



GUÍA METODOLÓGICA

**Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos
peligrosos y no peligrosos**

APÉNDICE: Aplicación a un caso hipotético.

Memoria explicativa

Índice

I. INTRODUCCIÓN 1

II. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO DONDE ÉSTA SE REALIZA 2

II.1. Descripción de la actividad 2

II.2. Caracterización del entorno 4

III. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES..... 5

III.1. Identificación de fuentes de peligro 5

III.2. Caracterización de los agentes causantes de daño 7

III.3. Identificación de los recursos naturales potencialmente afectados 9

III.4. Identificación de escenarios..... 9

IV. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO 13

IV.1. Probabilidad de cada suceso iniciador 13

IV.2. Probabilidad de los factores condicionantes 16

IV.3. Probabilidad de los escenarios accidentales 16

V. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGENTE ASOCIADA A CADA ESCENARIO..... 17

V.1. Cantidad de agente asociada a cada suceso iniciador 17

V.2. Cantidad de agente retenida en cada factor condicionante 19

V.3. Cantidad de agente asociada a cada escenario..... 22

VI. LISTADO DE ESCENARIOS RELEVANTES 22

VII. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO..... 25

VIII.CÁLCULO DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO 26

IX. SELECCIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA..... 26

X. DETERMINACIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL..... 28

X.1. Identificación del agente causante del daño, y de los recursos naturales y servicios afectados 28

X.2. Cuantificación del daño 28

 X.2.1. Extensión 29

 X.2.2. Intensidad 31

 X.2.3. Escala temporal 32

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

X.3. Evaluación de la significatividad del daño	32
XI. MONETIZACIÓN DEL DAÑO	33
XII. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA OBLIGATORIA	33
XIII. BIBLIOGRAFÍA	34

Anejos

ANEJO I. Causas consideradas por suceso iniciador

ANEJO II. Indicadores y valores de probabilidad de cada fuente de peligro y suceso iniciador

ANEJO III. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores

ANEJO IV. Indicadores y valores de los factores condicionantes

ANEJO V. Árboles consecuenciales

ANEJO VI. Parámetros introducidos en la ecuación del IDM para cada escenario

ANEJO VII. Informe de la aplicación informática MORA para el escenario de referencia

I. INTRODUCCIÓN

La Comisión Técnica de Prevención y Reparación de Daños Medioambientales —a través del documento “Estructura y contenidos generales de los instrumentos sectoriales para el análisis del riesgo medioambiental”— no fija la obligatoriedad de acompañar las Guías Metodológicas de un caso práctico de aplicación de las mismas. No obstante, se ha considerado conveniente realizar un supuesto práctico que ilustre el proceso de elaboración de los análisis de riesgos individuales a partir de la Guía Metodológica para determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos —en adelante GM—.

El presente ejercicio se centra en la evaluación del riesgo de una instalación ficticia, si bien se ha perseguido que tanto las operaciones como los datos empleados sean realistas con objeto de ser de la mayor utilidad para los operadores a los cuales se dirige la GM.

Como índice del presente caso práctico se ha adoptado el previsto para los casos prácticos que deben acompañar a los Modelos de Informe de Riesgos Ambientales Tipo (MIRAT), ya que como se ha indicado, las Guías Metodológicas están exentas de la obligación de realizar los mismos y, por tanto, no se dispone de un índice de referencia predefinido.

En cuanto a la estructura del documento, se ha optado por ofrecer una memoria explicativa relativamente sencilla que permita una rápida comprensión del análisis realizado.

Las cuestiones de detalle se abordan en unos anejos específicos que se corresponden con las fases seguidas en el análisis de riesgos, son los siguientes:

- Anejo I. Causas consideradas por suceso iniciador.
- Anejo II. Indicadores y valores de probabilidad de cada fuente de peligro y suceso iniciador.
- Anejo III. Cantidad de agente liberado.
- Anejo IV. Indicadores y valores de los factores condicionantes.
- Anejo V. Árboles consecuenciales y resumen de escenarios relevantes.
- Anejo VI. Parámetros introducidos en la ecuación del IDM para cada escenario.
- Anejo VII. Informe de la aplicación informática MORA para el escenario de referencia

El resultado final del presente trabajo es la estimación de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental que debería constituir la instalación objeto de estudio. Al tratarse de una instalación ficticia —su localización, procesos y restantes características no son reales—, dicha garantía no debe tomarse como un valor de referencia o contraste de cara a la constitución de la garantía por parte de los operadores del sector. Esto es, el objetivo del presente caso práctico es ilustrar la metodología de los análisis de riesgos, independientemente de los datos introducidos en los mismos.

Por último, merece la pena señalar que al igual que ocurre con la GM, los contenidos del presente informe no son vinculantes para los operadores del sector. De esta forma, los operadores podrán realizar sus análisis de riesgos individuales tomando como referencia la metodología expuesta en

este caso práctico u otra metodología alternativa, siempre y cuando cumpla los requisitos establecidos en la normativa de responsabilidad medioambiental.

II. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO DONDE ÉSTA SE REALIZA

II.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

En el presente ejercicio práctico, se supone que la instalación objeto de estudio realiza tres de las actividades identificadas a nivel sectorial en la GM. Estas actividades se desempeñan con objeto de tratar residuos ácidos y disolventes usados. En concreto, la instalación actúa como centro de transferencia de residuos (CTR), al mismo tiempo que realiza ciertos tratamientos físico-químicos de neutralización de ácidos y, en último término, deposita en un vertedero algunos de los residuos recibidos y/o tratados.

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente el proceso realizado en la instalación.

Los residuos procesados en la planta —ácidos y disolventes— se reciben en camiones procedentes bien de los productores de los mismos, o bien, de otros gestores. Los ácidos se reciben en camiones cisterna mientras que los disolventes son recibidos tanto en camiones cisterna como en depósitos tipo GRG. Al llegar los transportes se pesan en una báscula y se caracteriza su contenido con el fin de seleccionar el destino más adecuado para el mismo.

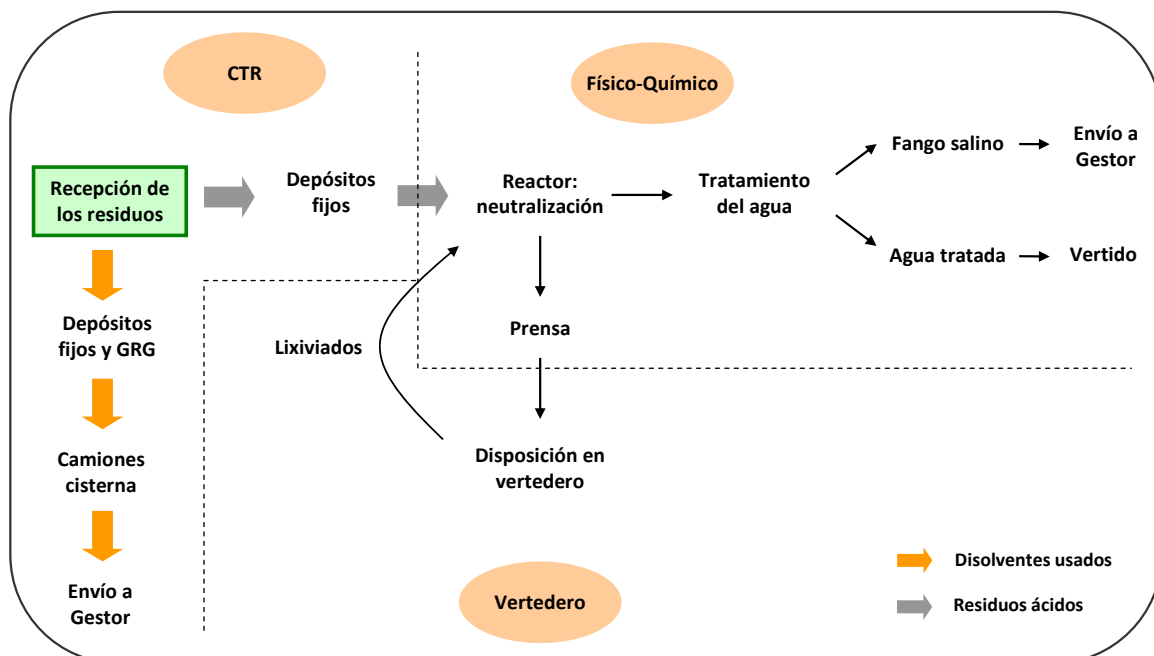


Figura 1. Esquema del proceso productivo de la instalación ficticia. Fuente: elaboración propia.

En el CTR se realizan las siguientes operaciones:

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

- a) Descarga de los camiones con los residuos ácidos y los disolventes usados. Los residuos transportados en camiones cisterna son trasvasados directamente a depósitos fijos a través de unas tuberías de descarga. Por otra parte, los GRG con disolventes son descargados del camión quedando depositados en su zona correspondiente dentro de la planta. Posteriormente, el contenido de estos GRG se trasvasa a los depósitos fijos de disolvente.
- b) Almacenamiento de residuos. Los residuos son almacenados, respetando siempre las compatibilidades entre ellos, hasta que se conducen a su siguiente destino. En concreto, los disolventes serán cargados en camiones cisterna con objeto de transferirlos a un gestor autorizado; mientras, los residuos ácidos, serán objeto de un tratamiento físico-químico previo a su deposición en vertedero.
- c) Carga de camiones cisterna con disolventes usados. Como se ha indicado, los disolventes usados tras ser recibidos —en relativamente pequeñas cantidades— pasan a un depósito fijo, donde permanecerán almacenados hasta que son cargados en un camión cisterna que los transportará a otro gestor.

En la planta de tratamiento físico-químico se realizan las siguientes operaciones sobre los residuos ácidos:

- a) Carga de los reactores a través de una red de tuberías aéreas. Los residuos ácidos son conducidos desde los depósitos fijos hasta un reactor de neutralización mediante una red de tuberías aéreas.
- b) Neutralización y precipitación de metales. Mediante la adición de reactivos básicos se logra incrementar el pH del residuo, esta disminución de la acidez provoca la precipitación de los metales presentes en el mismo en un fango que posteriormente será secado y depositado en el vertedero.
- c) Deshidratación de fangos. En un equipo de filtros prensa se reduce la humedad de los fangos haciéndolos aptos para su disposición en el vertedero en forma de tortas.
- d) Carga de camiones con residuos sólidos. Los camiones trasladan las tortas obtenidas en la fase de deshidratación hacia el vaso de vertido donde quedarán depositadas.

Conforme con lo expuesto anteriormente en el CTR y en la planta de tratamiento físico-químico existen dos tipos principales de depósitos: fijos y móviles (GRG), las sustancias almacenadas en los mismos pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- a) Residuos ácidos. Los residuos ácidos en estado líquido se almacenan en unos depósitos fijos.
- b) Disolventes usados. Los disolventes usados se almacenan dentro de la instalación en GRG y en depósitos fijos.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

- c) Reactivos en pequeñas cantidades. Con objeto de realizar el tratamiento físico-químico, en la instalación se dispone de diferentes reactivos, si bien estos están presentes en cantidades relativamente reducidas.
- d) Aguas pluviales y recogida de posibles derrames. Las aguas pluviales y los posibles derrames que pudieran ocurrir serían captados por una red de drenaje interior que conduce a un depósito específico.
- e) Agua contra incendios. La instalación posee a su vez de un tanque con una determinada cantidad de agua que sería utilizada en caso de incendio.

El agua generada como efluente en la planta de tratamiento físico-químico se conduce a un depósito donde se procede a su homogeneización. Desde este depósito se bombea a unos tanques de tratamiento donde, mediante la adición de reactivos, se logra la floculación y decantación de los metales. Como resultado del proceso se obtiene agua tratada apta para el vertido conforme con la correspondiente autorización, y un residuo salino que es enviado a un gestor para su tratamiento.

Las tortas de fango producidas en la planta de tratamiento físico-químico se depositan en un vertedero situado en una depresión del terreno próxima a la instalación. Las actividades realizadas en el vertedero son las siguientes:

- a) Descarga de residuos en estado sólido. Los camiones que transportan los residuos sólidos descargan en la zona del vertedero que se les haya asignado, donde, posteriormente unas máquinas excavadoras procederán a situarlos en su posición y forma definitiva.
- b) Gestión de lixiviados. Los lixiviados generados en el vertedero son conducidos a unos tanques situados aguas abajo donde quedan almacenados hasta su envío de nuevo al proceso físico-químico para su tratamiento.

II.2. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

La instalación se ubica en un polígono industrial en el que la mayor parte del suelo se encuentra pavimentado o sin vegetación. Este suelo tiene un grado de permeabilidad bajo.

En las proximidades discurre un pequeño arroyo en buen estado de conservación. Adicionalmente, existe una masa de agua subterránea, también en buen estado, cuyo nivel freático se encuentra a una profundidad media de 60 metros.

El clima de la zona es claramente mediterráneo, con una marcada sequía estival, siendo la precipitación media anual de 700 mm al año.

El viento a lo largo del año es suave, no llegando su velocidad media a 1m/s.

En cuanto a las especies silvestres, únicamente existen en las proximidades especies de carácter generalista no amenazadas.

III. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES

III.1. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE PELIGRO

Las fuentes de peligro consideradas en el análisis de riesgos individual se recogen en la Tabla 1, en la misma también se indica la correspondencia entre las fuentes de peligro de la instalación y las recogidas a nivel sectorial en la GM.

Código	Fuente de peligro individual	Fuente de peligro Guía Metodológica
F1	Descarga de camión cisterna con residuos ácidos	Descarga de camiones cisterna con residuos líquidos no inflamables
F2	Descarga de GRG con disolventes usados	Descarga de GRG con residuos inflamables
F3	Carga de disolventes usados a camión cisterna	Carga de residuos inflamables a camión cisterna
F4	Almacenamiento de residuos ácidos en depósitos fijos	Depósito aéreo de residuos no inflamables sin tráfico
F5	Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos	Depósito aéreo con residuos inflamables sin tráfico
F6	Almacenamiento de disolventes usados en GRG	Almacenamiento de GRG con residuos inflamables
F7	Red de válvulas y tuberías aéreas de transporte de residuos ácidos	Red de válvulas y tuberías aéreas de residuos líquidos no inflamables sin tráfico
F8	Reactor de neutralización de ácidos	Reactor
F9	Depósito de agua contaminada procedente del tratamiento físico químico	Depósito aéreo de residuos no inflamables sin tráfico
F10	Tratamiento del agua previo al vertido	Planta de tratamiento previo al vertido
F11	Depósito de almacenamiento de pluviales y de posibles derrames	Sistema de almacenamiento de pluviales
F12	Residuos depositados en el vertedero	Depósito de residuos en el vaso de vertido
F13	Tanques de retención de lixiviados	Sistema de retención de lixiviados

Tabla 1. Fuentes de peligro y correspondencia con la GM. Fuente: elaboración propia

En el ámbito del presente supuesto práctico se estima que las restantes zonas y actividades de la instalación no conllevan un peligro medioambiental relevante ya que, o bien la sustancia manejada lleva asociada baja o nula toxicidad y peligrosidad medioambiental, o bien dicha sustancia se maneja en la planta en cantidades muy reducidas.

En el capítulo V.3 de la Guía Metodológica se recopilan los sucesos iniciadores potencialmente existentes en este tipo de instalaciones, atendiendo al tipo de las mismas; en el Anejo I de dicha Guía se expone el recorrido completo desde la fuente de peligro hasta los escenarios consecuenciales, relacionándose de esta forma las fuentes de peligro con los sucesos iniciadores en los que pudieran derivar.

Basándose en esta información, y para cada una de las fuentes de peligro identificadas en la instalación se han detectado los sucesos iniciadores recogidos en la Tabla 2. Estos sucesos vienen caracterizados por la zona en la que se producirían y por el tipo de accidente al que darían lugar —derrame, incendio, fuga de lixiviados, etc.—, habiéndose asignado a cada uno un código específico que permite su localización y seguimiento de forma clara e inequívoca dentro del documento.

Código	Fuente de peligro individual	Código	Sucesos iniciadores
F1	Descarga de camión cisterna con residuos ácidos	S1	Derrame de residuos ácidos
F2	Descarga de GRG con disolventes usados	S2	Derrame de disolventes usados
		S3	Incendio - Aguas de extinción
F3	Carga de disolventes usados a camión cisterna	S4	Derrame de disolventes usados
		S5	Incendio - Aguas de extinción
F4	Almacenamiento de residuos ácidos en depósitos fijos	S6	Derrame de residuos ácidos
F5	Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos	S7	Derrame de disolventes usados
		S8	Incendio - Aguas de extinción
F6	Almacenamiento de disolventes usados en GRG	S9	Derrame de disolventes usados
		S10	Incendio - Aguas de extinción
F7	Red de válvulas y tuberías aéreas de transporte de residuos ácidos	S11	Derrame de residuos ácidos
F8	Reactor de neutralización de ácidos	S12	Derrame de residuos ácidos
F9	Depósito de agua contaminada procedente del tratamiento físico químico	S13	Derrame de agua contaminada
F10	Tratamiento del agua previo al vertido	S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente
F11	Depósito de almacenamiento de pluviales y de posibles derrames	S15	Derrame de pluviales contaminadas
F12	Residuos depositados en el vertedero	S16	Incendio - Aguas de extinción
		S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización
		S18	Emisión de partículas de residuos por el viento
F13	Tanques de retención de lixiviados	S19	Fuga de lixiviados

Tabla 2. Fuentes de peligro y sucesos iniciadores vinculados. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Cada suceso iniciador recopilado en la Tabla 2 se asocia con una o varias causas de accidente: el Anejo I de la presente memoria recoge esta relación entre causas de accidente y suceso iniciador, siguiendo el análisis realizado en la Guía Metodológica.

Con respecto al análisis de riesgos sectorial, en el presente análisis individual no se han considerado relevantes los siguientes sucesos iniciadores:

- En el reactor (F8) el incendio o explosión, dado que en el mismo se manejan únicamente sustancias no inflamables.
- En el depósito de almacenamiento de pluviales y posibles derrames (F11) el vertido por rebose, dado que este almacenamiento se realiza en un depósito cerrado.
- En los residuos depositados en el vertedero (F12) los sucesos iniciadores vinculados a la existencia de un dique de contención, ya que en la instalación analizada no existe esta estructura al depositarse los residuos sobre una depresión del terreno; y el suceso iniciador arrastre de residuos por agua de lluvia debido a que en el interior de dicha depresión no podría producirse un deslizamiento de residuos con afección relevante sobre los recursos naturales.
- En los tanques de retención de lixiviados (F13) el rebose de lixiviados, debido a que esta sustancia es almacenada en depósitos cerrados en su parte superior.
- En el conjunto de la instalación la red de drenaje y arquetas, ya que, atendiendo a las características del operador analizado, los posibles derrames y las pluviales contaminadas quedarían recogidos en un depósito específico considerado en la fuente de peligro F11. En conjunto, tanto el funcionamiento de la red de drenaje y arquetas como del depósito de retención de derrames, se incluyen en los árboles de sucesos diseñados en el presente caso práctico mediante un factor condicionante denominado “gestión de aguas y derrames”.

III.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGENTES CAUSANTES DE DAÑO

En el análisis de riesgos realizado se han identificado dos tipos principales de agentes causantes de daño: agentes de tipo químico e incendios. Los incendios, a su vez, llevan asociada la posibilidad de que se produzca un vertido de aguas de extinción, siendo éstas consideradas como otro agente de tipo químico.

Dado el entorno de la instalación —industrial y sin vegetación en las proximidades— se asume que el riesgo de un daño por incendio no es relevante. No obstante, como se ha indicado, sí se incluye en el análisis el posible daño medioambiental de las aguas de extinción.

La totalidad de las sustancias químicas presentes en la instalación se han considerado en el estudio a través de dos sustancias tipo. En concreto, se ha seleccionado un disolvente tipo y un ácido tipo, representativos de los procesados en la planta. Sus características relevantes de cara a la realización del análisis se muestran en la Tabla 3.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Parámetro	Ácido Tipo	Disolvente Tipo
Estado físico	Líquido	Líquido
Punto de ebullición (°C)	119	150
Temperatura de fusión (°C)	-15	-55
Temperatura de inflamación (°C)	-	33
Densidad (g/cm ³)	1,28	0,86
pH	1	-
Solubilidad/miscibilidad	Total	Insoluble
Viscosidad (cp)	25	0,67
Biodegradabilidad	No biodegradable	No biodegradable
LC50 (mg/l) peces [horas]	82 [24]	10-100 [96]

Tabla 3. Caracterización de las sustancias tipo. Fuente: elaboración propia.

La simplificación realizada permite manejar con relativa sencillez el amplio número de mezclas presentes en la instalación; sin embargo, esta decisión puede llevar asociada cierta incertidumbre sobre el comportamiento que tendrían los agentes en la realidad.

En este sentido, con objeto de situar el estudio del lado de la prudencia, en el caso de las mezclas se ha asumido que éstas se comportan en su totalidad igual que lo haría la sustancia más tóxica presente en las mismas atendiendo al valor de la LC50.

A modo de resumen, en la Tabla 4 se muestra la sustancia tipo asignada a cada uno de los sucesos iniciadores identificados en la instalación.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Código	Sucesos iniciadores	Agente químico
S1	Derrame de residuos ácidos	Ácido tipo
S2	Derrame de disolventes usados	Disolvente tipo
S3	Incendio - Aguas de extinción	Disolvente tipo
S4	Derrame de disolventes usados	Disolvente tipo
S5	Incendio - Aguas de extinción	Disolvente tipo
S6	Derrame de residuos ácidos	Ácido tipo
S7	Derrame de disolventes usados	Disolvente tipo
S8	Incendio - Aguas de extinción	Disolvente tipo
S9	Derrame de disolventes usados	Disolvente tipo
S10	Incendio - Aguas de extinción	Disolvente tipo
S11	Derrame de residuos ácidos	Ácido tipo
S12	Derrame de residuos ácidos	Ácido tipo
S13	Derrame de agua contaminada	Ácido tipo
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente	Ácido tipo
S15	Derrame de pluviales contaminadas	Disolvente tipo
S16	Incendio - Aguas de extinción	Ácido tipo
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	Ácido tipo
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento	Ácido tipo
S19	Fuga de lixiviados	Ácido tipo

Tabla 4. Sustancia tipo asignada a cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

III.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES POTENCIALMENTE AFECTADOS

Considerando las características del entorno de la instalación los recursos potencialmente afectados son el suelo, el agua subterránea y el agua superficial. La correspondencia entre los sucesos iniciadores, los escenarios accidentales y los recursos previsiblemente afectados se puede consultar en el Anejo V.

III.4. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS

Los escenarios consecuenciales de la instalación objeto de estudio se han identificado a partir de los 19 sucesos iniciadores recogidos en la Tabla 2 mediante la técnica del árbol de sucesos —esta técnica se encuentra descrita de forma detallada en la GM—.

En los árboles se emplean una serie de factores condicionantes que permiten determinar las diferentes consecuencias que pueden desencadenarse a partir de la ocurrencia de cada suceso iniciador, de tal forma que cada rama del árbol se corresponde con una hipotética evolución del suceso iniciador.

En la Figura 2 se muestra el esquema ilustrativo de un árbol de sucesos. Los árboles parten de un determinado suceso iniciador (S.I.), teniendo asociado cada uno su probabilidad de ocurrencia (P_{Si}) y su cantidad de agente liberada (V_{Si}). Considerando una serie de factores condicionantes (FC 1, FC 2, ..., FC n) se modifica tanto la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador —a través de la probabilidad de éxito de cada factor (P_1, P_2, \dots, P_n)— como la cantidad de agente que continúa suponiendo una amenaza de daño —variables V_1, V_2, \dots, V_n —. Como resultado, se llega a la identificación de los diferentes escenarios (E_1, E_2, \dots, E_f); cada uno de los cuales viene caracterizado por su probabilidad de ocurrencia (P_E) y por la cantidad de agente que resultaría liberada (V_E).

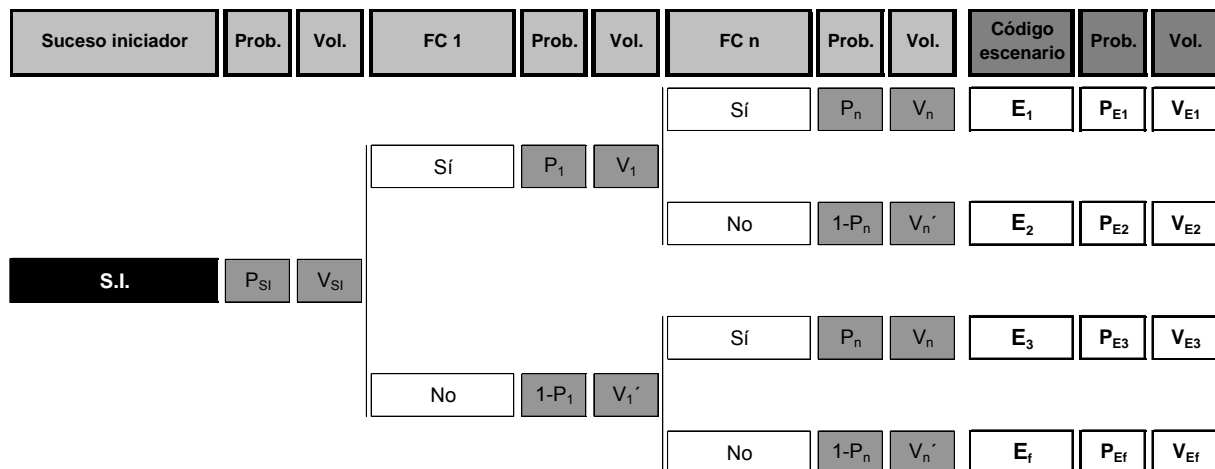


Figura 2. Representación esquemática de los árboles de sucesos. Fuente: elaboración propia.

