



**MODELO DE INFORME DE RIESGOS
AMBIENTALES TIPO (MIRAT)
PARA EL SECTOR DEL ACEITE DE OLIVA Y DE
OLEAGINOSAS**

EJEMPLO PRÁCTICO 2: Almazara de aceite de oliva

**COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS
MEDIOAMBIENTALES**

Índice

I. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DE SU ENTORNO.....	5
I.1. Normativa aplicable	5
I.2. Sistema de certificación ambiental	7
I.3. Proceso productivo	7
I.3.1. Recepción y limpieza de la aceituna.....	11
I.3.2. Molturación.....	11
I.3.3. Batido y centrifugado	11
I.3.4. Infraestructuras auxiliares	12
I.4. Agentes potencialmente causantes de daños medioambientales	12
I.5. Medidas de prevención y evitación	13
I.6. Caracterización del entorno.....	15
II. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES	16
II.1. Zonificación de la instalación e identificación de fuentes de peligro	16
II.2. Identificación de los sucesos iniciadores y sus causas.....	16
II.2.1. Zona de extracción	18
II.2.2. Infraestructuras auxiliares	18
II.2.3. Sucesos iniciadores singulares	20
II.3. Factores condicionantes y escenarios accidentales	21
II.3.1. Zona de extracción	24
II.3.2. Infraestructuras auxiliares	24
III. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO	25
III.1. Parámetros de probabilidad de los sucesos iniciadores	26
III.1.1. Antigüedad	26
III.1.2. Mantenimiento.....	26
III.1.3. Medidas de control	27
III.1.4. Personal	28
III.2. Factores condicionantes.....	29
III.2.1. Detección y contención de fugas en depósitos	30

III.2.2. Detección y contención de fugas en equipos.....	30
III.2.3. Pavimento	31
III.2.4. Detección y extinción de incendios	32
III.2.5. Capacidad de expansión.....	32
III.2.6. Gestión de aguas	34
III.3. Periodo de actividad	35
III.4. Árboles de sucesos	37
III.4.1. Cálculo de la probabilidad de los sucesos iniciadores	37
III.4.2. Cálculo de la probabilidad de los escenarios accidentales	38
IV. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO.....	39
IV.1. Cálculo del volumen de vertido.....	41
IV.1.1. Volumen de vertido en caso de derrame de sustancias.....	41
IV.1.2. Volumen de vertido en caso de incendio/explosión	44
IV.2. Identificación de recursos naturales potencialmente afectados.....	49
IV.2.1. Daños al suelo y a las aguas subterráneas	49
IV.2.2. Daños al agua superficial.....	50
IV.2.3. Resumen de recursos afectados	52
IV.3. Asignación de valores a los multiplicadores del IDM	52
IV.4. Cálculo del IDM de cada escenario accidental.....	53
V. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO	54
VI. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA	55
VII. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA.....	56
VII.1. Extensión del daño medioambiental.....	56
VII.2. Intensidad del daño medioambiental.....	58
VII.3. Escala temporal del daño medioambiental.....	58
VII.4. Significatividad del daño medioambiental	59
VIII.MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA	59
IX. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA.....	60
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

Anexos

ANEXO I: Árboles de sucesos

ANEXO II: Tabla de cálculo del IDM

ANEXO III: Informe de MORA

I. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DE SU ENTORNO

La instalación objeto de estudio se dedica a la producción de aceite de oliva virgen, virgen extra y virgen lampante mediante su extracción a partir de la aceituna utilizando exclusivamente medios físicos y/o mecánicos.

El periodo de actividad de la instalación es de dos a tres meses al año, en función de la campaña de aceituna. Durante este periodo la instalación se mantiene en funcionamiento las 24 horas; contando con personal en las zonas del edificio principal de forma continuada, mientras que en el patio exterior están presentes 16 horas al día. El mantenimiento de la instalación suele realizarse de dos a tres veces al año, generalmente antes y después del periodo de actividad.

La instalación está localizada en el interior de la Península y no existen en sus proximidades hábitats prioritarios, Espacios Naturales Protegidos ni zonas de la Red Natura 2000. Está ubicada dentro de un polígono industrial, el cual se encuentra rodeado por terrenos de cultivo. No se han encontrado cursos de agua superficial en las proximidades de la instalación.

El presente caso práctico se ha realizado a partir de datos recopilados en distintas visitas a instalaciones que realizan la actividad de extracción de aceite de oliva.

Para preservar la confidencialidad de las instalaciones visitadas, la información obtenida en las mismas se ha modificado para la realización de este ejercicio práctico. De esta forma, los datos utilizados de producción, almacenamiento, entorno, etc. si bien tienen una base real son completamente ficticios, en el sentido de que no se corresponden con una instalación concreta.

Cuadro 1. Aclaración sobre los datos utilizados para la realización de este caso práctico. Fuente:
Elaboración propia.

I.1. NORMATIVA APLICABLE

- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental

En el artículo 3 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental se fija su ámbito de aplicación: «a aquellos daños medioambientales y a las amenazas inminentes de que tales daños ocurran, cuando hayan sido causados por las actividades económicas o profesionales enumeradas en el anexo III, aunque no exista dolo, culpa o negligencia». Por tanto, es necesaria la identificación de los apartados por los cuales podría quedar incluida esta actividad en el anexo III de dicha ley.

El apartado 2 del anexo III hace referencia a las actividades de gestión de residuos (Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos), entre las que se incluye la eliminación de residuos. Dicha ley queda derogada por la Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelo, la cual establece en su artículo 14.2 que las actividades de valorización y eliminación de residuos quedan sometidas al régimen de autorización por el órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma, por lo que esta almazara se vería incluida en este apartado.

Por otro lado, podría considerarse que las fugas o derrames actuarían como vertidos no autorizables y, en caso de detectarse en el medio receptor, podría iniciarse un expediente sancionador por el organismo de cuenca o bien iniciarse un expediente de responsabilidad medioambiental en virtud de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, ya que los vertidos quedan reflejados en el apartado 3 del anexo III. Según el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, se consideran vertidos los realizados tanto directa o indirectamente a las aguas continentales como al resto del dominio público hidráulico. Por tanto, como vertido indirecto se incluirían aquellos realizados a través de redes de colectores de recogida de aguas residuales o de aguas pluviales o por cualquier otro medio de desagüe o elemento del dominio público hidráulico, así como los realizados en aguas subterráneas mediante filtración a través del suelo o del subsuelo.

Los epígrafes 8.a y 8.b están referidos a la fabricación, utilización, almacenamiento, transformación, embotellado, liberación en el medio ambiente y transporte in situ de sustancias y preparados peligrosos, tal y como establecen el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. Esta normativa regula las sustancias y preparados químicos y sus compuestos, definiéndolos como aquéllos que posean alguna de las propiedades de peligrosidad que se establecen en dichos reglamentos (explosivos, comburentes, inflamables, corrosivos, peligrosos para el medio ambiente, etc.). En el caso concreto que nos ocupa, la almazara deberá evaluar la pertenencia al apartado 8 del anexo III siempre y cuando en su instalación haya presencia de alguna sustancia y/o preparado utilizados como coadyuvantes de los procesos o aditivos, así como cualquier sustancia peligrosa utilizada para limpieza de las instalaciones, etc., que se vea afectada por esta normativa.

- Normativa sobre balsas

La Ley 22/2011, de 28 de julio, establece en su artículo 12.4 que corresponde a las Comunidades Autónomas la elaboración de los programas autonómicos de prevención de residuos y de los planes autonómicos de gestión de residuos y la autorización, vigilancia, inspección y sanción de las actividades de producción y gestión de residuos; además, tal y como se ha comentado previamente, en su artículo 14.2 se especifica que las actividades de valorización y eliminación de residuos quedan sometidas al régimen de autorización por el órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma.

En las visitas realizadas para la elaboración de este ejercicio práctico se ha preparado un listado con la información necesaria para tramitar la autorización para la eliminación de residuos a través de una balsa de evaporación que se les solicita desde la Comunidad Autónoma competente. Dicha información es la siguiente:

1. En caso de entregar los residuos a un gestor, se deberá remitir una carta de aceptación o un documento acreditativo de tal entrega. En el caso del lodo depositado en la balsa, deberá remitirse también la carta de aceptación de gestor autorizado.
2. La balsa de evaporación debe incluir un balance hídrico que justifique dicha evaporación en esas condiciones y según características de la balsa.
3. En la balsa deberán impermeabilizarse la base y los laterales para evitar el riesgo de filtraciones y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. El coeficiente de permeabilidad debe ser igual o inferior a 1×10^{-9} metros/segundo. La impermeabilización podrá realizarse natural o artificialmente, con terreno natural apropiado o artificialmente mediante láminas impermeabilizantes (generalmente polietileno) o mediante solera de hormigón de al menos 20 cm y paredes de fábrica de ladrillo enfoscadas, en caso de que vaya elevada sobre el terreno.
4. Se deberá contar con un sistema de detección y control de fugas. Para ello se dispondrán pozos testigos dotados de piezómetros alrededor del perímetro, próximos a la balsa (a menos de 1 metro del pie del talud) y con una profundidad de 2 metros por debajo de la solera. En su distribución se colocarán al menos uno aguas arriba y otro, aguas abajo si la zona de ubicación cuenta con alguna inclinación. Al menos cada balsa deberá contar con un piezómetro.
5. La balsa tendrá una profundidad máxima de 1,5 metros, el resguardo mínimo será de 0,5 metros. El volumen se calculará en función del criterio que determine un volumen mayor:

- 1) la necesidad de almacenamiento de los fluidos generados en los periodos excedentes
- 2) el volumen necesario en función del balance hídrico anual

I.2. SISTEMA DE CERTIFICACIÓN AMBIENTAL

- La instalación objeto de estudio se supone que no está adherida a ningún Sistema de Gestión Medioambiental (ISO/EMAS).

I.3. PROCESO PRODUCTIVO

La instalación tiene una superficie de unos 4.000 m² y consta de dos zonas, una exterior, que corresponde a la zona de recepción, limpieza, lavado, pesaje, almacenamiento y primer tratamiento (molturación y dosificación de talco) de la materia prima, así como al almacenamiento de alpeorajo y de hueso, y al foso de decantación; y otra interior, que incluye el proceso de extracción, el almacenamiento de producto terminado (bodega) y la sala de calderas.

El patio exterior se encuentra pavimentado y en buenas condiciones. La zona de descarga de la aceituna se encuentra anexa al edificio de extracción y está techada, por lo que quedan bajo cubierta las zonas de deshuesado y de cintas; la limpiadora, las básculas y la lavadora; y las tolvas, los molinos y los dosificadores de talco. En esta zona además se sitúan los sacos de talco, utilizado como coadyuvante en el proceso de batido. Se suelen manejar entre 20.000 y 25.000 kg/año. Así mismo en el patio exterior, pero fuera de la zona cubierta, se localizan:

- Las tolvas de alpeorajo, cada una de ellas con una capacidad de 50.000 kg, debajo de las cuales se sitúa la zona de acceso de los camiones cisterna que transportan este subproducto.
- El hueso, que se acumula en pilas de cara a su utilización como materia prima en la sala de calderas. Se almacenan en torno a 1.500 toneladas de hueso.
- El foso de decantación que tiene una capacidad de unos 60 m³ y a él van a parar todas las aguas y vertidos del proceso de extracción.

Por otro lado, en el edificio principal se sitúa el resto de la maquinaria (batidoras, decánter, vibradores y centrifugas) necesaria para la extracción del aceite, también se encuentran aquí las oficinas y, en dos zonas separadas, el almacén de producto terminado y la sala de calderas. La instalación cuenta con dos calderas, de las cuales únicamente se utiliza una, quedando la otra de reserva. Estas calderas funcionan con el hueso de la aceituna, denominado orujillo, biocombustible proveniente de la actividad de la propia instalación. La zona de almacenamiento de aceite está constituida por depósitos de distinta capacidad (10.000, 22.000 o 50.000 kg), con llaves que permiten regular los procesos de llenado y de descarga. Bajo la bodega existen dos arquetas que desembocan en sendos depósitos cada uno con una capacidad de 1 m³. Estas estructuras actúan a modo de cubeto permitiendo la recuperación, en caso de accidente, de parte del producto vertido.

En cuanto a las redes de drenaje, hay dos redes separadas:

- La red de drenaje del proceso de extracción, que es cerrada y va a parar al foso de decantación. Este foso es un almacenamiento intermedio de las aguas de lavado, que mediante una boya de detección de nivel regula su paso hacia una balsa exterior. Este transporte se realiza por medio de un sistema de tuberías que bombea en torno a 30.000 l/h. La balsa se sitúa a unos 800 metros de distancia de la instalación, con una superficie total de 4.500 m²—las dimensiones de la balsa han sido calculadas tomando como base un periodo de lluvias de 50-75 años y una acumulación de residuos correspondiente a cinco años de producción—. Tiene una lámina de altura media de 1,5 m y otros 1,5 m de resguardo para evitar posibles reboses. Dicha balsa se encuentra impermeabilizada de forma natural, según un estudio realizado. Está dotada de dos piezómetros, situados en cada extremo de la balsa, que se utilizan como medio para comprobar la existencia de posibles fugas.
- Además de la red de drenaje de proceso, existe una red de pluviales con arquetas repartidas en la zona exterior, que redirigen el contenido a la red municipal. Esta red es abierta y vierte directamente al exterior.

El grado de automatización del proceso es del 100% y además las operaciones se encuentran supervisadas. Las zonas de almacenamiento, en cambio, no presentan supervisión aunque los depósitos de aceite poseen medidores de nivel que permiten la detección de fugas por parte del personal en caso de algún incidente.

En cuanto a los sistemas de detección y extinción de incendios, la instalación no presenta sistemas de detección y los de extinción son de tipo manual, habiendo extintores y una boca de incendio equipada. En caso de incendio las aguas de extinción desaguarían en la red de pluviales.

Por último y en relación a las actividades de mantenimiento, durante el período de producción las centrifugas se limpian cada 2-5 días, las lavadoras todos los días y los depósitos cada vez que se quedan totalmente vacíos. Posteriormente, cuando la instalación se encuentra en parada, se realizan dos mantenimientos completos de los equipos, uno tras finalizar la campaña y otro antes del inicio de la siguiente. Por otro lado, la balsa se limpia cada 4-5 años en función de su colmatación por los sólidos presentes en las aguas.

Como se ha comentado previamente, en la almazara objeto de estudio el proceso se realiza en dos zonas distintas. En la exterior se comienza el proceso con la descarga del fruto y a continuación la carga se pasa desde la cinta transportadora hasta la limpiadora desde donde va a parar a la lavadora y a la pesadora continua para acabar en las tolvas de almacenamiento y, por último, se realiza la molturación del producto. Y por otro lado en el interior del edificio principal, donde se realiza la molturación propiamente dicha de la aceituna para la obtención del producto final.

Es importante destacar que durante todo el proceso de producción de aceite las líneas de producto y de residuos están bien diferenciadas y son completamente independientes.

En la Figura 1 se recogen de forma esquematizada los pasos del proceso de producción en los sistemas de dos fases.

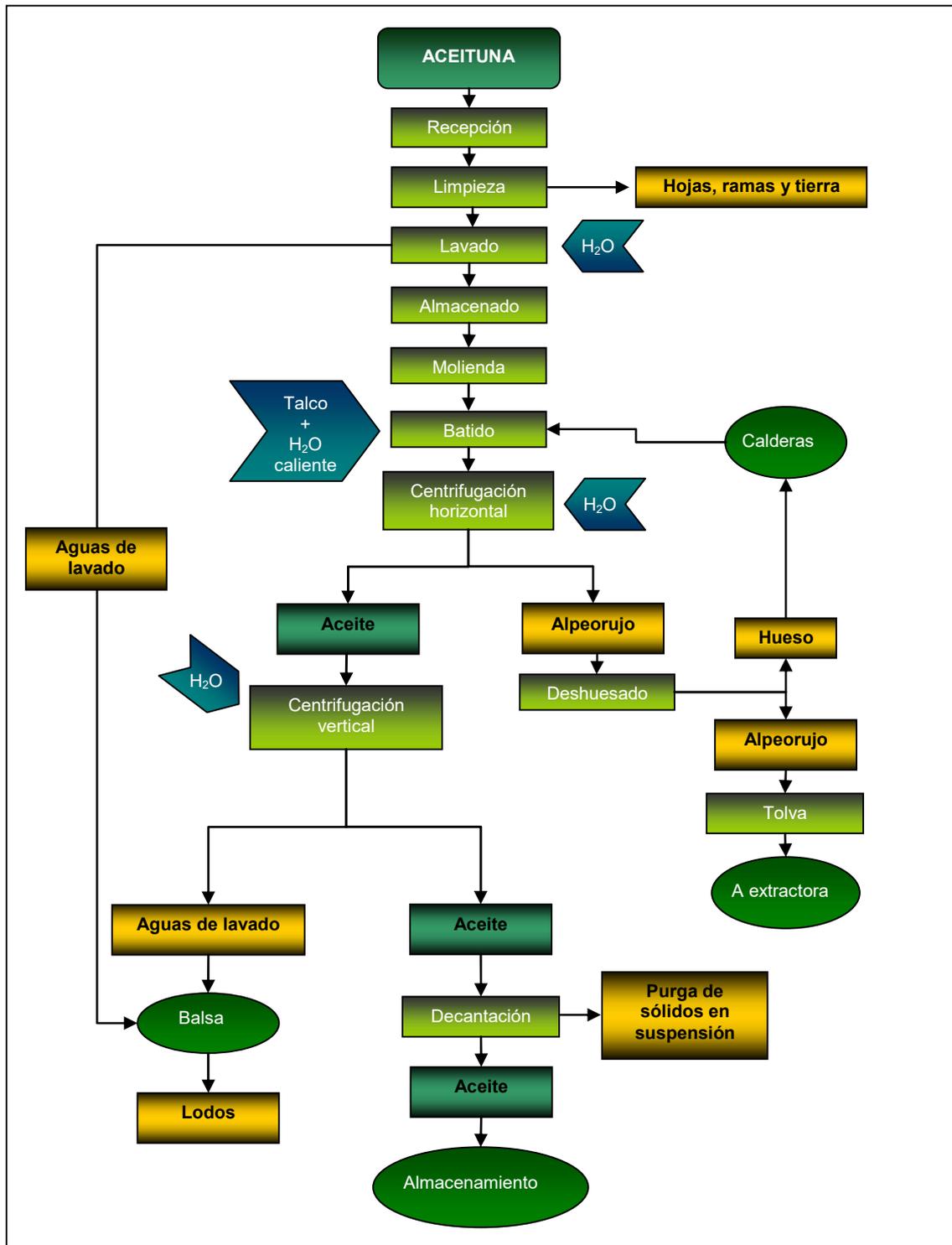


Figura 1. Proceso de producción. Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de Gestión Ambiental, Almazaras.

A continuación se desarrollan las distintas fases del modelo, indicando para cada una de ellas su finalidad y los subproductos o residuos que se generan.

I.3.1. Recepción y limpieza de la aceituna

Los frutos se descargan en el patio, desde donde pasan a las cintas transportadoras que llevan las aceitunas hasta la zona de limpieza del fruto —dado que las aceitunas llegan con suciedad, deben limpiarse con carácter previo al proceso de extracción de aceite—. Esta etapa permite la separación de las aceitunas de los restos de hojas, ramas, piedras, etcétera.

Cuando además de hojas y brotes la carga lleva otras impurezas, se pasa por la lavadora con el objetivo de almacenar lo más limpio posible el fruto para la extracción del aceite. Desde esta última etapa se dirige el fruto por medio de una cinta hasta la zona de almacenamiento en el interior de tolvas, donde deberá permanecer el menor tiempo posible para evitar el atrojado de la aceituna.

