

EL PETRÓLEO

EL RECORRIDO DE LA ENERGÍA





Comunidad de Madrid

contenido

- Qué es y de dónde proviene el petróleo
 - La naturaleza del petróleo y su origen
 - Las reservas en el mundo
- El recorrido del petróleo
 - La prospección y la extracción
 - El transporte y el refinado
 - El almacenamiento y la distribución
- Las aplicaciones de los derivados del petróleo
 - Un poco de historia
 - Los usos por sectores
- El mercado del petróleo
 - La demanda de productos petrolíferos
 - Las compañías petroleras
 - El precio de los derivados del petróleo

EDICIÓN PARA LA COMUNIDAD DE MADRID

DIRECCIÓN: Carlos López Jimeno
Director General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid

EQUIPO DE TRABAJO: Jorge Iñesta Burgos
Pedro Antonio García Fernández

© Comunidad de Madrid
Consejería de Economía e Innovación Tecnológica
Dirección General de Industria, Energía y Minas

Esta edición ha contado con el soporte de los programas europeos ALTENER y SAVE, de la Dirección General de Energía (DG XVII), de la Comisión Europea y la colaboración del Centre International des Energies Nouvelles CIEN, y está basada en la obra elaborada por el Instituto Catalán de Energía del Departamento de Industria, Comercio y Turismo de la Generalitat de Cataluña, que fue redactada por las siguientes personas:

DIRECCIÓN: Albert Mitjà,
Director del ICAEN

EQUIPO DE TRABAJO: Joan Josep Escobar	Xavier Martí
Nuria Reol	Yolanda Larruy
Cristina Castells	Pilar Chiva

PRIMERA EDICIÓN: 2002

TIRADA: 1.700

EDITOR: E.i.S.E. Domènech, S.A.

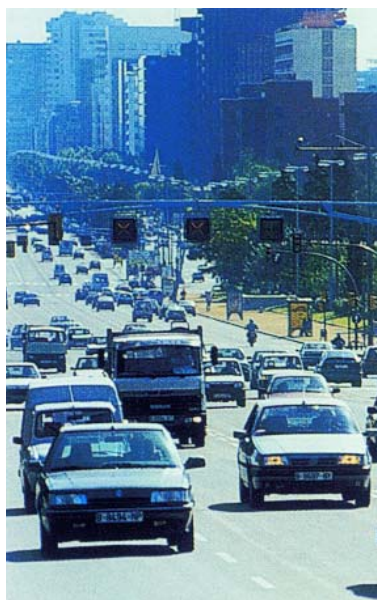
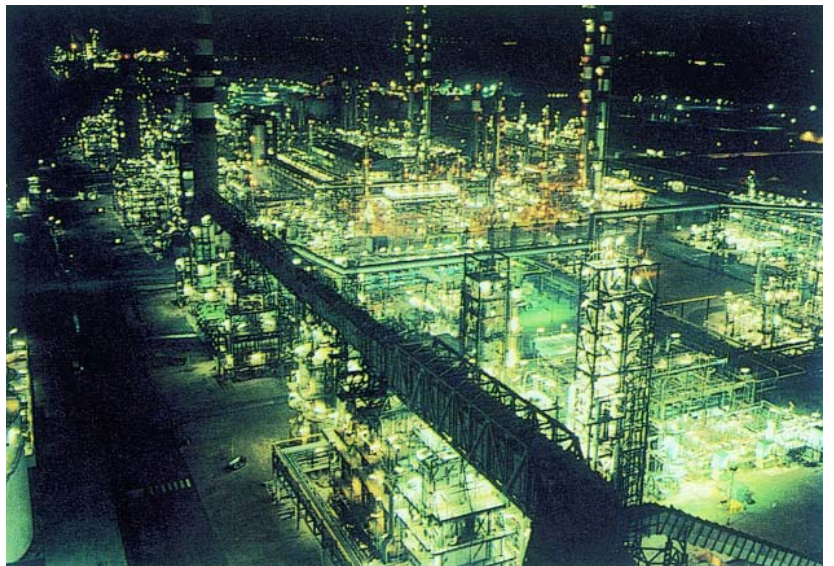
DISEÑO: Vicenç Cegarra

MAQUETACIÓN: Tumar Autoedición, S.L.

IMPRESIÓN: Tallers Gràfics Soler, S.A.

DEPÓSITO LEGAL: B-41679-2002

El petróleo es, actualmente, la principal fuente de energía, y la materia prima más importante objeto de comercio entre los países. Más de la mitad de la energía que mantiene en actividad a nuestra civilización proviene de esta fuente energética no renovable. Se trata, entonces, de un recurso estratégico cuya carencia provocaría el declive de la economía mundial.



◆ QUÉ ES Y DE DÓNDE PROVIENE EL PETRÓLEO

La historia del petróleo comienza hace más de 200 millones de años, cuando la mayor parte del planeta Tierra todavía estaba cubierta de agua. Los procesos geológicos y la lenta acción bacteriana sobre la materia orgánica acumulada en el fondo del mar dieron lugar a esta mezcla de hidrocarburos en la que se ha basado el desarrollo de la sociedad occidental actual.

La naturaleza del petróleo y su origen

El petróleo es un líquido viscoso de color verde, amarillo, marrón o negro, y que está constituido por diferentes hidrocarburos, es decir, por compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno en cantidades variables. No se han encontrado nunca dos yacimientos petrolíferos que tengan exactamente la misma composición, ya que, junto con hidrocarburos, hay a menudo otros compuestos oxigenados, nitrogenados y otros compuestos orgánicos con elementos como el azufre, el níquel o el vanadio.

El oro negro, como metafóricamente se denomina el petróleo, tiene su origen en la descomposición de los minúsculos organismos acuáticos que vivían en los antiguos mares de la Tierra hace millones de años, cuando todavía los humanos no habíamos aparecido. En aquel momento, la superficie del planeta no tenía las mismas características que la actual. Pangea es el nombre con el que se conoce la única gran placa terrestre que existía, en la que estaban reunidos todos los continentes. Cuando estos microorganismos animales y vegetales morían y caían al fondo de las grandes masas de agua, sucesivas capas de sedimentos inorgánicos –arenas y arcillas– se depositaban encima, enterrándolos cada vez más profundamente. La elevada presión de las capas de tierra, las altas temperaturas y la acción de bacterias con ausencia de oxígeno –es decir, en un medio anaeróbico– fue transformando lentamente los restos orgánicos en lo que hoy conocemos como petróleo crudo. El proceso de descomposición de la materia orgánica y la formación del petróleo tarda entre 10 y 100 millones de años.

