

ÍNDICE DE DAÑO MEDIOAMBIENTAL (IDM)



1. Introducción	1
2. Esquema general del proceso	3
3. Ámbito de aplicación del Índice de Daño Medioambiental	6
4. Ventajas	7
5. Aplicabilidad del Índice de Daño Medioambiental y cautelas	8
6. Justificación técnica de los parámetros del Índice de Daño Medioambiental	9
7. Bibliografía	30



1. Introducción

El Índice de Daño Medioambiental, en adelante IDM, permite estimar un orden de magnitud del daño medioambiental causado bajo cada hipótesis de escenario accidental que se deduce del análisis de riesgos medioambientales.

El IDM permite asignar a cada escenario accidental un valor numérico que hace posible calcular el riesgo asociado a cada escenario —producto entre la probabilidad de ocurrencia del escenario y el IDM— y seleccionar el escenario de referencia que servirá de base para calcular la garantía financiera. Se trata de una solución que permite atribuir a los escenarios accidentales un orden de magnitud semicuantitativo de las consecuencias ambientales o del daño potencial que pudieran ocasionar.

Con esta simplificación del proceso de valoración del daño medioambiental, se mantiene el esquema general para seleccionar el escenario de referencia, y se suprimen las etapas que llevan asociada una mayor complejidad, siendo sólo necesario cuantificar y monetizar el daño medioambiental asociado al escenario de referencia seleccionado.

El IDM respeta los requerimientos establecidos por la Ley 26/2007, de 23 de octubre, en su artículo 24 sobre la necesidad de que el método de cálculo de la garantía financiera permita una evaluación homogénea de los escenarios de riesgos y que sea sensible a la intensidad, extensión y temporalidad de los daños potenciales. Además, se encuentra en la línea del esquema de análisis de riesgos establecido en la Norma UNE 150.008 al que hace referencia el artículo 34 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre.

El IDM también cumple las siguientes expectativas de toda simplificación técnica: es de aplicación sistemática y de relativa sencillez, y permite una continuidad del esquema general que ha sido utilizado hasta la fecha como método de cálculo de la garantía financiera.

El IDM representa un modelo general dirigido a estimar, en la misma unidad de medida, un orden de magnitud del daño potencial que se asocia a cada escenario accidental, permitiendo comparar diferentes escenarios entre sí, y seleccionar el que servirá de base para calcular la garantía financiera. Su cálculo se apoya en una serie de estimadores de los costes de reparación primaria que se deducen de la ecuación de costes de la metodología del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (MORA) para cada combinación agente-recurso.

El Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental es una metodología desarrollada en el seno de la Comisión técnica de prevención y reparación de daños medioambientales, con el objeto de facilitar la aplicación de la Ley 26/2007, de 23 de octubre. Esta metodología para el cálculo de costes de reposición permite monetizar los escenarios de riesgo contemplados en los análisis de riesgos medioambientales de una instalación.

La estructura de la ecuación empleada para la estimación de este Índice de Daño Medioambiental es la misma que la prevista en el Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental. Se trata de un modelo dividido en diferentes secciones dirigidas a cada combinación agente-recurso para las que se propone la utilización de una serie de variables específicas. Por tanto, el IDM deberá estimarse como agregación de las distintas combinaciones agente-recurso que correspondan a cada escenario accidental.



El cálculo del IDM se fundamenta en los costes promedio de reparación primaria para cada combinación agente-recurso contenidos en la metodología MORA. Esta información ha sido reclasificada y transformada en un valor numérico no monetario por lo que no es posible acceder, mediante la aplicación del IDM, a los costes de reparación que resultarían de aplicar el Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental. Ello es lógico si se tiene en cuenta que la aplicación de la metodología MORA requiere previamente determinar la cantidad de recurso natural potencialmente dañado; cuantificación que ya no es necesaria para la estimación del IDM y que se suple mediante el cálculo de un estimador genérico de la cantidad de recurso dañada para cada combinación agente-recurso.

El resultado del modelo es un valor numérico que representa las consecuencias del daño en una unidad de medida que, si bien no tiene una relación matemática directa con su valor monetario, permite mantener una relación de proporcionalidad entre la cantidad liberada de agente causante del daño y la gravedad de las consecuencias ambientales de cada escenario, permitiendo con ello ordenar los escenarios de mayor a menor valor estimado (a mayor valor del IDM mayores son las consecuencias medioambientales previstas).

El cálculo del IDM requiere los siguientes datos de entrada:

- Identificación previa de los escenarios accidentales relevantes.
- Selección de los tipos de agente causantes del daño.
- Selección de los recursos naturales potencialmente afectados.
- Determinación de la localización del daño causado en cada escenario accidental.
- Introducción de los valores de las variables cualitativas y cuantitativas específicas para cada combinación agente-recurso.

En el siguiente apartado se describe con detalle el procedimiento que deberá seguir el operador para el cálculo del IDM asociado a cada escenario de accidente y de la cuantía de garantía financiera por responsabilidad medioambiental (Figura 2).



2. Esquema general del proceso

El procedimiento que deberá seguir el operador para estimar el IDM de cada escenario de accidente, que se deduce del análisis del riesgo medioambiental, atendiendo a las directrices técnicas que establece la Norma UNE 150.008, es el siguiente:

De forma general, las etapas que comprende el análisis del riesgo medioambiental son: i) identificación de las zonas que implican riesgo medioambiental de la actividad profesional objeto de estudio (zonificación de las fuentes de peligro); (ii) identificación de variables y factores determinantes del riesgo medioambiental, en lo referente tanto a la determinación de estimadores de la probabilidad asociada a la ocurrencia del suceso iniciador —escenarios causales—, como a la identificación de factores condicionantes de cada escenario accidental, incluidas las medidas de evitación o contención oportunas —escenarios consecuenciales—; y (iii) postulación de escenarios accidentales relevantes.

La Figura 1 muestra el esquema que se deduce de la Norma UNE 150.008 para identificar los escenarios accidentales de la actividad profesional correspondiente que se consideran relevantes, así como la etapa de dicho esquema donde entraría en juego el IDM. De esta forma se observa cómo el IDM representa una unidad de medida de las consecuencias ambientales que se deducen de cada hipótesis de accidente. De ello se infiere que la aplicación del IDM requiere que previamente sean identificados todos los escenarios accidentales relevantes.

La Figura 2 representa un esquema del procedimiento que deberá seguir el operador para el cálculo del IDM asociado a cada escenario de accidente y de la cuantía de garantía financiera por responsabilidad medioambiental. Dicho procedimiento se resume en las siguientes fases:

1. Postulación de escenarios accidentales relevantes con la probabilidad de ocurrencia asociada a cada hipótesis de accidente.
2. Identificación de las combinaciones agente-recurso que representa cada escenario accidental.
3. Estimación del IDM para las combinaciones agente-recurso identificadas mediante el cálculo de los parámetros que componen su fórmula.
4. Cálculo del riesgo asociado a cada escenario accidental como el producto de la probabilidad de ocurrencia del escenario por el valor del IDM.
5. Selección de los escenarios de menor IDM asociado que agrupen el 95 por ciento del riesgo total.
6. Selección del escenario de referencia que tenga el IDM más alto entre los escenarios accidentales seleccionados. A efectos de esta selección no se tendrán en cuenta los escenarios accidentales cuya reparación primaria se base íntegramente en la recuperación natural.
7. Cuantificar y monetizar el daño medioambiental asociado al escenario de referencia seleccionado. Para ello el operador deberá estimar la cantidad de recurso natural potencialmente afectado que sería objeto de reparación y el coste del proyecto de reparación primaria correspondiente.



8. Establecer, como propuesta de cuantía de la garantía financiera, el valor del daño medioambiental del escenario accidental seleccionado. A este montante se le sumará el coste correspondiente de las medidas de prevención y de evitación del daño.

Figura 1. Norma UNE 150008: Escenarios causales y escenarios consecuenciales.
Fuente: Elaborado a partir de la Norma UNE 150.008.