I.3.2. Molturación

La molturación se lleva a cabo mediante molinos de martillos, en lo que se conoce como proceso continuo. Los martillos giran a una elevada velocidad, golpeando el fruto, que a continuación se hace pasar por una criba (cada martillo contiene una criba de un diámetro que viene determinado por la variedad de aceituna que se molture). En esta fase se rompe la aceituna formando una masa que pasa al decánter.

I.3.3. Batido y centrifugado

El proceso de batido tiene como finalidad la obtención de una mezcla oleosa homogénea que facilite las fases siguientes del proceso de producción. Para ello una vez en la termobatidora, la masa entra en contacto con agua caliente (entre 20 y 30 grados) que la fluidifica y permite la formación de la fase oleosa. En este proceso se adiciona talco¹, utilizado para favorecer la separación de las gotas de aceite liberadas y para absorber el agua sobrante, facilitando el proceso de extracción de aceite.

Tras el batido, se hace pasar la masa al decánter o centrifuga horizontal, donde el aceite se separa del agua por centrifugación a 3.500 rpm aproximadamente. La instalación cuenta con una serie de centrifugas horizontales de diferente capacidad, desde 1.500 kg/h hasta 20.000 kg/h. Como resultado de este proceso de centrifugación se obtienen 2 productos —por ello la denominación de sistema de 2 fases—: el aceite y el alpeorujo. En esta instalación se realiza un deshuesado del alpeorujo, ya que se valoriza el producto resultante utilizándolo como combustible en las calderas. Una vez realizado el deshuesado el alpeorujo se almacena en tolvas situadas en el patio, mientras que el aceite pasa por un segundo centrifugado antes de ser almacenado.

Este se realiza mediante centrifugas verticales, las cuales funcionan con un caudal de agua continuo que permite la separación de los líquidos de distinta densidad —el aceite queda en la parte superior

¹ La cantidad de talco adicionada al proceso varía en función de la humedad que contenga la aceituna y de la capacidad de emulsión de la misma, ya que el talco lo que hace es romper la emulsión de aceite de oliva en agua de tal manera que el agua de lavado contiene menos aceite. El talco está permitido en este tipo de industria dado que el proceso que se realiza con él es físico.

mientras que los sólidos quedan abajo y se purgan para evitar que el aceite pueda coger mal sabor—. Esta maquinaria cuenta con una llave para poder purgar los sólidos decantados de forma que las propiedades del aceite no se vean alteradas por el contacto con dichos sólidos.

I.3.4. Infraestructuras auxiliares

Aparte de la zona principal de proceso, en la instalación existen otras cuatro zonas que constituyen las infraestructuras auxiliares:

- Almacén de producto terminado. Una vez que el aceite se ha extraído completamente del fruto tras el batido y el centrifugado, se conduce por un sistema de tuberías hasta la zona de almacenamiento, donde se acopia en tanques hasta su posterior envasado.
- Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos (alpeorujo y hueso). Desde la zona de proceso se conduce el alpeorujo a unas tolvas, donde se almacena hasta que es recogido por los camiones que lo llevarán a la orujera. Por otro lado, los huesos de aceituna triturados que se desechan en la obtención del aceite, se acumulan en la parte exterior y se utilizan como combustible en la zona de calderas.
- Foso de decantación. Es una estructura que actúa como almacenamiento intermedio, previo al paso hacia la balsa de evaporación de los residuos líquidos que se generan en el proceso de extracción del aceite.
- Balsa de evaporación. La balsa de evaporación recibe las aguas de lavado resultantes, por un lado, del lavado de la aceituna, y, por otro, de la centrifugación del aceite durante el propio proceso de extracción. Su principal función es el almacenamiento temporal de estos residuos, permitiendo la evaporación del exceso de humedad.
- Sala de calderas. Desde donde se suministra la energía necesaria para el funcionamiento de la instalación. Se utiliza el hueso de la aceituna como combustible.

I.4. AGENTES POTENCIALMENTE CAUSANTES DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

Una vez detallado el tipo de actividad, es importante identificar las sustancias manejadas y/o almacenadas durante el proceso, así como los productos finales, susceptibles de originar un daño al medio ambiente en caso de accidente.

En la instalación objeto de estudio no se utilizan sustancias ni preparados peligrosos, por lo que en este caso práctico no aplicarían los epígrafes 8a y 8b del Anexo III de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

Las sustancias que se han identificado como potencialmente contaminantes han sido:

- Aceite
- Alpeorujo
- Aguas de lavado
- Hueso

– Talco

Algunas de dichas sustancias finalmente no se han tenido en cuenta dado que se deben valorar únicamente aquellas que, bien por su grado de peligrosidad, por sus propiedades físico-químicas, o por la cantidad en la que se manejan, puedan realmente generar un daño medioambiental. En este sentido, a continuación se detallan los motivos que han llevado a la eliminación de algunas de las sustancias consideradas en la fase inicial del proyecto.

- El hueso almacenado en la zona externa de la instalación se ha eliminado de los escenarios de vertido, ya que no es una sustancia tóxica y además posee una movilidad despreciable. El único riesgo que presenta esta sustancia y que sí se ha tenido en cuenta para este estudio es el caso de incendio debido a su poder calorífico y su utilización como combustible.
- El talco se almacena en el exterior de la instalación en sacos (zona techada). Se pueden llegar a utilizar unos 20.000 kg por campaña; sin embargo se trata de una sustancia no tóxica que no posee riesgos ambientales significativos asociados, por lo que no se ha considerado relevante para su valoración en este estudio.

I.5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y EVITACIÓN

En este apartado se mencionan brevemente algunas de las medidas de prevención y evitación, dándole especial relevancia a las medidas de contención. Dichas medidas, en caso de accidente, podrían evitar o atenuar un posible daño al medio receptor. A continuación se exponen las diferentes medidas, clasificadas por tipo (prevención-evitación y contención) y la zona de la instalación en la que están ubicadas.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y EVITACIÓN POR ACTIVIDAD			
Actividad	Zona	Medidas de prevención-evitación	Medidas de contención
Recepción y lavado	Zona de recepción, limpieza y lavado	Pavimento	
Extracción	Zona de extracción	Pavimento	Arqueta que va al foso de decantación
	Foso de decantación	Detección de nivel Pavimento	
Infraestructuras auxiliares	Almacén de producto terminado	Detectores de llenado Pavimento	Cubetos
	Almacenamiento de alpeorujos	Pavimento	
	Sala de calderas	Pavimento	
	Balsa de evaporación	Resguardo Piezómetros	Impermeabilización natural
Medidas globales (comunes a toda la instalación)		Tareas automatizadas Redes separadas. Medidas de extinción	Red de aguas de drenaje que va al foso

Tabla 1. Medidas de evitación y contención presentes en la instalación objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Las medidas citadas en la tabla anterior se describen con mayor detalle a continuación:

- **Recepción y lavado**

La zona de recepción, limpieza, lavado y almacenamiento del fruto se encuentra pavimentada, por lo que en el caso de vertido de algún tipo de sustancia potencialmente contaminante, ésta no percolaría en el suelo. Además se trata de una zona techada, lo que evita que en caso de lluvia las aceitunas, hojas, ramas, etc. sean arrastradas.

- **Extracción**

La zona de extracción está pavimentada y el pavimento se encuentra en buen estado. Por otro lado, en caso de que la maquinaria presentara algún tipo de fuga, ésta quedaría recogida por la red de drenaje, que deriva todo al foso de decantación.

El foso de decantación tiene detección de nivel (boya), lo que regula el paso de aguas de lavado a la balsa.

- **Infraestructuras auxiliares**

En el almacén de producto terminado el aceite se deposita en tanques que presentan detectores de llenado. En caso de que se produjera una fuga en alguno de estos tanques, podría quedar recogido en el sistema de contención específico de esta área (cuya capacidad es de 2 m³), permitiendo la recuperación de parte del aceite. Esta zona igualmente está pavimentada y en buen estado.

La zona de las tolvas de almacenamiento de alpeorujos está pavimentada y en buen estado.

Las balsas se diseñan con arreglo a la normativa, la cual establece la necesidad de fijar un resguardo determinado en función de las condiciones pluviométricas de la zona, para evitar que pueda haber derrames por sobrellenado de la balsa. Igualmente se dispone de dos piezómetros de control, uno en cada lado de la balsa, que permiten detectar la contaminación subterránea en caso de haber algún tipo de fuga. Por último, cabe mencionar que existe una impermeabilización natural, es decir, mediante un estudio del terreno se ha demostrado que la permeabilidad de la zona es baja, evitándose de esta forma que en caso de accidente las sustancias puedan percolar afectando a las aguas subterráneas.

- Medidas globales

La mayoría de los procesos están automatizados.

La instalación presenta redes separadas para la gestión de aguas, la de drenaje constituye un circuito cerrado ya que se deriva al foso de decantación y la de pluviales es abierta y va directamente al exterior.

Las medidas de extinción de incendios son manuales.

I.6. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

En relación a lo señalado por la Ley 26/2007, de 23 de octubre, se deben indicar cuáles son los recursos naturales que podrían verse afectados por un eventual daño. En este caso, tras el cruce con GIS de la supuesta ubicación de la instalación objeto de estudio con las coberturas base de recursos naturales, se concluye que los principales recursos que podrían verse afectados serían el suelo y las aguas subterráneas tanto en el caso de la instalación como en el de la balsa.

En las proximidades a la localización de la instalación no existen hábitats susceptibles de ser dañados puesto que no hay Espacios Naturales Protegidos, ni hábitats prioritarios, ni zonas pertenecientes a la Red Natura 2000. Así mismo, no se han encontrado cursos fluviales en las proximidades de la instalación, no obstante, cualquier vertido que fuese a parar a la red de pluviales, dado que ésta es abierta, podría afectar a las aguas superficiales.

II. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES

II.1. ZONIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE PELIGRO

Previamente a la identificación de los sucesos iniciadores y de los escenarios accidentales, ha sido necesario realizar una zonificación de la instalación.

Tomando como base las áreas establecidas en el Modelo de Informe de Riesgos Ambientales Tipo desarrollado para el sector de aceite de oliva y oleaginosas, se han añadido aquellas zonas de peligro nuevas con respecto a la herramienta sectorial y se han eliminado las que no aparecen. Las zonas resultantes de la aplicación de la metodología son las siguientes:

- Zona de extracción del aceite. Abarca todas las fases de la extracción del aceite por medios mecánicos a partir de la aceituna.
- Infraestructuras auxiliares. En las que se incluyen el almacén de producto terminado, las zonas de almacenamiento de residuos y subproductos, el foso de decantación, la balsa de evaporación de aguas de lavado y la sala de calderas.

II.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS SUCESOS INICIADORES Y SUS CAUSAS

Se define suceso iniciador como el hecho físico generado por un escenario causal que da lugar a la primera de las consecuencias; pudiendo generar en función de su evolución en el espacio y en el tiempo un accidente o incidente.

Tras la zonificación de la instalación, el primer paso para identificar los potenciales sucesos iniciadores es concretar las fuentes de peligro. En el caso de estudio, los principales peligros se asocian a las sustancias que se manejan en cada zona. A partir del análisis de esas fuentes de peligro se ha concluido que los tipos de sucesos iniciadores susceptibles de presentarse en la instalación son: el derrame, el incendio y la explosión, según se muestra en la tabla siguiente.

FUENTES DE PELIGRO Y SUCESOS INICIADORES			
Actividad	Zona	Fuentes de peligro	Suceso iniciador
Extracción	Zona de extracción	Aceite	Derrame de aceite
	Almacén de producto terminado	Aceite	Derrame de aceite desde depósitos
		Aceite	Derrame de aceite en carga/descarga
		Alpeorujo	Derrame de alpeorujo desde tolvas
	Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos	Alpeorujo	Derrame de alpeorujo en carga/descarga
		Hueso	Incendio de hueso
Infraestructuras auxiliares	Foso de decantación	Aguas de lavado	Derrame de aguas de lavado desde foso
		Aguas de lavado	Derrame de aguas de lavado desde balsa por sobrellenado
	Balsa de aguas de lavado	Aguas de lavado	Derrame de aguas de lavado por fuga desde tubería
		Aguas de lavado	Derrame de aguas de lavado por rotura desde tubería
	Sala de calderas	Proceso de combustión	Explosión en zona de calderas

Tabla 2. Fuentes de peligro por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Merece la pena destacar que, si bien el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas prevé dos posibles sucesos iniciadores relativos al vertido desde balsa —derrame por sobrellenado y derrame por fuga por un fallo en la impermeabilización del fondo o las paredes de la balsa—, para este ejercicio práctico únicamente se ha considerado el primero de ellos. Esto se debe a que en el presente ejercicio práctico se parte de la base de que existe una impermeabilización natural de la balsa, información que queda ratificada por un estudio de permeabilidad. Además, como los fallos de impermeabilización suelen estar ligados a roturas o fugas en estructuras de contención artificiales (polietileno, hormigón, etc.), se ha concluido que en el presente caso no existe posibilidad de fallo.

A diferencia del resto de zonas, en la sala de calderas no hay ninguna sustancia concreta implicada en el accidente, por lo que la fuente de peligro coincide con el proceso que se lleva a cabo en esa zona. Esto se debe a que la combustión del hueso en sí misma puede desencadenar un incidente en forma de explosión si no se controlan adecuadamente las condiciones de presión y temperatura.

Los operadores deben incluir en su análisis de riesgos todos aquellos escenarios susceptibles de ocurrir en su instalación aunque no se hayan descrito en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas como escenarios comunes. En este caso se ha identificado como único suceso iniciador singular aquel asociado al foso de decantación —estructura que permite el almacenamiento intermedio de las aguas de lavado antes de su paso a la balsa— al ser un proceso

característico de la instalación piloto. Será tratado, por tanto, como escenario singular en el análisis de riesgos.

Una vez identificados los sucesos, el siguiente paso consiste en definir los parámetros causales que explican cada uno de ellos y que, a partir de una categorización, permiten establecer un orden de magnitud de la probabilidad de ocurrencia. Los parámetros que se han considerado son:

- Antigüedad. Valora la antigüedad de los equipos respecto a su vida útil.
- Mantenimiento. Evalúa la existencia de un plan de mantenimiento y, en su caso, de un registro de las operaciones realizadas.
- Medidas de control para balsas. Valora el grado de impermeabilización de la balsa, si es natural o artificial, y la existencia de resguardo y de piezómetros de control.
- Medidas de control para tuberías. Valora la permeabilidad del entorno en el que se halla la tubería.
- Personal. Estudia el grado de automatización y supervisión de las actividades.

En el apartado que trata el Cálculo de probabilidades, en el epígrafe referido a parámetros, se muestran las categorizaciones de cada uno de éstos.

A continuación se exponen los parámetros que definen la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los sucesos iniciadores identificados en las distintas zonas de la instalación.

II.2.1. Zona de extracción

Esta zona engloba las actividades que se asocian a la extracción del aceite desde la recepción de la aceituna. Por tanto se incluyen: la preparación del fruto, la molturación, el batido y la centrifugación.

La siguiente tabla muestra los distintos sucesos iniciadores identificados en esta zona de la instalación, su código de zona y los parámetros causales que definen su probabilidad.

SUCESOS INICIADORES Y PARÁMETROS CAUSALES EN LA ZONA DE EXTRACCIÓN						
Zona	Código de zona	Sucesos iniciadores	Antigüedad	Mantenimiento	Personal	Medidas de control
Zona de extracción	A.1	Derrame de aceite desde proceso	X	X	X	

Tabla 3. Sucesos iniciadores y parámetros causales en la zona de extracción de la almazara. Fuente: Elaboración propia.

En el proceso de extracción el único suceso iniciador que se ha identificado es el relativo a un derrame de aceite como consecuencia de una fuga en la maquinaria. Para este suceso iniciador se han considerado los parámetros de antigüedad, mantenimiento y personal.

II.2.2. Infraestructuras auxiliares

En la siguiente tabla se muestran los sucesos iniciadores identificados para las infraestructuras auxiliares. Estos se han organizado en función de la zona en la que se encuentran.

SUCESOS INICIADORES Y PARÁMETROS CAUSALES EN LAS INFRAESTRUCTURAS AUXILIARES						
Zona	Código de zona	Sucesos iniciadores	Antigüedad	Mantenimiento	Personal	Medidas de control
Almacén de producto terminado	B.1	Derrame de aceite desde depósito	X	X	X	
		Derrame de aceite en la carga de camiones	X	X	X	
Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos	B.2	Derrame de alpeorajo desde las tolvas	X	X	X	
		Derrame de alpeorajo en la carga de camiones desde las tolvas	X	X	X	
		Incendio en almacén de hueso			X	
Foso de decantación	B.3	Derrame de aguas de lavado desde foso de decantación	X	X	X	
Balsa de aguas de lavado	B.4	Derrame por sobrellenado de aguas de lavado desde balsa				X
		Derrame de aguas de lavado desde tubería por fuga	X			X
		Derrame de aguas de lavado desde tubería por rotura	X			X
Sala de calderas	B.5	Explosión en la zona de calderas	X	X	X	

Tabla 4. Sucesos iniciadores y parámetros causales en infraestructuras auxiliares de la almazara. Fuente: Elaboración propia.

- Almacén de producto terminado

En el almacén de producto terminado, se contempla como suceso iniciador el derrame de aceite desde depósito o durante la carga de camiones; en ambos casos las causas pueden ser el mal estado de los tanques, el sobrellenado, la falta de automatización del proceso, el error humano, etc. Por tanto, los parámetros que se han evaluado son: antigüedad, mantenimiento y personal.

- Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos

En los almacenes de residuos y subproductos se ha considerado el posible derrame de alpeorajo desde las propias tolvas de almacenamiento o en el proceso de carga de camiones, y el incendio en el almacenamiento de hueso. Para evaluar la probabilidad de derrame de alpeorajo se propone valorar los parámetros antigüedad, mantenimiento y personal, ya que las posibles causas serían similares a las mencionadas en el caso del aceite del almacén de producto terminado. Por el contrario, en el incendio se valorará únicamente el parámetro personal ya que su principal causa potencial sería la acción negligente del personal, al encontrarse el hueso apilado a la intemperie en la instalación. El incendio del hueso almacenado puede conllevar el vertido de las aguas de extinción correspondientes, hecho a valorar en el análisis.

- Foso de decantación

Se ha valorado que podría existir un derrame de aguas de lavado como consecuencia del sobrellenado del foso de decantación —el cual constituye un almacenamiento intermedio de las aguas de lavado que llegan desde la zona de proceso para su posterior traspaso y almacenamiento

en la balsa de evaporación—. La probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador se ha calculado a partir de los parámetros antigüedad, mantenimiento y personal.

- Balsa de aguas de lavado

En la balsa de evaporación se han contemplado tres posibles sucesos iniciadores. Uno asociado al sobrellenado de la balsa, y los otros dos al derrame desde la tubería que conecta el foso de decantación con la balsa, por fuga o rotura de la misma. En el caso de la balsa se propone valorar el parámetro medidas de control; y para los derrames desde la tubería se estima conveniente categorizar además de éste la antigüedad.

- Sala de calderas

Existe la posibilidad de una explosión en la sala de calderas como consecuencia de las condiciones de vacío y de alta temperatura a las que trabaja. Sería la propia explosión la que podría generar la aparición del escenario accidental asociado a incendio junto con el posible vertido de las aguas de extinción necesarias para sofocarlo. Por tanto, los parámetros analizados son nuevamente la antigüedad, el mantenimiento y el personal.

II.2.3. Sucesos iniciadores singulares

Según define el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas, los operadores deberán incluir en su análisis de riesgos todos los escenarios singulares susceptibles de ocurrir en su instalación aunque no se hayan contemplado como habituales en el sector. En el presente ejercicio práctico se ha contemplado un único suceso iniciador singular.

SUCESOS INICIADORES			
Actividad	Zona	Código de zona	Suceso iniciador
Infraestructuras auxiliares	Foso de decantación	B.3	Derrame de aguas de lavado desde foso de decantación

Tabla 5. Resumen de los sucesos iniciadores singulares presentes en la instalación. Fuente: Elaboración propia.