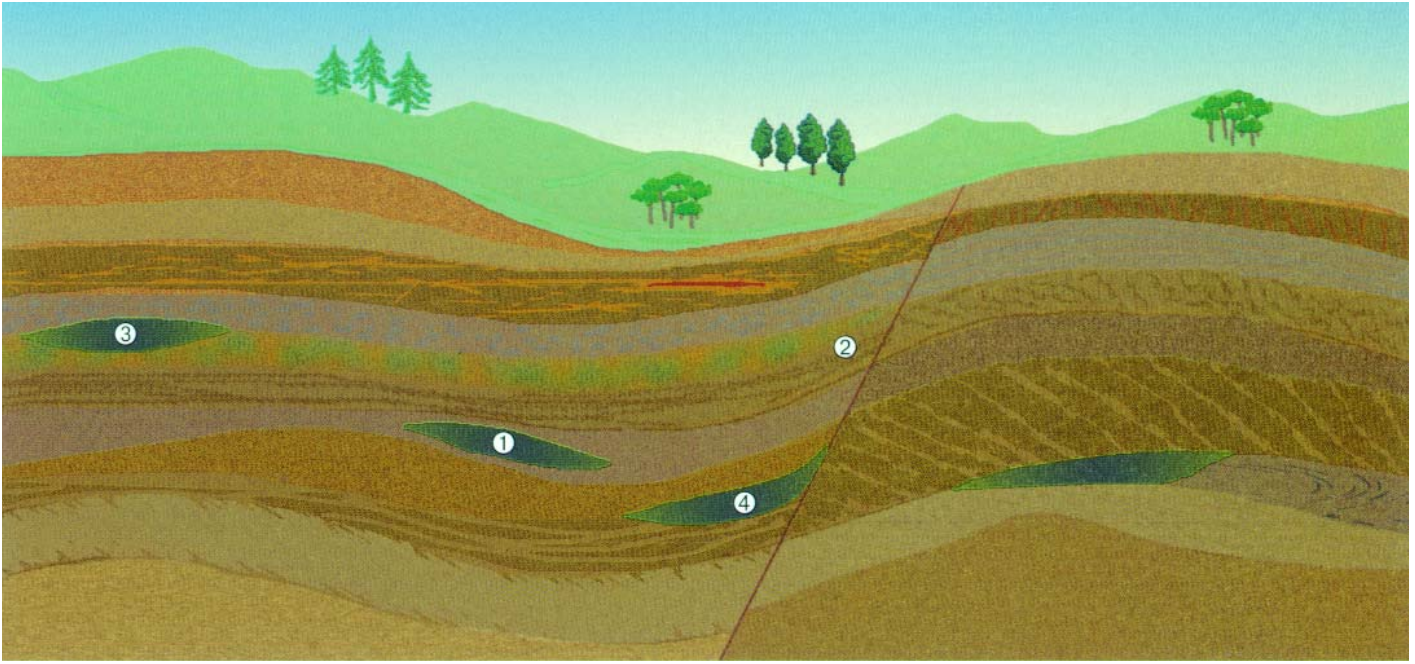
Una propiedad característica del petróleo es la miscibilidad de todas sus fracciones, por lo cual forma una fase orgánica continua. En cambio, los hidrocarburos son poco miscibles en agua, y como son más ligeros, forman siempre una capa sobre su superficie.

El petróleo no forma grandes lagos subterráneos, sino que llena los poros y los agujeros de las rocas de origen sedimentario, como sucede con el agua en los acuíferos o en una esponja. Su naturaleza líquida hace que tenga tendencia a emigrar vertical u horizontalmente, aprovechando la permeabilidad de las capas rocosas que encuentra a su paso. Cuando eso sucede, el petróleo avanza hasta llegar a la superficie –los productos ligeros que lo componen se evaporan y el resto se oxida, dando lugar a asfaltos–, o forma un yacimiento cuando queda atrapado en una capa impermeable que no puede atravesar.

Esta gran movilidad hace que, a menudo, sea difícil llegar a saber cuál ha sido el lugar donde se ha formado el petróleo, ya que lo podemos encontrar en todos los estratos geológicos. Los más frecuentes corresponden al Cenozoico (65-0,01 millones de años), seguidos de los del Paleozoico (590-248 millones de años), el Mesozoico (248-65 millones) y el Preconiano (hace más de 500 millones de años), si bien todos se han originado durante el transcurso de una larga historia evolutiva, en que han actuado factores petrográficos, sedimentológicos, estructurales, paleontológicos, etc.

petra + oleum % petróleo

Piedra y aceite son los dos términos latinos que encontramos en la etimología de la palabra petróleo. El petróleo recibe también otros nombres como aceite natural, aceite mineral, aceite de piedra, aceite noble y aceite negro.



La descomposición de la materia orgánica en un medio anaeróbico, y bajo elevadas presiones y temperaturas, da lugar a un líquido viscoso formado por miles de hidrocarburos diferentes: el petróleo.

Las trampas de petróleo están constituidas siempre por una roca impermeable que recubre la roca almacén. El tipo de trampas o bolsas en las que habitualmente se acumula el petróleo son de tres clases:

- Estrato en forma de bolsa alargada, paralela a los estratos superiores e inferiores en la que se concentra la bolsa ζ;
- Falla que se forma por una fractura de la corteza terrestre y desplaza los estratos; cuando uno de los estratos que contiene petróleo tropieza con una roca impermeable, se forma la bolsa ξ;
- Replegamiento o deformación del subsuelo que almacena el petróleo en la parte inferior de la cúpula que forma el terreno \langle.
- Capa de sal >.

$$C_n H_{2n+2} / C_n H_{2n}$$
Alcanos y Naftenos

$$C_n H_{2n} O_n$$
Monosacáridos

Hay muchos tipos de hidrocarburos, con fórmulas químicas diversas. Químicamente se dividen en tres familias: los alcanos –hidrocarburos saturados parafínicos– de cadena lineal; los naftenos –hidrocarburos de naturaleza cíclica–, y los hidrocarburos aromáticos. Su poder calorífico es de unas 10.000 kcal/kg. La composición elemental de los hidrocarburos es el carbono (C) y el hidrógeno (H). Son, por lo tanto, compuestos orgánicos. Los hidrocarburos parafínicos responden a la fórmula general: $C_n H_{2n+2}$, mientras que los nafténicos responden a la fórmula general: $C_n H_{2n}$.

• Las reservas de petróleo en el mundo

Se ha encontrado petróleo en todos los continentes del planeta, excepto en la Antártida. Ahora bien, la distribución mundial de los yacimientos no es uniforme, sino que se concentra en ocho grandes zonas petrolíferas, algunas de las cuales se encuentran en el mar:

- La de América del Norte, que incluye los Estados Unidos y Canadá (17%);
- La de América Central y del Sur, con México, Venezuela, Argentina y Brasil como principales países productores (12%);
- La de África del Norte, con Libia, Argelia y Egipto (5%);
- La del resto de África, con Nigeria (3%);
- Irán, Irak y Emiratos Árabes Unidos (20%);
- La de Extremo Oriente, que incluye Indonesia, China e India (20%);
- La de la Europa del Mar del Norte, con Gran Bretaña y Noruega como grandes productores (6%).

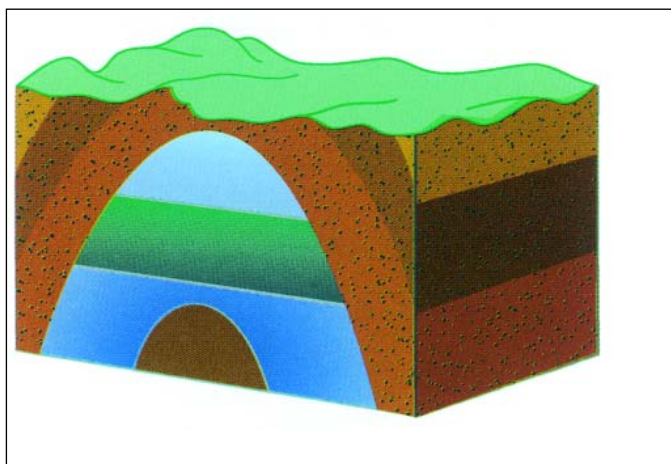
De la misma manera, hay inmensas zonas de origen sedimentario en las que se supone que pueden haber grandes yacimientos todavía por explotar como, por ejemplo, en el Ártico, Alaska, Canadá, Groenlandia

o Siberia. Se ha calculado que las reservas totales de petróleo en el planeta suman unos 150.000 millones de Tep (Tonelada equivalente de petróleo), una quinta parte de las que –unas 100 Gt– son actualmente rentables para las técnicas modernas de extracción. De acuerdo con estos datos, si la humanidad consume petróleo al mismo ritmo que hasta ahora lo ha hecho, y no se descubrieran más yacimientos, se prevé que los recursos petrolíferos se agoten en unos 75-100 años.

