

Fracciones pesadas	Fuel-oil ligero	320-400°C		Combustible
	Fuel-oil pesado	400-500°C	C20-C35	Lubricantes, parafinas, aceites
	Asfaltos	> 500°C	> C ₃₅	Impermeabilización, abrasivos,

Las propiedades, comunes a la casi totalidad de los diferentes hidrocarburos, así como las del propio petróleo crudo y sus derivados, que influyen en su comportamiento en las aguas, son, entre otras: su baja solubilidad en agua, su menor densidad y su carácter más o menos biodegradable. Por lo tanto, desde el punto de vista medioambiental, cabe distinguir fundamentalmente los siguientes aspectos contaminantes:

- a) Son compuestos orgánicos que requieren consumo de oxígeno para su degradación, por lo que disminuyen considerablemente las concentraciones de oxígeno disuelto de las aguas.
- b) Sus componentes pueden ocasionar efectos tóxicos.

Estos efectos tóxicos se refieren tanto a la vida vegetal (asfixia de algas y líquenes) como animal (toxicidad en peces y aves acuáticas, extendiéndose hasta el hombre, por acumulación en la cadena trófica acuática). Los hidrocarburos más peligrosos se corresponden con la fracción aromática ligera y son los más venenosos para el hombre, además de ser los más solubles en el agua natural.

- c) Forman una película superficial que disminuye la transmisión de luz (alteración de la actividad fotosintética) y la difusión del oxígeno molecular.
- d) Afectan a las características organolépticas del agua, especialmente el sabor y olor; en concreto, la presencia de aceites minerales en agua puede comunicar sabor desagradable a concentraciones superiores a 0,01 ppm.

Un resumen de los efectos tóxicos de hidrocarburos en distintos organismos marinos se puede observar en la Figura 4.8, donde se señalan el tipo de especies afectadas según sea la concentración del hidrocarburo:

Hidrocarburos disueltos o emulsionados (tras extracción con éter de petróleo) y se fijan los valores de:

- 10 µg/l en aguas potables
- 0,05-1 mg/l en aguas destinadas a potables

En aguas de baño aparece como aceites minerales, indicando el nivel imperativo la ausencia de película en la superficie del agua y de olor, y el valor 5- 0,3 mg/l como valor guía.

4.6.2. Evolución y tratamiento de los derrames de petróleo

A) Evolución de los vertidos

Vamos a estudiar los procesos en los que se encuentran involucrados los componentes del petróleo tras un vertido de crudo en las aguas. Se toma como ejemplo de referencia un derrame ocurrido en el medio marino. Podríamos resumir el destino de los hidrocarburos vertidos en el mar como se indica en la Figura 4.9.

Veamos cada uno de estos fenómenos con algo más de detenimiento.

a) Expansión y Deriva

Las fuerzas hidrostáticas y la tensión superficial hacen que la masa de petróleo tienda a formar una fina capa ($\leq 0,1$ mm) de espesor. La velocidad de esparcimiento es mayor en los crudos o aceites más ligeros. La extensión del vertido es el primer gran problema para atajar el derrame y tiene lugar fundamentalmente en las primeras horas. El movimiento (deriva) de la «mancha» de petróleo es función de las corrientes de agua y de la fuerza del viento.