II.3. FACTORES CONDICIONANTES Y ESCENARIOS ACCIDENTALES

Partiendo de los sucesos iniciadores, y según la evolución de los factores condicionantes, que actúan aumentando o disminuyendo la gravedad de las consecuencias, se han definido los diferentes escenarios accidentales.

En la siguiente tabla se recogen los sucesos iniciadores por zona indicados en el apartado anterior, así como el escenario accidental en el que puede desembocar cada uno de ellos.

SUCESOS INICIADORES Y ESCENARIOS ACCIDENTALES					
Actividad	Zona	Código de zona	Suceso iniciador	Escenario accidental	
Extracción	Zona de extracción	A.1	Derrame de aceite	Vertido de aceite	
		B.1	Derrame de aceite desde depósito	Vertido de aceite	
Infraestructuras auxiliares	Almacén de producto terminado	B.1	Derrame de aceite en la carga de camiones	Vertido de aceite	
		B.2	Derrame de alpeorujos desde las tolvas	Vertido de alpeorujos	
	Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos	B.2	Derrame de alpeorujos en la carga de camiones desde las tolvas	Vertido de alpeorujos	
		B.2	Incendio en almacén de hueso	Incendio y vertido de aguas de extinción de incendios	
	Foso de decantación	B.3	Derrame de aguas de lavado desde foso de decantación	Vertido de aguas de lavado	
		B.4	Derrame por sobrellenado de aguas de lavado desde balsa	Vertido de aguas de lavado	
		Balsa de aguas de lavado	B.4	Derrame de aguas de lavado desde tubería por fuga	Vertido de aguas de lavado
			B.4	Derrame de aguas de lavado desde tubería por rotura	Vertido de aguas de lavado
	Sala de calderas	B.5	Explosión en la zona de calderas	Incendio y vertido de agua de extinción de incendios	

Tabla 6. Sucesos iniciadores y escenarios accidentales. Fuente: Elaboración propia.

Los factores condicionantes identificados para la instalación objeto de estudio que permiten estimar la probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales, según se indica en el apartado de Estimación de la probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales del Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas, son los siguientes:

- Detección y contención de fugas (en depósitos o en equipos)
- Pavimento
- Detección y extinción de incendios
- Capacidad de expansión
- Gestión de aguas

El primero hace referencia a las medidas de detección (alarmas de nivel y sobrellenado) y contención de fugas (cubetos). Este factor condicionante se ha considerado en las distintas zonas para equipos o depósitos en función de los procesos que en ellas se efectúan. La escala semicuantitativa para

estimar las probabilidades contempla la existencia de medidas que detectan el funcionamiento anormal de algún equipo, así como las posibilidades de contención ante un vertido.

El segundo de ellos analiza la existencia o no de pavimento en cada una de las zonas de riesgo identificadas en la fase de zonificación, y el estado en que se encuentra, ya que un pavimento en buen estado puede actuar como medida de contención ante un vertido, evitando la afección al suelo.

En el tercer caso se evalúan las medidas de extinción y contención de incendios y el grado de automatización de las mismas.

La capacidad de expansión es un factor condicionante que permite estimar la probabilidad de que el incendio quede o no retenido en el sector en el cual ha sido originado.

Finalmente, con el factor gestión de aguas se evalúa la existencia de redes de drenaje y de pluviales separadas o juntas, así como la opción de que las aguas se reconduzcan a un depósito intermedio o a la balsa o de que, por el contrario, se viertan directamente al exterior de la instalación sin tratamiento previo. Además, de cara a la aplicación de este factor condicionante es importante distinguir si dichas redes pueden cerrarse —evitar el paso del vertido ya sea por medios manuales o mecánicos— o si, por el contrario, en caso de accidente el vertido entraría en contacto, irremediablemente, con algún recurso natural.

En el apartado referido a los factores condicionantes de este documento se presentan las tablas con las categorías de cada uno de estos factores.

En la siguiente tabla se muestran, para cada suceso iniciador identificado en el apartado anterior, los factores condicionantes que se han valorado.

FACTORES CONDICIONANTES QUE AFECTAN A LOS DISTINTOS SUCESOS INICIADORES Y ESCENARIO ACCIDENTAL ASOCIADO A CADA UNO DE ELLOS											
Actividad	Zona	Código de zona	Suceso iniciador	Detección y contención en equipos	Detección y contención en depósitos	Pavimento	Gestión de aguas	Detección y extinción de incendios	Capacidad de expansión	Escenario accidental	
Extracción	Zona de extracción	A.1	Derrame de aceite	X		X	X			Vertido de aceite	
Infraestructuras auxiliares	Almacén de producto terminado	B.1	Derrame de aceite desde depósito		X	X	X			Vertido de aceite	
		B.1	Derrame de aceite en la carga de camiones	X		X	X			Vertido de aceite	
	Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos	B.2	Derrame de alpeorajo desde las tolvas			X	X	X			Vertido de alpeorajo
		B.2	Derrame de alpeorajo en la carga de camiones desde las tolvas	X		X	X				Vertido de alpeorajo
		B.2	Incendio en almacén de hueso			X	X	X	X	X	Incendio y vertido de aguas de extinción de incendios
		B.3	Derrame de aguas de lavado desde foso de decantación	X		X	X				Vertido de aguas de lavado
	Balsa de aguas de lavado	B.4	Derrame de aguas de lavado desde tubería por fuga	X							Vertido de aguas de lavado
		B.4	Derrame de aguas de lavado desde tubería por rotura	X							Vertido de aguas de lavado
	Sala de calderas	B.5	Explosión en la zona de calderas			X	X	X	X		Incendio y vertido de agua de extinción de incendios

Tabla 7. Factores condicionantes valorados para cada suceso iniciador. Fuente: Elaboración propia.

II.3.1. Zona de extracción

Como se puede observar en la tabla 7 en la zona de extracción existe un único suceso iniciador, el derrame de aceite durante el proceso de extracción.

Los factores condicionantes que modifican la probabilidad del suceso iniciador de derrame en la línea de proceso son: la detección y la contención de fugas en los equipos, el pavimento y la gestión de aguas.

II.3.2. Infraestructuras auxiliares

Dentro de las infraestructuras auxiliares, como se ha explicado previamente, se han incluido aquellas zonas de la instalación que no forman parte directa del proceso de producción de aceite. Los posibles sucesos iniciadores para cada una de las infraestructuras auxiliares son los que se indican a continuación:

- Almacén de producto terminado

Se han identificado los siguientes sucesos iniciadores:

- Derrame de aceite desde depósito
- Derrame de aceite en la carga de camiones

En el almacenamiento de producto terminado puede existir un derrame de aceite desde los tanques de almacenamiento. En este caso los factores a considerar serán detección y contención de fugas en depósitos, pavimento y gestión de aguas.

Cuando se plantea la posibilidad de un derrame en el proceso de carga de camiones los factores a valorar son la detección y contención de fugas en equipos, el pavimento y la gestión de aguas.

- Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos

Se han analizado los siguientes sucesos iniciadores:

- Derrame de alpeorujos desde las tolvas
- Derrame de alpeorujos en la carga de camiones desde las tolvas
- Incendio en almacén de hueso

Para el suceso iniciador de derrame de alpeorujos desde las tolvas, se han valorado los factores condicionantes de detección y contención de fugas en depósitos, pavimento y gestión de aguas. Cuando se valore en esta misma zona la posibilidad de un derrame durante el trasvase de producto a los camiones, se tendrá en cuenta la detección y contención en equipos en el sistema de trasvase, el pavimento y la gestión de aguas.

Dentro del almacenamiento de residuos y subproductos también se evalúa el escenario de incendio en el almacén de hueso, cuyos factores condicionantes son la detección y extinción de

incendios, la capacidad de expansión del incendio, y, para las aguas de extinción derramadas, el pavimento y la gestión de aguas.

- Foso de decantación

En el caso del foso de decantación se ha analizado la posibilidad de que exista un vertido por sobrellenado del mismo, el derrame de las aguas de lavado y el contacto de éstas con el medio tendría una probabilidad asociada que se estima a partir de los factores de detección y contención en equipos, pavimento y gestión de aguas.

- Balsa de evaporación

Se han valorado tres posibles sucesos iniciadores:

- Derrame de aguas de lavado desde balsa
- Derrame de aguas de lavado desde tubería por fuga
- Derrame de aguas de lavado desde tubería por rotura

En el caso de un vertido desde la balsa de evaporación se ha considerado la detección y contención del vertido como único factor condicionante.

En el segundo y tercer escenario, que implica una fuga subterránea desde tubería, se valora únicamente el sistema de detección de fugas desde la propia tubería.

- Sala de calderas

Por último, en la sala de calderas se contempla la posibilidad de una explosión. Se han tenido en cuenta los mismos factores que en el caso de incendio: detección y extinción de incendios, capacidad de expansión del incendio, pavimento y gestión de aguas.

III. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO

La probabilidad de ocurrencia de cada suceso iniciador y de los escenarios accidentales viene determinada por el valor que se le otorgue a cada uno de los parámetros y factores condicionantes según la categoría de la escala que más se ajusta a la instalación. Dichas escalas son las indicadas en el apartado VIII.3 Definición de protocolos de asignación de probabilidades del Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas, las cuáles se han elaborado en el seno de un panel de expertos del sector que se ha creado con el objetivo de validar la metodología de cálculo de probabilidades desarrollada en la herramienta sectorial.

Una vez definidos los sucesos iniciadores y sus causas, y otorgados los valores de probabilidad, se desarrolla mediante un árbol de sucesos la secuencia de eventos o alternativas posibles que, con una probabilidad determinada, dan lugar a los distintos escenarios accidentales. Cada una de estas alternativas viene determinada por la categorización que alcancen los distintos factores condicionantes en la evolución de los sucesos.

A continuación se exponen los valores de escalas atribuidos tanto a los parámetros determinantes de la probabilidad del suceso iniciador —presentados en el apartado III.2 Sucesos iniciadores y sus causas— como a los factores condicionantes de los que depende la probabilidad de los escenarios accidentales —que se muestran en el apartado III.3 Factores condicionantes y escenarios accidentales—.

Es importante recalcar que las probabilidades asociadas a las escalas semicuantitativas de parámetros causales y factores condicionantes no son frecuencias de ocurrencia en sí mismas, es decir, no constituyen probabilidades en el sentido estricto de la palabra, sino que únicamente otorgan órdenes de magnitud que permiten la comparación entre los distintos escenarios. Dicho de otro modo, un valor 2 no necesariamente quiere decir que la probabilidad de ocurrencia sea el doble que un valor 1, y lo mismo ocurre con sus estimadores de probabilidad asociados (uno sería 25%, frente al otro que es 0,01% o 0%, según el caso), pero sí significa que es mayor.

III.1. PARÁMETROS DE PROBABILIDAD DE LOS SUCESOS INICIADORES

III.1.1. Antigüedad

La escala propuesta en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas para estimar el parámetro «antigüedad» es la siguiente:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Parámetro: Antigüedad de tuberías, maquinaria y depósitos	Escala	Probabilidad
A.1	La antigüedad de los equipos no supera el 50% de su vida útil.	1	0,01
A.2	La antigüedad de los equipos se encuentra entre el 50 y el 100% de su vida útil.	2	0,25
A.3	La antigüedad de los equipos supera hasta 5 años su vida útil.	3	0,5
A.4	La antigüedad de los equipos supera de 5 a 10 años su vida útil.	4	0,75
A.5	La antigüedad de los equipos supera en más de 10 años su vida útil.	5	0,99

Tabla 8. Escala semicuantitativa de probabilidad del parámetro «antigüedad». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Tanto la maquinaria, como las tuberías o los depósitos tienen una antigüedad inferior al 50% de su vida útil, por lo que les corresponde un valor de 1 para este parámetro.

III.1.2. Mantenimiento

La escala del Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas para evaluar el parámetro «mantenimiento» es la siguiente:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Parámetro: Mantenimiento	Escala	Probabilidad

M.1	Se dispone de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo y correctivo. Existe registro de las operaciones de mantenimiento realizadas.	1	0,01
M.2	Se dispone de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo. Existe registro de las operaciones de mantenimiento realizadas.	2	0,25
M.3	Se dispone de un plan de mantenimiento correctivo. Existe registro de las operaciones de mantenimiento realizadas.	3	0,5
M.4	Se dispone de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo y/o correctivo, pero no existe registro de las operaciones realizadas.	4	0,75
M.5	No se dispone de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo ni correctivo.	5	0,99

Tabla 9. Escala semicuantitativa de probabilidad del parámetro «mantenimiento». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Esta instalación lleva a cabo medidas de mantenimiento preventivo y correctivo tanto en la zona de extracción como en las infraestructuras auxiliares —a excepción del foso de decantación—. Por ello, este parámetro tendrá un valor de 1 en toda la instalación salvo en el foso de decantación donde le corresponde un valor de 3.

III.1.3. Medidas de control

En el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas se proponen diferentes escalas para «medidas de control» según el suceso iniciador que se desee valorar.

En la instalación objeto de estudio se han planteado tres sucesos iniciadores en los que intervienen las medidas de control.

En primer lugar, la posibilidad de que haya un derrame desde la balsa por sobrellenado de la misma, para el cuál se tiene en cuenta la siguiente escala.

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE LA PROBABILIDAD			
Código	Parámetro: Medidas de control en caso de sobrellenado. Balsas.	Escala	Probabilidad
M.C.I.1	La balsa cuenta con un resguardo mínimo para evitar reboses y se localiza en un entorno adecuadamente impermeabilizado de forma natural o artificial.	1	0
M.C.I.2	La balsa cuenta con un resguardo mínimo para evitar reboses pero se localiza en un entorno no impermeabilizado de forma natural o artificial: o bien, no posee zona de resguardo mínimo pero se encuentra en un entorno adecuadamente impermeabilizado.	3	0,5
M.C.I.3	La balsa no cuenta con un resguardo mínimo para evitar reboses y se localiza en un entorno que no está adecuadamente impermeabilizado .	5	1

Tabla 10. Escala semicuantitativa de probabilidad del parámetro «medidas de control» para los casos de sobrellenado de las balsas. Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Para el presente caso práctico, se ha supuesto que la instalación cuenta con una balsa adecuadamente impermeabilizada. Esta impermeabilización es de tipo natural, es decir, un estudio geológico asegura que el grado de filtración que presenta el terreno es muy bajo —del orden de 10^{-9} cm/s—. Además la balsa tiene un resguardo de medio metro, calculado en función de las condiciones pluviométricas de la zona. Por todas estas condiciones se le ha dado un valor de 1 a este parámetro, con lo cual la probabilidad asociada a este parámetro y a su suceso iniciador, es del 0%. Ello implica

que este escenario accidental es imposible, y por tanto no se ha desarrollado su árbol de sucesos (ver apartado del capítulo de árboles de sucesos IV.4.3.2.D.).

En segundo y tercer lugar, la posibilidad de que exista un derrame de aguas de lavado, por fuga o rotura de la tubería que conecta el foso de decantación con la balsa de evaporación, en cuyo caso se utiliza la escala que se muestra a continuación.

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE LA PROBABILIDAD			
Código	Parámetro: Medidas de control. Tuberías.	Escala	Probabilidad
M.C.IV.1	La tubería se encuentra en un entorno impermeabilizado de forma natural en todo su trazado.	1	0,01
M.C.IV.2	La tubería se encuentra en un entorno impermeabilizado de forma natural pero no en todo su trazado.	3	0,5
M.C.IV.3	La tubería no se encuentra en un entorno impermeabilizado de forma natural.	5	0,99

Tabla 11. Escala semicuantitativa de probabilidad del parámetro «medidas de control» para las tuberías de conducción a las balsas. Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Dado que el suelo en el que está soterrada la tubería no es impermeable en toda la longitud de la misma, se le ha asignado un valor de 3.

III.1.4. Personal

La escala propuesta en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas para evaluar la probabilidad asociada al parámetro «personal» es la siguiente:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Personal	Escala	Probabilidad
Pe.1	Proceso automático supervisado por un operario que conoce los procedimientos a seguir.	1	0,01
Pe.2	Proceso parcialmente automático, supervisado por un operario que conoce los procedimientos a seguir.; o el proceso es automático pero no se encuentra supervisado	2	0,25
Pe.3	Proceso no automático, supervisado por un operario que conoce los procedimientos a seguir; o el proceso está parcialmente automatizado pero no se encuentra supervisado.	3	0,5
Pe.4	Proceso no automático, supervisado por un operario que no conoce los procedimientos a seguir.	4	0,75
Pe.5	Proceso no automático y sin operario que lo supervise.	5	0,99

Tabla 12. Escala semicuantitativa de probabilidad del parámetro «personal». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Como se ha mencionado en la descripción de la actividad, la mayor parte de las fases del proceso de extracción se encuentran automatizadas y supervisadas por un operario, por ello en esta zona de proceso se le ha dado un valor 1 a este parámetro de cara a la valoración de un posible derrame de aceite.

En el almacén de producto terminado se ha considerado que el llenado y vaciado de los depósitos están automatizados aunque no se encuentren permanentemente supervisados, con lo cual tiene un valor de 2. Sin embargo el sistema de carga de aceite a camiones se encuentra supervisado pero no automatizado, por lo que tiene un valor de 3.

En la zona de tolvas de alpeorujos se le ha dado una categoría de 3 a los depósitos, al ser estructuras parcialmente automatizadas y sin supervisión. Lo mismo ocurre en el caso del derrame por carga a camión el valor es un 3 porque no es automático pero sí está supervisado.

En el caso del almacenamiento de hueso, se ha asignado un valor de 3 dado que no es un proceso automático pero se encuentra supervisado por operarios que conocen los procedimientos a seguir en caso de accidente.

El foso de decantación aunque está parcialmente automatizado no se encuentra supervisado y por ello se le ha otorgado un valor de 2.

A la sala de calderas le correspondería un valor para este parámetro de 3 porque el proceso es parcialmente automático pero no se encuentra supervisado permanentemente.

III.2. FACTORES CONDICIONANTES

Las distintas escalas propuestas para los factores condicionantes que afectan a los distintos sucesos iniciadores identificados en el presente ejemplo práctico se muestran a continuación.

III.2.1. Detección y contención de fugas en depósitos

La escala propuesta en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas para estimar la probabilidad asociada al factor condicionante «detección y contención de fugas en depósitos» es la siguiente:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Detección y contención de fugas en depósitos	Escala	Probabilidad
D.C.F.D.1	Depósito de doble capa en buen estado y detección automática; o depósito de una capa con cubeto, ambos en buen estado, con capacidad igual o superior a la del depósito y con cualquier tipo de detección.	1	0
D.C.F.D.2	Depósito de doble capa en buen estado y detección visual; o depósito de una capa con cubeto, ambos en buen estado, con capacidad inferior a la del depósito, y detección automática.	2	0,25
D.C.F.D.3	Depósito de doble capa en mal estado y detección automática; o depósito de una capa con cubeto, ambos en buen estado, con capacidad inferior a la del depósito, y detección visual.	3	0,5
D.C.F.D.4	Depósito de doble capa en mal estado y detección visual; o depósito de una capa con cubeto, al menos uno en mal estado, con capacidad inferior a la del depósito y cualquier tipo de detección.	4	0,75
D.C.F.D.5	Depósito de doble capa en mal estado sin detección; o depósito de una capa en mal estado sin cubeto con o sin detección.	5	1

Tabla 13. Escala semicuantitativa de probabilidad del factor condicionante «detección y contención de fugas en depósitos». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

En la zona de almacenamiento de producto terminado, los tanques de aceite se encuentran rodeados de un sistema de contención, asimilable a un cubeto, que permitiría recoger parte del contenido aunque no su totalidad, por ello se considera un valor de 2 para este factor condicionante.