Hay expertos que opinan que, por contra, hay tanto petróleo por descubrir, como todo el que se ha encontrado y consumido hasta ahora. Su argumento principal es que todavía quedan numerosas cuencas sedimentarias por explorar, en las que podría haber unos recursos potenciales de 300 Gt de hidrocarburos. Si bien con la tecnología actual, una gran parte de estos campos tendría unos costes de explotación que no los haría rentables. Se están haciendo grandes progresos en las tecnologías de prospección y explotación que mejorarán la rentabilidad de los nuevos yacimientos.

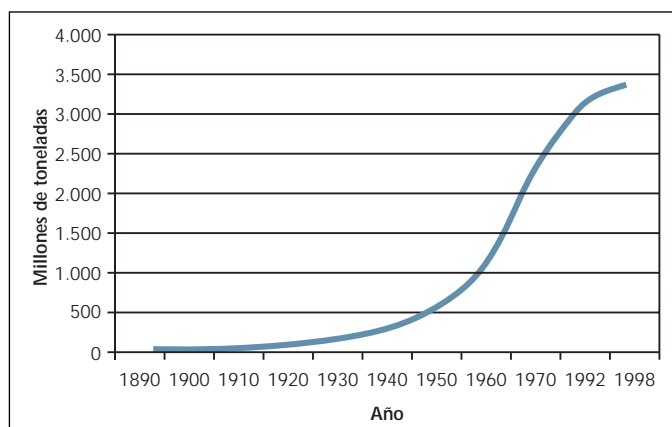
Un yacimiento de petróleo en explotación, en general, tiene una vida relativamente corta. Los años de vida de un yacimiento se evalúan, dividiendo el volumen de reservas recuperables por la producción anual. Las reservas, a inicios de los años 90, se repartían de la siguiente manera:

- 3% en América del Norte
- 13,5% en América Latina
- 66% en África
- 1,5% en Europa occidental
- 6% en la antigua Europa oriental
- 4% en el Extremo Oriente.



La producción de petróleo, desde sus inicios, se ha doblado cada 10 años, excepto durante la gran crisis del 1929, la 2ª Guerra Mundial y la crisis del petróleo de los años 70, momentos en que se estancó.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PETRÓLEO



◆ EL RECORRIDO DEL PETRÓLEO

Después de un aislamiento subterráneo de millones de años, al ser extraído, inicia un largo viaje que lo llevará a miles de kilómetros de distancia de su lugar de origen, y a diversos lugares del mundo.

Barcos superpetroleros y extensas tuberías de transporte lo ponen al alcance de los grandes centros de consumo, donde será tratado para extraer sus valiosos componentes e incorporarlo a la cadena productiva humana.

• La prospección y la extracción

La primera operación que inicia el ciclo de actividad de la industria petrolífera es la prospección o búsqueda de los yacimientos. Los geólogos –los profesionales que conocen las características de los materiales sólidos que constituyen la Tierra– se ocupan de analizar con detalle las formaciones rocosas, la disposición de estratos o la composición del suelo, entre otras cosas, para determinar cuáles son los lugares propicios para contener bolsas de petróleo.

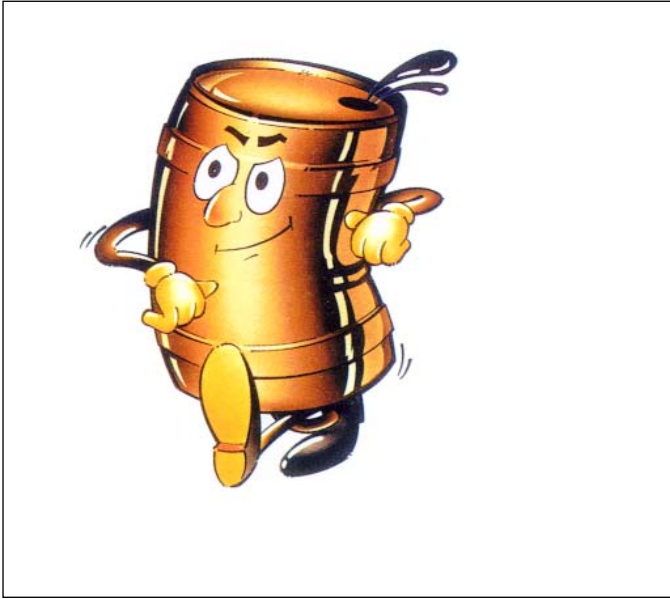
A veces, el escape de hidrocarburos gaseosos o líquidos a través de grietas del suelo, o la identificación en la superficie de restos indicadores de la presencia de combustibles fósiles como asfaltos, por ejemplo, facilitan la tarea de investigación. Habitualmente, hay que llevar a cabo complejos y costosos estudios que sólo en un 10% de los casos llegan a descubrir petróleo, y únicamente un 0,2% de los cuales son bastante ricos como para ser explotados de forma rentable.

En la búsqueda de nuevos yacimientos, participan las más diversas y modernas ciencias y tecnologías. Se trabaja analizando fotografías aéreas y de satélites, que permiten reconstruir la estructura interna del terreno, se estudian las variaciones en el campo magnético y gravitacional terrestre, o se analizan con rayos X las características de las piedras recogidas mediante sondeos geológicos. Con la información obtenida, se dibuja una carta geológica del lugar, el primer paso en la exploración petrolífera.

Uno de los métodos más utilizados es el estudio de las características de las capas subterráneas, mediante ondas sísmicas provocadas de forma artificial. Este sistema se basa en el estudio del comportamiento de una onda sonora cuando atraviesa o rebota en los estratos del subsuelo. Las ondas se recogen por sismógrafos muy sensibles situados en la superficie –los mismos aparatos que se utilizan para detectar los terremotos–, y los datos se analizan en un ordenador. La velocidad de propagación de las ondas permite determinar la estructura del terreno, la existencia de capas duras y su profundidad. La operación se repite varias veces desde diferentes lugares para elaborar un mapa detallado de las profundidades.

Una vez acabada la fase de prospección, se hace un sondeo para averiguar si un pozo contiene suficiente petróleo como para que su explotación sea rentable. Este sondeo se realiza con una barrena muy potente instalada en una torre de perforación, que agujerea lentamente el suelo, hasta llegar al punto donde está el yacimiento. A medida que el taladro avanza, se van colocando tubos por los cuales el petróleo será conducido hasta la superficie. En los casos en que el sondeo se realiza en el mar, se utilizan plataformas o barcos especiales, equipados con todos los elementos necesarios para llevar a cabo las prospecciones.

Cuando, finalmente, se accede a la capa que contiene petróleo, se ha de trabajar con mucho cuidado a la hora de extraerlo, ya que se liberan presiones elevadísimas que hay que controlar para evitar escapes y explosiones. Una vez ha sido abierto el pozo, se retira la torre, se instala una máquina de bombeo y se inicia la extracción del petróleo, crudo. Comienza así el recorrido del petróleo que lo llevará a todos los lugares del planeta y hará de sus derivados, uno de los bienes de consumo más preciados para la civilización actual.