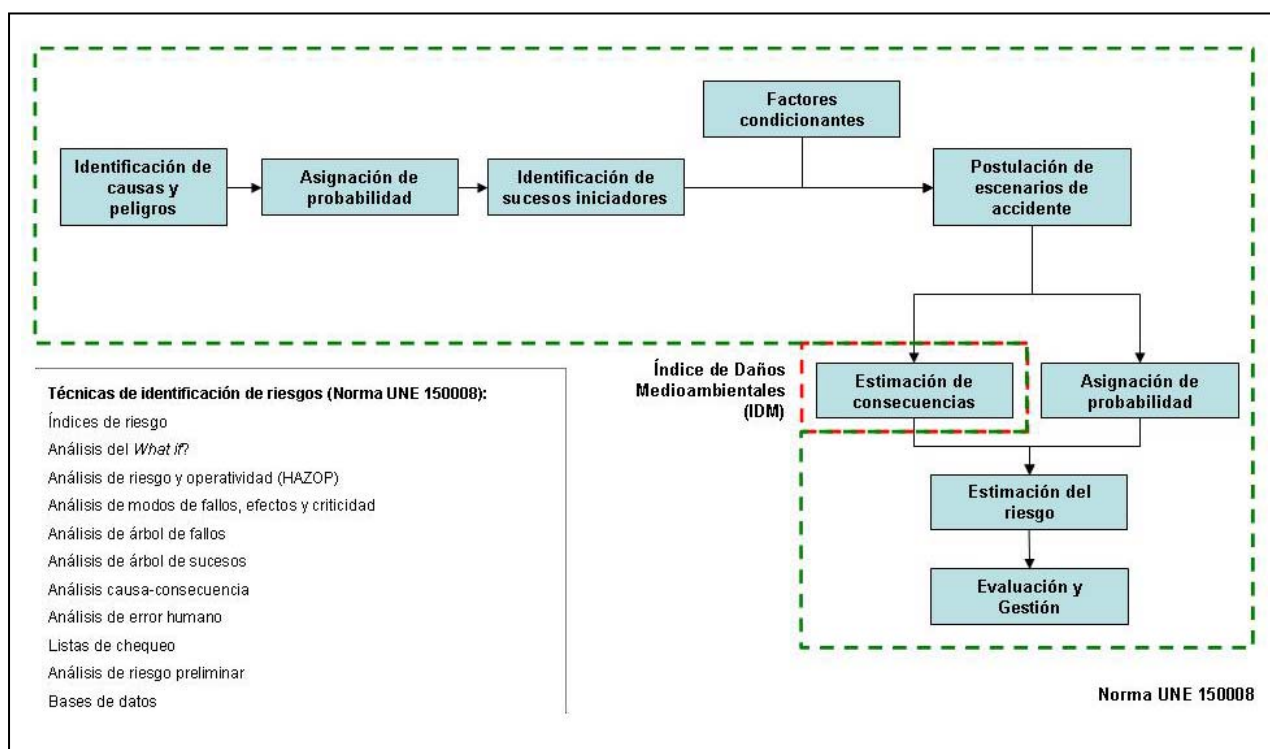
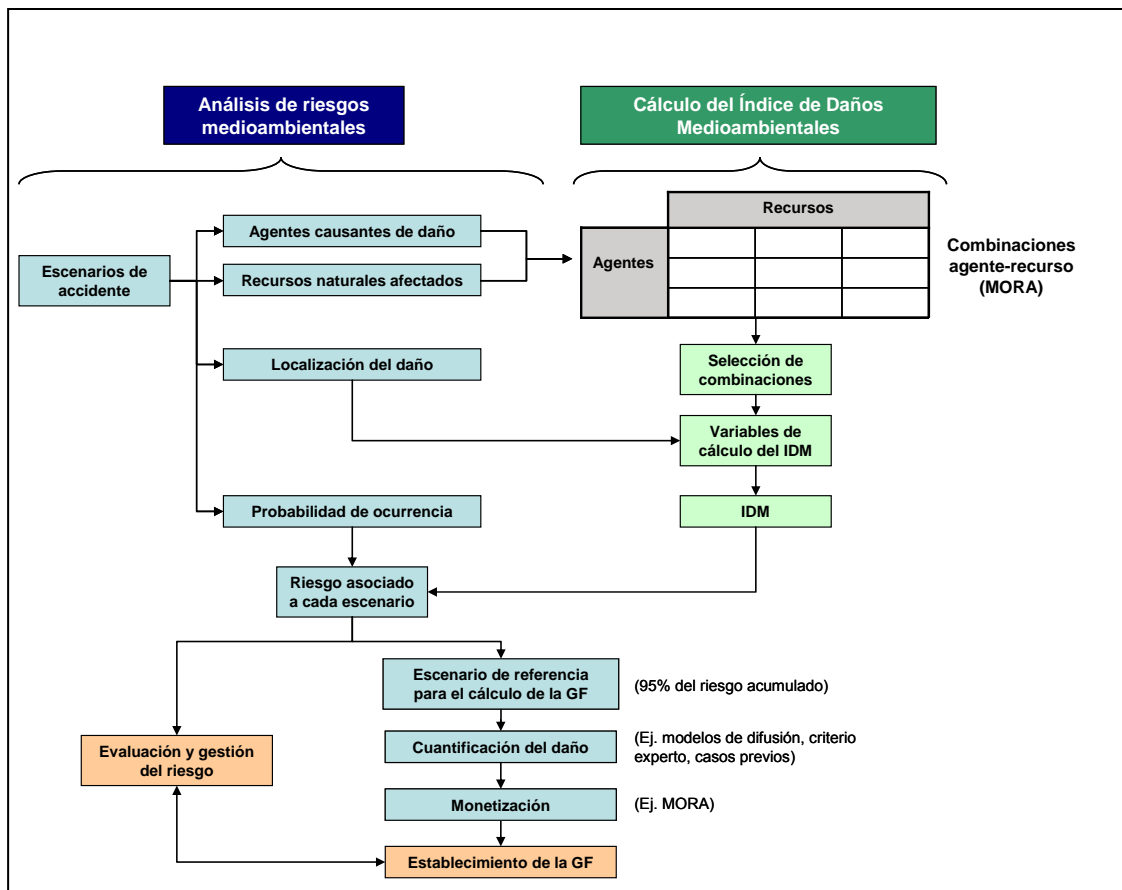




Figura 2. Esquema de aplicación del modelo de cálculo del Índice de Daño Medioambiental.
Fuente: Elaboración propia.





3. *Ámbito de aplicación del Índice de Daño Medioambiental*

El IDM se aplica a nivel de operador dado que su principal objetivo es simplificar tanto la valoración del daño asociado a cada escenario accidental, como la selección del escenario de referencia que servirá de base para calcular la garantía financiera. Si bien la garantía financiera se establece a nivel de operador, el IDM podrá ser tenido en consideración durante el desarrollo de los instrumentos sectoriales para el análisis del riesgo medioambiental (Modelos de Informe de Riesgos Ambientales Tipo —MIRAT— o Guía metodológica), y Tabla de baremos.

Los daños cuyas consecuencias podrán ser valoradas mediante el IDM deberán ser relevantes y reversibles, asumiendo la hipótesis de que se pueden recuperar los mismos recursos que puedan verse afectados potencialmente por el daño.

Cabe señalar que el IDM resulta sólo útil en el marco del análisis de riesgos y nunca como instrumento de valoración de daños, puesto que su propósito principal es establecer una única unidad de medida no monetaria que permita comparar el nivel de consecuencias ambientales que se presume para diferentes hipótesis de accidente. Se trata de un indicador semicuantitativo basado en la cantidad y el tipo de agente causante del daño y en una serie de características relevantes del medio receptor.

El hecho de que el IDM no considere en detalle el comportamiento del agente causante del daño en el medio receptor (al no requerir para su cálculo la cuantificación de los daños), ni el nivel de exposición de los recursos potencialmente afectados a dicho agente o la eficiencia de la técnica de reparación correspondiente —factores absolutamente determinantes a la hora de estimar los costes de reparación—, sólo permite atribuir cierta relación de proporcionalidad entre la cantidad de agente causante de daño que es liberada al medio receptor y las consecuencias ambientales que se podrían deducir de la hipótesis de accidente.