La selección de los factores condicionantes a considerar tiene por lo tanto un efecto crítico en los análisis de riesgos, ya que determinarán el número y el tipo de los escenarios accidentales identificados en cada instalación. Adicionalmente, como se ha indicado y se expone de forma detallada más adelante, en el ámbito del modelo diseñado estos factores afectan tanto a la probabilidad de ocurrencia de los escenarios como a la cantidad de agente que resultaría liberada.

Partiendo de cada suceso iniciador y teniendo en cuenta las características de la zona donde éste se produciría se ha elaborado el listado de factores condicionantes que podrían actuar. Este listado, por lo tanto, es específico no sólo de cada suceso si no también de la localización del mismo.

Como referencia básica para la selección de los factores condicionantes se ha acudido al catálogo suministrado en el Anejo III de la GM, si bien dicho catálogo se ha complementado y modificado con objeto de adaptarlo adecuadamente a las particularidades de la instalación analizada.

Como resultado, el listado completo de factores condicionantes considerados en el presente análisis de riesgos es el siguiente:

- i) Contención automática. Este factor introduce en el análisis las medidas de contención de derrames cuyo funcionamiento no requiere el accionamiento previo por parte del personal. A modo de ejemplo, esta categoría incluiría los cubetos, el cierre automático de las válvulas y compuertas, etc.
- ii) Contención manual. Se entiende por contención manual las medidas de retención accionadas o aplicadas por el personal de la instalación tales como mantas absorbentes, cierres de la red de drenaje, etc.
- iii) Gestión de agua y derrames. Este factor hace referencia a la existencia de una red de drenaje y un depósito de almacenamiento que permitan tanto la recogida de las aguas pluviales potencialmente contaminadas, como de los posibles derrames al suelo que pudieran producirse.
- iv) Sistemas de detección y extinción de incendios. Mediante este factor se introduce en el modelo la posibilidad de que un incendio no llegue a causar daños debido a su detección y extinción temprana. Esto es, que resulte en un conato sin consecuencias relevantes.
- v) Sistemas de detección de fugas: piezómetros. Los piezómetros se consideran en el vaso de vertido como un elemento de detección de las posibles fugas que pudieran ocurrir, facilitando una actuación temprana para hacerles frente y tomar las medidas oportunas.
- vi) Contención en vertederos. Este factor es específico de la retención de lixiviados en el vaso de vertido, de tal forma que considera la capacidad de contener una hipotética fuga de lixiviados previamente a que ésta desencadene un daño medioambiental.
- vii) Confinamiento del vaso de vertido. A través de este factor se evalúa el resguardo con el que cuenta el vaso de vertido frente a la acción del viento con objeto de analizar la posible emisión de polvo hacia los recursos naturales.
- viii) Dirección del viento. En el mismo sentido que el factor anterior, la dirección del viento se considera con el fin de determinar el posible efecto del polvo sobre los recursos naturales próximos a la instalación.

Estos factores condicionantes tienen su papel en el desarrollo de uno o varios sucesos iniciadores, dando como resultado de su participación distintos escenarios accidentales para cada suceso. En la Tabla 10 del Anejo IV de la presente memoria se recoge qué factores condicionantes intervienen en cada suceso iniciador.

La intervención de estos factores condicionantes (en términos, básicamente, de su éxito o no) en el desarrollo de cada suceso iniciador se representa gráficamente en los denominados árboles de sucesos. Los árboles generados se ofrecen en un anejo específico (Anejo V), recogiendo en el mismo tanto la probabilidad de éxito de cada factor condicionante como la estimación de la cantidad de agente que resultaría liberada —ambos calculados conforme se expone en apartados posteriores del informe—. En este sentido, merece la pena indicar que, aún empleándose el mismo nombre genérico para definir los factores condicionantes en todos los árboles, estos nombres no tienen por qué referirse exactamente a la misma medida de contención. De esta forma, la contención automática que actuaría en caso de derrame en la zona de depósitos fijos puede no coincidir con la contención automática de la zona de proceso. No obstante, por sencillez en la exposición y dado el carácter teórico del presente ejercicio, se ha mantenido la nomenclatura. Los valores concretos asignados a cada factor, en cuanto a la probabilidad de éxito (P_i) y a la cantidad de volumen derramado (V_i), pueden consultarse en los Anejos IV y V.

Partiendo de los 19 sucesos iniciadores considerados en la instalación y aplicando la metodología del árbol de sucesos se han diferenciado un total de 103 escenarios accidentales. En la tabla siguiente se muestra el número de escenarios vinculados a cada suceso iniciador, oscilando esta cifra entre 2 y 8 escenarios por suceso.

Suceso	Descripción	Escenarios identificados
S1	Derrame de residuos ácidos	8
S2	Derrame de disolventes usados	8
S3	Incendio - Aguas de extinción	3
S4	Derrame de disolventes usados	8
S5	Incendio - Aguas de extinción	3
S6	Derrame de residuos ácidos	8
S7	Derrame de disolventes usados	8
S8	Incendio - Aguas de extinción	3
S9	Derrame de disolventes usados	8
S10	Incendio - Aguas de extinción	3
S11	Derrame de residuos ácidos	8
S12	Derrame de residuos ácidos	8
S13	Derrame de agua contaminada	8
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente	2
S15	Derrame de pluviales contaminadas	4
S16	Incendio - Aguas de extinción	3
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	4
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento	4
S19	Fuga de lixiviados	2
Total escenarios		103

Tabla 5. Escenarios accidentales identificados a partir de cada suceso iniciador mediante los árboles de sucesos. Fuente: elaboración propia.

IV. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO

El procedimiento de asignación de probabilidades a los escenarios accidentales se ha realizado en dos fases:

1. La primera fase ha consistido en imputar una probabilidad de ocurrencia a cada uno de los sucesos iniciadores identificados en la instalación. De esta forma, se ha estimado la probabilidad de que ocurra un determinado accidente en cada una de las zonas de la instalación, teniendo en cuenta para ello las causas de cada accidente (Anejo I) y las características de la instalación que determinan la probabilidad de dichas causas (antigüedad de los equipos, experiencia del personal, etc.). La información detallada sobre la ejecución de esta fase se encuentra en el Anejo II.
2. Posteriormente, la probabilidad calculada en la fase anterior, se ha introducido en los árboles de sucesos, con objeto de calcular la frecuencia con la que se puede dar cada una de sus ramas y, en último término, la frecuencia de cada escenario accidental. Con este fin se han considerado los diferentes factores condicionantes que afectarían a la evolución de cada uno de los sucesos iniciadores. La descripción pormenorizada del procedimiento de imputación de probabilidades a los factores condicionantes se recoge en el Anejo IV, y su introducción en los árboles de sucesos en el Anejo V.

El método seleccionado para realizar la estimación de probabilidades —tanto de los sucesos iniciadores como de los factores condicionantes— es de tipo semicuantitativo, habiéndose tomado como referencia de cara a la evaluación los indicadores de probabilidad ofrecidos en la GM. No obstante, debe destacarse que estos indicadores sectoriales se han adaptado a las características concretas de la instalación evaluada, habiéndose modificado algunos de los indicadores propuestos en la GM e incorporándose otros que permiten un mayor ajuste del modelo.

IV.1. PROBABILIDAD DE CADA SUCESO INICIADOR

La probabilidad de ocurrencia de cada suceso iniciador se estima a partir de una serie de variables explicativas o indicadores que tratan de explicar la mayor o menor frecuencia con la que acontecerían sus diferentes causas.

Por lo tanto, un paso previo a la imputación de probabilidades a los sucesos iniciadores, es la selección de las causas que desencadenarían cada accidente. Para ello, como referencia básica, se ha acudido al catálogo ofrecido en el Anejo I de la GM, donde las posibles causas de accidente aparecen directamente vinculadas a cada suceso iniciador y a cada fuente de peligro o zona de la instalación. La selección realizada en el ámbito de este supuesto práctico puede consultarse en un anejo independiente dado el elevado volumen de la información generada (Anejo I del informe).

Una vez definidos los motivos de los accidentes, el siguiente paso ha consistido en concretar los indicadores a través de los cuales se evalúa la frecuencia con la que puede ocurrir cada motivo. Con este fin se ha acudido al Anejo II de la GM, ya que en el mismo se propone un listado de indicadores

potenciales. La premisa de partida en este sentido ha sido la de seleccionar al menos un indicador para cada una de las causas identificadas anteriormente con objeto de no obviar ninguno de los motivos de accidente que se hubieran señalado como relevantes.

Hasta este punto, por lo tanto, los indicadores aparecen vinculados únicamente a cada causa de accidente, siendo necesario estudiar las circunstancias concretas de cada zona o fuente de peligro con objeto de disponer de un catálogo definitivo de indicadores, asociados esta vez a cada suceso iniciador y a cada zona de la instalación. A modo de ejemplo, en una zona donde la totalidad de procesos son necesariamente manuales carecería de sentido introducir factores relacionados con la automatización del proceso.

El catálogo de indicadores suministrado en la GM se ha conservado inalterado en la mayoría de los casos —la mayor parte de los indicadores introducidos en el supuesto práctico coinciden con indicadores previstos originalmente en la GM—. No obstante, se han abordado una serie de modificaciones que permiten explicar en mayor medida la posibilidad de que ocurra un accidente en cada una de las zonas específicas de esta instalación. Con este fin se han introducido indicadores complementarios a los recogidos en el instrumento sectorial, como por ejemplo la frecuencia con la que se emplea el neutralizador de ácidos existente en la nave de proceso.

Para cada uno de los indicadores asignados a las combinaciones *fFuente de peligro – suceso iniciador* —por ejemplo, derrames en la zona de depósitos— se ha establecido una escala con valores comprendidos entre 0,25 y 0,90, donde los valores inferiores dan lugar a sucesos menos probables que los mayores. La selección de uno u otro valor es función de los criterios de asignación que se hayan establecido en cada escala y de las características de la instalación.

La probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador es el resultado de componer los valores asignados a los indicadores que lo explican, siendo expresada en valores comprendidos entre 0 —menor probabilidad de ocurrencia— y 1 —mayor probabilidad de ocurrencia—. En concreto, la probabilidad de los derrames, fugas y emisiones, se obtienen mediante una relación entre la suma de los valores asignados a los indicadores y el máximo valor que podría haber tomado dicha suma. Por otra parte, la probabilidad de incendio se calcula como la probabilidad conjunta de que exista un derrame de material inflamable y un foco de ignición, ambas calculadas a su vez conforme con la primera regla; esto es, relacionando los puntos asignados a los indicadores con la puntuación máxima que se podía haber obtenido.

En la Tabla 6 se muestra el esquema seguido en el presente análisis de riesgos para procesar la información expuesta anteriormente y, por lo tanto, para evaluar la probabilidad de ocurrencia de los sucesos iniciadores.

Cada una de las tablas elaboradas se corresponde con una determinada combinación *fFuente de peligro – suceso iniciador*, existiendo tantas tablas como sucesos iniciadores se han identificado (19), esta combinación se indica en la cabecera de la tabla. En la primera columna se ofrece el listado de causas que desencadenarían el suceso iniciador en esa zona o fuente de peligro, mostrándose en los campos contiguos los indicadores de probabilidad seleccionados y los códigos que les corresponde

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

atendiendo al catálogo de la GM (Anejo II de la GM). En las columnas centrales se especifican las categorías, escalas y criterios en base a los cuales se asigna un valor u otro a cada indicador.

Como se ha indicado, la composición de los valores otorgados a cada indicador ofrece como resultado la determinación de la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador que se esté evaluando en la zona o fuente de peligro.

Fuente de peligro Suceso iniciador						
Causas	Indicador de la probabilidad	Codigo GM	Probabilidad de ocurrencia			
			0,25	0,45	0,65	0,90
Causa "A"	Indicador 1					
Causa "B"	Indicador 2		Categorías de cada indicador			
...	...					
	Indicador t					

Tabla 6. Esquema de las tablas elaboradas con objeto de estimar la probabilidad de los sucesos iniciadores.

Fuente: elaboración propia.

La descripción detallada de la metodología aplicada y la totalidad de las 19 tablas elaboradas se han recopilado en el Anejo II del presente informe. No obstante, a modo de resumen de los resultados obtenidos, en la Tabla 7, se muestra el valor de probabilidad finalmente asignado a cada suceso iniciador.

Código	Suceso iniciador	Probabilidad de ocurrencia
S1	Derrame de residuos ácidos	0,5598
S2	Derrame de disolventes usados	0,6444
S3	Incendio - Aguas de extinción	0,4153
S4	Derrame de disolventes usados	0,5253
S5	Incendio - Aguas de extinción	0,2626
S6	Derrame de residuos ácidos	0,5000
S7	Derrame de disolventes usados	0,4583
S8	Incendio - Aguas de extinción	0,1273
S9	Derrame de disolventes usados	0,4954
S10	Incendio - Aguas de extinción	0,2092
S11	Derrame de residuos ácidos	0,4949
S12	Derrame de residuos ácidos	0,5389
S13	Derrame de agua contaminada	0,4583
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente	0,4877
S15	Derrame de pluviales contaminadas	0,4769
S16	Incendio - Aguas de extinción	0,4444
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	0,3222
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento	0,7593
S19	Fuga de lixiviados	0,5167

Tabla 7. Probabilidad de ocurrencia imputada a cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

IV.2.PROBABILIDAD DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Como se ha indicado en los apartados precedentes, la probabilidad de ocurrencia de un determinado escenario accidental no tiene porqué coincidir con la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador que lo origina. Esto se debe a la existencia de una serie de elementos internos y/o externos a la instalación que afectan al desarrollo del suceso iniciador, denominados factores condicionantes.

Los factores condicionantes pueden darse o no, o pueden actuar o no, en el desarrollo del accidente. Con objeto de evaluar la probabilidad de que acontezca un determinado factor se han diseñado una serie de tablas de frecuencia semicuantitativa que siguen el esquema mostrado en la Tabla 8. En estas tablas se distinguen una serie de categorías para cada factor condicionante.

Las categorías (categoría 1, categoría 2, ..., categoría k) hacen referencia a un conjunto de condiciones que pueden darse en la zona evaluada. A modo de ejemplo, pueden considerar el grado de automatización de los equipos, el tipo de mantenimiento realizado, la experiencia del personal a cargo de la operación, etc.

Para cada factor condicionante se ha seleccionado la categoría que proceda atendiendo a sus características. De esta forma, si la categoría seleccionada es la “k”, la probabilidad de éxito del factor condicionante será la asociada a esa categoría (P_{Ck}). Por lo tanto, continuando con la nomenclatura establecida en el apartado III.4 del informe, la probabilidad de éxito del factor P_n será igual a la probabilidad de la categoría que se haya seleccionado (P_{Ck}).

FACTOR CONDICIONANTE	
Categorías	Coficiente de probabilidad
Categoría 1	P_{C1}
Categoría 2	P_{C2}
...	...
Categoría k	P_{Ck}

Tabla 8. Representación esquemática de las tablas diseñadas con objeto de asignar la probabilidad de ocurrencia a los factores condicionantes. Fuente: elaboración propia.

En el Anejo IV se recogen tanto las tablas de categorías elaboradas para cada factor condicionante como los valores de probabilidad que se han asignado a cada uno de los mismos atendiendo a sus características. Adicionalmente, de forma más gráfica, en el Anejo V pueden consultarse los valores de probabilidad introducidos en cada rama de los árboles de sucesos.

IV.3.PROBABILIDAD DE LOS ESCENARIOS ACCIDENTALES

Una vez se ha determinado la probabilidad de éxito de los factores condicionantes recogidos en el árbol de sucesos se procede a calcular la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental.

Este cálculo se realiza mediante el operador “Y”, o intersección de las probabilidades de los factores condicionantes que desembocan en el escenario que se esté evaluando. Expresado de forma matemática, la ecuación del cálculo sería la siguiente:

$$P_E = \text{prob}_{S.I} \times P_1 \times P_2 \dots \times P_n$$

Donde:

P_E , es la probabilidad de ocurrencia asociada al escenario “E”, el cual para acontecer requiere que se den conjuntamente el suceso iniciador “S.I” y los factores condicionantes 1, 2, ..., y n”.

$\text{Prob}_{S.I}$, es la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador cuya evolución desencadena el escenario accidental “E”.

P_i , es la probabilidad de éxito de cada factor condicionante. Siendo asignada con base en las categorías establecidas para cada factor condicionante.

En el Anejo V se recopilan los cálculos realizados con objeto de calcular la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental a partir del valor de probabilidad de su correspondiente suceso iniciador y considerando el efecto de los diferentes factores. Adicionalmente, se indica la probabilidad finalmente asignada a cada escenario.

V. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGENTE ASOCIADA A CADA ESCENARIO

El cálculo de la magnitud del daño causado por los escenarios accidentales requiere estimar previamente la cantidad de agente que sería liberada bajo las hipótesis establecidas en cada uno de los mismos. Esta estimación se ha realizado siguiendo dos fases secuenciales:

1. Estimación de la cantidad de agente asociada a cada suceso iniciador. En una primera fase se ha procedido a calcular la cantidad de agente que se liberaría en cada suceso iniciador. A modo de ejemplo, en este paso se determinaría el volumen fugado en un depósito, el volumen derramado en una tubería o la cantidad de agua necesaria para extinguir un incendio en la instalación. Las especificaciones sobre este proceso se recogen en el Anejo III.
2. Estimación de la cantidad de agente asociada a cada escenario accidental. El volumen derramado inicialmente en cada suceso iniciador no coincide necesariamente con el que finalmente entra en contacto con los recursos naturales. Esto se debe a la existencia de una serie de medidas de retención de vertidos en la instalación. Las medidas de contención se introducen en el modelo a través de sus correspondientes factores condicionantes, siendo expuestas en el Anejo IV de la memoria.

En el presente apartado se procede a exponer los aspectos básicos de los cálculos realizados en ambas fases, si bien, la información detallada sobre los mismos en los correspondientes anejos.

V.1. CANTIDAD DE AGENTE ASOCIADA A CADA SUCESO INICIADOR

Como se ha indicado, el cálculo de la magnitud del daño asociado a los escenarios accidentales requiere estimar previamente la cantidad de agente que sería liberada bajo las hipótesis establecidas en cada suceso iniciador. Para ello, se han identificado una serie de criterios de cálculo a los que se adscriben los distintos sucesos iniciadores en función de su tipología, a saber: agua de incendio en planta, agua de incendio en el vaso de vertido, derrame en las zonas de almacenamiento y proceso, derrame en carga y descarga con camión cisterna, derrame en el tratamiento previo al vertido a cauce, derrame en la red de válvulas y tuberías, emisión de partículas por el viento y fuga de lixiviados en el vaso de vertido.

La estimación de la cantidad de agente liberada se realiza a partir de una metodología definida para cada criterio de cálculo. El Anejo III recoge tanto los procedimientos metodológicos para esta estimación de la cantidad de agente liberada como los parámetros que se aplican a cada suceso iniciador y, finalmente, el resultado de la misma. La Tabla 9 recoge, a modo de resumen, tanto el criterio de cálculo como la cantidad liberada de agente para cada suceso iniciador.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Código	Sucesos iniciadores	Tipo de criterio cálculo volumen vertido	Cantidad liberada de agente (m ³)
S1	Derrame de residuos ácidos	Derrame en carga y descarga con camión cisterna	2,50
S2	Derrame de disolventes usados	Derrame en almacenamiento y proceso	1,00
S3	Incendio - Aguas de extinción	Agua de incendio en planta	71,97
S4	Derrame de disolventes usados	Derrame en carga y descarga con camión cisterna	2,50
S5	Incendio - Aguas de extinción	Agua de incendio en planta	29,68
S6	Derrame de residuos ácidos	Derrame en almacenamiento y proceso	12,00
S7	Derrame de disolventes usados	Derrame en almacenamiento y proceso	16,00
S8	Incendio - Aguas de extinción	Agua de incendio en planta	79,48
S9	Derrame de disolventes usados	Derrame en almacenamiento y proceso	0,75
S10	Incendio - Aguas de extinción	Agua de incendio en planta	71,97
S11	Derrame de residuos ácidos	Derrame en válvulas y tuberías	2,50
S12	Derrame de residuos ácidos	Derrame en almacenamiento y proceso	7,50
S13	Derrame de agua contaminada	Derrame en almacenamiento y proceso	7,50
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente	Derrame en tratamiento previo a vertido en cauce	0,83
S15	Derrame de pluviales contaminadas	Derrame en almacenamiento y proceso	10,00
S16	Incendio - Aguas de extinción	Agua de incendio en vaso de vertido	10,00
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	Lixiviados en vaso de vertido. Detección temprana	23,97
		Lixiviados en vaso de vertido. Detección tardía	47,95
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento	Emisión partículas por el viento	12,50
S19	Fuga de lixiviados	Derrame en almacenamiento y proceso	10,00

Tabla 9. Criterio de estimación del volumen aplicado a cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

V.2. CANTIDAD DE AGENTE RETENIDA EN CADA FACTOR CONDICIONANTE

Bajo las hipótesis establecidas en cada suceso iniciador se prevé la liberación de una determinada cantidad del agente contaminante. En concreto, resultarían liberadas las cantidades especificadas en la Tabla 9.

Durante la evolución temporal del episodio accidental entrarían en funcionamiento las diferentes medidas de emergencia que tienen por objeto evitar o reducir al máximo la cantidad de agente que resultaría finalmente emitida al entorno.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Como se ha indicado, estas medidas se integran en el modelo a través de determinados factores condicionantes como cubetos, mantas absorbentes, redes de drenaje cerradas, etc.

En el apartado IV.2. del informe se ha expuesto la metodología seguida a la hora de estimar la probabilidad de éxito de cada factor condicionante, por lo que el presente epígrafe se centra únicamente en la influencia que tienen estos factores sobre el volumen derramado.

Una primera observación en este sentido, que merece la pena destacar, es que no todos los factores condicionantes introducidos en el análisis llevan asociada una capacidad de retención. De esta forma, el éxito de factores como la detección de lixiviados en los piezómetros del vertedero o como los sistemas de detección y extinción de incendios no implican una contención de volumen sino, exclusivamente, una modificación de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario.

De entre todos los factores identificados, los únicos que proporcionarían una retención —parcial o total— del volumen derramado serían los siguientes:

- Las contenciones automáticas
- Las contenciones manuales
- La gestión de aguas y derrames
- La contención en vertederos
- El confinamiento del vaso de vertido

Con objeto de estimar la cantidad de agente retenida por cada factor condicionante se ha tomado como dato de partida su capacidad total, asumiéndose como premisa que siempre que exista una determinada medida de contención ésta almacenará, al menos, un porcentaje mínimo sobre dicha capacidad.

Por lo tanto, independientemente de que la medida actúe o no con éxito conforme con los valores de probabilidad que se le hayan asignado atendiendo a lo expuesto en el epígrafe IV.2.; se asume que, si ésta existe, almacenará, al menos, un porcentaje mínimo de su capacidad en caso de emergencia. De esta forma se pretende considerar de forma favorable la adopción de medidas preventivas por parte de los operadores.

En función de las características del factor condicionante El planteamiento es el siguiente:

- a)** Cuando la medida de contención actúa eficazmente (o tiene éxito) atendiendo a los criterios expuestos en el epígrafe IV.2. Se asume que la medida retiene el 100 por ciento de la capacidad de retención para la que ha sido diseñada. A modo de ejemplo, un cubeto diseñado para contener 100 m^3 , reduciría el volumen vertido en 100 m^3 .
- b)** Cuando la medida de contención no actúa eficazmente (o no tiene éxito) atendiendo a los criterios expuestos en el epígrafe IV.2. El volumen retenido se fija en función del tipo de medida de contención, siendo en todo caso inferior al 100 por ciento de la capacidad:

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

- i) Medios de contención automáticos y pasivos (cubetos, redes de captación de derrames y otros sistemas que no requieren su accionamiento). Se asume que el porcentaje de volumen retenido con respecto a la capacidad total es función de las características de la medida de contención. Con objeto de determinar este porcentaje se emplean las mismas categorías que las especificadas para el cálculo de la probabilidad de éxito del factor condicionante. Sin embargo, en este apartado, en vez de asignar a cada categoría una probabilidad de éxito del factor, se le asigna un porcentaje de volumen retenido con respecto a la capacidad.

En la Tabla 10 se muestra de forma esquemática este planteamiento según el cual, a modo de ejemplo, si el factor condicionante (la medida de contención) cumple con las características de la categoría “m”, el volumen retenido en la misma sería el resultado de aplicar la siguiente expresión:

$$VR = Capacidad \times R_m$$

Donde:

VR, es la cantidad de volumen que quedaría retenido en la medida de contención.

Capacidad, es la capacidad de retención total que tiene la medida de contención conforme ha sido diseñada.

R_m, es el coeficiente reductor de la capacidad, siendo función de las características concretas del factor condicionante.

FACTOR CONDICIONANTE	
Categorías	Porcentaje a aplicar sobre la capacidad de retención
Categoría 1	R ₁
Categoría 2	R ₂
'''	...
Categoría m	R _m

Tabla 10. Factores reductores de la capacidad de las medidas de retención automáticas. Fuente: elaboración propia.

- ii) Medios de contención que requieren un accionamiento manual. Este caso se divide a su vez en dos posibilidades:
- Existe presencia continua de personal en la zona donde ocurriría el suceso iniciador. Se asume que la medida logrará retener un volumen igual al 1 por ciento de su capacidad de contención.
 - No existe presencia continua de personal en la zona donde ocurriría el suceso iniciador. Adoptando un criterio conservador, se asume que la medida no logrará retener ninguna porción del volumen derramado.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

- c) Por último, insistir en que si el factor condicionante no se corresponde con un elemento de contención no procederá reducir la cantidad de agente liberada.