La medida primaria de la calidad del petróleo crudo es la densidad, y se mide en relación con el agua. La unidad de medida es el grado API (siglas de American Petroleum Institute). En la escala API, el agua tiene 10 grados, de manera que un petróleo menos denso que el agua tendrá un API mayor que 10; uno más denso tendrá un API menor que 10. La medida más completa de la calidad del petróleo incluye otros factores como el contenido en impurezas, la naturaleza química y su curva de destilación. La unidad empleada por la industria y el mercado del petróleo para medir la cantidad de crudo es el barril de petróleo, una unidad de volumen de valor igual a 158.988 dm³. Una tonelada de petróleo equivale, aproximadamente, a 7-8 barriles. El nombre de la unidad tiene su origen en las barricas en las que se transportaba antiguamente el petróleo.



Si bien la mayor parte del petróleo se encuentra entre los 900 y los 5.000 m de profundidad, las perforaciones pueden ser de hasta 8.000 m, de manera que todo el equipo de perforación llega a tener un peso superior a las 350 toneladas -350.000 kg. El diámetro del pozo es de unos 45 cm que, en el fondo, se estrecha hasta los 15 cm. Cuando el yacimiento está bajo el mar, las torres se instalan en plataformas, conocidas en inglés como *off shore* -lejos de la costa-, que son como pequeñas ciudades en las que los trabajadores tienen servicios sanitarios, áreas de recreo, circuitos cerrados de televisión, etc., y que son abastecidas mediante barcos especiales o helicópteros. Las primeras plataformas marinas fueron instaladas en el mar Caspio y en Maracaibo, en Venezuela.

En España, se iniciaron las operaciones de exploración de hidrocarburos en 1941 sin éxito. El primer resultado positivo se produjo en 1960. Cerca de Vitoria, se localizó una pequeña acumulación de gas natural. En 1964, se descubrió el primer yacimiento de petróleo en España, Ayoluengo en La Lora (Burgos), alcanzando una producción de 1000 barriles por día de muy mala calidad.

En 1970, se descubrió el yacimiento *off shore* de Tarragona de Amposta y, en 1975, el de Casablanca. En relación con el gas natural, en 1978 se descubrió un yacimiento en Jaca y otro en el Golfo de Cádiz. En 1980, se localizó otro yacimiento de gas frente a Bermeo.



Sistema de Distribución.

• El transporte y el refinado

El petróleo crudo que sale de los pozos es prácticamente inservible, motivo por el cual ha de ser refinado a fin de extraer los productos realmente útiles. Al principio, el proceso de refino se realizaba junto a los pozos, hasta que se vio que resultaba más rentable refinarlo cerca de los grandes centros de consumo, ya que cada país tenía unas determinadas necesidades. Esto hizo que se desarrollara rápidamente el sector del transporte del petróleo, una de las actividades económicas más importantes hoy en día.

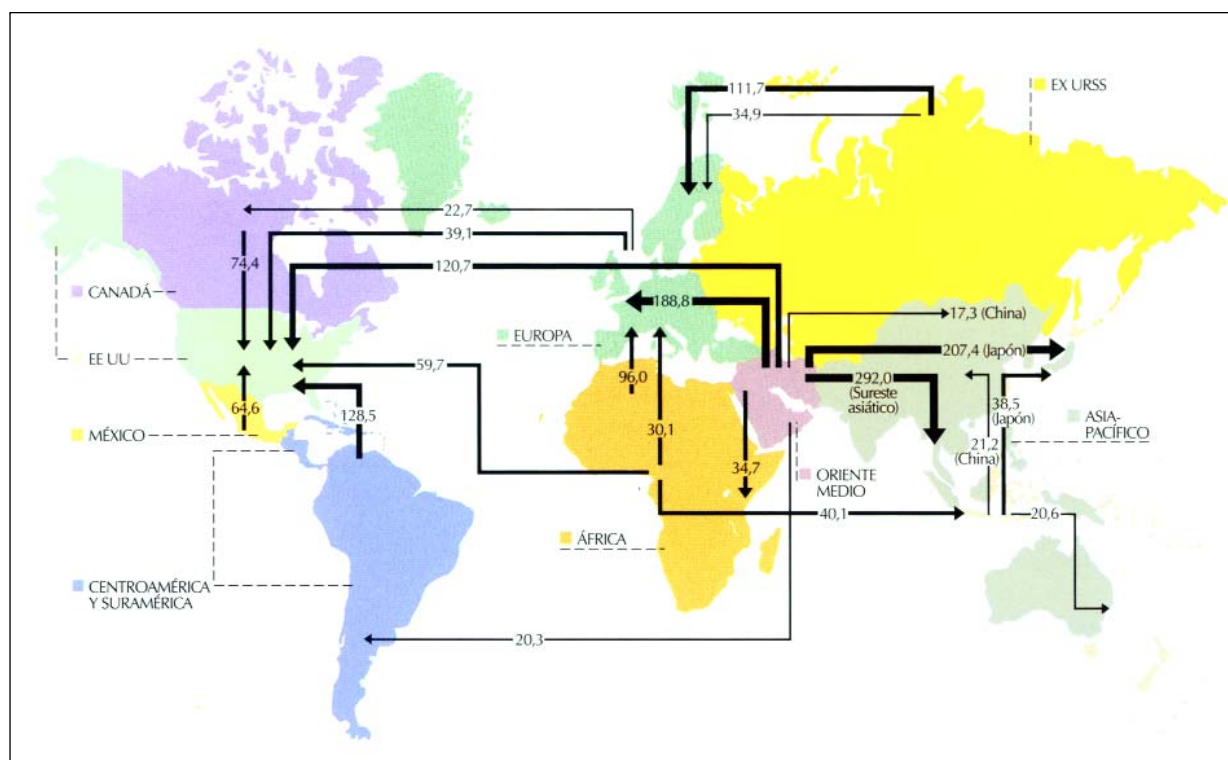
Actualmente, prácticamente la totalidad del petróleo se transporta, bien por vía marítima, en buque-tanques que pueden contener hasta 500.000 toneladas –los llamados superpetroleros–, o por vía terrestre a través de los oleoductos o *pipe-lines*, conductos de más de un metro de diámetro y centenares de kilómetros de longitud, a través de los cuales es impulsado el aceite mineral. Por los mares y océanos del planeta, navega constantemente una flota de petroleros con una capacidad de más de 250 millones de toneladas de petróleo crudo.

Las diferentes calidades de los petróleos crudos vienen determinadas, precisamente, por las características de sus componentes. Así, aquellos petróleos que tienen una mayor proporción de hidrocarburos ligeros –es decir, hidrocarburos con un bajo número de átomos de carbono– son considerados de más calidad, ya que se pueden obtener productos más valiosos.

El proceso industrial, mediante el cual se extraen del petróleo crudo todos estos productos, se conoce como refino y se realiza en las refinерías. Una refinерía es un complejo industrial que opera las 24 horas del día y los 365 días del año. Cuenta con un equipo reducido de personas de alta cualificación profesional, que supervisa constantemente su funcionamiento, gracias a la automatización de los procesos.



Los petroleros están compartimentados para contrarrestar los posibles movimientos del líquido, y pueden transportar diferentes tipos de crudo a la vez. Las primeras embarcaciones utilizadas para transportar petróleo fueron, en la segunda mitad del siglo XIX, veleros en los cuales se habían instalado depósitos metálicos. En el año 1886, entró en servicio el primer barco especialmente proyectado y construido para el transporte de petróleo. La longitud de los barcos ha ido aumentando progresivamente a lo largo de los años y actualmente ya superan los 300 m, más de tres veces la longitud que tenían a finales del siglo XIX. El incremento, no obstante, ha sido frenado más por la poca profundidad y las limitaciones tecnológicas de algunos puertos.



El flujo de petróleo en el mundo (en millones de toneladas anuales).