Las aplicaciones del Índice de Daño Medioambiental pueden clasificarse en dos categorías:

- **Cálculo de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental**, acorde con la nueva redacción del artículo 33 del Reglamento (ver Figura 2).
- **Análisis, evaluación y gestión del riesgo medioambiental**, incluidas las medidas de control, prevención, contención y minimización que se deduzcan de dicho análisis. Conocido el riesgo asociado a cada escenario —determinado mediante el producto de su probabilidad y el IDM—, el operador podrá utilizar dicho indicador para evaluar su tolerabilidad, y adoptar las medidas preventivas y de evitación que estime convenientes.

En cualquier caso, aclarar que hay que tomar en consideración el grado de incertidumbre que introduce la utilización del Índice de Daño Medioambiental, como se describe posteriormente en el apartado de Aplicabilidad del Índice de Daño Medioambiental y cautelas.



4. Ventajas

La utilización del Índice de Daño Medioambiental ofrece las siguientes ventajas:

- Relativa sencillez y la posibilidad de que sea utilizado sin requerir una gran dedicación de recursos.
- Al utilizar la misma estructura de costes del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental, es susceptible de que vaya siendo actualizado y adaptado a casos reales.
- La simplicidad de los cálculos —los datos de entrada son fáciles de obtener y el proceso de cálculo son sumas y multiplicaciones— permite su aplicación sistemática.
- Puede utilizarse como herramienta para estimar las consecuencias y riesgos asociados a los escenarios accidentales que se deducen de todo análisis de riesgos —ya sea su elaboración voluntaria u obligatoria—, facilitando la adopción de todas las medidas de gestión del riesgo que se consideren oportunas.



5. Aplicabilidad del Índice de Daño Medioambiental y cautelas

Toda solución que contribuya a simplificar un modelo de valoración implica, inevitablemente, un aumento del rango de incertidumbre en el resultado. Como se ha expuesto con anterioridad, la aplicación del IDM no requiere cuantificar la cantidad de recurso natural potencialmente afectado por el agente causante del daño (en términos de extensión, intensidad y dimensión temporal), lo que supone no poder contar con información que resulta relevante para calcular los costes del proyecto de reparación primaria, que aproximaría el recurso potencialmente afectado a su estado básico. Es por esta razón que el IDM constituye un valor numérico no monetario que carece de relación matemática directa con los costes de reparación primaria del daño asociado a cada escenario, siendo sólo capaz de asumir la proporcionalidad entre una cantidad liberada de agente causante del daño y la gravedad de las consecuencias ambientales a las que dicho agente pudiera dar lugar. De la misma forma, el IDM no puede tener en consideración la eficiencia de determinadas técnicas de reparación, dado que su aplicación no permite identificar el tipo de medida reparadora que alcanzaría el resultado esperado al menor coste dependiendo del agente causante del daño y las características particulares del medio receptor. Por consiguiente, el requisito de que el modelo IDM pueda aplicarse de forma sistemática implica que se trate de un modelo rígido donde no tenga cabida la consideración de circunstancias particulares del recurso natural afectado o de la técnica de reparación que resultara más conveniente para su recuperación.

Lo expuesto anteriormente pone de relieve que el IDM constituye un indicador dirigido expresamente a ofrecer un orden de magnitud de las consecuencias ambientales de diferentes hipótesis de accidente. En esta línea debe destacarse que la aplicación del IDM es válida para las combinaciones agente-recurso consideradas en el Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental.

Otro aspecto a tener en cuenta en relación con la simplificación del procedimiento que aporta el Índice de Daño Medioambiental es que en el mismo se incluye un estimador de cantidad de recurso afectado (E_c), el cual hace referencia a las unidades de recurso afectadas (m^3 de agua, toneladas de suelo, número de individuos de cada especie animal, superficie ocupada por las especies vegetales, etc.) por cada unidad de agente involucrada en el accidente. Este dato resulta imprescindible para emplear los costes del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental, y adoptar el nuevo enfoque de cálculo, pero es necesario señalar que su determinación implica una simplificación que conlleva un cierto grado de subjetividad. En este sentido, y para evitar que el usuario tenga que introducir un valor de E_c , se incluye un valor genérico para cada combinación agente-recurso.



6. Justificación técnica de los parámetros del Índice de Daño Medioambiental

Descripción de los agentes causantes del daño considerados en el IDM

El IDM diferencia los siguientes agentes causantes de daño:

A. Químicos: asociado a la liberación de una sustancia en una concentración superior a su umbral de toxicidad.

- Compuestos orgánicos volátiles halogenados (COV halogenados)

Los compuestos orgánicos volátiles halogenados presentan en sus cadenas elementos halógenos —flúor, cloro, bromo o yodo—, y se encuentran en estado gaseoso a temperatura ambiente o son muy volátiles a dicha temperatura. A efectos del IDM se consideran compuestos orgánicos volátiles aquéllos cuyo punto de ebullición se encuentra por debajo de los 100°C.

- Compuestos orgánicos volátiles no halogenados (COV no halogenados)

A diferencia de los anteriores, los compuestos orgánicos volátiles no halogenados no presentan en sus cadenas elementos halógenos, si bien se encuentran igualmente en estado gaseoso a temperatura ambiente o son muy volátiles a dicha temperatura. A efectos del IDM se consideran compuestos orgánicos volátiles aquéllos cuyo punto de ebullición se encuentra por debajo de los 100°C.

- Compuestos orgánicos semivolátiles halogenados (COSV halogenados)

Los compuestos orgánicos semivolátiles halogenados presentan en sus cadenas elementos halógenos —flúor, cloro, bromo o yodo—, y se encuentran en estado líquido, sólido o gaseoso en función de la temperatura ambiente. A efectos del IDM se consideran compuestos orgánicos semivolátiles aquéllos cuyo punto de ebullición se encuentra entre 100 y 325°C.

- Compuestos orgánicos semivolátiles no halogenados (COSV no halogenados)

Los compuestos orgánicos semivolátiles no halogenados no presentan en sus cadenas elementos halógenos, pudiendo encontrarse en estado líquido, sólido o gaseoso en función de la temperatura ambiente. A efectos del IDM se consideran compuestos orgánicos semivolátiles aquéllos cuyo punto de ebullición se encuentra entre 100 y 325°C.

- Fuegos y compuestos orgánicos no volátiles (Fuegos y CONV)

Son compuestos orgánicos densos, generalmente no halogenados. A efectos del IDM se consideran fuegos y compuestos orgánicos no volátiles a las sustancias orgánicas cuyo punto de ebullición se encuentre por encima de los 325°C.



- Sustancias inorgánicas

Son los compuestos en los que el carbono no es el componente principal. Este grupo lo integran esencialmente los metales y otros compuestos como asbestos, cianidas y fluorinas.

- Explosivos

Son sustancias que al presentarse en cantidades suficientes y estar expuestas a estímulos como el calor, el choque, la fricción, la incompatibilidad química o la descarga electrostática se transforman en gases, liberando calor, presión o radiación en un tiempo muy breve.

B. Físicos: referido al exceso o defecto de una sustancia que no tiene asociado un nivel de toxicidad, tales como el agua, la tierra, la temperatura o los residuos inertes.

- Extracción/Desaparición

Este agente conlleva la desaparición física del recurso natural afectado por el daño.

- Vertido de inertes

Los materiales inertes son aquellos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Este tipo de materiales no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana; la lixiviabilidad, la cantidad de contaminantes de los materiales y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes.

- Temperatura

En el ámbito del IDM los daños por temperatura hacen referencia a los vertidos de agua a elevadas temperaturas potencialmente realizados sobre alguno de los recursos naturales cubiertos por la normativa de responsabilidad medioambiental.

C. Incendio: este agente considera la posibilidad de que se afecte mediante un incendio a las especies vegetales y animales.

D. Biológicos: referido a los daños causados por los seres vivos.

- Organismos modificados genéticamente (OMG)

Introduce en el modelo los daños que pueden causar los organismos modificados genéticamente.

- Especies exóticas invasoras

Introduce en el modelo los daños que pueden causar las especies exóticas invasoras.



- Virus y bacterias

Introduce en el modelo los daños que pueden causar los virus y las bacterias.

- Hongos e insectos

Introduce en el modelo los daños que pueden causar los hongos y los insectos.