V.3. CANTIDAD DE AGENTE ASOCIADA A CADA ESCENARIO

Una vez se ha determinado el volumen liberado —atendiendo a las hipótesis del suceso iniciador—, y se ha estimado el volumen que podría retener cada medida de contención, el siguiente paso consiste en calcular el volumen que finalmente sería liberado al medio en cada escenario accidental. La expresión genérica para realizar este cálculo es la siguiente:

$$V_E = Vol_{S.I} - VR_1 - VR_2 \dots - VR_n$$

Donde:

V_E , es el volumen liberado al medio bajo las hipótesis establecidas en el escenario accidental “E”.

$Vol_{S.I}$, es el volumen liberado bajo las hipótesis establecidas en el suceso iniciador “S.I”, cuya evolución desencadena el escenario accidental “E”.

VR_i , es el volumen retenido en cada factor condicionante. Siendo calculado conforme con las especificaciones expuestas en el epígrafe anterior.

VI. LISTADO DE ESCENARIOS RELEVANTES

La metodología expuesta en los apartados precedentes —en definitiva, la construcción de los árboles de sucesos para cada suceso iniciador con datos sobre probabilidad de éxito/fracaso de los factores condicionantes y de la cantidad de agente liberado (ver Anejo V)— permite asignar a cada uno de los 103 escenarios accidentales identificados en la instalación una determinada probabilidad de ocurrencia (P_E) y una determinada cantidad de agente liberado (V_E).

Respecto a estos primeros resultados merece la pena destacar, por un lado, que algunos escenarios pueden recibir una probabilidad de ocurrencia nula, lo cual denota que la frecuencia relativa con la que podrían darse no es significativa en relación con los restantes escenarios; y, por otro lado, que pueden existir escenarios que lleven asociado un volumen de agente liberado nulo, siendo este caso debido a la acción reductora de las diferentes medidas de contención de derrames. Tanto los primeros, como los segundos, no se consideran escenarios relevantes de cara a las fases posteriores del análisis de riesgos ya que no implican una potencial afectación sobre los recursos naturales —debido a su nula probabilidad de ocurrencia o a la retención completa del agente causante de daño antes de que éste salga de la instalación—.

En la Tabla 11 se muestra el número de escenarios que se consideran relevantes —esto es, aquellos escenarios de los árboles de sucesos del Anejo V cuya probabilidad o volumen de agente liberado es superior a 0—, agrupados por suceso iniciador. La descripción detallada de estos escenarios puede consultarse en los árboles de sucesos recopilados en el Anejo V.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso	Descripción	Escenarios relevantes
S1	Derrame de residuos ácidos	0
S2	Derrame de disolventes usados	0
S3	Incendio - Aguas de extinción	2
S4	Derrame de disolventes usados	0
S5	Incendio - Aguas de extinción	1
S6	Derrame de residuos ácidos	2
S7	Derrame de disolventes usados	2
S8	Incendio - Aguas de extinción	2
S9	Derrame de disolventes usados	0
S10	Incendio - Aguas de extinción	2
S11	Derrame de residuos ácidos	0
S12	Derrame de residuos ácidos	2
S13	Derrame de agua contaminada	0
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente	1
S15	Derrame de pluviales contaminadas	2
S16	Incendio - Aguas de extinción	1
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	2
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento	1
S19	Fuga de lixiviados	1
Total escenarios		21

Tabla 11. Número de escenarios relevantes desencadenados por cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

Como se ha indicado, las características específicas de cada uno de los 21 escenarios accidentales relevantes pueden consultarse en su correspondiente árbol de sucesos. No obstante, con objeto de ofrecer una visión general de estos escenarios, en la siguiente tabla se muestra el listado de escenarios con su código, la fuente de peligro de la que proceden, el suceso iniciador que los desencadena, su probabilidad de ocurrencia y el volumen estimado que resultaría liberado al medio.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Escenario	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Descripción del suceso iniciador	Probabilidad	Volumen liberado (m ³)
S3.E2	Descarga de GRG con disolventes usados	S3	Incendio - Aguas de extinción	0,0748	31,97
S3.E3	Descarga de GRG con disolventes usados	S3	Incendio - Aguas de extinción	0,0083	68,37
S5.E3	Carga de disolventes usados a camión cisterna	S5	Incendio - Aguas de extinción	0,0053	26,08
S6.E7	Almacenamiento de residuos ácidos en depósitos fijos	S6	Derrame de residuos ácidos	0,0090	3,40
S6.E9	Almacenamiento de residuos ácidos en depósitos fijos	S6	Derrame de residuos ácidos	0,0010	4,30
S7.E6	Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos	S7	Derrame de disolventes usados	0,0083	7,40
S7.E8	Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos	S7	Derrame de disolventes usados	0,0009	8,39
S8.E2	Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos	S8	Incendio - Aguas de extinción	0,0229	39,48
S8.E3	Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos	S8	Incendio - Aguas de extinción	0,0025	75,88
S10.E2	Almacenamiento de disolventes usados en GRG	S10	Incendio - Aguas de extinción	0,0376	31,97
S10.E3	Almacenamiento de disolventes usados en GRG	S10	Incendio - Aguas de extinción	0,0042	68,37
S12.E6	Reactor de neutralización de ácidos	S12	Derrame de residuos ácidos	0,0049	2,00
S12.E8	Reactor de neutralización de ácidos	S12	Derrame de residuos ácidos	0,0005	2,99
S14.E2	Tratamiento del agua previo al vertido	S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente	0,0488	0,73
S15.E3	Depósito de almacenamiento de pluviales y de posibles derrames	S15	Derrame de pluviales contaminadas	0,0858	5,00
S15.E4	Depósito de almacenamiento de pluviales y de posibles derrames	S15	Derrame de pluviales contaminadas	0,0095	5,99
S16.E3	Residuos depositados en el vertedero	S16	Incendio - Aguas de extinción	0,0009	6,00
S17.E2	Residuos depositados en el vertedero	S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	0,0319	20,37
S17.E4	Residuos depositados en el vertedero	S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	0,0003	44,35
S18.E3	Residuos depositados en el vertedero	S18	Emisión de partículas de residuos por el viento	0,0015	11,25
S19.E2	Tanques de retención de lixiviados	S19	Fuga de lixiviados	0,1550	7,90

Tabla 12. Identificación de los escenarios relevantes. Fuente: elaboración propia.

El listado de escenarios y sus datos asociados —probabilidad, tipo de agente causante de daño, volumen liberado, etc.—, aporta la información básica necesaria para calcular la garantía financiera que se propondría constituir a la instalación objeto de estudio.

La metodología de cálculo de esta garantía se encuentra detallada reglamentariamente en el artículo 33 del Proyecto de Real Decreto, consistiendo en el desarrollo de las siguientes fases:

1. Identificar los escenarios accidentales relevantes y establecer la probabilidad de ocurrencia de cada escenario.
2. Calcular el índice de daño medioambiental asociado a cada escenario accidental.
3. Calcular el riesgo asociado a cada escenario accidental como el producto entre la probabilidad de ocurrencia del escenario y el índice de daño medioambiental
4. Seleccionar los escenarios con menor índice de daño medioambiental asociado que agrupen el 95 por ciento del riesgo total
5. Establecer la cuantía de la garantía financiera, como el valor del daño medioambiental del escenario con el índice de daño medioambiental más alto entre los escenarios accidentales seleccionados. Para ello se han de seguir los siguientes pasos:
 - En primer lugar, se cuantifica el daño medioambiental generado en el escenario seleccionado.
 - En segundo lugar, se monetiza el daño medioambiental generado en dicho escenario de referencia, cuyo valor será igual al coste del proyecto de reparación primaria.

El primer paso, consistente en la identificación de los escenarios relevantes y en el establecimiento de su probabilidad de ocurrencia, ha sido objeto de exposición en los apartados precedentes del informe, por lo que, a partir de este punto, el estudio se centra únicamente en las restantes fases necesarias para la obtención de la garantía financiera de la instalación: estimación del índice de daño medioambiental de cada escenario, cálculo del riesgo, selección del escenario de referencia, cuantificación del daño medioambiental, y valoración económica del daño hipotéticamente causado.

VII. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO

La magnitud de los efectos negativos que se causarían bajo las hipótesis establecidas en cada escenario accidental se evalúa mediante la metodología del Índice de Daños Medioambientales (IDM).

Esta metodología, desarrollada en el Proyecto de Real Decreto y descrita también en el apartado VI.2.1 de la Guía Metodológica, requiere la introducción de una serie de coeficientes y parámetros con objeto de obtener una estimación de las consecuencias que se producirían sobre el entorno natural en función de las características de cada escenario.

El resultado final es un valor cuantitativo asociado a cada escenario —denominado IDM—, donde los valores superiores denotan un mayor impacto ambiental y los inferiores un impacto menor. De esta forma resulta factible comparar los escenarios entre sí con el fin de calcular la garantía financiera por responsabilidad medioambiental que correspondería a la instalación.

Los valores de los parámetros introducidos en la ecuación del IDM se han recopilado en un anejo específico (Anejo VI), facilitando de esta forma su consulta. A modo de resumen, en la Tabla 13 se ofrecen los resultados del IDM calculados para cada uno de los escenarios relevantes de la instalación —aquéllos en los que tanto su probabilidad de ocurrencia como su volumen de vertido son mayores que cero—.

VIII. CÁLCULO DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO

El riesgo se calcula multiplicando la probabilidad de ocurrencia de cada escenario por su correspondiente valor del IDM. El riesgo calculado para cada escenario se ha incorporado en la citada Tabla 13.

IX. SELECCIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA

Por último, en la Tabla 13 se recogen los cálculos realizados con objeto de seleccionar el escenario que sirve como referencia a la hora de establecer la cuantía de la garantía financiera de la instalación —este escenario se ha sombreado en gris—.

El procedimiento para la selección del escenario de referencia para establecer la cuantía de la garantía financiera se describe en el apartado VI.2.2 de la Guía Metodológica, que a su vez recoge el procedimiento descrito en la nueva redacción del Real Decreto 2090/2008.

En esencia, el proceso de selección consiste en ordenar los escenarios relevantes de mayor a menor valor de IDM. Posteriormente, se calcula el riesgo total de la instalación —mediante la suma del riesgo de todos los escenarios relevantes— con objeto de determinar el riesgo relativo de cada escenario, siendo éste el resultado de dividir el riesgo del escenario entre el riesgo total de la instalación. A modo de ejemplo, si un escenario tuviera un riesgo relativo del 50 por ciento, significaría que el mismo representa el 50 por ciento del riesgo total de la instalación. Por último, se seleccionan exclusivamente los escenarios que aglutinan el 95 por ciento del riesgo acumulado de la instalación¹, y de estos escenarios que representan el 95 por ciento del riesgo total, se fija como escenario de referencia el que tiene el IDM más elevado.

Dado que en el presente análisis varios escenarios reciben el mismo valor de IDM, y en la normativa no se especifica el criterio de ordenación en este caso, se ha procedido a situar en un orden superior

¹ El riesgo acumulado se calcula para cada escenario como su riesgo relativo más el riesgo relativo de todos los escenarios que tengan un IDM menor que él.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

los escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia, siendo así mismo los que implican un mayor riesgo medioambiental.

Como resultado de estos cálculos se ha seleccionado el escenario S8.E2, el cual se corresponde con los daños que podría causar el agua de extinción derramada en un hipotético incendio en la zona de almacenamiento de disolventes en depósitos fijos.

Escenario	IDM	Probabilidad	Riesgo	Riesgo relativo	Riesgo acumulado
S8.E3	195.593,42	0,003	498,04	0,56%	100,00%
S3.E3	193.841,07	0,008	1.610,08	1,80%	99,44%
S10.E3	193.841,07	0,004	810,86	0,91%	97,65%
S8.E2	187.094,35	0,023	4.287,58	4,79%	96,74%
S3.E2	185.342,00	0,075	13.855,34	15,47%	91,95%
S10.E2	185.342,00	0,038	6.977,78	7,79%	76,48%
S5.E3	183.965,57	0,005	966,28	1,08%	68,68%
S17.E4	182.122,32	0,000	58,68	0,07%	67,60%
S7.E8	179.836,28	0,001	164,85	0,18%	67,54%
S17.E2	179.827,50	0,032	5.736,50	6,41%	67,35%
S7.E6	179.605,13	0,008	1.481,74	1,65%	60,95%
S15.E4	179.275,90	0,010	1.709,76	1,91%	59,29%
S15.E3	179.044,75	0,086	15.368,01	17,16%	57,38%
S18.E3	178.954,22	0,002	271,75	0,30%	40,22%
S19.E2	178.633,53	0,155	27.688,20	30,92%	39,92%
S16.E3	178.451,65	0,001	158,62	0,18%	8,99%
S6.E9	178.288,92	0,001	178,29	0,20%	8,81%
S6.E7	178.202,76	0,009	1.603,82	1,79%	8,62%
S12.E8	178.163,52	0,001	96,01	0,11%	6,82%
S12.E6	178.068,75	0,005	863,63	0,96%	6,72%
S14.E2	105.609,93	0,049	5.150,11	5,75%	5,75%
Total			89.535,95	100%	

Tabla 13. IDM, riesgo de cada escenario y selección del escenario de referencia (sombreado en gris). Fuente: elaboración propia.

X. DETERMINACIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

El presente apartado se dedica a la determinación del daño medioambiental causado bajo las hipótesis establecidas en el escenario accidental de referencia (S8.E2). Este proceso, conforme con la normativa, incluye las siguientes tareas:

- a) La identificación del agente causante del daño, y de los recursos naturales y servicios afectados.
- b) La cuantificación del daño.
- c) La evaluación de la significatividad del daño.

X.1. IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSANTE DEL DAÑO, Y DE LOS RECURSOS NATURALES Y SERVICIOS AFECTADOS

Como se ha indicado en los epígrafes anteriores, el suceso iniciador de referencia se corresponde con un incendio en los depósitos fijos de disolventes usados y el consecuente vertido de las aguas de extinción de incendios.

La ausencia de vegetación en los alrededores de la instalación justifica la supresión del incendio como un posible agente causante de daño, restando únicamente la evaluación de los daños potencialmente causados por el vertido de las aguas de extinción.

A efectos del presente análisis, el agua de extinción se considera como una mezcla que contiene tanto el propio agua de lucha contra incendios como una serie de sustancias químicas arrastradas por la misma.

Con objeto de estudiar el comportamiento del agua de extinción se asume que esta mezcla, en su conjunto, actúa como la sustancia química más tóxica contenida en la misma. Se adopta de esta forma un criterio de prudencia en la valoración según se ha indicado en los epígrafes anteriores.

En este caso, se toma como sustancia de referencia el disolvente tipo, asignando sus características a la totalidad del volumen vertido.

Por lo que respecta a los recursos naturales potencialmente afectados, el hipotético vertido se expandiría por el suelo adyacente a la instalación penetrando, al menos parcialmente, en el mismo.

De esta forma, en un primer momento, se consideran dos posibles recursos afectados: el suelo y el agua subterránea del acuífero existente en la zona donde se ubica la instalación.

X.2. CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO

La cuantificación del daño consiste en estimar el grado de exposición de los recursos naturales afectados al agente causante del daño y en medir las consecuencias medioambientales en términos de: extensión, intensidad y escala temporal.

X.2.1. Extensión

Teniendo en cuenta las características del escenario de referencia —vertido de sustancias químicas sobre el suelo—, se ha acudido al criterio de cuantificación CC5 previsto en la GM. De esta forma, con objeto de evaluar la extensión del daño causado —cantidad de recurso o de servicio afectado— se ha seleccionado el modelo de dispersión de contaminantes de Grimaz —Grimaz *et al.* (2007) y Grimaz *et al.* (2008)—. Por su interés en el presente caso práctico, a continuación se reproduce un extracto de la información contenida en la GM sobre este modelo así como los valores introducidos en el mismo atendiendo a las características del presente supuesto práctico.

1- Cálculo del radio del vertido

El radio del hipotético vertido, en metros, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$s(t) = \zeta_N(\alpha, n)(Rq^3)^{1/(5+3n)} t^{(3\alpha+1)/(5+3n)}$$

Donde:

- $s(t)$ = coordenada espacial que define la extensión del área. Para $n=1$, correspondiente a una fuente de vertido puntual; s =radio [m].
- $\zeta_N(\alpha, n)$ = coeficiente adimensional definido por Huppert, que varía en función del valor que tomen los parámetros α y n . Para $\alpha=1$ y $n=1$, $\zeta_N(\alpha, n) = 0,715$.
- R = difusión efectiva, se calcula a partir de la aceleración de la gravedad (g) [m/s^2] y de la densidad (ρ) [kg/m^3] y la viscosidad dinámica (μ) [$kg\cdot m/s$] de la sustancia mediante la siguiente ecuación, siendo la viscosidad cinemática (ν) (m^2/s) el resultado de dividir la viscosidad dinámica (μ) [$kg\cdot m/s$] entre la densidad (ρ) (kg/m^3):

$$R = \frac{\rho g}{3 \mu} = \frac{g}{3 \nu}$$

- q = caudal de vertido [m^3/s], calculado mediante la división del volumen vertido entre el tiempo de vertido.
- t = tiempo de transición [s], se calcula a partir de los parámetros α y n , la aceleración de la gravedad (g) [m/s^2], y la permeabilidad del suelo (k) [m^2] aplicando la siguiente expresión:

$$t \approx 0,697^n \times \left[3^{1-n} \left(\frac{6}{\pi} \right)^n \frac{q^{2-n} \nu^{6-n}}{g^{6-n} k^{5-n}} \right]^{\frac{1}{(6-n)-(2-n)\alpha}}$$

En la Tabla 14 se recogen los valores asignados a cada parámetro atendiendo a las características del escenario de referencia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Parámetro	Significado	Valor	uds.
α	Vertido de flujo constante	1	-
n	Fuente de vertido puntual	1	-
g	Aceleración de la gravedad	10	m/s ²
ρ	Densidad	0,86	kg/m ³
μ	Viscosidad dinámica (cp)	0,67	cp
V_{spill}	Volumen vertido	39,48	m ³
t_v	Duración del vertido	3	h
k	Permeabilidad del suelo	10^{-13}	m ²

Tabla 14. Valores de los parámetros de cálculo del radio de vertido. Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los parámetros anteriores se estima un radio de vertido de 961,68 m.

2- Cálculo de la superficie del vertido

La superficie de vertido se asimila a un círculo cuyo origen se encontraría en la zona de almacenamiento de disolventes usados y cuyo área sería el resultado de aplicar la siguiente expresión:

$$A_{pool} = \pi \cdot s(t)^2$$

Donde:

- A_{pool} = superficie de la mancha de vertido [m²].
- $s(t)$ = distancia de difusión [m].

A partir de los coeficientes anteriores se obtiene un valor de 290,55 ha.

3- Cálculo de la profundidad del vertido

La penetración o profundidad a la que llegaría el vertido se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$D_{MP} = \frac{V_{spill} - V_E}{A_{pool} R \xi}$$

Donde:

- D_{MP} = profundidad que alcanzaría el vertido en el suelo [m].
- A_{pool} = superficie ocupada por el derrame considerando los coeficientes expuestos en el apartado anterior [m²].
- V_{spill} = volumen vertido [m³].
- V_E = volumen evaporado [m³]. Adoptando un criterio conservador en la valoración de los daños, en el presente supuesto práctico, se asume que la cantidad evaporada del agua de extinción no es significativa ($V_E \approx 0$).

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

- R = capacidad de retención [$m^3_{\text{sust}}/m^3_{\text{suelo}}$].
- ξ = parámetro que depende de la viscosidad de la sustancia vertida.

En la Tabla 15 se ofrecen los valores asignados a cada uno de estos coeficientes.

Parámetro	Significado	Valor	uds.
V_{spill}	Volumen vertido	39,48	m^3
V_E	Volumen evaporado	0	m^3
R	Capacidad de retención	0,04	$m^3_{\text{sust}}/m^3_{\text{sue}}$
ξ	Vertido de baja viscosidad	0,5	-

Tabla 15. Valores de los parámetros de cálculo de la profundidad de vertido. Fuente: elaboración propia.

A partir de estos valores se obtiene un valor de profundidad prácticamente despreciable (0,68 mm); sin embargo, se trata de un dato relevante con objeto de estimar la extensión del daño en términos de cantidad de suelo afectado.

En todo caso, atendiendo a estos resultados y a la profundidad del nivel freático se descarta la posible afección al agua subterránea.

4- Cálculo de la cantidad de suelo afectada

La cantidad de suelo afectado se expresa en un primer momento en unidades de volumen, siendo el resultado de multiplicar el área de expansión (290,55 ha) por la profundidad (0,68 mm). Realizando esta operación se obtiene un volumen de suelo de 1.973,75 m^3 .

Con objeto de expresar la cantidad anterior en unidades de masa (toneladas) se emplea la densidad promedio del suelo afectado. En este supuesto práctico se asume una densidad de 1,35 g/cm^3 , implicando una cantidad de suelo dañado igual a 2.664,56 t.

X.2.2. Intensidad

La intensidad del daño se corresponde con la severidad de los efectos ocasionados sobre los recursos naturales. En este sentido, existe la dificultad de que en la actualidad únicamente se dispone de umbrales de toxicidad para la sustancia evaluada cuando ésta se encuentra en el agua. En concreto, en las fichas de seguridad se recogen exclusivamente valores de la LC50 para diferentes especies de peces, no habiéndose encontrado los datos de toxicidad necesarios para las especies terrestres que pudieran darse en el suelo —único recurso natural alcanzado por el vertido—.

Por este motivo, se ha optado por tomar una decisión conservadora y asumir que los efectos ocasionados serían de tipo letal. Esto es, se asume una intensidad de grado máximo, con afección a la totalidad de las poblaciones —resultarían afectados el 100 por ciento de los individuos—.

X.2.3. Escala temporal

El estudio de la escala temporal del daño implica evaluar la duración, la frecuencia y la reversibilidad de los daños. Cada uno de estos aspectos se expone a continuación de forma diferenciada:

1- Duración del daño medioambiental

La duración de los previsibles daños medioambientales se ha estimado empleando la herramienta informática del Modelo de Oferta de Responsabilidad Medioambiental (MORA), disponible en la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

Introduciendo los datos característicos del escenario de referencia, MORA propone la aplicación de la técnica de reparación “lavado de suelo”, la cual lleva aparejada un tiempo de descontaminación de 3 meses.

2- Frecuencia del daño medioambiental

La frecuencia con la que ocurriría el daño medioambiental evaluado se ha analizado en los apartados precedentes dentro del presente informe. En concreto, en el capítulo dedicado a evaluar la probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales, se ha estimado la frecuencia relativa que tendría el escenario de referencia con respecto a los restantes escenarios accidentales identificados en el instalación. Para ello se ha considerado tanto la probabilidad de ocurrencia de los sucesos iniciadores como la probabilidad de éxito de los diferentes factores condicionantes.

3- Reversibilidad de los daños

Se considera que los recursos naturales potencialmente afectados por el vertido podrían ser reparados mediante técnicas disponibles en la actualidad en un plazo de tiempo razonable y con un coste proporcionado. Por lo tanto, el daño se clasifica como reversible, resultando procedente la aplicación de técnicas de reparación primarias y compensatorias.

X.3. EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICATIVIDAD DEL DAÑO

Como se ha indicado, en la realización del presente estudio no se han encontrado los umbrales de toxicidad correspondientes al disolvente tipo para el medio receptor que resultaría afectado —en este caso, el suelo—. En concreto los valores de LC50 únicamente se encuentran disponibles en la actualidad para diferentes especies de peces.

Esta circunstancia ha llevado a considerar, por defecto, significativos la totalidad de los riesgos evaluados. De esta forma se adopta un criterio conservador bajo el cual, en los casos en los que no se dispone de suficiente información, la balanza se decanta por asumir las peores consecuencias que podrían darse.

XI. MONETIZACIÓN DEL DAÑO

El valor económico del daño medioambiental potencialmente causado por el escenario S8.E2 se ha calculado a través de la herramienta informática MORA, disponible en el portal de responsabilidad medioambiental del MAGRAMA.

El informe en el que se recogen tanto los datos de entrada introducidos en la aplicación como los resultados obtenidos se ofrecen en un Anejo específico (Anejo VII). En este informe se han suprimido los datos considerados irrelevantes atendiendo al carácter no real del presente ejercicio (nombre del operador, localización, etc.).

En la aplicación informática, se han mantenido la totalidad de los valores dados por defecto en MORA salvo la distancia a la vía de comunicación más cercana y el tiempo de espera que debe transcurrir antes de que se inicien las tareas de reparación.

Respecto a la vía de comunicación más cercana, MORA declaraba que ésta se encontraba a una distancia de 141 m. Sin embargo, dado que existe una carretera que conduce directamente a la instalación se ha sustituido este valor por 0 m.

En cuanto al tiempo de espera necesario para realizar la reparación, MORA ofrecía un dato por defecto de 0 meses, habiéndose modificado por 6 meses, dado que, conforme con el artículo 45 de la Ley de Responsabilidad Medioambiental, éste es el periodo de tiempo con que cuenta la Administración para resolver los procedimientos de exigencia de responsabilidad medioambiental.

A modo de resumen, en la Tabla 16 se recoge la valoración económica, realizada por MORA, de las medidas de reparación primaria y compensatoria.

Medida	Importe (€)
Reparación primaria	457.506,66
Reparación compensatoria	18.094,06

Tabla 16. Coste de la reparación a realizar. Fuente: elaboración propia a partir de MORA.

XII. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA OBLIGATORIA

El importe de la garantía financiera se corresponde con el coste de la reparación primaria que debería realizarse bajo las hipótesis establecidas en el escenario accidental de referencia. Por lo tanto en este caso asciende a: 457.506,66 €.