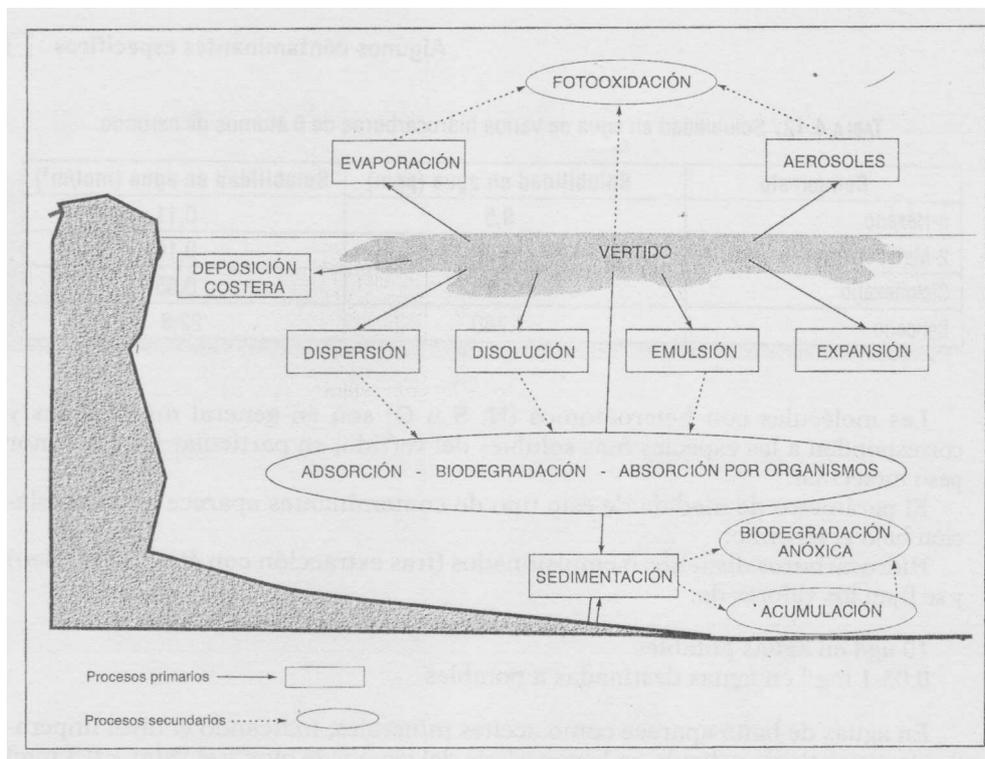


FIGURA 4.9. Procesos principales que tienen lugar en las aguas marinas tras un vertido de petróleo/hidrocarburos.

proceso también afecta a los hidrocarburos evaporados y a los aerosoles, siendo la vía radicalaria predominante en el medio gaseoso.

h) Biodegradación

Es un proceso lento y que comienza a producirse a la semana del vertido, aumentando en intensidad en las siguientes. La transformación por microorganismos tiene lugar sobre las moléculas disueltas o dispersas, en la fase acuosa o en la interfase agua/hidrocarburo.

Los alcanos ramificados y cíclicos son biodegradados con mayor dificultad que los de cadena lineal. El impulso, y los métodos y condiciones que favorezcan este proceso, es uno de los campos en los que más se trabaja en la actualidad para combatir los grandes derrames de petróleo.

B) Tratamiento de los vertidos

Se han empleado y se siguen desarrollando una gran variedad de métodos para la contención y limpieza de los vertidos de petróleo, fundamentalmente en aguas marinas y costas; el problema es muy complejo, lo que en ocasiones puede conducir a contaminaciones más altas que la que se trata de evitar. Los métodos más extendidos se desarrollan en dos fases:

10.3.3. Evolución en la atmósfera

Las vías de evolución del CO una vez incorporado a la atmósfera son:

– *Oxidación a dióxido de carbono:*

En contra de lo que pudiera pensarse debido a la abundancia de oxígeno en la atmósfera, el CO no experimenta, por acción del mismo, una oxidación hasta CO₂ en una extensión importante.

Parece que la vía principal a través de la cual transcurre la oxidación hasta CO₂ es a través de un proceso como el siguiente



el cual tiene lugar por la existencia de los radicales hidroxilo, procedentes de la descomposición fotoquímica del ozono y posterior reacción del oxígeno atómico liberado con vapor de agua (ver apartado 10.5). Este proceso de oxidación del monóxido de carbono a dióxido, es frecuente en la estratosfera, sin embargo en la troposfera transcurre en una extensión muy pequeña, de forma que la tasa de transformación es tan solo del orden del 0,1% por hora solar, siendo la reacción más importante en las zonas de niebla fotoquímica.

– *Eliminación biológica:*

Es de gran importancia la absorción del CO por ciertos hongos existentes en los suelos. La tasa de absorción oscila en torno a los 7 mg CO/h-m²suelo, pudiendo alcanzarse valores más altos, de hasta 109 mg CO/h-m²suelo, según sea su tipo.

También las plantas superiores tienen capacidad de absorción de CO. La cantidad captada puede llegar a ser de hasta 7,2 mg/h-m²superficie, dependiendo de la especie.

10.3.4. Efectos

El efecto más importante del CO es el originado sobre aquellos animales que tienen sistemas respiratorios en los que la hemoglobina actúa como agente transportador de oxígeno. El CO tiene una afinidad alrededor de 200 veces mayor que el O₂, por la molécula de hemoglobina, lo que implica que, incluso a concentraciones de CO relativamente bajas, se forma el complejo de carboxihemoglobina (HbCO) en lugar del de oxihemoglobina (HbO₂) en cantidades importantes, lo que se traduce en una deficiente aportación de oxígeno a los tejidos.

Se ha comprobado que la concentración de carboxihemoglobina en sangre está linealmente relacionada con la concentración de CO a la que se expone el organismo. En la Tabla 10.4 observamos la relación entre los niveles de CO en el