Grupos de agente causante de daño-recurso natural afectado

La ecuación del IDM se utilizará para los diferentes grupos de combinaciones de agente causante del daño y de recurso potencialmente afectado que se representan en la Tabla 1. De esta forma, cualquier daño medioambiental podrá evaluarse conforme a las combinaciones agente-recurso identificadas en la tabla, y que están establecidas a partir de las técnicas de reparación actualmente disponibles. El usuario deberá seleccionar la combinación o combinaciones agente-recurso que se consideren relevantes para el escenario que esté evaluando y proceder a calcular su IDM utilizando la ecuación tal y como se describe en los apartados siguientes.

TABLA 1. Grupos de agente causante de daño-recurso natural afectado

		Recurso									
		Agua				Lecho continental y marino	Suelo	Ribera del mar y de las rías	Especies		
		Marina	Continental		Vegetales				Animales		
			Superficial	Subterránea							
Agente causante de daño	Químico	COV halogenados	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 5	Grupo 7	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 16	
		COV no halogenados									
		COSV halogenados									
		COSV no halogenados									
		Fueles y CONV									
		Sustancias inorgánicas									
	Explosivos										
	Físico	Extracción/Desaparición		Grupo 3	Grupo 6			Grupo 3		Grupo 12	Grupo 17
		Vertido de inertes				Grupo 8					
		Temperatura		Grupo 4			Grupo 4		Grupo 13	Grupo 18	
	Biológico	Incendio								Grupo 14	Grupo 19
		OMG								Grupo 15	Grupo 20
		Especies exóticas invasoras									
Virus y bacterias											
Hongos e insectos								Grupo 15			

COV, compuestos orgánicos volátiles
 COSV, compuestos orgánicos semivolátiles
 CONV, compuestos orgánicos no volátiles
 OMG, organismos modificados genéticamente



Agua marina:

Los daños al agua marina serán aquellos que afecten a sus propiedades químicas y/o su estado ecológico.

Dentro del grupo de los contaminantes químicos, únicamente no están recogidas en la tabla; 1) las sustancias explosivas más densas que el agua, ya que se estima que producirán daños al lecho del mar y no al agua marina en sí misma; y 2) aquellas sustancias que previsiblemente se disolverían en el agua —sustancias inorgánicas y algunos explosivos— ya que al considerarse el agua del mar un recurso infinito y tener gran capacidad de resiliencia, no existen técnicas de reparación aplicables que conlleven el tratamiento del agua marina.

Este último argumento se aplica en el caso de daños físicos por extracción de agua de mar. Sucede que, para que un daño de este tipo fuera relevante, sería necesario realizar una extracción de gran envergadura de agua salada, por ello esta combinación se ha desestimado.

Existen algunas combinaciones, tales como el vertido de inertes en el medio marino, que realmente se encuentran recogidas mediante otras combinaciones de la tabla, en este caso, se trataría de un daño por inertes al lecho marino.

De nuevo, debido a la magnitud de este recurso, se considera que no existen afecciones relevantes por temperatura, ya que la dinámica marítima hace que estos daños tengan un efecto temporal muy bajo. De la misma forma, se considera que los incendios no pueden afectar de forma relevante a la composición química del agua marina.

Los daños biológicos no quedan recogidas en la tabla ya que estarían únicamente relacionados con las especies marinas y no con el recurso “agua del mar” en sí mismo.

Agua continental superficial:

Como sucede en los daños al recurso agua marina, en el caso del agua superficial sólo se consideran como tales aquellos que afectan a sus propiedades químicas y su estado ecológico.

Análogamente al caso del agua marina, el vertido de inertes al agua superficial sería tratado como un daño al lecho continental.

Se considera que los incendios no podrían afectar de forma relevante a la composición química del agua superficial.

Todos los tipos de daños biológicos, como en el agua marina, estarían ligados a las especies acuáticas que habitan en el agua superficial continental y no con el agua como recurso.

Agua continental subterránea:

Así como sucede con el resto de recursos acuáticos, el daño al agua subterránea se produce exclusivamente cuando se alteran las propiedades fisicoquímicas de este recurso.

Dado que se encuentra en profundidad y se trata de un medio de difícil acceso, se considera que no puede ser afectado por daños como el vertido de inertes, las variaciones de temperatura o el incendio.

Los daños biológicos quedarían excluidos de este recurso por la razón mencionada en los casos del agua marina y el agua continental superficial.



Lecho continental y marino:

Se considera que únicamente se puede producir una afección al lecho de los ríos y del mar a través de sustancias más densas que el agua, por ello, quedan excluidos de dañar a los lechos los compuestos químicos volátiles y semivolátiles ya que se evaporarían o quedarían superficialmente en flotación.

En este caso, la extracción de lecho sería tratada como una extracción de suelo.

Los daños causados por el resto de agentes (temperatura, incendio y biológicos) no son considerados como susceptibles de causar daños a los lechos.

Suelo:

La afección al suelo se considera como una modificación de las propiedades físico-químicas del recurso.

En concreto, los únicos agentes que no se estiman relevantes de cara a dañar a un suelo son el incendio y los agentes biológicos. Esto se debe a que se entiende que el incendio solamente afectaría a la capa más superficial del terreno, sin llegar a dañar una cantidad de recurso relevante. Por otro lado, los daños biológicos afectarían a las especies vegetales que existiesen en ese suelo o a las especies de fauna, sin afectar a la composición del recurso suelo.

Ribera del mar y de las rías:

Este recurso se considera íntimamente ligado al recurso agua marina, ya que los daños más comunes que pueden afectar a ambos recursos son los vertidos de petróleo —fueles, COV y COSV en el marco del modelo—.

En el resto de opciones no valoradas —sustancias inorgánicas, explosivos y los daños de tipo físico—, el tratamiento de este recurso debería asimilarse al del recurso suelo o a una combinación de suelo y agua.

Como sucedía en los daños al suelo y al agua, el incendio y los agentes biológicos son considerados de impacto no relevante en este recurso.

Especies vegetales:

En los daños ocasionados a la flora, únicamente existen dos tipos de agentes que no se hayan calificado como susceptibles de provocar un daño:

- El vertido de inertes, ya que la superficie afectada por un vertido de inertes generalmente nunca va a alcanzar unidades de superficie tan elevadas como para dañar a la vegetación de manera relevante —generalmente se maneja la escala de hectáreas en cuanto a lo que reparación de las especies vegetales se refiere—. Por tanto, este caso sería tratado como un daño al suelo.

Si sucede que el daño a las especies vegetales debido a un vertido de inertes fuese evaluado como relevante, podría ser tratado como una combinación de daño al suelo y daño a la vegetación por extracción, al ser la misma técnica de reparación la que debería llevarse a cabo —eliminación del recurso afectado y reposición del mismo—.

- Virus y bacterias, ya que se parte de la premisa de que únicamente afectan a las especies animales. Aún así, en caso de que se produzca un daño a la vegetación originado por una bacteria o virus, éste sería tratado como un daño por hongos o insectos ya que debería aplicarse la misma técnica de reparación.



Especies animales:

Como sucede en el caso de la flora, únicamente hay dos tipos de agentes que no se hayan tenido en cuenta como potenciales agentes causantes del daño a la fauna:

- El vertido de inertes. Esto se debe a que, por la movilidad de las especies de fauna, se considera poco probable que un inerte pueda llegar a afectar a una especie animal de manera relevante. De nuevo, este daño se trataría generalmente como un daño al suelo.

En caso de que el daño a las especies animales debido a un vertido de inertes fuese considerado relevante por el analista, este sería tratado como una combinación de daño al suelo y daño a la fauna por extracción, por analogía en las técnicas de reparación a emplear.