El refinado se inicia con una destilación, una operación que se realiza en una torre de más de 50m de altura, dividida en diferentes compartimentos horizontales, en la que se introduce el petróleo previamente calentado hasta los 400°C. Continuamente, entra el petróleo crudo y salen los diferentes productos destilados según sus puntos de ebullición. Con esta operación, no se acaba el proceso de refinado sino que, posteriormente, los compuestos obtenidos son refinados nuevamente en otras unidades de proceso, donde se modifica su composición molecular o se eliminan los compuestos no deseados, como el azufre. De esta manera, se obtendrán los productos, de acuerdo con las exigencias técnicas y ambientales que son necesarias para su utilización comercial.

A nivel mundial, la capacidad de refinado está localizada, aproximadamente, en 1/5 parte en los Estados Unidos, en 1/8 parte en Rusia, y en 1/5 parte también en Europa occidental.

LOS PRODUCTOS DE DESTILACIÓN DEL PETRÓLEO CRUDO

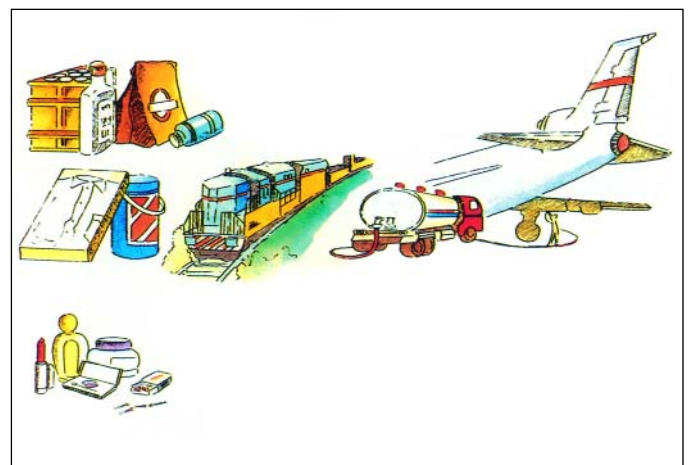
Mediante la destilación del petróleo, se obtienen progresivamente todos aquellos compuestos de temperatura de ebullición semejante, y que tienen características también semejantes.

- Gases: Sustancias cuyo punto de ebullición está comprendido entre -165°C y 0°C –metano, etano, propano y butano. El propano y el butano se denominan también GLP o gases licuados del petróleo.
- Éter de petróleo: Fracción volátil que destila entre los 20 y los 60°C, y contiene principalmente pentanos y hexanos.
- Gasolinas y naftas: Mezcla formada por hidrocarburos de cuatro a doce átomos de carbono, con un punto de ebullición entre los 30 y 200°C. Se utilizan como combustible y como materia prima de la industria petroquímica, para obtener plásticos y productos químicos.
- Queroseno: Fracción del petróleo con punto de ebullición entre 150 y 300°C. Tiene de doce a dieciséis átomos de carbono, y se utiliza como combustible de aviones reactores, combustible doméstico y para la iluminación.
- Gasóleos: Compuestos formados por cadenas de quince a dieciocho átomos de carbono, con una temperatura de ebullición de 175 a 400°C. Son combustibles para motores Diesel y para calefacción.
- Fuelóleos: Productos pesados obtenidos como residuos de la destilación atmosférica. Se utilizan como combustibles de grandes instalaciones, como las centrales térmicas.

- Aceites lubricantes: Fracción que contiene entre dieciséis y treinta átomos de carbono. Su densidad, viscosidad, resistencia a la oxidación y bajo punto de congelación los hacen útiles como lubricantes en el mundo de la mecánica.
- Ceras: Mezcla de hidrocarburos de alta temperatura de fusión, fundamentalmente de cadena lineal, que se obtienen como subproducto en la fabricación de los aceites lubricantes.
- Asfaltos: Sólido de color negro, conocido desde la antigüedad, que se utiliza para pavimentar las vías de comunicación.
- Coque: Carbón obtenido de las fracciones más pesadas del crudo.

CAPACIDAD DE DESTILACIÓN DE LAS REFINERÍAS ESPAÑOLAS

Refinería	Capacidad actual (t/año)
Escombreras (Murcia)	5.000.000
Puertollano (Ciudad Real)	7.000.000
A Coruña	5.000.000
Algeciras (Cádiz)	8.000.000
Huelva	5.000.000
Castellón	5.000.000
Muskiz (Vizcaya)	12.000.000
Tarragona	8.000.000



• El almacenamiento y la distribución

El almacenamiento de los recursos energéticos permite garantizar el abastecimiento abundante y regular de los consumidores, sobre todo en momentos de crisis debidos a problemas políticos, económicos o comerciales entre los países exportadores y los consumidores. La cantidad almacenada debe permitir mantener los niveles de consumo del país en cuestión, durante un determinado período.

En una refinería, el parque de depósitos representa un gasto equivalente al de procesamiento y tratamiento del petróleo, y exige una ocupación del suelo que puede suponer hasta un 70% del terreno disponible. Los depósitos de almacenamiento llegan a tener capacidades de hasta 150.000 m³ y una altura de 25 m, y pueden contener petróleo crudo, o cualquiera de los productos de su destilación. Los productos volátiles, como el petróleo crudo o las gasolinas, se almacenan en depósitos con techo flotante, a fin de reducir las pérdidas debidas a la evaporación durante las operaciones de rellenado, así como los olores.

Es tan amplia la diversidad de productos obtenidos de la destilación del petróleo, y tantos los usos de cada uno, que ha sido necesario desarrollar una completa red de sistemas de distribución para ponerlos al alcance del usuario.

Esto hace que los gastos de las operaciones de distribución sean actualmente muy superiores a las de una refinería. Si bien, en algunos casos, ciertos clientes que consumen grandes cantidades de unos determinados productos los reciben directamente de las refinerías a través de oleoductos. Por regla general, la distribución entre los puntos de refino y los de suministro se hace por oleoductos o por carretera, ferrocarril o barco, mediante cisternas construidas expresamente para dar este servicio de la forma más eficiente y segura.

La utilización de cualquier derivado del petróleo, va condicionada a la tenencia de instalaciones o aparatos certificados por las empresas suministradoras, o por otras empresas acreditadas por la Administración Pública. Las agencias distribuidoras del hidrocarburo realizan visitas a los domicilios o a las industrias, para verificar que las instalaciones son las adecuadas para el suministro y consumo del combustible gaseoso o líquido. En caso de que la verificación haya sido positiva, entregan un certificado al propietario que le permite la utilización de su instalación.

La facilidad con la que se transporta, almacena y utiliza el petróleo, es la principal razón por la cual los derivados del petróleo se popularizaron tan rápidamente y se han convertido en el recurso energético de uso más común en el mundo.



Las gasolinas y el gasóleo de automoción se distribuyen en estaciones de servicio que se pueden encontrar en todo el país. Químicamente, la gasolina es una mezcla de alcanos, cicloalcanos y compuestos aromáticos de 4 a 10 átomos de carbono, mientras que el gasóleo es una mezcla de hidrocarburos de 14 a 20 átomos de carbono. La gasolina no tiene color, pero se le añade un colorante artificial –amarillo, rojo o azul– que ayuda a identificar los distintos tipos.

◆ LAS APLICACIONES DE LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO

Un 90 % del petróleo se utiliza con finalidades energéticas. Son los productos combustibles que impulsan los medios de transporte o las centrales de producción de energía.

El 10 % restante, los productos no combustibles, tienen también una importancia capital en nuestra civilización, ya que son la materia prima de la industria petroquímica. Miremos donde miremos a nuestro alrededor, descubriremos una gran cantidad de productos en los que los compuestos derivados del petróleo son un elemento fundamental.