Por el contrario, la zona de almacenamiento de alpeorujo en tolvas no presenta sistemas asociados que puedan contener un posible vertido, por lo que se le ha asignado una probabilidad de 5 «Depósito de doble capa en mal estado sin detección; o depósito de una capa en mal estado sin cubeto con o sin detección».

III.2.2. Detección y contención de fugas en equipos

La escala propuesta en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas para el factor condicionante «detección y contención de fugas en equipos» es:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Detección y contención de fugas en equipos	Escala	Probabilidad
D.C.F.E.1	Existen sistemas de detección y contención de fugas automáticos.	1	0,01
D.C.F.E.2	Existen sistemas de detección visual y de contención automática.	2	0,25
D.C.F.E.3	Existen sistemas de detección automática y de contención manual.	3	0,5
D.C.F.E.4	Existen sistemas de detección visual y de contención manual.	4	0,75
D.C.F.E.5	No existen ni sistemas de detección ni sistemas de contención.	5	0,99

Tabla 14. Escala semicuantitativa de probabilidad del factor condicionante «detección y contención de fugas en equipos». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Este factor condicionante se ha considerado en las zonas de la instalación donde el vertido puede producirse desde un equipo o tubería.

En la zona de extracción la detección es visual y la contención automática, puesto que hay una arqueta que conduce los posibles vertidos al foso de decantación, creando un circuito cerrado. Por tanto, en el suceso iniciador de derrame de aceite en el proceso se ha otorgado un valor de 2 a este parámetro.

En el caso del derrame durante las operaciones de carga de camiones —ya sea con producto terminado o con alpeorujo— el sistema de detección es visual y la contención es manual, por lo que en ambos casos el valor que le corresponde es 4.

El foso de decantación y la balsa de evaporación dado que no pueden valorarse como depósitos al uso se han evaluado conforme a la escala de detección y contención en equipos. Para los casos en que el suceso iniciador se inicie en el foso de decantación por sobrellenado, la categoría asignada sería un 4, porque el sistema presenta una boya de nivel que puede dar información en caso de fuga, pero la contención sería manual. En la valoración de los casos de derrame desde la tubería de conexión del foso con la balsa, como no hay ni sistemas de detección ni de contención, se ha asignado un valor de 5.

III.2.3. Pavimento

La escala propuesta en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas para evaluar la probabilidad asociada al factor condicionante «pavimento» es la siguiente:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Pavimento	Escala	Probabilidad
Pa.1	Toda la zona está pavimentada y el pavimento está en buen estado.	1	0
Pa.2	La zona está pavimentada al menos en las áreas de mayor riesgo y el pavimento se encuentra en buen estado.	2	0,25
Pa.3	Toda la zona está pavimentada pero el pavimento no está en buen estado.	3	0,5
Pa.4	La zona está parcialmente pavimentada y el pavimento no está en buen estado.	4	0,75
Pa.5	La zona no está pavimentada.	5	1

Tabla 15. Escala semicuantitativa de probabilidad del factor condicionante «pavimento». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Toda la instalación se encuentra pavimentada y en buen estado. Por tanto, se asigna un valor de 1 a este factor condicionante en todas las zonas donde interviene —que son todas a excepción de la tubería que conecta el foso con la balsa y la propia balsa—. En las fugas desde la tubería no se considera lógico evaluarlo puesto que se halla soterrada y como la balsa se encuentra impermeabilizada de forma natural, tampoco se ha estimado procedente. Sin embargo, en los casos en los que la impermeabilización sea de tipo artificial este factor sí debería valorarse.

III.2.4. Detección y extinción de incendios

La escala indicada en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas para el factor condicionante «detección y extinción de incendios» es la siguiente:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Detección y extinción de incendios	Escala	Probabilidad
D.E.I.1	Existen medidas de extinción de incendios automáticas.	1	0,01
D.E.I.2	Existen medidas de detección automática y de extinción manual.	2	0,25
D.E.I.3	Existen medidas de detección visual y de extinción manual.	3	0,5
D.E.I.4	No existen medidas de detección de ningún tipo pero sí hay sistemas de extinción de incendios.	4	0,75
D.E.I.5	No existen suficientes medidas de extinción de incendios.	5	0,99

Tabla 16. Escala semicuantitativa de probabilidad del factor condicionante «detección y extinción de incendios». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Este parámetro se relaciona con el riesgo de explosión en calderas y el incendio en el almacenamiento de hueso. A ambos emplazamientos se les ha otorgado un valor de 4, puesto que las medidas de detección son visuales y las de extinción son manuales (extintores y mangueras).

III.2.5. Capacidad de expansión

Este factor condicionante indica la probabilidad de que, en caso de producirse un incendio, éste se expanda desde el sector de origen al resto de la instalación.

Para la asignación de la probabilidad de expansión en los árboles de incendio se emplea la metodología de Gustav Purt, desarrollada en el apartado IX.3.2.A. Probabilidad de expansión del incendio dentro de la instalación. Método de Gustav Purt, del Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas. El riesgo de expansión de un incendio en un determinado emplazamiento está directamente asociado al combustible presente, a la resistencia al fuego de las estructuras, a las condiciones antiincendio de la instalación y a la distancia a la que se encuentran los bomberos. Como resultado el modelo devuelve un valor de probabilidad de expansión del incendio al total de la instalación, dentro de los siguientes rangos:

CAPACIDAD DE EXPANSIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE GUSTAV PURT	
Riesgo Incendio	Grados probabilidad de expansión
22,49 - 28	Muy alta
16,93 - 22,48	Alta
11,37 - 16,92	Media
5,81 - 11,36	Baja
0,25 - 5,8	Muy baja

Tabla 17. Escala de probabilidad del factor condicionante «capacidad de expansión» en función de los valores del método de *Gustav Purt*. Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Una vez identificado el rango del modelo al que pertenece cada zona, se ha procedido a realizar una escala semicuantitativa de capacidad de expansión de cinco categorías. De tal forma que, según se resume en la Tabla 18, cada uno de los grados de probabilidad corresponde a valores de 1 a 5 que implican estimadores de probabilidad que se mueven entre 0,01 y 0,99.

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Expansión del incendio en la instalación	Escala	Probabilidad
Exp.1	Probabilidad de expansión muy baja.	1	0,01
Exp.2	Probabilidad de expansión baja.	2	0,25
Exp.3	Probabilidad de expansión media.	3	0,5
Exp.4	Probabilidad de expansión alta.	4	0,75
Exp.5	Probabilidad de expansión muy alta.	5	0,99

Tabla 18. Escala semicuantitativa de probabilidad del factor condicionante «capacidad de expansión». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

De la misma forma que en el resto de factores condicionantes, de cara a la asignación de probabilidades se ha optado por crear dos ramas —rama de fallo y rama de no fallo de cada uno de ellos—, en el caso de la «capacidad de expansión» se han distinguido la rama correspondiente al escenario accidental de expansión del incendio a toda la instalación y la del escenario accidental que representa la probabilidad de que el incendio quede retenido dentro del sector en el que se ha originado. La primera y más catastrófica lleva asociado el estimador de probabilidad que se obtiene

tras la aplicación del método de Gustav Purt y un mayor volumen de aguas de extinción de incendio; mientras que la probabilidad asociada a la rama menos adversa se calcula automáticamente como el complementario del estimador de probabilidad del escenario catastrófico. Los cálculos realizados se desarrollan en el apartado V.1.2 Explosión e incendio.

En el caso de incendio en el almacén de hueso, el incendio no podría quedar contenido en el sector dado que no es un sector propiamente dicho, al no tener paredes u otras barreras físicas que delimiten el espacio en el que se lleva a cabo este proceso. Por lo tanto se ha considerado que el incendio siempre se expandirá a toda la instalación y que los casos de confinamiento del incendio en el sector (ya sea en forma de conato o no) son imposibles.

III.2.6. Gestión de aguas

La escala propuesta en el Documento Teórico del MIRAT para evaluar la probabilidad asociada al factor condicionante «gestión de aguas» es la siguiente:

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Gestión de aguas	Escala	Probabilidad
G.A.1	Redes separadas o juntas, que no salen directamente al exterior ² y se pueden cerrar ³ .	1	0,01
G.A.2	Redes separadas o juntas, que van directamente al exterior y se pueden cerrar.	2	0,25
G.A.3	Redes separadas: una de ellas no sale directamente al exterior y es abierta, la otra se puede cerrar. O bien, redes juntas que no salen directamente al exterior y son abiertas.	3	0,5
G.A.4	Redes separadas, al menos una va directamente al exterior y es abierta.	4	0,75
G.A.5	Redes juntas, que van directamente al exterior y son abiertas.	5	0,99

Tabla 19. Escala semicuantitativa de probabilidad del factor condicionante «gestión de aguas». Fuente: MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Este factor interviene tanto en los casos de vertido como en los de explosión o incendio (como consecuencia del vertido de aguas de extinción de incendios), por lo que está presente en todos los sucesos iniciadores.

En la instalación de estudio hay dos redes:

- Red de drenaje: recoge las aguas de proceso y los vertidos que puedan ocurrir en la zona de extracción, derivándolos al foso de decantación y de ahí a la balsa, por lo que

² Se entiende que el agua de la red de proceso o de ambas redes va al exterior cuando va directamente desde proceso a colector municipal o similar, saliendo por tanto de la instalación objeto de estudio. Por el contrario, se considera que no sale al exterior cuando el vertido se recircula para su tratamiento a una depuradora, a una balsa o a un depósito intermedio para tratarla antes de que salga de la instalación.

³ Una red se puede cerrar si, ante la existencia de un vertido, puede evitarse (de forma manual o automática) el paso del vertido de forma que esta no salga al exterior hasta que se haya eliminado la contaminación.

constituiría un circuito cerrado y un posible vertido no iría a parar directamente al exterior en ningún caso.

- Red de pluviales: se localiza en la parte descubierta de la instalación, es abierta y va directamente al exterior, desembocando en un colector municipal.

De cara al análisis se ha establecido que en función de la zona en la que tenga lugar el vertido, en ocasiones éste contactaría con la red más cercana, siendo imposible que entre en contacto con la otra. Por esa razón, en dichos casos no tiene sentido evaluar ambas redes de forma conjunta y se ha optado por particularizar la escala anterior tal y como se indica a continuación.

ESCALA SEMICUANTITATIVA DE PROBABILIDAD			
Código	Factor condicionante: Gestión de aguas. Análisis individual de cada red	Escala	Probabilidad
G.A.II.1	Red que no sale directamente al exterior y se puede cerrar.	1	0
G.A.II.2	Red que va directamente al exterior y se puede cerrar; o que no sale directamente al exterior pero es abierta.	3	0,50
G.A.II.3	Red que va directamente al exterior y es abierta.	5	1

Tabla 20. Escala semicuantitativa de probabilidad del factor condicionante «gestión de aguas». Fuente: Elaboración propia a partir de MIRAT de aceite de oliva y oleaginosas.

Se ha decidido asignar un valor de 1 a la zona de extracción ya que en caso de derrame éste iría a parar a la red de drenaje y se reconduciría al foso de decantación, constituyendo un circuito cerrado y sin salida directa al exterior, conforme a la escala de la Tabla 20.

En el caso de vertido en el almacén de aceite, el derrame podría entrar en contacto con ambas redes ya que se expandiría hacia la zona de extracción —reconduciéndose por tanto parte del volumen vertido hacia el foso de decantación—, y hacia el patio exterior entrando en contacto con la red de pluviales. Por ello, conforme a la escala de la Tabla 19 le correspondería un valor de 4, dado que una de las redes va directamente al exterior y es abierta.

En caso de vertido en la zona de almacenamiento de alpeorujo o desde el foso de decantación, el derrame entraría en contacto únicamente con la red de pluviales, la cual vierte directamente al exterior y no se puede cerrar, por lo que le corresponde un valor de 5, conforme a la escala de la Tabla 20.

Por último, en el caso de incendio en el almacén de hueso o de explosión en la zona de calderas, las aguas de extinción de incendio podrían entrar en contacto con ambas redes, por lo que, al igual que en el caso del derrame de aceite en la zona de almacenamiento del mismo, le correspondería un valor de 4 conforme a la escala de la Tabla 19.

III.3. PERIODO DE ACTIVIDAD

El proceso de producción de las almazaras está únicamente activo 3 de los 12 meses del año y, por tanto, aunque la valoración se pueda realizar de forma similar a la de otro tipo de instalaciones del

sector, los riesgos asociados a almazaras serán menores en determinados procesos que se realizan sólo en los meses de funcionamiento de la planta. Por otro lado, las balsas de evaporación si bien reciben aportes de aguas de lavado únicamente durante estos 3 meses, permanecen llenas y por tanto con peligro asociado 6 de los 12 meses del año, dado que están dimensionadas para que la evaporación se realice en este tiempo.

Por esta razón, el periodo de actividad se ha aplicado como un coeficiente modificador de la probabilidad de ocurrencia de determinados escenarios accidentales —aquéllos que no ocurren durante todo el año—, de tal forma que una vez se tienen las probabilidades asociadas a dichos escenarios, éstas se tendrán que multiplicar por el coeficiente correspondiente al periodo en que pueden acontecer.

A los escenarios accidentales en los que no aplica este factor se les ha asignado un coeficiente modificador de la probabilidad de 1, con el objeto de no alterar el resultado de su cálculo de probabilidades, dado que sí pueden ocurrir durante todo el año. Estos escenarios accidentales son los asociados al almacenamiento de producto terminado, ya que el aceite se vende poco a poco y esta venta se prolonga durante los meses de parada de la instalación hasta agotar las existencias, por lo que durante todo el año pueden existir vertidos en el proceso de carga de camiones o desde los depósitos de almacenamiento.

La tabla siguiente indica en qué escenarios afecta este factor —con un valor de $\frac{1}{4}$ para procesos activos 3 de 12 meses ó $\frac{1}{2}$ para procesos activos 6 meses al año— y en cuáles no —con un valor de 1—.

COEFICIENTE MODIFICADOR DE LA PROBABILIDAD DE LOS ESCENARIOS ACCIDENTALES POR INFLUENCIA DEL PERIODO DE ACTIVIDAD DE LA INSTALACIÓN					
Actividad	Zona	Código de zona	Escenario accidental	¿Afecta el periodo de actividad?	Coefficiente modificador de la probabilidad
Infraestructuras auxiliares	Zona de extracción	A.1	Vertido de aceite	Sí	1/4
	Almacén de producto terminado	B.1	Vertido de aceite desde depósito	No	1
		B.1	Vertido de aceite durante la carga de camiones	No	1
	Almacenes de residuos y subproductos	B.2	Vertido de alpeorujos desde las tolvas	Sí	1/4
		B.2	Vertido de alpeorujos durante la carga de camiones	Sí	1/4
		B.2	Incendio y vertido de aguas de extinción de incendios	Sí	1/4
	Foso de decantación	B.3	Vertido de aguas de lavado por sobrellenado	Sí	1/4
	Balsa de aguas de lavado	B.4	Vertido de aguas de lavado por sobrellenado	Sí	1/2
		B.4	Vertido de aguas de lavado por fuga desde tubería	Sí	1/4
		B.4	Vertido de aguas de lavado por rotura desde tubería	Sí	1/4
	Sala de calderas	B.5	Incendio y vertido de agua de extinción de incendios	Sí	1/4

Tabla 21. Coeficiente modificador de la probabilidad de los distintos escenarios accidentales por influencia del periodo de actividad de la instalación. Fuente: Elaboración propia.

III.4. ÁRBOLES DE SUCESOS

III.4.1. Cálculo de la probabilidad de los sucesos iniciadores

La metodología de cálculo de la probabilidad de los sucesos iniciadores se diferencia según sean derrame o incendio/explosión:

❖ Probabilidad para el suceso iniciador derrame

Para calcular el valor de probabilidad de derrame lo primero que se ha concretado ha sido el grado de dependencia que existe entre unos parámetros causales y otros, determinándose finalmente que son sucesos independientes.

Seguidamente se ha planteado que para que se produzca un derrame no es necesario que todos los parámetros causales de éste se den de forma simultánea sino que el suceso iniciador podría ocurrir al existir alguno de ellos de forma aislada. Por ello se ha decidido calcular la probabilidad del suceso iniciador como la probabilidad de la unión de los distintos parámetros causales del mismo.

❖ Probabilidad para el suceso iniciador incendio/explosión

La probabilidad de este suceso iniciador se evalúa de diferente manera dependiendo de si la instalación posee un documento de protección contra explosiones (DPCE) en el que los sectores queden catalogados, o si por el contrario no se valoran o directamente no hay DPCE.

En la instalación analizada, al no presentar DPCE, se ha optado por valorar la probabilidad de que se produzca en la zona el llamado «triángulo de fuego», que implica la presencia al mismo tiempo de combustible, comburente y un foco de ignición. Dado que en la sala de calderas se dan las tres condiciones por el tipo de proceso que se desarrolla, la probabilidad de explosión se asocia a la ocurrencia de un error en el correcto funcionamiento del sistema. Con lo cual la probabilidad del suceso iniciador valora que se produzca cualquiera de los parámetros causales, puesto que tanto la antigüedad como el mantenimiento y las negligencias del personal pueden motivar estos errores, calculándose su valor, igualmente, mediante la unión de estas probabilidades.

Para el área de almacenamiento de hueso, como se ha asumido que el combustible es el propio material almacenado y que no tiene una estructura antiincendios que lo envuelva y pueda requerir mantenimiento, la probabilidad de que haya un incendio depende únicamente de la buena o mala gestión del personal.

III.4.2. Cálculo de la probabilidad de los escenarios accidentales

Como se ha expuesto anteriormente, cada uno de los factores condicionantes tiene una escala de valoración de cinco categorías, cada una de las cuales tiene un valor de probabilidad asociado que se mueve en el rango de 0 a 1.

Dicho valor asignado corresponde a la probabilidad de fallo del sistema de prevención/evitación que se esté evaluando. Por tanto, puesto que los árboles presentan dos ramas que resultan de establecer preguntas con una respuesta binaria (p.e. ¿se extingue el incendio?, ¿el pavimento es estanco?, etc.), a la rama que responde en términos negativos se le asignará el valor de probabilidad que corresponda al factor condicionante para esa zona. Por otro lado, el modelo otorga automáticamente el valor complementario de probabilidad a la rama que no ha sido contestada. Existe una excepción, para el factor condicionante «Expansión»; la probabilidad asignada corresponderá a la respuesta afirmativa, hallándose la respuesta negativa como el valor complementario.

La probabilidad de los escenarios accidentales será el resultado de la multiplicación de la probabilidad del suceso iniciador con las probabilidades de los factores condicionantes de cada rama. De forma que, para que un escenario determinado se catalogue como posible, tienen que concurrir todos los factores condicionantes que desembocan en él con una probabilidad mayor a cero.

Es importante resaltar que existe un escenario cuya probabilidad no se calcula exactamente como se ha indicado. Este escenario corresponde al vertido de aguas de lavado por rotura de la tubería. Su probabilidad, igual que en el resto de casos, parte del producto de la probabilidad del suceso iniciador y los factores condicionantes, pero, una vez definido el escenario, este valor se divide entre 5, que, según la bibliografía especializada, es la relación de frecuencia entre una fuga y una rotura

catastrófica en una tubería⁴. Por tanto, aunque ambos escenarios de vertido desde tubería tienen valores de parámetros y factores similares, su probabilidad final es diferente.

Finalmente, los árboles muestran todos los escenarios que pueden acontecer en la instalación, su coeficiente de periodo de actividad, su probabilidad de ocurrencia, el volumen de sustancia implicado en cada uno —dato de partida en la cuantificación del daño— y el/los medios receptores sobre los que se ha estimado que habrá daño.

IV. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO

En el Real Decreto 183/2015, de 13 de marzo, 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, se establece el Índice de Daño Medioambiental (IDM) como un estimador semicuantitativo de las consecuencias medioambientales, en el marco del establecimiento de la garantía financiera, en su caso, obligatoria. El uso del IDM es obligatorio de acuerdo a la nueva redacción del artículo 33 del Reglamento, como etapa intermedia del procedimiento de selección del escenario de referencia sobre el cual se estimará la cuantía de la garantía financiera.