Con objeto de considerar los costes de prevención y evitación se adopta el porcentaje mínimo propuesto en el artículo 33 del Proyecto de Real Decreto. De esta forma, estos costes serían el 10 por ciento del importe total de la garantía (45.750,67 €). Resultando por lo tanto un importe total a cubrir de 503.257,33 €.

Dado que la instalación cuenta con un sistema de gestión medioambiental UNE-EN ISO 14001:1996 y que el importe de la garantía financiera obligatoria no supera los 2.000.000 de euros, conforme con el artículo 28 de la Ley de Responsabilidad Medioambiental, el operador económico al que se dirige del presente supuesto práctico no estaría obligado a constituir una garantía financiera. No obstante, resultaría recomendable su constitución dado que, atendiendo a la normativa, en caso de ocurrencia de un accidente medioambiental la responsabilidad del operador sería objetiva e ilimitada dada su inclusión en el Anexo III de la Ley de Responsabilidad Medioambiental.

Abundando en lo anterior, el operador debería sufragar los costes de prevención y evitación del daño (45.750,67 €), los correspondientes a las medidas de reparación primaria (457.506,67 €) y, adicionalmente, los costes necesarios para cubrir la reparación compensatoria que en este caso ascenderían a 18.094,06 €.

Por lo tanto, como resultado del presente análisis se recomendaría al operador realizar una cobertura de sus riesgos por un importe total de 521.351,39 € (valor total del daño previsto).

Para mayor claridad, el desglose de los costes se ofrece en la Tabla 17; diferenciando por un lado la cuantía de referencia de cara a evaluar la necesidad de constituir la garantía financiera obligatoria y, por otro, el valor total de los daños que se causarían bajo las hipótesis establecidas en el escenario de referencia.

Medida	Importe (€)
Prevención y evitación	45.750,67
Reparación primaria	457.506,66
Valor de la garantía financiera	503.257,33
Reparación compensatoria	18.094,06
Valor total del hipotético daño	521.351,39

Tabla 17. Propuesta de garantía financiera a constituir. Fuente: elaboración propia.

Por último, merece la pena incidir en que la garantía financiera obtenida no se corresponde con ninguna instalación real, por lo que este valor no debe tomarse como referencia o contraste de cara a la constitución de la garantía por parte de los operadores de este sector o de otros sectores similares.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Flemish Government, (2009). Handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report. Flemish Government. LNE Department. Environment, Nature and Energy Policy Unit. Safety Reporting Division.
- Flemish Government, (2009b). Appendix to handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report. Flemish Government. LNE Department. Environment, Nature and Energy Policy Unit. Safety Reporting Division.

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

- Grimaz S., Allen S., Stewart J., Dolcetti G., 2007. Predictive Evaluation of the extent of the surface spreading for the case of accidental spillage of oil on ground. Selected paper IcheaP8, AIDIC Conference Series, Vol. 8, 2007, pp. 151 – 160.
- Grimaz S., Allen S., Stewart J., Dolcetti G., 2008. Fast prediction of the evolution of oil penetration into the soil immediately after an accidental spillage for rapid-response purposes, Proceeding of 3rd International Conference on Safety & Environment in Process Industry, CISAP – 3, Rome (I) 11 – 14 May 2008, Chemical Engineering Transactions, Vol. 13, 2008. Ed. AIDIC Servizi s.r.l.
- l'Institut National d'Etudes de la Sécurité Civile, la Fédération Française des Sociétés d'Assurances y le Centre National de Prévention et de Protection (2001). "Défense extérieure contre l'incendie et rétentions. Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction"
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental
- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental
- Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales

Páginas web

- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
<http://www.aemet.es/es/portada>
- Visor de recursos hídricos subterráneos (MAGRAMA)
<http://sig.marm.es/recursossub/visor.html>
- Visor del Centro Nacional de Energías Renovables (CENER)
<http://www.globalwindmap.com/VisorCENER/>
- Inventario Nacional de Biodiversidad
<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/bdn-ieet-default.aspx>
- Sistemas de protección contra incendios

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

<http://es.scribd.com/doc/100843554/12960125-Nfpalos-Sistemas-de-ProtecciOn-Activa-Contra-Incendios>

- Modelo de Oferta de Responsabilidad Medioambiental

<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/modelo-de-oferta-de-responsabilidad-ambiental/>

- Portal de responsabilidad medioambiental del MAGRAMA

<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/>

ANEJO I: CAUSAS CONSIDERADAS POR SUCESO INICIADOR

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. CATÁLOGO DE CAUSAS Y SUCESOS INICIADORES	1

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

I. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se recogen las causas que se han considerado para cada uno de los sucesos iniciadores identificados en la instalación objeto de estudio. Estas causas han sido tomadas de la Guía Metodológica elaborada para el sector al cual pertenece la instalación.

II. CATÁLOGO DE CAUSAS Y SUCESOS INICIADORES

Las siguientes tablas muestran el código asignado a cada suceso iniciador, su correspondiente descripción y las causas que se han considerado vinculadas al mismo.

Código	Sucesos iniciadores	Causas (GM)
S1	Derrame de residuos ácidos	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
		Rotura por impacto
S2	Derrame de disolventes usados	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
		Rotura por impacto
S3	Incendio - Aguas de extinción	Existencia de un foco ignición
		Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
S4	Derrame de disolventes usados	Rotura por impacto
		Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
S5	Incendio - Aguas de extinción	Rotura por impacto
		Existencia de un foco ignición
		Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
S5	Incendio - Aguas de extinción	Fallo del equipo
		Rotura por impacto
		Existencia de un foco ignición
		Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Código	Sucesos iniciadores	Causas (GM)
S6	Derrame de residuos ácidos	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
S7	Derrame de disolventes usados	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
S8	Incendio - Aguas de extinción	Existencia de un foco ignición
		Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
S9	Derrame de disolventes usados	Fallo del equipo
		Rotura por impacto
		Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
S10	Incendio - Aguas de extinción	Error humano
		Fallo del equipo
		Rotura por impacto
		Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
S11	Derrame de residuos ácidos	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
S12	Derrame de residuos ácidos	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
S13	Derrame de agua contaminada	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Código	Sucesos iniciadores	Causas (GM)
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Fallo del equipo
S15	Derrame de pluviales contaminadas	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Lluvia intensa
S16	Incendio - Aguas de extinción	Rotura de impermeabilización
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización	Error humano
		Ausencia de revisiones y controles
		Lluvia
		Rotura de impermeabilización
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento	Emisión de partículas de residuos
		Viento
S19	Fuga de lixiviados	Ausencia de revisiones y controles
		Desgaste/corrosión
		Error humano
		Lluvia
S19	Fuga de lixiviados	Rotura de impermeabilización

Tabla 1. Causas consideradas para cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

ANEJO II: INDICADORES Y VALORES DE PROBABILIDAD DE CADA FUENTE DE PELIGRO Y SUCESO INICIADOR

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA PARA LA ASIGNACIÓN DE PROBABILIDADES DE LOS SUCESOS INICIADORES	1
III. CATÁLOGO DE INDICADORES DE PROBABILIDAD DE LOS SUCESOS INICIADORES	6

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

I. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se expone la metodología empleada para la asignación de probabilidades a los sucesos iniciadores y se recogen los indicadores de probabilidad que se han considerado con objeto de evaluar la frecuencia con la que pueden ocurrir los diferentes sucesos iniciadores en cada una de las fuentes de peligro identificadas en la instalación.

II. METODOLOGÍA PARA LA ASIGNACIÓN DE PROBABILIDADES DE LOS SUCESOS INICIADORES

El procedimiento seguido para asignar la probabilidad de ocurrencia a cada suceso iniciador ha sido el siguiente:

1. Identificación de las posibles causas que puede desencadenar los sucesos iniciadores

Partiendo de la Tabla 2 de la memoria —listado de sucesos iniciadores de la instalación—, se ha procedido a consultar la Guía Metodológica (GM) —y, en concreto, el Anejo I de la misma— con objeto de asociar a cada sucesor iniciador las causas que lo pueden producir.

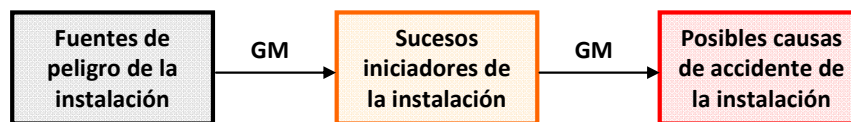


Figura 1. Vinculación de sucesos iniciadores con causas. Fuente: elaboración propia.

Fruto de este trabajo se han obtenido una serie de tablas que vinculan los sucesos iniciadores con sus posibles causas de accidente. Dado el volumen de la información generada, ésta se ofrece en un anejo independiente (Anejo I del informe).

2. Selección de los indicadores de la probabilidad de ocurrencia para cada causa

En el presente supuesto práctico se ha empleado como referencia para la asignación de probabilidades el catálogo de indicadores ofrecido en la GM a tal efecto (Anejo II de la GM).

Con objeto de seleccionar los indicadores más adecuados —de entre todos los propuestos en la GM—, se ha procedido a analizar cada una de las causas que pueden desencadenar los sucesos iniciadores declarados relevantes para la instalación.

Una sola causa de accidente puede tener asociados varios indicadores de probabilidad. A modo de ejemplo, un derrame (suceso iniciador) puede deberse al desgaste del material (causa), y como indicadores de esta causa podrían adoptarse parámetros relacionados con la antigüedad del equipo, la existencia de capas o recubrimientos de protección, la frecuencia con la que se realizan operaciones a lo largo del año, etc.

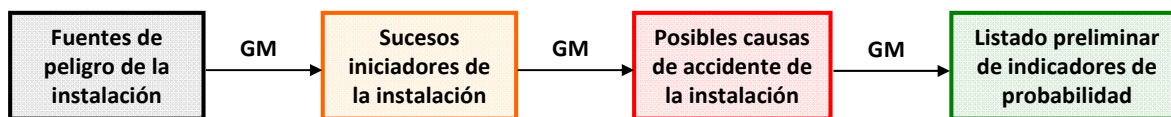


Figura 2. Vinculación de causas con indicadores. Fuente: elaboración propia.

En este punto, merece la pena destacar que si bien en el presente supuesto práctico se han conservado sin modificar la mayoría de los indicadores, en la aplicación real de la GM los operadores podrían modificar, suprimir o añadir los indicadores que consideren, siempre de forma justificada, con el fin de adecuarlos a las características de su instalación.

La Tabla 1 recoge, a través del código empleado en el Anejo II de la GM, los indicadores seleccionados para cada posible causa de accidente en el ámbito de la instalación objeto de estudio.

Debe tenerse en cuenta que esta tabla representa un listado preliminar de indicadores que posteriormente debe ser filtrado con objeto de adaptar la selección a cada zona o fuente de peligro. Esto es, en esta fase los indicadores únicamente se encuentran asociados a causas no a zonas concretas de la planta.

Causas identificadas en el análisis de riesgos individual	Posibles indicadores de la GM (códigos)
Ausencia de revisiones y controles	4,11,13,14,18,19,21,32,35
Desgaste/corrosión	1,22,26,29
Emisión de partículas de residuos	30,36
Error humano	2, 3,9,10,12,18,19,23,29
Fallo del equipo	11,29
Foco de ignición	7,8,17,27
Lluvia	5,6,15,16,23,24,31,35
Lluvia intensa	5,6,15,16,23,24,31,35
Rotura de impermeabilización	1,21
Rotura por impacto	12,2,25,29
Viento	38

Tabla 1. Indicadores de probabilidad considerados para cada posible causa. Fuente: elaboración propia.

3. Selección de los indicadores de probabilidad para cada fuente de peligro y suceso iniciador

Las fases anteriores permiten disponer de un catálogo preliminar de indicadores vinculados a cada causa de accidente a nivel de instalación, siendo necesario en este punto asociarlos a cada fuente de peligro o zona concreta. A modo de ejemplo, en caso de que los procesos de una zona se encuentren completamente automatizados podría carecer de relevancia tener en cuenta la experiencia del personal como indicador de la probabilidad de ocurrencia del accidente.

Mediante la siguiente figura se ilustra el procedimiento completo de selección de indicadores. Nótese que los indicadores se corresponden con cada combinación *fuentes de peligro – suceso iniciador* —dicho de otra forma y, a modo de ejemplo, un hipotético derrame de sustancias químicas en una zona, al menos a priori, tendrá diferentes indicadores que un incendio de esa zona—.

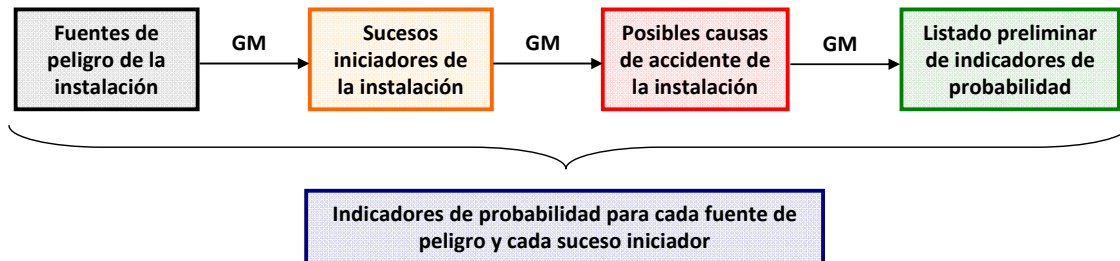


Figura 3. Indicadores de probabilidad considerados para cada fuente de peligro y cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

En el epígrafe III del presente anejo se recogen las tablas elaboradas siguiendo el procedimiento anterior, las cuales se han diseñado con la estructura mostrada en el siguiente cuadro (Tabla 2).

Fuente de peligro Suceso iniciador						
Causas	Indicador de la probabilidad	Codigo GM	Probabilidad de ocurrencia			
			0,25	0,45	0,65	0,90
Causa "A"	Indicador 1					
Causa "B"	Indicador 2			Categorías de cada indicador		
...	...					
	Indicador n					

Tabla 2. Estructura de las tablas de indicadores de probabilidad. Fuente: elaboración propia.

Estas tablas, una para cada par *fuentes de peligro – suceso iniciador*, recogen los indicadores de probabilidad que se han considerado relevantes en cada caso.

4. Asignación de valores a cada indicador

En la siguiente fase, se procede a calificar los distintos indicadores de probabilidad, en función de la tecnología, equipos y, en general, modo de operar que posee la planta.

Los indicadores aparecen categorizados, respondiendo a una escala cuyos valores se encuentran comprendidos entre 0,25 (menor probabilidad de ocurrencia) y 0,90 (mayor probabilidad de ocurrencia).

Dentro de la escala especificada para cada indicador de probabilidad, se escoge el valor que se ajuste a las características de la planta.

En el presente caso práctico, se han conservado tanto las escalas como las categorías y atributos de la planta y de la operación tal y como se muestran en el Anejo II de la GM. En un caso real, la GM permite (o, de hecho, recomienda) que tanto la escala como los atributos de la planta o de la operación sean modificadas para que el análisis de riesgos recoja con fidelidad las características del operador evaluado.

En el epígrafe III del presente anejo se destaca, para cada par *fFuente de peligro – suceso iniciador*, el atributo de la planta o de la operación que más se adapta a las características de la instalación ficticia (por ejemplo, un grado medio-bajo de automatización en el caso de un derrame de residuos ácidos durante la descarga del camión cisterna con residuos ácidos) y, con ello, el valor de la probabilidad de ocurrencia (siguiendo el ejemplo, 0,65). Una vez realizado este ejercicio para cada uno de los indicadores de probabilidad, se procede a estimar la probabilidad del suceso iniciador siguiendo el método indicado en la siguiente fase.

5. Estimación de la probabilidad del suceso iniciador

a. Estimación de la probabilidad de derrame

La probabilidad de cada suceso iniciador se estima mediante la composición de los valores asignados a los indicadores que lo explican según la siguiente expresión:

$$prob_S.I = \frac{\sum_{i=1}^n (indicadores)_i}{\sum_{i=1}^n (max_indicadores)_i}$$

Donde:

Prob_S.I., es el estimador de la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador.

Indicadores, es el valor asignado a cada indicador.

Max_indicadores, es el valor máximo que pueden recibir los indicadores.

n, es el número total de indicadores considerados para el suceso iniciador.

i, hace referencia a cada uno de los indicadores que explican la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador en la fuente de peligro que se esté analizando.

El resultado obtenido es introducido posteriormente en los árboles de sucesos con objeto de calcular la frecuencia relativa con la que podría ocurrir cada hipotético escenario accidental.

b. Estimación de la probabilidad de incendio

En el caso de los sucesos iniciadores que impliquen un incendio en la instalación, se ha estimado la probabilidad de ocurrencia acudiendo al conocido triángulo de causas: existencia de comburente, existencia de combustible y existencia de un foco de ignición.

Dado que en toda la planta existe un comburente (oxígeno-aire), la estimación de probabilidad se centra en evaluar la posibilidad con la que puede producirse un foco de ignición cuando, adicionalmente, existe un vertido de una sustancia combustible. Por lo tanto, en este caso, procede emplear operadores estadísticos de tipo “Y”, o intersección, multiplicando la probabilidad de cada uno de los eventos que deben acontecer para que se dé el episodio accidental.

La probabilidad de ocurrencia de un foco de ignición se ha calculado de forma similar a la expuesta en el apartado anterior (“estimación de la probabilidad de derrame”). Esto es, se han seleccionado para cada suceso iniciador una serie de indicadores que explican la mayor o menor frecuencia con la que puede existir un foco de ignición en cada zona. La combinación de dichos indicadores ofrece como resultado la probabilidad de ocurrencia del foco de ignición en cada una de las fuentes de peligro identificadas.

Por otra parte, la probabilidad de existencia de combustible se realiza tomando directamente la probabilidad de derrame de disolventes en cada una de las zonas —calculada conforme con lo indicado en el apartado anterior—. De esta forma, se considera que los daños por incendio únicamente serán relevantes en las zonas de la instalación donde se manejan o existen sustancias inflamables; en este caso, disolventes.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto la ecuación a aplicar con objeto de evaluar la probabilidad de incendio en cada zona o fuente de peligro de la instalación es la siguiente:

$$prob_S.I = prob_Foco \times prob_Cbt$$

Donde:

Prob_S.I., es el estimador de la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador.

Prob_Foco, es la probabilidad de existencia de un foco de ignición en la zona, evaluada mediante una serie de indicadores, según lo expuesto en el apartado “estimación de probabilidad de derrame”.

Prob_Cbt, es la probabilidad de existencia de combustible, coincidiendo este valor con la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador “derrame de disolvente” en cada zona. En caso de no existir disolventes en la zona que se esté evaluando se considera que el riesgo de daños por incendio no es relevante con respecto a las restantes zonas de la instalación.

Como caso particular, la posibilidad de incendio en el vaso de vertido no se ha evaluado conforme con esta metodología, si no con la expuesta para los sucesos iniciadores de derrame. Esto se debe a que en la instalación evaluada, los incendios en el vertedero se explican por la proximidad de sustancias incompatibles entre sí, en lugar de por la concurrencia del citado triángulo del fuego —comburente, foco de ignición y combustible—.

III. CATÁLOGO DE INDICADORES DE PROBABILIDAD DE LOS SUCESOS INICIADORES

A continuación, se ofrece una tabla específica para cada uno de los sucesos iniciadores considerados relevantes en la instalación. Los campos que se recogen son los siguientes:

- Fuente de peligro: zona o actividad a la que corresponde la tabla. Los indicadores de probabilidad se han seleccionado atendiendo a las causas de accidente relevantes para cada combinación *fuentes de peligro – suceso iniciador*.
- Suceso iniciador: suceso iniciador al que corresponde la tabla dentro de la fuente de peligro que se haya indicado.
- Causas: listado de las causas consideradas para seleccionar los correspondientes indicadores de probabilidad.
- Indicador de probabilidad: listado de indicadores de la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador para la zona o fuente de peligro evaluada.
- Código GM: código asignado al indicador de probabilidad en el Anejo II de la GM. En caso de que el indicador sea propio de la instalación se ha completado este campo con un guión (-). Por otra parte, si el indicador es una desagregación de alguno que figura en la GM se ha señalado en el código con una equis (X).
- Probabilidad de ocurrencia: la escala de puntuaciones de probabilidad distingue cuatro valores, según se recomienda en la GM sectorial. Cada uno de éstos se corresponde con unos requisitos o categorías que deben darse para asignar el valor de probabilidad al indicador —escala de probabilidad de cada indicador—.
- Puntos: recoge los valores asignados a cada indicador considerando las características de la instalación.

Adicionalmente, en las tablas se recoge el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de cada suceso iniciador conforme con la metodología expuesta anteriormente.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 1: Derrame de residuos ácidos

Descarga de camión cisterna con residuos ácidos Suceso iniciador: Derrame de residuos ácidos							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles Desgaste/corrosión Error humano Fallo del equipo Rotura por impacto	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,65
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,65
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Iluminación en la zona	12	La iluminación de la zona es ≥ 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 75 y 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 50 y 75 lux	La iluminación de la zona es inferior a 50 lux	0,45
	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,45
	Procedimiento de admisión con supervisión y registro	18	Se dispone de un procedimiento para la admisión con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la admisión con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la admisión sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,45
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,65
	Señalización de las zonas de paso y carga y descarga	25	La señalización de las zonas de paso y carga y descarga es adecuada			La señalización de las zonas de paso y carga y descarga no es adecuada	0,25
	Antigüedad de las conducciones y tuberías	1.5	Antigüedad media inferior a 8 años	Antigüedad media comprendida entre 8 y 17 años	Antigüedad media comprendida entre 17 y 25 años	Antigüedad media superior a 25 años	0,45
	Frecuencia de las revisiones a las conducciones	11.1	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Tratamientos anticorrosivos de tuberías	26.2	El tratamiento anticorrosivo además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			El tratamiento anticorrosivo es igual al mínimo establecido por la normativa	0,9
	Frecuencia de las operaciones de carga y descarga	29.1	Se realiza un bajo número de operaciones de carga y descarga al día			Se realiza un elevado número de operaciones de carga y descarga al día	0,25
Suma Puntos							6,55
Nº Indicadores							13
Puntuación Máxima							0,90
Probabilidad S1							0,56

Tabla 3. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 1. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 2: Derrame de disolventes usados

Descarga de GRG con disolventes usados Suceso iniciador: Derrame de disolventes usados								
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos	
			0,25	0,45	0,65	0,90		
Ausencia de revisiones y controles	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,65	
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,65	
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25	
	Iluminación en la zona	12	La iluminación de la zona es ≥ 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 75 y 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 50 y 75 lux	La iluminación de la zona es inferior a 50 lux	0,65	
	Desgaste/corrosión	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,9
	Error humano	Procedimiento de admisión con supervisión y registro	18	Se dispone de un procedimiento para la admisión con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la admisión con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la admisión sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,65
	Fallo del equipo	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,45
	Rotura por impacto	Señalización de las zonas de paso y carga y descarga	25	La señalización de las zonas de paso y carga y descarga es adecuada			La señalización de las zonas de paso y carga y descarga no es adecuada	0,25
	Antigüedad de los depósitos móviles (GRG, bidones, etc.)	1.11	Antigüedad media inferior a 3 años	Antigüedad media comprendida entre 3 y 7 años	Antigüedad media comprendida entre 7 y 10 años	Antigüedad media superior a 10 años	0,45	
	Frecuencia de las operaciones de carga y descarga	29.1	Se realiza un bajo número de operaciones de carga y descarga al día			Se realiza un elevado número de operaciones de carga y descarga al día	0,9	
Suma Puntos							5,8	
Nº Indicadores							10	
Puntuación Máxima							0,90	
Probabilidad S2							0,64	

Tabla 4. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 2. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 3: Incendio – Aguas de extinción

Descarga de GRG con disolventes usados Suceso iniciador: Incendio - Aguas de extinción								
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos	
			0,25	0,45	0,65	0,90		
Existencia de un foco de ignición	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,65	
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,65	
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25	
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,45	
	Frecuencia de las operaciones de carga y descarga	29.1	Se realiza un bajo número de operaciones de carga y descarga al día			Se realiza un elevado número de operaciones de carga y descarga al día	0,9	
Suma Puntos							2,9	
Nº Indicadores							5	
Puntuación Máxima							0,90	
Probabilidad causa 1							0,64	
Existencia de combustible							Probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador derrame (S2) -Ver tabla suceso iniciador 2-	0,64
Probabilidad causa 2							0,64	
Probabilidad S3							0,42	

Tabla 5. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 3. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 4: Derrame de disolventes usados

Carga de disolventes usados a camión cisterna Suceso iniciador: Derrame de disolventes usados								
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos	
			0,25	0,45	0,65	0,90		
Ausencia de revisiones y controles	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,65	
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,65	
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25	
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25	
	Desgaste/corrosión	Iluminación en la zona	12	La iluminación de la zona es ≥ 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 75 y 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 50 y 75 lux	La iluminación de la zona es inferior a 50 lux	0,45
		Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,45
	Error humano	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,65
	Fallo del equipo			Señalización de las zonas de paso y carga y descarga	25	La señalización de las zonas de paso y carga y descarga es adecuada		La señalización de las zonas de paso y carga y descarga no es adecuada
	Rotura por impacto	Antigüedad de las conducciones y tuberías	1.5	Antigüedad media inferior a 8 años	Antigüedad media comprendida entre 8 y 17 años	Antigüedad media comprendida entre 17 y 25 años	Antigüedad media superior a 25 años	0,45
		Frecuencia de las revisiones a las conducciones	11.1	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
		Frecuencia de las operaciones de carga y descarga	29.1	Se realiza un bajo número de operaciones de carga y descarga al día			Se realiza un elevado número de operaciones de carga y descarga al día	0,25
Suma Puntos						5,2		
Nº Indicadores						11		
Puntuación Máxima						0,90		
Probabilidad S4						0,53		