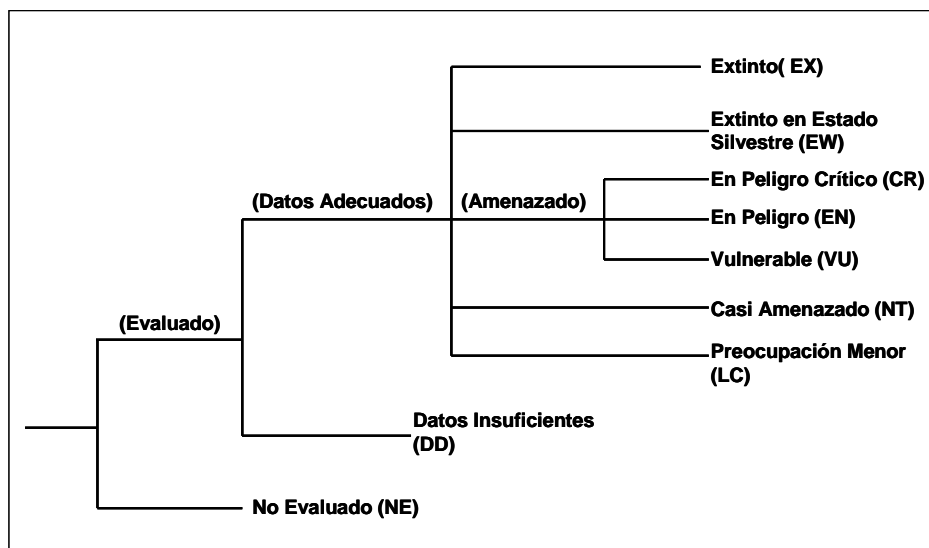
- Hongos e insectos. Se parte de que estos agentes afectan comúnmente a la flora. A pesar de ello, en caso de que sucediese este supuesto, se trataría como un daño por virus o bacterias.

Como base para definir los daños a las especies vegetales y a las especies animales se propone emplear el Inventario Nacional de Biodiversidad (INB) publicado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. En dicho Inventario se recogen las especies animales y vegetales presentes en el territorio nacional, mediante cuadrículas de 10 x10 km.

Para determinar si una especie está amenazada o no se propone utilizar como fuente las categorías de la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). De tal forma que se considerarán amenazadas las categorías en peligro crítico, en peligro y vulnerable; y no amenazadas el resto de categorías.



Figura 1. Categorías de protección distinguidas por la UICN.



Fuente: Categorías y Criterios de la Lista Roja (UICN, 2001).

Descripción general de la ecuación del Índice de Daño Medioambiental

La ecuación propuesta para el cálculo del IDM tiene su origen en la ecuación general de estimación de costes desarrollada en el marco de la metodología del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental, desarrollada por el Grupo de Trabajo para el Cálculo del Valor de Reposición de la Comisión técnica de prevención y reparación de daños medioambientales.

Esta ecuación trata de estimar el orden de magnitud de los costes de reparación primaria que deberían asumirse en caso de ocurrir un hipotético accidente con consecuencias medioambientales. Merece la pena incidir en que, si bien el cálculo del IDM se fundamenta en los costes promedio de reparación primaria para cada combinación agente-recurso contenidos en la metodología MORA, esta información ha sido reclasificada y transformada en un valor numérico no monetario por lo que no es posible acceder, mediante la aplicación del IDM, a los costes de reparación que resultarían de aplicar el Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental.

La ecuación consta de una serie de componentes vinculadas a los diferentes estimadores de los tipos de costes identificados en los proyectos de reparación:

$$IDM = \sum_{i=1}^n \left[\underbrace{Ecf}_{\text{Componente de estimación del coste fijo}} + \underbrace{A \times Ecu \times (B \times \alpha \times Ec)}_{\text{Componente de estimación del coste variable}} + \underbrace{p \times M_{acc}^q}_{\text{Componente de estimación del coste de revisión}} + \underbrace{C \times Ecr}_{\text{Componente de estimación del coste de consultoría}} \times \underbrace{(1 + Ecc)}_i \right] + \underbrace{(\beta \times Eca)}_{\text{Componente de estimación del coste de acceso}}$$



La componente de estimación de los costes fijos es independiente de la cantidad de recurso que deba repararse, no siendo afectada por ningún factor multiplicador en la metodología del Índice de Daño Medioambiental.

La componente de estimación del coste variable introduce en el modelo dos tipos de funciones explicativas:

- Función de tipo lineal: el primer sumando de la componente refleja unos costes proporcionales a la cantidad dañada, esto es, se multiplica un estimador de los costes unitarios por un estimador de la cantidad de recurso dañada.
- Función de tipo exponencial: el segundo sumando introduce una función exponencial con dos valores constantes ofrecidos por el Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (p y q), y una variable correspondiente a la cantidad vertida o extraída (M_{acc}). Esta función se emplea exclusivamente en daños al lecho continental o marino.

En el modelo propuesto la componente de estimación de los costes de revisión y control se calcula en proporción al periodo de tiempo que se estima necesario para restaurar los recursos naturales a su estado original —o aproximarlos lo máximo posible a dicho estado básico—.

La componente de estimación de los costes de consultoría se considera por medio de un porcentaje de los estimadores de costes anteriores.

Por último, en cuanto la componente de estimación de los costes de acceder a la zona afectada por el daño, el modelo solicita al usuario información sobre la distancia que la separa de la vía de comunicación más cercana, aplicando sobre esta distancia un estimador del coste unitario de acceso obtenido a partir del proyecto MORA.

Los estimadores de los costes de reparación primaria

Componente de estimación del coste fijo

Objetivo:

La componente de estimación del coste fijo introduce en la ecuación del IDM aquellos costes que se consideran independientes de la cantidad de recurso dañada.

Parámetros:

El estimador de coste fijo (Ecf) viene definido para cada combinación agente-recurso no siendo afectado por otros parámetros adicionales.

Criterios técnicos para su estimación según diferentes combinaciones agente-recurso:

Los valores del estimador de coste fijo se han obtenido a partir de los datos ofrecidos en MORA, los cuales proceden a su vez de fuentes bibliográficas y de las experiencias previas puestas en común en el



Grupo de Trabajo para el Cálculo del Valor de Reposición de la Comisión técnica de prevención y reparación de daños medioambientales. El procedimiento de cálculo ha consistido en la estimación de un promedio aproximado para cada una de las combinaciones agente-recurso y su posterior reclasificación a unidades no monetarias. Al igual que en MORA, este estimador se encuentra presente en los Grupos 2 y 5, dedicados a la reparación de daños químicos en el agua continental y subterránea.

Componente de estimación del coste variable

Objetivo:

La componente de estimación del coste variable introduce en la ecuación del IDM aquellos costes que se consideran dependientes de la cantidad de recurso dañada.

Parámetros:

El estimador de coste unitario (*Ecu*) se encuentra predefinido para cada combinación agente-recurso debiendo ser multiplicado por una serie de parámetros a introducir por el analista:

- Parámetro A. Se trata de un parámetro que mayor o minor el estimador de coste unitario (*Ecu*) obtenido a partir de MORA. De esta forma el procedimiento de cálculo del IDM es sensible al hecho de que las técnicas de reparación sean más o menos costosas bajo determinadas circunstancias.
- Parámetro *Ec*. Mediante el parámetro *Ec* se realiza una estimación semicuantitativa de la cantidad de recurso natural que podría verse afectada por cada unidad de agente involucrada en el daño medioambiental.
- Parámetro α . Alfa es la cantidad de agente involucrada en el daño medioambiental.
- Parámetro B. Se trata de un parámetro que mayor o minor la cantidad de recurso afectada por el daño. De esta forma el procedimiento de cálculo del IDM es sensible al hecho de que el agente cause daños mayores o menores bajo determinadas circunstancias.

Criterios técnicos para su estimación según diferentes combinaciones agente-recurso:

Los costes unitarios de reparación asociados a cada combinación agente-recurso se han estimado a partir de los datos ofrecidos por la metodología del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental. Para ello se ha obtenido el promedio aproximado de las técnicas de reparación aplicables a cada una de dichas combinaciones y posteriormente se han reclasificado los valores obtenidos.

Componente de estimación del coste de revisión y control

Objetivo:

El estimador del coste de revisión y control cubre los conceptos relacionados con el seguimiento de las tareas de reparación, así como con el aseguramiento de que se alcancen los objetivos y los hitos previstos en el proyecto de reparación.



Parámetros:

El estimador de coste de revisión y control (*Ecr*) se encuentra predefinido para cada combinación agente-recurso debiendo ser multiplicado por un parámetro a introducir por el analista. El Parámetro C constituye una variable que mayor o menor el estimador del coste de revisión y control en función del tiempo que transcurre desde el momento en que ocurre el daño hasta que se recuperan los recursos naturales afectados por el mismo.

Criterios técnicos para su estimación según diferentes combinaciones agente-recurso:

Las fuentes de datos a partir de la que se han obtenido los estimadores de revisión y control son las recogidas en el proyecto MORA para cada combinación agente-recurso.