El IDM permite estimar de forma semicuantitativa el daño medioambiental asociado a cada escenario accidental identificado como relevante a partir de una serie de coeficientes que dependen, fundamentalmente, de las características del agente causante del daño, del tipo de recurso natural afectado y, finalmente, de las características del entorno donde se produce el daño medioambiental.

En el presente caso práctico se han identificado un total de 8 escenarios relevantes atendiendo a su probabilidad de ocurrencia y volumen de agente liberado conforme pueden consultarse en el Anexo I. Las sustancias implicadas en dichos escenarios serían: Aceite, Aguas de lavado y Alpeorujo.

En las siguientes Tablas se resumen las características de estas sustancias relevantes para el cálculo del IDM indicando el modificador de la ecuación del IDM con su correspondiente valor asignado.

⁴ *Guidelines for quantitative risk assesment. "Purple book".*

<http://content.publicatiereeksgevaarlijkstoffennl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf>

Aceite			
Característica	Categoría	Valor	Fuente/Observaciones
Tipo de sustancia	COSV no halog.	-	-
Biodegradabilidad (M _{B1})	Baja	1,00	Memoria del MIRAT
Solubilidad (M _{B12})	Poco soluble	0,90	Anexo VI del MIRAT
Viscosidad (M _{B17})	Media	1,10	Se ha asignado una viscosidad intermedia a partir de: https://www.atpplleal.com/userfiles/files/VISCOSIDAD.pdf
Volatilidad (M _{B18})	Media	0,90	Atendiendo al punto de ebullición se asume una volatilidad intermedia.

Tabla 22. Características del aceite de cara al cálculo del IDM. Elaboración propia

Aguas de lavado			
Característica	Categoría	Valor	Fuente/Observaciones
Tipo de sustancia	COSV no halog.	-	-
Biodegradabilidad (M _{B1})	Baja	1,00	Sin datos específicos por lo que, siguiendo el principio de precaución se selecciona el valor más desfavorable.
Solubilidad (M _{B12})	Soluble	0,80	Anexo VI del MIRAT
Viscosidad (M _{B17})	Baja	1,25	Se ha asignado una viscosidad intermedia a partir de: https://www.atpplleal.com/userfiles/files/VISCOSIDAD.pdf
Volatilidad (M _{B18})	Media	0,90	Atendiendo al punto de ebullición se asume una volatilidad intermedia.

Tabla 23. Características de las aguas de lavado de cara al cálculo del IDM. Elaboración propia

Alpeorajo			
Característica	Categoría	Valor	Fuente/Observaciones
Tipo de sustancia	COSV no halog.	-	-
Biodegradabilidad (M _{B1})	Baja	1,00	Sin datos específicos por lo que, siguiendo el principio de precaución se selecciona el valor más desfavorable.
Solubilidad (M _{B12})	Poco soluble	0,90	Anexo VI del MIRAT
Viscosidad (M _{B17})	Baja	1,25	Anexo VI del MIRAT y https://www.atpplleal.com/userfiles/files/VISCOSIDAD.pdf
Volatilidad (M _{B18})	Baja	1,00	Se asume una volatilidad baja

Tabla 24. Características del alpeorajo de cara al cálculo del IDM. Elaboración propia

Con el fin de determinar los recursos naturales que podrían verse potencialmente afectados por el daño se llevó a cabo una cuantificación preliminar de la extensión que alcanzarían los agentes causantes del daño una vez liberados en el medio. Con este fin fue necesario recurrir a modelos de dispersión de contaminantes. En concreto, se utilizaron los siguientes esquemas de cálculo:

- Vertido de sustancias químicas al suelo y a las aguas subterráneas. Se ha aplicado el modelo desarrollado por Grimaz et al. (2007).

- Incendio. Se ha aplicado el método de evaluación de riesgo de incendio de Gustav Purt para determinar la expansión del incendio dentro de la instalación y, por tanto, poder evaluar la posibilidad de contacto con el medio receptor. Aunque en ninguno de los escenarios definidos se ha concluido que pudiera existir daño sobre el hábitat por incendio, merece la pena incidir en que para cuantificar la expansión fuera de la instalación, habría sido necesaria la aplicación de un programa tipo Behave (U.S. Department of Agriculture)

Dado que estos modelos se explican con detalle en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas, en los apartados siguientes se indican únicamente los datos de entrada que se han introducido en ellos así como los datos de salida que se han obtenido.

IV.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE VERTIDO

Este apartado tiene por objeto determinar la cantidad de cada recurso natural que podría verse afectada por cada uno de los escenarios accidentales identificados.

En este sentido, dado que es una estimación *a priori*, es decir, previa a que haya sucedido el daño, ha sido necesaria la aplicación de modelos de difusión para determinar la extensión del daño en algunos recursos. Los modelos de difusión que se han utilizado han sido los que se indican en el Documento Teórico del MIRAT. Para suelo y aguas subterráneas se ha aplicado el modelo desarrollado por *Grimaz et al.* (2007); para agua superficial se ha aplicado el modelo propuesto en la *Technical Guide Document* (TGD) (ECB, 2003); y para determinar la extensión del incendio se ha utilizado el Método de evaluación de riesgo de incendio de *Gustav Purt*. Merece la pena incidir en que éste último determina la expansión dentro de la instalación, no en el exterior de la misma, para lo cual sería necesario la aplicación de un programa tipo BEHAVE.

Dado que estos modelos se explican con detalle en el Documento Teórico del MIRAT, en los apartados siguientes se indican únicamente los datos de entrada que se han introducido en cada modelo así como los datos de salida del mismo —cantidad de recurso dañado— que serán a su vez los datos de base para la realización de la fase de monetización.

IV.1.1. Volumen de vertido en caso de derrame de sustancias

El volumen de sustancia involucrado en el vertido se ha diferenciado según el origen del derrame:

- Derrame desde almacenamiento: se ha tomado como volumen del suceso iniciador la cantidad de sustancia correspondiente al nivel medio de llenado del mayor depósito que contiene dicha sustancia. No se ha supuesto el vertido de más de un tanque simultáneamente porque se ha considerado poco probable, ya que en los casos en que varios depósitos comparten cubeto la normativa APQ sólo exige que éste tenga como mínimo la capacidad del tanque mayor de los que alberga, por lo que se deduce que la opción de un vertido simultáneo de varios depósitos es muy baja.

- Derrame durante el proceso de extracción o de carga de camiones: se ha hallado como una parte del caudal, en función del tiempo de respuesta considerado.
- Derrame desde tubería por fuga: se ha tomado como referencia un poro de rotura de 1,6 cm, por el que se fuga un caudal de 0,36 l/s durante 50 horas⁵. Estas 50 horas de vertido no son continuas, sino que se producen a lo largo de 1,5 meses de funcionamiento de la instalación, dado que cada día se transfieren unos 36 m³ del foso a la balsa con un caudal de bombeo de 30 m³/h.
- Derrame desde tubería por rotura: se ha partido del caudal de bombeo desde el foso a la balsa (30 m³/h), y se ha estimado que dado que la cantidad derramada sería mucho mayor en el caso de rotura que en el de fuga, la rotura se detectaría por la falta de aportes de aguas de lavado a la balsa en un tiempo ligeramente inferior al tiempo de reacción en la balsa, por lo que se han supuesto 46 horas efectivas de bombeo (que al igual que en el caso de fuga corresponden a cerca de 1,5 meses de funcionamiento de la instalación). Por tanto, el vertido tendría un volumen de 1375 m³, que equivalen aproximadamente a la mitad del volumen de aguas de lavado que se produce durante una campaña.

La tabla siguiente muestra para cada suceso iniciador (S.I.) si el derrame es desde depósito o durante proceso. Además, se indica el volumen de vertido para ambos tipos. En el caso de derrame desde depósito el volumen corresponde al volumen medio de llenado de la máxima unidad de almacenamiento para la sustancia analizada, tal y como se ha indicado previamente. Para los derrames en proceso la tabla muestra cuál es el caudal de producción o de carga que se ha supuesto para esta instalación hipotética, así como el tiempo de respuesta estimado, cuyo producto es el volumen derramado en cada suceso iniciador de este tipo.

⁵ Siendo 1,6 cm el 10 % del diámetro de la tubería, estimado en 16 cm. El dato de referencia del orificio de salida se ha tomado del *Guideline for quantitative risk assessment. Purple book*.

VOLUMEN DE VERTIDO EN LOS SUCESOS INICIADORES DE CADA ZONA							
Actividad	Zona	Suceso iniciador	Depósito	Proceso	Caudal (m ³ /h)	Tiempo de respuesta	Volumen S.I. (m ³)
Extracción	Extracción	Derrame de aceite		X	22	1 hora	22
Infraestructuras auxiliares	Almacén de producto terminado	Derrame de aceite desde depósito	X				54,35
		Derrame de aceite en carga		X	13	10 minutos	2,17
	Zona de almacenamiento de residuos y subproductos	Derrame de alpeorujos desde tolva	X				48
		Derrame de alpeorujos en carga		X	288	5 minutos	24
	Foso de decantación	Derrame por sobrellenado del foso		X	1,5	8 horas	12
	Balsa de evaporación	Derrame desde tubería por fuga		X	1,28	54 horas	69,2
	Balsa de evaporación	Derrame desde tubería por rotura		X	30	46 horas	1.375

Tabla 25. Datos de partida del volumen del suceso iniciador. Fuente: elaboración propia.

A partir de los datos del suceso iniciador, siguiendo la evolución de los árboles de sucesos, se ha descontado en cada rama el volumen que puede retenerse mediante sistemas de contención y mediante la gestión de aguas —todo derrame que vaya a parar a la zona de extracción, independientemente de dónde se haya producido, será reconducido a través de la red de drenaje y quedará contenido en el foso de decantación—. Dadas las características del foso de decantación: tiene una capacidad libre de 42 m³ (70% de su capacidad total de 60 m³) y además dispone de un sistema de bombeo hacia la balsa con un caudal de 30 m³/h, se ha estimado que tendría capacidad suficiente para asimilar cualquier vertido, de los contemplados en el presente MIRAT, que pudiera llegar a él.

En este sentido, merece la pena destacar que en el caso de derrame de aceite desde depósito en el almacén de producto terminado, la cantidad de sustancia que no pueda ser retenida por los cubetos existentes en esa zona de la instalación, se extenderá hacia el patio exterior (y por tanto a la red de pluviales) y hacia la zona de extracción —quedando en éste último caso atrapado en el foso de decantación al cuál llegaría a través de la red de drenaje—. Dado que se trata de una estimación a priori, y no es posible determinar con exactitud la cantidad de sustancia que iría hacia cada red; siguiendo un criterio conservador, y dada la ausencia de pendiente en la instalación, se ha supuesto que el 50% iría a parar a la zona de extracción y quedaría recogido en el foso de decantación y el 50% restante llegaría a la red de pluviales pudiendo afectar a las aguas superficiales.

En la tabla siguiente se expone para cada suceso iniciador (S.I.) su volumen de partida, los sistemas de contención que actúan en cada caso y el volumen final de cada escenario accidental (E.A.) —resultado de la diferencia entre el volumen inicial y las cantidades retenidas—. Estos cálculos pueden verse de forma gráfica en los árboles de sucesos (apartado IV.4. 3 Árboles de sucesos por zonas).

SISTEMAS DE CONTENCIÓN Y VOLÚMENES DE VERTIDO ASOCIADOS A CADA ESCENARIO							
Actividad	Zona	Escenario	Suceso iniciador	Volumen S.I (m³)	Cubeto	Gestión de aguas	Volumen E.A. (m³)
Extracción	Extracción	E.1	Derrame de aceite	22		X	0
Infraestructuras auxiliares	Almacén de producto terminado	E.2	Derrame de aceite desde depósito	54,35	X	X	26,18
		E.3	Derrame de aceite en carga	2,17	X	X	0
		E.4	Derrame de alpeorujo desde tolva	48			48
	Zona de almacenamiento de residuos y subproductos	E.5	Derrame de alpeorujo en carga	24			24
		E.7	Derrame por sobrellenado del foso	12			12
	Balsa de evaporación	E.8	Derrame desde tubería por fuga	69,2			69,2
	Balsa de evaporación	E.9	Derrame desde tubería por rotura	1.375			1.375

Tabla 26. Volúmenes de los escenarios accidentales de derrame de sustancias químicas. Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar, que en el caso de los escenarios 8 y 9, que hacen referencia a derrames desde la tubería que transporta las aguas de lavado hasta la balsa —la cual discurre por zonas de tierras agrícolas—, habría que considerar caso por caso si la legislación autonómica permite utilizar un volumen determinado de efluentes de almazara para riegos. En caso afirmativo, de cara al cálculo del volumen asociado al escenario accidental, podría descontarse de éste el volumen utilizado para riego, disminuyendo por tanto el volumen de afección a los recursos naturales. En el presente caso, se ha supuesto que la comunidad autónoma en la que se encuentra ubicada la instalación carece de este tipo de legislación, por lo que no procede descontar parte del volumen vertido.

IV.1.2. Volumen de vertido en caso de incendio/explosión

El volumen de vertido asociado a un incendio/explosión viene determinado por el volumen de aguas de extinción de incendio, la sustancia que éstas puedan arrastrar y la solubilidad de la misma.

Como se ha comentado en el apartado relativo a los árboles de sucesos, en la elaboración de los mismos se han identificado dos ramas en función de que las medidas de extinción de incendios actúen correctamente y se consiga extinguir el incendio o no. A su vez, la rama que hace referencia a un fallo en la extinción del incendio se ha dividido en dos ramas en función de su expansión —dependiendo de si éste queda confinado en el sector en el que se ha originado o si por el contrario se extiende a toda la instalación— tal y como se indica en el Documento Teórico del MIRAT para el aceite de oliva y oleaginosas. No obstante, dado que el incendio del hueso almacenado del presente caso práctico se origina en el patio exterior —zona que no puede considerarse como un sector de acuerdo con la definición de sector de la metodología de Gustav Purt—, se ha considerado que, tal y como se ha explicado en epígrafes anteriores del presente documento, siempre y cuando se estime que el incendio no queda en conato, se expandiría y afectaría a toda la instalación.

Por lo tanto, los distintos escenarios accidentales que se han identificado para cada suceso iniciador de incendio o explosión son los que se indican a continuación, cada uno de los cuales tendrá un volumen de vertido de aguas de extinción de incendios diferente.

- El incendio se propaga por toda la instalación. El tiempo de extinción se ha estimado en 3 horas. Se ha considerado la sustancia que se maneja en mayor volumen en la instalación, es decir el aceite. El volumen de sustancia arrastrado por las aguas de extinción se ha estimado en el 20% de la cantidad almacenada o utilizada en el sector en el hay mayor cantidad de la misma, en este caso el almacén de producto terminado.
- El incendio queda retenido en el sector. Se ha estimado un tiempo de extinción de una hora. Se ha seleccionado para cada sector la sustancia que aparece en mayor cantidad. Se ha estimado que el volumen de sustancia que arrastrarían las aguas de extinción corresponderían al 20% del volumen total existente en ese sector, de acuerdo con lo indicado en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas.
- El incendio queda retenido en el sector, en forma de conato. Se le ha aplicado un tiempo de extinción de 20 minutos. Se ha seleccionado para cada sector la sustancia que aparece en mayor cantidad y se le asocia un volumen de sustancia arrastrada correspondiente al 7% del volumen total almacenado o manejado en el sector, de acuerdo con lo indicado en el Documento Teórico del MIRAT. Hay que resaltar que para el caso del conato en el almacén de hueso, como la cantidad amontonada es muy elevada (1500 t), se ha estimado que el volumen de agua de extinción vertida en 20 minutos no sería suficiente para arrastrar una cantidad tan significativa de hueso y, por tanto, este escenario accidental se ha considerado imposible. Consecuentemente el escenario de conato sólo se ha valorado para la sala de calderas, donde las aguas de extinción arrastrarían el hueso que se utiliza como combustible, puesto que es una cantidad sensiblemente inferior.

Como se indica en el apartado “Estimación del volumen de vertido asociado a las aguas de extinción de incendio” del Documento Teórico del MIRAT, para hallar el volumen de vertido en las aguas de extinción el primer paso es definir si éstas serían resultado de un incendio en un sector o en toda la instalación. Por ello se ha valorado la probabilidad de expansión del incendio en cada uno de los sectores, para lo cual se ha aplicado el Método de evaluación de riesgo de incendio de Gustav Purt expuesto en dicho Documento Teórico. En la tabla siguiente se muestran los parámetros de entrada del modelo.

PARÁMETROS DE ENTRADA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EXPANSIÓN DEL INCENDIO EN LA INSTALACIÓN	
Parámetros	Sala de calderas
Qm	1,4
C	1,6
Qi	0,4
B	1,0
L	1,3
W	1,6
Ri	1,3
Riesgo expansión	1,65

Tabla 27. Parámetros de entrada para la valoración de la extensión del incendio. Fuente: Elaboración propia.

El parámetro carga calorífica (Qm) de la tabla anterior se calcula a partir de las siguientes variables relativas al sector objeto de estudio.

PARÁMETROS DE ENTRADA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CARGA CALORÍFICA EN LA SALA DE CALDERAS		
Parámetros	Sala de calderas	Unidades
qi	48	Mcal/m ²
S	40	m ²
C	1,6	---
Ra	2	---
h		m
A	40	m ²
Qm	1,4	Mcal/m ²

Tabla 28. Parámetros de entrada para la valoración de la carga calorífica en la sala de calderas. Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocidos los valores de probabilidad de expansión el siguiente paso consiste en aplicar la metodología de cálculo de volumen de aguas de extinción tanto para cada sector como para el total de la instalación, metodología que igualmente queda desarrollada en el Documento Teórico. Todos los datos de partida utilizados en dicho cálculo quedan plasmados en la tabla siguiente. Cabe recalcar que todos los valores mostrados, si bien con una base real, han sido manipulados a fin de preservar la confidencialidad de la información facilitada por las instalaciones visitadas.

PARÁMETROS DE ENTRADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS			
Parámetros	Zonas de expansión		
	Almacén de hueso	Sala de calderas	Instalación
Superficie (m ²)	---	40	4.000
NRI	Alto	Bajo	Bajo
BIE ⁶	1	1	1
Rociadores	0	0	0
Altura almacenamiento	Hasta 8 metros	Hasta 3 metros	Hasta 8 metros
Tipo de construcción	Armazón estable al fuego < 30 min (< RF-30)	Armazón estable ante el fuego >= 1h (> RF-60)	Armazón estable ante el fuego >= 1h (> RF-60)
Tipo de intervenciones internas	Detectores de incendios generalizados conectados 24h/24 a vigilancia o un puesto de seguridad	Detectores de incendios generalizados conectados 24h/24 a vigilancia o un puesto de seguridad	Detectores de incendios generalizados conectados 24h/24 a vigilancia o un puesto de seguridad
Sustancia arrastrada	---	Hueso	Aceite
Solubilidad	---	Insoluble	Poco soluble
Densidad de la sustancia arrastrada (kg/m ³)	---	660	920
Cantidad total de sustancia en el sector (tn)	---	0,5	2.500
Volumen total de sustancia en el sector (m ³)	---	0,76	2.717,39

Tabla 29. Parámetros de partida para la determinación del volumen de agua de extinción de incendios. Fuente: elaboración propia.

Como se ha mencionado previamente el incendio generado en el almacén de hueso que queda confinado al sector es un escenario accidental imposible dado que no se trata de un sector en sí mismo, razón por la cual no ha sido necesario analizar en la tabla anterior cuál sería la sustancia que se arrastraría, ni estudiar su solubilidad, densidad, cantidad o volumen. Así mismo, ha sido imposible establecer la superficie del sector al no existir barreras físicas que lo delimiten.