Tabla 6. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 4. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 5: Incendio – Aguas de extinción

Carga de disolventes usados a camión cisterna Suceso iniciador: Incendio - Aguas de extinción							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Existencia de un foco de ignición	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,65
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,65
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento.	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento.	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento.	Resto de casos.	0,65
	Frecuencia de las operaciones de carga y descarga	29.1	Se realiza un bajo número de operaciones de carga y descarga al día			Se realiza un elevado número de operaciones de carga y descarga al día	0,25
						Suma Puntos	2,7
					Nº Indicadores	6	
					Puntuación Máxima	0,90	
					Probabilidad causa 1	0,50	
Existencia de combustible					Probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador derrame (S4) -Ver tabla suceso iniciador 4-	0,53	
					Probabilidad causa 2	0,53	
					Probabilidad S5	0,26	

Tabla 7. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 5. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 6: Derrame de residuos ácidos

Almacenamiento de residuos ácidos en depósitos fijos								
Suceso iniciador: Derrame de residuos ácidos								
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos	
			0,25	0,45	0,65	0,90		
Ausencia de revisiones y controles	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,25	
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25	
	Control del nivel de depósitos	4	Sistema de control de nivel automático con sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia		Sistema de control de nivel automático pero sin sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia	Sistema visual de control de niveles	0,25	
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25	
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25	
	Periodicidad de las revisiones a las condiciones de almacenamiento	13	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9	
	Desgaste/corrosión	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
		Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
	Fallo del equipo	Pruebas de estanqueidad	21	La frecuencia de las pruebas además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las pruebas es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
		Antigüedad de los depósitos y tanques fijos	1.3	Antigüedad media inferior a 13 años	Antigüedad media comprendida entre 13 y 26 años	Antigüedad media comprendida entre 26 y 40 años	Antigüedad media superior a 40 años	0,25
Frecuencia de las revisiones a los depósitos fijos		11.2	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9	
Tratamientos anticorrosivos de depósitos		26.1	El tratamiento anticorrosivo además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			El tratamiento anticorrosivo es igual al mínimo establecido por la normativa	0,9	
	Frecuencia con la que se opera con el depósito	29.2	Se opera con el depósito un reducido número de veces al año.			Se opera con el depósito un reducido número de veces al año.	0,25	
Suma Puntos							5,85	
Nº Indicadores							13	
Puntuación Máxima							0,90	
Probabilidad S6							0,50	

Tabla 8. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 6. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 7: Derrame de disolventes usados

Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos Suceso iniciador: Derrame de disolventes usados								
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos	
			0,25	0,45	0,65	0,90		
Ausencia de revisiones y controles	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,25	
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25	
	Control del nivel de depósitos	4	Sistema de control de nivel automático con sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia		Sistema de control de nivel automático pero sin sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia	Sistema visual de control de niveles	0,25	
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25	
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25	
	Periodicidad de las revisiones a las condiciones de almacenamiento	13	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9	
	Desgaste/corrosión	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
		Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
	Error humano	Pruebas de estanqueidad	21	La frecuencia de las pruebas además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las pruebas es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
		Antigüedad de los depósitos y tanques fijos	1.3	Antigüedad media inferior a 13 años	Antigüedad media comprendida entre 13 y 26 años	Antigüedad media comprendida entre 26 y 40 años	Antigüedad media superior a 40 años	0,25
Frecuencia de las revisiones a los depósitos fijos		11.2	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9	
Fallo del equipo	Frecuencia con la que se opera con el depósito	29.2	Se opera con el depósito un reducido número de veces al año.			Se opera con el depósito un reducido número de veces al año.	0,25	
	Suma Puntos						4,95	
Nº Indicadores						12		
Puntuación Máxima						0,90		
Probabilidad S7						0,46		

Tabla 9. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 7. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 8: Incendio – Aguas de extinción

Almacenamiento de disolventes usados en depósitos fijos Suceso iniciador: Incendio - Aguas de extinción								
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos	
			0,25	0,45	0,65	0,90		
Existencia de un foco de ignición	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,25	
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25	
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25	
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25	
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25	
Suma Puntos							1,25	
Nº Indicadores							5	
Puntuación Máxima							0,90	
Probabilidad causa 1							0,28	
Existencia de combustible							Probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador derrame (S7) -Ver tabla suceso iniciador 7-	0,46
Probabilidad causa 2							0,46	
Probabilidad S8							0,13	

Tabla 10. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 8. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 9: Derrame de disolventes usados

Almacenamiento de disolventes usados en GRG Suceso iniciador: Derrame de disolventes usados							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,9
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
Desgaste/corrosión	Iluminación en la zona	12	La iluminación de la zona es ≥ 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 75 y 100 lux	La iluminación de la zona está comprendida entre 50 y 75 lux	La iluminación de la zona es inferior a 50 lux	0,45
	Periodicidad de las revisiones a las condiciones de almacenamiento	13	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,25
Error humano	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,9
Fallo del equipo	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
	Señalización de las zonas de paso y carga y descarga	25	La señalización de las zonas de paso y carga y descarga es adecuada			La señalización de las zonas de paso y carga y descarga no es adecuada	0,25
	Antigüedad de los depósitos móviles (GRG, bidones, etc.)	1.11	Antigüedad media inferior a 3 años	Antigüedad media comprendida entre 3 y 7 años	Antigüedad media comprendida entre 7 y 10 años	Antigüedad media superior a 10 años	0,45
	Frecuencia de las revisiones a los recipientes móviles (GRG, bidones, etc.)	11.3	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,25
Rotura por impacto	Frecuencia de manipulaciones con recipientes móviles (GRG, bidones, etc.)	29.3	Se opera con un bajo número de GRG al día			Se opera con un elevado número de GRG al día	0,9
Suma Puntos						5,35	
Nº Indicadores						12	
Puntuación Máxima						0,90	
Probabilidad S9						0,50	

Tabla 11. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 9. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 10: Incendio – Aguas de extinción

Almacenamiento de disolventes usados en GRG Suceso iniciador: Incendio - Aguas de extinción							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Existencia de un foco de ignición	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,9
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
						Suma Puntos	1,9
						Nº Indicadores	5
						Puntuación Máxima	0,90
						Probabilidad causa 1	0,42
Existencia de combustible	Probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador derrame (S9) -Ver tabla suceso iniciador 9-						0,50
	Probabilidad causa 2						0,50
	Probabilidad S10						0,21

Tabla 12. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 10. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 11: Derrame de residuos ácidos

Red de válvulas y tuberías aéreas de transporte de residuos ácidos							
Suceso iniciador: Derrame de residuos ácidos							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles Desgaste/corrosión Error humano Fallo del equipo	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,25
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento.	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento.	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento.	Resto de casos.	0,45
	Pruebas de estanqueidad	21	La frecuencia de las pruebas además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las pruebas es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Antigüedad de las conducciones y tuberías	1.5	Antigüedad media inferior a 8 años	Antigüedad media comprendida entre 8 y 17 años	Antigüedad media comprendida entre 17 y 25 años	Antigüedad media superior a 25 años	0,25
	Frecuencia de las revisiones a las conducciones	11.1	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,25
	Tratamientos anticorrosivos de tuberías	26.2	El tratamiento anticorrosivo además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			El tratamiento anticorrosivo es igual al mínimo establecido por la normativa	0,9
	Frecuencia de utilización de las válvulas y tuberías	29.4	Las válvulas y tuberías se utilizan un bajo número de horas al año			Las válvulas y tuberías se utilizan un elevado número de horas al año	0,9
Suma Puntos						4,9	
Nº Indicadores						11	
Puntuación Máxima						0,90	
Probabilidad S11						0,49	

Tabla 13. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 11. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 12: Derrame de residuos ácidos

Reactor de neutralización de ácidos Suceso iniciador: Derrame de residuos ácidos							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles Desgaste/corrosión Error humano Fallo del equipo	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,25
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento.	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento.	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento.	Resto de casos.	0,45
	Pruebas de estanqueidad	21	La frecuencia de las pruebas además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las pruebas es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Antigüedad de los equipos de proceso	1.8	Antigüedad media inferior a 6 años	Antigüedad media comprendida entre 6 y 12 años	Antigüedad media comprendida entre 12 y 18 años	Antigüedad media superior a 18 años	0,45
	Frecuencia de las revisiones de los equipos de proceso	11.4	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Frecuencia de utilización del neutralizador de ácidos	29.X	El neutralizador se encuentra en funcionamiento un bajo número de meses al año			El neutralizador se encuentra en funcionamiento un elevado número de meses al año	0,9
Suma Puntos							4,85
Nº Indicadores							10
Puntuación Máxima							0,90
Probabilidad S12							0,54

Tabla 14. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 12. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 13: Derrame de agua contaminada

Depósito de agua contaminada procedente del tratamiento físico químico Suceso iniciador: Derrame de agua contaminada							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,25
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25
	Control del nivel de depósitos	4	Sistema de control de nivel automático con sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia		Sistema de control de nivel automático pero sin sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia	Sistema visual de control de niveles	0,25
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Periodicidad de las revisiones a las condiciones de almacenamiento	13	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Desgaste/corrosión						
	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
	Pruebas de estanqueidad	21	La frecuencia de las pruebas además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las pruebas es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
Antigüedad de los depósitos y tanques fijos	1.3	Antigüedad media inferior a 13 años	Antigüedad media comprendida entre 13 y 26 años	Antigüedad media comprendida entre 26 y 40 años	Antigüedad media superior a 40 años	0,25	
Frecuencia de las revisiones a los depósitos fijos	11.2	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9	
Frecuencia con la que se opera con el depósito	29.2	Se opera con el depósito un reducido número de veces al año			Se opera con el depósito un reducido número de veces al año	0,25	
Suma Puntos							4,95
Nº Indicadores							12
Puntuación Máxima							0,90
Probabilidad S13							0,46

Tabla 15. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 13. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 14: Derrame de líquidos tratados inadecuadamente

Tratamiento del agua previo al vertido							
Suceso iniciador: Derrame de líquidos tratados inadecuadamente							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,25
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
Desgaste/corrosión	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,45
Error humano	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
Fallo del equipo	Antigüedad de los equipos	1.X	Antigüedad media inferior a 6 años	Antigüedad media comprendida entre 6 y 12 años	Antigüedad media comprendida entre 12 y 18 años	Antigüedad media superior a 18 años	0,45
	Frecuencia de las revisiones a los equipos	11.X	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Frecuencia de utilización de los equipos	29.X	Los equipos se utilizan un bajo número de veces al año			Los equipos se utilizan un elevado número de veces al año	0,9
						Suma Puntos	3,95
						Nº Indicadores	9
						Puntuación Máxima	0,90
						Probabilidad S14	0,49

Tabla 16. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 14. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 15: Derrame de pluviales contaminadas

Depósito de almacenamiento de pluviales y de posibles derrames Suceso iniciador: Derrame de pluviales contaminadas							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles Desgaste/corrosión Error humano Lluvia intensa Rotura de impermeabilización	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,25
	Control del nivel de depósitos	4	Sistema de control de nivel automático con sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia		Sistema de control de nivel automático pero sin sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia	Sistema visual de control de niveles	0,25
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Periodicidad de las revisiones a las condiciones de almacenamiento	13	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
	Pruebas de estanqueidad	21	La frecuencia de las pruebas además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las pruebas es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
	Existencia de una red drenaje y sistema de almacenamiento de pluviales potencialmente contaminadas dimensionados adecuadamente respecto a las condiciones del entorno	23	Sí			No	0,25
	Régimen pluviométrico	24	< 500 mm	500 - 1.000 mm	1.000 - 1.500 mm	> 1.500 mm	0,45
	Antigüedad de los sistemas de retención de pluviales potencialmente contaminadas tipo depósito o tanque	1.2	Antigüedad media inferior a 17 años	Antigüedad media comprendida entre 17 y 33 años	Antigüedad media comprendida entre 33 y 50 años	Antigüedad media superior a 50 años	0,25
	Frecuencia de las revisiones a los depósitos fijos	11.2	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
Suma Puntos						5,15	
Nº Indicadores						12	
Puntuación Máxima						0,90	
Probabilidad S15						0,48	

Tabla 17. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 15. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 16: Incendio – Aguas de extinción

Residuos depositados en el vertedero							
Suceso iniciador: Incendio - Aguas de extinción							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Existencia de combustible, comburente y un foco de ignición (Error humano)	Automatización de procesos	2	Alto grado de automatización (la totalidad del proceso está automatizado)	Grado medio-alto de automatización (la mayoría del proceso es automático)	Grado medio-bajo de automatización (la mayoría del proceso es manual)	Bajo grado de automatización (la totalidad del proceso es manual)	0,9
	Carteles y etiquetas de advertencia	3	Existen carteles y etiquetas de advertencia en toda la zona y para todos los tipos de peligro		Existen carteles y etiquetas de advertencia en la zona pero únicamente para los principales peligros	No existen carteles y etiquetas de advertencia y peligro	0,65
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Procedimiento de admisión con supervisión y registro	18	Se dispone de un procedimiento para la admisión con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la admisión con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la admisión sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
	Frecuencia con la que se realizan operaciones en el vertedero	29.X	Se realiza un bajo número de operaciones			Se realiza un elevado número de operaciones	0,25
Suma Puntos						2,8	
Nº Indicadores						7	
Puntuación Máxima						0,90	
Probabilidad S16						0,44	

Tabla 18. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 16. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 17: Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización

Residuos depositados en el vertedero							
Suceso iniciador: Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Ausencia de revisiones y controles	Experiencia de los empleados a cargo de las operaciones	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25
	Formación de los empleados a cargo de las operaciones	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25
	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos	0,25
Error humano	Existencia de una red drenaje y sistema de almacenamiento de pluviales potencialmente contaminados dimensionados adecuadamente respecto a las condiciones del entorno	23	Si			No	0,25
Lluvia	Régimen pluviométrico	24	< 500 mm	500 - 1.000 mm	1.000 - 1.500 mm	> 1.500 mm	0,45
Rotura de impermeabilización	Impermeabilización adecuada del vaso de vertido	35	La impermeabilización además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones más exigentes			La impermeabilización es igual a a mínima establecida por la normativa	0,25
	Antigüedad de la impermeabilización respecto a su vida útil	1.X	La impermeabilización tiene una antigüedad media inferior al 33% de su vida útil	La impermeabilización tiene una antigüedad media comprendida entre el 33% y el 66% de su vida útil	La impermeabilización tiene una antigüedad media superior al 66% de su vida útil	La impermeabilización tiene una antigüedad media superior a su vida útil	0,45
	Porcentaje del perímetro con drenaje perimetral o superficie estanca de contención	16.X	La totalidad de la actividad se realiza en el interior de un muro o drenaje perimetral estanco (el 100% del perímetro se encuentra protegido)	El drenaje perimetral cubre entre un 75 y un 99% del perímetro	El drenaje perimetral cubre entre un 50 y un 75% del perímetro	El drenaje perimetral cubre menos de un 50% del perímetro	0,25
	Estado del drenaje perimetral	6.X	Drenaje perimetral en buen estado: no se detectan fisuras o poros			Drenaje perimetral en estado deficiente	0,25
Suma Puntos						2,9	
Nº Indicadores						10	
Puntuación Máxima						0,90	
Probabilidad S17						0,32	

Tabla 19. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 17. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 18: Emisión de partículas de residuos por el viento

Residuos depositados en el vertedero							
Suceso iniciador: Emisión de partículas de residuos por el viento							
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos
			0,25	0,45	0,65	0,90	
Emisión de partículas de residuos	Cobertura periódica de residuos en vertedero	30	Se cubren los residuos diariamente			No se cubren los residuos diariamente	0,9
	Realización de riegos en vertedero para evitar la emisión de polvo	36	Se realizan riegos con una periodicidad adecuada con el fin de minimizar la emisión de polvo			No se realizan riegos con una periodicidad adecuada con el fin de minimizar la emisión de polvo	0,9
Viento	Velocidad media del viento en la zona de la instalación	38	Suave (< 1 m/s)		Medio (1-5 m/s)	Fuerte (> 5 m/s)	0,25
Suma Puntos						2,05	
Nº Indicadores						3	
Puntuación Máxima						0,90	
Probabilidad S18						0,76	

Tabla 20. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 18. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador 19: Fuga de lixiviados

Residuos depositados en el vertedero								
Suceso iniciador: Fuga de lixiviados								
Causas	Indicador de la probabilidad	Código GM	Probabilidad de ocurrencia				Puntos	
			0,25	0,45	0,65	0,90		
Ausencia de revisiones y controles	Control del nivel de depósitos	4	Sistema de control de nivel automático con sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia		Sistema de control de nivel automático pero sin sistema de alarma en caso de sobrepasar el nivel de referencia	Sistema visual de control de niveles	0,25	
	Experiencia de los empleados a cargo de la operación	9	Los empleados tienen más de 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 1 a 2 años de experiencia en la operación	Los empleados tienen de 6 meses a 1 año de experiencia en la operación	Los empleados tienen menos de 6 meses de experiencia en la operación	0,25	
	Formación de los empleados a cargo de la operación	10	Los empleados han recibido formación sobre los riesgos que conlleva la operación, la cual es actualizada cuando cambian las condiciones			Los empleados no reciben formación sobre los riesgos que conlleva la operación	0,25	
	Periodicidad de las revisiones a las condiciones de almacenamiento	13	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9	
	Desgaste/corrosión	Planes de inspección y tipo de mantenimiento	14	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo preventivo-predictivo y correctivo sin registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo con registro de las operaciones realizadas	Se aplica un mantenimiento de tipo correctivo sin registro de las operaciones realizadas	0,25
		Error humano	Procedimiento de operación con supervisión y registro	19	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación y registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación con supervisión por personal propio de la instalación pero sin registros periódicos de su cumplimiento	Se dispone de un procedimiento para la operación sin supervisión por personal propio de la instalación pero con registro periódico de su cumplimiento	Resto de casos
	Lluvia		Pruebas de estanqueidad	21	La frecuencia de las pruebas además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las pruebas es igual a la mínima establecida por la normativa
		Régimen pluviométrico	24	< 500 mm	500 - 1.000 mm	1.000 - 1.500 mm	> 1.500 mm	0,45
		Antigüedad de los sistemas de retención tipo depósito o tanque	1.2	Antigüedad media inferior a 17 años	Antigüedad media comprendida entre 17 y 33 años	Antigüedad media comprendida entre 33 y 50 años	Antigüedad media superior a 50 años	0,25
	Rotura de impermeabilización	Frecuencia de las revisiones a los depósitos fijos	11.2	La frecuencia de las revisiones, además de cumplir con la normativa obligatoria, sigue las especificaciones de otras normativas o instrucciones del fabricante más exigentes			La frecuencia de las revisiones es igual a la mínima establecida por la normativa	0,9
Suma Puntos						4,65		
Nº Indicadores						10		
Puntuación Máxima						0,90		
Probabilidad S19						0,52		

Tabla 21. Indicadores de probabilidad del suceso iniciador 19. Fuente: elaboración propia.

ANEJO III: CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INCIADORES

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO.....	1
II.1. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para el agua de incendio en planta.....	2
II.1.1. Metodología.....	2
II.1.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	6
II.2. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para el agua de incendio en vaso de vertido.....	10
II.2.1. Metodología.....	10
II.2.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	10
II.3. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para el derrame en almacenamiento y proceso	10
II.3.1. Metodología.....	10
II.3.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	10
II.4. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para el derrame en carga y descarga con camión cisterna.....	12
II.4.1. Metodología.....	12
II.4.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	13
II.5. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para el derrame en tratamiento previo a vertido en cauce	14
II.5.1. Metodología.....	14
II.5.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	14
II.6. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para el derrame en válvulas y tuberías	14
II.6.1. Metodología.....	14
II.6.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	15
II.7. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para la emisión partículas por el viento.....	15
II.7.1. Metodología.....	15

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

II.7.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	15
II.8. Cantidad de agente liberado en los sucesos iniciadores evaluados con el criterio establecido para los lixiviados en vaso de vertido.....	16
II.8.1. Metodología.....	16
II.8.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores	16

I. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se exponen los cálculos realizados con objeto de estimar la cantidad de agente liberado bajo las hipótesis establecidas en cada suceso iniciador.

II. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO

A continuación se describe la metodología empleada para estimar la cantidad de agente liberado en cada suceso iniciador y se recopilan los parámetros necesarios según el tipo de suceso iniciador y, de forma asociada, el tipo de criterio de cálculo del volumen vertido. Los tipos de sucesos distinguidos con objeto de evaluar la cantidad de agente liberado se recogen a modo de inventario en el apartado V de la Memoria (“Estimación de la cantidad de agente asociada a cada escenario”), siendo resumidos en la siguiente Tabla y descrita la metodología empleada en cada uno de ellos en las siguientes páginas.

Tipo de criterio cálculo volumen vertido	Sucesos iniciadores
Agua de incendio en planta	S3
	S5
	S8
	S10
Agua de incendio en vaso de vertido	S16
Derrame en almacenamiento y proceso	S2
	S6
	S7
	S9
	S12
	S13
	S15
S19	
Derrame en carga y descarga con camión cisterna	S1
	S4
Derrame en tratamiento previo a vertido en cauce	S14
Derrame en válvulas y tuberías	S11
Emisión partículas por el viento	S18
Lixiviados en vaso de vertido	S17

Tabla 1. Criterio de cálculo del volumen vertido aplicado para cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

II.1. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA EL AGUA DE INCENDIO EN PLANTA

II.1.1. Metodología

Como referencia para el cálculo del volumen de agua que sería necesario emplear para sofocar un hipotético incendio en la planta se ha acudido al documento “*Défense extérieure contre l’incendie et rétentions. Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d’extinction*” elaborado por l’Institut National d’Etudes de la Sécurité Civile, la Fédération Française des Sociétés d’Assurances y le Centre National de Prévention et de Protection (2001). En esta referencia el cálculo se desglosa en dos componentes: necesidades de agua para lucha exterior —definida como la cantidad de agua que requiere el servicio de bomberos— y necesidades de agua para lucha interior —siendo función del número de rociadores y bocas de incendio equipadas (BIES) de la instalación—.

A. Cálculo del volumen de agua necesario para lucha exterior (VLE)

Si bien en la referencia metodológica empleada se diferencia entre las zonas de almacenamiento y las de proceso, en el ámbito de la instalación analizada las zonas con riesgo de incendio se han asimilado a las primeras ya que se trata de almacenes y de zonas de carga y descarga. Para cada una de estas zonas deben introducirse una serie de coeficientes:

- Altura de almacenamiento.

Altura máxima de almacenamiento	Coefficientes
Hasta 3 m	0
Hasta 8 m	0,1
Hasta 12 m	0,2
> 12 m	0,5

Tabla 2. Coeficientes según las categorías de altura de almacenamiento. Fuente: elaboración propia a partir del documento “*Défense extérieure contre l’incendie et rétentions. Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d’extinction*”.

En ausencia de datos precisos, la altura de almacenamiento puede considerarse como la altura del edificio menos 1 metro.

- Tipo de construcción. Este criterio valora la estabilidad del armazón ante el fuego.

Tipo de construcción	Coefficientes
Armazón estable ante el fuego $\geq 1h$ ($> RF-60$)	-0,1
Armazón estable ante el fuego ≥ 30 mins (RF-30 - RF-60)	0
Armazón estable al fuego < 30 mins ($< RF-30$)	0,1

Tabla 3. Coeficientes según las categorías de tipo de construcción. Fuente: elaboración propia a partir del documento “*Défense extérieure contre l’incendie et rétentions. Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d’extinction*”.

Cabe señalar que este valor se estima sin tener en cuenta la presencia de rociadores.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

- Tipo de intervención interna. El tipo de intervención interna se considera a la hora de ponderar la celeridad con la que se produce la intervención una vez se ha iniciado el incendio.

Tipo de intervenciones internas	Coefficientes
Recepción 24h/24	-0,1
Detectores de incendios generalizados conectados 24h/24 a vigilancia o un puesto de seguridad	-0,1
Servicio propio de seguridad antiincendio 24h/24	-0,3
Ninguno de los anteriores	0

Tabla 4. Coeficientes según las categorías de intervención interna. Fuente: elaboración propia a partir del documento “*Défense extérieure contre l’incendie et rétentions. Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d’extinction*”.

- Cálculo del caudal intermedio (Q_i). El cálculo del caudal intermedio parte del sumatorio de los 3 coeficientes anteriores —altura, tipo de construcción y tipo de intervención interna—, añadiendo al valor resultante una unidad. Posteriormente, con este dato y el valor de la superficie de referencia (S), se halla el valor del caudal intermedio, según muestra la siguiente fórmula:

$$Q_i (m^3 / h) = 30 \times \frac{S \times (1 + \sum \text{coeficientes})}{500}$$

- Cálculo de la categoría de riesgo. El valor del caudal intermedio (Q_i) se pondera en función del nivel de riesgo intrínseco (NRI) de cada zona.

Categoría de riesgo	Ponderación
Riesgo 1 (NRI bajo):	Q1 = Qi x 1
Riesgo 2 (NRI medio):	Q2 = Qi x 1,5
Riesgo 3 (NRI alto):	Q3 = Qi x 2

Tabla 5. Coeficientes según las categorías de riesgo de incendio. Fuente: elaboración propia a partir del documento “*Défense extérieure contre l’incendie et rétentions. Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d’extinction*”.