• Un poco de historia

El petróleo es conocido desde la antigüedad. Según la Biblia, Noé impermeabilizó su arco con un derivado del petróleo, el betún. La historia explica también que los pueblos de Mesopotamia –sumerios y acadios– hacían comercio con los asfaltos, las naftas y los betunes, y que al sur del actual Irán ya había una especie de pozos de petróleo 500 años antes de Jesucristo, que los chinos buscaban bajo tierra, utilizando cañas de bambú y tubos de bronce, y lo utilizaban para usos domésticos y la iluminación. Los fenicios comerciaban con petróleo que obtenían a las orillas del mar Caspio, y los griegos destruían las flotas enemigas vertiendo petróleo al mar y prendiendo fuego. El aceite de piedra también se usó en la época pre-industrial con finalidades terapéuticas y para el embalsamamiento de los muertos, y también como remedio natural contra las contusiones, las quemaduras o los reumatismos.

Ahora bien, el primer pozo de petróleo “moderno” lo perforó, en 1859, Edwin Drake en Pensilvania, en los Estados Unidos. Drake hizo un sondeo en el valle de Oil Creek para la empresa Séneca Oil y, después de meses de esfuerzo, el petróleo brotó espontáneamente de un pozo de 21 metros de profundidad. Este descubrimiento estimuló la actividad de la perforación de pozos –la fiebre del petróleo–, alcanzando una producción de 25.000 toneladas un año más tarde. Acababa de nacer una de las industrias más poderosas del planeta: la petrolera, y empezaba a retroceder la que hasta entonces había sido la fuente de energía más importante: el carbón.

Este aceite mineral empezó a entrar en juego como recurso energético a finales del siglo XIX, época en que era utilizado para la iluminación, en su forma de queroseno, un producto intermedio entre las naftas y el gasóleo que quemaba en quinqués y otros tipos de lámparas, razón por la cual se denominaba también petróleo de quemar. El bajo precio del petróleo, consecuencia de la gran cantidad disponible, estimuló el consumo de queroseno en el alumbrado, en las cocinas y la calefacción.

El gran cambio histórico se produjo cuando aparecieron los motores de explosión (Daimier, 1887) y de combustión (Diesel, 1897), que permitieron el desarrollo espectacular de nuevos sistemas de transporte por tierra y aire, y la sustitución de los combustibles tradicionales por derivados del petróleo tanto en el transporte marítimo, como en el terrestre (ferrocarril) y en la industria. Acababa de nacer una de las industrias más importantes del siglo XX: la de la automoción.

Paralelamente a la utilización de los derivados del petróleo como fuente de energía, el aprovechamiento de los centenares de hidrocarburos presentes en este aceite mineral abrió otra vía industrial, la petroquímica, que inició la síntesis y producción de gran cantidad de sustancias, a partir de la manipulación de los componentes del petróleo, y puso en el mercado una variedad de productos desconocidos hasta entonces.

• Los usos por sectores

Los derivados del petróleo tienen tantos usos, como ingenios y útiles hemos sido capaces de desarrollar los humanos para transformarlos en calor o trabajo, o en materia prima de otros productos.

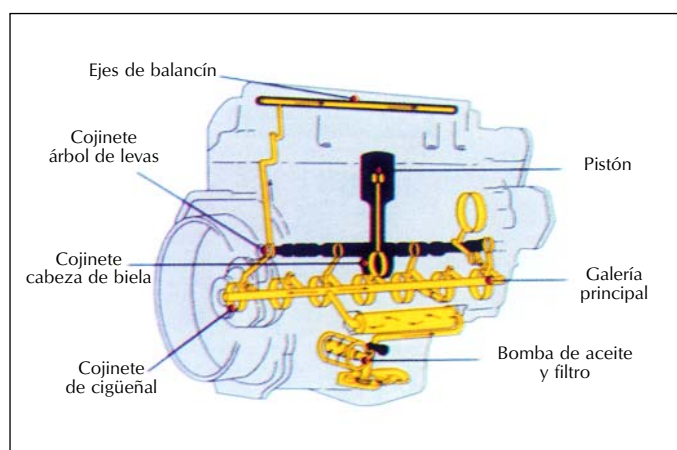
- El transporte

El transporte es uno de los sectores que más petróleo consume en forma de carburante. A nivel mundial, la demanda de gasolinas representa un 25% de la demanda total de derivados del petróleo.

Los carburantes que se utilizan en todo el mundo para impulsar los diferentes medios de transporte –automóviles, motocicletas, camiones, barcos, aviones o trenes– son las gasolinas, los gasóleos y los querosenos, carburantes con que se alimentan los motores, que transforman la energía térmica contenida en los hidrocarburos en movimiento.

- El sector doméstico

Como combustible, el petróleo está presente en algunos hogares en forma, principalmente, de gases licuados del petróleo o GLP. Se trata del propano (C_3H_8) y del butano (C_4H_{10}), gases que se distribuyen mediante las populares bombonas de color naranja, o con los que se llenan regularmente los depósitos centralizados que proveen de calefacción y gas, a la cocina, a edificios de viviendas, edificios públicos o casas aisladas que no disponen de otras fuentes de energía.



El motor de combustión interna es un motor térmico en el que una parte de la energía liberada cuando quema el combustible se transforma en trabajo. El motor Diesel y el motor de explosión –a dos tiempos o a cuatro– son dos ejemplos. Los gases producidos por el motor se expulsan al exterior del vehículo a través del tubo de escape.

Uno de los inconvenientes de este tipo de vehículos es el bajo aprovechamiento que hacen del contenido energético de los hidrocarburos, ya que apenas aprovechan el 30% de la energía. No obstante, la eficiencia de los motores ha aumentado de una manera muy importante en las últimas décadas; los vehículos que se fabrican hoy en día consumen unos 4-5 l de gasolina cada 100 km –a más velocidad, más consumo–, mejorando la eficiencia de los vehículos de hace unos años, que tenían un consumo de hasta 15 l.

El gasóleo de calefacción también se usa en el sector doméstico como fuente de calor, básicamente en redes centralizadas que, como en el caso anterior, suministran conjuntos de viviendas. Es un combustible menos limpio que los GLP, ya que su combustión libera más cantidad de SO_2 y otras sustancias contaminantes.

Las gasolinas se utilizan en los motores de explosión, los gasóleos, en los motores Diesel, y los querosenos, en los reactores de los grandes aviones comerciales y de transporte de mercancías. Actualmente, se comercializan dos tipos de gasolinas: la sin plomo de 95 octanos y la sin plomo de 98 octanos. También hay gasóleos de diversas calidades, según el tipo de vehículo al que van destinados: automóviles, camiones, vehículos agrícolas, barcas, etc.

La mezcla de propano y butano, además de ser usada como combustible doméstico, se utiliza también como carburante de vehículos a motor. Se almacena, transporta y suministra en fase líquida, a temperatura ambiente y a bajas presiones, cosa que permite disponer de una elevada densidad energética en poco volumen. Desde un punto de vista técnico, no hay restricciones para que cualquier vehículo equipado con un motor adecuado pueda utilizar GLP. No obstante, los impuestos que gravan este producto en España, sólo permite su uso en vehículos de servicio público como taxis, autobuses urbanos, camiones de recogida de basuras, ambulancias, etc.

Fuera del grupo de combustibles, se encuentran los asfaltos, una de las fracciones molecularmente más pesadas obtenidas de la destilación del petróleo, que se utiliza como material de recubrimiento de las carreteras, y los aceites lubricantes con los que se engrasan los engranajes de los motores de todas las máquinas, a fin de prolongar su vida útil.