Componente de estimación del coste de consultoría

Objetivo:

La redacción, diseño y planeamiento del proyecto de reparación se incorporan en la metodología del IDM a través del estimador del coste de consultoría.

Parámetros:

El estimador del coste de consultoría se ha incorporado en la metodología como un porcentaje de los estimadores anteriores, por lo que no se ha definido ningún parámetro específico por el cual deba multiplicarse.

Criterios técnicos para su estimación según diferentes combinaciones agente-recurso:

Al igual que en las restantes categorías de costes, la magnitud del coste de consultoría se ha estimado a partir del promedio de los datos contenidos en el proyecto MORA y su posterior reclasificación.

Componente de estimación del coste de acceso

Objetivo:

Los costes de acceso son aquellos asociados a las obras necesarias para acceder a las zonas que se hayan visto afectadas por un daño medioambiental y que, sin embargo, no cuenten con una vía de acceso apta para el traslado de los equipos, los materiales y la maquinaria de reparación, incluyendo los costes de construcción y consultoría.

Parámetros:

Al estimador de coste de acceso (*Eca*) se le ha otorgado un valor de 6,14 debiéndose multiplicar por un parámetro a introducir por el usuario. El parámetro β representa la suma de las distancias desde la zona a reparar hasta la vía de comunicación más cercana expresada en metros. En caso de escenarios que impliquen exclusivamente daños al agua marina, al lecho continental o marino se asigna un valor a β igual a 0.



Criterios técnicos para su estimación según diferentes combinaciones agente-recurso:

La metodología del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental ha servido como base para la determinación del estimador del coste promedio de construcción de una vía de acceso desde una vía de comunicación preexistente hasta la zona potencialmente afectada por un daño medioambiental.

Criterios técnicos para valorar los modificadores

En el ámbito del IDM se entienden como modificadores a los factores A, B y C de la ecuación del IDM, los cuales se introducen multiplicando a los valores de los estimadores del coste definidos a partir de la metodología del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental.

La identificación de modificadores se ha realizado mediante la revisión de bibliografía especializada en estudios del medio físico y evaluación de riesgos medioambientales: Guía de elaboración de estudios del medio físico (ESCRIBANO, *et al.*, 2006); Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental [en el ámbito del Real Decreto 1254/1999 (Seveso II)] (RUIZ, *et al.*, 2004); Memoria justificativa del proyecto del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente); Manual de contaminación marina y restauración del litoral (SEOÁNEZ, 2000); GRIMAZ, *et al.*, (2007); GRIMAZ, *et al.*, (2008); USDA (BehavePlus Model); ECB (2003); EPA (1998) y Norma UNE 150008 para el análisis y evaluación del riesgo ambiental (AENOR, 2008).

La selección de los modificadores que incorpora el IDM se fundamenta en dos aspectos: su presumible relevancia para explicar la magnitud de los daños medioambientales y la sencillez de su utilización por los usuarios del modelo. Dicho de otra forma, se pretende que el índice sea lo suficientemente sencillo como para poder ser utilizado de manera sistemática por la mayoría de operadores, sin que esta sencillez prive al mismo de satisfacer los requerimientos de estimación de la mayor o menor dimensión de los daños evaluados.

Las escalas y baremos de valoración se han diseñado específicamente para cada modificador. El soporte técnico de estas escalas se asienta en la aplicación de modelos de difusión de contaminantes como los propuestos en GRIMAZ, ECB y BEHAVE, en bases de datos de costes de técnicas de reparación —Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental, FRTR y Tarifas Tragsa 2007 (TRAGSA, 2007)— y en la aplicación de un criterio experto para la concreción de los valores de cada categoría.

La asignación de valores se ha realizado fijando las siguientes premisas:

- **Enfoque semicuantitativo.** En la valoración de los modificadores se ha seguido el mismo enfoque que el establecido para el conjunto de la metodología del IDM. De esta forma únicamente se pretende que los valores asignados permitan ordenar de manera satisfactoria los diferentes escenarios de mayor a menor gravedad de los daños, no pudiendo interpretarse su resultado en magnitudes reales.
- **Criterio de asignación homogéneo.** Los valores han sido asignados siguiendo un criterio homogéneo para todos los modificadores con el fin de asegurar la coherencia del modelo y que sus resultados sean comparables entre sí.



- **Rango de valores homogéneos.** Con el fin de no perjudicar o favorecer a priori de forma determinante a ninguno de los modificadores, los valores asignados oscilan en un rango relativamente estrecho para todos los modificadores —entre 0,50 y 3,00 unidades—. Al tratarse de una metodología de uso general y aplicable a estudios *ex ante* (riesgos o daños potenciales que no han acontecido), el grado de incertidumbre es muy elevado, lo que hace recomendable que ningún modificador influya de forma decisiva sobre los restantes, en aras de una mayor objetividad.
- **Criterio de prudencia en la valoración.** En caso de existir una duda razonable sobre los valores a asignar se han seleccionado aquéllos considerados más desfavorables.

Modificadores del estimador de los costes unitarios (M_{A_i})

Densidad de la vegetación

Como modificador de los costes unitarios —atendiendo al cuadro de Tarifas Tragsa 2007—, la densidad de la vegetación determina la técnica de reparación, siendo categorizada en función del número de pies por hectárea que sería necesario repoblar en el caso de masas arbóreas y de una densidad media cualitativa en el caso del matorral y el herbazal.

Categorías	Descripción	Valor
Muy densa	Densidad de pies superior a 700 pies/ha, matorral o herbazal muy denso	1,20
Media	Densidad de pies entre 50-700 pies/ha, matorral o herbazal de densidad media	1,00
Poco densa	Densidad de pies inferior a 50 pies/ha, matorral o herbazal poco denso	0,50

Espacio Natural Protegido (modificador ENP)

La metodología de cálculo del IDM tiene en cuenta la posible afección a Espacios Naturales Protegidos como un incremento del coste del proyecto de reparación. Este incremento se fundamenta en que la reparación debería realizarse observando los instrumentos y normativas específicos del ENP —considerándose más exigentes que los establecidos para territorios sin especial protección—.

Categorías	Descripción	Valor
ENP	Posible afección a un ENP	1,25
No ENP	Sin afección a ENP	1,00

Pedregosidad

Para determinar la facilidad de acceso al lugar del daño se han descrito dos categorías de suelo de forma cualitativa. La diferencia de coste entre ambas categorías se basa en los costes de las repoblaciones forestales recogidos en las tarifas Tragsa 2007.

Categorías	Descripción	Valor
Suelo pedregoso	Formado por rocas de todos los tamaños. Suelos irregulares	1,10
Suelo no pedregoso	Formado por materiales compactados. Suelos fácilmente transitables	1,00





Pendiente

La pendiente se considera un factor explicativo de los diferentes costes de las técnicas de reparación —atendiendo a los cuadros de precios establecidos en las Tarifas Tragsa 2007—.

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Pendiente media del terreno mayor del 50%	1,50
Media	Pendiente media del terreno entre 30 y 50%	1,25
Baja	Pendiente media del terreno inferior al 30%	1,00

Modificadores del estimador de la cantidad de receptor afectado (M_{Bj})

Biodegradabilidad

Existen diferentes expresiones que representan la acción que ejercen los procesos naturales de degradación biológica sobre los agentes causantes del daño. Un ejemplo muy generalizado es representar la biodegradabilidad de la sustancia a través del porcentaje de sustancia que se biodegrada durante un tiempo determinado (Ej. 75%, 14 días). Para la valoración de este modificador se recomienda acudir a las fichas técnicas de las sustancias tales como las recopiladas por la Comisión Europea en su plataforma de información *European Chemical Substances Information System* (<http://esis.jrc.ec.europa.eu/>).