El riesgo de incendio resultante, medido en unidades de caudal (m³/h), puede ser matizado mediante una división entre dos, cuando se cumplen las siguientes premisas:

- La planta posee una protección autónoma, completa y dimensionada adecuadamente
- La instalación contra incendios se revisa y mantiene regularmente
- La planta se encuentra en servicio permanentemente

Una vez aplicados todos los coeficientes y factores se obtiene el valor final de caudal necesario para la lucha exterior. Dado que esta magnitud se expresa en volumen por unidad de tiempo debe fijarse

una duración estimada del incendio. En este caso, la simulación se ha realizado para un incendio de 3 horas de duración.

B. Cálculo del volumen de agua necesario para lucha interior (V_{LI})

El volumen de agua liberado en la lucha interior se ha estimado tomando como referencia el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, y su predecesor —Real Decreto 786/2001, de 6 de julio— con objeto de completar la información ofrecida por el primero.

En concreto, en el ámbito del presente análisis de riesgos se consideran tres medios de extinción:

- Rociadores. El caudal liberado por los rociadores se ha estimado a partir de la publicación “Indicaciones Básicas para el Diseño y Construcción de la Protección contra Incendios en Edificios Civiles e Industriales”¹, en 10 litros por minuto y metro cuadrado con una autonomía de 90 minutos.
- Bocas de incendio equipadas (BIE). En el caso de las BIE se ha acudido a los caudales indicados en la normativa conforme con la siguiente tabla.

NRI	Tipo de BIE	Simultaneidad	Autonomía (min)	Caudal (l/min)	Reserva (m ³)
RB	DN 25 mm	2	60	96	5.760
RM	DN 45 mm	2	60	198	11.880
RA	DN 45 mm	3	90	198	17.820
RB:RIESGO BAJO / RM:RIESGO MEDIO / RA:RIESGO ALTO					

Tabla 6. Caudales de agua en función del tipo del diámetro nominal de las BIE (DN). Fuente: elaboración propia a partir del Real Decreto 2267/2004.

- Hidrantes. Los caudales de agua de extinción suministrados por los hidrantes se han seleccionado asumiendo que la instalación objeto de estudio se corresponde con el Tipo C especificado en el Real Decreto 2267/2004.

Configuración del establecimiento	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	RB		RM		RA	
	Caudal (l/min)	Autonomía	Caudal (l/min)	Autonomía	Caudal (l/min)	Autonomía
TIPO A	500	30	1.000	60	--	--
B	500	30	1.000	60	1.000	90
C	500	30	1.500	60	2.000	90
D y E	1.000	30	2.000	60	3.000	90

¹ Disponible en Internet en la dirección: <http://es.scribd.com/doc/100843554/12960125-Nfpalos-Sistemas-de-Proteccion-Activa-Contra-Incendios>

Tabla 7. Caudales de agua en función del tipo de hidrante. Fuente: elaboración propia a partir del Real Decreto 2267/2004.

En caso de que existan varios medios de extinción en la zona, se han asumido las siguientes premisas:

- a) Sistemas de BIE e hidrantes, se diferencian según dos factores:

Edificios con plantas únicamente a nivel rasante. Se toma como volumen la reserva de agua necesaria para el sistema de hidrantes.

Edificios con plantas sobre rasante. Se toma como volumen la suma del volumen requerido para las BIE y para el sistema de hidrantes.

- b) Sistemas de BIE y de rociadores automáticos. Se toma como volumen la reserva de agua necesaria para rociadores automáticos.
- c) Sistemas de BIE, de hidrantes y de rociadores automáticos. Se toma como volumen el 50 por ciento requerido para hidrantes sumado a la reserva necesaria para los rociadores automáticos.
- d) Sistemas de hidrantes y de rociadores automáticos. El volumen de agua que se toma es la reserva mínima exigible del sistema que requiera la mayor reserva de agua.

C. Cálculo del volumen de sustancias contaminantes arrastradas (V_{sust})

Atendiendo al documento *“Défense extérieure contre l’incendie et rétentions. Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d’extinction”* elaborado por l’Institut National d’Etudes de la Sécurité Civile, la Fédération Française des Sociétés d’Assurances y le Centre National de Prévention et de Protection (2001), para valorar el volumen de sustancia contaminante que se vierte en las aguas de extinción, se debe añadir al volumen de agua calculado el 20 por ciento del volumen máximo de sustancias contenido en el sector (V_{sust}).

D. Cálculo del volumen total de aguas de extinción (V_I)

Como resultado del proceso anterior, el volumen total de agua de incendio que se estima que puede causar efectos relevantes sobre el medio ambiente es el resultado de aplicar la siguiente expresión:

$$V_I = ((V_{LE} + V_{LI}) \times F_m) + (0,2 \times V_{sust})$$

Donde:

V_{LE} , es el valor de volumen de agua calculado para la lucha exterior en m^3

V_{LI} , es el valor de volumen de agua calculado para la lucha interior en m^3

F_m , es un coeficiente que introduce en el modelo la posibilidad de que no se contamine la totalidad del agua empleada en la extinción, habiéndose asignado un valor del 30 por ciento.

V_{sust} es el valor de volumen de sustancias químicas presentes en la zona afectada por el incendio, medido en m^3

II.1.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

Una vez descrito el procedimiento metodológico establecido para la estimación de la cantidad liberada de agente en un suceso caracterizado por un incendio en la planta, en las tablas siguientes se recogen los valores que cada parámetro adquiere en cada uno de los sucesos iniciadores a los que aplica.

Suceso iniciador	S3
A. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha exterior	
Altura máxima de almacenamiento	Hasta 3 m
Tipo de construcción	Armazón estable ante el fuego \geq 30 minutos (RF-30 - RF-60)
Tipo de intervenciones internas	Servicio propio de seguridad antiincendio 24h/24
Superficie de la zona	2.000 m ²
Nivel de Riesgo Intrínseco	Bajo
Riesgo matizado	Sí
Cantidad liberada	126,00 m ³
Cantidad contaminada (30%)	37,80 m ³
B. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha interior	
Medios antiincendios presentes	
BIEs	2
Hidrantes	1
Rociadores	8
Cantidad liberada	93,90 m ³
Cantidad contaminada (30%)	28,17 m ³
C. Parámetros para la estimación del volumen de sustancias contaminantes arrastradas	
Volumen de sustancias tóxicas	30,00 m ³
Volumen arrastrado (20%)	6,00 m ³
D. Estimación del volumen total de aguas de incendio con posible afección al medio	
Cantidad liberada de agente	71,97 m ³

Tabla 8. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S3: incendio – aguas de extinción por derrame en la descarga de GRG con disolventes usados. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador	S5
A. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha exterior	
Altura máxima de almacenamiento	Hasta 3 m
Tipo de construcción	Armazón estable ante el fuego \geq 30 minutos (RF-30 - RF-60)
Tipo de intervenciones internas	Servicio propio de seguridad antiincendio 24h/24
Superficie de la zona	500 m ²
Nivel de Riesgo Intrínseco	Medio
Riesgo matizado	Sí
Cantidad liberada	47,25 m ³
Cantidad contaminada (30%)	14,18 m ³
B. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha interior	
Medios antiincendios presentes	
BIEs	2
Hidrantes	2
Rociadores	0
Cantidad liberada	45,00 m ³
Cantidad contaminada (30%)	13,50 m ³
C. Parámetros para la estimación del volumen de sustancias contaminantes arrastradas	
Volumen de sustancias tóxicas	10,00 m ³
Volumen arrastrado (20%)	2,00 m ³
D. Estimación del volumen total de aguas de incendio con posible afección al medio	
Cantidad liberada de agente	29,68 m ³

Tabla 9. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S5: incendio – aguas de extinción por derrame en la carga de disolventes usados a camión cisterna. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador	S8
A. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha exterior	
Altura máxima de almacenamiento	Hasta 3 m
Tipo de construcción	Armazón estable ante el fuego \geq 30 minutos (RF-30 - RF-60)
Tipo de intervenciones internas	Servicio propio de seguridad antiincendio 24h/24
Superficie de la zona	500 m ²
Nivel de Riesgo Intrínseco	Medio
Riesgo matizado	Sí
Cantidad liberada	47,25 m ³
Cantidad contaminada (30%)	14,18 m ³
B. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha interior	
Medios antiincendios presentes	
BIEs	2
Hidrantes	2
Rociadores	15
Cantidad liberada	207,00 m ³
Cantidad contaminada (30%)	13,50 m ³
C. Parámetros para la estimación del volumen de sustancias contaminantes arrastradas	
Volumen de sustancias tóxicas	16,00 m ³
Volumen arrastrado (20%)	3,20 m ³
D. Estimación del volumen total de aguas de incendio con posible afección al medio	
Cantidad liberada de agente	79,48 m ³

Tabla 10. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S8: incendio – aguas de extinción por derrame en el almacenamiento en depósitos fijos de disolventes usados. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador	S10
A. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha exterior	
Altura máxima de almacenamiento	Hasta 3 m
Tipo de construcción	Armazón estable ante el fuego ≥ 30 minutos (RF-30 - RF-60)
Tipo de intervenciones internas	Servicio propio de seguridad antiincendio 24h/24
Superficie de la zona	2.000 m ²
Nivel de Riesgo Intrínseco	Bajo
Riesgo matizado	Sí
Cantidad liberada	126,00 m ³
Cantidad contaminada (30%)	37,80 m ³
B. Parámetros para la estimación del volumen de agua liberado en la lucha interior	
Medios antiincendios presentes	
BIEs	2
Hidrantes	1
Rociadores	8
Tiempo de extinción	3 h
Cantidad liberada	93,90 m ³
Cantidad contaminada (30%)	28,17 m ³
C. Parámetros para la estimación del volumen de sustancias contaminantes arrastradas	
Volumen de sustancias tóxicas	30,00 m ³
Volumen arrastrado (20%)	6,00 m ³
D. Estimación del volumen total de aguas de incendio con posible afección al medio	
Cantidad liberada de agente	71,97 m ³

Tabla 11. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S10: incendio – aguas de extinción por derrame en el almacenamiento de disolventes usados en GRG. Fuente: elaboración propia.

II.2. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA EL AGUA DE INCENDIO EN VASO DE VERTIDO

II.2.1. Metodología

En el caso de incendio en el vaso de vertido, el volumen derramado se ha asimilado al volumen de agua almacenado en los medios de extinción que se emplean o emplearían en la instalación con objeto de hacer frente a estos incidentes.

II.2.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

Existe un único suceso iniciador cuya cantidad liberada de agente se estimará siguiendo este criterio.

Suceso iniciador	S16
Volumen de agua de los medios que se destinarían a la extinción de un incendio en el vaso de vertido (tanque de medios de extinción, cisternas, etc.)	10 m ³

Tabla 12. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S16: incendio – aguas de extinción en los residuos depositados en el vertedero. Fuente: elaboración propia.

II.3. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA EL DERRAME EN ALMACENAMIENTO Y PROCESO

II.3.1. Metodología

Este criterio se fundamenta en asumir que en el momento de producirse el incidente los depósitos se encuentran en su nivel más habitual durante el funcionamiento normal de la instalación. De esta forma, se parte de la capacidad máxima del depósito para, posteriormente, multiplicarla por el porcentaje de llenado más frecuente en el mismo.

II.3.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

En este caso, son ocho sucesos iniciadores los relacionados con

Suceso iniciador	S2
Capacidad del GRG	1,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	100%
Volumen vertido	1,00 m ³

Tabla 13. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S2: derrame de disolventes usados durante la descarga de GRG. Fuente: elaboración propia.

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

Suceso iniciador	S6
Capacidad del depósito	20,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	60%
Volumen vertido	12,00 m ³

Tabla 14. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S6: derrame de residuos ácidos en el almacenamiento en depósitos fijos. Fuente: elaboración propia.

Suceso iniciador	S7
Capacidad del depósito	20,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	80%
Volumen vertido	16,00 m ³

Tabla 15. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S7: derrame de disolventes usados en el almacenamiento en depósitos fijos. Fuente: elaboración propia.

Suceso iniciador	S9
Capacidad del GRG	1,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	75%
Volumen vertido	0,75 m ³

Tabla 16. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S9: derrame de disolventes usados en el almacenamiento en GRG. Fuente: elaboración propia.

Suceso iniciador	S12
Capacidad del depósito	10,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	75%
Volumen vertido	7,50 m ³

Tabla 17. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S12: derrame de residuos ácidos del reactor de neutralización. Fuente: elaboración propia.

Suceso iniciador	S13
Capacidad del depósito	10,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	75%
Volumen vertido	7,50 m ³

Tabla 18. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S13: derrame de agua contaminada del depósito del tratamiento físico químico. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Suceso iniciador	S15
Capacidad del depósito	50,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	20%
Volumen vertido	10,00 m ³

Tabla 19. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S15: derrame de pluviales contaminadas del depósito almacenamiento de pluviales y de posibles derrames. Fuente: elaboración propia.

Suceso iniciador	S19
Capacidad de los tanques	30,00 m ³
Porcentaje de llenado medio	33%
Volumen vertido	10,00 m ³

Tabla 20. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S19: fuga de lixiviados de los tanques de retención. Fuente: elaboración propia.

II.4. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA EL DERRAME EN CARGA Y DESCARGA CON CAMIÓN CISTERNA

II.4.1. Metodología

Los derrames con origen en las operaciones de carga y descarga de camiones cisterna se han modelizado tomando como dato de partida el caudal trasvasado expresado en metros cúbicos por hora. La multiplicación de dicho caudal por el tiempo necesario para detener la operación —desde que se inicia el hipotético derrame hasta que cesa el flujo—, ofrece como resultado la estimación del volumen fugado.

Con objeto de establecer los tiempos de respuesta se ha acudido a la publicación “*Handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report*” (Gobierno de Flandes). En esta referencia se distinguen tres posibles sistemas de detención de derrames:

- Manuales. Son aquellos en los que tanto la detección de la fuga como el accionamiento del sistema de detención es manual.
- Semiautomáticos. Se trata de sistemas en los que, ante un incidente, se activa automáticamente una alarma en el panel de control con el fin de que, posteriormente, un operario acuda a detener la fuga de forma manual.
- Automáticos. En los sistemas automáticos tanto la detección como la detención del derrame es automática.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Sistema de parada de emergencia	Tiempo (min)
Manual	2
Semiautomático	10
Automático	2

Tabla 21. Tiempos de respuesta en función del sistema de parada de emergencia. Fuente: elaboración propia a partir de "Handbook Failure Frequencies 2009 for drawing a safety report" (Flemish government).

Es importante indicar que como límite superior de la cantidad derramada se ha fijado el volumen del depósito desde el que se esté realizando el trasvase. Esto es, la magnitud del vertido no podrá superar el volumen contenido en el depósito de origen.

II.4.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

Siendo dos las sustancias que pueden ingresar en planta o salir de ella en camiones cisterna (residuos ácidos y disolventes usados), son dos los sucesos iniciadores relacionados con un vertido durante la carga y descarga de camiones cisterna.

Suceso iniciador	S1
A. Parámetros de la operación de carga y descarga de camiones cisterna	
Volumen transportado	10,00 m ³
Caudal de carga/descarga	15 m ³ /h
Sistema de parada de emergencia	Semiautomático
B. Estimación del volumen de vertido	
Cantidad liberada de agente	2,50 m ³

Tabla 22. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S1: derrame de residuos ácidos durante la descarga de camión cisterna. Fuente: elaboración propia.

Suceso iniciador	S4
A. Parámetros de la operación de carga y descarga de camiones cisterna	
Volumen transportado	10,00 m ³
Caudal de carga/descarga	15 m ³ /h
Sistema de parada de emergencia	Semiautomático
B. Estimación del volumen de vertido	
Cantidad liberada de agente	2,50 m ³

Tabla 23. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S4: derrame de disolventes usados durante la carga a camión cisterna. Fuente: elaboración propia.

II.5. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA EL DERRAME EN TRATAMIENTO PREVIO A VERTIDO EN CAUCE

II.5.1. Metodología

El dato de partida para determinar el volumen derramado en este caso es el caudal medio autorizado del vertido a cauce.

Multiplicando el caudal —cantidad transportada por unidad de tiempo— por el tiempo que transcurre desde que se inicia el derrame hasta que éste es detenido se obtiene la estimación del volumen liberado.

Los tiempos de respuesta y los sistemas de detención de derrames adoptados en este caso son análogos a los expuestos para los derrames durante la carga y descarga de camiones cisterna. Esto es, se diferencia entre sistemas automáticos, semiautomáticos y manuales (ver Tabla 21), asignándose a cada uno de los mismos su correspondiente tiempo de parada.

II.5.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

Suceso iniciador	S14
A. Parámetros de la operación de vertido a cauce	
Volumen medio almacenado	7,50 m ³
Caudal de vertido a cauce	5 m ³ /h
Sistema de parada de emergencia	Semiautomático
B. Estimación del volumen de vertido	
Cantidad liberada de agente	0,83 m ³

Tabla 24. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S14: derrame de líquidos tratados inadecuadamente en el tratamiento previo a vertido. Fuente: elaboración propia.

II.6. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA EL DERRAME EN VÁLVULAS Y TUBERÍAS

II.6.1. Metodología

En los derrames que puedan producirse en el sistema de válvulas y tuberías del tratamiento físico-químico se sigue un esquema metodológico similar al caso anterior de derrame en tratamiento previo a vertido en cauce. Esto es, se parte del caudal transportado por el sistema y se considera el tipo de parada de emergencia con objeto de cuantificar la fuga. Así mismo, se considera que el máximo volumen vertido potencialmente coincidiría con el volumen almacenado en el depósito de origen.

II.6.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

Suceso iniciador	S11
A. Parámetros de la operación de transporte por tuberías aéreas	
Volumen medio almacenado	12,00 m ³
Caudal de transporte	15 m ³ /h
Sistema de parada de emergencia	Semiautomático
B. Estimación del volumen de derrame	
Cantidad liberada de agente	2,50 m ³

Tabla 25. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S11: derrame de residuos ácidos desde la red de válvulas y tuberías aéreas de transporte. Fuente: elaboración propia.

II.7. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA LA EMISIÓN PARTÍCULAS POR EL VIENTO

II.7.1. Metodología

La cantidad de partículas transportadas por el viento se ha calculado multiplicando la superficie del vaso de vertido que tiene residuos descubiertos y susceptibles de ser desplazados, por el espesor de la lámina ocupada por este tipo de residuos.

II.7.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

Suceso iniciador	S18
A. Parámetros de la emisión de partículas por el viento	
Superficie del vaso de vertido	10.000 m ²
Porcentaje de superficie de residuos susceptible de ser afectada por el viento	25%
Espesor de la lámina de residuos susceptible de ser afectada por el viento	0,5 cm
B. Estimación del volumen de partículas transportadas por el viento	
Cantidad de partículas emitidas	12,50 m ³

Tabla 26. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S18: emisión por el viento de partículas de residuos depositados en el vertedero. Fuente: elaboración propia.

II.8. CANTIDAD DE AGENTE LIBERADO EN LOS SUCESOS INICIADORES EVALUADOS CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA LOS LIXIVIADOS EN VASO DE VERTIDO

II.8.1. Metodología

El volumen de lixiviados que da la lugar a los accidentes identificados en el presente análisis de riesgos se ha determinado considerando la superficie del vaso de vertido que se encuentra expuesta al agua de lluvia. Por lo tanto, se parte de la superficie total del vaso y se selecciona aquella en la que se encuentran los residuos descubiertos. Esta superficie se multiplica por la precipitación media diaria y por el tiempo de respuesta o número de días que transcurren desde que se inicia la fuga de lixiviados hasta que desaparece el motivo de dicha fuga con objeto de determinar el volumen derramado.

Se ha asumido que el tiempo de respuesta es menor si se logra detectar de forma temprana la hipotética fuga a través de la correspondiente red de piezómetros.

II.8.2. Parámetros y resultados por sucesos iniciadores

Suceso iniciador	S17
A. Parámetros del vaso de vertido	
Superficie del vaso de vertido	10.000 m ²
Porcentaje de superficie ocupada por residuos descubiertos	25%
B. Estimación del volumen de lixiviados si se detecta por piezómetros	
Tiempo transcurrido desde el inicio del derrame hasta su detección	5 días
Volumen de vertido	23,97 m ³
C. Estimación del volumen de lixiviados si NO se detecta por piezómetros	
Tiempo transcurrido desde el inicio del derrame hasta su detección	10 días
Volumen de vertido	47,95 m ³

Tabla 27. Estimación de la cantidad de agente liberado en el suceso iniciador S17: fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización del vertedero. Fuente: elaboración propia.

ANEJO IV: INDICADORES Y VALORES DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. CATÁLOGO DE INDICADORES DE PROBABILIDAD DE LOS FACTORES CONDICIONANTES Y ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN RETENIDO.....	1
II.1. Factores condicionantes y estimación de probabilidades de ocurrencia.....	1
II.2. Factores condicionantes y estimación de la cantidad de agente liberada	2
II.3. Factores condicionantes: Coeficientes de probabilidad y volumen mínimo retenido	3
II.3.1. Factor condicionante “Contención automática”	3
II.3.2. Factor condicionante “Contención manual”	4
II.3.3. Factor condicionante “Gestión de agua y derrames”	6
II.3.4. Factor condicionante “Sistemas de detección y extinción de incendios”	7
II.3.5. Factor condicionante “Sistemas de detección de fugas: piezómetros”	8
II.3.6. Factor condicionante “Contención en vertederos”	9
II.3.7. Factor condicionante “Confinamiento del vaso de vertido”	10
II.3.8. Factor condicionante “Dirección del viento”.....	11
II.4. Factores condicionantes aplicables a cada suceso iniciador	11

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

I. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se recogen los indicadores de probabilidad que se han considerado con objeto de evaluar la frecuencia con la que actúan los diferentes factores condicionantes que pueden afectar a la evolución o al desarrollo de cada uno de los sucesos iniciadores.

II. CATÁLOGO DE INDICADORES DE PROBABILIDAD DE LOS FACTORES CONDICIONANTES Y ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN RETENIDO

Los factores condicionantes, generalmente, se corresponden con las medidas de prevención y evitación de daños disponibles en la instalación objeto de estudio. No obstante, existen algunos casos específicos en los que se han introducido otros elementos que permiten dotar de mayor realismo al modelo planteado como, por ejemplo, la dirección del viento dominante, de cara a evaluar las consecuencias de la emisión de polvo desde el vertedero.

La función de los factores condicionantes en el presente análisis de riesgos es doble: por un lado, se emplean en la estimación de la probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales; y, por otro, tienen un papel relevante en el cálculo la cantidad de agente liberada bajo las hipótesis establecidas en cada escenario accidental.

II.1. FACTORES CONDICIONANTES Y ESTIMACIÓN DE PROBABILIDADES DE OCURRENCIA

Los factores condicionantes, al ser introducidos en la estructura de los árboles de sucesos, afectan a la frecuencia con la que pueden tener lugar los diferentes accidentes medioambientales. En concreto, se utiliza la denominada probabilidad de éxito con el fin de determinar la probabilidad de que un determinado factor actúe eficazmente o no.

La probabilidad de éxito se ha estimado en el ámbito del presente análisis mediante una metodología semicuantitativa. Conforme con esta metodología se han distinguido una serie de categorías para cada factor condicionante, de tal forma que a las categorías más favorables se les ha asignado una probabilidad de éxito superior. A modo de ejemplo, en la tabla siguiente se representa el esquema genérico de las categorías. Donde, el campo “categoría” recoge una descripción de las condiciones en las que se encuentra cada factor condicionante y el campo “coeficiente” recoge la probabilidad de éxito asociada a dicha categoría.

FACTOR CONDICIONANTE	
Categorías	Coeficiente
Categoría 1	0,99
Categoría 2	0,90
...	...
...	...

Tabla 1. Esquema de escalas de probabilidad para los factores condicionantes. Fuente: elaboración propia.

II.2. FACTORES CONDICIONANTES Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE AGENTE LIBERADA

Como se ha indicado, determinados factores condicionantes del modelo representan elementos de contención de vertidos como cubetos, mantas absorbentes, etc. Por lo tanto, si éstos existen y actúan eficazmente lograrán una reducción en la cantidad de agente que finalmente contacte con los recursos naturales.

En el presente análisis de riesgos se consideran tres posibles vías de actuación de los factores condicionantes ante el volumen vertido:

- 1) Cuando el factor condicionante se corresponde con un elemento de contención y éste —atendiendo al esquema expuesto en la Tabla 1— actúa eficazmente, se asume que se logra retener la totalidad de la capacidad del elemento de contención. A modo de ejemplo, si un cubeto con una capacidad de 10 m³ actúa eficazmente, se reduce el volumen de vertido en 10 m³.
- 2) Cuando el factor condicionante se corresponde con un elemento de contención pero éste —de nuevo atendiendo al esquema expuesto en la Tabla 1— no actúa eficazmente, se asume que éste no logra retener la totalidad de su capacidad de contención. No obstante, con objeto de favorecer las zonas que cuentan con estos elementos sobre las que no disponen de los mismos, se ha asignado un porcentaje de retención mínimo sobre la capacidad. Además, esto permite introducir escenarios más realistas en el modelo ya que, si bien un elemento de contención puede no ser eficaz al 100 por ciento, lo más probable es que contenga alguna mínima cantidad. A modo de ejemplo, si un cubeto presentara grietas, parte del vertido se filtraría por las mismas (no siendo retenido), pero, se asume, que una pequeña fracción sí quedaría retenida debido a la mera existencia de la medida de evitación.

En concreto, para los medios de contención automáticos y pasivos —como cubetos y redes de captación de derrames— se han construido tablas como la expuesta en la Tabla 2, de tal forma que se asigna un mayor porcentaje de contención con respecto de su capacidad, a los elementos que presentan unas mejores condiciones de funcionamiento atendiendo a una serie de categorías. En resumen, si, por ejemplo, un cubeto actúa con éxito se asume que contendría el 100 por ciento de su capacidad, pero si no lo hace y sus características se corresponden con la “categoría 1”, únicamente retendría el 10 por ciento de su capacidad.