PROPIEDADES DE LOS GASES LICUADOS DEL PETRÓLEO (GLP)

Propiedades	Propano	Butano
Composición (%)		
C_2H_6	0,4	0,1
C_3H_8	93	24,9
C_4H_{10}	6,6	73
C_5H_{12}	-	2
Poder calorífico (MJ/m ³)	100	118
Densidad relativa (aire = 1)	1,6	2,1

- El sector industrial

En las industrias, el petróleo está presente, tanto en forma de combustible –gasóleos, GLP, fueloils y coque–, como en forma de productos derivados que son la materia prima de otros procesos.

El fueloil es un combustible residual y pesado del que se fabrican diferentes variedades comerciales, que se diferencian en su viscosidad y en el contenido en azufre, y se utiliza como fuente de energía en las calderas industriales y los motores de cogeneración. El coque es un combustible sólido que se usa fundamentalmente en las industrias cementera y cerámica.

Todos los sectores industriales, entonces, cuentan con el petróleo entre sus elementos indispensables para llevar a cabo sus actividades, una razón más para valorar el papel que este recurso fósil juega en nuestra sociedad.

- La industria petroquímica

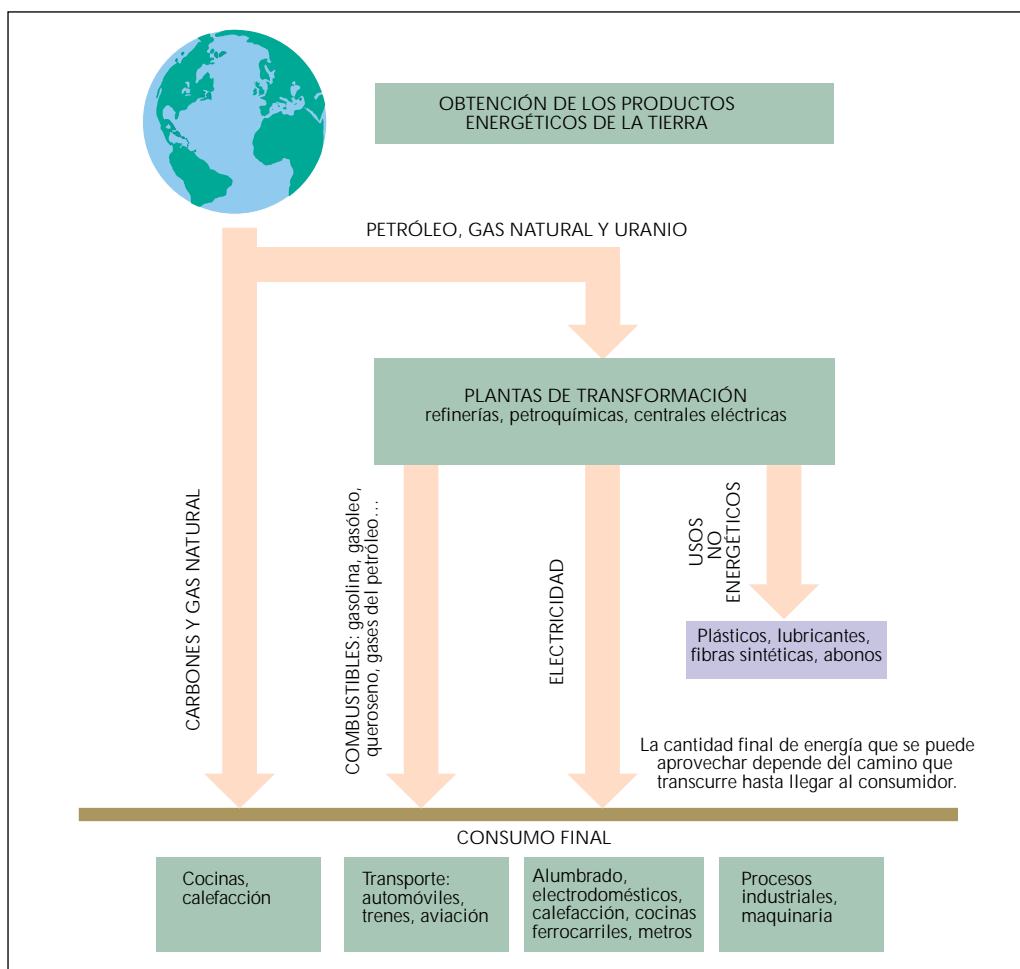
Los usos del petróleo no tienen que ver sólo con sus propiedades energéticas. El etileno, el propileno, el butadieno y el benceno –obtenidos del tratamiento de las naftas– constituyen la base de la industria petroquímica, la industria de los derivados de la destilación del petróleo.

Los plásticos son los productos petroquímicos más representativos. Se obtienen a partir de un proceso de polimerización de hidrocarburos, es decir, de formación de grandes moléculas, mediante la unión de moléculas sencillas –los monómeros. La utilización de los plásticos se ha extendido a dominios tan diferentes como el de los envases y embalajes, las pinturas, las fibras sintéticas y permite gozar de una gran variedad de objetos de uso común como los recipientes, las bolsas, los juguetes, etc.

Ahora bien, la actividad de la industria petroquímica proporciona una amplia gama de productos, tanto o más importantes que los plásticos:

- Los detergentes, jabones y blanqueadores.
- Los fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas usados en la agricultura.
- Algunos perfumes, colorantes y saborizantes.
- El caucho sintético, utilizados para la fabricación de los neumáticos.
- Productos farmacéuticos fúngicos, antibióticos y antivíricos, analgésicos, estimulantes, coagulantes, tranquilizantes, etc.

Si bien puede sorprender que del petróleo se lleguen a obtener tantos productos derivados –algunos incluso con utilidad terapéutica–, hay que tener presente que los hidrocarburos están formados por la combinación de átomos de hidrógeno y carbono, dos de los elementos fundamentales de la vida.



Algunos derivados del petróleo son utilizados para generar electricidad en las centrales térmicas. El gasóleo, el fueloil o el coque son los combustibles que impulsan las turbinas. En una central térmica convencional con un rendimiento del 33%, 1 Mt de petróleo (megatonelada o 10^5 t) produce unos 3,8 GWh (gigavatios/hora o 10^6 Wh) de energía eléctrica.

EL MERCADO MUNDIAL DEL PETRÓLEO

El petróleo representa el 40% del consumo mundial de energía primaria, y ocupa un lugar predominante e insustituible, a corto plazo, como fuente de energía básica.

Los países desarrollados dependen tanto del mismo que, cualquier suceso social o decisión política que afecta al mercado del petróleo o a alguno de los elementos del sistema de producción y distribución, tiene importantes efectos sobre las economías de estos estados. Son un buen ejemplo las crisis energéticas que se han producido desde los años setenta.