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Alta capacidad de biodegradación	0,80
Media	Capacidad media de biodegradación	0,90
Baja	Baja capacidad de biodegradación	1,00

Densidad de la población

La metodología del IDM propone una escala basada en criterios cualitativos con el fin de establecer la densidad de población en la zona que se vería afectada por el daño medioambiental:

Categorías	Descripción	Valor
Muy densa	Existen abundantes referencias sobre la presencia actual de la especie en la zona. La población cuenta con un elevado número de individuos por unidad de superficie en relación con otras poblaciones comparables de la misma especie	2,00
Media	Existe un número elevado de referencias sobre la presencia actual de la especie en la zona. La población tiene un número medio de individuos por unidad de superficie en relación con otras poblaciones comparables de la misma especie	1,50
Poco densa	Existen escasas referencias de la presencia actual de la especie en la zona. Las poblaciones tienen un número bajo de individuos por unidad de superficie en relación con otras poblaciones comparables de la misma especie	1,00



Densidad de la vegetación

Como modificador de la cantidad de recurso afectado, la densidad de la vegetación se ha categorizado de nuevo en función del número de pies por hectárea que sería necesario repoblar en el caso de masas arbóreas y de una densidad media cualitativa en el caso del matorral y el herbazal. La introducción de este modificador en el IDM atiende a las exigencias de información de entrada requeridos por el modelo de incendios forestales BEHAVE (USDA).

Categorías	Descripción	Valor
Muy densa	Densidad de pies superior a 700 pies/ha, matorral o herbazal muy denso	2,50
Media	Densidad de pies entre 50-700 pies/ha, matorral o herbazal de densidad media	1,00
Poco densa	Densidad de pies inferior a 50 pies/ha, matorral o herbazal poco denso	0,50

Diferencia de temperatura

En el caso de daños físicos por temperatura, se ha considerado que la diferencia de temperatura entre el agente y el recurso determina la cantidad de recurso que pueda verse afectado. Las distintas categorías de la escala se han establecido en base a la diferencia entre la variación anual de temperatura media que puede experimentar el agua de un río español (comprendida entre 5°C y 25 °C, aproximadamente) y el rango de temperatura de un vertido industrial tipo que va desde 5°C a 100°C. Estos datos se han obtenido a partir de criterio experto y de la información sobre calidad de las aguas facilitadas por los distintos organismos de cuenca.

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Diferencia de temperatura mayor de 50 °C	2,00
Media	Diferencia de temperatura entre 20 y 50 °C	1,50
Baja	Diferencia de temperatura menor de 20 °C	1,00

Lago o embalse

Los datos sobre el tamaño de los lagos o embalses del territorio nacional han sido extraídos del Inventario de Presas y Embalses de España (MAGRAMA), a partir del cual se han categorizado los embalses en función de su capacidad.

Categorías	Descripción	Valor
Grande	Volumen del lago o embalse superior a 100 hm ³	3,00
Mediano	Volumen del lago o embalse entre 5-100 hm ³	2,00
Pequeño	Volumen del lago o embalse inferior a 5 hm ³	1,50
Sin afección	Sin afección a lago o embalse	1,00

Peligrosidad

La peligrosidad se tiene en cuenta únicamente en los daños causados por agentes biológicos —OMG, especies exóticas invasoras y microorganismos patógenos—. Cuanto mayor sea la peligrosidad del individuo mayores serán los daños que pueda originar. Los criterios técnicos tenidos en consideración para describir las diferentes categorías de peligrosidad se han basado en criterio experto y en lo establecido en la normativa sectorial sobre Organismos Modificados Genéticamente (OMG).



Categorías	Descripción	Valor
Alta	Probabilidad muy alta de que cause enfermedad grave o desplace a otros organismos y probabilidad elevada de propagación al resto de colectivos. En el caso de OMG hace referencia a un grado de confinamiento moderado o alto (OMG de tipo 3 ó 4, respectivamente)	3,00
Media	Posibilidad de que cause enfermedades o desplace a otros organismos a nivel individual pero con baja probabilidad de propagación al resto de colectivos. En el caso de OMG hace referencia a un grado de confinamiento medio (OMG de tipo 2)	2,00
Baja	Probabilidad muy baja de que cause enfermedades o desplace a otros organismos. En el caso de OMG hace referencia a un grado de confinamiento bajo (OMG de tipo 1)	1,00

Pendiente

En este caso la categoría de pendiente se incluye como un factor explicativo de la magnitud de los incendios forestales —aspecto tenido en cuenta en modelos como BEHAVE (USDA)—.

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Pendiente media del terreno mayor de 10%	2,50
Media	Pendiente media del terreno entre el 5% y el 10%	1,00
Baja	Pendiente media del terreno inferior al 5%	0,50

Permeabilidad 1

Modificador referente al suelo. En la metodología del IDM la permeabilidad del suelo se clasifica aplicando un criterio cualitativo basado en los materiales que lo constituyen. La inclusión de este modificador en la metodología del IDM se realiza con base en la revisión de modelos de difusión de sustancias químicas en el suelo y las aguas subterráneas (GRIMAZ, 2007 y 2008).

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Suelo de elevada permeabilidad formado por gravas, arena suelta, calizas fracturadas, etc.	2,00
Media	Suelo de permeabilidad intermedia formado por arenas limosas o arcillosas, limos, etc.	1,50
Baja	Suelo de baja permeabilidad formado por arcillas, margas, roca no fracturada, etc.	1,00

Permeabilidad 2

Modificador referente a las aguas subterráneas. Al igual que en el caso anterior se emplea un criterio cualitativo con el fin de definir la mayor o menor permeabilidad de los suelos. No obstante, la escala de valores se diferencia con respecto al primero a fin de adecuarla a los potenciales daños que podrían sufrir las masas de agua subterránea (*ibid.*).

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Suelo de elevada permeabilidad formado por gravas, arena suelta, calizas fracturadas, etc.	3,00
Media	Suelo de permeabilidad intermedia formado por arenas limosas o arcillosas, limos, etc.	2,00
Baja	Suelo de baja permeabilidad formado por arcillas, margas, roca no fracturada, etc.	1,00



Precipitación

La precipitación media anual se ha introducido utilizando como referencia el modelo de simulación de incendios BEHAVE (USDA), donde uno de los principales datos de entrada es la humedad del combustible. Las categorías de este parámetro se han diferenciado utilizando como referencia la información publicada en el Atlas Climático Ibérico (MAGRAMA, 2011).

Categorías	Descripción	Valor
Zona seca	Precipitación media anual inferior a 400 mm	2,50
Zona media	Precipitación media anual entre 400 y 700 mm	1,00
Zona húmeda	Precipitación media anual superior a 700 mm	0,50

Río

La tipología de ríos —atendiendo a su caudal— donde se podría realizar un hipotético vertido se ha establecido sobre la base del Perfil Ambiental de España (MAGRAMA, 2010).

Categoría	Descripción	Valor
Río muy caudaloso	Caudal medio superior a 100 m ³ /s	2,00
Río medianamente caudaloso	Caudal medio entre 5 y 100 m ³ /s	1,50
Río poco caudaloso	Caudal medio inferior a 5 m ³ /s	1,25
Sin afección	Sin afección a río	1,00

Solubilidad

La solubilidad de una sustancia vertida al agua se introduce en el IDM atendiendo a la escala de valoración propuesta por FAO (2000).

Categoría	Descripción	Valor
Insoluble	Solubilidad inferior a 0,1 mg/l de agua a 20°C	1,00
Poco soluble	Solubilidad entre 0,1 y 10 mg/l de agua a 20°C	0,90
Muy soluble	Solubilidad superior a 10 mg/l de agua a 20°C	0,80

Temperatura

El parámetro de temperatura ambiental se ha introducido con base en el modelo de simulación de incendios BEHAVE (USDA). Con objeto de establecer los rangos de este parámetro se ha empleado la información publicada en el Atlas Climático Ibérico (MAGRAMA, 2011).

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Temperatura del aire superior a 17,5 °C	2,50
Media	Temperatura del aire entre 10 y 17,5 °C	1,00
Baja	Temperatura del aire inferior a 10 °C	0,50



Tipo de fuga

El tipo de fuga constituye un aspecto de gran relevancia conforme a lo establecido por modelos de difusión como el que propone GRIMAZ, (2007 y 2008).

Categoría	Descripción	Valor
Fuga creciente	El caudal liberado aumenta a lo largo del tiempo	1,50
Fuga continua	El caudal liberado se mantiene constante a lo largo del tiempo	1,25
Fuga instantánea	Volumen liberado en un tiempo despreciable	1,00

Toxicidad

La toxicidad de las sustancias químicas se describe a través de tres categorías en función de la intensidad de los efectos adversos que experimentan los organismos vivos expuestos a dichas sustancias durante un tiempo determinado. Los efectos adversos atienden a parámetros tales como la mortalidad, la inmovilidad, la inhibición del crecimiento, la mutagenicidad, la teratogenicidad y la carcinogenicidad (ECB, 2003).