Por otro lado, merece la pena mencionar que en la tabla anterior se ha incluido el campo «solubilidad», ya que se ha considerado que no todas las aguas de extinción deben catalogarse como nocivas para el medio. Por ello, a la hora de estimar el volumen de vertido se ha optado por analizar la solubilidad de la sustancia arrastrada con el objeto de determinar la cantidad de agua de extinción con la que se mezclaría, y que por tanto, adquiriría propiedades tóxicas. Se ha asumido un 0% de mezcla para los compuestos insolubles y un 100% para los solubles. De esta forma, se evita sobreestimar el volumen de vertido para las sustancias poco solubles. En la tabla siguiente se exponen los porcentajes de mezcla determinados en función de la solubilidad de la sustancia.

⁶ Dado que se trata de una instalación de pequeña envergadura, la única boca de incendio equipada (BIE) estaría disponible para cualquier incendio que se produzca, independientemente del punto en el que se origine.

PORCENTAJE DE MEZCLA DEFINIDOS EN FUNCIÓN DE LA SOLUBILIDAD	
Solubilidad	Porcentaje de mezcla
Insoluble	0%
Poco soluble	5%
Soluble	100%

Tabla 30. Porcentaje de mezcla en función del grado de solubilidad. Fuente: Elaboración propia.

El grado de solubilidad de las sustancias que intervienen en los escenarios de incendio o explosión del presente ejercicio práctico son: insoluble para el hueso —referido al escenario accidental de vertido de aguas de extinción de un incendio generado y confinado en la sala de calderas a partir de una explosión— y poco soluble para el aceite —escenarios de expansión del incendio a toda la instalación tanto para explosión de calderas como para incendio en el almacén de hueso—; por lo que les corresponde un porcentaje de mezcla de 0% y 5%, respectivamente.

Aplicando estos porcentajes se han obtenido los valores de volumen de vertido (volumen de sustancia arrastrada más volumen de aguas de extinción que se mezcla con la sustancia) que se presentan en la tabla siguiente. Los volúmenes de derrame de sustancias en el caso de sucesos iniciadores de incendio o explosión se producen posteriormente al suceso iniciador (en la fase de extinción del incendio) por lo que no van asociados al suceso iniciador. Por esta razón, tal y como se indica en los árboles de sucesos, estos volúmenes se han asociado, por un lado, al factor de detección y extinción de incendios, en el caso de un conato; y por otro, al factor de capacidad de expansión, en el resto de casos.

VOLUMEN DE VERTIDO DE AGUAS DE EXTINCIÓN SEGÚN LA EXPANSIÓN Y EL TIEMPO DE EXTINCIÓN					
Zona	Sustancia sector	Solubilidad	CONATO CONTENIDO EN EL SECTOR DE ORIGEN (t= 20 min) Volumen de vertido (m ³)	INCENDIO CONTENIDO EN EL SECTOR DE ORIGEN (t=1h) Volumen de vertido (m ³)	INCENDIO QUE SE EXPANDE A TODA LA INSTALACIÓN (t=3h) Volumen de vertido (m ³) ⁷
Almacén de hueso	Hueso	Insoluble	---	---	562,14
Sala de calderas	Hueso	Insoluble	0,05	0,15	562,14

Tabla 31. Volúmenes de vertido de los escenarios de incendio o explosión identificados. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en los casos de vertido de sustancias químicas, sobre estos volúmenes también habrán de aplicarse las reducciones correspondientes a los sistemas de contención que se encuentren en cada rama.

Así, en todos los casos de incendio o explosión, el foso de decantación actúa como elemento de contención, como parte del sistema de gestión de aguas. En incendios que afectan a toda la

⁷ En todos los casos de vertido de aguas de extinción por incendio de toda la instalación, la sustancia que se arrastra es aceite.

instalación se ha estimado que la mitad del volumen de aguas de extinción sería reconducido hacia el foso de decantación a través de la red de drenaje. Como se ha descrito anteriormente, tanto su capacidad libre (42 m³) como el sistema de bombeo a balsa que lleva asociado (30 m³/h cada vez que la boya de nivel indica que ha llegado a una altura determinada), permiten que el foso pueda contener la totalidad del vertido que recibe.

En el caso del incendio confinado en la sala de calderas se ha estimado que la mitad iría al patio exterior y la otra mitad a la red de drenaje de la zona de extracción, que conduciría el vertido al foso de decantación, tal y como se ha expuesto para el escenario de vertido en el almacén de producto terminado.

Aparte, en los escenarios de incendio en toda la instalación, también se descuentan los 2 m³ de capacidad que tienen los cubetos que se encuentran en el parque de almacenamiento. Por tanto, el volumen asociado a cada escenario accidental (E.A.) será el que se indica en la tabla siguiente.

SISTEMAS DE CONTENCIÓN Y VOLÚMENES DE VERTIDO ASOCIADOS A CADA ESCENARIO						
Zona origen del incendio	Escenario	Descripción	Volumen S.I (m ³)	Cubetos	Gestión de aguas (foso de decantación)	Volumen E.A. (m ³)
Almacén de hueso	---	Aguas de extinción en 20 minutos	---	---	---	---
	---	Aguas de extinción en 1 hora	---	---	---	---
	E.6	Aguas de extinción en 3 horas	562,14	X	X	279,07
Sala de calderas	E.9	Aguas de extinción en 20 minutos	0,05	---	X	0,00
	E.10	Aguas de extinción en 1 hora	0,15	---	X	0,00
	E.11	Aguas de extinción en 3 horas	562,14	X	X	279,07

Tabla 32. Volúmenes de los escenarios accidentales de vertido de aguas de extinción. Fuente: Elaboración propia.

IV.2. IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS NATURALES POTENCIALMENTE AFECTADOS

IV.2.1. Daños al suelo y a las aguas subterráneas

En el presente ejercicio práctico el único escenario accidental que podría tener afección al suelo y, en su caso, a las aguas subterráneas, es el de vertido de aguas de lavado desde la tubería que une el foso de decantación con la balsa de evaporación.

En este ejercicio práctico se ha supuesto que el acuífero podría resultar dañado, por lo que se analizó la posible afección a los recursos suelo y agua subterránea. Para ello se ha utilizado el modelo de difusión propuesto en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas, desarrollado por Grimaz et al. (2007).

Se ha supuesto que se trata de un vertido de flujo constante ($\alpha = 1$) y que la fuente es puntual ($n = 1$).

La tabla siguiente muestra los datos de entrada que se han introducido en el modelo para el escenario accidental indicado.

PARÁMETROS DE ENTRADA EN EL MODELO DE GRIMAZ		
Parámetros	E.8 (Aguas de lavado)	E.9 (Aguas de lavado)
Porcentaje de suelo pavimentado	0	0
Volumen vertido (m ³)	69,2	1.375
Tiempo de vertido (horas)	54	46
Densidad (Kg/m ³)	977	977
Viscosidad dinámica (cps)	2	2
Ángulo de inclinación del suelo (grados)	0	0
Parámetro k (permeabilidad) (m ²)	1,00E-11	1,00E-11
Parámetro R (capacidad de retención del contaminante por el suelo) (m ³ /m ³)	0,015	0,015
Parámetro ξ'	0,5	0,5
Nivel del acuífero (m)	1,5	1,5
Superficie afectada fuera de la instalación	100%	100%
Porcentaje de suelo natural afectado por el vertido	100%	100%
Porosidad del suelo (%) η	0,398	0,398

Tabla 33. Parámetros de entrada para el modelo desarrollado por Grimaz et al. (2007). Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la aplicación del modelo, la cantidad de recurso —tanto suelo como aguas subterráneas— que podría verse afectada por este escenario accidental es la que se indica en la tabla siguiente.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO DESARROLLADO POR GRIMAZ ET AL. (2007)				
Código	Descripción escenario	Sustancia	Recurso afectado	Cantidad de recurso dañado ⁸
E.8	Vertido de aguas de lavado por fuga desde tubería que conecta foso y balsa	Aguas de lavado	Suelo	15,06
			Aguas subterráneas	291,56
E.9	Vertido de aguas de lavado por rotura de la tubería que conecta foso y balsa	Aguas de lavado	Suelo	351,2
			Aguas subterráneas	6798,86

Tabla 34. Resultados obtenidos de la aplicación del modelo desarrollado por Grimaz et al. (2007). Fuente: Elaboración propia.

IV.2.2. Daños al agua superficial

El presente análisis de riesgos plantea 6 escenarios de afección al agua superficial que parten del contacto del derrame con la red de pluviales de la instalación.

Para el cálculo de volumen de agua superficial afectada se ha aplicado el modelo de difusión propuesto en el Documento Teórico del MIRAT, desarrollado en la Technical Guide Document (TGD) (ECB, 2003).

⁸ La cantidad de recurso dañado está expresada en toneladas para daños al suelo y en metros cúbicos para la afección al agua subterránea.

Los datos de entrada utilizados en estos cálculos son los que se indican a continuación. En este sentido, merece la pena mencionar que, de cara a la aplicación del modelo de difusión, y siguiendo las indicaciones de la TGD (ECB, 2003) —ver apartado B. Cuantificación del daño generado al agua superficial del epígrafe “Protocolo para cuantificar el daño generado por un vertido del Documento Teórico del MIRAT”— se ha tomado en todos los casos un valor de 15 mg/l para el parámetro de concentración de materia suspendida en el medio acuático ($SUSP_{\text{agua}}$).

PARÁMETROS DE ENTRADA EN EL MODELO DE LA TGD								
Código	Escenario	Sustancia vertida	Volumen vertido (m ³)	Solubilidad	Tiempo de vertido (horas)	Densidad relativa (Kg/m ³)	Kp _{susp}	Caudal del río (m ³ /s)
E.2	Vertido de aceite desde depósito	Aceite	26,17	Poco soluble	0,25	920	108	0,676
E.4	Vertido de alpeorajo desde tolvas	Alpeorajo	48	Poco soluble	0,01	1035	108	0,676
E.5	Vertido de alpeorajo en carga de camiones	Alpeorajo	24	Poco soluble	0,01	1035	108	0,676
E.6	Vertido de aguas de extinción de incendios que afecta a toda la instalación	Aceite + 5% agua	279,07	Poco soluble	3	920	108	0,676
E.7	Vertido de aguas de lavado desde foso	Aguas de lavado	12	Poco soluble	0,01	977	108	0,676
E.11	Vertido de aguas de extinción de incendios que afecta a toda la instalación	Aceite + 5% agua	279,07	Poco soluble	3	920	108	0,676

Tabla 35. Parámetros de entrada para el modelo desarrollado en la TGD (ECB, 2003). Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de afección al agua superficial tras la aplicación del modelo en los distintos escenarios accidentales son los que se indican en la siguiente tabla.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO DE LA TGD			
Código	Escenario	Sustancia vertida	Cantidad de agua superficial dañada (m ³)
E.2	Vertido de aceite desde depósito	Aceite	56,6
E.4	Vertido de alpeorujos desde tolvas	Alpeorujos	68,58
E.5	Vertido de alpeorujos en carga de camiones	Alpeorujos	44,28
E.6	Vertido de aguas de extinción de incendios que afecta a toda la instalación	Aceite + 5% agua	644,11
E.7	Vertido de aguas de lavado desde foso	Aguas de lavado	32,28
E.11	Vertido de aguas de extinción de incendios que afecta a toda la instalación	Aceite + 5% agua	644,11

Tabla 36. Resultados obtenidos de la aplicación del modelo desarrollado la TGD (ECB, 2003). Fuente: Elaboración propia

IV.2.3. Resumen de recursos afectados

Atendiendo a lo expuesto en los apartados precedentes, en la tabla siguiente se resumen los recursos potencialmente afectados bajo las hipótesis establecidas en cada escenario accidental y la cantidad de agente causante de daño que alcanzaría los mismos.

Código escenario	Sustancia	Tipo de agente	Cantidad vertida a Asup (m ³)	Cantidad vertida a suelo (m ³)	Cantidad vertida a Asubt (m ³)
E.2	Aceite	COSV no halog.	26,17	-	-
E.4	Alpeorujos	COSV no halog.	48,00	-	-
E.5	Alpeorujos	COSV no halog.	24,00	-	-
E.6	Aceite + 5 % agua	COSV no halog.	279,07	-	-
E.7	Aguas de lavado	COSV no halog.	12,00	-	-
E.8	Aguas de lavado	COSV no halog.	-	22,84	46,36
E.9	Aguas de lavado	COSV no halog.	-	453,75	921,25
E.11	Aceite + 5 % agua	COSV no halog.	279,07	-	-

Tabla 37. Recursos potencialmente afectados en cada escenario y cantidad de agente liberada a los mismos. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, las combinaciones (o grupos) agente-recurso relevantes para el cálculo del IDM serían:

- Grupo 2. Agua continental superficial – químicos
- Grupo 5. Agua continental subterránea – químicos
- Grupo 9. Suelo – químicos

IV.3. ASIGNACIÓN DE VALORES A LOS MULTIPLICADORES DEL IDM

Una vez definidas las combinaciones agente-recurso relevantes en cada escenario para el cálculo del IDM y la cantidad de agente vertido que contactaría con cada recurso natural, la siguiente fase consistiría en asignar valores a la totalidad de los multiplicadores necesarios para el cálculo del IDM. En este sentido, en los apartados precedentes se han recogido los valores de los multiplicadores M_B asociados a cada tipo de sustancia: Aceite, Aguas de lavado y Alpeorujos. Por este motivo, a

continuación únicamente se recoge la información relativa a los restantes multiplicadores necesarios para el cálculo del IDM de cada escenario.

Parámetro	Categoría	Valor	Observaciones
Permeabilidad 1 (MB8)	Media	1,50	La permeabilidad del terreno se cifra en 10^{-11} m ² , asignándose una permeabilidad intermedia.
Tipo de fuga (MB14)	Continua	1,25	Se asume una fuga continua.
Duración 1 (MC1)	Media	1,10	Valor estimado a partir de una simulación realizada en MORA.
Duración 2 (MC2)	Baja	1,00	Valor estimado a partir de una simulación realizada en MORA.
Duración 3 (MC3)	Media	1,10	Valor estimado a partir de una simulación realizada en MORA.

Tabla 38. Valor de los parámetros para el cálculo del IDM. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los multiplicadores vinculados a la duración prevista de los daños (M_c) debe indicarse que se ha accedido a MORA con el fin de estimar la duración de los daños contemplados. En concreto, se han realizado simulaciones de vertidos de agentes de tipo COSV no halogenados al suelo (suelos de permeabilidad media), al agua continental superficial y al agua continental subterránea habiéndose obtenido los resultados recogidos en la tabla anterior.

IV.4.CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO ACCIDENTAL

Los datos anteriores permiten calcular el IDM asociado a cada escenario accidental. Este cálculo se detalla a través de una tabla específica en el Anexo II del presente caso práctico.

En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos para cada escenario.

Escenario	Sustancia	Recurso IDM	IDM Escenario
E.2	Aceite	Agua superficial	106.009,98
E.4	Alpeorajo	Agua superficial	106.859,82
E.5	Alpeorajo	Agua superficial	106.025,52
E.6	Aceite	Agua superficial	113.922,28
E.7	Aguas de lavado	Agua superficial	105.524,94
E.8	Aguas de lavado	Agua subterránea Suelo	179.511,55
E.9	Aguas de lavado	Agua subterránea Suelo	530.708,26
E.11	Aceite	Agua superficial	113.922,28

Tabla 39. Valor del IDM calculado para cada escenario. Fuente: Elaboración propia.

V. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO

En el artículo 33 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley de Responsabilidad Medioambiental se exige la estimación del riesgo como etapa intermedia para la selección del escenario de referencia. Una vez seleccionado dicho escenario, se debe proceder a cuantificar y monetizar los daños medioambientales generados en el mismo para establecer la cuantía de la garantía financiera. El riesgo es definido como el producto de la probabilidad de ocurrencia del escenario por su valor del IDM.

La Tabla siguiente se muestra el cálculo del riesgo medioambiental de cada escenario identificado como relevante en el presente análisis de riesgos. En este sentido, merece la pena recordar que el riesgo es el resultado de multiplicar el valor del IDM por la probabilidad de ocurrencia del escenario.

Escenario	Sustancia	Recurso IDM	IDM Escenario	Probabilidad	Riesgo
E.2	Aceite	Agua superficial	106.009,98	0,05	5.268,70
E.4	Alpeorujo	Agua superficial	106.859,82	0,13	13.571,20
E.5	Alpeorujo	Agua superficial	106.025,52	0,10	10.136,04
E.6	Aceite	Agua superficial	113.922,28	0,07	8.008,74
E.7	Aguas de lavado	Agua superficial	105.524,94	0,12	12.451,94
E.8	Aguas de lavado	Suelo/Asubt	179.511,55	0,13	22.618,45
E.9	Aguas de lavado	Suelo/Asubt	530.708,26	0,03	13.426,92
E.11	Aceite	Agua superficial	113.922,28	0,001	81,68

Tabla 40. Cálculo del riesgo medioambiental. Fuente: Elaboración propia.

VI. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

Una vez que se ha calculado el riesgo medioambiental de cada escenario accidental la selección del escenario de referencia se lleva a cabo identificando el escenario con el IDM más alto de entre los que concentran el 95% del riesgo total de la instalación.

Para alcanzar ese propósito se procede en primera instancia a ordenar los escenarios accidentales relevantes en sentido decreciente de IDM y se selecciona aquel a partir del cual se concentra más del 95% del riesgo medioambiental total de la instalación objeto de análisis.

En la siguiente Tabla se detalla el procedimiento de selección del escenario de referencia. En este caso, merece la pena señalar que los escenarios se han ordenado de mayor a menor valor del IDM y, a igualdad de IDM, de mayor a menor probabilidad.

Escenario	Sustancia	Recurso IDM	IDM Escenario	Probabilidad	Riesgo	Riesgo relativo	Riesgo acumulado
E.9	Aguas de lavado	Suelo/Asubt	530.708,26	0,03	13.426,92	15,69%	100,00%
E.8	Aguas de lavado	Suelo/Asubt	179.511,55	0,13	22.618,45	26,43%	84,31%
E.6	Aceite	Agua superficial	113.922,28	0,07	8.008,74	9,36%	57,87%
E.11	Aceite	Agua superficial	113.922,28	0,001	81,68	0,10%	48,51%
E.4	Alpeorujos	Agua superficial	106.859,82	0,13	13.571,20	15,86%	48,42%
E.5	Alpeorujos	Agua superficial	106.025,52	0,10	10.136,04	11,85%	32,56%
E.2	Aceite	Agua superficial	106.009,98	0,05	5.268,70	6,16%	20,71%
E.7	Aguas de lavado	Agua superficial	105.524,94	0,12	12.451,94	14,55%	14,55%

Tabla 41. Selección del escenario de referencia. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del procedimiento seguido, el escenario de referencia para la determinación de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental sería el codificado como E.9. Este escenario se corresponde con el derrame de aguas de lavado. En concreto se trata de un vertido de un total de 453,75 m³ de agentes contaminantes al suelo y de 921,25 m³ a las aguas subterráneas.

De esta forma, el escenario que será objeto de cuantificación y monetización es el E.9. En las páginas siguientes se describe el proceso de cuantificación y monetización del daño asociado a dicho escenario.

VII. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

Atendiendo al artículo 11 del Reglamento, para la cuantificación del daño “los operadores identificarán, describirán y evaluarán la extensión, la intensidad y la escala temporal del daño”. Así, en los siguientes apartados se procede al tratamiento de cada uno de estos parámetros necesarios para la cuantificación del daño medioambiental correspondientes al vertido de 1.701,79 toneladas de agentes contaminantes al mar.

VII.1. EXTENSIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

La extensión del daño hace referencia a la cantidad de recurso (suelo y agua subterránea en el caso del escenario de referencia) que se ve afectada por el daño.