FACTOR CONDICIONANTE	
Categorías	% Retenido
Categoría 1	10%
Categoría 2	9%
...	...
...	...

Tabla 2. Esquema de escalas del porcentaje de volumen retenido para los factores condicionantes. Fuente: elaboración propia.

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

Por otra parte, para los medios de contención manuales únicamente se aplica un porcentaje de contención mínima respecto de su capacidad de contención del 1 por ciento cuando exista presencia continua de personal en la zona que se esté evaluando. En caso de no existir una presencia continuada y siguiendo un criterio conservador se asume una contención mínima nula por parte de estos sistemas.

- 3) Cuando el factor condicionante no se corresponde con un elemento de contención (por ejemplo, las medidas de detección de incendios) no procede reducir la cantidad de agente liberada.

II.3. FACTORES CONDICIONANTES: COEFICIENTES DE PROBABILIDAD Y VOLUMEN MÍNIMO RETENIDO

A continuación, se ofrece una tabla específica para cada uno de los factores condicionantes considerados relevantes en el desarrollo de los diferentes sucesos iniciadores, indicándose la escala de probabilidad de éxito asignada al mismo, así como la escala de cálculo del volumen mínimo que se asume que podría retener el factor condicionante atendiendo a sus características.

II.3.1. Factor condicionante “Contención automática”

En relación con este factor condicionante, resulta importante destacar que éste tiene un significado distinto en el caso del suceso iniciador S14 “Derrame de líquidos tratados inadecuadamente” y en el resto de sucesos de derrame.

Básicamente la diferencia radica en que, mientras en el resto de derrames este factor condicionante hace referencia a medidas como los cubetos, en el caso del *derrame de líquidos tratados inadecuadamente* este tipo de medidas no tiene sentido, dado que una vez que el líquido se califica como “apto para vertido”, éste se envía directamente al exterior mediante una tubería, y la única forma de detenerlo sería mediante una medición en continuo del estado de las aguas y una válvula o compuerta; de tal forma que, en el caso de que no se cumplieren los estándares de calidad necesarios para poder realizar el vertido, la válvula pudiese cerrarse. En este caso no existe compuerta automática, sino únicamente manual, por lo que este factor condicionante no es de aplicación al suceso iniciador 14 “Derrame de líquidos tratados inadecuadamente”.

La tabla siguiente muestra la escala para el factor “contención automática”, indicando las distintas categorías en función de las características de una serie de parámetros explicativos (mantenimiento preventivo y correctivo, frecuencia de revisiones y antigüedad de los equipos) y, para cada una de las categorías, el coeficiente de probabilidad y el porcentaje mínimo de volumen retenido por esta medida de contención (este porcentaje mínimo se expresa en tanto por uno en las siguientes tablas del presente anejo).

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

CONTENCIÓN AUTOMÁTICA		
Categorías	Coefficiente de probabilidad	% Volumen retenido
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,99	0,10
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,90	0,09
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,80	0,08
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,70	0,07
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,60	0,06
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,50	0,05
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,40	0,04
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,30	0,03
Se aplica un mantenimiento preventivo. No se aplica mantenimiento correctivo. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,20	0,02
Se aplica un mantenimiento preventivo. No se aplica mantenimiento correctivo. Antigüedad superior a la vida útil.	0,10	0,01
Resto de circunstancias	0,00	0,01

Tabla 3. Coeficiente de probabilidad y porcentaje de volumen mínimo retenido asociado a cada una de las categorías del factor condicionante “contención automática”. Fuente: elaboración propia.

II.3.2. Factor condicionante “Contención manual”

Al igual que ocurría en el caso del factor condicionante de “contención automática”, el significado en el caso del suceso iniciador 14 “Derrame de líquidos tratados inadecuadamente” y el del resto de sucesos de derrame es diferente aunque la escala sea la misma.

En este caso, mientras en el resto de derrames este factor condicionante hace referencia a medidas tales como las mantas absorbentes en el caso del *derrame de líquidos tratados inadecuadamente* se refiere a la medición en continuo del estado de las aguas que van a ser vertidas con el objeto de que, en el caso de que no se cumplan los estándares de calidad necesarios para poder realizar el vertido, se cierre de forma manual la válvula que da salida al vertido hacia el exterior de la instalación.

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

Los parámetros que definen las distintas categorías de la escala (presencia continua de personal, mantenimiento preventivo y correctivo, experiencia del personal y formación del personal) son aplicables a ambos casos, por lo que la escala se ha mantenido para ambos conceptos de contención manual.

La tabla siguiente muestra la escala para el factor “contención manual”, indicando las distintas categorías en función de las características de cada uno de los parámetros explicativos mencionados previamente y, para cada una de las categorías, el coeficiente de probabilidad. El porcentaje mínimo de volumen retenido por las medidas de contención manual no procede incluirlo en la tabla ya que, como se ha comentado previamente, se ha considerado una contención mínima del 1 por ciento cuando exista presencia continua de personal en la zona que se esté evaluando, y 0 por ciento en el resto de casos.

CONTENCIÓN MANUAL	
Categorías	Coeficiente de probabilidad
Presencia continua de personal. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,99
Presencia continua de personal. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,90
Presencia continua de personal. No se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,80
Presencia continua de personal. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,70
Presencia continua de personal. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,60
Presencia de personal únicamente los días laborables. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,50
Presencia de personal únicamente los días laborables. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,40
Presencia de personal únicamente los días laborables. No se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,30
Presencia de personal únicamente los días laborables. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,20
Presencia de personal únicamente los días laborables. Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo con la frecuencia establecida en la normativa. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,10
Resto de circunstancias	0,00

Tabla 4. Coeficiente de probabilidad asociado a cada una de las categorías del factor condicionante “contención manual”. Fuente: elaboración propia.

Además, en relación con este factor, resulta importante destacar que en el suceso iniciador 19 “Fuga de lixiviados desde depósito fijo” no se ha considerado la contención manual dado que en esta zona no se dispone de este tipo de medidas.

II.3.3. Factor condicionante “Gestión de agua y derrames”

Este factor condicionante hace referencia a la posibilidad de que la red de arquetas de pluviales pueda retener los eventuales vertidos que pudiesen tener lugar en cada una de las zonas del análisis.

En este sentido, merece la pena explicar los siguientes casos particulares:

- A diferencia del resto de sucesos iniciadores de derrame, este factor condicionante no se ha tenido en cuenta en el caso del suceso iniciador 14 “Derrame de líquidos tratados inadecuadamente”. Esto es debido a que en la instalación objeto de estudio, el agua residual procedente del tratamiento de neutralización de ácidos o bien se vierte directamente al medio —si cumple con los estándares de calidad exigidos— o bien se reconduce al tratamiento de neutralización para volver a tratarlo hasta que cumple con las características de calidad requeridas. Por ello, una vez que el vertido pase al canal de salida, porque no haya funcionado adecuadamente el sistema de decisión que permite seleccionar si puede verterse o si hay que volver a tratarlo, no hay posibilidad de recoger el vertido en la red de arquetas, únicamente se podría contener mediante el cierre de válvulas y compuertas, en función de los resultados que muestre el control de calidad existente a la salida del vertido.
- En el suceso 15 “Derrame de pluviales contaminadas” no tiene sentido considerar la gestión de aguas y derrames al ser este factor condicionante el encargado de recoger las aguas pluviales en la instalación y llevarlo hasta el depósito. Por ello, ante un vertido desde el propio depósito, esta red de drenaje no podría contener el vertido, ya que actúa de forma previa a la llegada al depósito.
- En el suceso 19 “Fuga de lixiviados desde depósito fijo” no aplica la gestión de aguas dado que al ser un suceso iniciador que tiene lugar en una zona colindante al vertedero carece de red de drenaje para la recogida de pluviales y posibles derrames.

La tabla siguiente muestra la escala para el factor “gestión de agua y derrames”, indicando las distintas categorías en función de las características de cada uno de los parámetros explicativos (mantenimiento preventivo y correctivo, frecuencia de revisiones y antigüedad de los equipos) y, para cada una de las categorías, el coeficiente de probabilidad y el porcentaje mínimo de volumen retenido por esta medida de contención.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

GESTIÓN DE AGUA Y DERRAMES		
Categorías	Coeficiente de probabilidad	% Volumen retenido
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,99	0,1
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,9	0,09
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,8	0,08
Se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,7	0,07
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,6	0,06
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,5	0,05
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones superior al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,4	0,04
No se aplica un mantenimiento preventivo. Se aplica un mantenimiento correctivo. Frecuencia de las revisiones igual al mínimo exigido. Antigüedad superior a la vida útil.	0,3	0,03
Se aplica un mantenimiento preventivo. No se aplica mantenimiento correctivo. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,2	0,02
Se aplica un mantenimiento preventivo. No se aplica mantenimiento correctivo. Antigüedad superior a la vida útil.	0,1	0,01
Resto de circunstancias	0	0,01

Tabla 5. Coeficiente de probabilidad y porcentaje de volumen mínimo retenido asociado a cada una de las categorías del factor condicionante “gestión de agua y derrames”. Fuente: elaboración propia.

II.3.4. Factor condicionante “Sistemas de detección y extinción de incendios”

Este factor hace referencia tanto a las medidas de detección como de extinción de incendios.

Los parámetros que definen las distintas categorías de la escala son: el grado de automatización de los sistemas de detección de incendios, el grado de automatización de los sistemas de extinción de incendios, la presencia continua de personal y la formación del personal.

La tabla siguiente muestra la escala para el factor “Sistemas de detección y extinción de incendios”, indicando las distintas categorías en función de las características de cada uno de los parámetros explicativos mencionados previamente y, para cada una de las categorías, el coeficiente de probabilidad. No procede incluir en la tabla el porcentaje mínimo de volumen retenido ya que no se trata de una medida de contención.

SISTEMAS DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	
Categorías	Coefficiente de probabilidad
Se dispone de sistema automático de detección de incendios y se dispone de sistema automático de extinción de incendios adicionales a los obligados por la normativa vigente.	0,99
Se dispone de sistema automático de detección de incendios y se dispone de sistema automático de extinción de incendios.	0,9
Se dispone de sistema automático de detección de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia continua de personal. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,8
Se dispone de sistema automático de detección de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia continua de personal. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,7
Se dispone de sistema automático de detección de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia de personal únicamente los días laborables. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,6
Se dispone de sistema automático de detección de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia de personal únicamente los días laborables. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,5
Se dispone de sistema manual de alarma de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia continua de personal. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,4
Se dispone de sistema manual de alarma de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia continua de personal. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,3
Se dispone de sistema manual de alarma de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia de personal únicamente los días laborables. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,2
Se dispone de sistema manual de alarma de incendios y se dispone de sistema manual de extinción de incendios. Presencia de personal únicamente los días laborables. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación.	0,1
Resto de casos.	0,01

Tabla 6. Coeficiente de probabilidad asociado a cada una de las categorías del factor condicionante “sistemas de detección y extinción de incendios”. Fuente: elaboración propia.

II.3.5. Factor condicionante “Sistemas de detección de fugas: piezómetros”

Este factor hace referencia a las medidas de detección de fugas existentes en el vertedero, en concreto, a los piezómetros.

Los parámetros que definen las distintas categorías de la escala son: número de piezómetros, y la formación y la experiencia del personal a cargo de su control y seguimiento.

La tabla siguiente muestra la escala para el factor “Sistemas de detección de fugas: piezómetros”, indicando las distintas categorías en función de las características de cada uno de los parámetros explicativos mencionados previamente y, para cada una de las categorías, el coeficiente de

probabilidad. No procede incluir en la tabla el porcentaje mínimo de volumen retenido ya que no se trata de una medida de contención.

SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FUGAS: PIEZÓMETROS	
Categorías	Coefficiente de probabilidad
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es superior a lo exigido por la normativa. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año.	0,99
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es superior a lo exigido por la normativa. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año.	0,9
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es el exigido en la normativa. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año.	0,8
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es el exigido en la normativa. El personal recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año.	0,7
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es superior a lo exigido por la normativa. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año.	0,6
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es superior a lo exigido por la normativa. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año.	0,5
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es el exigido en la normativa. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es igual o superior a 1 año.	0,4
El número de piezómetros para el control de la afección a las aguas subterráneas es el exigido en la normativa. El personal no recibe formación actualizada sobre los riesgos medioambientales asociados a la operación. La experiencia de los empleados es inferior a 1 año.	0,3
Resto de circunstancias	0,01

Tabla 7. Coeficiente de probabilidad asociado a cada una de las categorías del factor condicionante “sistemas de detección de fugas: piezómetros”. Fuente: elaboración propia.

II.3.6. Factor condicionante “Contención en vertederos”

Este factor hace referencia a las medidas de contención en vertederos, las cuales serán un mecanismo para que los lixiviados que pudieran generarse sean retenidos, evitando así su contacto con los recursos naturales.

Los parámetros que definen las distintas categorías de la escala son: fase de explotación en la que se encuentra el vertedero y antigüedad del sistema de impermeabilización artificial.

Resulta importante considerar la fase de explotación en que se encuentra el vertedero porque a partir de la segunda fase, el vertedero contará con distintas medidas de impermeabilización artificial superpuestas, una por cada fase, de tal forma que en el supuesto de que existiesen lixiviados, si la impermeabilización de la fase en desarrollo fallase, la impermeabilización de las fases anteriores podrían contribuir a retener el vertido.

La tabla siguiente muestra la escala para el factor “sistemas de detección de fugas: piezómetros”, indicando las distintas categorías en función de las características de cada uno de los parámetros explicativos mencionados previamente y, para cada una de las categorías, el coeficiente de probabilidad y el porcentaje mínimo de volumen retenido por esta medida de contención.

CONTENCIÓN EN VERTEDEROS		
Categorías	Coeficiente de probabilidad	% Volumen retenido
El vertedero ha pasado la primera fase de su explotación. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,99	0,1
El vertedero está en su primera fase de explotación. Antigüedad inferior o igual a la vida útil.	0,9	0,09
El vertedero ha pasado la primera fase de su explotación. Antigüedad superior a la vida útil.	0,8	0,08
El vertedero está en su primera fase de explotación. Antigüedad superior a la vida útil.	0,7	0,07

Tabla 8. Coeficiente de probabilidad y porcentaje de volumen mínimo retenido asociado a cada una de las categorías del factor condicionante “contención en vertederos”. Fuente: elaboración propia.

II.3.7. Factor condicionante “Confinamiento del vaso de vertido”

Este factor hace referencia a las medidas de confinamiento del vaso de vertido en vertederos, las cuales serán un mecanismo para evitar la difusión por la acción del viento de los residuos depositados.

Los parámetros que definen las distintas categorías de la escala son: profundidad respecto al terreno adyacente y porcentaje del perímetro del vaso que está ocupado por terrenos o elementos elevados.

La tabla siguiente muestra la escala para el factor “confinamiento del vaso de vertido”, indicando las distintas categorías en función de las características de cada uno de los parámetros explicativos mencionados previamente y, para cada una de las categorías, el coeficiente de probabilidad y el porcentaje mínimo de volumen retenido por esta medida de contención.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

CONFINAMIENTO DEL VASO DE VERTIDO		
Categorías	Coefficiente de probabilidad	% Volumen retenido
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad igual o superior a 10 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados es superior al 75% del perímetro total.	0,99	0,1
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad de entre 5 y 10 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados es superior al 75% del perímetro total.	0,9	0,09
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad igual o inferior a 5 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados es superior al 75% del perímetro total.	0,8	0,08
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad igual o superior a 10 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados se encuentra entre el 50 y el 75% del perímetro total.	0,7	0,07
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad de entre 5 y 10 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados se encuentra entre el 50 y el 75% del perímetro total.	0,6	0,06
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad igual o inferior a 5 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados se encuentra entre el 50 y el 75% del perímetro total.	0,5	0,05
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad igual o superior a 10 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados se encuentra entre el 25 y el 50% del perímetro total.	0,4	0,04
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad de entre 5 y 10 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados se encuentra entre el 25 y el 50% del perímetro total.	0,3	0,03
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad igual o inferior a 5 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados se encuentra entre el 25 y el 50% del perímetro total.	0,2	0,02
El vaso de vertido se encuentra a una profundidad igual o superior a 10 m respecto al terreno adyacente. El perímetro del vaso ocupado por terrenos elevados es inferior al 25% del perímetro total.	0,1	0,01
Resto de circunstancias	0,01	0,01

Tabla 9. Coeficiente de probabilidad y porcentaje de volumen mínimo retenido asociado a cada una de las categorías del factor condicionante “confinamiento del vaso de vertido”. Fuente: elaboración propia.

II.3.8. Factor condicionante “Dirección del viento”

Este factor considera la probabilidad de que el viento pueda arrastrar residuos depositados en el vertedero y llevarlos hacia los recursos naturales. Para ello, se ha introducido el porcentaje de días al año en que domina cada una de las direcciones principales de los vientos, es decir el porcentaje de dominancia de vientos del norte (N), del noreste (NE), del este (E), del sureste (SE), del sur (S), del suroeste (SO), del oeste (O) o del noroeste (NO). Conjuntamente, se ha considerado en cuáles de esas direcciones existen recursos naturales. La probabilidad de que el viento lleve los residuos hacia los recursos naturales se calcula como la suma de los porcentajes de días al año con viento dominante en cada una de las direcciones en las que existen recursos naturales.

II.4. FACTORES CONDICIONANTES APLICABLES A CADA SUCESO INICIADOR

Una vez explicadas las escalas de los distintos factores condicionantes que se han considerado en el presente caso práctico, merece la pena incidir en que no todos estos factores son relevantes para todos los sucesos iniciadores identificados. En este sentido, las tablas siguientes indican qué factores condicionantes son de aplicación para cada suceso iniciador (Tabla 10), la probabilidad de éxito de cada factor (Tabla 11), su capacidad de contención (Tabla 12), el porcentaje de volumen mínimo que quedaría retenido en los mismos (Tabla 13), y el volumen que corresponde a ese porcentaje de retención (Tabla 14).

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

CÓDIGO DE SUCESO	DESCRIPCIÓN DEL SUCESO	FACTORES CONDICIONANTES							
		Contención automática	Contención manual	Gestión de aguas y derrames	Detección y extinción de incendios	Detección de fugas: piezómetros	Contención en vertederos	Confinamiento del vaso de vertido	Dirección del viento
S1	Derrame de residuos ácidos	X	X	X					
S2	Derrame de disolventes usados	X	X	X					
S3	Incendio - Aguas de extinción			X	X				
S4	Derrame de disolventes usados	X	X	X					
S5	Incendio - Aguas de extinción			X	X				
S6	Derrame de residuos ácidos	X	X	X					
S7	Derrame de disolventes usados	X	X	X					
S8	Incendio - Aguas de extinción			X	X				
S9	Derrame de disolventes usados	X	X	X					
S10	Incendio - Aguas de extinción			X	X				
S11	Derrame de residuos ácidos	X	X	X					
S12	Derrame de residuos ácidos	X	X	X					
S13	Derrame de agua contaminada	X	X	X					
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente		X						
S15	Derrame de pluviales contaminadas	X	X						
S16	Incendio - Aguas de extinción			X	X				
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización					X	X		
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento							X	X
S19	Fuga de lixiviados	X							

Tabla 10. Factores condicionantes de aplicación para cada uno de los sucesos iniciadores. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

CÓDIGO DE SUCESO	DESCRIPCIÓN DEL SUCESO	COEFICIENTE DE PROBABILIDAD DE CADA FACTOR CONDICIONANTE							
		Contención automática	Contención manual	Gestión de aguas y derrames	Detección y extinción de incendios	Detección de fugas: piezómetros	Contención en vertederos	Confinamiento del vaso de vertido	Dirección del viento
S1	Derrame de residuos ácidos	0,7	0,9	0,9					
S2	Derrame de disolventes usados	0,7	0,9	0,9					
S3	Incendio - Aguas de extinción			0,9	0,8				
S4	Derrame de disolventes usados	0,7	0,9	0,9					
S5	Incendio - Aguas de extinción			0,9	0,8				
S6	Derrame de residuos ácidos	0,8	0,9	0,9					
S7	Derrame de disolventes usados	0,8	0,9	0,9					
S8	Incendio - Aguas de extinción			0,9	0,8				
S9	Derrame de disolventes usados	0,7	0,9	0,9					
S10	Incendio - Aguas de extinción			0,9	0,8				
S11	Derrame de residuos ácidos	0,9	0,9	0,9					
S12	Derrame de residuos ácidos	0,9	0,9	0,9					
S13	Derrame de agua contaminada	0,8	0,9	0,9					
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente		0,9						
S15	Derrame de pluviales contaminadas	0,8	0,9						
S16	Incendio - Aguas de extinción			0,99	0,8				
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización					0,99	0,9		
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento							0,99	0,2
S19	Fuga de lixiviados	0,7							

Tabla 11. Coeficiente de probabilidad asociado a cada factor condicionante para cada suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

CÓDIGO DE SUCESO	DESCRIPCIÓN DEL SUCESO	CAPACIDAD DE CONTENCIÓN PARA CADA FACTOR CONDICIONANTE (m ³)							
		Contención automática	Contención manual	Gestión de aguas y derrames	Detección y extinción de incendios	Detección de fugas: piezómetros	Contención en vertederos	Confinamiento del vaso de vertido	Dirección del viento
S1	Derrame de residuos ácidos	5	1	40					
S2	Derrame de disolventes usados	25	1	40					
S3	Incendio - Aguas de extinción			40	*				
S4	Derrame de disolventes usados	5	1	40					
S5	Incendio - Aguas de extinción			40	*				
S6	Derrame de residuos ácidos	50	1	40					
S7	Derrame de disolventes usados	50	1	40					
S8	Incendio - Aguas de extinción			40	*				
S9	Derrame de disolventes usados	25	1	40					
S10	Incendio - Aguas de extinción			40	*				
S11	Derrame de residuos ácidos	10	1	40					
S12	Derrame de residuos ácidos	10	1	40					
S13	Derrame de agua contaminada	50	1	40					
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente		10						
S15	Derrame de pluviales contaminadas	50	1						
S16	Incendio - Aguas de extinción			40	*				
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización					*	40		
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento							13	*
S19	Fuga de lixiviados	30							

* No se trata de medidas de contención, por lo que no tienen asociada una capacidad de retención.

Tabla 12. Capacidad de contención de cada factor condicionante. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

CÓDIGO DE SUCESO	DESCRIPCIÓN DEL SUCESO	VALORES DE LOS COEFICIENTES DE VOLUMEN MÍNIMO RETENIDO PARA CADA FACTOR CONDICIONANTE (TANTO POR UNO DE LA CAPACIDAD)							
		Contención automática	Contención manual	Gestión de aguas y derrames	Detección y extinción de incendios	Detección de fugas: piezómetros	Contención en vertederos	Confinamiento del vaso de vertido	Dirección del viento
S1	Derrame de residuos ácidos	0,07	0,01	0,09					
S2	Derrame de disolventes usados	0,07	0,01	0,09					
S3	Incendio - Aguas de extinción			0,09	*				
S4	Derrame de disolventes usados	0,07	0,01	0,09					
S5	Incendio - Aguas de extinción			0,09	*				
S6	Derrame de residuos ácidos	0,08	0,01	0,09					
S7	Derrame de disolventes usados	0,08	0,01	0,09					
S8	Incendio - Aguas de extinción			0,09	*				
S9	Derrame de disolventes usados	0,07	0,01	0,09					
S10	Incendio - Aguas de extinción			0,09	*				
S11	Derrame de residuos ácidos	0,09	0,01	0,09					
S12	Derrame de residuos ácidos	0,09	0,01	0,09					
S13	Derrame de agua contaminada	0,08	0,01	0,09					
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente		0,01						
S15	Derrame de pluviales contaminadas	0,08	0,01						
S16	Incendio - Aguas de extinción			0,10	*				
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización					*	0,09		
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento							0,1	*
S19	Fuga de lixiviados	0,07							

* No se trata de medidas de contención, por lo que no existe un porcentaje mínimo de retención.

Tabla 13. Coeficientes de retención mínima ofrecida por cada factor condicionante con respecto a su capacidad. Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

CÓDIGO DE SUCESO	DESCRIPCIÓN DEL SUCESO	VALORES DE VOLUMEN MÍNIMO RETENIDO PARA CADA FACTOR CONDICIONANTE (m³)							
		Contención automática	Contención manual	Gestión de aguas y derrames	Detección y extinción de incendios	Detección de fugas: piezómetros	Contención en vertederos	Confinamiento del vaso de vertido	Dirección del viento
S1	Derrame de residuos ácidos	0,35	0,01	3,60					
S2	Derrame de disolventes usados	1,75	0,01	3,60					
S3	Incendio - Aguas de extinción			3,60	*				
S4	Derrame de disolventes usados	0,35	0,01	3,60					
S5	Incendio - Aguas de extinción			3,60	*				
S6	Derrame de residuos ácidos	4,00	0,01	3,60					
S7	Derrame de disolventes usados	4,00	0,01	3,60					
S8	Incendio - Aguas de extinción			3,60	*				
S9	Derrame de disolventes usados	1,75	0,01	3,60					
S10	Incendio - Aguas de extinción			3,60	*				
S11	Derrame de residuos ácidos	0,90	0,01	3,60					
S12	Derrame de residuos ácidos	0,90	0,01	3,60					
S13	Derrame de agua contaminada	4,00	0,01	3,60					
S14	Derrame de líquidos tratados inadecuadamente		0,10						
S15	Derrame de pluviales contaminadas	4,00	0,01						
S16	Incendio - Aguas de extinción			4,00	*				
S17	Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización					*	3,60		
S18	Emisión de partículas de residuos por el viento							1,30	*
S19	Fuga de lixiviados	2,10							

* No se trata de medidas de contención, por lo que no existe un porcentaje mínimo de retención.