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Sustancias con efectos adversos claros y a corto plazo sobre el receptor, con consecuencias evidentes sobre los ecosistemas y sus hábitats y especies. Afección prevista sobre al menos el 50% de la población expuesta al agente causante del daño	2,00
Media	Sustancias con posibles efectos adversos a largo plazo para un porcentaje de la población expuesta al agente causante del daño comprendido entre el 10% y el 50%	1,50
Baja	Sustancias que pueden afectar al menos al 1% de la población expuesta	1,00

Viento

El parámetro de velocidad del viento se ha introducido en la metodología del IDM atendiendo al modelo de simulación de incendios BEHAVE (USDA). Con el fin de establecer los rangos se ha acudido a la cartografía y a los datos contenidos en el Atlas Nacional de España (ANE).

Categoría	Descripción	Valor
Fuerte	Velocidad media del viento superior a 5 m/s	2,50
Medio	Velocidad media del viento entre 1 y 5 m/s	1,00
Suave	Velocidad media del viento menor de 1 m/s	0,50

Viscosidad

La viscosidad se ha considerado en el IDM atendiendo a la demanda que hacen de esta variable algunos modelos de difusión como GRIMAZ, (2007 y 2008). Su categorización se ha llevado a cabo a través de una escala cualitativa donde el usuario deberá seleccionar la categoría que mejor se ajuste al caso analizado.



Categoría	Descripción	Valor
Sustancia poco viscosa	Sustancias de baja viscosidad como agua, disolventes, etc.	1,25
Sustancia medianamente viscosa	Sustancias de viscosidad intermedia	1,10
Sustancia muy viscosa	Sustancias de elevada viscosidad como resinas, materiales bituminosos, etc.	1,00

Volatilidad

Para categorizar la volatilidad se han utilizado los baremos de clasificación de sustancias químicas basados en el punto de ebullición (P_E) que propone el proyecto MORA.

Categoría	Descripción	Valor
Baja	$P_E > 325 \text{ }^\circ\text{C}$	1,00
Media	P_E entre 100 y 325 $^\circ\text{C}$	0,90
Alta	$P_E < 100 \text{ }^\circ\text{C}$	0,80

Modificadores del estimador del coste de revisión y control (M_{ci})

Modificadores de duración (1, 2, 3, 4 y 5)

En la metodología del IDM se entiende por duración del daño el intervalo de tiempo que transcurre desde que éste acontece hasta que la reparación logra aproximar lo máximo posible los recursos naturales a su estado original (estado básico). Se considera que cuanto mayor es la duración de los daños, mayor será el coste de revisión y control asociado al proyecto de reparación.

Se han diferenciado cinco escalas de este parámetro con el fin de ajustar sus valores a las diferentes combinaciones agente-recurso:

Modificador de duración 1

Esta escala de valoración se fundamenta en la información sobre las técnicas de reparación de aguas superficiales y lechos provistas por el FRTR (desde 1990). Dicha escala es la que establece unos menores lapsos de tiempo desde que se produce el daño hasta que éste se repara.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	> 1 año	1,25
Media	6 meses - 1 año	1,10
Baja	< 6 meses	1,00

Modificador de duración 2

La segunda escala de valoración se destina a los daños ocasionados a las masas de aguas subterráneas donde, a partir de la información provista por el FRTR (desde 1990), se obtienen rangos sensiblemente superiores a los anteriores.



Categoría	Descripción	Valor
Alta	> 10 años	1,25
Media	3 años – 10 años	1,10
Baja	< 3 años	1,00

Modificador de duración 3

Esta escala hace referencia al tiempo en que surten efecto las técnicas de reparación de suelos (FRTR, desde 1990). En esta escala se distinguen categorías de duración intermedias entre las recogidas en los modificadores de duración 1 y 2.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	> 2 año	1,25
Media	6 meses - 2 años	1,10
Baja	< 6 meses	1,00

Modificador de duración 4

Se ha definido una escala específica dirigida a las especies vegetales basada en el tiempo que sería necesario para obtener una masa de vegetación similar a la que se podría ver afectada por el daño.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Arbolado maduro, más de 30 años	1,25
Media-alta	Arbolado joven, menos de 30 años	1,10
Media-baja	Matorral	1,05
Baja	Herbazal	1,00

Modificador de duración 5

En el caso de las especies animales se ha utilizado la información suministrada por la metodología del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental, la cual se fundamenta a su vez, en la información proporcionada por las comunidades autónomas representadas en el Grupo de Trabajo para el Cálculo del Valor de Reposición de la Comisión técnica de prevención y reparación de daños medioambientales.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Mamíferos	1,25
Baja	Resto de especies	1,00

Reparto del volumen de vertido en suelo y agua subterránea

La metodología de cálculo del IDM estima, debido a la continuidad existente entre los recursos suelo y agua subterránea, que el daño por vertido a un suelo puede afectar a la masa de agua subyacente —si es que existe— en mayor o menor medida en función de la profundidad a la que ésta se encuentra. A estos efectos la cantidad de agente que afecta a cada uno de los recursos viene expresada como tanto por uno del total vertido.



Categoría	Descripción	Suelo	Agua
Somero	Nivel freático a menos de 10 m de profundidad	0,33	0,67
Medio	Nivel freático entre 10 y 50 m de profundidad	0,50	0,50
Profundo	Nivel freático a más de 50 m de profundidad	0,67	0,33
No existe	No existe una afección potencial al agua subterránea	1,00	0,00



7. Bibliografía

AENOR (2008) *Norma UNE 150008 para el análisis y evaluación del riesgo ambiental*. Asociación Española de Normalización y Certificación

EC. *European Chemical Substances Information System (ESIS)*. Joint Research Centre. Institute for Health and Consumer Protection (IHCP). European Commission (<http://esis.jrc.ec.europa.eu/>)

ECB (2003) *Technical Guidance Document on Risk Assessment, in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Part II*. European Chemicals Bureau. European Commission. Joint Research Centre.

EPA (1998) *The Yellow Book: Guide to Environmental Enforcement and Compliance at Federal Facilities*. United States Environmental Protection Agency. Washington, D.C. 20460

ESCRIBANO, R. (coord) y ARAMBURU, M.P. (2006) *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Secretaria General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente. Tercera edición.

FAO (2000) *Evaluación de la contaminación del suelo. Manual de referencia*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (<http://www.fao.org/docrep/005/x2570s/X2570S00.htm#TOC>).

FRTR (from 1990) Federal Remediation Technologies Roundtable. United States Department of Defense, U.S. Department of Energy, U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Department of the Interior, National Aeronautics and Space Administration. (<http://www.frtr.gov/default.htm>)

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.

MAGRAMA. *Inventario de Presas y Embalses de España*. Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (<http://sig.marm.es/snczi/visor.html?herramienta=Presas>)

MAGRAMA (2010). *Perfil Ambiental de España 2010. Informe basado en indicadores*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MAGRAMA (2011). *Atlas Climático Ibérico*. Catálogo General de publicaciones oficiales (<http://www.060.es>). Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.



MF (1986-2010) Atlas Nacional de España. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento (<http://www2.ign.es/ane/ane1986-2008/>)

RUIZ, FJ. (coord), GARCÉS DE MARCILLA, A., FERNÁNDEZ, R. (2004) *Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental [en el ámbito del Real Decreto 1254/1999 (Seveso II)]*. Dirección General de Protección Civil y Emergencias, Ministerio del Interior

SEOÁNEZ, M. (2000). *Manual de contaminación marina y restauración del litoral. Contaminación, accidentes y catástrofes, agresiones a las costas y soluciones. El turismo de costa, la pesca, la ordenación y la gestión del litoral*. Colección Ingeniería del Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa.

TRAGSA (2007). Tarifas de trabajos. Costes 2007.

UICN. (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp..

USDA. *Software BehavePlus, Fire Behaviour Prediction and Fuel Modelling, version 5.0.1*. United States Department of Agriculture