Como se ha expuesto anteriormente, en el apartado IV.2.1. Daños al suelo y a las aguas subterráneas, se ha analizado la posible afección a los recursos suelo y aguas subterráneas ya que el acuífero presente bajo la instalación podría resultar dañado. Para ello se utiliza el modelo de difusión

propuesto en el Documento Teórico del MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas, desarrollado por Grimaz et al. (2007).

El vertido se ha tratado como un flujo constante ($\alpha = 1$) cuya fuente es puntual ($n = 1$). La tabla siguiente muestra los datos de entrada que se han introducido en el modelo para el escenario accidental de referencia E.9.

PARÁMETROS DE ENTRADA EN EL MODELO DE GRIMAZ	
Parámetros	E.9 (Aguas de lavado)
Porcentaje de suelo pavimentado	0
Volumen vertido (m ³)	1.375
Tiempo de vertido (horas)	46
Densidad (Kg/m ³)	977
Viscosidad dinámica (cps)	2
Ángulo de inclinación del suelo (grados)	0
Parámetro k (permeabilidad) (m ²)	1,00E-11
Parámetro R (capacidad de retención del contaminante por el suelo) (m ³ /m ³)	0,015
Parámetro ξ'	0,5
Nivel del acuífero (m)	1,5
Superficie afectada fuera de la instalación	100%
Porcentaje de suelo natural afectado por el vertido	100%
Porosidad del suelo (%) η	0,398

Tabla 42. Estimación de la extensión de los daños del escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la aplicación del modelo, la cantidad de recurso —tanto suelo como aguas subterráneas— que podría verse afectada por este escenario accidental es la que se indica en la tabla siguiente.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO DESARROLLADO POR GRIMAZ ET AL. (2007)				
Código	Descripción escenario	Sustancia	Recurso afectado	Cantidad de recurso dañado ⁹
E.9	Vertido de aguas de lavado por rotura de la tubería que conecta foso y balsa	Aguas de lavado	Suelo	351,2
			Aguas subterráneas	6798,86

Tabla 43. Resultados obtenidos de la aplicación del modelo desarrollado por Grimaz et al. (2007). Fuente: Elaboración propia.

Así, puede concluirse que el vertido de aguas de lavado afectaría tanto al suelo colindante como a las aguas subterráneas. En concreto, la extensión del daño causado sería de 351,2 t de suelo y 6798,86 m³ de aguas subterráneas.

VII.2. INTENSIDAD DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

Dado que no se dispone de fichas de seguridad en las que se recojan los umbrales de toxicidad de la sustancia analizada, atendiendo a la naturaleza apriorística de los análisis de riesgos, se ha optado por situar el presente estudio del lado de la precaución y declarar el daño evaluado como de intensidad letal.

VII.3. ESCALA TEMPORAL DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

El estudio de la escala temporal del daño incluye la determinación de los siguientes aspectos:

- a) **Duración del daño.** La duración del daño desde el momento en que éste se produce hasta que se logra reestablecer el estado básico se ha fijado, atendiendo a la aplicación informática MORA en un total de 24 meses ya que:
 - La reparación del suelo sucede en 15 meses (6 meses de tiempo de espera y 9 meses de recuperación).
 - La reparación de las aguas subterráneas tiene lugar tras 24 meses (6 meses de tiempo de espera y 18 meses de recuperación).
- b) **Frecuencia del daño.** La frecuencia del daño es igual a la probabilidad de ocurrencia del escenario accidental del cual deriva el daño medioambiental, siendo en este caso igual a 0,0253 expresado en términos semicuantitativos, por lo que dicha frecuencia debe interpretarse en comparación a la frecuencia de los restantes escenarios identificados en el análisis de riesgos.

⁹ La cantidad de recurso dañado está expresada en toneladas para daños al suelo y en metros cúbicos para la afección al agua subterránea.

- c) **Reversibilidad del daño.** Atendiendo a las características del agente causante del daño (se trata de una sustancia biodegradable) se asume que el daño es reversible y que, por lo tanto, podrían devolverse los recursos naturales dañados a su estado básico en un plazo de tiempo razonable.

VII.4. SIGNIFICATIVIDAD DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

Siguiendo un criterio de precaución, al igual que se ha establecido un nivel de intensidad letal, atendiendo al carácter apriorístico del análisis de riesgos se ha optado por considerar que el daño ocasionado por el escenario de referencia tendría carácter de daño significativo.

VIII. MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

Para la monetización del daño asociado al escenario accidental de referencia de este ejercicio práctico se emplea el Modelo de Oferta de Responsabilidad Medioambiental (MORA), el cual expresa en unidades monetarias la magnitud del daño ocasionado bajo las hipótesis establecidas en el escenario accidental de referencia (E.9). En concreto, en este escenario se ha asumido la afección significativa al suelo y la continental subterránea que reciben el vertido de aguas de lavado.

En el caso del agente causante del daño, se deben clasificar las sustancias dentro de las categorías que establece el modelo. En la tabla siguiente se ilustra esta relación en el caso de la instalación hipotética.

SUSTANCIA MIRAT vs CATEGORÍAS MORA	
Sustancia MIRAT	Categoría MORA
Aguas de lavado	SCOVs no halogenados biodegradable

Tabla 44. El agente causante del daño y su categoría en MORA. Fuente: Elaboración propia.

El Anexo III del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley de Responsabilidad Medioambiental ofrece indicaciones sobre el reparto del volumen vertido en una afección combinada a los recursos suelo y agua subterránea. Siguiendo dichas pautas y partiendo de un derrame total de 1375 m³, se asume que:

- La fracción del volumen vertido que afecta al suelo es 453,75 m³
- La fracción del volumen vertido que afecta al agua subterránea es 921,25 m³

Conociendo estos datos y teniendo en cuenta los modelos de difusión detallados en el apartado anterior, es posible conocer la cantidad de recurso dañado (valor de entrada en MORA); 351,2 t de suelo y 6798,86 m³ de aguas subterráneas.

Adicionalmente, dado que se trata de un caso supuesto en la aplicación MORA de cara a la valoración económica de los daños se han introducido las coordenadas: X = 0, Y= 0. Por otra parte, se ha declarado la zona como accesible a la reparación y una distancia nula a la vía de comunicación más cercana.

Atendiendo a estas premisas se ha realizado un informe de valoración en MORA que se adjunta en el Anexo III del presente documento. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Tabla.

Valoración económica escenario de referencia (E.35)		
Recurso	Técnica	Coste Primaria (€)
Suelo	Landfarming	38.654,93
Agua subterránea	Separación	296.583,08
Total coste de reparación primaria escenario E.9		335.238,01

Tabla 45. Valoración económica de la reparación primaria del escenario de referencia de la instalación. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, atendiendo al procedimiento descrito anteriormente, el valor de la reparación primaria del escenario E.9 sería 335.238,01 €.

IX. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA

Conforme con la redacción actual de la normativa de responsabilidad medioambiental, los operadores sujetos a la obligación de constituir una garantía financiera son los incluidos en las siguientes categorías:

- 1) Las actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas (SEVESO) (actualmente Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas).
- 2) Las actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC) (actualmente Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación).
- 3) Los operadores que cuenten con instalaciones de residuos mineros clasificadas como de categoría A de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

Por lo tanto, la instalación ficticia en el que se centra el presente estudio debería constituir una garantía financiera siempre que se encuentre incluida en alguno de los epígrafes anteriores.

A la hora de determinar si finalmente el operador deberá disponer de esta garantía se deben tener en cuenta, de forma adicional, las indicaciones recogidas en el artículo 28 de la Ley de Responsabilidad Medioambiental. En concreto, según los apartados a) y b) de este artículo quedan exentos de constituir una garantía financiera obligatoria los operadores de aquellas actividades susceptibles de ocasionar daños cuya reparación se evalúe por una cantidad inferior a 300.000 euros, o inferior de 2.000.000 euros si acreditan mediante la presentación de certificados expedidos por organismos independientes, que están adheridos con carácter permanente y continuado, bien al sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), bien al sistema de gestión medioambiental UNE-EN ISO 14001 vigente.

En este sentido, el artículo 33 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley de Responsabilidad Medioambiental, indica que, con objeto de establecer el importe de la garantía financiera al coste de la reparación primaria (335.238,01 €) han de añadirse los costes de prevención y evitación que, como mínimo, serán el 10% del coste de la reparación primaria (en este caso, 33.523,80 €). De esta forma, el importe de la garantía financiera para la instalación objeto de estudio ascendería a 368.761,81 €.

Así, debido a que los costes de reparación de los daños ocasionados superan los 300.000 € y en ausencia de un Sistema de Gestión Medioambiental ISO 14001:2004, el operador quedaría obligado a constituir dicha garantía financiera.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR (2008) Norma UNE 150008:2008. Análisis y evaluación del riesgo ambiental.

AFOEX y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2010). Guía APPCC para la producción de materia prima destinada a alimentación animal.

CENTRE DE DOCUMENTATION, DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION SUR LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES EAUX (CEDRE) (2004). Les huiles végétales déversées en mer. Guide operationnel. .

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES (2015). Estructura y contenidos generales de los instrumentos sectoriales para el análisis del riesgo medioambiental.

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., DOCETTI 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.

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.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO (2008). Real Decreto 2090/2008 de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO (2007). Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental.

SCHMIDT D., OIL SPILL INTELLIGENCE REPORT, CUTTER INFORMATION CORP, ARLINGTON, MASSACHUSETTS, U.S. (1999). Estimating cleanup costs for oil spills.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE –USDA– Software BehavePlus, Fire Behaviour Prediction and Fuel Modelling, version 5.0.1.

USEPA (2001) Characteristics of Response Strategies: A Guide for Spill Response Planning in Marine Environments. American Petroleum Institute. National Oceanic and Atmospheric Administration. U.S. Coast Guard. U.S. Environmental Protection Agency.

ANEXO I. ÁRBOLES DE SUCESOS

El presente Anexo recopila los árboles de sucesos realizados para el operador al que se dirige el segundo caso práctico (almazara de aceite de oliva) que acompaña el MIRAT para el sector del aceite de oliva y oleaginosas.

En los árboles, atendiendo a las características del operador concreto evaluado, se identifican como posibles recursos afectados:

- El suelo
- El agua subterránea
- El agua superficial

De esta forma, merece la pena indicar que no se considera una posible afección relevante a las especies silvestres dado que en la zona potencialmente afectada por los daños no existe una población relevante de especies animales o vegetales.

Zona de extracción

1. Derrame

Antigüedad	
A.1	1
A.2	2
A.3	3
A.4	4
A.5	5

Prob.	
1	1%

Mantenimiento	
M.1	1
M.2	2
M.3	3
M.4	4
M.5	5

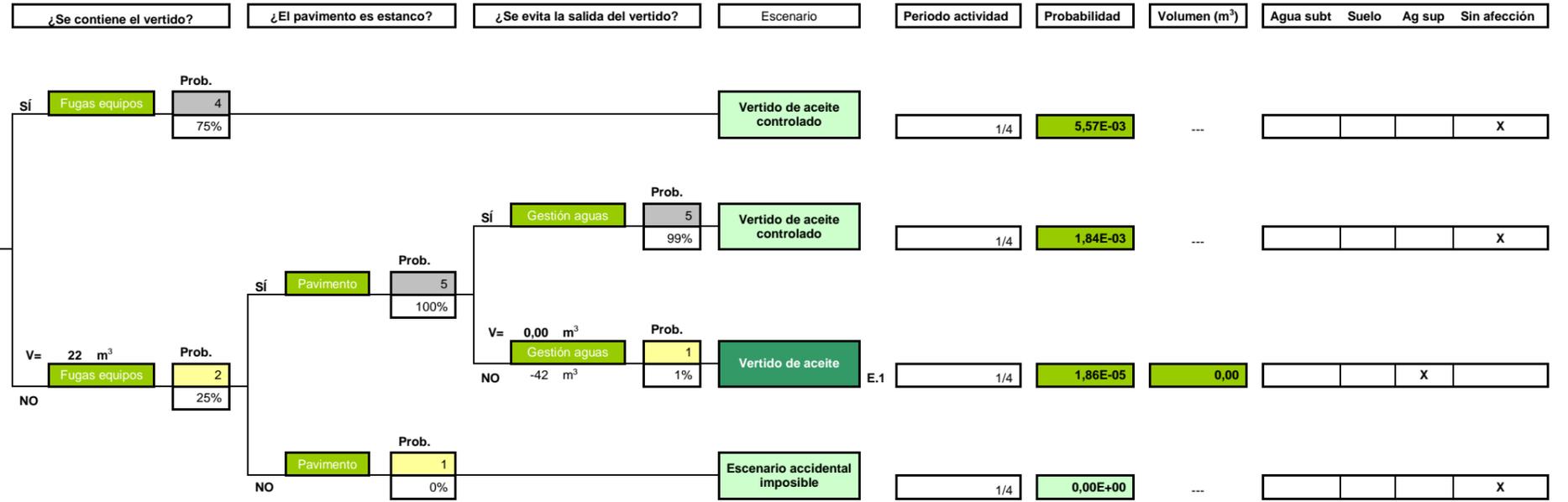
Prob.	
1	1%

Personal	
Pe.1	1
Pe.2	2
Pe.3	3
Pe.4	4
Pe.5	5

Prob.	
1	1%

Derrame de aceite

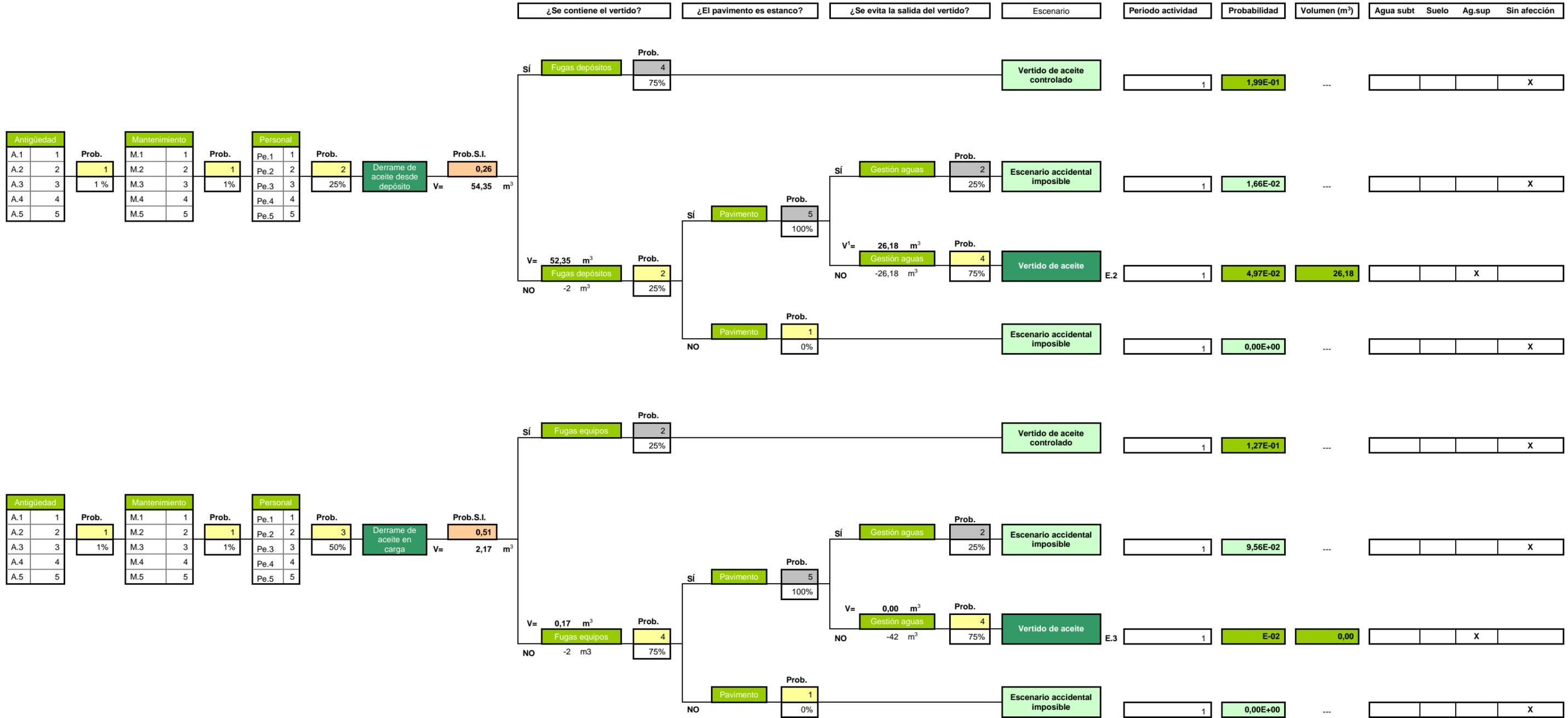
V= 22 m³
Prob. S.I. 0,030



Infraestructuras auxiliares

A. Almacén de producto terminado

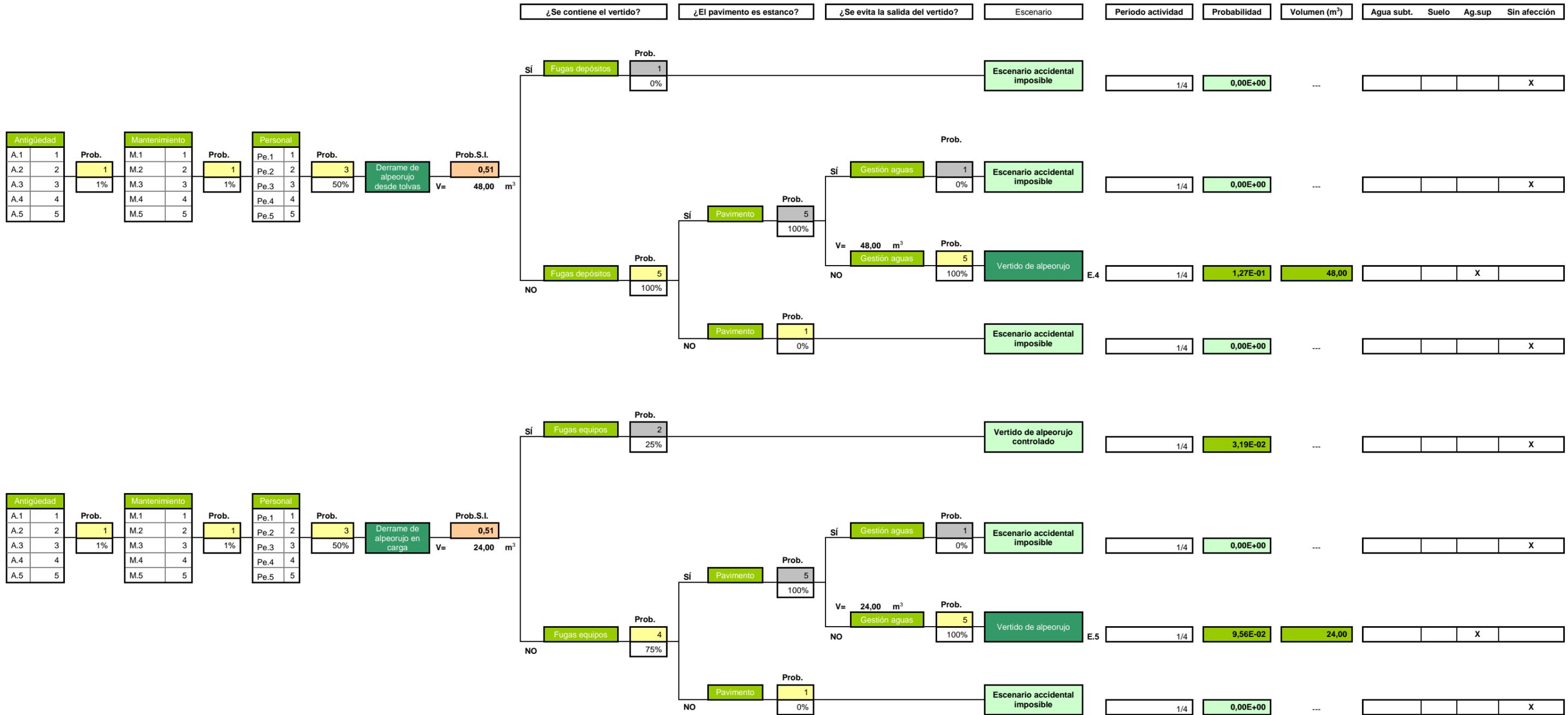
1. Derrame



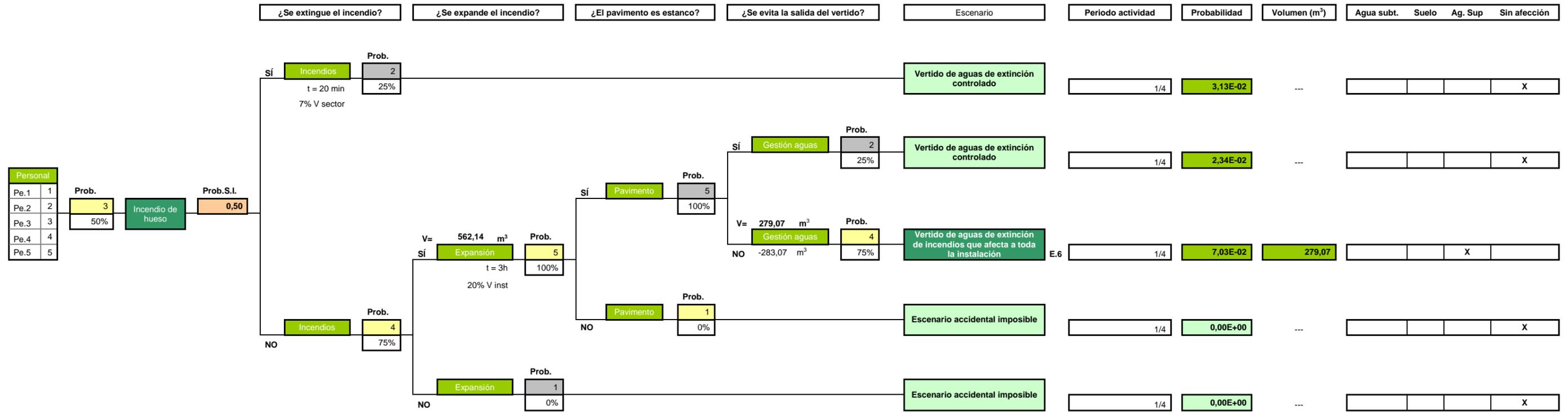
¹ Sólo la mitad del vertido llega a la zona de extracción y por tanto esa es la máxima que podría retener el foso de decantación, hasta un máximo de 42 m³.