Tabla 14. Volumen mínimo retenido en cada factor condicionante. Fuente: elaboración propia.

ANEJO V: ÁRBOLES CONSECUENCIALES

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ÁRBOLES CONSECUENCIALES	1

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

I. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se recogen los árboles consecuenciales diseñados para cada uno de los 19 sucesos iniciadores identificados en el análisis de riesgos. Estos árboles parten del suceso iniciador y evalúan el efecto que tienen sobre la evolución del mismo los diferentes factores condicionantes. En concreto, en el modelo planteado los factores condicionantes actúan de dos formas: modificando la probabilidad de ocurrencia y modificando la cantidad de agente liberado.

II. ÁRBOLES CONSECENCIALES

A continuación se recogen los árboles consecuenciales de cada uno de los sucesos iniciadores, en los cuales se indica tanto la probabilidad de ocurrencia de cada factor condicionante como el volumen de agente contaminante que los superaría y, por lo tanto, continuaría representando una amenaza de daño a los recursos naturales.

La estructura de los árboles se muestra en la Figura 1.

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Factor 1		Factor 2		Factor n		Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob. Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados					
			Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)							S	L	A	H	E	
			Sí		Sí		Sí													
							No													
								Sí												
			No		Sí		Sí													
								No												
								No												

Figura 1. Esquema de los árboles consecuenciales. Fuente: elaboración propia.

El árbol simula la posible evolución de los sucesos iniciadores a lo largo del tiempo, debiendo leerse de izquierda a derecha. De esta forma, los eventos comienzan con la producción de un suceso iniciador y desembocan en un determinado escenario accidental.

Los campos que se consideran en los árboles son los siguientes:

- a) **Suceso iniciador.** Es la descripción del suceso iniciador al que corresponde el árbol consecucional. El listado de sucesos iniciadores considerados puede consultarse en el Anejo I.
- b) **Prob.** Es la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador y de cada uno de los factores condicionantes. La probabilidad asociada a cada suceso iniciador se encuentra en el Anejo II. Por otro lado, la probabilidad de éxito de cada factor condicionante se expone en el Anejo IV, en concreto, resulta de especial utilidad la recopilación de datos realizada en su Tabla 11.
- c) **Vol. (m³).** Es el volumen que supera cada uno de los factores condicionantes pasando al siguiente elemento del árbol. El primer volumen del árbol coincide con la cantidad de agente liberado bajo las hipótesis establecidas en cada suceso iniciador, y el último volumen con la cantidad de agente que entraría en contacto con los recursos naturales. El cálculo de la cantidad

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

de agente liberado en cada suceso iniciador se encuentra en el Anejo III. Por otra parte, la capacidad de contención de cada factor condicionante se encuentra en la Tabla 12 del Anejo IV, y el volumen mínimo de retención asociado a cada uno de ellos en la Tabla 14 del mismo anejo.

- d) **Factor.** Es el nombre de cada factor condicionante, pudiendo encontrarse una descripción detallada de los mismos en el Anejo IV.
- e) **Código Esc.** Es el código del escenario accidental. Estos códigos tienen una estructura de tipo SX.EY, donde X es el código del suceso iniciador e Y el número de escenario dentro de ese suceso.
- f) **Prob. Esc.** Es la probabilidad de ocurrencia del escenario accidental calculada conforme con la metodología expuesta en el epígrafe IV de la memoria explicativa del presente caso práctico.
- g) **Vol. Esc. (m³).** Es el volumen liberado al medio bajo las hipótesis establecidas en cada escenario accidental calculado conforme con la metodología expuesta en el epígrafe V de la memoria explicativa del presente caso práctico.
- h) **Relevante.** Indica si el escenario se considera o no relevante. En este sentido, un escenario se ha considerado relevante de cara a la evaluación de sus posibles daños medioambientales si su probabilidad de ocurrencia y su volumen liberado son mayores que cero.
- i) **Recursos afectados.** Indica mediante una cruz cuales de los recursos naturales cubiertos por la Ley de Responsabilidad Medioambiental podrían verse potencialmente afectados, conforme con las hipótesis establecidas en cada escenario accidental. Las iniciales empleadas en este campo son las siguientes:
 - o S, suelo y agua subterránea.
 - o L, lecho del agua.
 - o A, agua superficial.
 - o H, especies vegetales.
 - o E, especies animales.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de residuos ácidos durante la descarga de camión cisterna (S1)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática		Actúa eficazmente la contención manual		Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames		Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados								
			Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)					S	L	A	H	E				
Derrame de 2,50 m ³	0,5598	2,50	Sí	0,7000	0,00	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S1.E1	0,3174	0,00	No						
						No			No	0,1000	0,00	S1.E2	0,0353	0,00	No						
					No			Sí	0,1000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S1.E3	0,0353	0,00	No				
								No			No	0,1000	0,00	S1.E4	0,0039	0,00	No				
					No	0,3000	2,15	Sí	0,9000	1,15	Sí	0,9000	0,00	S1.E5	0,1360	0,00	No				
								No			No	0,1000	0,00	S1.E6	0,0151	0,00	No				
								No			Sí	0,9000	0,00	S1.E7	0,0151	0,00	No				
								No			No	0,1000	0,00	S1.E8	0,0017	0,00	No				

Figura 2. Árbol consecucional del suceso iniciador 1: Derrame de residuos ácidos durante la descarga de camión cisterna (S1). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de disolventes usados durante la descarga de GRG (S2)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención manual	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames	Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
																S	L	A	H	E
Derrame de 1,00 m³	0,6444	1,00	Sí	0,7000	0,00	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S2.E1	0,3654	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S2.E2	0,0406	0,00	No					
						No	0,1000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S2.E3	0,0406	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S2.E4	0,0045	0,00	No					
			No	0,3000	0,00	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S2.E6	0,1566	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S2.E7	0,0174	0,00	No					
						No	0,1000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S2.E8	0,0174	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S2.E9	0,0019	0,00	No					

Figura 3. Árbol consecucional del suceso iniciador 2: Derrame de disolventes usados durante la descarga de GRG (S2). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Incendio – aguas de extinción por derrame en la descarga de GRG con disolventes usados (S3)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Detección y extinción temprano	Prob.	Vol. (m ³)	Gestión de aguas	Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
													S	L	A	H	E
Incendio + Vertido de aguas de extinción	0,4153	71,97	Sí	0,8000	0,00				S3.E1	0,3322	0,00	No					
			No	0,2000	71,97	Si	0,9000	31,97	S3.E2	0,0748	31,97	Sí	X				
						No	0,1000	68,37	S3.E3	0,0083	68,37	Sí	X				

Figura 4. Árbol consecucional del suceso iniciador 3: Incendio – aguas de extinción por derrame en la descarga de GRG con disolventes usados (S3). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de disolventes usados durante la carga a camión cisterna (S4)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática			Actúa eficazmente la contención manual			Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames			Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
			Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	S					L	A	H	E	
Derrame de 2,50 m³	0,5253	2,50	Sí	0,7000	0,00	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S4.E1	0,2978	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S4.E2	0,0331	0,00	No					
						No	0,1000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S4.E3	0,0331	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S4.E4	0,0037	0,00	No					
			No	0,3000	2,15	Sí	0,9000	1,15	Sí	0,9000	0,00	S4.E5	0,1276	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S4.E6	0,0142	0,00	No					
						No	0,1000	2,14	Sí	0,9000	0,00	S4.E7	0,0142	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S4.E8	0,0016	0,00	No					

Figura 5. Árbol consecuencial del suceso iniciador 4: derrame de disolventes usados durante la carga a camión cisterna (S4). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Incendio – aguas de extinción por derrame en la carga de disolventes usados a camión cisterna (S5)

Suceso iniciador	Prob	Vol. (m ³)	Detección y extinción temprano	Prob	Vol. (m ³)	Gestión de aguas	Prob	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
													S	L	A	H	E
Incendio + Vertido de aguas de extinción	0,2626	29,68	Sí	0,8000	0,00				S5.E1	0,2101	0,00	No					
			No	0,2000	29,68	Si	0,9000	0,00	S5.E2	0,0473	0,00	No					
						No	0,1000	26,08	S5.E3	0,0053	26,08	Sí	X				

Figura 6. Árbol consecucional del suceso iniciador 5: incendio – aguas de extinción por derrame en la carga de disolventes usados a camión cisterna (S5). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de residuos ácidos en el almacenamiento en depósitos fijos (S6)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática		Actúa eficazmente la contención manual		Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames		Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados								
			Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)					S	L	A	H	E				
Derrame de 12,00 m ³	0,5000	12,00	Sí	0,8000	0,00	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S6.E1	0,3240	0,00	No						
						No			No	0,1000	0,00	S6.E2	0,0360	0,00	No						
					No			Sí	0,1000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S6.E3	0,0360	0,00	No				
								No			No	0,1000	0,00	S6.E4	0,0040	0,00	No				
					No	0,2000	8,00	Sí	0,9000	7,00	Sí	0,9000	0,00	S6.E6	0,0810	0,00	No				
								No			No	0,1000	3,40	S6.E7	0,0090	3,40	Sí	X			
								No			Sí	0,9000	0,00	S6.E8	0,0090	0,00	No				
								No			No	0,1000	7,90	Sí	0,0090	0,00	No				
								No			No	0,1000	4,30	S6.E9	0,0010	4,30	Sí	X			

Figura 7. Árbol consecucional del suceso iniciador 6: derrame de residuos ácidos en el almacenamiento en depósitos fijos (S6). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de disolventes usados en el almacenamiento en depósitos fijos (S7)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática			Actúa eficazmente la contención manual			Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames			Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
			Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	S					L	A	H	E	
Derrame de 16,00 m³	0,4583	16,00	Sí	0,8000	0,00	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S7.E1	0,2970	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S7.E2	0,0330	0,00	No					
						No	0,1000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S7.E3	0,0330	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S7.E4	0,0037	0,00	No					
			No	0,2000	12,00	Sí	0,9000	11,00	Sí	0,9000	0,00	S7.E5	0,0743	0,00	No					
									No	0,1000	7,40	S7.E6	0,0083	7,40	Sí	X				
						No	0,1000	11,99	Sí	0,9000	0,00	S7.E7	0,0083	0,00	No					
									No	0,1000	8,39	S7.E8	0,0009	8,39	Sí	X				

Figura 8. Árbol consecuencial del suceso iniciador 7: derrame de disolventes usados en el almacenamiento en depósitos fijos (S7). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Incendio – aguas de extinción por derrame en el almacenamiento en depósitos fijos de disolventes usados (S8)

Suceso iniciador	Prob	Vol. (m ³)	Detección y extinción temprano	Prob	Vol. (m ³)	Gestión de aguas	Prob	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
													S	L	A	H	E
Incendio + Vertido de aguas de extinción	0,1273	79,48	Sí	0,8000	0,00				S8.E1	0,1019	0,00	No					
			No	0,2000	79,48	Si	0,9000	39,48	S8.E2	0,0229	39,48	Sí	X				
						No	0,1000	75,88	S8.E3	0,0025	75,88	Sí	X				

Figura 9. Árbol consecucional del suceso iniciador 8: incendio – aguas de extinción por derrame en el almacenamiento en depósitos fijos de disolventes usados (S8). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de disolventes usados en el almacenamiento en GRG (S9)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática			Actúa eficazmente la contención manual			Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames			Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
			Prob.	Vol. (m ³)	Si	Prob.	Vol. (m ³)	Si	Prob.	Vol. (m ³)	Si					S	L	A	H	E
Derrame de 0,75 m³	0,4954	0,75	Sí	0,7000	0,00	Si	0,9000	0,00	Si	0,9000	0,00	S9.E1	0,2809	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S9.E2	0,0312	0,00	No					
						No	0,1000	0,00	Si	0,9000	0,00	S9.E3	0,0312	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S9.E4	0,0035	0,00	No					
			No	0,3000	0,00	Si	0,9000	0,00	Si	0,9000	0,00	S9.E5	0,1204	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S9.E6	0,0134	0,00	No					
						No	0,1000	0,00	Si	0,9000	0,00	S9.E7	0,0134	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S9.E8	0,0015	0,00	No					

Figura 10. Árbol consecucional del suceso iniciador 9: derrame de disolventes usados en el almacenamiento en GRG (S9). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Incendio – aguas de extinción por derrame en almacenamiento de disolventes usados en GRG (S10)

Suceso iniciador	Prob	Vol. (m ³)	Detección y extinción temprano	Prob	Vol. (m ³)	Gestión de aguas	Prob	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
													S	L	A	H	E
Incendio + Vertido de aguas de extinción	0,2092	71,97	Sí	0,8000	0,00				S10.E1	0,1673	0,00	No					
			No	0,2000	71,97	Si	0,9000	31,97	S10.E2	0,0376	31,97	Sí	X				
						No	0,1000	68,37	S10.E3	0,0042	68,37	Sí	X				

Figura 11. Árbol consecucional del suceso iniciador 10: incendio – aguas de extinción por derrame en el almacenamiento de disolventes usados en GRG (S10). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de residuos ácidos desde la red de válvulas y tuberías aéreas de transporte (S11)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática			Actúa eficazmente la contención manual			Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames			Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
			Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	S					L	A	H	E	
Derrame de 2,50 m³	0,4949	2,50	Sí	0,9000	1,60	Sí	0,9000	1,50	Sí	0,9000	0,00	S11.E1	0,3608	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S11.E2	0,0401	0,00	No					
						No	0,1000	1,59	Sí	0,9000	0,00	S11.E3	0,0401	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S11.E4	0,0045	0,00	No					
			No	0,1000	1,60	Sí	0,9000	1,50	Sí	0,9000	0,00	S11.E5	0,0401	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S11.E6	0,0045	0,00	No					
						No	0,1000	1,59	Sí	0,9000	0,00	S11.E7	0,0045	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S11.E8	0,0005	0,00	No					

Figura 12. Árbol consecucional del suceso iniciador 11: derrame de residuos ácidos desde la red de válvulas y tuberías aéreas de transporte (S11). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de residuos ácidos del reactor de neutralización (S12)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática			Actúa eficazmente la contención manual			Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames			Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
			Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	Prob.	Vol. (m ³)	S					L	A	H	E	
Derrame de 7,50 m³	0,5389	7,50	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S12.E1	0,3929	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S12.E2	0,0437	0,00	No					
						No	0,1000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S12.E3	0,0437	0,00	No					
									No	0,1000	0,00	S12.E4	0,0049	0,00	No					
			No	0,1000	6,60	Sí	0,9000	5,60	Sí	0,9000	0,00	S12.E5	0,0437	0,00	No					
									No	0,1000	2,00	S12.E6	0,0049	2,00	Sí	X				
						No	0,1000	6,59	Sí	0,9000	0,00	S12.E7	0,0049	0,00	No					
									No	0,1000	2,99	S12.E8	0,0005	2,99	Sí	X				

Figura 13. Árbol consecucional del suceso iniciador 12: derrame de residuos ácidos del reactor de neutralización (S12). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de agua contaminada del depósito del tratamiento físico químico (S13)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática			Actúa eficazmente la contención manual			Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames			Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados							
			Prob.	Vol. (m ³)	Si	Prob.	Vol. (m ³)	Si	Prob.	Vol. (m ³)	Si					Prob.	Vol. (m ³)	S	L	A	H	E	
Derrame de 7,50 m ³	0,4583	7,50	Sí	0,8000	0,00	Si	0,9000	0,00	Si	0,9000	0,00	S13.E1	0,2970	0,00	No								
								No	0,1000	0,00	No	0,1000	0,00	S13.E2	0,0330	0,00	No						
						No		0,1000	0,00	Si	0,9000	0,00	S13.E3	0,0330	0,00	No							
									No	0,1000	0,00	No	0,1000	0,00	S13.E4	0,0037	0,00	No					
					No	0,2000	3,50	Si	0,9000	2,50	Si	0,9000	0,00	S13.E5	0,0743	0,00	No						
											No	0,1000	0,00	S13.E6	0,0083	0,00	No						
								No	0,1000	3,49	Si	0,9000	0,00	S13.E7	0,0083	0,00	No						
											No	0,1000	0,00	S13.E8	0,0009	0,00	No						

Figura 14. Árbol consecucional del suceso iniciador 13: derrame de agua contaminada del depósito del tratamiento físico químico (S13). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de líquidos tratados inadecuadamente en el tratamiento previo a vertido (S14)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención manual	Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
										S	L	A	H	E
Derrame de 0,83 m³	0,4877	0,83	Sí	0,9000	0,00	S14.E1	0,4389	0,00	No					
			No	0,1000	0,73	S14.E2	0,0488	0,73	Sí			X		

Figura 15. Árbol consecucional del suceso iniciador 14: derrame de líquidos tratados inadecuadamente en el tratamiento previo a vertido (S14). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Derrame de pluviales contaminadas del depósito de almacenamiento de pluviales y de posibles derrames (S15)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención manual	Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados					
													S	L	A	H	E	
Derrame de 10,00 m ³	0,4769	10,00	Sí	0,8000	0,00	Sí	0,9000	0,00	S15.E1	0,3433	0,00	No						
					No	0,1000	0,00	S15.E2	0,0381	0,00	No							
			No	0,2000	6,00	Sí	0,9000	5,00	S15.E3	0,0858	5,00	Sí	X					
					No	0,1000	5,99	S15.E4	0,0095	5,99	Sí	X						

Figura 16. Árbol consecuencial del suceso iniciador 15: derrame de pluviales contaminadas del depósito de almacenamiento de pluviales y de posibles derrames (S15).

Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Incendio – aguas de extinción en los residuos depositados en el vertedero (S16)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Detección y extinción temprana	Prob.	Vol. (m ³)	Gestión de aguas	Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
													S	L	A	H	E
Incendio + Vertido de aguas de extinción	0,4444	10,00	Sí	0,8000	0,00				S16.E1	0,3556	0,00	No					
			No	0,2000	10,00	Si	0,9900	0,00	S16.E2	0,0880	0,00	No					
						No	0,0100	6,00	S16.E3	0,0009	6,00	Sí	X				

Figura 17. Árbol consecucional del suceso iniciador 16: incendio – aguas de extinción en los residuos depositados en el vertedero (S16). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización del vertedero (S17)

Suceso iniciador	Prob.	Actúa eficazmente la detección (piezómetros)	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática	Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
												S	L	A	H	E
Lixiviados	0,3222	Sí	0,9900	23,97	Sí	0,9000	0,00	S17.E1	0,2871	0,00	No					
					No	0,1000	20,37	S17.E2	0,0319	20,37	Sí	X				
		No	0,0100	47,95	Sí	0,9000	0,00	S17.E3	0,0029	0,00	No					
					No	0,1000	44,35	S17.E4	0,0003	44,35	Sí	X				

Figura 18. Árbol consecucional del suceso iniciador 17: fuga de lixiviados por rotura de la impermeabilización del vertedero (S17). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Emisión por el viento de partículas de residuos depositados en el vertedero (S18)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Confinamiento	Prob.	Vol. (m ³)	Dirección del viento	Prob.	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados								
												S	L	A	H	E				
Emisión de 12,50 m³	0,7593	12,50	Sí	0,9900	0,00	Dirección recursos naturales	0,2000	S18.E1	0,1503	0,00	No									
						Otra					0,8000	S18.E2	0,6013	0,00	No					
			No			0,0100					11,25	Dirección recursos naturales	0,2000	S18.E3	0,0015	11,25	Sí	X		
						Otra					0,8000	S18.E4	0,0061	0,00	No					

Figura 19. Árbol consecucional del suceso iniciador 18: emisión por el viento de partículas de residuos depositados en el vertedero (S18). Fuente: elaboración propia.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

Fuga de lixiviados de los tanques de retención (S19)

Suceso iniciador	Prob.	Vol. (m ³)	Actúa eficazmente la contención automática	Prob.	Vol. (m ³)	Código Esc.	Prob Esc.	Vol. Esc. (m ³)	Relevante	Recursos afectados				
										S	L	A	H	E
Derrame de 10,00 m³	0,5167	10,00	Sí	0,7000	0,00	S19.E1	0,3617	0,00	No					
			No	0,3000	7,90	S19.E2	0,1550	7,90	Sí	X				

Figura 20. Árbol consecuencial del suceso iniciador 19: fuga de lixiviados de los tanques de retención (S19). Fuente: elaboración propia.

ANEJO VI: PARÁMETROS INTRODUCIDOS EN LA ECUACIÓN DEL IDM PARA CADA ESCENARIO

Sector: *Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético*

Índice

I. INTRODUCCIÓN	1
II. VALOR DE LOS PARÁMETROS DE ENTRADA EN LA ECUACIÓN DEL IDM	2

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

I. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se ofrece una tabla resumen con los parámetros introducidos en la ecuación del Índice de Daños Medioambientales (IDM) para cada escenario accidental. Estos parámetros se han tomado del Anexo III del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre.

De forma adicional, el capítulo VI.2.1 de la Guía Metodológica se expone la ecuación del Índice de Daños Medioambientales (IDM) y la descripción y cálculo de cada una de sus variables, de forma muy similar a como está descrito en el citado Anexo III del reglamento.

Sector: Determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. Aplicación a un caso hipotético

II. VALOR DE LOS PARÁMETROS DE ENTRADA EN LA ECUACIÓN DEL IDM

Escenario	Sustancia tipo	Sustancia IDM	Recurso IDM	Grupo IDM	Parámetros IDM						Modificadores M _B								Modificadores M _C				IDM Combinación	IDM Escenario		
					Ecf	Ecu	α	Ec	Ecr	Ecc	M _{B1}	M _{B5}	M _{B8}	M _{B9}	M _{B11}	M _{B12}	M _{B14}	M _{B17}	M _{B18}	B	M _{C1}	M _{C2}			M _{C3}	C
S3.E3	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	45,81	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	14.249,94	193.841,07
			Agua subterránea	5	100.000	67	22,56	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	179.591,14	
S3.E2	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	21,42	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	7.149,71	185.342,00
			Agua subterránea	5	100.000	67	10,55	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	178.192,29	
S5.E3	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	17,47	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	5.999,83	183.965,57
			Agua subterránea	5	100.000	67	8,60	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	177.965,74	
S6.E7	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	2,28	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	1.218,49	178.202,76
			Agua subterránea	5	100.000	15	1,12	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	176.984,28	
S6.E9	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	2,88	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	1.299,19	178.288,92
			Agua subterránea	5	100.000	15	1,42	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	176.989,73	
S7.E6	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	4,96	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	2.357,06	179.605,13
			Agua subterránea	5	100.000	67	2,44	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	177.248,06	
S7.E8	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	5,62	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	2.550,17	179.836,28
			Agua subterránea	5	100.000	67	2,77	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	177.286,11	
S8.E2	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	26,45	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	8.613,65	187.094,35
			Agua subterránea	5	100.000	67	13,03	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	178.480,70	
S8.E3	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	50,84	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	15.713,87	195.593,42
			Agua subterránea	5	100.000	67	25,04	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	179.879,55	
S10.E3	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	45,81	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	14.249,94	193.841,07
			Agua subterránea	5	100.000	67	22,56	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	179.591,14	
S10.E2	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	21,42	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	7.149,71	185.342,00
			Agua subterránea	5	100.000	67	10,55	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	178.192,29	
S12.E6	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	1,34	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	1.092,95	178.068,75
			Agua subterránea	5	100.000	15	0,66	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	176.975,80	
S12.E8	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	2,00	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	1.181,72	178.163,52
			Agua subterránea	5	100.000	15	0,99	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	176.981,79	
S14.E2	Ácido	Sustancias inorgánicas	Agua superficial	2	100.000	15	0,73	2	1.934	0,03	1	1	-	-	1,25	0,8	-	-	0,9	0,90	1,3	-	-	1,3	105.609,93	105.609,93
S15.E3	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	3,35	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	1.888,92	179.044,75
			Agua subterránea	5	100.000	67	1,65	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	177.155,83	
S15.E4	Disolvente	COSV no halogenados	Suelo	10	0	201	4,01	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,25	0,9	1,41	-	-	1	1,0	2.082,03	179.275,90
			Agua subterránea	5	100.000	67	1,98	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	1	-	1,25	0,9	1,13	-	1,3	-	1,3	177.193,88	
S16.E3	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	4,02	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	1.451,63	178.451,65
			Agua subterránea	5	100.000	15	1,98	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	177.000,02	
S17.E2	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	13,65	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	2.740,42	179.827,50
			Agua subterránea	5	100.000	15	6,72	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	177.087,08	
S17.E4	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	29,71	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	4.890,04	182.122,32
			Agua subterránea	5	100.000	15	14,63	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	177.232,28	
S18.E3	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	7,54	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	1.922,40	178.954,22
			Agua subterránea	5	100.000	15	3,71	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	177.031,82	
S19.E2	Ácido	Sustancias inorgánicas	Suelo	10	0	105	5,29	1	887	0,03	1	-	1	-	-	-	1,25	1,1	0,9	1,24	-	-	1	1,0	1.622,00	178.633,53
			Agua subterránea	5	100.000	15	2,61	1,5	55.238	0,03	1	-	-	1	-	0,8	-	1,1	0,9	0,79	-	1,3	-	1,3	177.011,53	

Notas

- 1- El parámetro α se corresponde con: el volumen vertido al suelo en las combinaciones del Grupo 10 (VvertS), el volumen vertido al agua subterránea en las combinaciones del Grupo 5 (VvertAS), y el volumen vertido al agua superficial en la combinación del Grupo 2 (Vvert).
- 2- En todos los escenarios identificados los siguientes parámetros de la ecuación del IDM toman los mismos valores, siendo: A = 1; p = 0 y β = 0

Tabla 1. Valor de los parámetros introducidos en la ecuación del IDM para cada escenario. Fuente: elaboración propia.