• La demanda de productos petrolíferos

El consumo de petróleo en el mundo no ha dejado de crecer desde que empezó a extenderse su utilización a finales del siglo XIX. La tasa de crecimiento del consumo de energía ha hecho incrementar constantemente la demanda anual de petróleo, que llegó a ser, en el año 1972, del 48% del total. En el año 1998, el porcentaje que el petróleo representaba en el consumo mundial de energía primaria se había reducido hasta el 40%, debido a la expansión del gas natural y de la energía nuclear. Pero el número de toneladas consumidas continuaba en aumento y llegaba a los 3.400 millones de toneladas.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO MUNDIAL DE PETRÓLEO (MILLONES DE TONELADAS)

Áreas geográficas	Consumo 1988	Consumo 1998	Variación (%)
América del Norte	873	936	+7
América Latina	227	299	+32
Europa	700	760	+9
Antigua URSS	415	476	-56
Oriente Medio	151	204	+35
África	88	112	+27
Asia-Oceanía	583	895	+54
Total	3.038	3.389	+12

Europa Occidental importa el 97% de sus necesidades de petróleo –principalmente de África y de Oriente Medio–, mientras que Japón importa el 100%.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE PRODUCTOS PETROLEROS EN ESPAÑA (MILLONES DE TONELADAS)

Año	GLP	Gasolinas	Querosenos	Gasóleos	Fueloils	Total
1960	48	829	365	1.590	2.574	5.046
1965	554	1.403	471	2.869	5.978	11.529
1970	1.379	2.822	643	5.126	15.520	23.581
1975	2.000	4.561	1.119	7.161	19.998	36.340
1980	2.504	5.656	1.191	10.490	20.823	43.270
1987	2.542	6.863	1.054	12.132	7.026	32.786
1997	2.500	8.985	3.555	20.465	9.588	45.093
1998	2.581	9.021	3.871	22.634	11.400	49.507

La humanidad consume, en un sólo año, la cantidad de combustibles fósiles que la naturaleza ha tardado un millón de años en producir.

LAS COMPAÑÍAS PETROLERAS

• Las pioneras

Los grandes grupos petroleros mundiales aparecieron a finales del siglo XIX y primeros del XX, de la mano de personajes como John Rockefeller, Henry Deterding o William Knox D'Arcy. La primera compañía creada fue el Standard Oil, que llegó a controlar el 90 % del refino de petróleo en los Estados Unidos y buena parte del comercio mundial, razón por la cual fue obligada a dividirse en diversas empresas independientes; así, aparecieron Exxon, Mobil, Chevron y Continental Oil. A raíz del descubrimiento de los yacimientos del estado de Texas, en el año 1901, se crearon otras dos empresas que, con el tiempo, llegarían a tener alcance internacional: Gulf y Texaco.

En Europa, las compañías pioneras fueron Royal Dutch Shell (1907), que llegó a controlar el 75% de la producción de fuera de los Estados Unidos, y Anglo-Iranian Oil Company (1908), que desde el año 1954 se conoce con el nombre de British Petroleum (BP). De esta manera, nacieron las "7 hermanas", las compañías con más poder en la industria petrolífera mundial: Exxon, Shell, Mobil, Chevron, Texaco, Gulf y BP.

Durante la década de los 20 (siglo XX), algunos países europeos, que no habían tenido hasta entonces ningún papel en esta industria, se dieron cuenta de la importancia estratégica y económica del petróleo, y decidieron crear sus empresas nacionales. Es el caso de la Compañía Francesa de Petr6leos -CFP, después TOTAL-, la Azienda Generale Italiana Petr6leo -AGIP- y la Compañía Arrendataria del Monopolio de Petr6leos -CAMPESA- en España.

Hasta los años 50, las grandes compañías titulares de las concesiones del petróleo pagaban un impuesto -"royalty"- a los países donde se encontraban los yacimientos, pero a partir de este momento el equilibrio del mercado se rompió, a causa de la aparición de productores independientes, por la multiplicación de las compañías nacionales y por la política cada vez más independiente de los países ricos en recursos petrolíferos. En Agosto de 1960, se fundó en Bagdad -la capital de Irak- la OPEP u Organización de Países Exportadores de Petr6leo, que estaba integrada por los países de Arabia Saudí, Irán, Irak, Kuwait, los Emiratos Árabes y Venezuela. Posteriormente se incorporaron Argelia, Libia, Indonesia, Katar, Abu Dhabi, Ecuador y Gabón. Su objetivo era aumentar los ingresos derivados de la extracción de petróleo y llegar a controlar las reservas, este último hecho conseguido a mediados de los años 70.

Los países de la OPEP son los responsables del 40% de la producción mundial, y sus reservas son, actualmente, las más importantes.

• El sector petrolero en España

Debido a la importancia estratégica de los hidrocarburos para los estados, en el año 1927, España creó el Monopolio de Petr6leos, con el objeto de obtener el control de la distribución interna y los beneficios de su comercialización. Así, se convocó un concurso para operar el Monopolio, que ganó un consorcio de 31 bancos agrupados bajo el nombre de CAMPESA. Hasta la década de los 50, no se construyeron las primeras refinerías de petróleo, que fueron las de Cartagena, Tarragona, La Coruña, Algeciras, Huelva, Somorrostro y Castellón.



Actual sistema de distribución de crudo en España, situación de las instalaciones de refinado y almacenaje.

En la Comunidad de Madrid, no existen refinerías de petróleo. Dado el consumo de productos del petróleo, existen parques de almacenamiento en Torrejón y Villaverde, para facilitar la distribución. Estos parques están abastecidos a través de oleoductos con las refinerías de Algeciras, Huelva, Puertollano y Tarragona.

• El precio de los derivados del petróleo

A partir de la incorporación de España a la Unión Europea, el país tuvo que adoptar la ley que prohibía los monopolios comerciales y, por tanto, tuvo que liberalizar el sector petrolero y promover la competitividad. Así, en el año 1984, CAMPSA compró al Estado las infraestructuras petroleras nacionales –oleoductos, barcos-tanques, etc.– y se convirtió en una empresa privada con una verdadera red logística, aunque se mantenía la situación monopolística.

En el año 1992, se derogó, después de 65 años, la ley que regulaba la existencia de un monopolio petrolero, y CAMPSA se convirtió en la Compañía Logística de Hidrocarburos, CLH, cuyos principales accionistas eran las compañías españolas REPSOL (60%), CEPSA (25%), las inglesas BP (7%) y SHELL (5%), además de otros pequeños accionistas. De esta manera, el sector petrolero español ha evolucionado hacia la plena liberalización y, a la vez, se ha estructurado empresarialmente para competir a nivel internacional.

A diferencia de lo que sucede con la electricidad y el gas natural, la diversidad de productos que se obtienen del petróleo y las formas diferentes en que se presentan y se ofrecen al consumidor, hace que el precio no sea homogéneo, sino que varíe mucho en función de uno u otro. En la actualidad, las compañías operadoras fijan los precios de los combustibles –(excepto los de los GLP, que continúan sometidos a un sistema de precios máximos fijados por el gobierno)–, de acuerdo con la situación del mercado y de sus políticas comerciales.

Asimismo, las constantes oscilaciones del precio del barril de petróleo en el mercado internacional –debidas sobretudo a la demanda, las variaciones en los niveles de extracción del crudo por parte de los países exportadores de petróleo– y la cotización del dólar respecto al euro, hace que sea necesario ajustar periódicamente el precio de los carburantes líquidos y de los gases licuados del petróleo. En todos los países, los productos petrolíferos –y, particularmente, los carburantes–, sirven de soporte a sus economías, hasta el punto que su precio real es sólo un porcentaje del precio total que paga el consumidor.

En el caso de España, el precio real del litro de gasolina por automóvil, por ejemplo, es, una vez descontados los impuestos, del orden del 25% del precio final.

LOS PERSONAJES DEL PETRÓLEO

Edwin Laurentino Drake

Revisor de tren retirado, que se hacía llamar coronel y que perforó el primer pozo de petróleo de la historia por encargo de James M. Townsend, propietario de la sociedad Pennsylvania Oil Company. Drake, curiosamente, murió en la miseria.

John Rockefeller (1839-1937)

Comerciante fundador del Standard Oil, compañía que agrupaba diversos refinadores de petróleo. Resultó ser un déspota del petróleo, al eliminar todo tipo de competencia en el transporte y el refinado.

Henry Deterding (1866-1939)

Presidente de la Royal Dutch holandesa, que se asoció con Marcos Sanuel, que dirigía la Shell Transport inglesa, y constituyó la compañía Shell.