B. Zonas de almacenamiento de residuos y subproductos

1. Derrame

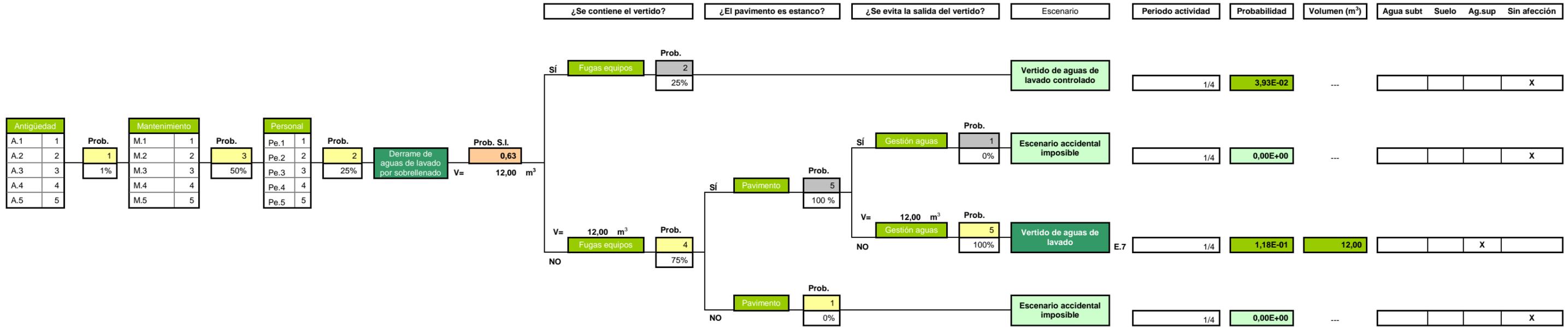


2. Incendio



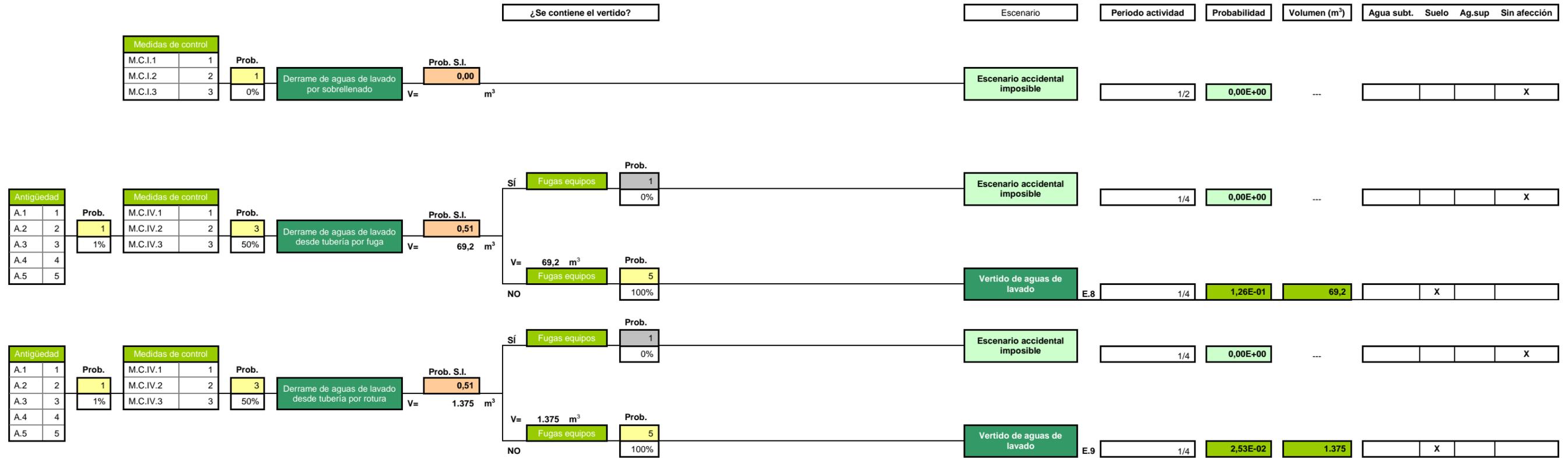
C. Foso de decantación

1. Derrame



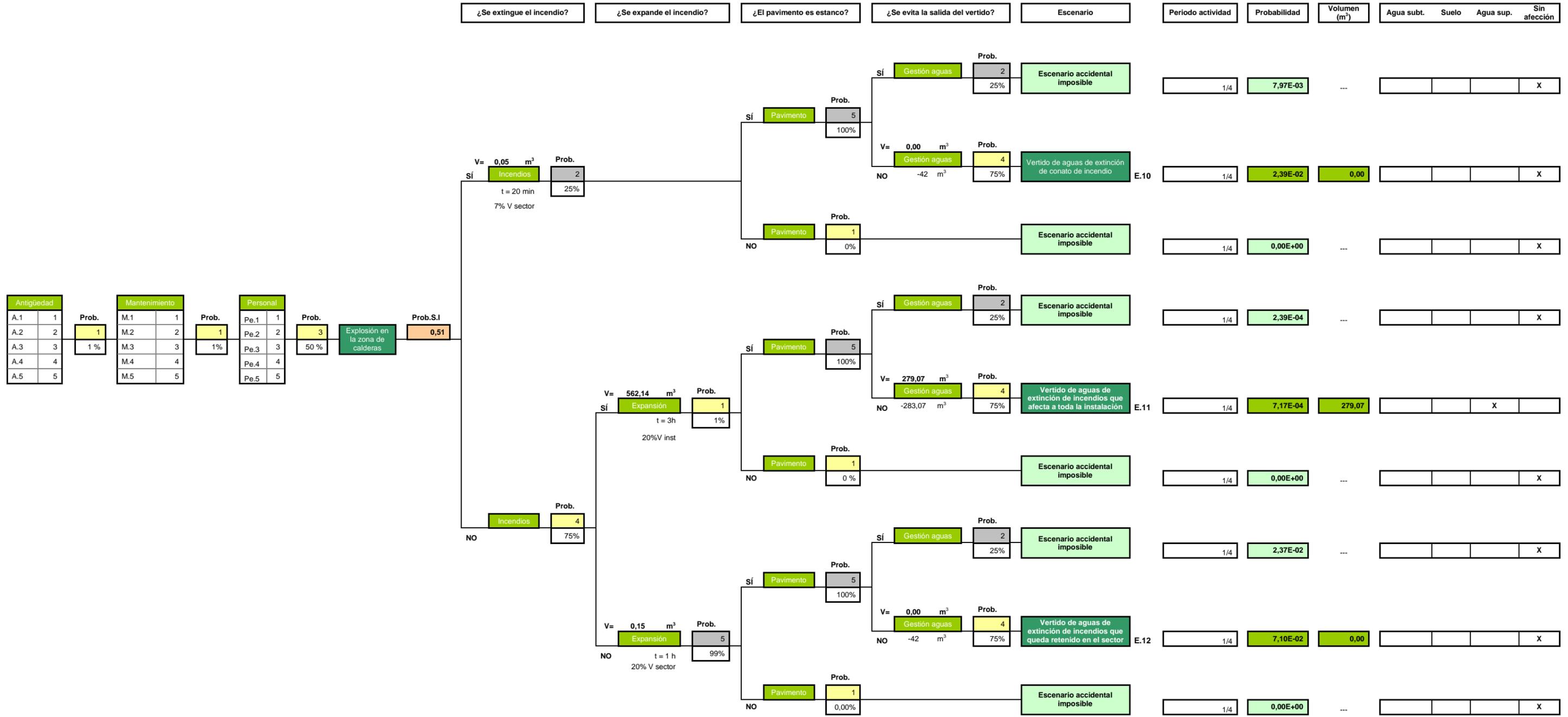
D. Balsa de evaporación

1. Derrame



E. Sala de calderas

1. Explosión



ANEXO II. TABLA DE CÁLCULO DEL IDM

El presente Anexo recopila los datos que se han empleado para calcular el IDM asociado a cada escenario accidental.

Escenario	Grupo IDM	Sustancia IDM		Recurso IDM	Parámetros IDM						Modificadores M _B									Modificadores M _C				Acceso		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	β			Eca
E.2	2	Aceite	COSV	Agua superficial	100.000	15	26,17	2	1.934	0,03	1,00	1,00			1,25	0,90			0,90	1,01	1,10			1,10	0	6,14	106.009,98	106.009,98
E.4	2	Alpeorujo	COSV	Agua superficial	100.000	15	48,00	2	1.934	0,03	1,00	1,00			1,25	0,90			1,00	1,13	1,10			1,10	0	6,14	106.859,82	106.859,82
E.5	2	Alpeorujo	COSV	Agua superficial	100.000	15	24,00	2	1.934	0,03	1,00	1,00			1,25	0,90			1,00	1,13	1,10			1,10	0	6,14	106.025,52	106.025,52
E.6	2	Aceite	COSV	Agua superficial	100.000	15	279,07	2	1.934	0,03	1,00	1,00			1,25	0,90			0,90	1,01	1,10			1,10	0	6,14	113.922,28	113.922,28
E.7	2	Aguas de lavado	COSV	Agua superficial	100.000	15	12,00	2	1.934	0,03	1,00	1,00			1,25	0,80			0,90	0,90	1,10			1,10	0	6,14	105.524,94	105.524,94
E.8	5	Aguas de lavado	COSV	Agua subterránea	100.000	67	46,364	1,5	55.238	0,03	1,00			2,00		0,80		1,25	0,90	1,80		1,00		1,00	0	6,14	168.534,01	179.511,55
	9		COSV	Suelo	0	201	22,836	1	887	0,03	1,00		1,50				1,25	1,25	0,90	2,11			1,10	1,10	0	6,14	10.977,54	
E.9	5	Aguas de lavado	COSV	Agua subterránea	100.000	67	921,250	1,5	55.238	0,03	1,00			2,00		0,80		1,25	0,90	1,80		1,00		1,00	0	6,14	331.548,89	530.708,26
	9		COSV	Suelo	0	201	453,750	1	887	0,03	1,00		1,50				1,25	1,25	0,90	2,11			1,10	1,10	0	6,14	199.159,37	
E.11	2	Aceite	COSV	Agua superficial	100.000	15	279,07	2	1.934	0,03	1,00	1,00			1,25	0,90			0,90	1,01	1,10			1,10	0	6,14	113.922,28	113.922,28

INFORME DE COSTES DE REPARACIÓN

Datos generales

<u>Nombre</u>	Caso práctico2 MIRATOliva		
<u>Fecha de realización</u>	06/11/2019	<u>Versión</u>	v2011/1
<u>Operador</u>	Mónica Alonso Guirado		

Datos de localización

<u>Coordenada X</u>	0,00	<u>Coordenada Y</u>	0,00	<u>SRS</u>	UTM-ETRS 1989-
---------------------	------	---------------------	------	------------	----------------

Parámetros

Concepto	Valor	Valor original
Accesibilidad	Sí	No
Distancia vía	0	
Rango de pendiente	Muy baja	
Permeabilidad	Muy baja	
Espacio protegido	No	

Daño

Agente	Recurso	Cantidad dañada	Reversibilidad
COSV no halogenados biodegradables	Suelo	351,20 t	Sí

Reparaciones

Reparación

Nº de unidades físicas a reparar	351,20t
----------------------------------	---------

<u>Tiempo de espera</u>	6 Meses
-------------------------	---------

Técnica de reparación

Landfarming

Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Landfarming	Landfarming
Coste Unitario	52,11	
Coste fijo	0,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	9	
Unidad de tiempo	Meses	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación primaria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
Total Reparación		38.654,93		38.654,93
Total Aplicación Técnica		26.573,10		26.573,10
% IVA	21,00	4.611,86	21,00	4.611,86
%Seguridad por contingencia	20,00	3.660,21	20,00	3.660,21
PEC Aplicación Técnica		18.301,03		18.301,03
Total Consultoría		9.369,49		9.369,49
%IVA	21,00	1.626,11	21,00	1.626,11
%Seguridad por contingencia	20,00	1.290,56	20,00	1.290,56
PEC Consultoría		6.452,82		6.452,82
Total Revisión y Control		2.712,34		2.712,34
%IVA	21,00	470,74	21,00	470,74

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
%Seguridad por contingencia	20,00	373,60	20,00	373,60
PEC Revisión y Control		1.868,00		1.868,00

Reparación compensatoria

Nº de unidades físicas a reparar	9,19t
----------------------------------	-------

Tiempo de espera

6 Meses

Tasa de descuento

3,00

Técnica de reparación

Landfarming

Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Landfarming	Landfarming
Coste Unitario	52,11	
Coste fijo	0,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	9	
Unidad de tiempo	Meses	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación compensatoria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
Total Reparación		12.777,18		12.777,18
Total Aplicación Técnica		695,35		695,35
% IVA	21,00	120,68	21,00	120,68

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
%Seguridad por contingencia	20,00	95,78	20,00	95,78
PEC Aplicación Técnica		478,89		478,89
Total Consultoría		9.369,49		9.369,49
%IVA	21,00	1.626,11	21,00	1.626,11
%Seguridad por contingencia	20,00	1.290,56	20,00	1.290,56
PEC Consultoría		6.452,82		6.452,82
Total Revisión y Control		2.712,34		2.712,34
%IVA	21,00	470,74	21,00	470,74
%Seguridad por contingencia	20,00	373,60	20,00	373,60
PEC Revisión y Control		1.868,00		1.868,00

Daño

Agente	Recurso	Cantidad dañada	Reversibilidad
COSV no halogenados biodegradables	Agua subterránea	6.798,86 m3	Sí

Reparaciones

Reparación

Nº de unidades físicas a reparar	6.798,86m3
----------------------------------	------------

Tiempo de espera

6 Meses

Técnica de reparación

Separación

Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Separación	Separación

Concepto	Valor	Valor original
Coste Unitario	6,58	
Coste fijo	36.688,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	18	
Unidad de tiempo	Meses	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación primaria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
Total Reparación		296.583,08		296.583,08
Total Aplicación Técnica		118.228,37		118.228,37
% IVA	21,00	20.518,97	21,00	20.518,97
%Seguridad por contingencia	20,00	16.284,90	20,00	16.284,90
PEC Aplicación Técnica		81.424,50		81.424,50
Total Consultoría		9.369,49		9.369,49
%IVA	21,00	1.626,11	21,00	1.626,11
%Seguridad por contingencia	20,00	1.290,56	20,00	1.290,56
PEC Consultoría		6.452,82		6.452,82
Total Revisión y Control		168.985,21		168.985,21
%IVA	21,00	29.328,01	21,00	29.328,01
%Seguridad por contingencia	20,00	23.276,20	20,00	23.276,20
PEC Revisión y Control		116.381,00		116.381,00

Reparación compensatoria

Nº de unidades físicas a reparar	255,32m3
----------------------------------	----------

Tiempo de espera

6 Meses

Tasa de descuento

3,00

Técnica de reparación

Separación

Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Separación	Separación
Coste Unitario	6,58	
Coste fijo	36.688,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	18	
Unidad de tiempo	Meses	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación compensatoria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
Total Reparación		234.065,06		234.065,06
Total Aplicación Técnica		55.710,35		55.710,35
% IVA	21,00	9.668,74	21,00	9.668,74
%Seguridad por contingencia	20,00	7.673,60	20,00	7.673,60
PEC Aplicación Técnica		38.368,01		38.368,01
Total Consultoría		9.369,49		9.369,49
%IVA	21,00	1.626,11	21,00	1.626,11
%Seguridad por contingencia	20,00	1.290,56	20,00	1.290,56

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
PEC Consultoría		6.452,82		6.452,82
Total Revisión y Control		168.985,21		168.985,21
%IVA	21,00	29.328,01	21,00	29.328,01
%Seguridad por contingencia	20,00	23.276,20	20,00	23.276,20
PEC Revisión y Control		116.381,00		116.381,00

Presupuesto camino

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
PEC Construcción del Camino		0,00		0,00
%Seguridad por Contingencia	20,00	0,00	20,00	0,00
%IVA	21,00	0,00	21,00	0,00
Total Ejecución Camino		0,00		0,00
PEC Consultoría		0,00		0,00
%Seguridad por Contingencia	20,00	0,00	20,00	0,00
%IVA	21,00	0,00	21,00	0,00
Total Consultoría		0,00		0,00
Total Construcción del Camino		0,00		0,00

Resumen reparaciones

Combinaciones agente-recurso del escenario	Tipo de medida	Importe (€)
COSV no halogenados biodegradables en Suelo	Reparación primaria	38.654,93
	Reparación compensatoria	12.777,18
	Reparación complementaria	0,00
	Subtotal	51.432,11

Combinaciones agente-recurso del escenario	Tipo de medida	Importe (€)
COSV no halogenados biodegradables en Agua subterránea	Reparación primaria	296.583,08
	Reparación compensatoria	234.065,06
	Reparación complementaria	0,00
	Subtotal	530.648,14
Presupuesto Construcción Camino		0,00
Total reparación primaria (incluyendo construcción de camino)		335.238,01
Total reparación compensatoria (sin incluir construcción de camino)		246.842,24
Total reparación complementaria (sin incluir construcción de camino)		0,00
Total reparación		582.080,25



**SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE**

**DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD
Y EVALUACIÓN AMBIENTAL**

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES