



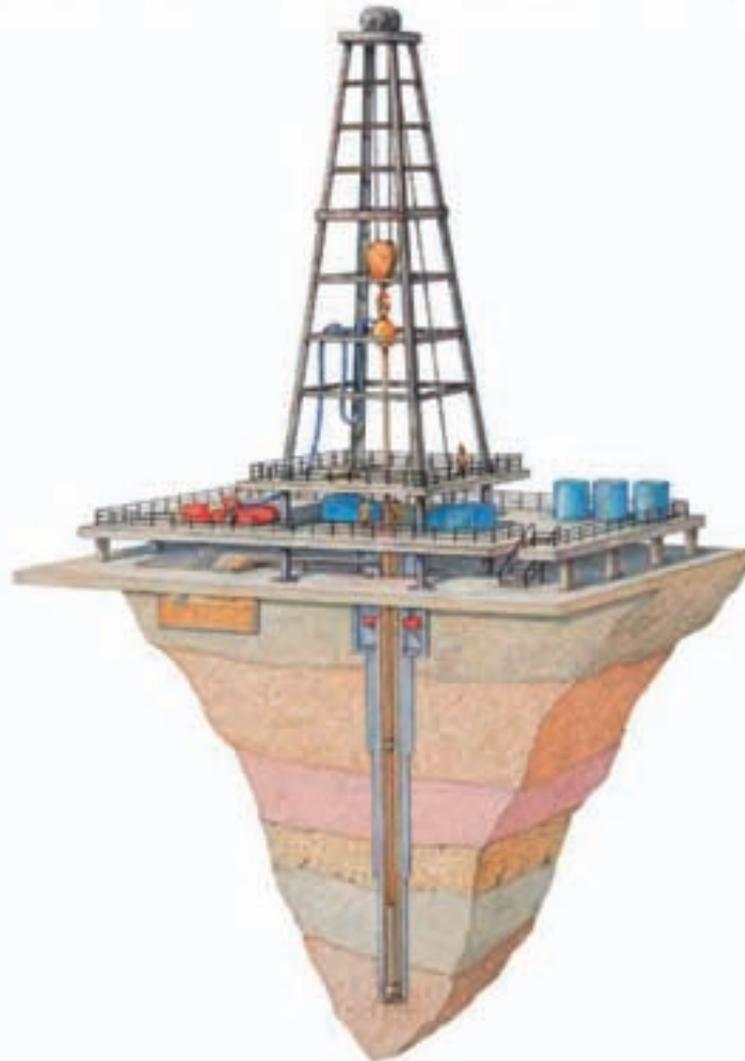
# PETRÓLEO Y GAS NATURAL

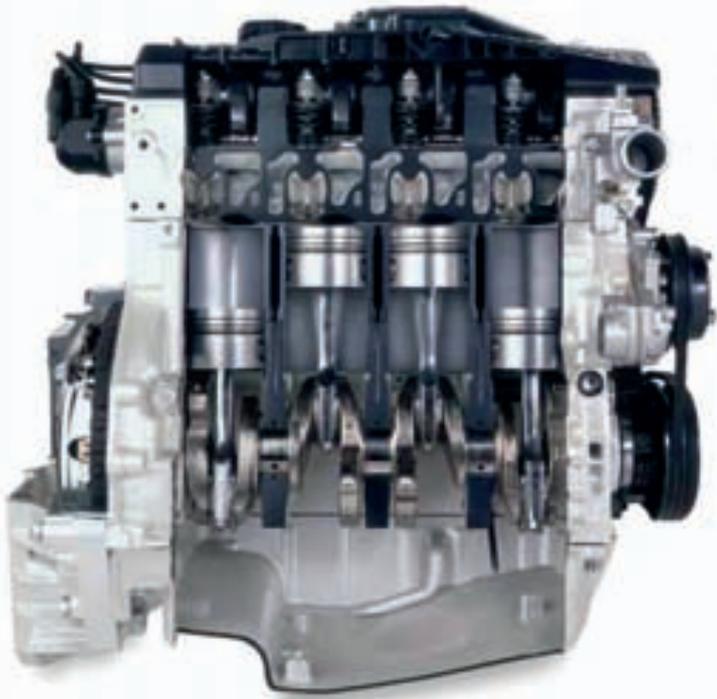
Descubre la historia  
del petróleo y de cómo  
ha cambiado nuestro  
mundo





# PETRÓLEO Y GAS NATURAL





Motor de combustión interna



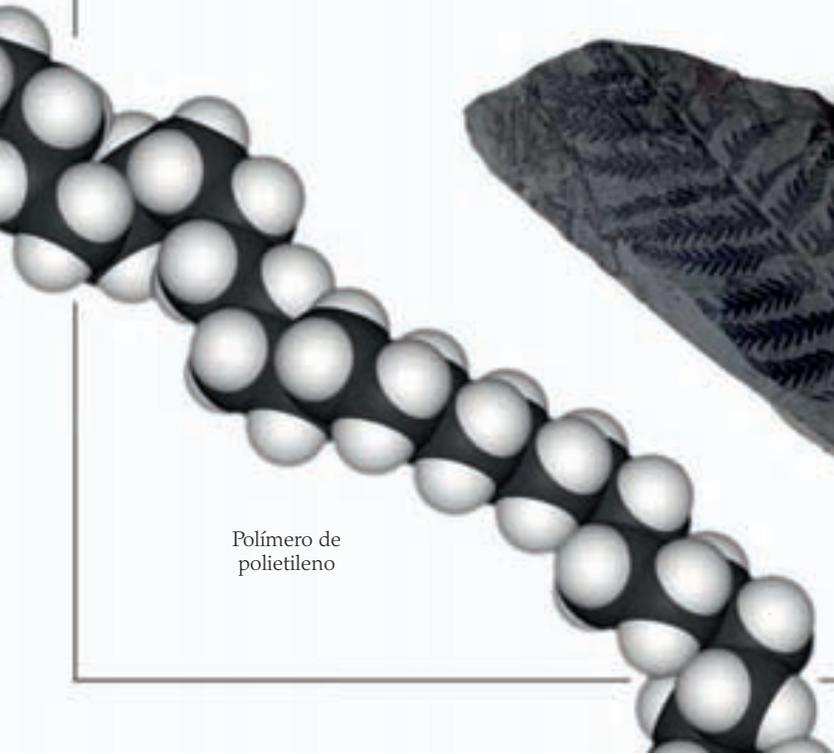
Lámpara de  
aceite romana



Detergente basado en  
productos petroquímicos



Camión con motor diésel



Polímero de  
polietileno



Helecho fosilizado  
en carbón



Cesta con envases  
reciclables



Barrena de una perforación petrolífera

# PETRÓLEO Y GAS NATURAL



La estufa de es butano, un derivado del gas natural

Plataforma petrolífera



Presentado por la Society of Petroleum Engineers



DK Publishing, Inc.



LONDRES, NUEVA YORK,  
MELBOURNE, MÚNICH Y NUEVA DELHI

**Consultoría** Mike Gaul

**Dirección editorial** Camilla Hallinan

**Dirección de arte** Martin Wilson

**Dirección de publicaciones** Sunita Gahir

**Dirección de obras temáticas** Andrea Pinnington

**Catálogo de imágenes** DK Claire Bowers

**Producción** Georgina Hayworth

**Diseño de maqueta** Andy Hilliard,  
Siu Ho, Ben Hung

**Diseño de cubierta** Andy Smith

**Productora ejecutiva digital** Poppy Newdick

**Conversión digital por:**

DK Digital Production, Londres

**En Cooling Brown Ltd.:**

**Dirección de arte** Arthur Brown

**Dirección de proyectos** Steve Setford

**Edición de arte** Tish Jones

**Imágenes** Louise Thomas

**En DK Nueva York:**

**Edición de proyectos** Karen Whitehouse

**Diseño y producción** Kelly Maish

**Imágenes** Katherine Linder

Publicado originalmente en Estados Unidos en 2007  
por DK Publishing, 345 Hudson Street,  
Nueva York, Nueva York 10014

Edición digital publicada en 2013  
por Dorling Kindersley Ltd.

(ePub) 978-1-4654-0441-1

Copyright © 2013 Dorling Kindersley Limited, Londres 2013

Todos los derechos reservados bajo la Convención  
Panamericana de Copyright. Se prohíbe la reproducción,  
el almacenaje digital o la transmisión de ninguna parte  
de esta obra por cualquier medio, ya sea electrónico,  
mecánico, reprográfico o de cualquier otro tipo, sin el  
consentimiento previo y por escrito del propietario  
del copyright.



Lámpara de queroseno



Revistas impresas con tintas  
derivadas del petróleo



Teléfono de  
baquelita

Descubre más en  
[www.dk.com](http://www.dk.com)



Patitos  
de plástico



Aceite flotando  
en el agua



# El rey petróleo

**EL PETRÓLEO ESTÁ EN TODAS PARTES.** Los seres humanos lo hemos utilizado durante miles de años, pero en el último siglo se ha incrementado el consumo. El consumo diario en Estados Unidos, por ejemplo, se incrementó desde unas pocas decenas de miles de barriles en 1900 a más de veintiún millones de barriles en el año 2000 o, lo que es lo mismo, más de 3.300 millones de litros al día. El petróleo es la fuente de energía principal hoy en el mundo, pues proporciona combustible para los transportes, y el gas natural se usa para generar la electricidad, de la que depende nuestro modo de vida actual. Es también la materia prima de materiales tan básicos como los plásticos.

## ENERGÍA LÍQUIDA

El petróleo en estado natural –denominado crudo– no parece nada especial a simple vista, pero concentra una gran cantidad de energía. De hecho, hay tanta energía en un barril (159 litros) de crudo como para hervir unos 2.700 litros de agua.

*La resistente carcasa de policarbonato protege las delicadas piezas del interior*

*Los camiones cisterna grandes transportan entre 15.000 y 30.000 litros de petróleo*

## PETRÓLEO EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN

Podría parecer que un ordenador portátil de diseño no tiene nada que ver con el petróleo y, sin embargo, no existiría sin él. El petróleo no solo facilita la materia prima para el plástico de policarbonato con el que suelen fabricarse las carcasas de los ordenadores, sino también la energía para producir casi todo lo que tienen en su interior. Es posible, incluso, que esté detrás de la electricidad empleada para cargar las baterías.



## LIBERTAD PARA VIAJAR

Las gasolinas, derivadas del petróleo, impulsan los coches que nos permiten desplazarnos con facilidad y rapidez. Hay personas que, para ir a trabajar, recorren distancias que en tiempos pasados supusieron días de viaje a caballo. Sin embargo, con los más de 600 millones de vehículos motorizados que circulan por las carreteras del planeta (la cifra no deja de aumentar), el volumen de petróleo que se consume alcanza cifras astronómicas: unos mil millones de barriles cada mes.



## SECRETOS DEL SUPERMERCADO

Gracias al petróleo, las sociedades de los países más desarrollados tienen a su disposición una gran variedad de alimentos, ya que permite volar a los aviones, navegar a los barcos y moverse a los camiones que transportan los alimentos hasta la tiendas de todo el mundo. También nos permite ir en coche al supermercado. Y proporciona envoltorios plásticos, así como la energía necesaria para refrigerar los productos perecederos.



### SALTOS REFINADOS

Los derivados del petróleo forman parte de las actividades más sencillas y básicas. Los monopatines, por ejemplo, se generalizaron al desarrollarse unas ruedas fabricadas con un plástico derivado del petróleo denominado poliuretano, que es a la vez resistente y flexible. Otro plástico, el poliestireno expandido, constituye la espuma sólida del interior de los cascos de los *skaters*. Un tercer plástico de origen petroquímico, el polietileno de alta densidad, es parte de las rodilleras y coderas.

Casco de poliestireno expandido para absorber los impactos

Cisterna de aluminio

Rodillera de polietileno de alta densidad

Ruedas de poliuretano, resistente y flexible

### CIUDADES BRILLANTES

Desde el espacio, las ciudades brillan como si fueran estrellas en la oscuridad de la noche.

Este «espectáculo» se consigue consumiendo mucha energía, en gran parte procedente del petróleo. La luz artificial hace que las ciudades sean un poco más seguras.



Vista nocturna de Asia desde un satélite

Trigo

### PETRÓLEO EN EL CAMPO

Los derivados del petróleo han transformado la agricultura de los países desarrollados. Por medio de tractores y cosechadoras, que funcionan gracias al petróleo, los agricultores trabajan la tierra sin apenas necesitar mano de obra. Y gracias a un avión, cuyo motor consume también derivados del petróleo, una sola persona puede pulverizar pesticidas o herbicidas sobre grandes extensiones de tierra en cuestión de minutos. Incluso los herbicidas y pesticidas, que incrementan los rendimientos agrarios, están elaborados con productos químicos procedentes del petróleo.

### PETRÓLEO EN MOVIMIENTO

Para mantener nuestro modo de vida basado en los derivados del petróleo, se transportan a diario muchos millones de barriles de crudo por todo el mundo: una parte viaja por el océano en tanqueros, y otra parte circula por largos oleoductos. No obstante, son los camiones cisterna como el de la ilustración los que surten a la mayor parte de gasolineras. Si este abastecimiento se interrumpe, la actividad de todo un país sufriría un colapso total en unos pocos días. Hace un siglo, el lugar más lejano al que las personas iban de vacaciones se encontraba a tan solo un corto viaje en tren. En la actualidad, millones de personas vuelan a lugares remotos y, a menudo, recorren medio mundo en unas pocas semanas o aún menos. Sin embargo, como los automóviles y los camiones, los aviones consumen petróleo, y el tráfico aéreo no cesa de aumentar.



# El petróleo antiguo

EN MUCHOS LUGARES DE ORIENTE PRÓXIMO, los depósitos subterráneos de petróleo se filtran a la superficie a través de pozos y afloramientos. Hace ya mucho tiempo que los seres humanos descubrieron las diversas utilidades de esta sustancia, denominada betún. Los cazadores del paleolítico la usaron para adherir puntas de sílex a las flechas. Hace 6.500 años, como mínimo, las sociedades que habitaban en las ciénagas del actual Irak aprendieron a añadir betún a los ladrillos y al cemento para impermeabilizarlos y proteger sus casas de las crecidas de los ríos. En la época de esplendor de Babilonia, floreció en Oriente Próximo una nutrida red de intercambios comerciales basada en este «oro negro», gracias al cual se levantaron ciudades enteras.

**LOS PRIMEROS YACIMIENTOS**  
En la Antigüedad, no todo el petróleo se hallaba en la superficie. Hace más de 2.000 años, en Sichuan, los chinos empezaron a perforar el suelo empleando cañas de bambú con punta de hierro para procurarse la salmuera (agua saturada de sal) depositada bajo tierra. A veces, cuando sus perforaciones alcanzaban la profundidad suficiente, encontraban, además de salmuera, petróleo y gas natural. No se sabe si utilizaron o no el petróleo, pero, al parecer, quemaban el gas para calentar la salmuera. De ese modo, el agua se evaporaba y quedaba la sal.

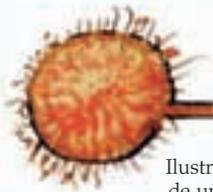
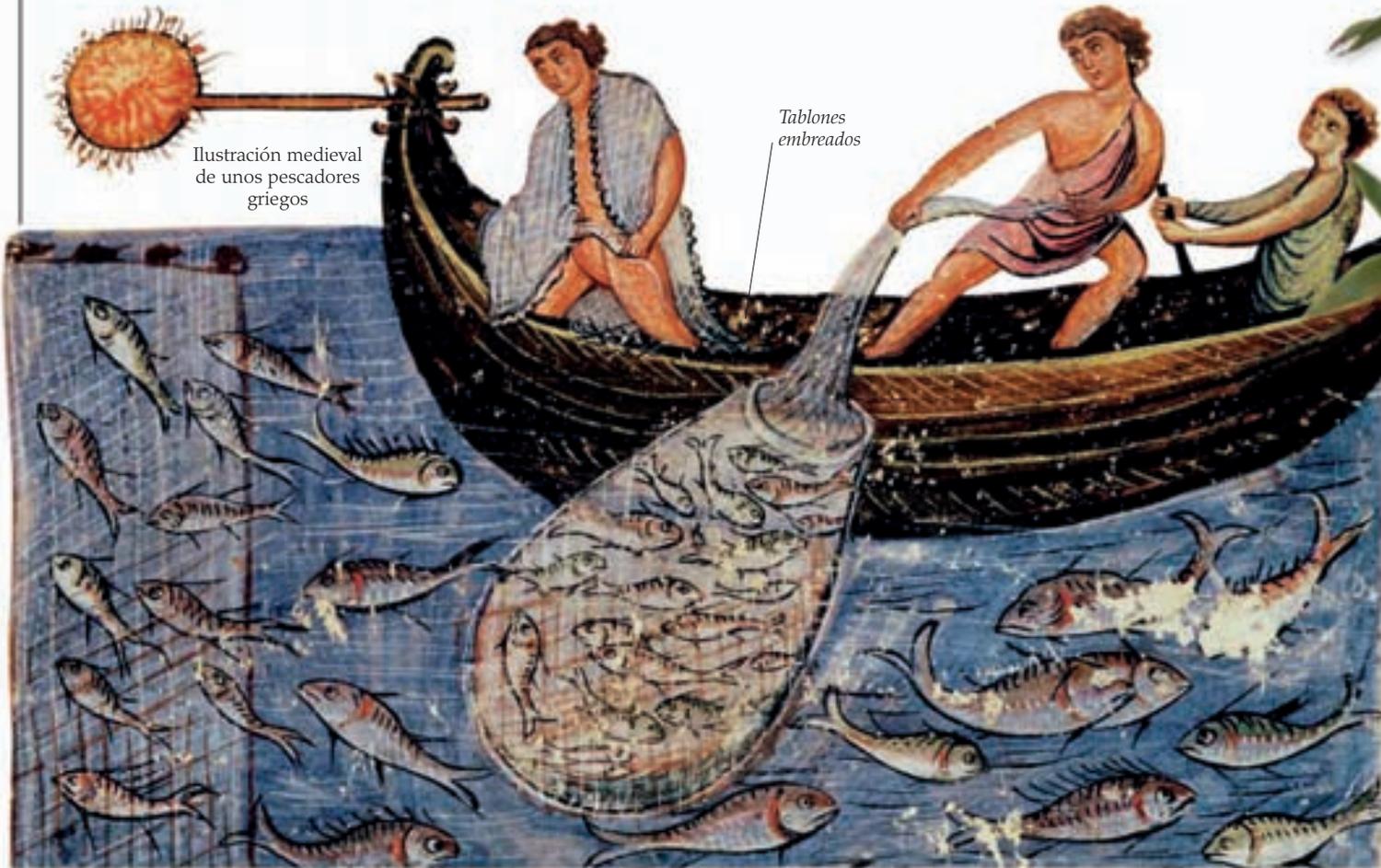


Ilustración medieval de unos pescadores griegos

Tablones embreadados



Bambú

**IMPERMEABLE**  
Hace unos 6.000 años, las comunidades de El Obeid, ubicadas en las pantanosas tierras del actual Irak, descubrieron que las propiedades impermeabilizantes de la brea la convertían en un elemento ideal para sus embarcaciones de juncos, y así, la emplearon para recubrir las y volverlas estancas. La idea se fue propagando, y pronto la adoptaron los constructores de barcos de diversas partes del planeta. Este método, conocido como calafateo, se siguió usando hasta la llegada de los modernos cascos de metal o fibra de vidrio. La brea, con su particular olor y las manchas que deja en la ropa, se había convertido en un signo distintivo de los marineros.

### BETÚN BABILÓNICO

La mayor parte de las grandes construcciones de la Babilonia antigua dependían del betún. Para el rey Nabucodonosor II (que reinó desde el 604 hasta el 562 a. C.), el betún era un signo de los logros tecnológicos de su reino, y se empleaba tanto en los baños como para el cemento que unía los ladrillos. Sin embargo, en ninguna otra parte era tan vital como en los Jardines Colgantes, unas terrazas ajardinadas con flores y árboles. El betún impermeabilizaba los cancheros y garantizaba la impermeabilidad de los conductos de riego.



Friso con un arquero persa, 510 a. C.

Arco colgado del hombro

Carcaj para transportar flechas

Trapo embreado, en la punta de una flecha

### FLECHAS ARDIENTES

En un principio, los seres humanos solo se interesaron por la naturaleza pegajosa y viscosa del betún, que lo convertía en un excelente pegamento e impermeabilizante. Se conocía como *iddu*, derivado de Hit, ciudad del actual Irak. Un derivado más fino, el *naft* (de donde procede el vocablo moderno «nafta»), resultaba muy inflamable. En el siglo VI a. C., los persas descubrieron que el *naft* era letal en la guerra. Los arqueros persas embadurnaban con él las puntas de sus flechas, a las que luego prendían fuego. En el siglo VI d. C., la armada bizantina adoptó esta idea y la desarrolló: mezclando el betún con azufre y cal viva, fabricó unas mortíferas bombas incendiarias apodadas «fuego griego».



### CÁLIDA BIENVENIDA

En la Edad Media, cuando los soldados enemigos trataban de escalar la muralla de un castillo o de una ciudad fortificada, una de las técnicas más efectivas para repelerlos consistía en arrojarles petróleo hirviendo. Que se sepa, fueron los judíos los primeros en valerse de este método, con el que defendieron de los romanos la ciudad de Jotapata en 67 d. C. Esta estrategia pasó a formar parte de la defensa de los castillos medievales más tarde. Dado que el petróleo era bastante caro, no parece probable que se usara muy a menudo.

### MOMIAS NEGRAS

Los antiguos egipcios conservaban a los muertos momificándolos, proceso que consistía en remojarlos en una mezcla de sustancias químicas tales como la sal, la cera de abejas, la resina de cedro y la brea. Es probable que la palabra «momia» proceda del árabe *mumya*, que hace referencia a la montaña persa de Mumya, abundante en petróleo. Hasta hace poco, los especialistas creían que el betún no formaba parte del proceso de la momificación, y que dicha palabra no era más que una referencia al hecho de que las momias se ennegrecen al entrar en contacto con el aire. Diversos análisis químicos actuales han demostrado que hay rastros de betún en las momias egipcias del periodo ptolemaico (323 al 30 a. C.). El betún llegaba a Egipto proveniente del mar Negro, donde flotaba en el agua.



Cabeza momificada

El sitio de Cartago



### EL INCENDIO DE CARTAGO

El betún arde con facilidad, pero, debido a sus propiedades adhesivas e impermeabilizantes, fue muy empleado en los tejados de ciudades antiguas como Cartago. Situada en el norte de África, en el actual Túnez, Cartago fue en un tiempo tan poderosa que supuso una amenaza para Roma. Capitaneados por su gran líder, Aníbal, los cartagineses invadieron la península Itálica. Roma contraatacó y sitió Cartago el año 146 a. C. Cuando los romanos incendiaron la ciudad, el betún de los tejados propagó con rapidez el fuego, y la ciudad quedó destruida.



Moneda de plata cartaginesa

# La luz del petróleo

DURANTE MILLONES DE AÑOS, la única luz para combatir las tinieblas de las noches (además de la de las estrellas y la luna) procedía de fogatas y teas ardientes. Hace 70.000 años, los pueblos prehistóricos descubrieron que los aceites proporcionaban una llama luminosa y continua. Idearon las lámparas de aceite, que no eran más que piedras ahuecadas en las que colocaban fibras vegetales empapadas en aceite. Después, descubrieron que las lámparas ardían mejor y daban una luz más brillante si colocaban una sola fibra (la mecha) en un recipiente con aceite. Este podía ser grasa animal, cera de abejas o, incluso, proceder de vegetales como la aceituna o las semillas de sésamo. Se sabe que de vez en cuando usaban petróleo que encontraban en afloramientos superficiales. Las lámparas de aceite fueron la fuente principal de iluminación hasta la llegada de las de gas, en el siglo XIX.

Receptáculo para depositar aceite vegetal



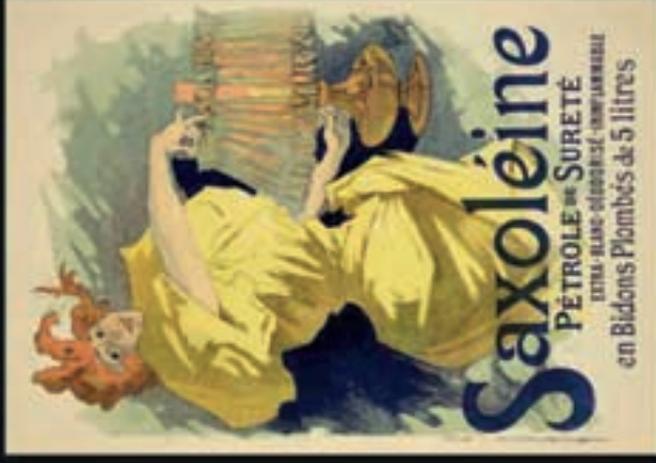
Mecha

Chimenea de cristal para mejorar la circulación del aire y proteger la llama de corrientes no deseadas



## LA LUZ EN EGIPTO

Una lámpara puede no ser más que un trozo de mecha colocado en el borde de un cuenco de piedra. Cuando la única opción era la de labrar la piedra a mano, esta clase de lámparas no debieron de ser muy comunes. Más tarde, los seres humanos aprendieron a modelar la arcilla y, gracias a ella, pudieron fabricar todo tipo de recipientes con rapidez y facilidad. Los bordes de las lámparas de arcilla se estrechaban formando un cuello en el que se colocaba la mecha. La de la ilustración, con dos milenios de antigüedad, pertenece al antiguo Egipto.



## LAS DAMAS DE LA LÁMPARA

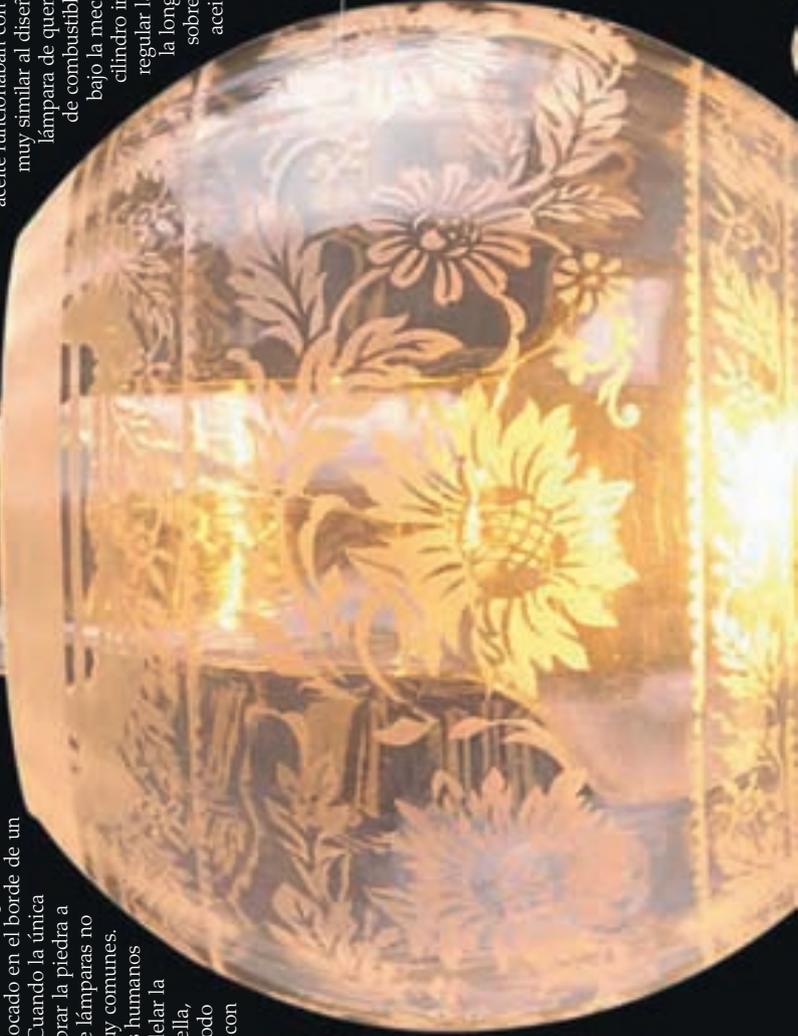
Durante la década de 1890, la venta de queroseno para iluminación era un negocio muy lucrativo, por eso quienes lo producían le daban a su mercancía un aspecto elegante y atractivo. Saxoléine, una empresa francesa, encargó a Jules Chéret (1863-1932) una serie de carteles hoy famosa. En ella, hermosas mujeres parisinas posan embelesadas junto a lámparas que funcionan con combustible Saxoléine, que la empresa calificaba de limpio, inodoro y seguro.

## LÁMPARAS DE QUEROSENO

Durante los setenta años previos al momento en que Aimé Argand inventó esta lámpara (ilustración del centro), el combustible que las lámparas empleaban con más frecuencia era el aceite de ballena. A partir de mediados del siglo XIX, fue reemplazado por un combustible más barato, el queroseno, que procedía del petróleo. A principios de la década de 1860, la mayoría de las lámparas de aceite funcionaban con queroseno. Aunque

muy similar al diseño de Argand, la lámpara de queroseno lleva el depósito de combustible en la parte inferior, bajo la mecha, en lugar de en un cilindro independiente. Para regular la llama, hay que ajustar la longitud de la mecha que sobresale del depósito de aceite.

Pantalla de cristal para difundir la luz



Chimenea de cristal

Orificios de ventilación para aportar aire a la combustión

Mando para ajustar la altura de la mecha

Depósito de queroseno

### NOCHES ROMANAS

Los griegos mejoraron las lámparas cerrando el recipiente con una tapa que contaba con un orificio para verter el aceite, y, asimismo, añadiendo un pitirro para la mecha. La tapa reducía el riesgo de derramar el combustible y restringía la circulación del aire, gracias a lo cual se consumía menos aceite. En la época de los romanos, todos los hogares contaban con un variado surtido de lámparas de cerámica o bronce, a menudo ricamente decoradas. En la tapa de la lámpara romana de la ilustración se observa una escena de Cartago en llamas y de su reina Dido.

Tapa para regular la combustión y evitar derrames

Pitirro

Asa

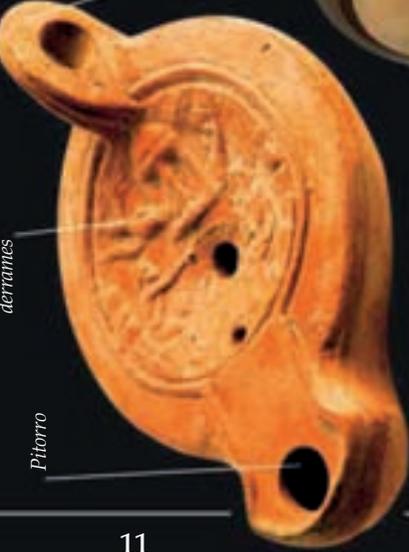


Depósito para el aceite de ballena

Mecha

Conducto de entrada de aceite

Receptáculo para recoger las gotas de aceite



### LA LÁMPARA DE ARGAND

El físico suizo Aimé Argand (1750-1803) introdujo en la década de 1780 una mejora en los sistemas de iluminación que sería en la más importante desde los tiempos de la Grecia clásica. Advirtió que, al situar una mecha circular en el centro de una lámpara de aceite y cubrirla con una chimenea para mejorar la circulación del aire, la lámpara daba una luz diez veces más clara que la de una vela, y mucho más limpia. La lámpara de Argand pronto desbancó los demás modelos. Revolucionó la cotidianeidad de los hogares, cuyas estancias se iluminaron de luz de noche por primera vez en la historia.

### LA CAZA DE BALLENAS

En el siglo XVII, europeos y norteamericanos se dieron cuenta de que la abundante grasa de las ballenas, y en especial la de los cachalotes, daba una luz clara y nítida al emplearla como combustible. La demanda de aceite de ballena se disparó en muy poco tiempo. La costa de Nueva Inglaterra, en el noreste de EE UU, se convirtió en el centro neurálgico de esa floreciente industria ballenera inmortalizada por Herman Melville en *Moby Dick*.

### ANTORCHAS LUMINOSAS

En las películas, los castillos se iluminan con antorchas situadas en los muros. Consistían en un haz de leña cuyo extremo se impregnaba de resina o brea para brillante. Probablemente eran un artículo de lujo, como se representó en este cuadro de Simon Bening, siglo XVI. Lo habitual era el uso de lámparas parecidas a las de los antiguos egipcios o velas hechas con juncos y grasa animal.



# Inicios de la era del petróleo

**DURANTE MIL AÑOS**, los pueblos de Oriente Próximo destilaron el petróleo con unas pequeñas vasijas denominadas alambiques, para obtener el queroseno que ardía en las lámparas. Sin embargo, la era del petróleo nació en 1853, cuando el químico polaco Ignacy Lukasiewicz (1822-1882) descubrió cómo industrializar el proceso. En 1856, montó la primera refinería de petróleo del mundo en la localidad polaca de Ulaszowice. El canadiense Abraham Gesner (1791-1864) ya había obtenido queroseno a partir del carbón en 1846, pero el petróleo producía mayores cantidades a menor precio. En pocos años, el queroseno sustituyó al aceite de ballena como principal combustible para lámparas. La demanda generó la necesidad de encontrar nuevas reservas de petróleo, sobre todo, en EE UU.



## LA CIUDAD NEGRA

El primer pozo petrolífero del mundo se abrió en 1847 en Bakú, a orillas del mar Caspio, territorio del actual Azerbaiyán. La demanda de petróleo hizo que Bakú prosperase. Los pozos petrolíferos, que se contaban por cientos, bebían de las vastas reservas de petróleo subterráneas de las cercanías. Conocida como la «ciudad negra», Bakú producía en 1860 el noventa por ciento del petróleo mundial. Este cuadro de Herbert Ruland ilustra el Bakú de los años sesenta. Bakú sigue siendo hoy un gran centro petrolífero.

Oil Springs  
(Ontario, 1862)



## PETRÓLEO A CUBOS

En 1858, James Williams (1818-1890) advirtió que las oscuras y aceitosas ciénagas de Lambton County, en Ontario (Canadá), debían de constituir una fuente de petróleo de la que se podía obtener queroseno. Cavó un agujero y descubrió tal cantidad de petróleo que podía llenar cubo tras cubo. Aquel fue el primer pozo petrolífero de América. La zona pronto recibió el nombre de Oil Springs («manantiales de petróleo») y fue pasto de las torres de perforación, encargadas de extraer el petróleo del subsuelo.



Título de acciones de la compañía Seneca Oil



Edwin L. Drake

*Movidos por un motor eléctrico, este par de gatos se elevan para hacer que bascule la viga superior de la bomba*

Bomba de extracción de petróleo

## ¡UNYANQUI HA ENCONTRADO PETRÓLEO!

El abogado neoyorquino George Bissell (1812-1884) estaba seguro de que era posible extraer el petróleo subterráneo por medio de una perforación. Creó la compañía Seneca Oil y contrató a Edwin L. Drake (1818-1880), ferroviario retirado, quien recibió el encargo de ir a Titusville, en Pensilvania, donde el petróleo se filtraba a los acuíferos con frecuencia. El 28 de agosto de 1859, los hombres de Drake encontraron petróleo a 21 m de profundidad. Así nació el primer pozo petrolífero de EE UU.



Campo petrolífero de Signal Hill (California, EE UU, 1935)

**BOSQUE PETROLÍFERO**  
En sus inicios, la lucha por el petróleo era un «todos contra todos» en la que miles de individuos arriesgaban sus ahorros con la intención de hacerse ricos. A medida que aumentaban los que reclamaban su parte del botín, los campos petrolíferos (áreas ricas en reservas subterráneas de petróleo) quedaron cubiertos por una maraña de pozos y torres de perforación.

**BURROS OBEDIENTES**

En los primeros tiempos, las principales fuentes de petróleo estaban a muy poca profundidad, y se excavaban innumerables pozos para extraerlo. A veces, el petróleo ascendía por sí mismo, debido a presiones subterráneas. Sin embargo, al menguar las reservas, esas fuerzas perdieron intensidad y se hizo necesario bombear el petróleo. Las bombas de extracción clásicas recibieron el apodo en inglés de *nodding donkeys* («burros que asienten») debido a como se balanceaban. Cuando la «cabeza» de la bomba cae, el émbolo desciende por el pozo, y cuando aquella se alza, este trae el petróleo a la superficie.



**EL CHORRO DE SPINDLETOP**

En su mayor parte, los primeros pozos petrolíferos eran poco profundos, y la cantidad de petróleo bombeada era escasa. En 1901, los operarios de los pozos de Spindletop, en Texas (EE UU), perforaban a una profundidad de 300 m cuando vieron que el pozo expulsaba un chorro de barro y petróleo. Era la primera vez que ocurría algo así en Texas, y se debió a que, a veces, el petróleo está sometido a grandes presiones por causas naturales y tiende a aflorar impetuosamente. Los sistemas modernos de bombeo evitan la salida incontrolada de petróleo.

**FUEGO EN LOS POZOS PETROLÍFEROS**

La industria petrolera era peligrosa. Tal vez, la mayor amenaza era el fuego. Las refinерías estallaban, los depósitos de petróleo ardían y las bombas de los pozos se incendiaban. Cuando la llama prendía en el petróleo, era muy difícil sofocarla, pues el combustible que la nutría no dejaba de renovarse. Esta fotografía retrata un pozo incendiado en Jennings (Louisiana, EE UU) en 1902.



Petroleum Center,  
(Pensilvania,  
EE UU, 1873)



**DE LA NOCHE A LA MAÑANA**

Mientras los pozos petrolíferos se multiplicaban, las oleadas de operarios hacían necesaria la creación de nuevas ciudades. Estas eran lugares ásperos y descuidados, levantados de la noche a la mañana. El hedor y la suciedad del petróleo inundaba calles y edificios. Algunas, además, estallaban como polvorines, pues en sus almacenes se guardaban ingentes cantidades de nitroglicerina, necesaria para barrenar los pozos.

*Movidos por un motor eléctrico, este par de gatos se elevan para hacer que bascule la viga superior de la bomba*

*Las bombas de extracción siguen siendo una estampa común en los campos petrolíferos*

*Con su balanceo, la bomba hace que el émbolo suba y baje por el pozo*





Automóvil de vapor de Bordino, 1854

**ADIÓS AL VAPOR**

Algunos de los primeros automóviles tenían motores de vapor. El de la ilustración, que Virginio Bordino (1804-1879) fabricó en 1854, quemaba carbón para calentar agua y convertirla en vapor. Los automóviles de vapor posteriores empleaban gasolina o queroseno, y eran más eficientes, pero, con todo, había que calentar el agua antes de ponerlos en marcha. Con los automóviles de combustión interna, el conductor solo tenía que encender el contacto, en especial, desde la invención, en 1903, de los motores eléctricos de arranque.

**¡LLENO, POR FAVOR!**

Mientras, durante los años veinte, cada vez más estadounidenses iban haciéndose a los gajes del volante, los márgenes de las carreteras fueron poblándose de gasolineras. En aquellos días, los depósitos de los coches eran pequeños, y frecuente, por tanto, su necesidad de repostar. Así, todos los pueblos, barrios y villas del país contaban con una estación de servicio, cada cual con su particular modelo de surtidor diseñado según el estilo de la compañía petrolera correspondiente. Las gasolineras de los años veinte son hoy un símbolo del patrimonio automovilístico de EE UU.

Los surtidores de gasolina tenían luz en la parte superior para hacerlos visibles durante la noche



# Los años dorados del petróleo

**NADA CAMBIÓ TANTO LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO** como la llegada del automóvil a EE UU. En 1900, tan solo había 8.000 coches circulando por las carreteras estadounidenses. Su número se incrementó hasta 125.000 en 1908 y alcanzó los ocho millones en 1920. En 1930, eran 26,7 millones los automóviles contabilizados en EE UU, y todos ellos necesitaban combustible. Conocidos como *wildcatters*, los especuladores no tardaron en hacer perforaciones por todo el país. Para muchos, resultó en fiasco, pero unos pocos afortunados hicieron fortuna. El petróleo de California, Oklahoma y, en especial, el de Texas, motivó un despegue económico que no tardó en convertir EE UU en el país más rico del mundo.

**TIEMPO T**

El estadounidense Henry Ford (1863-1947) soñaba con «un automóvil para las multitudes». El resultado fue el Ford T, el primer automóvil fabricado en cadena. Lanzado al mercado en 1908, el Ford T fue un éxito. Tras cinco años, el cuarto de millón de automóviles Ford T que circulaban equivalía al cincuenta por ciento del parque automovilístico estadounidense. En 1925, la mitad de los coches de ese país seguían siendo Ford T, pero entonces ya eran 15 millones.



Los guardabarros se atornillaban en segundos mientras el coche viajaba por la línea de montaje

Las ruedas se colocaban en los primeros estadios del proceso de fabricación, lo que facilitaba la tarea de mover el chasis por la fábrica

La clave de la estructura del Ford T estaba en el robusto chasis de acero



**PRODUCCIÓN EN SERIE**

A principios del siglo XX, los automóviles eran poco menos que juguetes para las clases altas. Su producción era artesanal, y los costos de fabricación eran muy elevados. Pero la invención de la producción en serie lo cambió todo: numerosos equipos de operarios iban insertando las piezas a medida que los automóviles avanzaban por las líneas de montaje de la fábrica. De este modo, fue posible fabricar automóviles a bajo costo y en grandes cantidades.



Un vaquero de Los Angeles que encontró petróleo mientras buscaba agua para sus vacas fue el fundador de la compañía Gilmore

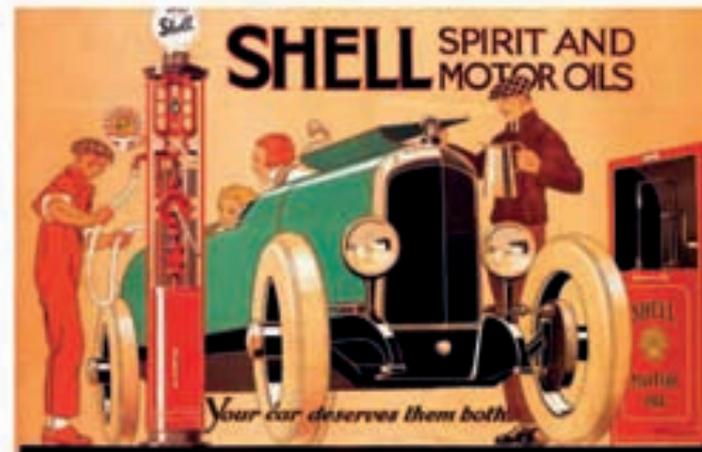
Estos surtidores se han convertido en objetos de colección, por los que llegan a pagarse miles de dólares

Cantidad de combustible medida en dólares

Contador

La manguera sirve el combustible almacenado en un depósito subterráneo

**ÉXITO DE VENTAS**  
Negro y viscoso, el petróleo no es demasiado atractivo. Por ello, las compañías petroleras, decididas a maximizar sus beneficios, dieron rienda suelta a su imaginación. Las vallas publicitarias eran de colores vivos y estaban ambientadas con estilo, y muchos de los mejores talentos fueron contratados para crear maravillosos carteles. Este, de Shell, es de 1926. Aquí, el petróleo como tal no aparece.



A falta de algo mejor, algunas mujeres llegaban a teñirse las piernas para simular el color de las medias



Nailon simulado (Década de 1940)



Medias de nailon

**NAILON**  
En los años treinta, las empresas buscaban aprovechar los restos que se generaban tras refinar el petróleo. En 1935, Wallace Carothers, de la empresa DuPont, empleó el petróleo para fabricar una fibra elástica y resistente denominada nailon, que se usó para hacer medias. Fueron un éxito. Durante el difícil periodo de la Segunda Guerra Mundial (1938-1945), en el que las medias de nailon escaseaban, las mujeres solían fingir que las llevaban pintándose costuras en las piernas.

**PETRÓLEO RUGIENTE**

Dado que se disputaban un mercado suculento, las compañías petroleras optaron por vestirse con imágenes de marca que las diferenciara. A menudo, estas imágenes eran un símbolo una idea atractiva o excitante. El surtidor de la ilustración, que la empresa Gilmore empleó en los años treinta, asocia el petróleo con el rugido de un león, y viene a ser un ejemplo de lo que se hacía en la época. En nuestros días, nadie se extraña ante tales prácticas, pero en la década de 1920 constituían una novedad.

El anuncio usa una imagen idealizada de la vida doméstica



Anuncio de Tupperware, años cincuenta

**LOS PRIMEROS PLÁSTICOS**

Muchos de los plásticos hoy comunes tuvieron sus orígenes en el auge petrolero, cuando los científicos descubrieron la manera de fabricar materiales como el cloruro de vinilo o el polietileno a partir del petróleo. Cuando volvió la prosperidad económica tras la Segunda Guerra Mundial, en los hogares se empezó a emplear una gran variedad de productos de plástico.



Asfalto

# El petróleo

**EL PETRÓLEO**, según su etimología latina, «aceite de piedra», es una sustancia oscura y aceitosa que, si bien suele encontrarse en estado líquido, aparece también en estado sólido o gaseoso. Se considera «crudo» si al salir del subsuelo es negro y viscoso, y «condensado» si es claro y volátil (que tiende a evaporarse). Se denomina «asfalto» si su estado es sólido, y «betún» si es intermedio. El gas natural se halla en la naturaleza asociado al petróleo o bien por sí solo. El petróleo es el resultado de un largo proceso natural basado en gran medida en la descomposición de materia orgánica. Aunque parezca una sustancia simple, es, en realidad, una compleja mezcla de compuestos químicos. Las refinerías y plantas petroquímicas separan los diferentes compuestos, que luego emplean para producir una gran variedad de materiales.

## ¡QUE LLUEVA!

En algunas zonas, emerge el petróleo subterráneo. Expuestos al aire, sus componentes más volátiles se evaporan, y lo que queda es un barro negro o, a veces, una especie de terrón como el de la ilustración. El tacto del betún se asemeja al de la melaza, y el del asfalto es sólido o semisólido y parece caramelo. A estos derivados del petróleo se los conoce también como brea o pez.

## GAS NATURAL

Algunos de los componentes del petróleo son tan volátiles que se evaporan con facilidad y dan lugar al gas natural. Casi todas las reservas naturales de petróleo contienen cierto volumen de gas natural. En algunas, la proporción es tal que el gas es el elemento dominante.



Llama de gas natural



Petróleo crudo marrón



Petróleo crudo negro

## PETRÓLEO CRUDO

El petróleo crudo suele ser espeso y oleaginoso, pero su constitución y color son muy variables: negro, verde, rojo o marrón. El crudo de Sudán es negro azabache, y el del mar del Norte, marrón oscuro. El que procede de Utah, en EE UU, es de tonalidades ambarinas, mientras que el característico de ciertas zonas de Texas presenta un colorido semejante al de la paja. Los crudos «dulces» son petróleos fáciles de refinar, dado que apenas contienen azufre. Los crudos «ácidos», más sulfurosos, requieren un proceso más complicado. El color depende, en gran medida, de la densidad del petróleo.

**LA RECETA DEL PETRÓLEO**  
En esencia, el petróleo consta de hidrógeno (14% de su peso) y de carbono (84%). Ambos elementos se combinan para dar lugar a los compuestos químicos llamados «hidrocarburos». Existen tres clases fundamentales de hidrocarburos: saturados (parafínicos), aromáticos e insaturados (naftenos). La ilustración muestra las proporciones aproximadas de estas sustancias que contiene el petróleo crudo pesado de origen saudí, que se diferencia por su elevado porcentaje de hidrocarburos saturados.



El aceite flota en el agua

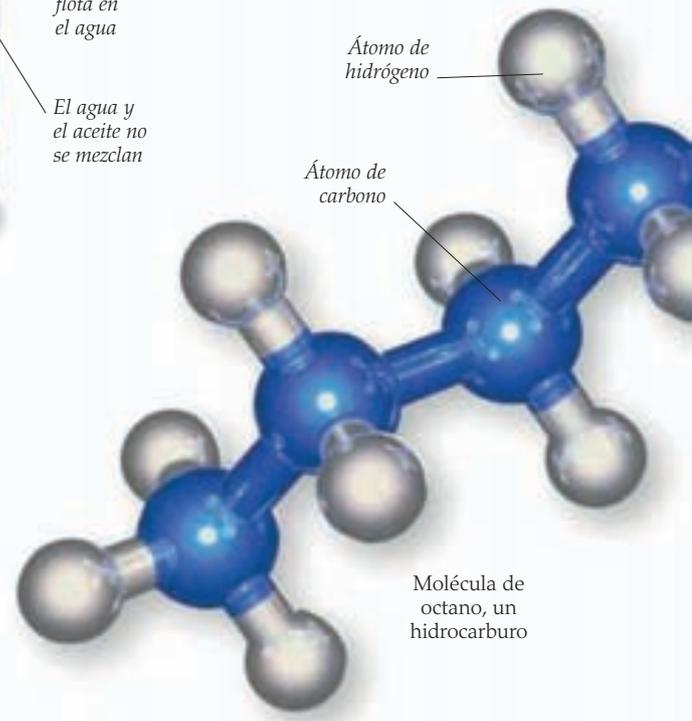
El agua y el aceite no se mezclan

## PETRÓLEOS LIGEROS Y PESADOS

Los petróleos más livianos y volátiles (con tendencia a evaporarse) reciben el calificativo de «ligeros», y los más densos y viscosos (que no fluyen con facilidad), el de «pesados». Las distintas clases de petróleos flotan en el agua, pero los más pesados se hunden (excepto en el agua de mar, que es más densa que el agua dulce).

## LA FORMA DE LOS HIDROCARBUROS

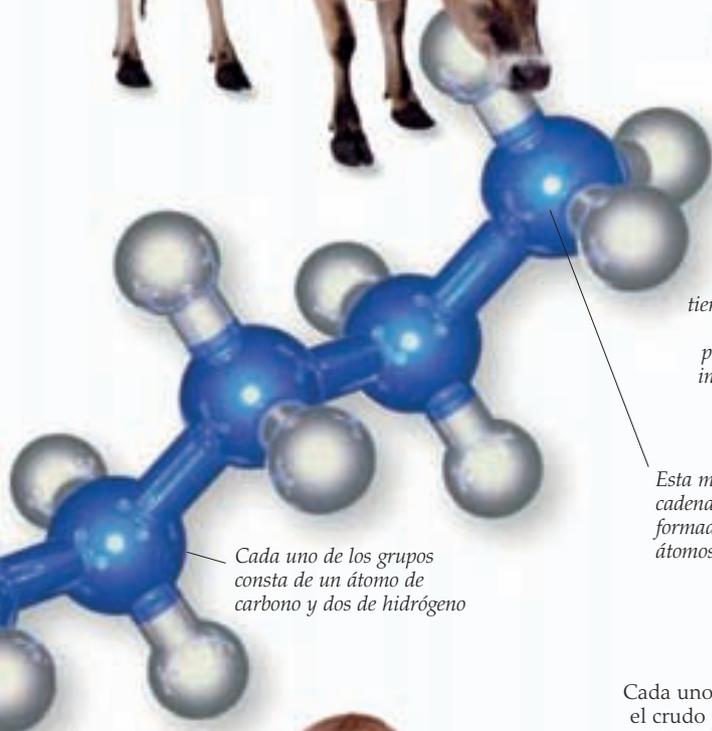
Los hidrocarburos del crudo se caracterizan por sus moléculas, que tienen forma de anillo o bien de cadena. Los saturados, como el metano o el octano, tienen moléculas con forma de cadena. Las de los aromáticos, como el benceno, tienen forma de anillo, y las moléculas de los insaturados son anillos pesados. El petróleo también contiene otros elementos; básicamente, nitrógeno, azufre y oxígeno.





### GAS ANIMAL

El metano, una de las sustancias que forman parte del petróleo, es un hidrocarburo abundante en la naturaleza. Sus sencillas moléculas consisten en la unión de un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno. La materia orgánica sedimentada en el fondo del mar guarda grandes cantidades de metano. El ganado, asimismo, expulsa a la atmósfera grandes cantidades de metano, que se genera cuando las bacterias de su aparato digestivo procesan los alimentos.



Cada uno de los grupos consta de un átomo de carbono y dos de hidrógeno

Esta molécula en forma de cadena es la del octano, formada por ocho grupos de átomos de carbono e hidrógeno

El arroz es rico en almidón



El azúcar de caña tiene un alto contenido en azúcares que proporcionan energía instantánea al cuerpo humano

### HIDROCARBUROS EN LAS PLANTAS

Los hidrocarburos también están presentes en el aceite de muchas plantas y en las grasas animales. El aroma de las plantas y de las flores se debe a ciertos hidrocarburos, los aceites esenciales. Los fabricantes de perfumes calientan, cuecen o machacan las plantas para extraer esos aceites esenciales olorosos.

Los terpenos, que son un tipo de aceites esenciales, sirven para dar sabor a los alimentos. El alcanfor, que se usa para ahuyentar las polillas, es un terpeno.



Lavanda

El aroma de la lavanda procede de una mezcla de terpenos

### HIDRATOS DE CARBONO

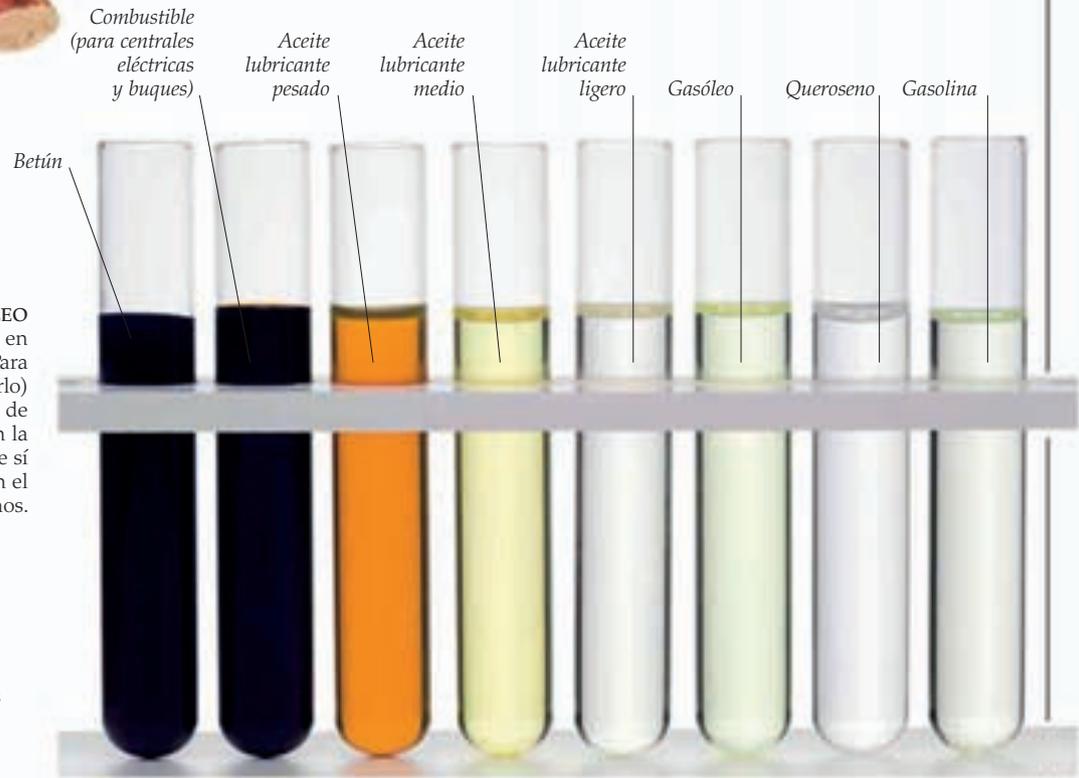
A menudo, se confunden los hidrocarburos con los hidratos de carbono. Las moléculas de los hidrocarburos se estructuran en átomos de carbono e hidrógeno, mientras que las moléculas de los hidratos de carbono cuentan, además, con átomos de oxígeno. Ese oxígeno les permite adoptar una compleja variedad de formas que son fundamentales para los seres vivos. Los carbohidratos tales como el almidón o el azúcar constituyen la fuente de energía básica para los vegetales y los animales. Los almidones liberan su energía a menor velocidad que los azúcares.

Los bebés no podrían ser concebidos sin las hormonas de sus padres



### LOS HIDROCARBUROS DEL CUERPO

En el cuerpo humano existen diversos hidrocarburos. Uno de ellos es el colesterol, esa sustancia aceitosa y grasa presente en la sangre que ayuda a construir las paredes de los vasos sanguíneos. Otros hidrocarburos importantes son los esteroides y, entre ellos, la progesterona y la testosterona, que desempeñan un papel crucial en el sexo y la reproducción.



# De dónde viene el petróleo

*Estas manchas de color azul verdoso se deben a las acumulaciones de plancton*

**HACE TIEMPO LOS CIENTÍFICOS PENSABAN** que la mayor parte del petróleo provenía de reacciones químicas que se producían entre los minerales de las rocas del subsuelo. En nuestros días, la mayoría de los científicos cree que ese proceso es responsable de una mínima parte del petróleo que hay en el mundo. Al parecer, el petróleo se formó a partir de los restos de seres vivos. En teoría, los cuerpos de incontables organismos microscópicos marinos, tales como los foraminíferos y, sobre todo, el plancton, fueron depositándose en el lecho marino y formando allí una capa de residuos que se cubría de otros sedimentos. Tras millones de años, esos restos se transformaron –debido a la acción de las bacterias y, en segunda instancia, al calor y la presión del interior de la Tierra– en petróleo líquido. Lentamente, el petróleo se filtró por las rocas y se acumuló en yacimientos subterráneos, que son los que alimentan a los pozos petrolíferos de hoy en día.

Imagen ampliada de diatomeas

*Las diatomeas cuentan con una carcasa protectora de sílice*

*La cubierta de las diatomeas adopta formas diversas, algunas de las cuales no están exentas de complejidad o belleza*

## CALDO DE PLANCTON

Las aguas superficiales de los océanos presentan un alto contenido en plancton. A pesar de su pequeño tamaño, que lo vuelve invisible a simple vista, el plancton es tan abundante que los organismos que lo forman crean gruesas capas en el lecho marino. Como las plantas, el fitoplancton genera su propio alimento a partir de la luz solar. El zooplancton se alimenta de sí mismo y del fitoplancton. Las diatomeas son la clase de fitoplancton más abundante.

## FUENTE DE ENERGÍA CONCENTRADA

El petróleo almacena una gran cantidad de energía en los enlaces de sus moléculas. En último término, esta energía procede del Sol. Hace mucho tiempo, unos pequeños organismos llamados fitoplancton emplearon la energía solar para convertir sustancias químicas sencillas en alimento por medio de la fotosíntesis. Mientras el fitoplancton muerto iba convirtiéndose en petróleo, la energía que almacenaba en su interior se concentró.



## OCÉANOS FLORESCIENTES

Es probable que la formación del petróleo dependa de las prodigiosas acumulaciones de plancton que, de vez en cuando, se observan en las aguas oceánicas menos profundas, cerca de las costas continentales. Estas acumulaciones pueden ser tan inmensas que, como en esta fotografía del golfo de Vizcaya, los satélites las captan desde el espacio. Suelen darse en primavera, con tiempo despejado, cuando las aguas de las profundidades, más frías y ricas en nutrientes, ascienden y provocan un crecimiento explosivo del plancton.

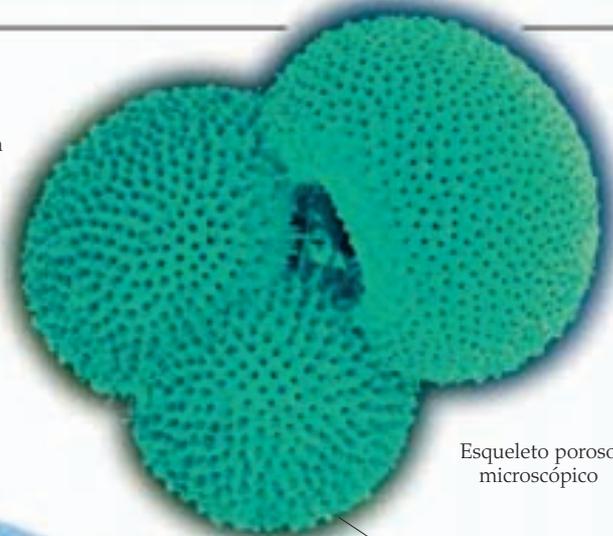




Acantilados de piedra caliza con foraminíferos fosilizados, en Sussex (Inglaterra)

### CASO DE ESTUDIO

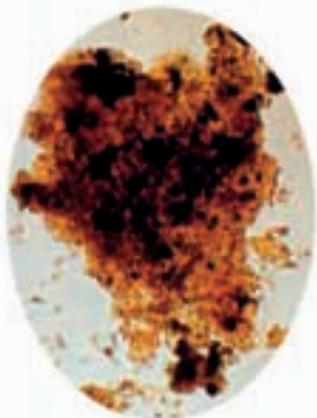
Los foraminíferos, una clase de organismos unicelulares, pueblan los océanos de todo el planeta. Como las diatomeas, participan en la formación natural del petróleo. Los foraminíferos secretan una estructura o esqueleto cuyos poros se denominan forámenes. La piedra caliza contiene gran cantidad de esqueletos de foraminíferos fosilizados. Al parecer, cada capa de la roca, perteneciente a una época distinta, presenta un tipo de foraminíferos concreto, de modo que, al perforarla en busca de petróleo, los geólogos deducen su historia geológica.



Esqueleto poroso microscópico

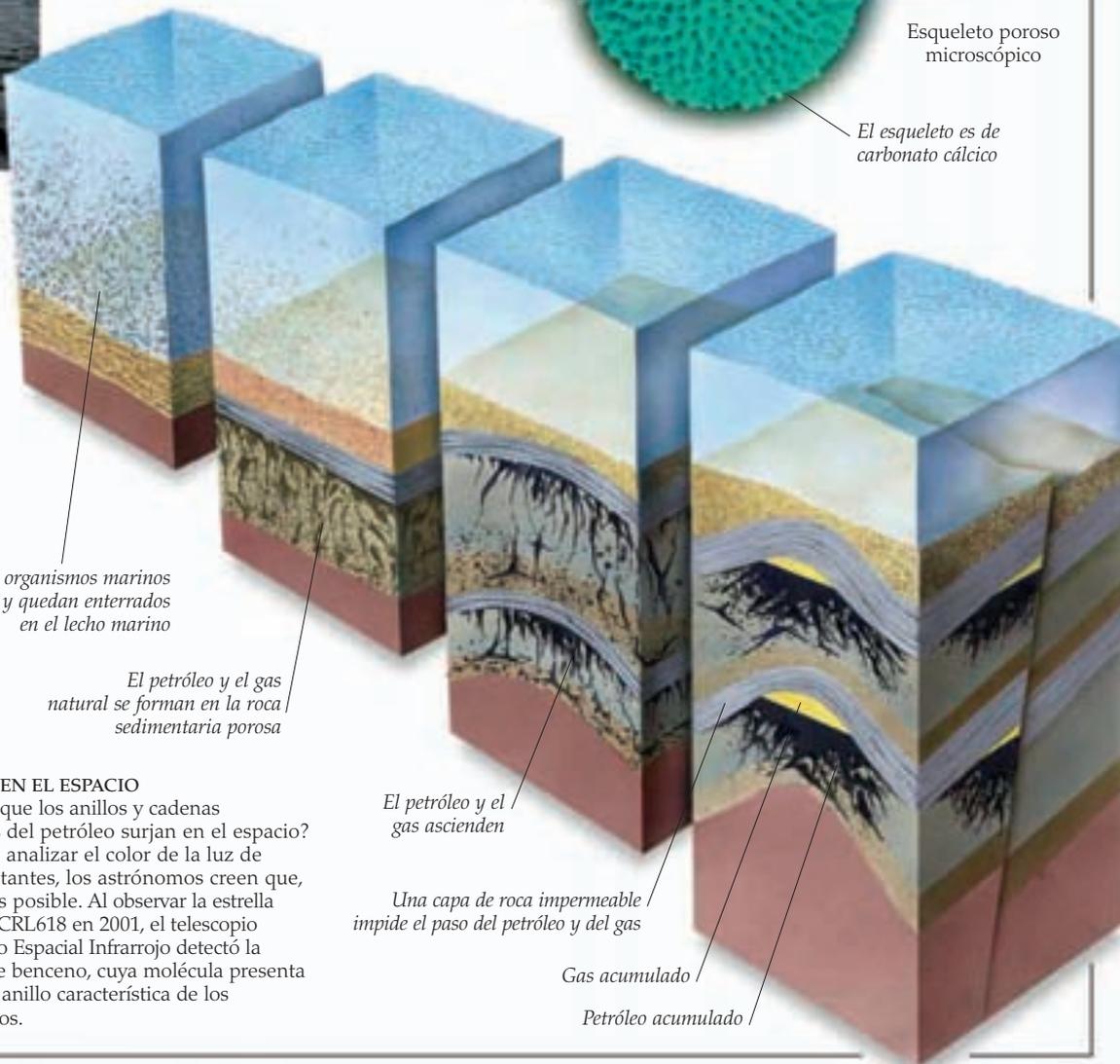
El esqueleto es de carbonato cálcico

Partícula de querógeno vista con microscopio



### EL ORIGEN DEL PETRÓLEO

Los organismos enterrados en el lecho marino se descomponen debido a la acción de las bacterias, que los transforman en unas sustancias denominadas querógeno y betún. Cuando estas son enterradas a más profundidad (entre 1.000 y 6.000 m), el calor y la presión las «cuecen» y las convierten en partículas de petróleo y gas natural. Las partículas se mueven por los poros de las rocas, como el agua a través de una esponja. Millones de años más tarde, parte del petróleo y del gas natural logra filtrarse hasta depósitos naturales, los yacimientos, cuyas paredes impermeables los retienen.



Los organismos marinos mueren y quedan enterrados en el lecho marino

El petróleo y el gas natural se forman en la roca sedimentaria porosa

El petróleo y el gas ascienden

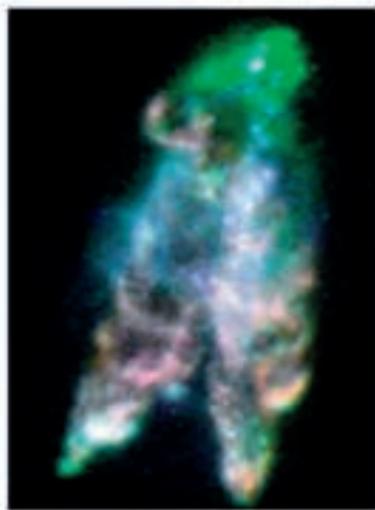
Una capa de roca impermeable impide el paso del petróleo y del gas

Gas acumulado

Petróleo acumulado

### EN MITAD DEL PROCESO

Solo una pequeña parte de los organismos marinos enterrados se transforma en petróleo, pero la mayoría pasa por la primera parte del proceso y se vuelve querógeno. Este, un material sólido de color parduzco oscuro, se halla en las rocas sedimentarias (formadas tras la deposición de los restos de otras rocas y seres vivos). Para obtener petróleo, habría que calentar el querógeno a presión a más de 60 °C.



### PETRÓLEO EN EL ESPACIO

¿Es posible que los anillos y cadenas moleculares del petróleo surjan en el espacio? Después de analizar el color de la luz de estrellas distantes, los astrónomos creen que, en efecto, es posible. Al observar la estrella moribunda CRL618 en 2001, el telescopio Observatorio Espacial Infrarrojo detectó la presencia de benceno, cuya molécula presenta la forma de anillo característica de los hidrocarburos.



#### FUEGOS FATUOS

Cuando se descompone, la materia orgánica segrega un gas (llamado biogás), mezcla de metano y fosfina. Las burbujas de biogás que afloraban a la superficie de los pantanos y ardían espontáneamente dieron lugar a la leyenda de los fuegos fatuos: luces espectrales que, según el mito, utilizan los espíritus malignos para confundir a los viajeros, tal y como muestra la ilustración.

#### EXTRACCIÓN Y MANIPULACIÓN

La planta de la fotografía inferior es una de las muchas que se dedican a extraer el gas natural. Al ser tan liviano, este gas asciende sin necesidad de bombearlo. Antes de enviarlo a otros lugares por medio de gasoductos, hace falta procesarlo para eliminar las impurezas. El «gas ácido», que tiene un alto contenido en azufre y dióxido de carbono, es muy corrosivo y peligroso, de manera que su manipulación requiere más tiempo. Dado que el gas natural procesado no tiene olor, conviene añadirle una sustancia denominada tiol, que le da un olor particular y facilita la detección de fugas.

# El gas natural

HACE MILES DE AÑOS, los habitantes de Grecia, Persia e India advirtieron que el gas que nacía del suelo ardía con facilidad. En algunos lugares, estas llamas alentaron el nacimiento de mitos y creencias religiosas. El gas natural es una mezcla de metano –el hidrocarburo más ligero– y otros gases. Se forma en el subsuelo a partir de los restos de pequeños organismos marinos y, a menudo, su extracción se lleva a cabo en los mismos pozos que el petróleo crudo. En otras ocasiones, procede de pozos que producen gas y petróleo condensado, o de pozos que tan solo contienen gas. Los seres humanos aprovechamos el gas natural desde hace muy poco tiempo. A principios del siglo xx, las explotaciones petrolíferas lo quemaban por considerarlo un residuo. En nuestros días es un combustible primordial que proporciona más de la cuarta parte de la energía mundial.

*Un tanquero de gas natural licuado transporta más de 150 millones de litros de dicho gas, cuya energía equivale a la de 91.000 millones de litros de gas natural*



Operario revisando un tubo de gas natural

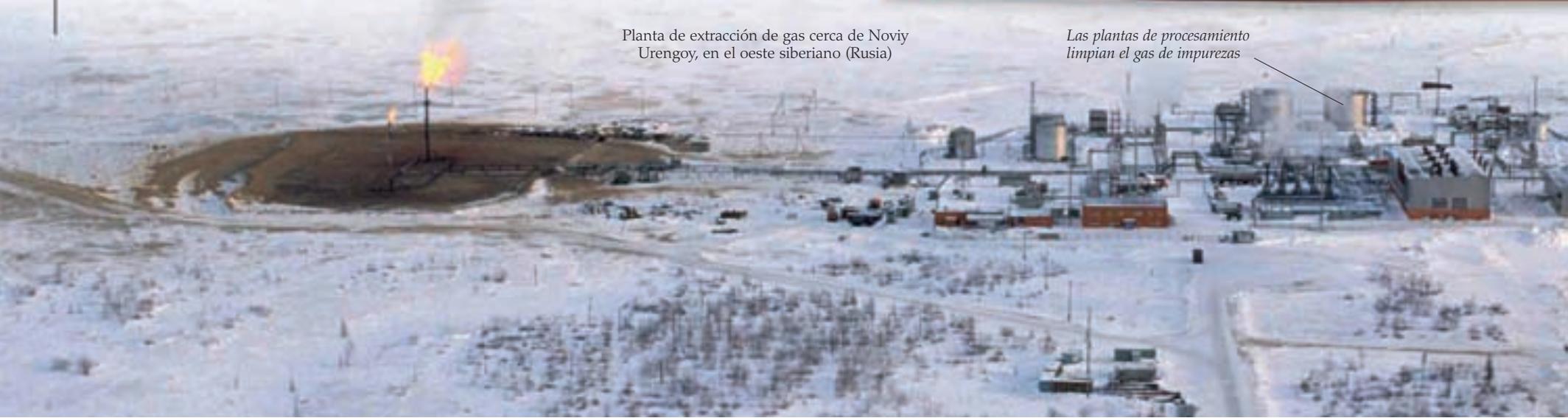
#### GASODUCTOS

La mayoría del gas es distribuido por gasoductos. Estos son tubos de acero a prueba de grandes presiones, ya que el gas se somete a altas presiones para reducir su volumen y para proveer la fuerza por estos conductos.



Planta de extracción de gas cerca de Noviy Urengoy, en el oeste siberiano (Rusia)

Las plantas de procesamiento limpian el gas de impurezas



### REVOLUCIÓN EN LA CALLE

La instalación de farolas de gas en Londres, a principios del siglo XIX, fue una auténtica revolución. En poco tiempo, las calles de todo el mundo, que hasta entonces habían estado a oscuras, se llenaron de luz. A pesar de que las farolas de gas empezaron a utilizarse en 1816, la iluminación de las calles de la época dependía en su mayor parte del gas de alumbrado, derivado del carbón. La electricidad reemplazó al gas durante las primeras décadas del siglo XX.



*Los faroleros tenían el cometido de encender las farolas todas las noches*

### TANQUERO DE GAS LICUADO

No todo el gas viaja a través de gasoductos, y mucho menos cuando hay que salvar grandes distancias o cruzar los mares. Los tanqueros de GNL, unos enormes buques equipados con tanques esféricos, transportan gas natural licuado. Para licuar el gas natural es necesario enfriarlo hasta los  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A esa temperatura, pasa a ser líquido. Como tal, ocupa un volumen seiscientos veces menor al que ocupa en estado gaseoso.



*Los tanques preservan la presión para evitar que el gas licuado se evapore*

*Un único tanque almacena en su interior la suficiente energía para satisfacer el consumo eléctrico de EE UU durante cinco minutos*

*El gas natural procesado viaja por gasoductos que lo distribuyen*



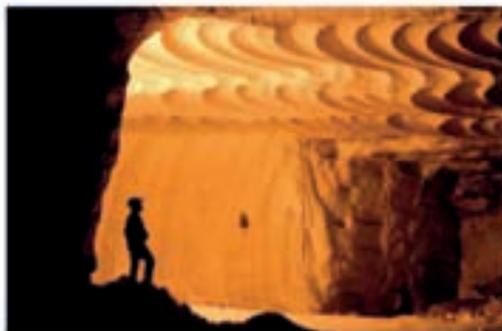
### GAS CIUDAD

A mediados del siglo XVIII, las grandes ciudades empleaban gas de alumbrado, también denominado «gas de ciudad». Almacenaban el gas en unos enormes tanques de metal, los gasómetros, que se convirtieron en un elemento urbano cotidiano. No obstante, el gas ciudad tenía otras aplicaciones, como la de alimentar las cocinas o los sistemas de calefacción. El gas ciudad cayó en desuso a partir de los años cincuenta, cuando se descubrieron enormes reservas naturales de gas y se construyeron gasoductos para poder transportarlo. El gas natural, además, era más barato y seguro que el gas ciudad.

*El gasómetro se «hundía» a medida que se consumía el gas*

### EL GAS DE LAS CUEVAS

El gas natural ocupa mucho volumen y es inflamable, de manera que es muy difícil de almacenar en tanques. Después de procesarlo y enviarlo a su destino a través de un gasoducto, el gas natural se almacena en depósitos subterráneos que, en ocasiones, no son otra cosa que antiguas minas de sal, como la de la ilustración, en Italia. Otros depósitos subterráneos naturales son los acuíferos.



*El butano arde con llama azul*

### NUEVOS USOS DEL GAS

Gases como el etano, el propano, el butano o el metilpropano se obtienen del gas natural y llegan al mercado por separado. El propano y el butano, por ejemplo, se venden en bombonas empleadas en calentadores u hornillos. Algunos yacimientos de gas también contienen helio. Más conocido por su uso en los globos, el helio actúa también como refrigerante en gran variedad de dispositivos y aparatos.

# Gas natural no convencional

EL GAS NATURAL ES UNO de los combustibles fósiles de combustión más limpia. Por ello, se ha convertido en una de las fuentes favoritas para generar electricidad. Su demanda aumenta tan rápido que los productores apenas dan abasto. En el futuro cada vez más gas natural procederá de fuentes no convencionales. La extracción de dicho gas es más difícil y más cara que la del gas natural convencional, pero, por otro lado, los pozos no convencionales se mantienen productivos durante más tiempo y por tanto ofrecen un suministro estable durante periodos más largos. En esencia se trata de la misma sustancia que la convencional y se emplea para los mismos usos, como por ejemplo para generar electricidad, calentar, cocinar, en transporte y en productos de uso doméstico e industrial. No dejan de desarrollarse nuevas tecnologías que proporcionan cálculos más precisos de la cantidad de gas que contienen las reservas no convencionales y permiten ponerlas en producción. Gracias a los avances tecnológicos y procesos innovadores, lo que hoy no es convencional lo será mañana.



Los hidratos de gas se hallan en grandes cantidades en el triángulo de las Bermudas y podrían ser la causa del hundimiento de numerosos barcos

## HIDRATOS DE METANO

Los hidratos de metano son un entramado de hielo parecido a una jaula que se forma alrededor de las moléculas de metano. Se forman a baja temperatura y alta presión, y se hallan en sedimentos del lecho marino y en el permahielo ártico. Parecen hielo, pero se forman por encima del umbral de congelación del agua y arden al contacto con una cerilla encendida. Hay quien cree que hay suficientes hidratos de metano para suministrar energía durante cientos o miles de años. Si pudiera recuperarse un 1% de sus recursos y resultara rentable, EE UU podría doblar con creces sus fuentes de gas natural.

## GASIFICACIÓN DEL CARBÓN

Es un proceso para convertir el carbón en gases combustibles fragmentándolo en sus componentes químicos básicos. Tras su purificación, dichos gases (monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno, metano y nitrógeno) pueden usarse como combustible o como materia prima para producir energía. La gasificación puede ser una de las mejores formas de producir hidrógeno de combustión limpia para los automóviles del futuro. Además, ofrece un excelente rendimiento y rentabilidad. El calor que se obtiene quemando el carbón puede usarse para hervir agua, cuyo vapor puede poner en marcha un generador de turbinas. Las primeras plantas eléctricas comerciales de gasificación de carbón ya funcionan. Muchos expertos creen que la gasificación del carbón será el centro de las plantas tecnológicas futuras que producirán combustión limpia durante décadas.



440 billones de metros cúbicos:  
acumulación de gas natural convencional  
mundial



Fuente: US Geological Survey  
World Petroleum Assessment 2000

Esta planta de gasificación de carbón de Tampa, en Florida, emplea carbón para crear gas de combustión limpia. Con su tecnología se extrae como mínimo el 95% del sulfuro de hidrógeno del gas del carbón para producir un gas más limpio



### GAS DE ESQUISTO

Es el gas natural acumulado en rocas con grandes cantidades de esquisto, una roca sedimentaria de finas vetas. Suele hallarse en grandes áreas contiguas, donde yace una delgada capa de esquisto entre dos gruesos depósitos negros de dicha roca. Se almacena como un gas libre en los poros o fracturas naturales de las rocas o como gas absorbido en material orgánico. Las rocas que contienen gas de esquisto son de permeabilidad baja, lo que dificulta su liberación. El primer pozo comercial de este gas se perforó en Nueva York a finales de la década de 1820. Hoy hay más de 28.000, y producen cerca de 380.000 millones de m<sup>3</sup> de gas al año en las cinco cuencas estadounidenses de los Apalaches, Michigan, Illinois, Fort Worth y San Juan.



### GAS PROFUNDO

Se llama así porque se halla en depósitos subterráneos situados a unos 4.500 m o más. Casi todo está en reservas submarinas, de modo que los pozos se extienden a lo largo de más de 4.500 m y también la sarta de perforación atraviesa cientos o miles de metros de agua marina.

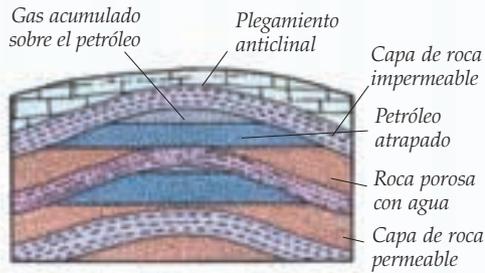
### GAS METANO DE CARBÓN

Este gas, conocido también por sus siglas inglesas, CBM (*coalbed methane*), es metano que se halla en vetas de carbón subterráneas. El metano, prácticamente líquido, llena el interior de los poros de carbón, donde lo contiene la presión del agua. Cuando el agua se bombea para liberar la presión, el metano se libera y puede extraerse del pozo separado del agua. La extracción de CBM es económica, pero el agua residual constituye un problema medioambiental. Por otra parte, este metano suele liberarse en las minas de carbón y por tanto expone a los mineros a graves peligros. En el pasado, se liberaba en la atmósfera, pero hoy puede extraerse e inyectarse en tuberías de gas natural. La reserva de 283.000 Ha de la tribu americana de los Ute, en la cuenca de San Juan, se halla en uno de los depósitos de metano de carbón más ricos del mundo. En la actualidad controla la distribución de cerca del 1% del suministro de gas natural de EE UU y es un modelo para otras tribus cuyo sustento se basa en la producción de recursos.



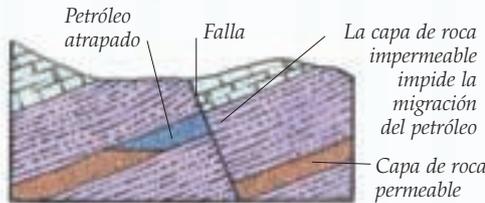
### ÁREAS GEOPRESURIZADAS

Son depósitos subterráneos de gas natural que se hallan bajo una presión extremadamente alta para su profundidad. Contienen capas de arena o cieno y yacen entre 4.500 y 7.600 m bajo la superficie de la Tierra, ya sea bajo suelo seco o bajo el lecho marino. Se forman cuando se depositan capas de arcilla que se compactan rápidamente sobre material más poroso y absorbente, como arena o cieno. La rápida compresión de la arcilla y la elevada presión empujan el agua o el gas natural hacia los depósitos más porosos. Aún no se han desarrollado técnicas comerciales para su extracción y solo se han hecho perforaciones experimentales.



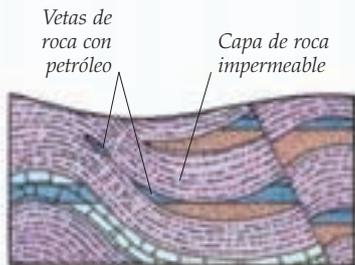
#### PLEGAMIENTOS ANTICLINALES

Con frecuencia, el petróleo se halla bajo plegamientos anticlinales, lugares en que el movimiento de la corteza terrestre ha arqueado las capas (estratos) de roca. Si uno de estos estratos es impermeable, el petróleo que se halla debajo no puede seguir ascendiendo y, por tanto, va acumulándose. Los plegamientos anticlinales almacenan una parte substancial de las reservas.



#### FALLAS

De vez en cuando, los estratos de roca se quiebran y solapan o resbalan entre sí. Es lo que se conoce como falla. La generación de los yacimientos petrolíferos en las fallas ocurre de varias maneras. La mayoría de las veces, las fallas ponen en contacto un estrato de roca impermeable con otro de roca permeable a través del cual se filtra el petróleo.



#### YACIMIENTOS DE ORIGEN ESTRATIGRÁFICO

Los plegamientos anticlinales, las fallas y los diapiros salinos son fenómenos producidos por movimientos de los estratos, y los yacimientos que crean se clasifican como estructurales. Los estratigráficos, por el contrario, se deben a las diferentes propiedades de las capas. Es el caso, por ejemplo, de lechos fluviales antiguos en los que una capa de arena permeable está encerrada entre esquistos y rocas arcillosas, menos permeables.

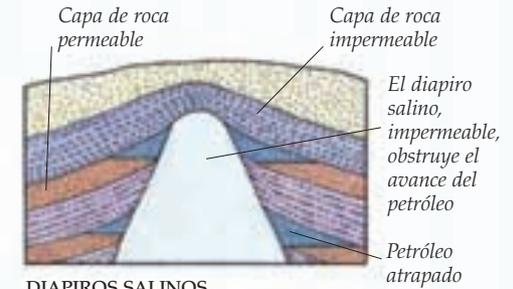
# Yacimientos petrolíferos

Las compañías petroleras buscan yacimientos de donde extraer el petróleo. Son lugares subterráneos en los que el petróleo se deposita tras filtrarse a través de las rocas circundantes. Este lento proceso, que se denomina migración, comienza poco después de que el petróleo se forme en una roca «madre». Los esquistos, ricos en una materia sólida de origen orgánico llamada querógeno, son el tipo de roca madre más común. El petróleo comienza a aparecer cuando el calor y la presión de las capas terrestres profundas inciden sobre el querógeno y lo transforman. A medida que nuevas capas van enterrando la roca madre a una profundidad mayor, el petróleo y el gas la abandonan, y se desplazan a través de rocas permeables, que son aquellas cuyos poros permiten el paso de los líquidos. A menudo, el petróleo está mezclado con agua y, dado que es más ligero, flota sobre ella. Sin embargo, a veces topa con una roca impermeable. Así, atrapado, va acumulándose hasta dar lugar a un yacimiento petrolífero.

Estratos (capas de roca sedimentaria)

#### CURVAS DE PIEDRA

Es sorprendente que las capas de roca sólida puedan doblarse, pero el hecho es que el movimiento de las gigantescas placas que forman la corteza terrestre (la capa superficial) genera fuerzas prodigiosas. Las capas de roca sedimentaria de la ilustración fueron una vez planas, y se formaron cuando los sedimentos se fueron depositando en el lecho marino. Al acercarse entre sí, las placas de la corteza terrestre estrujaron las capas de roca que se extendían entre ellas, y de ahí surgió el espectacular arco o plegamiento anticlinal que retrata la fotografía. En muchos lugares del mundo, plegamientos de este tipo ocultan yacimientos de petróleo.



#### DIAPIROS SALINOS

Cuando se forma una gran masa de sal en las capas profundas, el calor y la presión provocan que la sal ascienda formando un cono. Estos conos, o diapiros, se incrustan en los estratos superiores y los parten. Si atraviesan un estrato de roca permeable, cortan también el paso al petróleo que esté filtrándose y, así, crean un nuevo yacimiento.



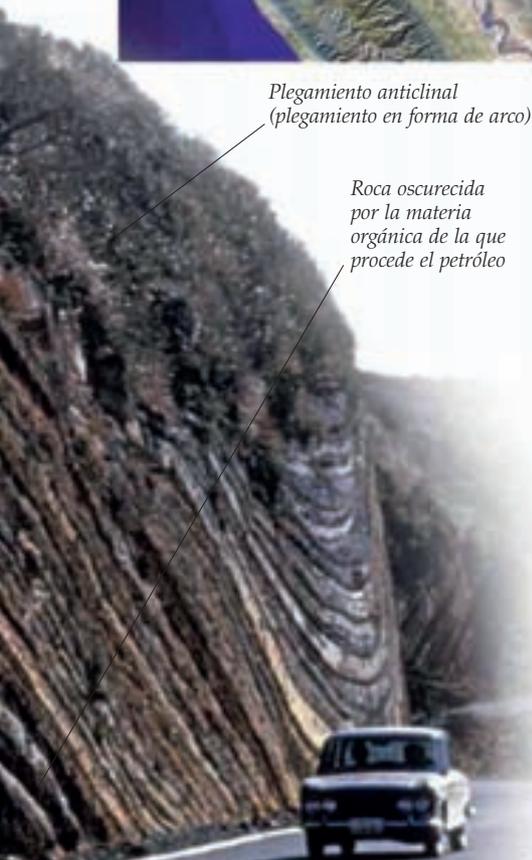


**VISTA DESDE EL CIELO**  
 Los plegamientos anticlinales suelen adoptar la forma de extensas cúpulas fácilmente identificables en los mapas geológicos y las fotografías de los satélites. Sobre estas líneas, la imagen muestra una serie de plegamientos anticlinales situados en las montañas de Zagros, en el suroeste de Irán. Cada una de ellas se levanta a modo de pequeña cadena montañosa que recuerda el aspecto de la sección de un melón. Las prospecciones petrolíferas se centran en este tipo de plegamientos y, en realidad, las montañas de Zagros son uno de los campos petrolíferos más antiguos y abundantes del mundo.

*Plegamiento anticlinal*

*Plegamiento anticlinal (plegamiento en forma de arco)*

*Roca oscurecida por la materia orgánica de la que procede el petróleo*



**ALMACÉN NATURAL**  
 Solo se puede acceder al petróleo generado en rocas madre cuando se desplaza por los poros y grietas de las rocas en que termina por acumularse. En su mayor parte, las rocas que almacenan petróleo son de grano bastante grueso, como es el caso de la arenisca y, en menor medida, de la caliza o la dolomía. Los granos, poco consolidados, permiten que el petróleo se filtre entre ellos.



Arenisca



Dolomía

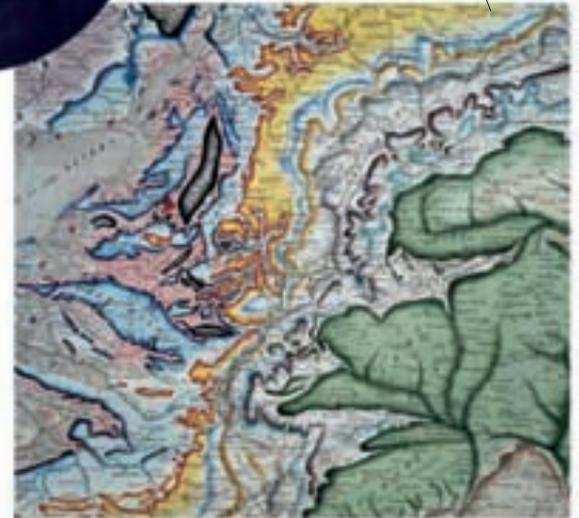


Caliza

*Grano grueso*



William Smith (1769–1839)



Detalle del mapa geológico de Inglaterra y Escocia, que Smith elaboró en 1815

**LAS ROCAS DE LOS YACIMIENTOS**  
 El petróleo va filtrándose por las rocas permeables hasta dar con una capa de roca impermeable, aquella cuyas grietas y poros son tan pequeños que no permiten el paso del petróleo o del agua. Estas rocas impermeables que bloquean la circulación del petróleo son precisamente las que cumplen la función de tapón en los yacimientos petrolíferos. Entre ellas, la más común es el esquisto.



Esquisto

*Grano fino y consolidado*

*Cada color indica un tipo de roca distinto*

**LAS CAPAS DE SMITH**  
 El estudio de las capas de roca, tan importante para la prospección petrolífera, comenzó con William Smith, un ingeniero de canales inglés que confeccionó los primeros mapas geológicos. Mientras inspeccionaba las rutas de los canales, Smith observó que cada una de las capas de roca contaba con un tipo de fósiles. Comprobó que si los fósiles de dos capas separadas eran los mismos, la edad de dichas capas coincidían. Esto le permitió identificar las distintas capas de roca que se extendían por el paisaje y entender cómo se habían plegado o roto.



# El petróleo sólido

LA MAYOR PARTE DEL PETRÓLEO consumido en el mundo no es otro que el petróleo crudo, negro y líquido, que proviene de depósitos subterráneos. Sin embargo, el crudo representa tan solo una pequeña fracción del volumen total de petróleo que se encuentra en el subsuelo, ya en forma de arenas o de pizarras bituminosas. Las arenas bituminosas (también llamadas arenas de alquitrán) son depósitos de arena y arcilla mezcladas con betún viscoso. Las pizarras bituminosas son rocas ricas en querógeno, sustancia orgánica que puede transformarse en petróleo por medio de presión y calor. Para obtener petróleo de las arenas y pizarras bituminosas hace falta calentarlas. Muchos expertos creen que cuando las reservas de crudo comiencen a agotarse, las pizarras y arenas bituminosas se convertirán en nuestro principal suministro de petróleo.

## ARENA SUCIA

Las arenas bituminosas, oscuras y pegajosas, se asemejan al barro. Cada grano de arena está cubierto por una película de agua «manchada» de betún. Cuando el agua se congela en invierno, las arenas se endurecen como el cemento. En verano, el hielo se funde y la arena recupera su estado.



## LAS ARENAS BITUMINOSAS DE ATHABASCA

Son muchos los lugares del mundo en los que hay arenas bituminosas, pero las concentraciones más grandes están en Alberta (Canadá), y en Venezuela, que reúnen alrededor de una tercera parte de las reservas del planeta. No obstante, Alberta es el único lugar en el que se refinan estas arenas, dado que el depósito de Athabasca es el único yacimiento lo bastante cercano a la superficie para que su explotación sea rentable.

**TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN**  
Si las arenas bituminosas no están lejos de la superficie, basta con excavar una mina a cielo abierto. Unos camiones de grandes dimensiones transportan la arena hasta una máquina que la tamiza para deshacer los terrones y que la mezcla con agua caliente para hacer una especie de pasta. Esta pasta viaja por un conducto hasta llegar a una planta en donde se separa la arena del petróleo, que así ya, puede refinarse. Sin embargo, cuando las arenas están a demasiada profundidad, las compañías petroleras tratan de extraer el petróleo directamente, inyectando vapor. El vapor derrite el betún y lo separa de la arena. Luego se bombea hacia la superficie y se envía a la refinería. Otra técnica consiste en inyectar oxígeno para iniciar una combustión que desplace el betún. En cualquier caso, estas operaciones todavía están en fase experimental.

Con 400 toneladas, estos volquetes son los mayores camiones del mundo

Cada volquete transporta unas 400 toneladas de arena bituminosa, lo que equivale a 200 barriles de petróleo crudo



Calavera de *Smilodon* fosilizada



Unos ejemplares de *Smilodon* atacan a un mamut en un manantial de petróleo

**UN NEGRO FINAL**

Los manantiales de petróleo son depresiones de terreno en las que el asfalto, tras filtrarse a la superficie, se queda embalsado. En estos manantiales, entre los cuales se encuentra el californiano de La Brea, en EE UU, han aparecido fósiles de *Smilodon* (tigre de dientes de sable) y de sus presas, unos mamuts, todos ellos en un estado de conservación extraordinario. Al parecer, los mamuts se quedaron atascados en el manantial, y los felinos que iban tras ellos corrieron la misma suerte.

*El Smilodon recibe el sobrenombre de «tigre de dientes de sable» por los dos grandes colmillos en forma de sable, que debieron de servirle para desgarrar la carne de sus presas*



Lago Pitch (Trinidad)

**UN LAGO PEGAJOSO**

El lago Pitch, en Trinidad, es un enorme lago de asfalto natural de unos 75 m de profundidad según los cálculos. Al parecer, se encuentra sobre la intersección de dos fallas (fractura del lecho rocoso) por la que aflora el asfalto. El explorador inglés sir Walter Raleigh divisó este lago mientras viajaba por el Caribe en 1595, y se valió del asfalto para impermeabilizar los barcos en los que emprendería el regreso.



Sir Walter Raleigh (1552–1618)

**EL ASFALTO**

Las sociedades de la Babilonia antigua emplearon betún para construir, hace dos mil años, carreteras llanas y resistentes a la lluvia. El modo actual de asfaltar las carreteras data de principios del siglo XIX, cuando, por vez primera, se usó gravilla mezclada con alquitrán o asfalto caliente para pavimentar los caminos. La propia palabra «asfaltar» indica el material utilizado.



**PETRÓLEO ESCOCÉS**

La industria petrolera moderna se inició en Escocia en 1848, cuando James Young (1811–1883) halló el modo de refinar el petróleo con el fin de obtener queroseno para lámparas. Ya que Inglaterra no poseía yacimientos petrolíferos, Young se concentró en un filón de pizarras bituminosas, en su mayoría torbanita, situado en las tierras bajas de Escocia. En 1851, inauguró la primera refinera de petróleo del mundo en Bathgate, cerca de Edimburgo, para destilar el petróleo de la torbanita.



*El querógeno es el responsable del color negro de la pizarra bituminosa*



Marga, un tipo de pizarra bituminosa

**PIZARRAS BITUMINOSAS**

Aunque las reservas de pizarras bituminosas

son muy abundantes, sobre todo en

Colorado (EE UU),

aprovechar el petróleo que contienen entraña una gran dificultad. Hace falta fundir el querógeno y convertirlo en petróleo aplicándole un calor muy intenso. Esto puede hacerse en la superficie, pero los costes son muy elevados. Los ingenieros creen que, en el futuro, podrá hacerse por medio de calefactores eléctricos insertados en la propia roca.

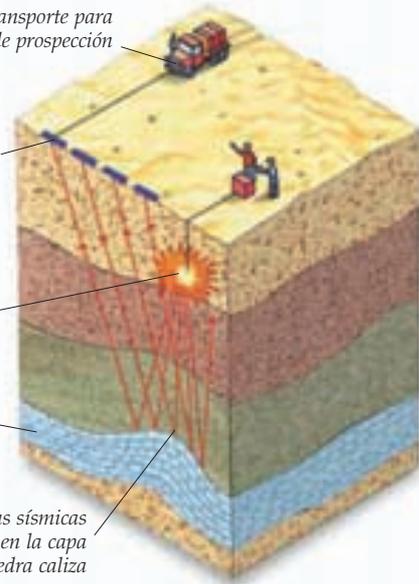
*Camión de transporte para el equipo de prospección*

*Los geófonos detectan las ondas reflejadas*

*Explosión*

*Piedra caliza*

*Las ondas sísmicas se reflejan en la capa de piedra caliza*



#### HACER VIBRAR EL PETRÓLEO

En las prospecciones sísmicas, una explosión o un generador de sonido envían hacia el suelo ondas sísmicas, por medio de vibraciones muy poderosas. Luego, los instrumentos de medición registran el modo en que las ondas se reflejan en las capas de roca subterráneas. Cada tipo de roca refleja las ondas sísmicas de un modo distinto, lo que permite elaborar un mapa detallado de la composición del suelo.

*El vehículo hace vibrar el suelo*

*Las ruedas blandas permiten circular por terrenos accidentados*

*Pesos para mantener el vehículo equilibrado*



#### CAMIONES VIBRADORES

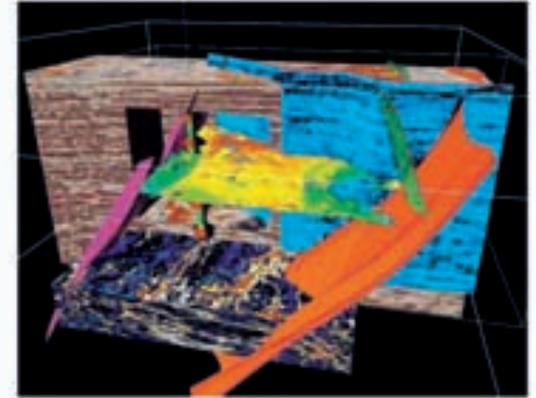
Para efectuar la prospección sísmica en tierra, las compañías petroleras se valen de pequeños explosivos o de unos vehículos especiales. Estos vehículos cuentan con un dispositivo hidráulico que hace vibrar el suelo con una fuerza tremenda entre cinco y ochenta veces por segundo. Las vibraciones resultantes, cuyo ruido es sencillo de captar, penetran en el suelo. Una vez que se reflejan y regresan a la superficie, las detectan unos sensores llamados geófonos.

# La búsqueda del petróleo

EN EL PASADO, encontrar petróleo era, en la mayoría de los casos, cuestión de intuición y de suerte. Hoy en día, la prospección petrolífera aprovecha el conocimiento disponible para, teniendo en cuenta los procesos geológicos que generan yacimientos, identificar aquellas zonas en las que es probable que haya petróleo. Se sabe, por ejemplo, que hay petróleo en muchas de las 600 cuencas sedimentarias existentes en el mundo, de modo que la prospección petrolífera tiende a centrarse en ellas. Por el momento, 160 de esas cuencas están produciendo petróleo, y 240 han resultado un fiasco. La búsqueda del petróleo en las cuencas sedimentarias suele empezar por examinar fotografías de satélites o imágenes de radar, en las que se buscan formaciones rocosas con posibilidades. Cuando se localiza un área que reúne las condiciones necesarias, la compañía petrolera lleva a cabo inspecciones geofísicas muy sofisticadas para detectar indicios sutiles como, por ejemplo, las variaciones en el campo magnético y gravitacional terrestre creadas por los depósitos de petróleo.

#### BÚSQUEDA BAJO EL MAR

Las prospecciones sísmicas pueden ser usadas para hallar petróleo bajo el lecho marino. Los botes remolcan cables con detectores de sonido llamados hidrófonos. Antes, las vibraciones eran producidas por explosiones de dinamita, pero morían muchas criaturas marinas. Hoy, se producen con burbujas de aire comprimido que provocan ondas sonoras al expandirse y contraerse mientras suben a la superficie.



Modelo computerizado de formaciones rocosas

#### SIMULACIONES INFORMÁTICAS

Las prospecciones sísmicas más sofisticadas requieren el uso de numerosas sondas que registran la estructura de una zona en particular. Tras procesar los resultados, un computador construye un detallado modelo en tres dimensiones de las formaciones rocosas subterráneas. Este es un método caro, pero perforar un pozo en un lugar equivocado supone perder millones de dólares.



Tornillo para  
ajustar la tensión  
de los muelles

El gravímetro tiene en su  
interior un peso suspendido  
de unos muelles

La pantalla muestra  
las pequeñas  
variaciones que  
las diferencias  
gravitacionales  
provocan en la  
longitud de los  
muelles

#### LA FUERZA DE LA GRAVEDAD

La fuerza de la gravedad experimenta leves cambios según la densidad de las rocas. Dotados de una altísima sensibilidad, los gravímetros miden esas mínimas diferencias por medio de un peso colgado de unos muelles. Gracias a ello, es posible deducir la presencia de un diapiro salino o de una masa de roca densa y, de este modo, los geólogos pueden elaborar un mapa detallado de las estructuras rocosas del subsuelo.



#### BÚSQUEDA MAGNÉTICA

Los aeroplanos como el de la ilustración, equipados con un aparato denominado magnetómetro, se ocupan de llevar a cabo prospecciones magnéticas. El magnetómetro detecta las variaciones magnéticas del suelo. Las rocas sedimentarias en las que se suele encontrar petróleo pueden estar encima de rocas de origen volcánico que tienen un alto contenido en metales magnéticos tales como el hierro o el níquel.

Torre de perforación  
para hacer un nuevo pozo



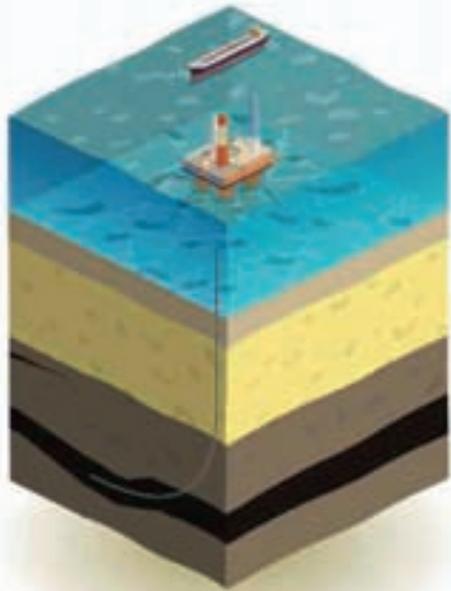
#### PERFORACIÓN DE EXPLORACIÓN

Los primeros buscadores de petróleo perforaban pozos sin otra herramienta de prospección que el instinto. Ahora, las compañías petroleras determinan los mejores lugares mediante diversos métodos de prospección y, más adelante, efectúan perforaciones de exploración. Con todo, solo en una de cada cinco ocasiones el petróleo hallado es suficiente para que su extracción resulte rentable.

#### MUESTRAS

La perforación es el único medio para certificar la existencia de un yacimiento de petróleo o gas y determinar sus características. Una vez realizada la perforación de exploración, los responsables de la prospección emplean una sonda especial que mide las propiedades físicas de las rocas, y extraen muestras que examinan en el laboratorio.





#### PERFORACIÓN HORIZONTAL

Además de perforar verticalmente, los operadores pueden perforar horizontalmente en cualquier dirección desde un pozo. Al perforar varios pozos desde un mismo lugar, se reduce la cantidad de superficie terrestre necesaria para crear un campo petrolífero y el pozo puede hacerse donde cause el menor impacto ambiental. En Alaska, el mismo número de pozos que requería 26,3 Ha en 1977 hoy puede perforarse en menos de 3,6 Ha. Desde una sola plataforma pueden crearse muchos pozos submarinos. Además, la perforación horizontal permite extraer petróleo de yacimientos muy delgados. Asimismo, mediante esta técnica, el pozo queda más expuesto a la zona de producción, lo que aumenta los volúmenes recuperables y reduce aún más la necesidad de pozos adicionales.

#### UNA PERFORACIÓN PRECISA

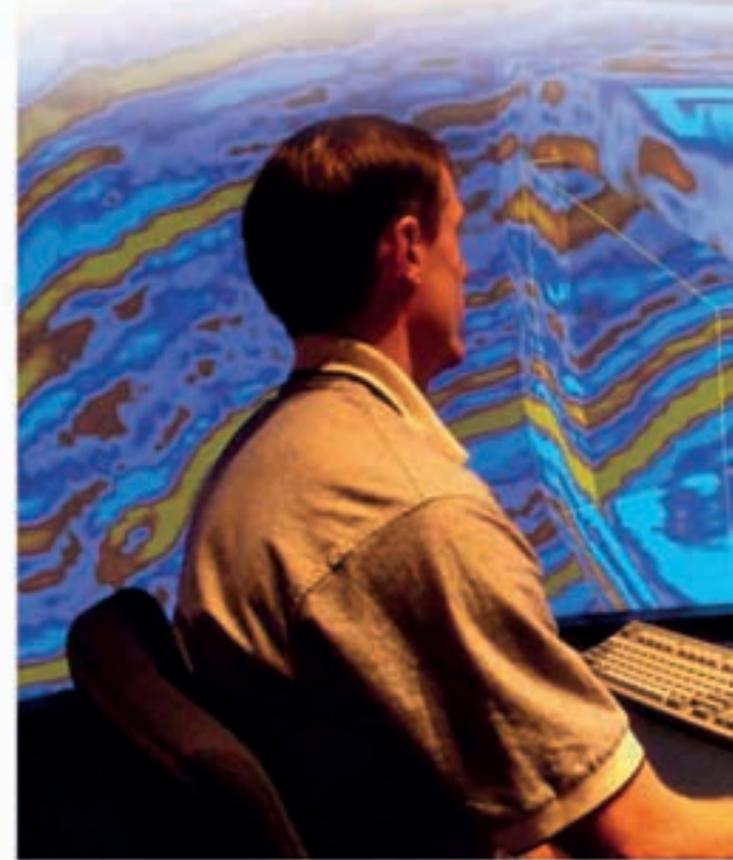
Hoy pueden perforarse múltiples pozos desde una sola plataforma con precisión. Un ingeniero en su sala de control en Houston puede manejar electrónicamente la barrena de una plataforma en la costa de África en un espacio de las dimensiones de un cuarto de tamaño normal. Los avances tecnológicos han optimizado el éxito en las perforaciones, y hoy se perforan menos pozos para lograr un volumen de crudo equivalente o superior al que se obtenía antes. La reducción en costos es esencial, ya que un pozo en alta mar mal localizado puede costar más de 100 millones de dólares.

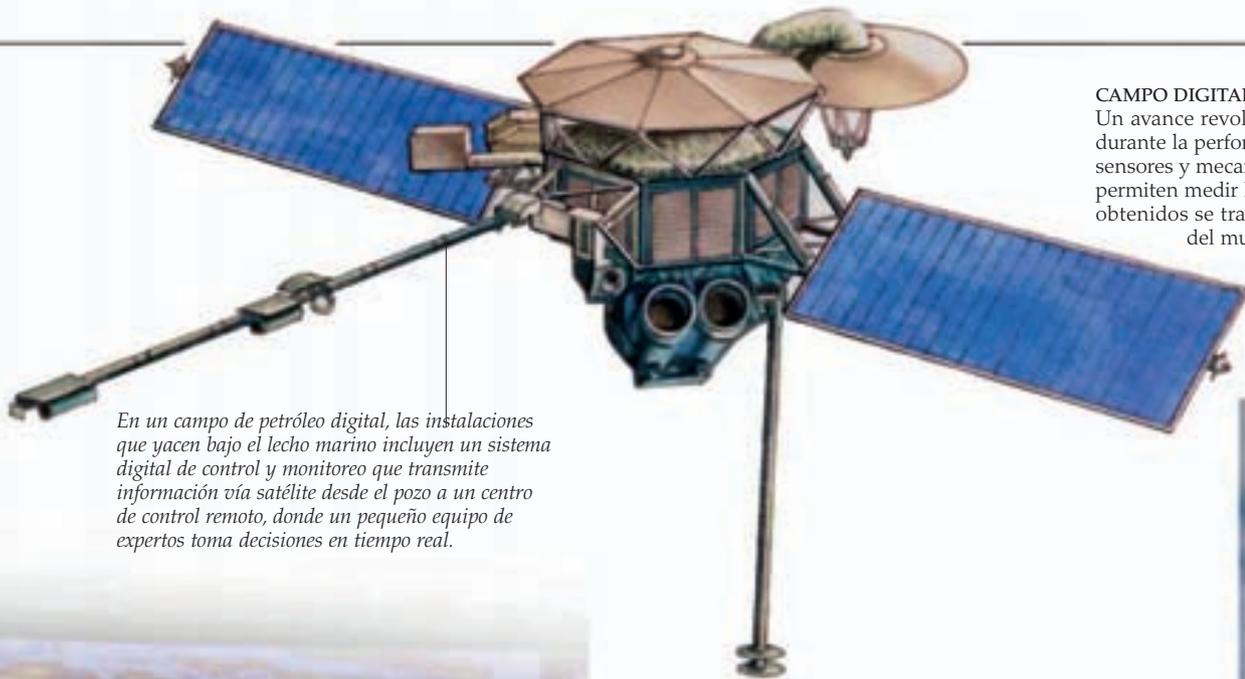
# Tecnología avanzada

Las EMPRESAS PRODUCTORAS DE ENERGÍA se hallan entre los principales usuarios de información y tecnología informática de cualquier industria salvo la militar. Los especialistas en exploración usan datos computarizados para interpretar estructuras geológicas que se hallan a kilómetros bajo la superficie de la Tierra. Los ingenieros perforan más de 8 km de roca para alcanzar yacimientos a altas temperaturas y presiones. Los ingenieros de producción consiguen conducir el gas y el petróleo hacia la superficie a través de tuberías en condiciones extremas, y los distribuyen hasta las refinerías. Una vez allí, el crudo, cada vez más «pesado» y sulfuroso, se refina y se convierte en un producto útil. Tecnología avanzada, como satélites, sistemas de localización, mecanismos de teledetección y la sísmica 3D y 4D, permiten descubrir reservas de petróleo y perforar menos pozos, lo que resulta en una «huella» ambiental menor y más económica. La respuesta a la pregunta «¿Dónde está el petróleo?» es «¡En los computadores!»

#### UNA MAYOR EXTRACCIÓN

Irónicamente, casi todo el petróleo por descubrir ya se ha encontrado. Las compañías petroleras solo pueden producir un barril por cada tres que encuentran. Dos no se extraen porque es muy difícil bombearlo o porque costaría demasiado hacerlo. De modo que la obtención de dichas reservas brinda una gran oportunidad. Hoy, la sísmica 4D ha añadido al mapa la dimensión tiempo, pues ofrece representaciones de un depósito a lo largo de un período de tiempo y muestra los cambios que sufre un yacimiento durante la producción. Tecnología como la sísmica 4D, ayudará a extraer más crudo e incrementará las reservas y la producción.

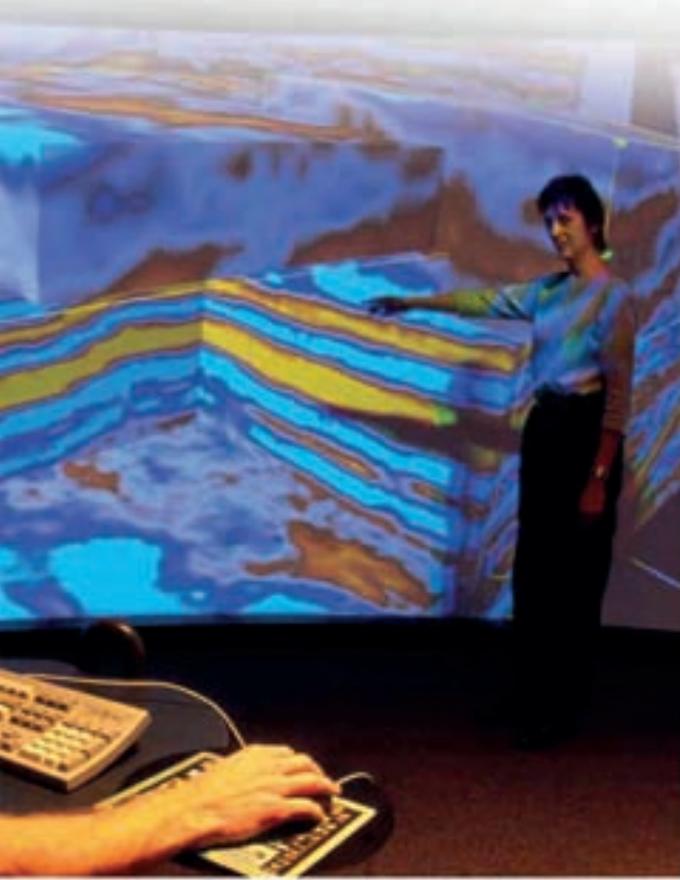




*En un campo de petróleo digital, las instalaciones que yacen bajo el lecho marino incluyen un sistema digital de control y monitoreo que transmite información vía satélite desde el pozo a un centro de control remoto, donde un pequeño equipo de expertos toma decisiones en tiempo real.*

#### CAMPO DIGITAL DE PETRÓLEO

Un avance revolucionario es el monitoreo en tiempo real de lo que sucede en un pozo durante la perforación y la producción. Los sistemas de perforación modernos tienen sensores y mecanismos de medición en la sarta de perforación, cerca de la barrena, que permiten medir las condiciones de la roca perforada en tiempo real. Los datos obtenidos se transmiten a la plataforma y de allí a un equipo con sede en otra parte del mundo. De esta forma pueden hacerse cambios en el programa de perforación a cada instante. Tales sensores deben ser muy resistentes para soportar las vibraciones y condiciones extremas de la perforación. Los pozos que se construyen mediante esta técnica moderna se controlan por control remoto.



#### NANOTECNOLOGÍA

Esta crea y manipula materia a nivel molecular y permite crear materiales con propiedades optimizadas, que aúnan, por ejemplo, ligereza y fuerza extremas, y mayores capacidades, como una mejor conductividad eléctrica y del calor. Ello tiene múltiples aplicaciones en la industria de la energía. Actualmente se está desarrollando un fluido avanzado, mezcla de nanopartículas y polvo superfino, que mejoraría significativamente la velocidad de perforación. El carburo de silicio, un polvo cerámico, podría elaborarse mediante nanotecnología, y con él se podrían fabricar materiales duros que contribuirían a obtener equipos de perforación más sólidos, resistentes y duraderos. En el futuro, la industria del petróleo podría utilizar nanosensores para medir las propiedades de los yacimientos. De hecho ya emplea nanocatalizadores para refinar el crudo, y se están desarrollando nanopartículas con propiedades catalizadoras únicas para refinar de forma más eficaz las arenas bituminosas a fin de obtener petróleo líquido.

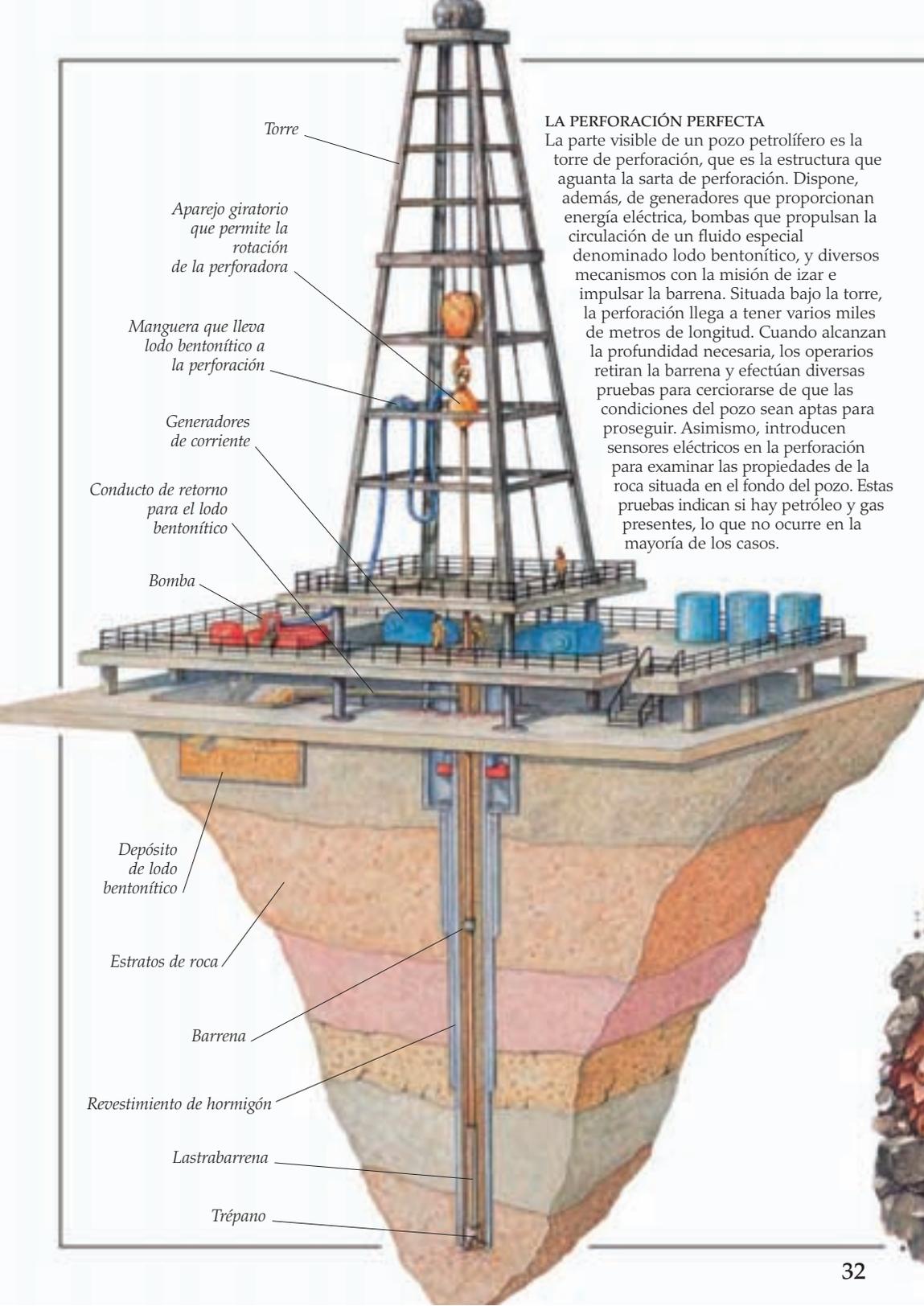
#### VISIÓN EN 3D

Un equipo de geólogos y geofísicos, junto con ingenieros expertos en reservas, producción y perforación, así como socios, puede adentrarse a la vez en un entorno visual en 3D. Un clic del ratón basta para explorar grandes formaciones geológicas, seleccionar un bloque de roca y aumentarlo para ver qué contiene. El viaje se lleva a cabo a través de una gran pantalla curva, alimentada por un banco de computadoras y programas gráficos de última generación. La conexión sin cables y los datos obtenidos vía satélite amplían las fronteras de la colaboración global y hacen posible que un equipo situado en la oficina y otro en la plataforma compartan datos e interpreten juntos información técnica compleja.



#### PERFORACIONES EN MARTE

Muchos de los avances tecnológicos de la industria del gas y el petróleo han hallado aplicación en otros campos de la alta tecnología, como el programa espacial. La NASA usa la tecnología de perforación de los pozos petrolíferos en su programa de exploración de Marte, y en la actualidad tiene cinco proyectos que usan máquinas perforadoras diseñadas para usarse en expediciones espaciales planetarias sin tripulación. Tales máquinas se controlan mediante inteligencia artificial y están diseñadas para perforar capas de hielo y permahielo similares a la supuesta subsuperficie de las regiones polares de Marte.



# La extracción del petróleo

**LOCALIZAR EL LUGAR ADECUADO PARA** la perforación es tan solo el primer paso del proceso de extracción. Antes de iniciar este proceso, las compañías petroleras deben saber si las leyes en vigor les permiten perforar y han de evaluar el impacto ambiental de sus operaciones, y todo esto les lleva años. Una vez obtenido el permiso, empieza el trabajo. Existen diversos procedimientos, pero, en esencia, se trata de perforar hasta llegar al lugar inmediatamente anterior al yacimiento de petróleo. Luego, se reviste el agujero hecho con la barrena con una tubería cementada para fortalecer su estructura. Más adelante hay que efectuar varios orificios a la tubería cementada para permitir la entrada del petróleo, y rematar el pozo con un sistema de válvulas de seguridad denominado «árbol de Navidad». El paso final en algunos casos consiste en fracturar la capa de roca productora con ácido o arena a presión, de modo que el petróleo fluya más fácilmente.





**RED ADAIR**

Apodado «Red Adair», Paul Neal Adair (1915–2004) se hizo famoso en todo el mundo gracias a sus hazañas en la lucha contra los incendios de los pozos petrolíferos. En una de las más conocidas, Red Adair se enfrentó a un incendio en el desierto del Sáhara en 1962, y su proeza sirvió de argumento para la película *Los luchadores del infierno* (1968), protagonizada por John Wayne. Cuando, en la Guerra del Golfo, de 1991, se incendiaron los pozos petrolíferos de Kuwait, el veterano Red Adair, entonces con 77 años de edad, recibió el encargo de apagarlos.

**TUBOS Y LODO**

Efectuar una perforación de varios miles de metros en roca sólida comporta riesgos y dificultades. A diferencia de los taladros para pozos someros, que tienen una barrena sencilla, la perforación de un pozo requiere la unión sucesiva de tramos de tubería de perforación. El lodo bentonítico sirve para disminuir la fricción de la tubería y también para refrigerar y limpiar la barrena. Además, ayuda a llevar los detritos (fragmentos de roca) hacia la superficie.

**TORMENTAS DE FUEGO**

La potencia de los reventones es tan grande que a veces destruye la torre de perforación. Los avances técnicos del sector han logrado que el riesgo de reventones sea mínimo. En ciertas ocasiones, los reventones van acompañados de tremendos incendios muy difíciles de extinguir. Gracias a las medidas de seguridad crecientes, se incendian muy pocos pozos petrolíferos.

*El fuego se alimenta de petróleo y gas a presión*



*Estos escudos protegen a los bomberos que apagan el incendio*



# Perforaciones en alta mar

EN OCASIONES, LAS PROSPECCIONES dan con cuantiosas reservas petrolíferas situadas bajo el lecho de los océanos. Para extraer ese petróleo, es necesario construir en alta mar unas estructuras flotantes que permiten perforar las capas de roca del fondo del océano. Tras ser procesado en la plataforma, el petróleo llega a tierra por medio de tanqueros. Las plataformas petrolíferas tienen un tamaño colosal. Muchas se sustentan en pilares que tienen cientos de metros de altura. La plataforma petrolífera Petronius, en el golfo de México, es una de las estructuras más grandes del mundo, con una altura total de 610 m desde el lecho marino. Las plataformas son increíblemente robustas, pues deben soportar vientos huracanados y olas gigantes.



## MANTENIMIENTO RIGUROSO

Cualquier falla en la estructura de una plataforma petrolífera –ya sea una pieza floja u oxidada– puede provocar un desastre. Los ingenieros de las plataformas deben mantenerse alerta en todo momento e inspeccionar la estructura sin descanso. En la ilustración, dos operarios se descuelgan para revisar los pilares de la plataforma después de una tormenta.

Las grúas acarréan los suministros de los barcos a la plataforma

La torre de acero permite que la tubería de perforación suba y baje; esta estructura alberga todo el equipo de perforación

Los tubos de perforación tienen una longitud de 10 m cada uno. La barrena está instalada en el extremo inferior de la sarta de tuberías

Los trabajadores entran y salen de la plataforma petrolífera en helicóptero

Helipuerto

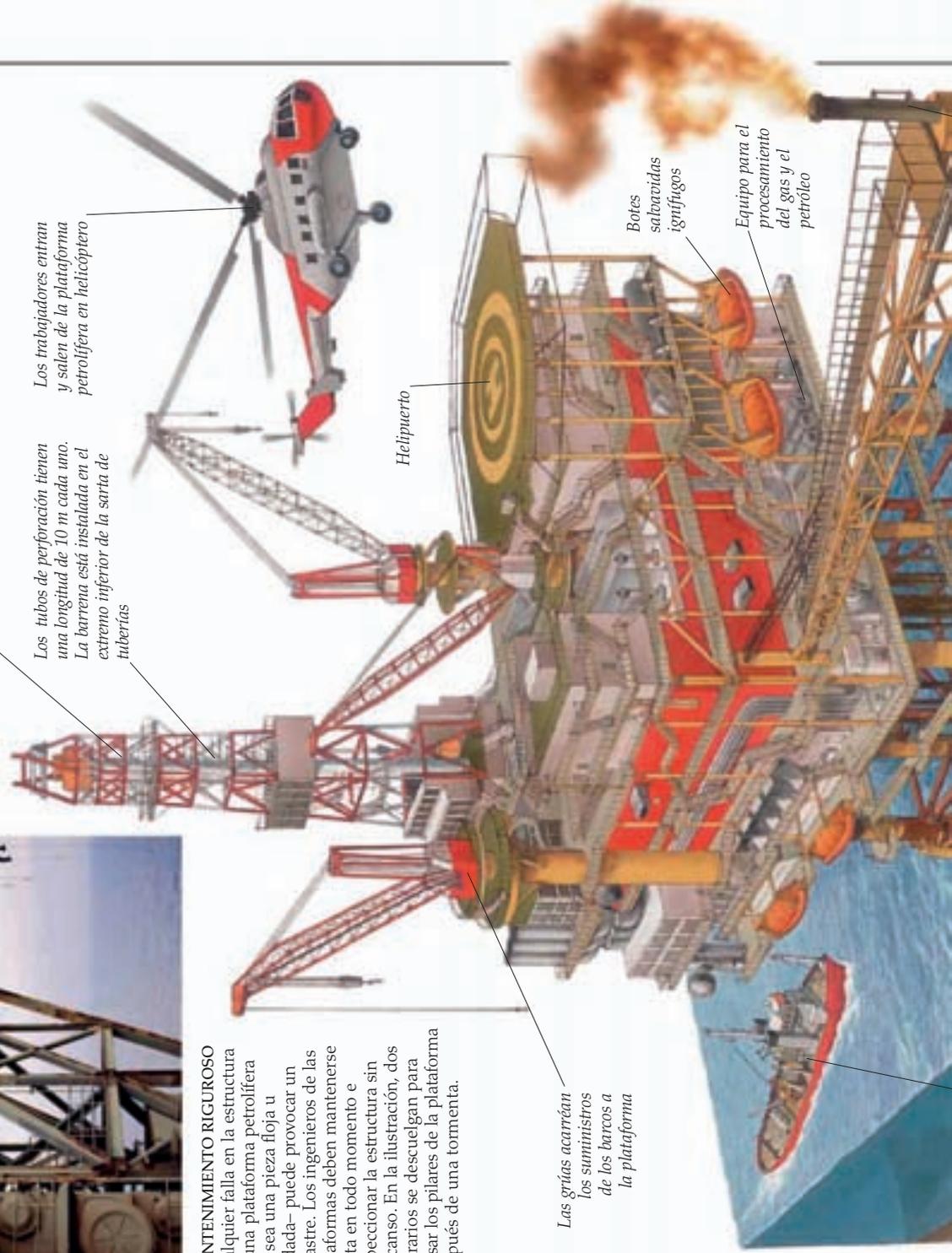
Botes salvavidas ignífugos

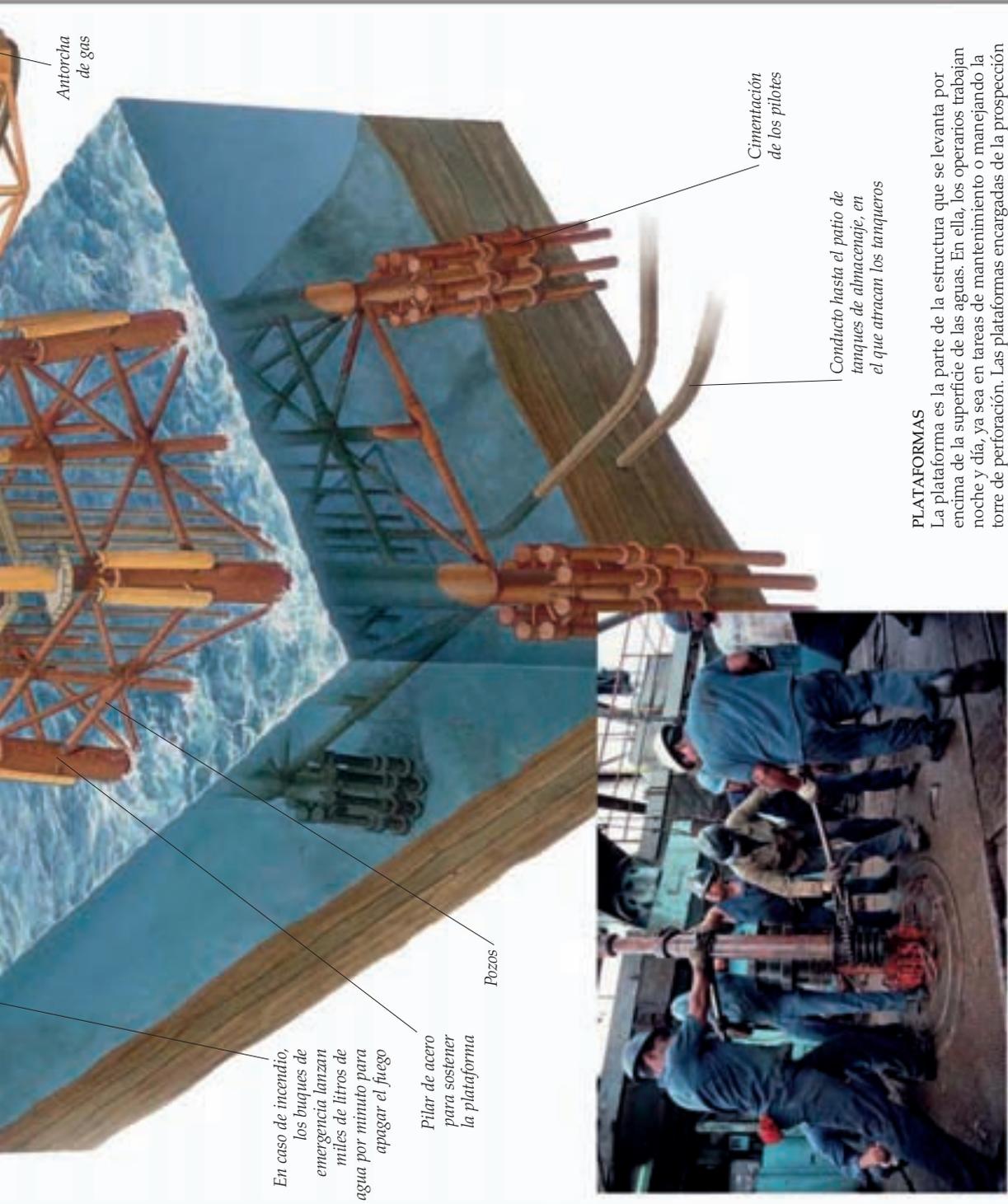
Equipo para el procesamiento del gas y el petróleo



## REMOLCAR UN TÉMPANO DE HIELO

Se han hallado reservas significativas en el «callejón» de los témpanos de hielo, en la costa de Terranova (Canadá), donde las tormentas de invierno con vientos de hasta 160 k/h pueden producir olas de 30 m, y donde la constante niebla llega a impedir totalmente la visibilidad. Las plataformas petrolíferas no pueden moverse o cuesta mucho tiempo trasladarlas, por lo que el impacto de los témpanos de hielo durante sus operaciones es tremendo. Si se prevé que un témpano de hielo puede afectar las operaciones petrolíferas, se envía un gigantesco remolcador para engancharlo y variar su rumbo en la dirección deseada. Esa pequeña variación asegurará que el témpano de hielo circunvale sin problema la plataforma.





Antorcha de gas

Cimentación de los pilotes

Conducto hasta el patio de tanques de almacenaje, en el que atracan los tanqueros

Pozos

Pilar de acero para sostener la plataforma

En caso de incendio, los buques de emergencia lanzan miles de litros de agua por minuto para apagar el fuego

### PLATAFORMAS

La plataforma es la parte de la estructura que se levanta por encima de la superficie de las aguas. En ella, los operarios trabajan noche y día, ya sea en tareas de mantenimiento o manejando la torre de perforación. Las plataformas encargadas de la prospección y la exploración suelen ser móviles. En general, consisten en una estructura flotante anclada al lecho marino por medio de cables o bien apoyada en él gracias a unos pilares retráctiles. A diferencia de estas, las plataformas petrolíferas de producción son estructuras permanentes. Se construyen por partes, en tierra, y, más tarde, ya en el mar, se fijan al fondo oceánico por medio de pilotes de acero u hormigón.

### TIPOS DUROS

En las plataformas petrolíferas hay dos grandes grupos de trabajadores: los que se encargan de mantener en orden la plataforma y los que se ocupan de la perforación, con tareas como colocar la tubería de perforación en posición, como muestra la fotografía, o reparar las diversas máquinas y aparatos.



Los conos dentados de la barrena muelen la roca al rotar



### LA BARRENA

Para extraer el máximo volumen de petróleo, una plataforma puede alojar hasta treinta pozos petrolíferos, cada uno con su equipo de producción.

Algunos de estos pozos llegan a tener varios kilómetros de profundidad. En el extremo de la tubería de perforación, las barrenas que disponen de tres conos dentados, muelen la roca del lecho oceánico. Al girar, los conos parten y trituran la roca.

### REPARACIONES SUBMARINAS

Toda plataforma tiene a su disposición un equipo de buzos muy cualificados. Estos son esenciales no solo durante la etapa de montaje, sino también para encargarse del mantenimiento y reparación de la parte de la estructura que se encuentra bajo el agua. Cuando deben bajar a profundidades extremas, los buzos se ponen trajes especiales para evitar que la inmensa presión del agua los aplaste.



# Tecnología en aguas profundas

EL PRIMER POZO marino se perforó en 1947, en una profundidad de 4,5 m de agua. Hace solo 30 años, las operaciones en alta mar implicaban explorar profundidades máximas de 150 m. Hoy, hablar de aguas profundas es hablar de pozos en hasta 1.500 m de agua, y la perforación exploratoria se lleva a cabo en profundidades de más de 3.000 m. La construcción de una gran plataforma flotante de gas o petróleo puede costar miles de millones de dólares y llevar hasta tres años. En la actualidad, casi todas las exploraciones de frontera se realizan en aguas profundas y ultraprofundas. Los desafíos que se han superado —y los que están por superar— en la explotación de reservas en aguas profundas y ultraprofundas son quizá más abrumadores que el reto de la exploración espacial.

## INGENIERÍA SUBMARINA

Las plataformas de producción de petróleo y gas en aguas profundas —y de hecho todas las plataformas— cuentan con el equipo necesario para separar el petróleo, el gas, el agua y los sólidos que se hallan en los pozos. Asimismo, en las mismas plataformas se separan el petróleo y el gas antes de transportarlos a una refinería o una planta procesadora. Por ello, deben imaginarse como estructuras colosales coronadas por una pequeña refinería. Su construcción, transporte e instalación son muy caros, y casi todo el equipo para producir petróleo y gas en aguas profundas se coloca en el lecho marino. Las instalaciones submarinas deben resistir una larga exposición al agua salada y a extremas presiones a lo largo de su vida, unos 20 años. Durante este tiempo, la seguridad y confiabilidad son factores esenciales, y el mantenimiento es costoso y difícil. Hoy se cuenta con nueva tecnología para procesar y separar los flujos de crudo, gas y agua en el lecho marino, por lo que ya no es necesaria una plataforma procesadora flotante. Dicho equipo se monitoriza y controla en tiempo real desde instalaciones situadas en tierra. Transportar los fluidos hasta la orilla requiere una amplia y larga red de tuberías y bombas submarinas.

## ROBOTS SUBMARINOS (ROV)

Desde las escafandras de mediados del siglo XVI a los robots submarinos de hoy, la habilidad humana ha experimentado una increíble evolución para trabajar bajo el agua. Los ROV (Remotely Operated Vehicles, vehículos operados por control remoto) reparan e instalan sistemas submarinos, y se parecen mucho a los *rovers* que se emplean en la exploración espacial. Un empleado de una plataforma o una embarcación cercana a la misma opera los ROV por control remoto. Un cable conduce la electricidad, y transmite y controla las señales que se envían al vehículo, comunica su estado y brinda información sensorial al operario. Los ROV varían en tamaño. Los hay desde pequeños vehículos equipados con una cámara de televisión hasta complejas unidades con varios hábiles manipuladores, videocámaras, herramientas mecánicas y demás equipo. Algunos van fijados a vías, pero en general flotan libremente.

## TODOS A BORDO

En el corazón de la exploración y producción marina hay miles de hombres y mujeres que trabajan y viven también en el mar. Suelen trabajar por turnos de una o dos semanas, seguidos de una o dos semanas libres. Para ir y venir, se sirven de una flota de modernos helicópteros. Cuando están en la plataforma, suelen trabajar por turnos de 12 horas, ya sea en la torre de perforación o bien en el monitoreo, comprobación y ajuste de los pozos de producción. Muchas plataformas marinas contienen todas las comodidades de un hotel de lujo, entre las que se incluyen bibliotecas, gimnasios, salas de cine y todo un conjunto de instalaciones relacionadas con el ocio y la salud. Una plataforma del mar del Norte tiene un grupo de la sociedad británica de observadores de aves que clasifica y estudia las numerosas aves que usan las plataformas como escalas en sus migraciones. En el Golfo de México algunos trabajadores marinos estudian los hábitos migratorios de la mariposa Monarca, visitante habitual durante su época migratoria.



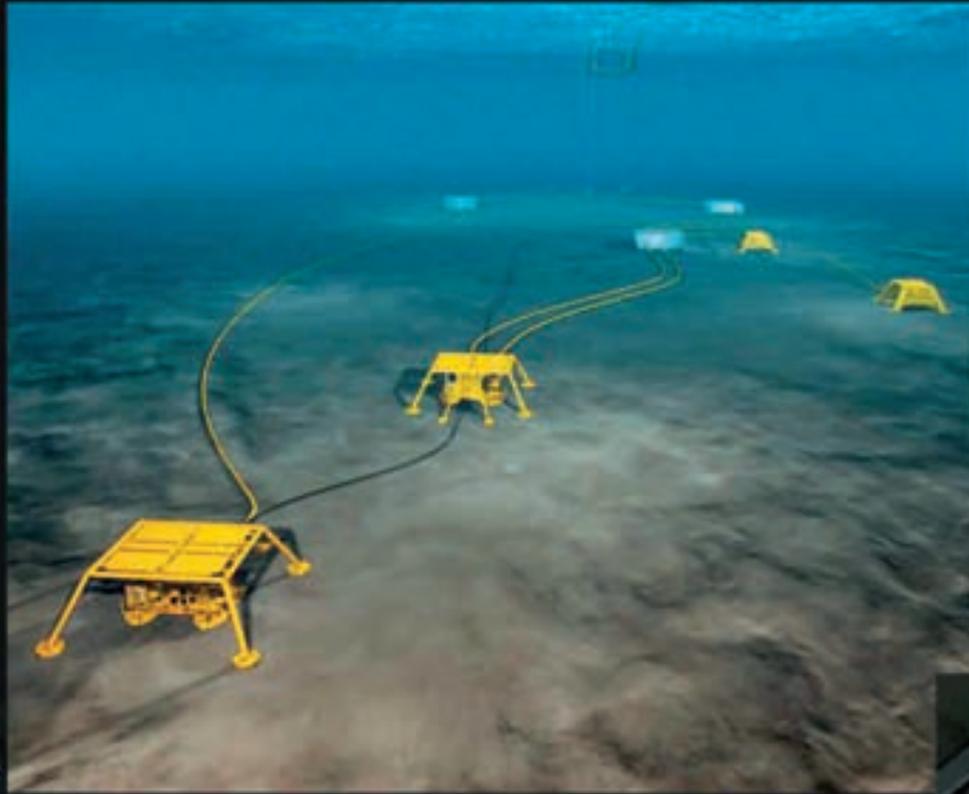
### BARCOS PRODUCTORES FLOTANTES

Transportar el petróleo desde las aguas profundas es otro desafío. Allí donde no pueden erigirse plataformas tradicionales, además de las tuberías pueden usarse barcos de producción, almacenamiento y descarga (FPSO por sus siglas en inglés). Las FPSO parecen tanqueros gigantes, pero están equipadas con instalaciones de separación de los fluidos, como las plataformas convencionales. Son embarcaciones enormes donde se almacena el crudo hasta que los tanqueros descargan el producto.

### HALLAZGOS DE NUEVAS ESPECIES

En colaboración con los principales protagonistas de la industria del gas y el petróleo, el proyecto SERPENT (siglas en inglés de la Sociedad científica y medioambiental de ROV con tecnología industrial existente) pretende desarrollar tecnología punta para los ROV, así como naves de perforación más accesibles para la comunidad científica mundial. Hasta ahora se han identificado más de 20 nuevas especies y se han observado nuevos comportamientos de especies marinas.

Fotografía: Proyecto SERPENT



EL «ÁRBOL DE NAVIDAD» MÁS GRANDE  
El campo submarino más complejo y caro de Noruega, Ormen Lange, se está construyendo sin plataformas. En su lugar, 24 pozos submarinos bombearán el gas natural hasta una instalación procesadora situada en la costa oeste de Inglaterra a través de una tubería submarina de exportación de unos 1.200 km —la más larga del mundo. Todas las instalaciones se hallarán en tirantes de agua de entre 762 y 1.035 m. Ormen Lange tendrá un total de 14 «árboles de Navidad» submarinos. En la industria petrolera, un «árbol de Navidad», cuyo nombre original es árbol de válvulas (en inglés *cross-tree*, *X-tree* o *XT*), es un módulo que se coloca en el cabezal de un pozo de petróleo o gas y contiene válvulas para hacer pruebas y mediciones, sistemas de seguridad para su cierre y toda una serie de instrumentos de monitoreo. Pesa 65 toneladas y suele medir el doble que los que se usan en otras plataformas submarinas. El gas de Ormen Lange cubrirá el 20% de la demanda británica de gas durante al menos 40 años.

### ALCANZAR MAYORES PROFUNDIDADES

La exploración petrolera en aguas profundas comienza en la superficie del mar con una flota de naves sísmicas, barcos dotados de largos cables que envían impulsos a través del agua y el lecho marino, donde se reflejan a distintas velocidades al chocar con las diversas capas de rocas. La grabación y análisis de tales reflejos brinda a los geofísicos una imagen de las formaciones rocosas que yacen bajo la superficie. La sísmica solo detecta formaciones que contienen hidrocarburos, pero no encuentra petróleo o gas. Tras este análisis sísmico y la identificación de posibles formaciones con gas y petróleo, se inicia la exploración a base de perforaciones, a fin de determinar qué hay en dichas formaciones. Las nuevas embarcaciones sísmicas y torres de perforación semisumergibles permiten a los operarios trabajar a profundidades muy superiores a las de las plataformas convencionales que se yerguen sobre el lecho marino. Dichos barcos emplean tecnología de posicionamiento dinámico con acceso constante a satélites de posicionamiento global que los mantienen en la posición correcta.



# Oleoductos

EN LOS PRIMEROS TIEMPOS DE LA INDUSTRIA PETROLÍFERA, el petróleo se acarrea en toneles de madera transportados por carretas. Las compañías advirtieron enseguida que la mejor manera de mover el petróleo era bombearlo por tuberías. Hoy, una vasta red de oleoductos conecta diferentes partes del mundo, tanto sobre la tierra como bajo el mar. EE UU, por ejemplo, tiene unos 305.000 km de oleoductos. Estas estructuras transportan el petróleo y sus derivados, desde la gasolina al queroseno, que a veces circulan por el mismo como «lotes» separados por unos dispositivos especiales. Los más grandes son los que llevan el crudo desde los campos petrolíferos a refinerías y puertos. Algunos tienen un diámetro de 122 cm y más de 1.600 km de longitud. Se alimentan de tubos secundarios, de menor diámetro, que los conectan con cada uno de los pozos.



*El aerogel es un aislante tan efectivo que basta una fina capa de este material para bloquear el calor de la llama e impedir que se enciendan las cerillas*

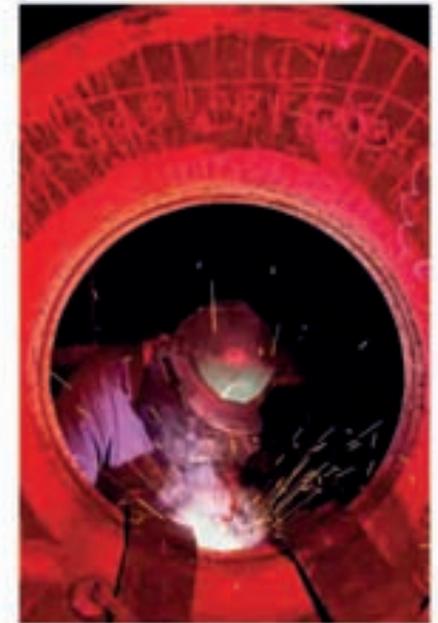
## MANTENER EL CALOR

Si se enfría demasiado, el petróleo se vuelve más viscoso, y resulta más difícil bombearlo a lo largo de los oleoductos. Por esta razón, los oleoductos de las zonas con climas fríos, así como los submarinos, están recubiertos por un aislante denominado «aerogel». El aerogel, mezcla gelatinosa de sílice y carbono, es el material más ligero del mundo, pues un 99% de su peso no es otra cosa que aire, el cual lo convierte, además, en un aislante excelente.



## CERDOS INTELIGENTES

Cada oleoducto tiene una serie de dispositivos móviles que acompañan al petróleo, ya sea para separarlo de otros productos que recorran el mismo tubo o para hallar secciones dañadas. En inglés reciben el nombre de *pig*, «cerdo». En este sentido, un cerdo «inteligente» es un robot de inspección equipado con gran variedad de sensores. Impulsado por el petróleo, el cerdo inteligente recorre cientos de kilómetros registrando cada centímetro cuadrado del oleoducto e informa de incidencias que suelen deberse a la corrosión.



## LA CONSTRUCCIÓN DE OLEODUCTOS

Construir un oleoducto requiere ensamblar decenas de miles de secciones de tubo de acero, que hay que soldar entre sí con sumo cuidado para evitar derrames. Como estas secciones están prefabricadas, la construcción del oleoducto en sí no lleva demasiado tiempo, sin embargo, planificar la ruta y lograr el consentimiento de las comunidades afectadas puede tomar años.



## POLÍTICAS DE OLEODUCTO

Algunos países europeos decididos a acceder a los campos petrolíferos del mar Caspio para aumentar sus fuentes de petróleo, contribuyeron a la construcción del oleoducto que une Bakú, Tiflis y Ceyhan. Con sus 1.776 km de longitud, une el mar Caspio, en Azerbaiyán, con la costa mediterránea de Turquía pasando por Georgia. En la ilustración, los líderes de los tres países posan en la ceremonia de inauguración del oleoducto, en el año 2006.



### LOS OLEODUCTOS Y LA GENTE

Algunos oleoductos atraviesan zonas empobrecidas cuyos habitantes, como en esta fotografía, tomada en la isla indonesia de Sumatra, no tienen acceso a la riqueza que transportan. La construcción de oleoductos supone molestias para las comunidades vecinas, a lo que hay que añadir los desastres ambientales causados por los derrames. En algunos lugares, los incendios producidos por oleoductos en mal estado han ocasionado la muerte de cientos de personas.

*Este soldado monta guardia en un oleoducto en Arabia Saudí*



### A TRAVÉS DE ALASKA

Finalizada en 1977, la red de oleoductos de Alaska tiene un total de 1.280 km de longitud. Lleva petróleo crudo desde las regiones productoras, en el norte, hasta el puerto de Valdez, en el sur, donde lo recogen los tanqueros para transportarlo a otros lugares del mundo. El clima ártico y la escabrosa orografía de la zona supusieron todo un desafío a la hora de construir esta red. La mayoría de los oleoductos estadounidenses son subterráneos, al contrario que los de Alaska, que debieron montarse sobre la superficie ya que, en muchas zonas, el suelo permanece congelado durante todo el año.

### LA AMENAZA TERRORISTA

Debido al petróleo que suministran, los oleoductos pueden ser objeto de ataques terroristas, más aún si cruzan regiones políticamente inestables tales como algunas zonas de Oriente Próximo. Así, hay muchos oleoductos vigilados por guardias armados. Pese a ello, algunos son tan largos que es difícil protegerlos.

### RIESGO DE TERREMOTOS

Los científicos tratan de prever los terremotos que puedan dañar o romper los oleoductos. Un terremoto dobló estas tuberías de Parkfield, en California (EE UU), que atraviesan la famosa falla de San Andrés, punto de colisión entre dos de las placas tectónicas de la corteza terrestre.



# Tanqueros

**DÍA Y NOCHE**, unos 3.500 tanqueros surcan los océanos del mundo transportando petróleo. Además de crudo, llevan productos derivados del petróleo que exigen un cuidado especial: el betún, por ejemplo, debe transportarse a una temperatura de 120 °C. En los tanqueros viajan treinta millones de barriles al día, según los cálculos. Cada jornada, EE UU consume dos tercios de dicha cantidad, mientras que España gasta cerca de 1,6 millones. Para hacerse una idea de las dimensiones de semejante volumen, valga decir que equivale a dos mil piscinas olímpicas llenas de petróleo hasta el borde. Se podría pensar que con los modernos tanqueros de doble casco y los nuevos sistemas de navegación, el petróleo cruza los mares sin correr riesgos. No obstante, de vez en cuando hay un accidente, y sus consecuencias son devastadoras.

La escasa tripulación apenas abandona el puente y las dependencias que están debajo

**EL PRIMER TANQUERO**  
En 1861, el buque estadounidense *Elizabeth Watts* transportó 240 toneles de petróleo desde Filadelfia a Inglaterra. No obstante, llevar una sustancia tan peligrosa e inflamable en unos barriles de madera resultaba, cuando menos, arriesgado. Más tarde, en 1884, varios astilleros británicos construyeron el *Gluckauf* (a la derecha), un barco de vapor con casco de acero específicamente diseñado para el transporte de petróleo.



**SUPERTANQUEROS**  
Conocidos como supertanqueros, estos buques son, con mucho, los barcos de mayores dimensiones existentes en el mundo. Normalmente, desplazan más de 300.000 toneladas en vacío y tienen capacidad para transportar millones de barriles de crudo, que cuestan cientos de millones de dólares. A pesar de su gran tamaño, estos barcos están tan automatizados que basta con que los tripulen treinta personas. Su tamaño es tan descomunal que necesitan diez kilómetros para detenerse y unos cuatro para comenzar a virar. En la jerga del sector, estos barcos se denominan «transportadores de crudo ultra grande» (o ULCC por sus siglas en inglés).



**LOS GIGANTES DEL OCÉANO**  
Los supertanqueros son buques gigantes junto a los cuales cualquier otro barco parece pequeño. Los hay tan grandes que superan en eslora la altura del edificio Empire State. El mayor de todos fue el *Jahre Viking* (ahora llamado *Nock Nevis*). Con sus 458,4 m de eslora, es el barco más grande que jamás se haya echado a la mar. Desplaza 600.500 toneladas en vacío, y 910.084 cuando va cargado.

El interior del casco está dividido en varios tanques que minimizan la cantidad de petróleo derramado en caso de accidente

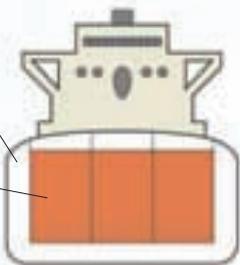
Para darle estabilidad al buque, la mayor parte del petróleo se localiza por debajo de la línea de flotación



### DOBLE CASCO, DOBLE SEGURIDAD

La ley exige que todos los tanqueros nuevos tengan doble casco, es decir, que estén dotados de un segundo casco interior que evite los derrames de petróleo en caso de accidente. Los dos o tres metros que separan ambos cascos suelen llenarse de agua para lastrar el tanquero cuando viaja vacío.

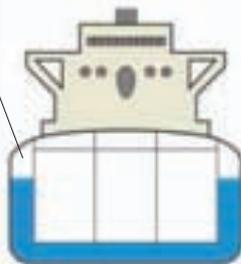
Los tanques de lastre están vacíos cuando el tanquero navega con carga



Un tanquero de 300.000 toneladas tiene siete u ocho bodegas separadas para transportar el petróleo

Navegación con carga

Cuando navega sin carga, el tanquero llena sus tanques de lastre con 95.000 toneladas de agua



Navegación sin carga

### ESCAPES NATURALES

Aunque pensamos que los derrames son solo causados por tanqueros, los derrames naturales son en realidad los que más petróleo vierten en el medio marino, llegando a ser el 47% del total (más de 4 Mmbbl anuales). El transporte marítimo es responsable del 33% de los derrames de petróleo, apenas el 3% de ellos en aguas norteamericanas. Los desechos urbanos e industriales suman un 12% del total, siendo un 22% de estos derrames petrolíferos en aguas marinas norteamericanas.



Depósitos de petróleo

### PUERTOS DE DESTINO

Los tanqueros atracan en su puerto de destino tras una larga travesía. Los supertanqueros tienen un calado de unos 20 m, de manera que son pocos los puertos con capacidad para acogerlos. En ocasiones, los puertos que sirven a los tanqueros se construyen un tanto alejados de la costa, por lo que el personal portuario y las tripulaciones deben desplazarse en lanchas para ir al buque. Es posible que, en un futuro, los puertos de los tanqueros formen parte de islas artificiales situadas en alta mar y unidas a la costa por medio de oleoductos.



Grúas

Las grúas se acoplan a las bocas de carga del buque

### EL DESEMBARQUE DEL PETRÓLEO

En el momento de descargar un tanquero, unas largas grúas articuladas se colocan en posición. Están controladas por un computador, lo que permite situarlas exactamente sobre las bocas de carga y descarga que, habilitadas en la cubierta del barco, están conectadas con las bodegas por medio de válvulas y tuberías. Una vez que las grúas se han acoplado correctamente, unas bombas especiales comienzan a succionar el petróleo.



### EL EXXON VALDEZ

El derrame de petróleo que el Exxon Valdez provocó junto a las costas de Alaska en 1989 fue uno de los más publicitados y estudiados desastres ambientales de la historia. Tras chocar con un arrecife, el tanquero expulsó 42 millones de litros de petróleo, que se extendieron a lo largo de 1.900 km de costa. Casi dos décadas después del derrame, algunas especies animales afectadas no se han recuperado del todo. En 1991, Exxon aceptó pagar a EE UU y al estado de Alaska 900 millones de dólares en diez años para recuperar los recursos que fueron perjudicados. Se ha hecho mucho en estos años para evitar que suceda de nuevo un accidente como este, y la capacidad de respuesta de la industria y los gobiernos es hoy mucho mayor de lo que era en 1989.

# Refinar del petróleo

ANTES DE LLEGAR A SU DESTINO FINAL, el petróleo es procesado en una refinería. Allí se fracciona en las sustancias que lo forman para producir gasolina y varios cientos de productos derivados, desde queroseno hasta gasóleo de calefacción. El proceso consiste en la combinación de la «destilación fraccionada» y el «craqueo». La destilación fraccionada divide los componentes del petróleo en «fracciones» como el petróleo ligero o el pesado, aprovechándose de sus diferentes densidades y puntos de ebullición. El craqueo parte dichas fracciones en productos como la gasolina, valiéndose del calor y la presión para disgregar las largas y pesadas moléculas de los hidrocarburos en otras más pequeñas y livianas.

## UN GRAN TERMÓMETRO

La temperatura de la torre de fraccionamiento está controlada cuidadosamente. Va descendiendo a medida que la altura es mayor, de manera que cada sección de la torre está un poco más fría que la inferior. De la torre parten numerosos conductos a distintas alturas con el fin de canalizar ordenadamente las fracciones que se condensan. Los combustibles más ligeros, como el propano, abandonan la torre al final. La fracción más pesada de todas sale por la base.



## DEPÓSITOS DE PETRÓLEO

Cuando el crudo llega procedente de los campos petrolíferos a través de un oleoducto o en la bodega de un tanquero, se almacena en unos depósitos de grandes dimensiones. El volumen de petróleo suele medirse en «barriles», cada uno de los cuales equivale a 159 litros. Una refinería grande llega a almacenar unos doce millones de barriles de crudo, que es suficiente para abastecer el consumo de EE UU durante dieciocho horas.



A 20 °C solo quedan cuatro hidrocarburos. El metano y el etano se utilizan para la producción de sustancias químicas. El propano y el butano van a parar a las bombonas de cocina o de acampar



La gasolina se condensa a una temperatura situada entre los 20 y los 70 °C. Es la principal fuente de energía para los automóviles



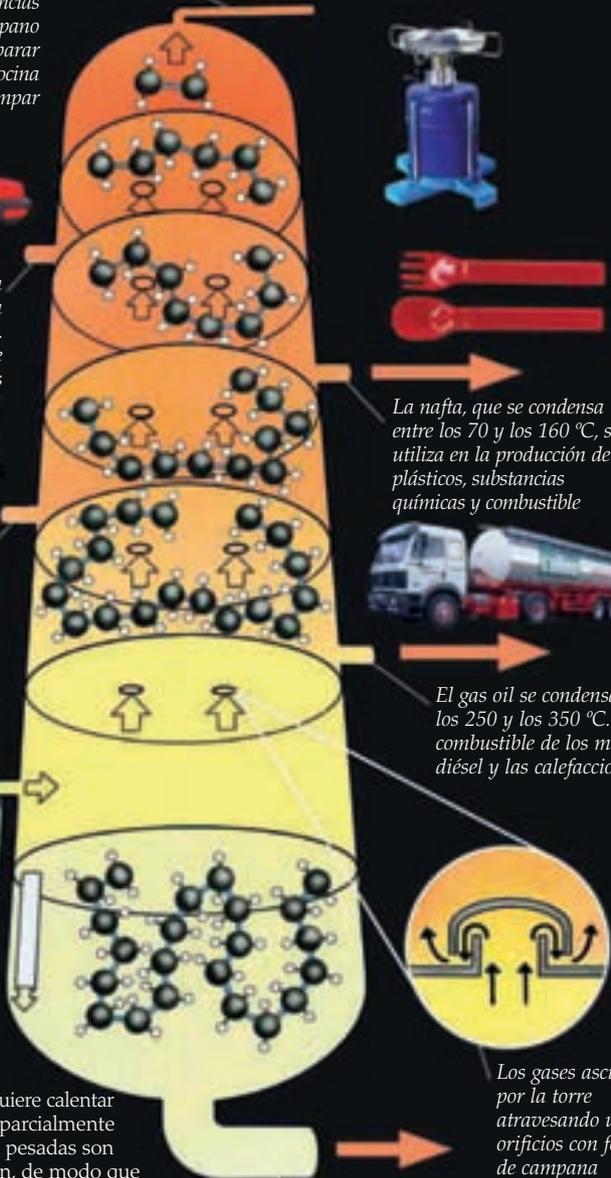
El queroseno, que se condensa entre los 160 y los 250 °C, sirve como combustible de aviación, para alimentar sistemas de calefacción e iluminación, y como disolvente de pintura



La mezcla de gases del petróleo crudo entra en la torre de fraccionamiento

## DIVISIÓN EN FRACCIONES

La destilación fraccionada requiere calentar el petróleo hasta convertirlo parcialmente en vapor. Las fracciones más pesadas son las que primero se condensan, de modo que se quedan en el fondo en forma de líquido. Las fracciones de peso medio ascienden más y se condensan en las secciones intermedias de la torre de fraccionamiento. Por último, las fracciones más ligeras, entre ellas la gasolina, se elevan hasta la parte alta antes de condensarse.



La nafta, que se condensa entre los 70 y los 160 °C, se utiliza en la producción de plásticos, sustancias químicas y combustible



El gas oil se condensa entre los 250 y los 350 °C. Es el combustible de los motores diésel y las calefacciones



Los gases ascienden por la torre atravesando unos orificios con forma de campana

Los hidrocarburos más pesados se condensan nada más entrar en la torre de fraccionamiento

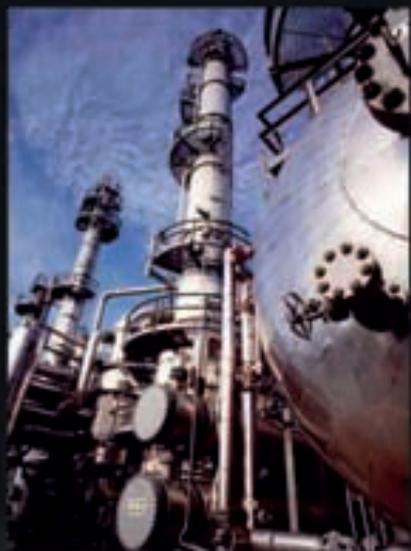
#### MÁXIMO APROVECHAMIENTO

Las primeras refinерías aprovechaban una pequeña proporción del crudo. Tan solo eran capaces de transformar en gasolina una cuarta parte de cada barril. En nuestros días, esa proporción llega hasta la mitad, y el resto se convierte en substancias útiles. Existe un proceso, denominado *flexicoker*, capaz de convertir los residuos desaprovechados en gas oil y otros productos más ligeros.

Al final del proceso, queda un residuo compuesto de casi puro carbono, el coque, que se vende como combustible sólido.

#### INSTALACIONES COMPLEJAS

Como esta de Jubail, en Arabia Saudí, las refinerías son enormes instalaciones plagadas de tubos y depósitos y ocupan el equivalente a varios cientos de campos de fútbol. La torre de fraccionamiento está en el margen izquierdo de la ilustración inferior. Las refinerías trabajan las veinticuatro horas, todos los días del año, y necesitan plantillas de mil o dos mil trabajadores. Estos, en general, se ocupan de regular los distintos procesos desde las salas de control.



#### HORA DE PARTIR

En cuanto salen de la torre de fraccionamiento, algunas fracciones ya están listas para la venta. Otras, sin embargo, deben pasar por unos «craqueadores» como los de la fotografía. Aunque las torres de fraccionamiento pueden producir gasolina, la mayor parte de esta procede de los craqueadores, que la destilan a través de un proceso conocido como «craqueo catalítico».

Con la combinación de un intenso calor (en torno a los 538 °C) y la presencia de un polvo especial, el catalizador acelera las reacciones químicas que parten las moléculas de los hidrocarburos.





# Energía y transporte

**EL PETRÓLEO ES LA MAYOR FUENTE DE ENERGÍA** del mundo. Empleamos el ochenta por ciento del petróleo como combustible para mantener nuestro estilo de vida. Dado que el petróleo libera su energía al quemarse, solo podemos utilizarlo una vez. Quemamos una pequeña parte para calentar nuestros hogares y una gran parte para conseguir vapor de agua para mover turbinas y generar energía eléctrica. Sin embargo, la mayor parte, ya sea en forma de gasolina, gasóleo, fuel o queroseno, se consume en los motores. Cada día hacen falta treinta millones de barriles de petróleo para que funcionen todos nuestros coches, camiones, trenes, barcos y aviones.

## MULTIUSO

Los calefactores de combustóleo supusieron un gran avance para los hogares. Anteriormente, había que hacer fuego para poder calentar las casas, lo que implicaba humos y el almacenamiento de carbón o madera. No obstante, este tipo de fogones servían para cocinar y calentar al mismo tiempo.

El coche eléctrico Reva G-Wiz



El G-Wiz tiene una autonomía de 64 km y una velocidad máxima de unos 64 km/h.



QUÉ SE OBTIENE DE UN BARRIL DE PETRÓLEO

- Lubricantes 0,9%
- Otros productos refinados 1,5%
- Asfalto bituminoso y aceite para carreteras 1,7%
- Gas licuado 2,8%
- Gas oil residual 3,3%
- Coque comercial 5,0%
- Gas de destilación 5,4%
- Queroseno 12,3%

Diésel 15,3%

Gasolina 51,4%

Fuente: Comisión de Energía de California

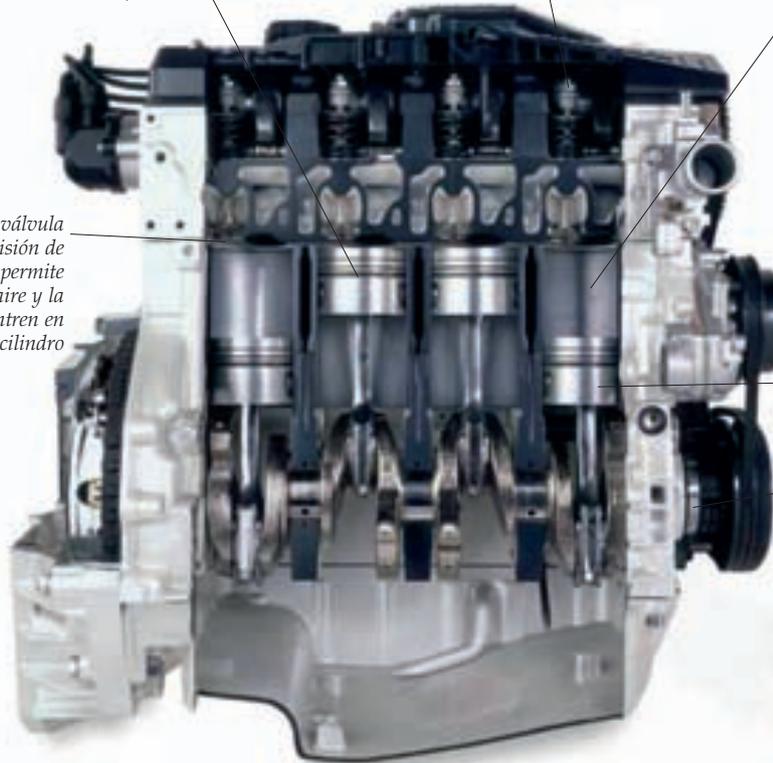
## COMBUSTIÓN INTERNA

La mayoría de los automóviles se mueven gracias a motores de combustión interna, que son los que consumen gasolina. El vapor de gasolina entra en cada uno de los cilindros del motor para que los pistones la compriman. Las bujías encienden la mezcla y, dado que la presión resultante es muy alta, el vapor se calienta rápidamente y se expande de repente, lo que hace que se genere una fuerza que devuelve el pistón a su posición inicial. Al descender, los pistones mueven un eje llamado cigüeñal, que, por medio de diversos engranajes y correas, hace girar las ruedas del coche.

2. Al elevarse, el pistón comprime el combustible que ocupa el cilindro

3. El chispazo de la bujía inicia la combustión de la gasolina, que emite gases al quemarse

4. Al expandirse, los gases calientes empujan el pistón hacia abajo, y este, a su vez, hace girar el cigüeñal



1. La válvula de admisión de combustible permite que el aire y la gasolina entren en el cilindro

## DOS MOTORES EN UNO

Para reducir el consumo de combustible y la contaminación, los fabricantes de automóviles han diseñado coches «híbridos» que cuentan con un motor de gasolina y un motor eléctrico. El motor de gasolina permite que el coche arranque y carga una batería. La batería alimenta el motor eléctrico, que, una vez en marcha, sustituye al de gasolina. Algunos automóviles funcionan tan solo con baterías. El Reva G-Wiz que se ve en la ilustración se carga conectándolo a un enchufe.

Los cilindros entran en funcionamiento acompasadamente para lograr que el cigüeñal no deje de girar

Las correas impulsan un ventilador y una bomba de agua para refrigerar el motor





**VIDAS MODULADAS POR EL PETRÓLEO**  
Gracias al petróleo, el automóvil ha permitido que las ciudades se extiendan por el territorio como nunca antes y den lugar a zonas residenciales como la de la imagen izquierda. Las viviendas son espaciosas, y los jardines grandes; sin embargo, las tiendas y puestos de trabajo están a veces tan alejados que resulta complicado vivir en las afueras sin tener coche.

*El transporte público no llega a muchos barrios de las afueras*



*Los coches de fórmula 1 gastan 0,4 litros de gasolina por cada kilómetro recorrido, de manera que deben parar a repostar durante la carrera*

#### COMBUSTIBLE DE CARRERAS

Las compañías petroleras varían las proporciones de los diferentes hidrocarburos y añaden componentes adicionales para producir combustibles a la medida de diversos motores. El reglamento de la Fórmula 1 estipula que los bólidos participantes empleen un combustible similar al de los coches corrientes. Sin embargo, estos automóviles usan un combustible más volátil que mejora el rendimiento del motor.

*Los aviones almacenan el combustible en las alas*



#### COMBUSTIBLE PARA VOLAR

Alrededor de las tres cuartas partes del petróleo empleado para los transportes se destina al motor de los vehículos terrestres, si bien los aviones consumen cada vez más. Un avión de pasajeros de gran tamaño que vuela desde Washington a San Francisco consume unos 77.000 litros de queroseno. El queroseno se distingue de la gasolina por su temperatura de ignición, que es más alta. Esto hace que sea más seguro que la gasolina para el transporte aéreo.

#### TRANSPORTE PESADO

La mayoría de los automóviles consumen gasolina. Los camiones y los autobuses, sin embargo, funcionan con diésel, que es más pesado. Los motores diésel no necesitan bujías. Los pistones comprimen el aire de los cilindros con tanta fuerza que el diésel estalla por sí solo. Los motores diésel consumen menos que los de gasolina y, en consecuencia, son más rentables, pero, a cambio, pesan más, dado que necesitan robustez para soportar las presiones que se generan en los cilindros. En consecuencia, son más lentos que los de gasolina y gozan de una popularidad menor entre los automovilistas.

# Derivados del petróleo

**EL PETRÓLEO NO ES SOLO UNA FUENTE DE ENERGÍA,** es también una materia prima de primer orden. Su rica mezcla de hidrocarburos puede transformarse para obtener sustancias muy útiles tales como los productos petroquímicos. El procesamiento suele alterar los hidrocarburos de tal modo que es difícil advertir que el producto final procede, en realidad, del petróleo. De este modo se fabrica una amplia gama de materiales y objetos, como, por ejemplo, plásticos, perfumes o sábanas. Usamos muchos derivados del petróleo como alternativas sintéticas a los materiales naturales y, así, utilizamos la goma sintética en lugar de la natural, o el detergente en lugar del jabón. Además, el petróleo nos proporciona materiales únicos, como el nailon.



## JUEGO LIMPIO

La mayoría de los detergentes están basados en productos petroquímicos. Por sí sola, el agua no elimina la suciedad de las superficies, dado que el aceite y la grasa la repelen. Los detergentes contienen sustancias químicas que atraen la grasa y el aceite. Se adhieren a la suciedad y la desprenden, y la limpieza resulta entonces efectiva.

*El petróleo actúa como lubricante*



Lápiz labial

Lápiz de ojos

**VERSE BIEN**  
El lápiz labial, el lápiz de ojos, la máscara de pestañas, la crema hidratante y el tinte de cabello son solo algunos de los productos de belleza de origen petroquímico. La mayoría de las lociones, por ejemplo, contienen vaselina, que es una sustancia cerosa, semejante a la parafina, que proviene del petróleo. Algunos fabricantes anuncian sus productos indicando que no contienen ningún derivado del petróleo.

*Hierba cultivada mediante fertilizantes petroquímicos*

**CONVIVIR CON EL PETRÓLEO**  
Para mostrar las numerosas utilidades del petróleo, esta familia se prestó a posar rodeada de todos los enseres derivados del petróleo que poseía. En realidad, fue necesario vaciar la vivienda, puesto que son muy pocos los objetos en cuya fabricación no ha intervenido el petróleo. Además de los incontables objetos de plástico, había productos de limpieza de la cocina, ropa confeccionada con fibras sintéticas, cosméticos, tintes, calzado y mucho más.



Carcasas de plástico de radios, televisores y computadores (poliestireno)

Cojines de espuma (poliuretano)

Juguetes (cloruro de vinilo y polietileno de alta densidad)

Ventanas de seguridad de plástico (cloruro de vinilo)

Recipientes para guardar alimentos (polietileno)

Gafas ligeras (policarbonato)

Recipientes irrompibles (policarbonato)

Bolsa de agua caliente (goma sintética)



### VELAS DE COLORES

Las velas se fabrican con cera de abejas y otras clases de cera, pero las más baratas son de parafina. Para que la cera no huela, el petróleo se filtra con arcilla y se somete a un tratamiento con ácido sulfúrico. El color hace que las velas sean más atractivas. La parafina también forma parte de otros productos como los barnices o los lápices de colores.



Vela de parafina

### PARA SENTIRSE MEJOR

Hace mucho tiempo, el petróleo se hizo famoso por sus supuestas propiedades medicinales. En la Edad Media, se utilizó para tratar enfermedades de la piel. Hoy día es la materia prima que se esconde en algunos de los medicamentos más importantes. Ejemplos de ello son los esteroides o la aspirina, ambos hidrocarburos.

Aspirinas



### DE ETIQUETA

Las moléculas de los productos petroquímicos se unen entre sí para dar lugar a una gran variedad de fibras como el nailon, el poliéster o la lycra, cada una de ellas dotada de propiedades diferentes. Esta fotografía tomada con un microscopio demuestra lo suave y lisa que es una fibra artificial (color rojo) si se la compara con la lana de oveja (color crema). Los tejidos acrílicos se secan antes que la lana porque sus fibras no tienen rugosidades en las que el agua pueda adherirse.



Fibra de lana natural

Fibra acrílica



### PETRÓLEO PARA LEER

Cuando hojeas las páginas de este libro estás leyendo petróleo. La tinta está hecha de unas pequeñas partículas de color (pigmentos) mezcladas con un líquido especial denominado disolvente. Semejante a la parafina, el disolvente suele ser un derivado del petróleo. Las pinturas y el barniz de uñas contienen también disolventes petroquímicos para mezclar los pigmentos.

# Plásticos y polímeros

**LOS PLÁSTICOS DESEMPEÑAN** un papel fundamental en nuestro mundo. Llegan a nuestras casas de maneras y formas muy diversas, ya sea como recipientes para mantener los alimentos frescos o como mandos del televisor. Una vez caliente, el plástico puede adoptar casi cualquier forma. Esto se debe a las moléculas que lo forman, los polímeros, que son larguísimas cadenas de átomos. Algunos polímeros plásticos son naturales, como el cuerno o el ámbar. Sin embargo, la mayoría de los polímeros de nuestros días son de origen artificial, y además proceden del petróleo y del gas natural. Los científicos han aprendido a emplear los hidrocarburos del petróleo para crear una gran variedad de polímeros, tanto para fabricar plástico como para producir fibras sintéticas y otros materiales.

Cada monómero tiene dos átomos de hidrógeno (blancos) y dos de carbono (negros)

## FABRICACIÓN DE LOS POLÍMEROS

Los polímeros son moléculas en forma de cadena compuestas por moléculas más pequeñas llamadas monómeros. El polietileno, por ejemplo, es un polímero plástico compuesto por 50.000 moléculas de un hidrocarburo monómero llamado etileno. Los científicos logran que los monómeros del etileno se unan entre sí por medio de una reacción química conocida como polimerización. En el mundo se producen más de 60 millones de toneladas de polietileno al año.

Polímero de polietileno



Polvera de carey, siglo XVIII

## POLÍMEROS NATURALES

Antes, la gente hacía botones, pomos, peines y polveras de polímeros naturales como la goma laca (secretada por el gusano de la laca) y el carey (obtenido de la concha de estas tortugas). Una polvera de carey como esta fue hecha calentado y derritiendo la concha, y luego dejándola enfriar dentro de un molde.



Teléfono de baquelita

## LOS PRIMEROS PLÁSTICOS

El primer plástico, llamado Parkesine, fue obra de Alexander Parkes (1813–1890), quien lo produjo modificando la celulosa, que es un polímero natural presente en el algodón. La era de los plásticos modernos comenzó en 1907, cuando Leo Baekeland (1863–1944) descubrió cómo crear nuevos polímeros por medio de reacciones químicas. Su revolucionario polímero, la baquelita, es una mezcla de átomos de fenol y formaldehído producida con presión y calor. La baquelita tuvo gran variedad de usos como materia prima para la fabricación de hélices de aviación, joyería y pomos, pero su mayor éxito es el de las carcasas para aparatos eléctricos, dado que presenta unas excelentes cualidades como aislante eléctrico.



## POLIETILENO

Resistente y a la vez blando y flexible, el polietileno es uno de los plásticos más versátiles y más usados. Creado por la compañía ICI en 1933, es también uno de los más antiguos. La mayor parte de las botellas de plástico están hechas de polietileno.



## POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Entre las muchas clases de polietileno destaca el polietileno de alta densidad. Se caracteriza por su dureza y densidad, y a menudo se emplea en la producción de juguetes, envases de detergente, jarras y contenedores de basura.



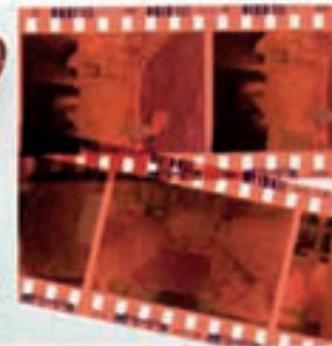
## POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Las uniones de los polímeros que forman este polietileno son débiles, lo que da lugar a un plástico muy ligero y flexible. A modo de fina película transparente, se emplea en los envoltorios de las rebanadas de pan o de otros alimentos.



## CLORURO DE POLIVINILO

El PVC es uno de los plásticos más resistentes, y forma parte de cañerías y ventanas. Si se ablanda con unas sustancias denominadas plastificadores, sirve para fabricar calzado, envases de champú, bolsas para contener sangre y muchas otras cosas.



## POLIPROPILENO

El polipropileno, un plástico rugoso y resistente a casi cualquier disolvente o ácido, suele usarse en los envases de productos químicos o farmacéuticos. La película fotográfica es también de polipropileno, pues a este plástico no le afectan los líquidos de revelado.



## POLIESTIRENO

Se emplea en los estuches de los CD, duros y transparentes. Si se le inyectan burbujas de aire, forma una espuma ligera empleada, por ejemplo, para empaquetar huevos o, por sus propiedades térmicas, para fabricar vasos de café desechables.



Fibra de aramida

Chaleco antibalas de Kevlar®

#### FIBRA DURA

En 1961, la química Stephanie Kwolek (nacida en 1923) descubrió cómo producir fibras sólidas a partir de una serie de sustancias químicas líquidas entre las que se incluyen los hidrocarburos. Las fibras fabricadas por este procedimiento, denominadas fibras de aramida, son increíblemente resistentes. Cuando están entretreçadas, algunas fibras de aramida como el Kevlar® forman un material lo bastante liviano para servir como tejido para un chaleco y lo bastante resistente para detener el impacto de una bala.

**FIBRAS VELOCES**  
 No todos los polímeros de los hidrocarburos son plásticos. Los polímeros también se pueden tejer entre sí para formar fibras muy resistentes. Las fibras de polímeros sintéticos no solo están presentes en la ropa corriente, sino también en algunas prendas deportivas especiales. Basado en investigaciones sobre la piel de tiburón, el traje de baño Fastskin® está diseñado para que el nadador se deslice por el agua con la mínima resistencia.



#### LA BURBUJA DEL FÚTBOL

Los polímeros plásticos no necesariamente proceden de los hidrocarburos del petróleo o el gas natural. En los polímeros de fluorocarbono como el teflón (empleado para recubrir sartenes antiadherentes) o el tetrafluoroetileno, se combina flúor con carbono. Es el material elegido para fabricar láminas translúcidas como las que cubren el futurista estadio Allianz, de Múnich. Cuando el Bayern de Múnich juega en casa, el estadio se viste de un rojo luminoso.



#### EL PODER DEL CARBONO

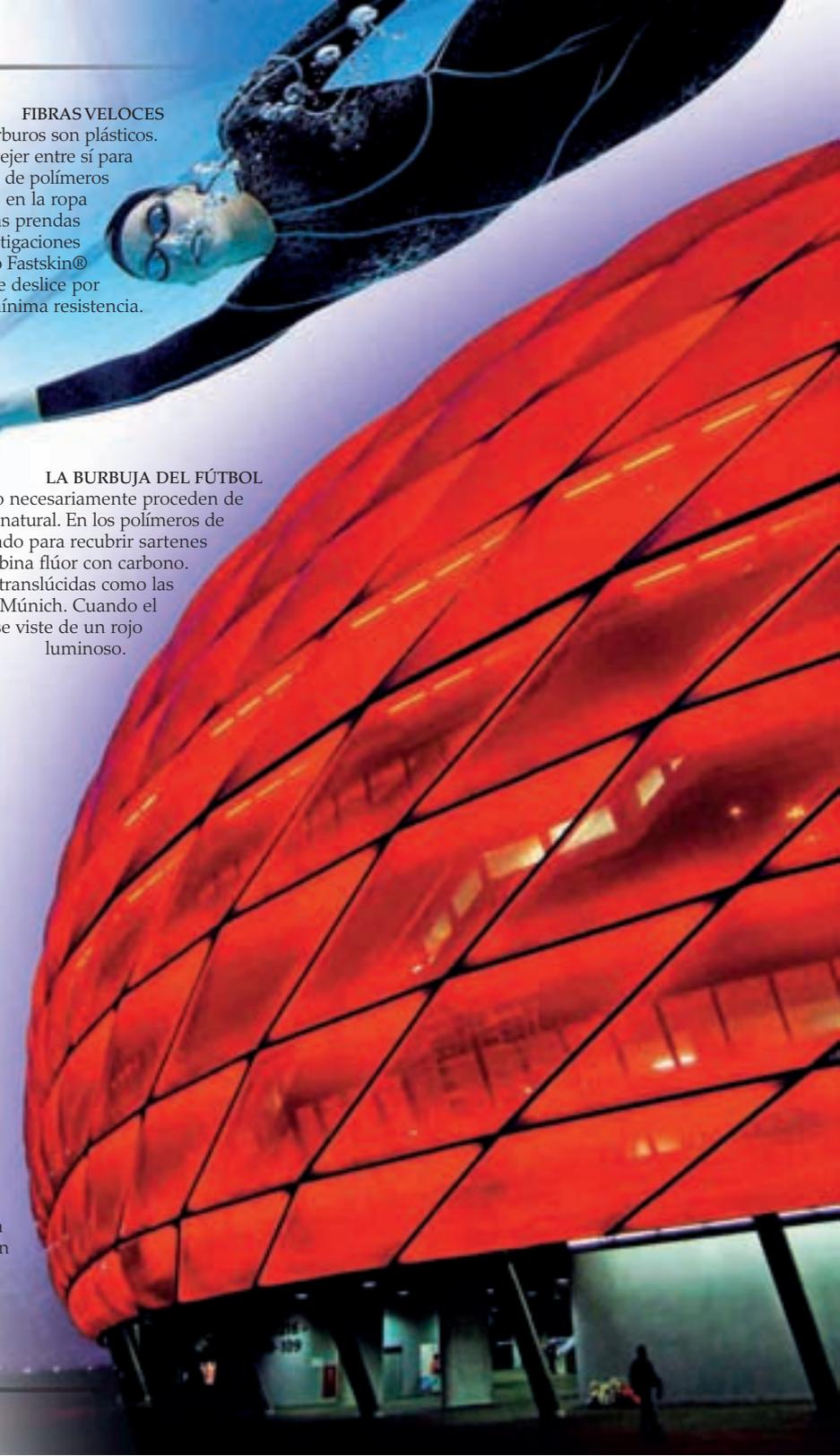
Al insertar en ellos fibras de carbono, algunos plásticos como el poliéster se convierten en un material muy resistente y liviano denominado fibra de carbono. Dado que combina el plástico con el carbono, se dice que la fibra de carbono es un material compuesto. Como combina plástico y carbono, el PRFC se describe como un material compuesto. Su uso es ideal cuando se necesitan a la vez solidez y ligereza, como en el marco de esta raqueta de tenis.

#### PLÁSTICOS COMUNES

Los hidrocarburos pueden unirse entre sí de diferentes maneras para formar cientos de tipos distintos de polímeros plásticos, cada uno con cualidades particulares. Cuando las fibras de polímeros se unen fuertemente, el plástico es rígido, como el policarbonato. Cuando se deslizan fácilmente una sobre otra, el plástico es blando como el polietileno. Según esto, los fabricantes de plástico elegirán el que les ofrezca las características adecuadas para el uso que se hará de él.

#### POLICARBONATO

Por su resistencia a la rotura y capacidad para soportar temperaturas muy altas, el policarbonato está ganando paulatinamente popularidad en la industria manufacturera. Los discos DVD, los reproductores de audio digital, las pantallas de las lámparas o las lentes de las gafas de sol están hechos de policarbonato.



# Petróleo global

**EL PETRÓLEO HA HECHO MILLONARIOS** a algunos, proporcionado cuantiosos beneficios a muchas empresas y convirtiendo en ricos a algunos países pobres. Desde los primeros pasos de la industria, en el siglo xix, los señores del petróleo han amasado fortunas de la noche a la mañana. Es el caso de Hadji Taghiyev (1823–1924), de Bakú. En EE UU, el primero en hacerlo fue Jonathan Watson (1819–1894), oriundo de Titusville, en donde Drake había abierto el primer pozo petrolífero estadounidense (ver página 12). Luego llegaron las grandes dinastías petroleras de John D. Rockefeller (1839–1937) y Edward Harkness (1874–1940) y, más tarde, el poder de texanos como Haroldson Hunt (1889–1974) o Jean Paul Getty (1892–1976), todos aclamados en su tiempo como las personas más ricas del planeta. Los jeques árabes tomaron el relevo al final del siglo xx, y ahora le ha llegado el turno a Rusia.

La torre Emirates Office es uno de los edificios más altos del mundo



## EL PRIMER GIGANTE PETROLERO

La compañía Standard Oil comenzó siendo un pequeño establecimiento en la ciudad estadounidense de Cleveland, en Ohio (EE UU), pero pronto se convirtió en la primera gran empresa petrolera. En los años veinte y treinta, la compañía y sus gasolineras, como esta de Nueva Jersey, pasaron a formar parte del paisaje cotidiano. Llamada ahora ExxonMobil, es la mayor de las grandes petroleras.

## LA PROSPERIDAD PETROLERA

La riqueza que proporciona el petróleo ha transformado países como Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos u otros estados del golfo Pérsico. Hace cincuenta años eran países con pocos recursos, poblados por nómadas que vivían en el desierto con la misma sencillez que hace dos mil años. Ahora, en cambio, las economías de la región alcanzan cotas cada vez más altas en ciudades modernas y titilantes como Dubai, en Emiratos Árabes Unidos, conocida por la hospitalidad de su gente y su riqueza cultural.



**¿QUIÉN ES EL MÁS GRANDE?**

Wal-Mart ha desplazado a ExxonMobil como mayor corporación en la lista mundial de la revista *Fortune 500*. ExxonMobil es la mayor y más rentable empresa petrolera privada, pero no la mayor compañía petrolera del mundo. La mayor es Saudi Aramco, que tiene 260.000 millones de barriles equivalentes de reservas de petróleo y gas natural, comparados con los 23.000 millones de ExxonMobil, lo que la convierte en la n.º 12. De hecho, las diez mayores compañías de petróleo y gas natural del mundo son empresas controladas por gobiernos llamadas NOC (*national oil companies*, compañías petroleras nacionales).

**Las 10 mayores compañías de gas y petróleo del mundo**

1. Saudi Aramco (Arabia Saudí)
2. National Iranian Oil Co. (Irán)
3. Gazprom (Rusia; copropiedad del Estado)
4. Qatar Petroleum (Qatar)
5. Kuwait Petroleum Co. (Kuwait)
6. Petróleos de Venezuela (Venezuela)
7. Adnoc (Emiratos Árabes Unidos)
8. Nigerian Nacional Petroleum Co. (Nigeria)
9. Sonatrach (Argelia)
10. Libya NOC (Libia)



Chelsea Football Club

**MAGNATES RUSOS**

Cuando la Unión Soviética se disolvió en la década de 1990, se vendieron muchas empresas estatales de petróleo y gas. Roman Abramovich (izquierda), un astuto inversor ruso, empleó su riqueza para comprar el club de fútbol londinense Chelsea, una adquisición que convirtió a Abramovich en una celebridad y al club en una entidad laureada.



**EL PETRÓLEO CONECTA EL MUNDO**

En 2007, las aerolíneas del mundo entero ofrecieron cerca de 2,4 millones de vuelos programados al mes. Los constructores de aviones andan a la caza de biocombustibles para sus aparatos, lo cual es difícil, pues estos no generan la misma energía que los combustibles fósiles. Además, un combustible para vehículos aéreos debe mantenerse en estado líquido a las bajas temperaturas que rodean un avión en vuelo, y los biocombustibles suelen solidificarse más rápidamente que sus equivalentes derivados del petróleo.



Paneles solares de BP en Filipinas



En 2000, BP adoptó una flor como nueva insignia de su imagen de marca



El gas sobrante de las explotaciones petrolíferas se elimina por medio del fuego



**LA MALDICIÓN DE LOS RECURSOS**

Esta expresión alude a la situación paradójica de los países ricos en recursos naturales que suelen experimentar un crecimiento económico menor que las naciones que carecen de ellos. Los gobiernos no siempre garantizan que todo el mundo se beneficie de la riqueza que aporta el petróleo. Por ejemplo, en Nigeria, rica en petróleo, el pueblo pobre de los urohobos del delta del Níger hornea su *krokpo-garri* (tapioca) al calor de una llamarada de gas nociva para la salud. Nigeria y otros países trabajan para paliar tal situación, pero la falta de acceso a la energía es un problema para todos los pobres del mundo, cuya salud se ve dañada porque no tienen acceso a energía limpia, como la electricidad, y por tanto están expuestos al humo de hogueras y chimeneas.

**ECOLOGÍA**

La preocupación ambiental ha dañado la imagen del petróleo como combustible. Pero la industria petrolera ha experimentado múltiples mejoras que han reducido su impacto ambiental, y está haciendo grandes inversiones en energía alternativa. BP, por ejemplo, posee hoy gran parte del mercado de la energía solar; forma parte del mayor programa mundial de energía solar, que suministra dicha energía a aisladas aldeas filipinas.



**COMBUSTIBLE PARA LA ARMADA**  
La gigantesca petrolera BP fue en sus inicios la Anglo-Persian Oil Company, fundada tras descubrir petróleo en Irán en el año 1908. Su producción fue vital para Gran Bretaña en la I Guerra Mundial (1914–18). Churchill, primer lord del almirantazgo entonces, insistió en que la armada británica cambiara el carbón por petróleo, marcando el inicio de la edad del petróleo. La armada de otros países hizo lo mismo poco después de la guerra y las armadas del mundo se convirtieron en los más importantes usuarios del petróleo como combustible.

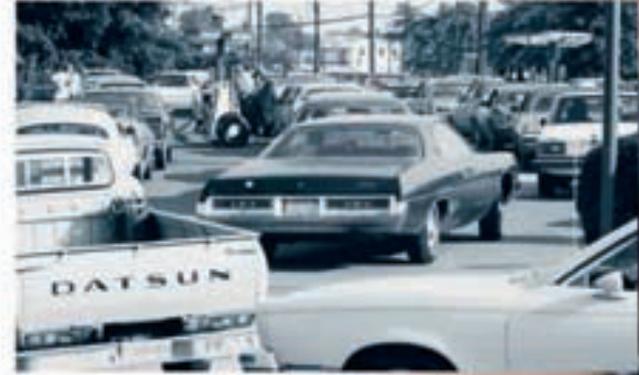


Lata de gasolina

# Petróleo y poder

**HASTA QUE SE ENCUENTREN FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVAS,** el petróleo seguirá siendo un requisito básico para el mantenimiento del tejido

económico mundial. Su peso estratégico y las altísimas sumas que se generan con su comercio, por no hablar de su importancia militar –las máquinas de guerra consumen petróleo–, hacen que el «oro negro» se encuentre en el centro de muchos de los conflictos bélicos del siglo xx y en buena parte de los actuales. Las enormes reservas de crudo de Oriente Próximo tienen, sin duda, mucho que ver con la inestabilidad que sufre esta zona. En la actualidad, el petróleo de Rusia, Venezuela, Nigeria y otros países viene a complicar aún más la situación política internacional.



**LA CRISIS DEL PETRÓLEO**  
En 1973, Israel entró en guerra con Siria y Egipto. La OPEP cortó las exportaciones de petróleo a los países aliados de Israel, entre ellos EE UU y algunos países europeos. Esta situación provocó una gran carestía de combustible en Occidente, que dependía del petróleo de Oriente Próximo. Las gasolineras estadounidenses servían gasolina a los coches con matrículas pares o impares en días alternos.



Sheik Yamani fue un hábil negociador



**GOLPES DE ESTADO**  
Mohammed Mossadegh (1882–1967) fue primer ministro electo de Irán desde 1951 hasta 1953. Después de nacionalizar la compañía Anglo-Iranian Oil Company (más tarde, Anglo-Persian Oil Company), controlada por los británicos, Gran Bretaña y EE UU decidieron dar un golpe de estado y derrocarlo.

**INCENDIOS DE GUERRA**  
El petróleo está en el origen de las guerras de la región del golfo Pérsico. Cuando sus tropas invadieron Kuwait en 1990, el dictador iraquí Saddam Hussein argumentó que aquel país se había aprovechado de pozos petrolíferos iraquíes. EE UU y sus aliados enviaron soldados al conflicto, principalmente, porque deseaban proteger los campos petrolíferos. Mientras se retiraban, los iraquíes incendiaron los pozos kuwaitíes.

**LÍDER DEL PETRÓLEO**  
En los años sesenta, los países productores de petróleo más importantes, incluyendo los de Oriente Próximo y Venezuela, fundaron la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo). Sheik Yamani (nacido en 1923), de Arabia Saudí, fue el líder de la OPEP durante 25 años. Durante la crisis del petróleo de 1973 persuadió a los miembros de la OPEP para cuadruplicar los precios.



**EL PETRÓLEO Y LA II GUERRA MUNDIAL**  
 Los líderes de ambos bandos de la Segunda Guerra Mundial sabían que la sangre de un ejército era el petróleo. Antes de la guerra, los expertos habían desechado los delirios de Adolph Hitler de conquistar el mundo, en gran parte porque Alemania apenas tenía suministros de petróleo. Sin embargo, Hitler había reunido un gran complejo industrial para fabricar petróleo sintético a partir de las ricas reservas de carbón de su país. El petróleo se convirtió así en una estrategia bélica, pues las fuerzas aliadas bombardearon la industria de combustibles sintéticos alemanes, lo que paralizó grandes sectores de la ofensiva germana. La falta de petróleo también afectó la maquinaria bélica japonesa.



Junker 52 alemán de la década de 1930

Rascacielos de Sheikh Zahid (Dubai)

**EL NACIMIENTO DE COMPAÑÍAS NACIONALES DE PETRÓLEO**  
 Una compañía petrolera nacional (NOC por sus siglas en inglés) es una empresa gubernamental que gestiona los recursos de petróleo y gas del país. Las mayores NOC operan en Arabia Saudí, Irán, Kuwait, los Emiratos Árabes Unidos y Venezuela, pero también las hay en Noruega, Malasia, India y México. Hoy las NOC controlan tres cuartas partes de las reservas mundiales de petróleo. Son ahora empresas sofisticadas, muy eficaces y rentables que aportan poder financiero y prestigio a sus naciones. Por ejemplo, el deseo de Venezuela de ejercer más control sobre sus recursos ha conducido a la reducción del papel de las compañías petroleras en dicho país.

**LOS MODERNOS EMIRATOS ÁRABES UNIDOS**  
 Desde que se descubrió el petróleo hace más de 30 años, los Emiratos Árabes Unidos (EAU) han pasado de ser una región de pequeños principados en el desierto a un estado moderno con un alto nivel de vida. Como centro de comercio y turismo, la prosperidad de Dubai se refleja en sus colosales centros comerciales y complejos de lujo junto a un mar azul turquesa, que atraen a cerca de siete millones de turistas al año. La tasa de crecimiento de Dubai sobrepasa incluso la de China, que también tiene una de las economías de mayor crecimiento del mundo.

*Los incendios de los pozos kuwaitíes ardieron durante siete meses y consumieron mil millones de barriles de petróleo*

**LA SED CHINA DE PETRÓLEO**  
 La energía impulsa la economía, y la sed de China de petróleo y otros recursos incide en su política exterior y sus relaciones con otros países. Su necesidad de petróleo es mucho mayor que la que ofrecen sus reservas de crudo, y por ello ha adquirido participaciones en la exploración y producción de petróleo en Kazajistán, Rusia, Venezuela, Sudán, África Occidental, Irán, Arabia Saudí y Canadá. En la actualidad China importa el 32% de su petróleo, y se espera que en 2010 doble su demanda de petróleo importado.



# Petróleo y medio ambiente

EL MUNDO DEPENDE DEL PETRÓLEO Y EL GAS para producir casi toda su energía, cosa que probablemente aún hará durante muchos años. Entre tanto, hay una preocupación creciente por el calentamiento global, en el que, según se cree, influyen las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) derivadas de la actividad humana. Las inquietudes que despierta el cambio climático podrían llevar a restringir las emisiones de carbono, cosa que exigirá a su vez cambios en la producción y consumo de energía. La industria del petróleo ha cambiado mucho en los últimos 50 años, y se han aplicado rigurosos controles e innovaciones tecnológicas para cuidar mejor el entorno natural. Desde 1990 la industria estadounidense de petróleo y gas ha hecho inversiones por 148.000 millones de dólares en la mejora de su programa ambiental. Los resultados pueden verse en una menor «huella» (cantidad de superficie alterada), una menor generación de residuos, operaciones más limpias y seguras y mayor compatibilidad con el entorno.



## REGAR LAS PLANTAS

Los pistachos y otras muchas cosechas de California se cultivan con agua conducida a la superficie gracias a la producción de gas y petróleo. El agua de la producción de metano de carbón de Wyoming se está sometiendo a pruebas para regar los cultivos de cebada y otras cosechas. Las nuevas técnicas para limpiar el agua producida durante las operaciones de petróleo y gas de los contaminantes mejoran de forma significativa la calidad del agua para su inyección en subsuelo o aprovechamiento en superficie.



## SEGURIDAD FRENTE A LOS HURACANES

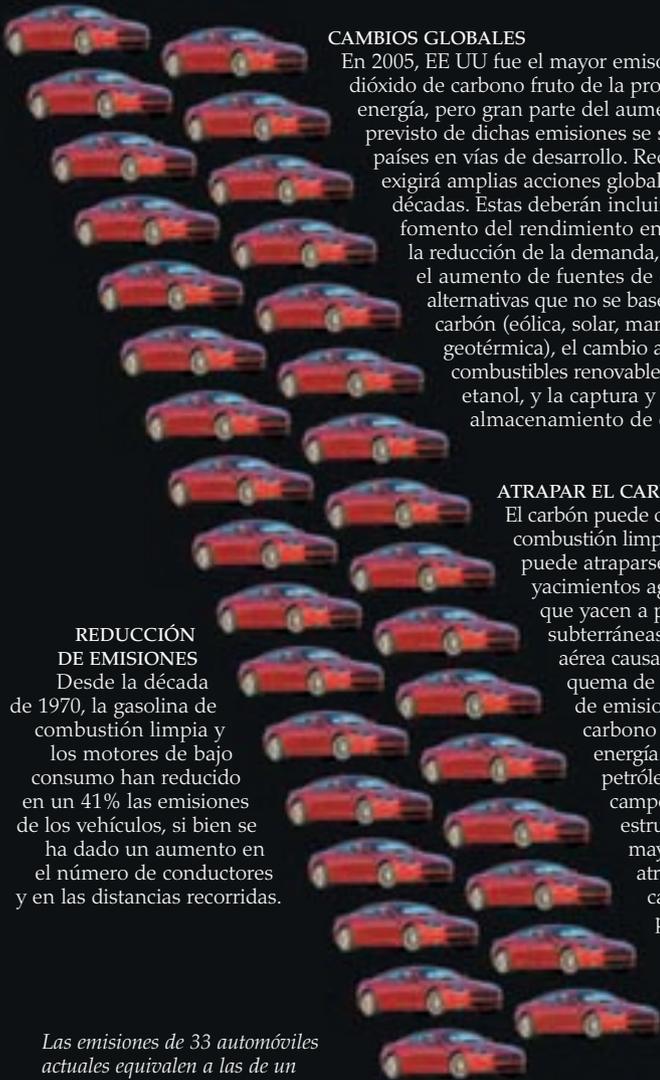
En 2005, justo antes de que los huracanes Katrina y Rita asolaran el Golfo de México, todas las plataformas de producción en alta mar se evacuaron a fin de proteger a sus trabajadores, y su producción se detuvo. Como resultado, no se perdieron vidas y no hubo derrames de crudo importantes. En el Golfo de México hay más de 4.000 plataformas, y más del 97% de ellas han sobrevivido a dichas tormentas legendarias. Las instalaciones en alta mar construidas a partir de 1988 se diseñaron para soportar «tormentas de 100 años», expresión que incluye todo fenómeno hasta la Categoría 5.

## EL EFECTO INVERNADERO

La radiación solar calienta el suelo, que a su vez reemite radiación infrarroja a la atmósfera. Gran parte de esta radiación pasa al espacio, pero otra queda atrapada por ciertos gases en la atmósfera, como el dióxido de carbono, el vapor de agua y el metano, que actúan como el cristal de un invernadero. Tal «efecto invernadero» mantiene la Tierra lo bastante caliente para propiciar y mantener la vida. Pero la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera está atrapando demasiada radiación infrarroja, lo que calienta más el planeta. Las emisiones de dióxido de carbono se deben a plantas eléctricas que queman combustibles fósiles y a las emisiones de vehículos y edificios. La deforestación es la segunda causa, responsable del 25% de todas las emisiones de carbono que se difunden en la atmósfera por la quema y tala anual de unos 13 millones de Ha de árboles. El metano, segundo gas en importancia de efecto invernadero, se debe, sobre todo, a la agricultura, en especial al cultivo de arrozales, y a la flatulencia de las vacas, así como a la producción de combustible fósil.

## PEQUEÑAS HUELLAS

En los últimos 30 años, las huellas de las plantas de producción se han reducido de forma radical. El tamaño de las plataformas de perforación ha disminuido en un 80%. Si el campo de petróleo de Prudhoe Bay en Alaska se abriera con la tecnología de hoy, su huella sería como mínimo un tercio de la actual. La nueva tecnología, que incluye la supervisión con antenas y satélites, aumenta el éxito potencial de los pozos de gas y petróleo, y permite hacer menos agujeros, con lo que se modifica menos el entorno. La perforación dirigida avanzada da acceso a un blanco subterráneo del tamaño de un armario a más de 8 km de la torre de perforación, lo que hace posible perforar múltiples pozos desde un solo sitio.



#### CAMBIOS GLOBALES

En 2005, EE UU fue el mayor emisor de dióxido de carbono fruto de la producción de energía, pero gran parte del aumento previsto de dichas emisiones se sitúa en los países en vías de desarrollo. Reducirlas exigirá amplias acciones globales durante décadas. Estas deberán incluir el fomento del rendimiento energético y la reducción de la demanda, el aumento de fuentes de energía alternativas que no se basen en el carbón (eólica, solar, mareomotriz, geotérmica), el cambio a los combustibles renovables como el etanol, y la captura y el almacenamiento de carbono.

#### ATRAPAR EL CARBONO

El carbón puede convertirse en un gas de combustión limpia y el dióxido de carbono puede atraparse e inyectarse en los yacimientos agotados de petróleo y gas que yacen a profundidades subterráneas, para reducir la polución aérea causada por el carbón. La quema de carbón es la mayor fuente de emisiones de dióxido de carbono fruto de la producción de energía. La industria del gas y el petróleo es responsable de los campos de gas y petróleo, las estructuras geológicas con los mayores potenciales para atrapar carbono. En algunos casos, el dióxido de carbono puede usarse para obtener más petróleo de los yacimientos existentes.

#### REDUCCIÓN DE EMISIONES

Desde la década de 1970, la gasolina de combustión limpia y los motores de bajo consumo han reducido en un 41% las emisiones de los vehículos, si bien se ha dado un aumento en el número de conductores y en las distancias recorridas.

*Las emisiones de 33 automóviles actuales equivalen a las de un coche de la década de 1960*



**DIÉSEL ULTRABAJO EN AZUFRE**  
El ULSD (siglas inglesas de *Ultra-low sulfur diesel*) es de combustión limpia, y permite la utilización de motores y vehículos diésel menos contaminantes, lo que resulta en un aire de mejor calidad. Cuando la flota de vehículos pesados se haya reemplazado por completo en 2030, la reducción de las emisiones anuales equivaldrá a eliminar la polución de más del 90% de los autobuses y camiones actuales.

#### DE LAS TORRES A LOS ARRECIFES

Cuando se agota el petróleo de un pozo, este se rellena de cemento y apenas queda huella de su existencia. Las plataformas se retiran para reciclarlas o para deshacerse de ellas de forma apropiada, o bien se reubican para su empleo como arrecifes artificiales. En un periodo de seis meses a un año después de derribar una torre, esta se cubre de crustáceos, coral, esponjas, almejas y demás criaturas marinas. Los arrecifes artificiales crean valiosos hábitats para los peces en zonas que carecen de arrecifes naturales, como el Golfo de México y Tailandia. Más de 120 plataformas del Golfo de México se han convertido en arrecifes artificiales diseñados para mejorar el hábitat de los peces y crear áreas de pesca recreativa.



#### CARRETERAS INVISIBLES

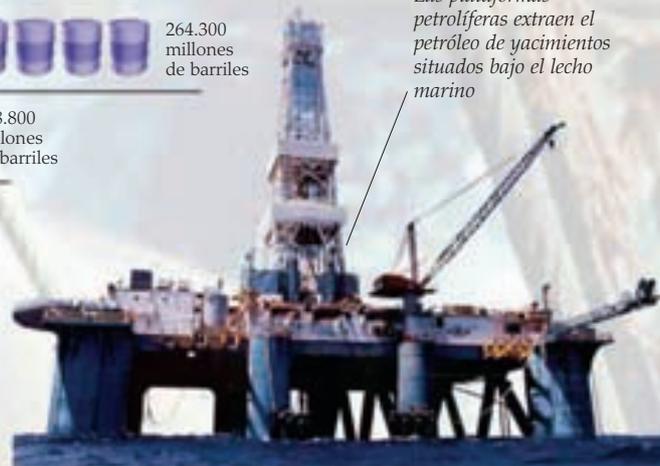
En el Ártico, las empresas construyen carreteras y plataformas de perforación de hielo para llevar a cabo sus operaciones. Dichas estructuras se derriten en primavera y no dejan huella de su existencia.

# Consumo y demanda

EL MUNDO UTILIZA unos 86 millones de barriles de petróleo diarios, y la necesidad mundial de energía aumenta a medida que las economías y poblaciones se expanden, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Se cree que en 2030 más del 80% de la población del mundo vivirá en dichos países, donde las fuentes de petróleo y gas se concentran cada vez más. Al mismo tiempo, la producción de gas y petróleo en EE UU y Europa disminuye. La Agencia Internacional de Energía prevé que el aumento de la demanda de energía requerirá una inversión de 20 billones de dólares durante los siguientes 25 años. Más de la mitad de esa cifra se destinará a generar y distribuir la energía. El desafío actual reside en producir los recursos energéticos limpios, asequibles y abundantes necesarios para mantener nuestro mundo.



Las plataformas petrolíferas extraen el petróleo de yacimientos situados bajo el lecho marino



Arabia Saudí  
12,9%

Rusia  
12,1%

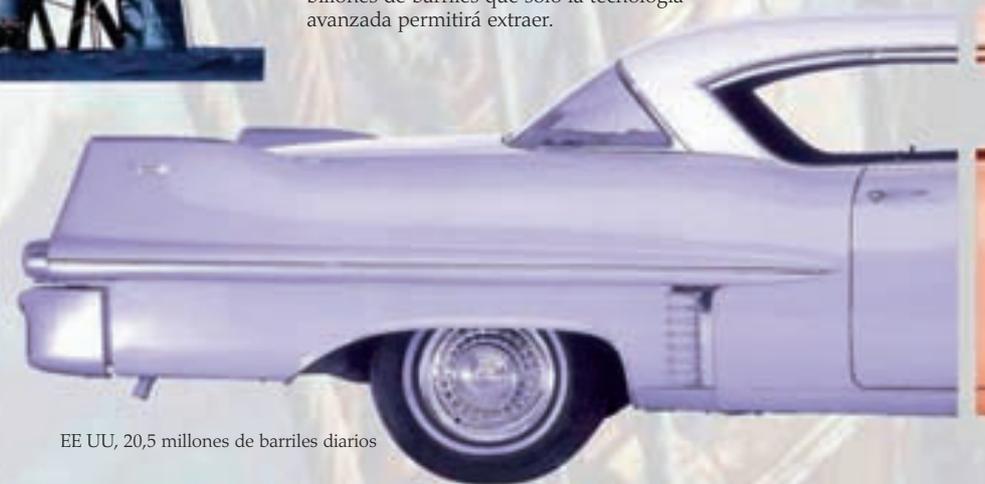
## NUEVAS RESERVAS DE PETRÓLEO

Con la creciente demanda de energía en todo el planeta, el desafío actual es cómo aportar el suministro adecuado, asequible y fiable necesario para que crezca la economía mundial al tiempo que se protege el entorno natural. El US Geological Survey calcula el total de recursos recuperables de petróleo convencional, incluidos los líquidos de gas natural, en más de 3,3 billones de barriles. De ellos se ha consumido hasta la fecha menos de un tercio, lo que deja casi 2,4 billones de barriles aún por producir. Además, también hay vastos recursos de petróleo «no convencional» —unos 7 billones de barriles que solo la tecnología avanzada permitirá extraer.

## RESERVAS DE PETRÓLEO POR PAÍSES

Las reservas subterráneas de petróleo más grandes del mundo están en Arabia Saudí, cuyo campo petrolífero de Ghawar es el más extenso del planeta. Con 280 km de largo por 30 de ancho, el inconmensurable Ghawar produce el 6% del petróleo mundial. La mayor parte de la porción restante, en cualquier caso, se encuentra en Oriente Próximo. Las reservas de Canadá son casi tan grandes como las de Arabia Saudí, pero, dado que se trata de yacimientos de arenas bituminosas, el petróleo es más difícil de extraer.

= aproximadamente 20.000 millones de barriles



EE UU, 20,5 millones de barriles diarios



EE UU  
7,9%



Irán  
5,5%



China  
4,7%



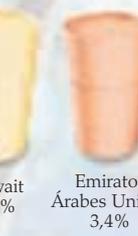
México  
4,6%



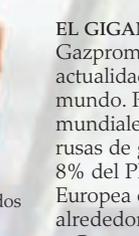
Canadá  
3,8%



Venezuela  
3,8%



Kuwait  
3,5%



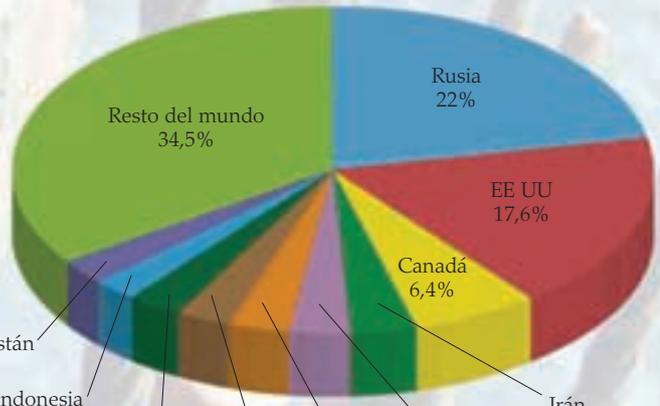
Emiratos  
Árabes Unidos  
3,4%

### PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES

Tres países –Arabia Saudí, Rusia y EE UU– extraen un tercio del petróleo mundial. De las reservas de Arabia Saudí, que es el productor de petróleo más importante del mundo, sale una media diaria de diez millones de barriles.

### LOS MAYORES PRODUCTORES DE GAS NATURAL

El gas natural ha experimentado el mayor crecimiento en el uso de fuentes de energía fósil desde la II Guerra Mundial. En 1950, daba cuenta de cerca de un 10% de la producción global de energía, y hoy alcanza alrededor de un 23%. Rusia, EE UU y Canadá producen cerca de un 46% del gas natural del mundo.



China  
6,5 millones

Japón  
5,4 millones

Alemania  
y Rusia, cada  
una con  
2,6 millones

Canadá  
e India, cada  
una con  
2,3 millones

Brasil  
2,2 millones

Turkmenistán  
2,3%

Indonesia  
2,4%

Holanda  
2,6%

RU  
2,8%

Argelia  
3,0%

Noruega  
3,1%

Irán  
3,3%

### LOS PAÍSES MÁS CONSUMIDORES

El mundo consume suficiente petróleo al año para llenar una piscina de 1,6 x 1,6 km y 1,6 km de profundidad. EE UU consume más de 20 millones de barriles diarios, un cuarto del petróleo del mundo, y más de tres veces lo que consume su mayor rival, China. Casi todo el petróleo se utiliza para hacer circular coches y camiones. El consumo de energía de China aumenta con rapidez. Aunque el número de coches en dicho país se dobló entre los años 2000 y 2006, hay un coche por cada 40 habitantes, comparado con un automóvil por cada dos en EE UU, si bien se prevé que China experimentará un colosal aumento en la venta de vehículos y por consiguiente en la demanda de combustible. La Agencia Internacional de Energía prevé que en 2030 el 60% del uso de la energía se dará en los países en vías de desarrollo.

### EL GIGANTE DEL GAS RUSO

Gazprom, copropiedad del gobierno ruso, es en la actualidad la mayor compañía productora de gas del mundo. Produce cerca de un 20% de los suministros mundiales de gas, controla casi el 60% de las reservas rusas de gas y es la responsable del 8% del PIB de Rusia. La Unión Europea obtiene de Gazprom alrededor de un cuarto de su gas, y Gazprom a su vez confía en su mercado para realizar sus grandes inversiones en producción y transporte.



### EL PETRÓLEO MUEVE EL MUNDO

El petróleo alimenta todos los vehículos con motor, aviones, barcos y trenes del mundo. En total, los productos derivados del petróleo, como la gasolina para motores, el queroseno, el diésel y el aceite combustible, aportan cerca del 40% de la energía que consumen los hogares, negocios y fabricantes del mundo. En comparación, el gas natural y el carbón suministran cada uno menos del 25% de la demanda de energía mundial.



# El ahorro energético

**DURANTE MÁS DE UN SIGLO**, el consumo de petróleo en el mundo no ha parado de crecer y la demanda se calcula que aumentará un 60% en el próximo cuarto de siglo. El petróleo, el gas natural y el carbón seguirán siendo las principales fuentes de energía, junto con las energías renovables y la tecnología necesarias para cubrir la demanda energética. Además, hay preocupaciones sobre el cambio climático. Todo esto significa que debemos ser cuidadosos con el consumo de energía mejorando su uso y haciéndolo más eficiente, que es la forma de energía más barata y abundante. Todos podemos ayudar al planeta tomando decisiones inteligentes en nuestro consumo de energía.

*La aerodinámica reduce la energía necesaria para que el tren se desplace con rapidez*

## COGE EL TREN

Antes que hacerlo en coche, deberíamos viajar en tren, tranvía o autobús, pues estos medios de transporte consumen entre dos y tres veces menos combustible por pasajero y kilómetro que los automóviles privados. En algunos países, menos de un 5% de la ciudadanía hace uso del transporte público. Diversas investigaciones han demostrado que si un 10% de los estadounidenses empleasen el transporte público con regularidad, las emisiones de gases de efecto invernadero de ese país se reducirían en un 25%.

*La energía que un ser humano emplea para propulsar una bicicleta es renovable y no contamina*

## EJERCITA LAS PIERNAS

El medio de transporte más respetuoso con el medio ambiente son las piernas, ya sea para caminar o para montar en bicicleta. Cada vez son más las ciudades que han intentado hacer de la bicicleta un medio de transporte menos peligroso y más agradable. Casi la mitad de la población occidental admite ir en coche para hacer recorridos cortos que muy bien se podrían cubrir a pie o en bicicleta.



*Las frutas y verduras pueden cultivarse cerca de donde vives*



*Los productos locales suelen ser frescos y no requieren que se gaste energía en sistemas de refrigeración*

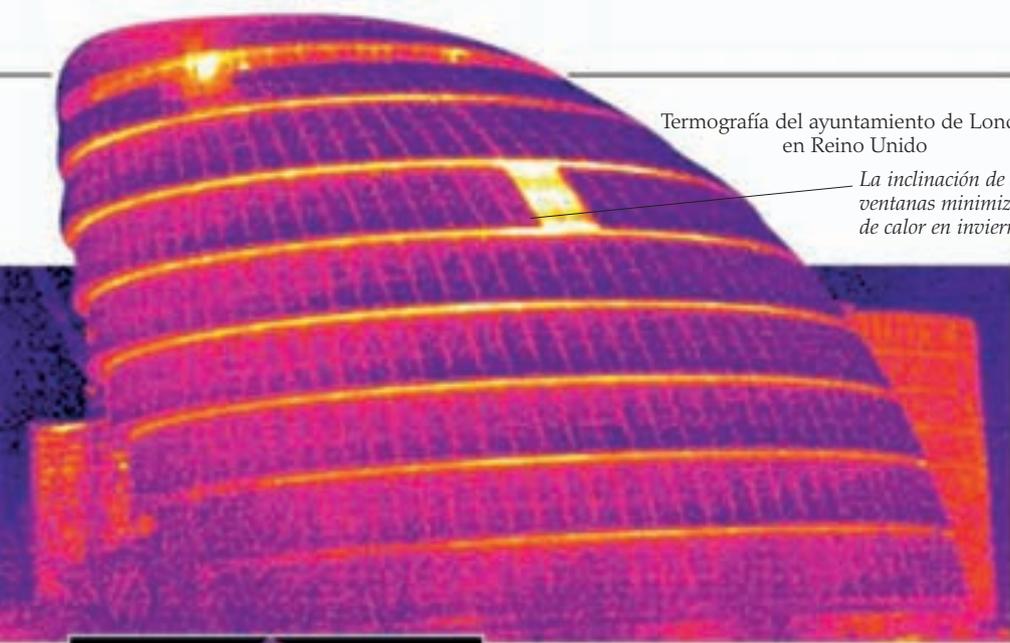
## COMPRA CERCA

Los alimentos que se compran en los supermercados han recorrido miles de kilómetros para estar donde están. De modo que, en lugar de ir en coche al supermercado y comprar alimentos que vienen de lejos, podríamos ahorrar combustible comprando productos locales, en especial, en los mercados agrarios, en los que los alimentos proceden de explotaciones agrícolas cercanas.

## ENERGÍA VAMPIRA

La energía vampira o fantasma es la que consumen algunos aparatos durante todo el día pese a no estar usándolos o tenerlos apagados. Estos equipos incluyen videocaseteras, televisores, reproductores de DVD, equipos de sonido, computadoras, impresoras y microondas. Podemos reducir nuestro consumo energético desconectando los aparatos de la pared cuando no estén en uso. También debemos asegurarnos de apagar el computador si no lo estamos utilizando.





Termografía del ayuntamiento de Londres, en Reino Unido

La inclinación de las ventanas minimiza la pérdida de calor en invierno



Las ventanas permiten que se escape el calor

Solo los gruesos muros retienen el calor

**REDUCE LA PÉRDIDA DE CALOR**

La termografía infrarroja indica por dónde pierde calor un edificio. La imagen de la izquierda muestra que esta vieja casa pierde la mayor parte del calor por las ventanas y el tejado (las zonas blancas y amarillas). Por esta razón, es importante instalar ventanas de doble cristal y aislar el tejado. Muchos edificios modernos incorporan los últimos avances en ahorro energético. Su construcción, diseño y forma originales otorgan al ayuntamiento de Londres (arriba) un aspecto elegante. Además, le permiten ahorrar un 75% de la energía que consumiría un edificio convencional del mismo tamaño.



Pueden reciclarse la mayoría de los envoltorios

En EE UU se tiran a la basura una media de 40 millones de botellas al día

**RECICLA**

Muchas veces es más fácil y menos costoso producir objetos con materiales reciclados que con materias primas. El empleo de residuos de aluminio en la fabricación de latas, por ejemplo, supone un ahorro energético del 95% con respecto a la producción ordinaria. No obstante, el reciclaje del plástico requiere un gasto energético mayor, si bien supone un ahorro en petróleo, dado que el plástico, en esencia, está hecho de petróleo.

Las plantas carnosas, como estas sedum, son perfectas para los tejados verdes, dado que toleran la escasez de agua y necesitan poca tierra

**AHORRA ENERGÍA**

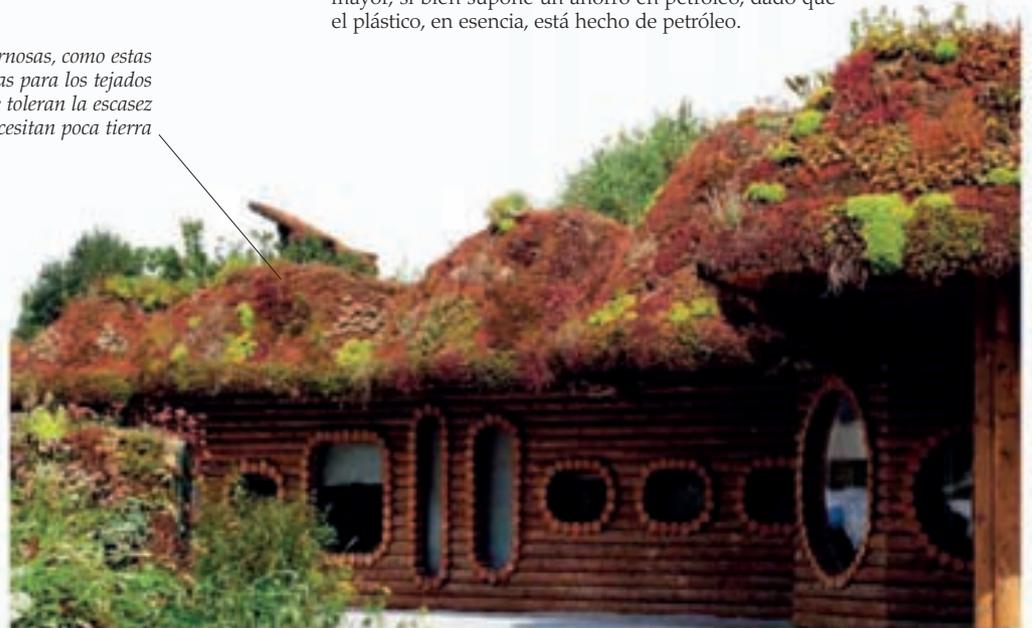
Podemos ahorrar energía en nuestra propia casa. Bajar la temperatura del termostato un solo grado implica un tremendo ahorro. Y lo mismo puede decirse de apagar la luz de las habitaciones vacías o de desconectar los televisores y computadores que no se están usando. Emplear bombillas de bajo consumo también es otra buena medida, ya que consumen un 80% menos que las convencionales.



Las bombillas de bajo consumo necesitan menos energía y, dado que se calientan menos, duran más

**TEJADOS VERDES**

En el futuro habrá más tejados como este, cubiertos de arbustos y hierbas, tanto en el campo como en las ciudades. Chicago, en EE UU, cuenta ahora con más de 250 bloques de oficinas diseñados con tejados verdes, y cada edificio público tendrá también el suyo. Los tejados verdes no solo son bonitos, sino que retienen el calor en invierno y mantienen el frescor en verano. Así, no hace falta gastar tanta energía en calefacción o aire acondicionado.





**¿COMBUSTIBLE A PARTIR DE LA BASURA?**

Cada día, los basureros reciben ingentes cantidades de basura. Las bacterias digieren los alimentos y el papel y, al hacerlo, emiten un gas que contiene un 60% de metano. Los científicos buscan la manera de aprovechar ese metano como fuente de energía.

# Sustitutos del petróleo

LA PREOCUPACIÓN POR EL AUMENTO de la demanda mundial de energía y el efecto de las emisiones de dióxido de carbono en el clima han hecho que la gente busque nuevas formas de impulsar los vehículos. La gasolina tiene una alta densidad energética y es fácil de manejar su temperatura y presión, por lo que resulta muy competitiva, especialmente como combustible para transporte. Casi todos los grandes productores de coches trabajan para desarrollar modelos que empleen energías alternativas, pero la mayoría están aún en fase experimental.

Algunas alternativas benefician el medio ambiente y todas buscan ser económicamente viables. Puede tomar más de dos décadas que la nueva tecnología sea ampliamente comercializada; dos ejemplos son la tracción delantera y la inyección de combustible. Mejorar la eficiencia del combustible de los coches es una solución para utilizar menos petróleo en el transporte, y la biomasa, que convierte granos y vegetación en fuentes de energía, se presenta como una nueva opción al combustible convencional.

**EL COMBUSTIBLE DE LAS PLANTAS**

Los combustibles derivados de las plantas son energías renovables, dado que se pueden cultivar más plantas que reemplacen a las que se consumen. Los biocombustibles se producen transformando los azúcares y el almidón de cultivos como el maíz o el azúcar de caña en etanol, o transformando en biodiésel la soja, la semilla de colza, la linaza y otras especies. Es posible obtener metanol procesando madera o residuos agrícolas. Si cada acre de maíz en EE UU se usara exclusivamente para la producción de etanol, menos de un 25% de la gasolina consumida podría reemplazarse por ese combustible. Además, los biocombustibles son solo un poco más limpios que los combustibles convencionales.



**LA FAUNA EN PELIGRO**

Si el espacio agrario se extiende para dar cabida a los cultivos que la producción de biodiésel requiere, es muy probable que la fauna corra peligro, por la invasión del hábitat y el empleo de insecticidas.

*Las semillas contienen un aceite con un elevado índice energético*

Lino



Maíz

*Los hidratos de carbono del maíz pueden transformarse en etanol*



Colza

Soja

*Las habas de la soja crecen en el interior de estas vainas*



### EL HIDRÓGENO DEL METANOL

Uno de los problemas de los automóviles que funcionan con celdas de hidrógeno radica en la escasez de estaciones de servicio preparadas para suministrar hidrógeno. De modo que, mientras no se generalicen estas estaciones, esta clase de automóviles deberán extraer el hidrógeno de otros combustibles. El Mercedes Nekar 5 obtiene hidrógeno a partir de metanol, que está a disposición del público en muchas estaciones de servicio.



Prototipo Mercedes Nekar 5



La batería se recarga con un cartucho de methanol

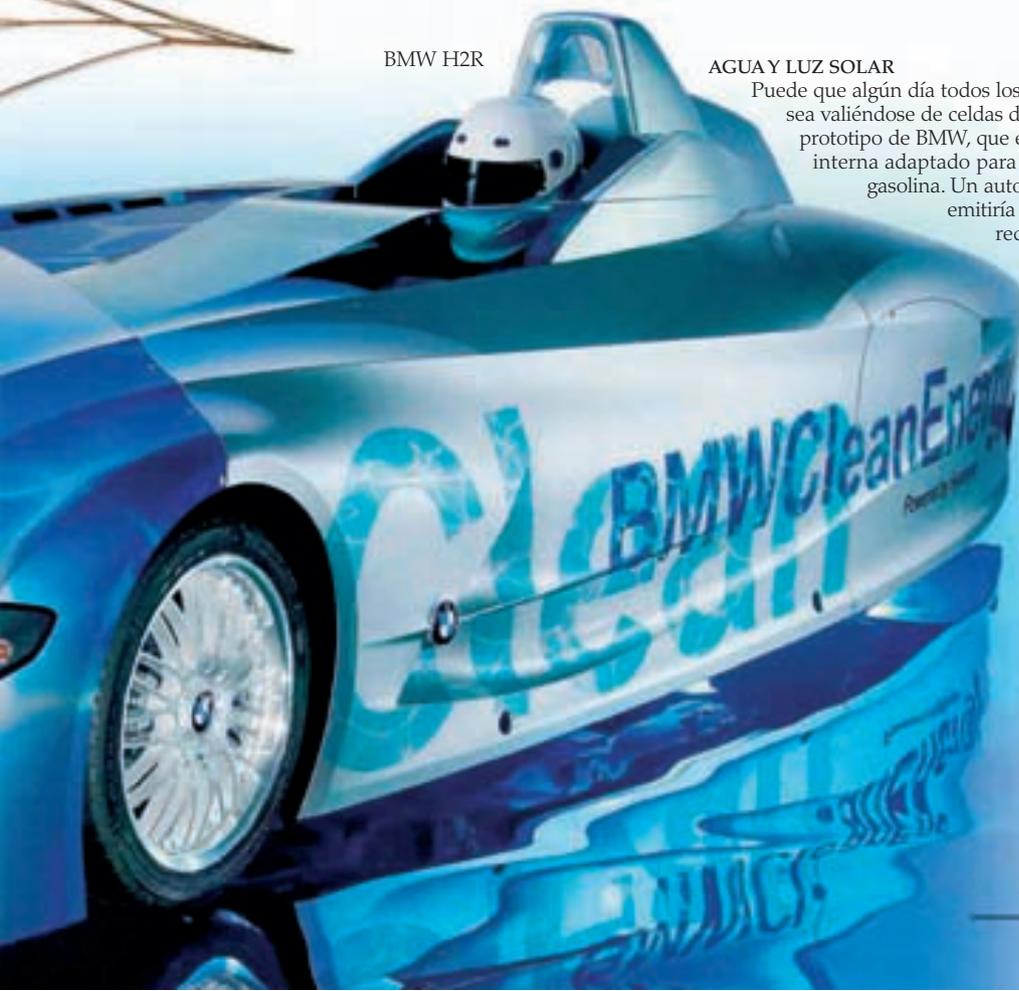
### TELÉFONO DE METANOL

Cuando se usa un teléfono móvil durante varias horas, es necesario enchufarlo a la red de corriente para recargar la batería. Los científicos están desarrollando unas pequeñas celdas de combustible capaces de generar la electricidad necesaria para recargar la batería por medio de metanol. Hoy en día, la mayor parte del metanol se obtiene del gas natural, ya que es más barato que producirlo a partir de materia orgánica, así que usar metanol no implica reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles.

### BMW H2R

### AGUA Y LUZ SOLAR

Puede que algún día todos los coches funcionen con hidrógeno, ya sea valiéndose de celdas de combustible, o como el H2R, un prototipo de BMW, que emplea un motor de combustión interna adaptado para quemar hidrógeno en lugar de gasolina. Un automóvil de estas características no emitiría gases contaminantes. El hidrógeno que requieren estos coches se produciría usando la energía solar para dividir el agua en hidrógeno y oxígeno. renovables por excelencia.



### REFINERÍA DOMÉSTICA

Unos sencillos dispositivos domésticos como el de la ilustración podrían transformar aceite vegetal en biodiésel, que contamina un poco menos que el gasóleo convencional. En los países cálidos, el biodiésel funcionaría en los automóviles diésel corrientes. En los climas más fríos, sería necesario mezclarlo con gasóleo.

### EL PODER DE LA COCINA

Es posible adaptar un motor de automóvil para lograr que funcione con aceite vegetal. Este tipo de aceite se fabrica triturando ciertas variedades de plantas o aprovechando el aceite vegetal usado de las cocinas. Sin embargo, las empresas de hostelería no generan el suficiente aceite vegetal usado necesario para reducir el consumo de gasolina. E igual que sucede con los biocombustibles, la obtención de aceite vegetal por medio de cultivos implicaría la expansión descontrolada del espacio agrario.



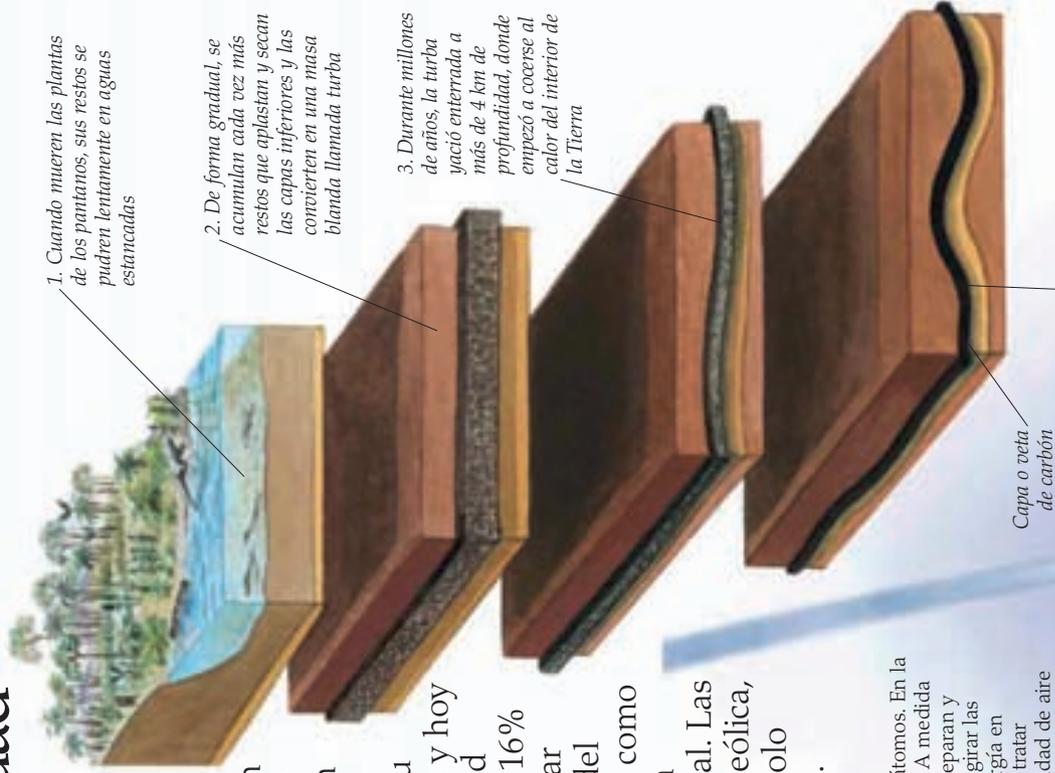
Una lejía especial diluye el aceite vegetal en el interior de este depósito

El biodiésel sale por este grifo



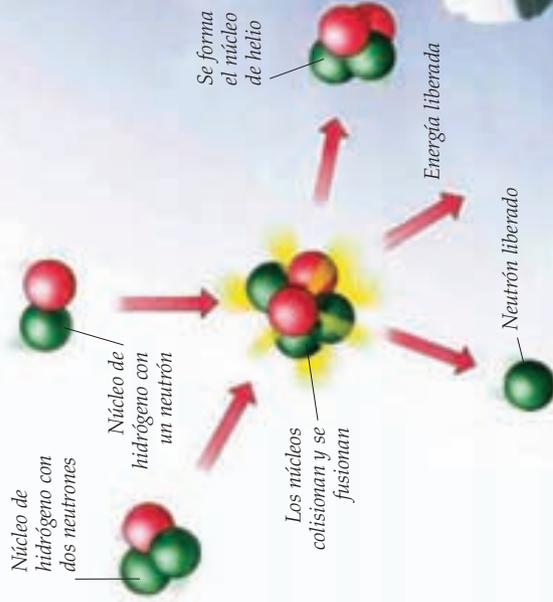
# Generación de electricidad

**CERCA DE UN 40%** del suministro primario de energía mundial se emplea en generar electricidad, cuya demanda aumenta vertiginosamente en los países en vías de desarrollo. Las plantas eléctricas usan diversos combustibles. El carbón es la mayor fuente de energía empleada en la generación de electricidad, si bien el gas natural sigue aumentando en importancia a tal fin, pues su combustión es más limpia que la del carbón, y hoy genera alrededor de un 20% de la electricidad mundial. La energía hidráulica suministra el 16% de la energía en plantas eléctricas, y la nuclear sustenta cerca de un 15% de la electricidad del mundo. El petróleo se utiliza principalmente como combustible para el transporte, y solo genera alrededor de un 7% de la electricidad mundial. Las demás fuentes, incluida la geotérmica, solar, eólica, y la de combustibles y residuos renovables, solo generan un 2% de la electricidad de la Tierra.



## NUCLEAR

Es una fuente de energía no renovable que se obtiene del núcleo de los átomos. En la fisión nuclear, los átomos se separan y liberan energía en forma de calor. A medida que los fragmentos de átomos golpean otros átomos, estos también se separan y producen más calor. Ello calienta el agua, y así se crea el vapor que hace girar las turbinas que mueven los generadores encargados de transformar la energía en electricidad. Los materiales radiactivos también sirven para diagnosticar y tratar enfermedades, como el cáncer, limpiar películas de polvo o medir la cantidad de aire que contiene un helado. Un fragmento de 6 g de combustible nuclear aporta tanta energía como una tonelada de carbón. La energía nuclear no produce dióxido de carbono —principal gas de efecto invernadero—, dióxido de azufre ni óxidos de nitrógeno. Pero crea peligrosos residuos radiactivos, y el agua residual caliente de las plantas nucleares perjudica la vida acuática.



## CARBÓN

Es una fuente de energía no renovable formada por restos de plantas muertas que quedaron atrapadas en capas de agua y lodo en el fondo de bosques pantanosos hace millones de años. El calor y la presión convirtieron los restos de dichas plantas en lo que llamamos carbón. Este se halla en todos los continentes, incluida la Antártida. Las reservas mundiales de carbón suman más de 1 billón de toneladas —suficientes para unos 180 años al ritmo actual de consumo. El carbón puede quemarse directamente para calentarse o cocinar, pero en general se emplea en plantas eléctricas para generar electricidad. Las nuevas tecnologías están reduciendo de forma significativa los gases de efecto invernadero que emiten las plantas eléctricas donde se quema carbón.

**GEOTÉRMICA**

La energía geotérmica se genera en el núcleo de la Tierra, unos 6.400 km por debajo de la superficie. El constante y lento desgaste de las partículas radiactivas dentro de la Tierra crea temperaturas más calientes que las de la superficie. Las rocas ardientes calientan el agua que hay debajo y esta produce vapor. Casi todas las reservas geotérmicas se hallan junto a acumulaciones de vapor que no presentan huellas de su existencia en la superficie. Sin embargo, a veces brotan en forma de volcanes, fuentes termales y géiseres. Casi toda la actividad geotérmica del planeta se da en una zona que bordea el océano Pacífico llamada el Anillo de Fuego. La energía geotérmica puede calentar hogares y producir electricidad mediante el bombeo del vapor o agua subterráneos calientes hacia la superficie, con bajos niveles de emisión. Dicha energía produce cerca de 1/6 del dióxido de carbono que emite una planta de gas natural, y es una fuente renovable, pues la lluvia repone el agua y el calor se produce de forma constante en el interior de la Tierra.

#### EL VIENTO

Es una fuente renovable de energía y una forma de energía solar. Según asciende aire caliente de la radiación solar, la presión atmosférica en la superficie terrestre disminuye, y el aire frío reemplaza al caliente, con lo que se genera viento. Las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en energía mecánica o electricidad. Pero, debido al gran espacio que requieren y al ruido que hacen, no pueden instalarse en cualquier sitio. Con todo, las granjas eólicas (conjuntos de turbinas eólicas) están dejando huella en países como Dinamarca y Alemania. No se puede predecir cuándo o cómo soplará el viento, pero es una fuente limpia e inagotable. Y, una vez construidas las turbinas, su uso resulta muy económico.

#### SOLAR

Es una energía renovable (luz o calor) que se obtiene del Sol. Puede transformarse de forma directa o indirecta en otras formas de energía, como calor y electricidad, sin contaminar el entorno. Pero se necesitan grandes áreas para recogerla, por lo que la inversión inicial es elevada. Los paneles solares de acero, cristal o plástico se usan para captar el calor del Sol, que luego calienta las tuberías que transportan agua o aire. Las celdas fotovoltaicas convierten el calor solar directamente en electricidad. Éstas pueden usarse de diversos modos, como por ejemplo para suministrar energía a pequeños aparatos, como calculadoras, o electricidad para toda una ciudad

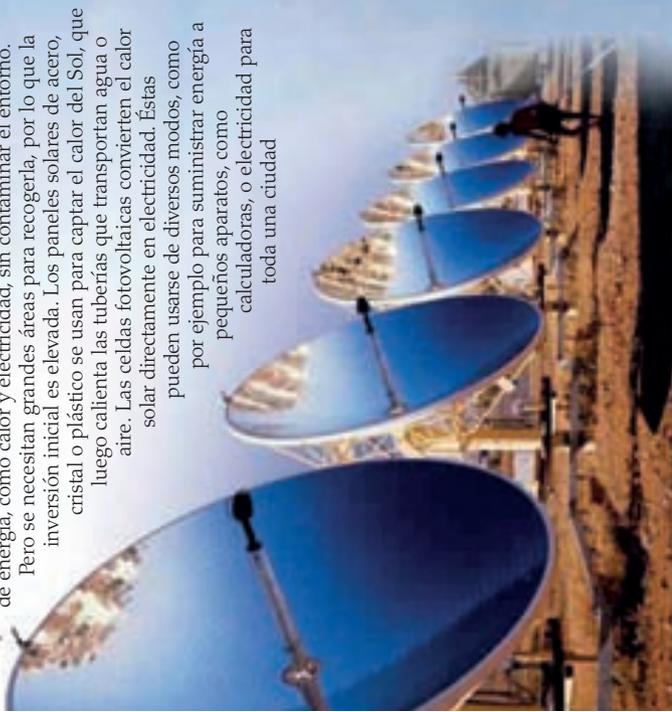


#### AGUA (ENERGÍA HIDRÁULICA Y OLAS)

La energía hidráulica se ha usado durante miles de años. Hoy dicha fuente renovable aporta una quinta parte de la electricidad mundial. El agua en movimiento hace girar las turbinas, que a su vez ponen en marcha generadores que convierten la energía en electricidad. El agua es limpia, fiable y poderosa, y puede regularse según la demanda. Sin embargo, puede escasear en épocas de sequía. Por ello, en las plantas hidráulicas suelen usarse combustibles fósiles para obtener energía adicional. Las presas o los cambios en la calidad del agua también pueden ejercer un impacto negativo en hábitats y ecosistemas acuáticos y terrestres. Las olas que levanta el viento que barre la superficie del océano también son una potente fuente de energía. Estas pueden conducirse por un canal estrecho, que aumenta su poder y tamaño, y canalizarse después hasta una cuenca o emplearse directamente para hacer girar las turbinas. Los sistemas hidráulicos resultan más caros que los que se sirven de combustibles fósiles.

#### ENERGÍA, NO COMPAÑÍAS PETROLERAS

Las actuales compañías de gas y petróleo son también compañías productoras de energía y grandes inversoras en el desarrollo de fuentes de energía alternativas. Por ejemplo, BP es una de las mayores productoras mundiales de celdas solares fotovoltaicas; Chevron es la mayor desarrolladora de energía geotérmica; la industria del gas y el petróleo es la mayor productora y usuaria de hidrógeno; ExxonMobil, BP, Chevron, ConocoPhillips y Shell desempeñan un papel crucial en sociedades gubernamentales e industriales de vehículos y combustible a base de hidrógeno, como FreedomCar y Fuel Partnership del Departamento de Energía de EE UU, y California Fuel Cell Partnership; y Shell y Petrobras son protagonistas en la industria eólica y de biocombustibles en todo el mundo.



# Oportunidades laborales

MÁS DE UN MILLÓN DE PERSONAS del mundo entero trabajan en la industria del petróleo, que brinda excelentes oportunidades laborales. Los oficios que ofrece van desde el trabajo manual de campo hasta los cargos de operadores expertos y técnicos de mantenimiento, pasando por puestos de ingenieros, científicos y de gerencia. Además, brinda un trabajo excitante y desafiante en diversos ámbitos. El personal de trabajo de campo y perforación suele ir de sitio en sitio. En cambio, los operarios de los pozos y procesadores del gas natural permanecen durante largos periodos en las mismas instalaciones. Los ejecutivos, administradores y oficinistas suelen trabajar en oficinas. Los geólogos, ingenieros y directivos dividen su tiempo entre la oficina y las plataformas, sobre todo durante la etapa de exploración.



## PROFESIONALES

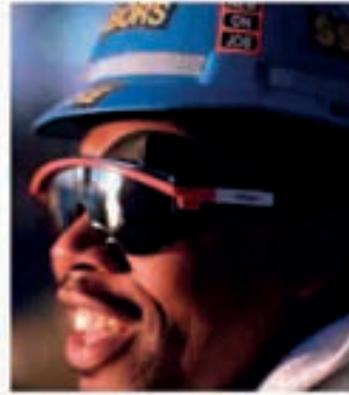
**Geólogos:** Estudian la composición, los procesos y la historia de la Tierra para hallar depósitos de petróleo. Pasan desde días a semanas elaborando mapas terrestres y marinos, haciendo mediciones, excavando y recogiendo muestras de rocas. Luego, en sus laboratorios, llevan a cabo pruebas para analizar la composición y evolución de las muestras. Emplean potentes computadores para crear y revisar maquetas bi- y tridimensionales de la Tierra a fin de indicar dónde perforar. Un geólogo aplica en su labor conocimientos de química, física, biología y matemáticas. Para desempeñar algunos cargos básicos sólo se necesita una licenciatura, pero un doctorado o una maestría brindan más oportunidades de empleo y promoción.

**«Petroleum Landman»:** Este cargo es típico de Norteamérica. Se trata de una especie de delegado de las compañías petroleras encargado de obtener autorización de los terratenientes y adquirir los permisos de las agencias gubernamentales para perforar pozos. Es responsable de adquirir y gestionar permisos para buscar petróleo y gas natural, así como de los intereses en superficie; de la negociación, elaboración o gestión de los acuerdos, y de la supervisión de la administración del terreno. Casi todos los cargos que desempeña exigen una licenciatura en "Petroleum Land Management", si bien suele preferirse un doctorado en jurisprudencia.

**Geofísicos:** Estudian las capas de la Tierra mediante métodos que emplean la gravedad, el magnetismo y las ondas sísmicas. Algunos pasan su jornada al aire libre para estudiar accidentes geográficos, y otros permanecen en oficinas haciendo cálculos con sus computadores. Los geofísicos tienen una amplia formación en geología, bastantes matemáticas, geología y física. Para ejercer muchos de sus cargos se requiere una licenciatura.

**Ingenieros expertos en petróleo:** Participan en todas las fases de la exploración, perforación y producción petrolífera, pues su labor es detectar reservas de gas y petróleo, y desarrollar métodos eficaces y seguros para conducir tales reservas a la superficie terrestre. Muchos de ellos viajan o viven en otros países, y su empleo los lleva a desiertos, mares, elevadas montañas y gélidas regiones para dar con fuentes de energía sin explotar. Sin embargo, algunos trabajan en oficinas, donde analizan informes y recomendaciones de ingenieros de campo y aconsejan a los directivos de las compañías sobre cómo proceder. Casi todos tienen una carrera en ingeniería o geología, y la mayoría obtiene asimismo un título de posgrado.





**EL «GRAN CAMBIO DE PERSONAL»**  
 La caída de la industria del petróleo en la década de 1980 condujo a una escasa oferta de empleo, y la cantidad de estudiantes en geociencias también cayó en picado. Pero hoy la industria está en auge y la demanda de trabajadores en la industria del gas y el petróleo es grande, y podría aumentar en los años venideros. Ello, unido a la cantidad de trabajadores que cambia de sector o se jubila, brinda una amplia oferta de empleo. La media de edad entre los empleados de la industria es de 49 años, por lo que en 10 años deberán reemplazarse. Esto dará muchas oportunidades en un futuro muy cercano.



**SUELDOS**

La industria del gas y el petróleo ofrece los sueldos más altos en todos los niveles. Los trabajadores con formación universitaria y licenciados en estudios técnicos, con cargos profesionales y técnicos respectivamente, suelen ser los que más ganan. Los sueldos de los operarios de perforación varían según la experiencia y formación, y suelen fijarse en tarifas diarias más el sueldo base. Los empleados en plataformas de alta mar suelen cobrar sueldos más altos que los que trabajan en campos de petróleo en tierra, pues viven en condiciones más extremas.

**ESPECIALISTAS EN MEDIOAMBIENTE Y SEGURIDAD**

**Técnicos en ciencia y protección ambiental:**  
 Llevan a cabo pruebas de laboratorio y de campo para monitorear el entorno e investigar las fuentes de contaminación. Recogen muestras de gases, suelo, agua y demás materiales para efectuar pruebas, y luego aplican las medidas correctivas correspondientes.

**Ingenieros de Salud y Seguridad:**  
 Su responsabilidad consiste en aplicar los conocimientos acerca de procesos industriales, mecánica, química, psicología, salud industrial y leyes sobre seguridad laboral para fomentar la seguridad en el trabajo y en los procesos de producción.



**REQUISITOS LABORALES**

Los mejores trabajadores de la industria del petróleo suelen mostrar habilidad en el campo de la mecánica, son conscientes de la seguridad en el trabajo y están acostumbrados a cumplir órdenes y trabajar en equipo. Los empleados entran en la industria desde campos de formación muy distintos. Los puestos básicos más habituales, de peones o jornaleros, requieren poca o ninguna formación ni experiencia, si bien todo candidato debe pasar una prueba de condición física. Las habilidades básicas que se exigen suelen aprenderse en el periodo de prácticas. Las oportunidades de ascenso para trabajadores de campo son más prometedoras para quienes cuentan con habilidad y experiencia. El personal que se halla en alta mar, incluso en los empleos más básicos, suele tener más experiencia que el de tierra, debido a la peligrosidad de su trabajo. Los cargos profesionales requieren como mínimo una licenciatura, pero muchas empresas prefieren una maestría, y pueden exigir un doctorado.

## REDUCIR LA QUEMA DE GAS

El petróleo crudo y el gas natural coexisten bajo la tierra, y la perforación lleva ambos recursos a la superficie. Pero, dado que obtener gas natural es caro y requiere acceso a una infraestructura para procesarlo y transportarlo, muchos equipos queman el valioso gas. Solo en África, dicha quema destruye 40.000 millones de metros cúbicos de gas al año, suficiente para suministrar la mitad de la electricidad necesaria para todo el continente. La Global Gas Flaring Reduction Partnership (Sociedad para la reducción global de quema de gas), creada a fin de paliar tal situación, se fundó a través de una coalición de empresas petroleras y países productores de gas con el apoyo del Banco Mundial. El grupo ha desarrollado parámetros de quema y ventilación para sus miembros, que ayudan a los distintos países a alcanzar con rapidez los objetivos de reducción marcados. Además, trabaja para que las comunidades locales cercanas a los puntos de quema puedan usar gas natural y gas de petróleo líquido. Queda mucho por hacer para reducir la quema de gas, y la sociedad se ha ampliado para continuar con su actividad.



## FOMENTO DEL DESARROLLO LOCAL

Cuando ConocoPhillips descubrió petróleo en el golfo de Paría, una zona muy sensible desde el punto de vista ambiental, frente a la costa de Venezuela, la comunidad local mostró su preocupación por el impacto que tendría la producción de petróleo en la industria de la pesca, las aves migratorias y la economía. Pero ConocoPhillips les garantizó que protegería el entorno y respaldaría la comunidad. Desde entonces, la empresa ha enseñado a los pescadores a conservar su pesca, ha instruido a las mujeres en el campo del comercio, ha aplicado programas de formación en salud y bienestar, y ha facilitado el acceso al agua potable. Su programa incluye la contratación de trabajadores locales, lo que contribuye al crecimiento de la economía. Además trabaja con grupos de conservación de la biodiversidad.

# Al servicio de la sociedad

LA ENERGÍA ES VITAL para las actividades que realizamos. Suministra el calor necesario para nuestra salud y comodidad, electricidad para iluminar y poner en marcha máquinas y electrodomésticos, y energía para que funcionen los vehículos. Energía sostenible significa producir energía de forma segura y económica de modo responsable desde el punto de vista social y medioambiental, para velar por el bienestar de las generaciones futuras. Las compañías de petróleo y gas suelen operar en regiones poco desarrolladas y entornos sensibles, y sus actividades pueden tener un enorme impacto económico en los países anfitriones. Han sido pioneras en responsabilidad social en las comunidades donde se instalan, pues trabajan con los empleados, sus familias y la sociedad para mejorar su calidad de vida, de un modo beneficioso para el negocio y el desarrollo. Los ejemplos de sociedades y proyectos ofrecidos a continuación son apenas una diminuta parte de lo que la industria del gas y el petróleo hace para construir y mantener relaciones mutuamente provechosas al servicio de la sociedad.



## LA ELIMINACIÓN DEL PLOMO

La calidad del aire ha empeorado de forma radical en muchos países en vías de desarrollo debido a la urbanización y al aumento del uso de vehículos motorizados. Muchos coches siguen usando gasolina con plomo, pese a que este es un compuesto tóxico responsable del aumento de las emisiones que reducen la calidad del aire. Más de 80 organizaciones internacionales, incluida Petroleum Industry of East Africa, se han unido para eliminar la gasolina con plomo y adoptar tecnologías más limpias. Tras fundar la Sociedad para Combustibles y Vehículos más Limpios (PCFV en sus siglas en inglés), lanzaron una campaña educativa y aplicaron normas que han erradicado con éxito la gasolina con plomo del África subsahariana. A principios del año 2006, se detuvo toda la producción e importación de gasolina con plomo, y el 100% de la población tuvo acceso a combustibles sin plomo. La PCFV ha ampliado su actividad a países como Gambia y Tailandia.





#### FRENAR EL CONTAGIO DEL VIH/SIDA DE MADRES A HIJOS

En la República del Congo, cerca de un millón de personas sufre de VIH/SIDA, y más de la mitad son mujeres. Como operador en el Congo, ENI deseaba evitar la propagación de la enfermedad y proteger a sus empleados y comunidades en las zonas afectadas. Por ello, se ha centrado en la prevención de la transmisión de madres a hijos. A tal fin, financia y equipa los hospitales locales con los recursos para diagnosticar VIH/SIDA en madres embarazadas, asesora a las familias y trata a los recién nacidos que padecen la enfermedad. Como resultado, la tasa de mortalidad ha disminuido de modo radical, y su programa es un modelo para otros países.

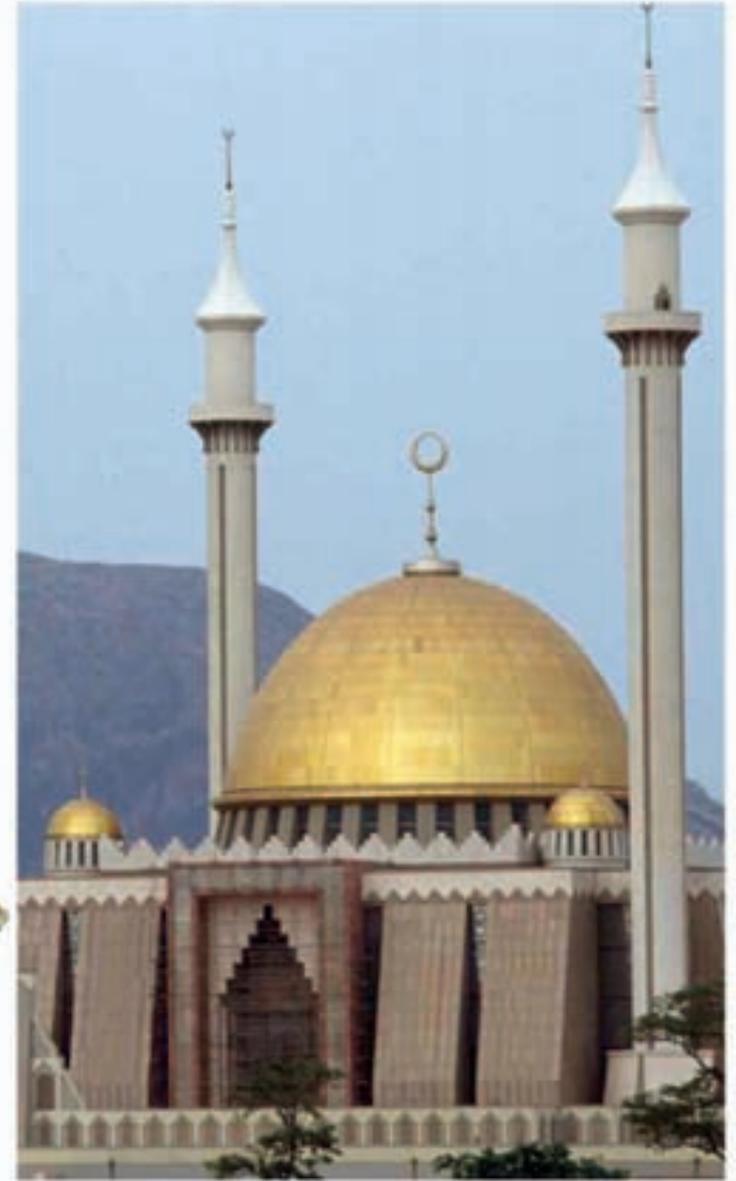
#### SALVAR AL TIGRE

En menos de cien años, el número de tigres salvajes se ha reducido a menos de 5.000 de los cerca de 100.000 que en su día deambulaban por Asia desde Siberia hasta Sumatra. En 1987 se prohibió el tráfico con todas las especies, pero la pérdida de hábitat, la caza furtiva y el comercio ilegal de pieles siguen constituyendo graves amenazas para la supervivencia de estos animales. En sus orígenes, al iniciar el siglo xx, ExxonMobil empleó la imagen del tigre como símbolo, y en 1995 fundó el Fondo para la Salvación del Tigre, que respalda la conservación de los tigres salvajes que quedan en el planeta. A través de la defensa y educación en fomento de la conservación, la restauración y protección del hábitat, y la resolución de conflictos entre hombre y fauna, ExxonMobil trabaja con las comunidades locales para restablecer la población de tigres.



#### FORMACIÓN PARA MUJERES PAKISTANÍES

En las regiones no industrializadas del sur de Pakistán, el sustento de muchas familias depende de la agricultura, fuente de ingresos poco fiable dada la inestabilidad del tiempo y los inadecuados sistemas de riego. Para mantener a sus familias, los hombres buscan trabajo en ciudades próximas a su hogar, y las mujeres elaboran objetos de artesanía que venden en los mercados, aunque, carecen de la formación necesaria para desarrollar satisfactoriamente su negocio. El Sartiyoon Silai Karhai Markaz Vocational Training Center de BHP Billiton fomenta la independencia económica enseñando a las mujeres a coser y confeccionar prendas. Cientos de ellas han asistido ya a los talleres del centro, y muchas han abierto tiendas de confección.



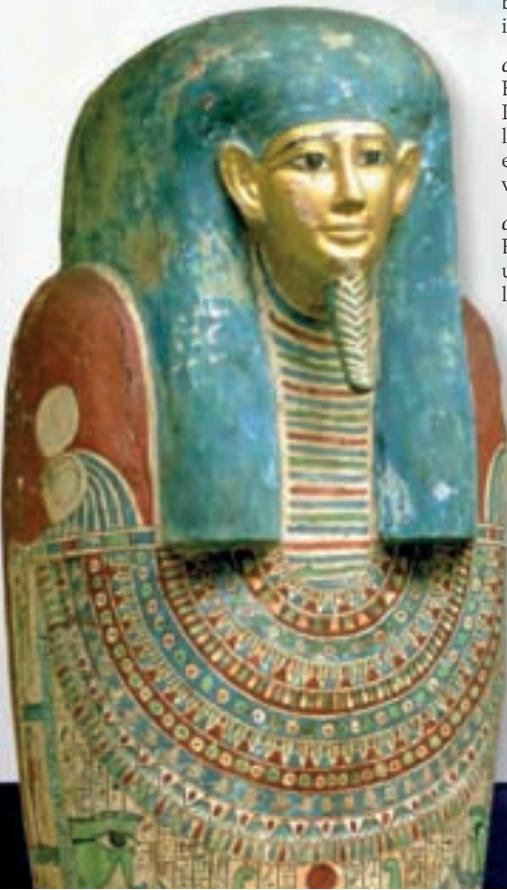
#### FORMACIÓN DE LOS JUECES DE SHARIA EN NIGERIA

Los esfuerzos por reformar el sistema político nigeriano condujeron a muchos estados del norte a aplicar la ley islámica, llamada Sharia, y a nombrar a líderes religiosos como jueces. Aunque muchos en las enseñanzas islámicas y el Corán, muchos jamás habían recibido educación legal formal y carecen de conocimientos para aplicar resoluciones basadas en los derechos humanos. Statoil, una compañía de petróleo y gas con sede en Noruega, brindó financiación al Proyecto de Asistencia y Defensa Legal (LEDAP) de Nigeria, para ofrecer formación en derechos humanos al 20% de los jueces del país.

# Cronología

**DURANTE MILES DE AÑOS**, especialmente en Oriente Próximo, el petróleo sirvió para gran variedad de propósitos, desde arder en las lámparas hasta impermeabilizar tejados. Sin embargo, la verdadera era del petróleo no empezó sino hasta hace 150 años. El punto de inflexión vino dado por la introducción de las primeras lámparas de parafina, en 1857, y, sobre todo, por la invención del motor de combustión interna, en 1862, que condujo al desarrollo del automóvil. Hoy, el petróleo no solo sostiene la economía mundial sino que es además importante condicionante de la política internacional.

Sarcófago de una momia egipcia



**c. 4500 a. C.**

Las comunidades del actual Irak usan betún de manantiales naturales para impermeabilizar sus viviendas.

**c. 4000 a. C.**

Entre los constructores de barcos de Oriente Próximo se propaga la técnica de calafatear las embarcaciones con betún para evitar las entradas de agua. Dicho método se mantiene vigente hasta el siglo XX.

**c. 600 a. C.**

El rey Nabucodonosor emplea betún para unir los ladrillos con los que se construyeron los Jardines Colgantes y para impermeabilizar las cañerías del sistema de irrigación.

**500 a. C. EN ADELANTE**

Los arqueros persas mojan la punta de las flechas en betún y les prenden fuego antes de arrojarlas.

**450 a. C.**

Heródoto, historiador griego clásico, describe manantiales de betún cerca de Babilonia, y recalca que los babilónicos le dan un gran valor al betún.

**c. 300 a. C.**

Los fieles de Zoroastro crean templos en lugares tales como Azerbaiyán. Emplean el gas natural del subsuelo para mantener viva una llama en el interior del templo.



Templo de fuego del zoroastrismo en Azerbaiyán

**c. 200 a. C.**

Los antiguos egipcios emplean el betún de vez en cuando para momificar a sus muertos.

**c. 1 a. C.**

Los chinos extraen petróleo y gas cuando perforan el suelo en busca de sal. Queman el gas para separar la sal del agua.

**67**

Los judíos que defienden la ciudad de Jotapata usan aceite hirviendo contra sus enemigos romanos.

**100**

El historiador romano Plutarco describe un lugar en Kirkuk (en el actual Irak) en el que ha visto petróleo manando del suelo.

**500 EN ADELANTE**

Los barcos bizantinos utilizan bombas incendiarias, o «fuego griego,» compuestas de betún, azufre y cal viva.

**1264**

El mercader y aventurero veneciano Marco Polo relata haber visto manantiales de petróleo cerca de Bakú (en el Azerbaiyán de nuestros días). Las gentes de la zona se valían del petróleo como medicina y fuente de iluminación.

**1500 EN ADELANTE**

En Krosno, Polonia, el petróleo que surge de los Cárpatos es empleado para iluminar las calles.

**1780**

El físico suizo Aimé Argand inventa una lámpara revolucionaria para la época.

**c. 1800**

En Nottingham (Inglaterra), se asfalta una carretera por primera vez con una mezcla de gravilla y alquitrán.

**1807**

El gas de alumbrado sirve como combustible del primer sistema de iluminación urbana en Londres (Inglaterra).

**1816**

La industria del gas de alumbrado en EE UU da sus primeros pasos en Baltimore.

**1821**

Se vende gas natural por vez primera en Fredonia (Nueva York, EE UU). El gas llega a las casas por medio de troncos vaciados.

**1846**

El canadiense Abraham Gesner obtiene parafina a partir de carbón.

**1847**

Se abre el primer pozo petrolífero del mundo en Bakú (Azerbaiyán).

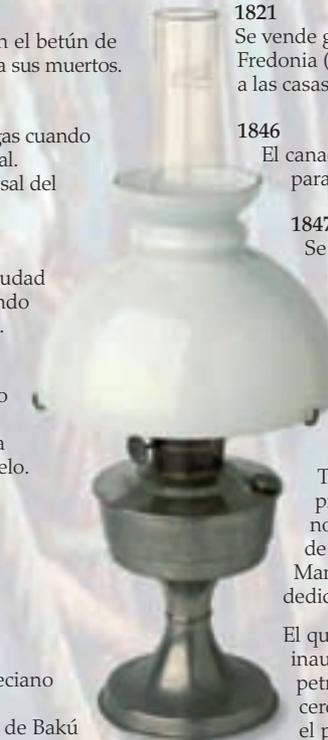
**1849**

Abraham Gesner descubre cómo producir parafina con petróleo crudo.

**1851**

En Canadá, Charles Nelson Tripp, entre otros, forma la primera compañía petrolera norteamericana con el nombre de International Mining and Manufacturing Company, que se dedicará a extraer asfalto en Ontario.

El químico escocés James Young inaugura la primera refinería de petróleo del mundo en Bathgate, cerca de Edimburgo, para destilar el petróleo de la torbanita que se extraía en las cercanías.



Lámpara de queroseno

1853

El químico polaco Ignacy Lukasiewicz descubre cómo producir queroseno con crudo, lo que anuncia la revolución del alumbrado doméstico.

1856

Ignacy Lukasiewicz inaugura la primera refinería de petróleo crudo del mundo en Ulaszowice (Polonia).

1857

El estadounidense Michael Dietz patenta una lámpara que quema queroseno. En pocos años, las lámparas de parafina acabarán con el mercado de las lámparas de aceite de ballena.

1858

El primer pozo petrolífero norteamericano empieza a funcionar en Oil Springs (Ontario, Canadá).

1859

Edwin L. Drake perfora el primer pozo petrolífero estadounidense en Titusville (Pensilvania).

1860

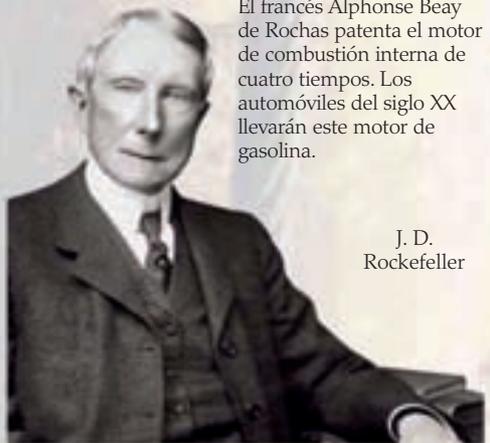
La Canadian Oil Company se convierte en la primera compañía petrolera del mundo, ya que se ocupa de la producción, el refinado y la comercialización.

1861

El buque *Elizabeth Watts* se convierte en el primero en transportar petróleo tras viajar de Pensilvania a Londres.

1862

El francés Alphonse Beay de Rochas patenta el motor de combustión interna de cuatro tiempos. Los automóviles del siglo XX llevarán este motor de gasolina.



J. D.  
Rockefeller

1865

El ingeniero ruso Ivanitsky inventa la bomba de profundidad para extracciones y exploraciones en los campos de Azerbaián.

1870

J. D. Rockefeller crea la Standard Oil, más tarde conocida como Esso y hoy bajo el control de ExxonMobil.

1872

J. D. Rockefeller acapara el 25% del mercado del petróleo en EE UU. En 1877 controlará el 90% del petróleo refinado en el país.

1878

Aparece el primer pozo petrolífero de Venezuela junto al lago Maracaibo.

1879

El estadounidense Thomas Edison inventa la bombilla eléctrica.

1885

El ingeniero e industrial alemán Gottlieb Daimler inventa el motor de gasolina moderno, con un cilindro y un carburador para introducir el carburante.

1885

El ingeniero alemán Karl Benz crea el primer automóvil con motor de gasolina diseñado para su venta.

La compañía petrolera Royal Dutch descubre petróleo en Sumatra.

1901

El primer reventón sucedido en EE UU tiene lugar en Spindletop (Texas), y marca el inicio del auge petrolero texano.

1905

El campo petrolífero de Bakú se incendia durante los disturbios contra el zar Nicolás II.

1907

La británica Shell se fusiona con Royal Dutch formando la Royal Dutch Shell.

1908

El Ford T sale a la venta. La producción en cadena permite a las clases medias adquirir un automóvil, e incrementa el número de coches y la demanda de petróleo.



Ford T

1908

El petróleo encontrado en Persia (el Irán de hoy) lleva a la creación de la compañía Anglo-Persian Oil en 1909, predecesor del gigante petrolero BP.

1910

Se produce el primer hallazgo de petróleo de México en Tampico.

1914–1918

Durante la I Guerra Mundial, el control británico sobre el suministro de petróleo persa para buques y aviones es crucial en la derrota de Alemania.

1927

Schlumberger registra la primera diagráfia de la resistividad eléctrica de pozos en Merkwiller-Pechelbronn (Francia).

1932

Aparece petróleo en Bahréin.

1935

Se inventa una de las primeras fibras sintéticas derivadas del petróleo: el nailon.

El craqueo es por primera vez utilizado en la refinación de petróleo. Este proceso usa altas temperaturas y una sustancia para dividir hidrocarburos pesados llamada catalizador.

1938

Se descubren importantes reservas de petróleo en Kuwait y Arabia Saudí.

1939–1945

Durante la II Guerra Mundial, el control de los suministros de petróleo, es crucial para la victoria del bloque aliado.

1947

Se perfora el primer pozo comercial en alta mar mediante una plataforma "móvil" situada en 426 metros de agua en el Golfo de México.

1948

Aparece en Ghawar (Arabia Saudí) el mayor campo petrolífero del mundo, con unos 80.000 millones de barriles.

1951

El gobierno iraní nacionaliza la Anglo-Persian Oil Company. EE UU y Gran Bretaña responden reinstaurando al Sha («rey»).

1960

Arabia Saudí, Venezuela, Kuwait, Irak e Irán fundan la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo).

1967

Comienza la extracción de petróleo para fines comerciales en las arenas bituminosas de Alberta (Canadá), la mayor fuente de petróleo del mundo.

Continúa en la página 70



El oleoducto Trans-Alaska



**1968**  
Se descubre petróleo en la bahía de Prudhoe, en el norte de Alaska. Este yacimiento se convertirá en la principal fuente de petróleo de EE UU.

**1969**  
En EE UU, un derrame tras la explosión de una plataforma petrolífera junto a las costas de Santa Barbara (California) provoca daños ambientales.

Tras aparecer petróleo y gas natural en el mar del Norte, países como Reino Unido se aseguran 25 años más de suministro energético.

**1971**  
Los países de Oriente Próximo miembros de la OPEP comienzan a nacionalizar la industria petrolera para recuperar el control de sus reservas.

**1973**  
La OPEP cuadruplica el precio del petróleo y corta los suministros a los países occidentales que apoyan a Israel en su guerra contra tropas árabes lideradas por Egipto y Siria. Como consecuencia,



Limpieza del derrame del Exxon Valdez

Occidente padece una importante carestía de petróleo.

**1975**  
Comienza a extraerse petróleo en plataformas situadas en el mar del Norte.

En respuesta a la crisis del petróleo de 1973, EE UU crea la Reserva de Petróleo Estratégica para almacenar petróleo en diapiros salinos. En 2005, EE UU tenía 658 millones de barriles almacenados así.

**1977**  
Termina la construcción del oleoducto Trans-Alaska.

**1979**  
Escape radioactivo de agua en la planta de energía nuclear Three-Mile Island en Harrisburg (Pensilvania).

**1979-1981**  
El precio del petróleo sube de 13 a 34 dólares por barril.

**1989**  
El tanquero Exxon Valdez embarranca en la bahía de Prince William (Alaska), y el petróleo derramado causa un catástrofe ambiental.

**1991**  
Durante la guerra del Golfo, los campos petrolíferos de Kuwait son incendiados.

**1995**  
Una resolución de la ONU permite la reanudación parcial de las exportaciones de petróleo iraquíes, en el programa «petróleo por alimentos».

**1996**  
Qatar inaugura la primera planta de exportación de gas natural licuado del mundo.

**2002**  
Comienza la construcción del oleoducto Bakú-Tiflis-Ceyhan.

**2003**  
El Senado de EE UU rechaza una propuesta para permitir la exploración petrolífera en el Refugio Nacional para la Fauna Ártica (norte de Alaska).

Primera remesa de gas natural licuado de EE UU desde 1980 desde la planta reactivada de regasificación de Cove Point, en Maryland, que será la más grande del país.

**2004**  
Las importaciones de EE UU alcanzan el récord de 11,3 millones de barriles al día.

Una instalación petrolífera inundada tras el paso del huracán Katrina por EE UU, en 2005



La producción de petróleo y gas en el mar del Norte declina.

**2005**  
El huracán Katrina golpea el sur de EE UU y siembra el caos en la industria petrolera.

**2006**  
Rusia corta los suministros de gas natural a Ucrania hasta que los ucranianos acepten abultados incrementos de los precios.

BP clausura parte del campo petrolífero de la bahía de Prudhoe tras detectar corrosión en el oleoducto que tiene en Alaska.

Chevron descubre un pozo petrolífero en el Golfo de México que se cree es el más importante en EE UU desde el de la bahía de Prudhoe.

**2007**  
La Agencia Internacional de Energía pronostica que China será en 2007 el mayor emisor de dióxido de carbono y que la India será en tercer más grande emisor en 2015.

**2008**  
El barril de petróleo alcanza los 147 dólares.

#### PASEO POR EL MUSEO

Muchos museos de ciencia e historia natural dedican parte de sus colecciones a los temas expuestos en este libro, como los recursos energéticos, la formación de los combustibles fósiles, el transporte, etc. Si tienes suerte, tal vez vivas cerca de alguno de los museos especializados, como el Museo Nacional del Petróleo Samuel Schneider Uribe (Barrancabermeja, Santander, Colombia), el Museo del Petróleo (Lima, Perú) o el Museo Nacional del Petróleo (Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina).



Maqueta de una plataforma petrolífera expuesta en un museo

## Para saber más

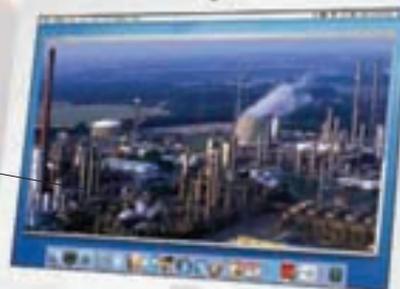
**ESTE LIBRO TE HA DADO** una breve historia de la industria de mayor dimensión y complejidad del mundo, pero tu viaje de exploración no termina aquí. Puedes aprender más sobre la geología del petróleo si inspeccionas las rocas de la zona en la que vives y aprendes a identificar las rocas sedimentarias, que son aquellas en las que se forma el petróleo. También puedes saber más de la historia, ciencia y tecnología del petróleo visitando algún museo. Los sitios web sobre energía te darán más información para tomar decisiones inteligentes acerca del uso de energía.

#### EXCURSIONES Y VISITAS VIRTUALES

Tal vez tu colegio quiera organizar una visita a una instalación relacionada con la energía. O también puedes visitar de forma virtual algún museo, como por ejemplo: Museo Nacional de Ciencia y Tecnología: [www.e-sm.net/museo\\_nacional\\_ciencia\\_tecnologia](http://www.e-sm.net/museo_nacional_ciencia_tecnologia)  
Museo Interactivo de Ciencia de Málaga: [www.e-sm.net/museo\\_interactivo\\_ciencia\\_malaga](http://www.e-sm.net/museo_interactivo_ciencia_malaga).

*Los panoramas generales y las vistas detalladas ayudan a entender cómo se refina el petróleo*

Visita virtual a una refinería



Materiales de desecho para reciclar

*Reciclar reduce el gasto de energía*



#### SITIOS WEB DE INTERÉS

- Página de la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos: [www.e-sm.net/aop](http://www.e-sm.net/aop)
- Portal dedicado al reciclaje: [www.e-sm.net/portal\\_reciclaje](http://www.e-sm.net/portal_reciclaje)
- Información sobre las centrales eléctricas de España: [www.e-sm.net/centrales\\_electricas\\_espana](http://www.e-sm.net/centrales_electricas_espana)
- Portal español sobre medio ambiente: [www.e-sm.net/portal\\_medio\\_ambiente](http://www.e-sm.net/portal_medio_ambiente)
- Portal sobre energías renovables y ahorro energético: [www.e-sm.net/energia\\_renovable](http://www.e-sm.net/energia_renovable)
- Museo del Viento. Centro de interpretación de la energía eólica: [www.e-sm.net/museo\\_viento](http://www.e-sm.net/museo_viento)
- Página sobre la energía solar: [www.e-sm.net/energia\\_solar](http://www.e-sm.net/energia_solar)

El contenido de las páginas web puede cambiar en cualquier momento. Ni la editorial ni los autores pueden responsabilizarse de la información recogida en estas páginas.

# Índice

## ABC

Abramovich, Roman, 51  
aceite de ballena, 10–11  
aceite vegetal, 61  
aceites esenciales, 17  
Adair, Paul Neal, 33  
aerogel, 38  
agricultura, 7, 60  
ahorro de petróleo, 58–59  
alambiques, 12  
Alaska, 30, 39, 41, 70  
alcanos, 16  
alquitrán de hulla, 27  
alquitrán, 16  
Anglo-Persian (Iranian)  
Oil Company, 52, 69  
antidinal, 24–25  
antorchas, 10–11  
árboles de Navidad, 32, 37  
arenas bituminosas, 26  
arenas de alquitrán, 26  
Argand, Aimé, 10–11, 68  
aromáticos, 16, 70  
asfalto, 16, 27, 68  
automóviles, 14–15, 44–45,  
51, 55, 60, 61, 66, 69  
automóviles de vapor, 14  
automóviles de hidrógeno,  
61  
automóviles híbridos, 44  
Bakú, 12  
Baku-Thbilisi-Ceyhan  
(BTC), oleoducto, 38, 70

baquelita, 48  
barcos, 40–41, 68, 69  
barriles, 12  
benceno, 19  
betún, 8, 9, 16, 17, 19, 26, 68  
betún babilónico, 9, 27, 68  
biocombustibles, 51, 60–61  
biogás, 20, 70  
Bissell, George, 12  
bombas de extracción, 13  
Bordino, Virginio, 14  
BP, 51  
brea, 16  
buscadores de petróleo, 14  
butano, 21  
calafatear, 8  
calentamiento mundial, 54  
campos petrolíferos, 13  
carbón, 22–23, 55, 62  
Carothers, Wallace, 15  
carreras, 64–65, 71  
carreteras, 27, 55  
Cartago, 9  
células de combustible, 61  
células fotovoltaicas, 63  
Chéret, Jules, 10–11  
China, 8, 53, 57  
chorros, pozos petrolíferos,  
13, 69  
colesterol, 17  
columnas de destilación, 42  
combustibles fósiles, 22, 54  
combustibles para coches  
de carreras, 45  
condensado, 16, 20  
consumo de petróleo, 6,  
52–53, 56–57  
coque, 43

craqueo, 42–43, 69  
crisis del petróleo (1973),  
52, 70  
cronología del petróleo  
mundial, 68–70  
crudo, 6, 12, 16, 42–43, 68,  
69  
crudo ácido, 16  
crudo dulce, 16  
cuerpo humano, 17, 58

## DE

derivados del petróleo,  
46–49  
derrames de petróleo, 41  
destilación fraccionada, 42  
detergentes, 46  
diésel, 45, 55, 61  
dióxido de carbono, 54–55,  
70  
Drake, Edwin L., 12, 69  
efecto invernadero, 54  
electricidad, 58, 59, 62–63  
Emiratos Árabes Unidos  
(EAU), 50, 53  
energía, 18, 44–45, 58–59,  
60–63  
energía eólica, 62–63  
energía hidráulica, 63  
energía mareomotriz,  
63  
energía nuclear, 62, 71  
energía solar, 51, 62, 63  
etano, 48–49, 70  
Exxon Valdez, 41, 70  
ExxonMobile, 50–51,  
67

## FG

fallas, 24, 39  
farolas, 21  
fibra de aramida, 49  
fitoplancton, 18  
*flexicokers*, 43  
forámenes, 19  
Ford, Henry, 14  
formación de petróleo,  
18–19  
fotosíntesis, 18  
fuegos fatuos, 20  
fuentes de petróleo de  
Estados Unidos, 57  
gas, 16–17, 20–21  
gas ácido, 20  
gas ciudad, 21  
gas de coque, 21, 22, 68  
gas natural, 16, 20–23,  
57, 70  
gas natural licuado (GNL),  
20–21, 70  
gasóleo, 42  
gasolina, 6, 14–15, 42, 45,  
51, 55, 66  
gasolineras, 14–15, 50  
gasómetros, 21  
Gesner, Abraham, 12  
Getty, Jean Paul, 50  
gravímetros, 29  
guerra, 8–9, 52–53

## HIJK

Harkness, Edward, 50  
HDPE, 48  
helio, 21

hidratos de carbono, 17, 60  
hidrocarburos, 16–17  
hidrocarburos saturados,  
16, 42  
hogares, ahorro energético,  
59  
hormonas esteroideas, 17  
Hunt, Haroldson, 50  
iluminación, 7, 10–11, 21  
incendios, pozos  
petrolíferos, 13, 33  
jeques árabes, 50–51, 52  
Kuwait, 52, 53, 70

## LMN

LDPE, 48  
Lukasiewicz, Ignacy, 12, 69  
macadán, 27, 68  
maldición de los recursos,  
51  
manantiales de alquitrán,  
27  
manantiales de petróleo,  
27  
Marte, perforaciones en,  
31  
McAdam, John Loudon,  
27  
medias de nylon, 15  
medicamentos, 47  
metano, 17, 22–23, 60–61,  
metilpropano, 21  
momias, 9  
Mossadegh,  
Mohammed, 52  
motores, 44–45, 70  
museos, 69, 71

nanotecnología, 31  
Nigeria, 51, 67

## OPQ

octano, 16–17  
oleoductos, 20, 38–39, 70  
OPEC, 52, 70  
parafina, 47  
Parkes, Alexander, 48  
Parksine, 48  
perforaciones, 8, 12, 30–33,  
36–37  
petróleo, 16, 46–47, 64  
petroquímicos, 46–47  
pigs, oleoductos, 38  
Pitch Lake (Trinidad), 27  
pizarras bituminosas, 26  
plancton, 18  
plantas, 17, 54, 60  
plantas de energía, 44,  
62–63  
plásticos, 15, 48–49, 71  
plásticos reforzados con  
fibra de carbono, 49  
plataformas petrolíferas,  
32–37, 54–55, 71  
policarbonatos, 49  
poliestireno, 48  
polietileno, 48  
polímeros, 48–49, 71  
polipropileno, 48  
políticas del petróleo,  
52–53  
pozos de petróleo, 12–13,  
29, 32–33  
pozos de exploración, 14, 29  
preocupaciones

medioambientales, 51,  
54–55  
producción, 56–57  
producción en serie, 14, 69  
productos de belleza, 46  
propano, 21, 71  
propulsión a chorro, 45  
prospecciones magnéticas,  
29  
prospecciones sísmicas, 28,  
30, 37  
publicidad, 15  
PVC, 48  
quema de gas, 66  
querógeno, 19, 24  
queroseno, 12, 10–11, 14,  
27, 42, 68, 69

## RS

Raleigh, sir Walter, 27  
reciclaje de basuras, 59, 71  
refinerías, 12–13, 42–43,  
61, 69, 71  
reservas de petróleo, 56–58  
responsabilidad social,  
66–67  
reventones, 33, 70  
riqueza, 50–51  
rocas, 19, 21, 24–25, 29, 32  
Rockefeller, John D., 50, 69  
Rusia, 50–53, 69, 70  
sifones, 18, 19, 24–25, 71  
Sistema de Oleoducto  
Trans-Alaska, 39, 70  
sitios web de  
información, 71  
Smith, William, 25

sondeos, 29, 32  
submarinistas, plataformas  
en alta mar, 35  
supermercados, 6, 58  
supertanqueros, 40  
sustitutos del petróleo,  
60–63

## TUV

Taghiyev, Hadji, 50–41  
tanqueros, 20–21, 40–41  
tecnología, 28–31  
terminales petroleras, 41  
terpenos, 17  
terremotos, 39  
terrorismo, 39  
torres de perforación, 12,  
13, 32  
trabajadores de pozos  
petrolíferos, 35, 65  
trabajadores no  
cualificados, 35, 65  
transporte, 7, 44–45, 58  
turba, 62  
turbinas, 64, 63  
Ucrania, 70  
velas, 47

## WXYZ

Watson, Jonathan, 50  
Williams, James, 12  
Yamani, Sheik, 52  
Young, James, 27

# Agradecimientos

Dorling Kindersley desea expresar su agradecimiento a: Karen Whitehouse por su trabajo editorial; Dawn Bates por la revisión del texto; Hilary Bird y Heather MacNeil por la elaboración del índice; Claire Bowers, David Ekholm-Jalburn, Clarie Ellerton, Sunita Gahir, Joanne Little, Susan St Louis, Steve Setford y Bulant Yusef por su ayuda con las infografías; David Ball, Kathy Fahy, Neville Graham, Rose Horridge, Joanne Little y Sue Nicholson por el póster; Margaret Parrish por la americanización de la edición original; Margaret Watson (SPE); Kelly D. Maish por el trabajo de rediseño y de composición; y a Katherine Linder por el tratamiento de las imágenes.

Los editores también desean agradecer a las siguientes empresas e instituciones el permiso para emplear sus imágenes: Clave: a-arriba; b-abajo; c-centro; e-extremo; i-izquierda; d-derecha; s-superior

2 Dorling Kindersley: Judith Miller/Ancient Art (sc); Oxford University Museum of Natural History (cb); Wikipedia: (b). 3 Dorling Kindersley: Natural History Museum, Londres (sd). 4 Dorling Kindersley: Judith Miller/Luna (bc); The Science Museum, Londres (f). 5 Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au): (sd). 6 Cortesía de Apple. Apple y el logotipo de Apple son marcas registradas de Apple Computer Inc., registradas en EE UU y otros países: (c). Corbis: Derek Trask (bi). Getty Images: Stone #/Tim Macpherson (sd). Science Photo Library: Paul Rapson (si). 6–7 Corbis: Lester Lefkowitz (bc). 7 Alamy Images: Worldspex/ NASA (bd). Getty Images: Photographer's Choice/Joe McBride (sc). 8 Alamy Images: Visual Arts Library (Londres) (b). 9 Alamy Images: Popperfoto (c). The Bridgeman Art Library; colección privada. Archives Charmet (sc). Dorling Kindersley: The Trustees of the British Museum (sd, bi, bd); Judith Miller/Cooper Owen (ec).

TopFoto.co.uk: HIP/The British Library (c/Castle). 10–11 Dorling Kindersley: The Science Museum, Londres (c). 10 Dorling Kindersley: The Science Museum, Londres (bc). Mary Evans Picture Library: (si). 11 Alamy Images: Lebrecht Music and Arts Photo Library (bd); North Wind Picture Archive (sd). Dorling Kindersley: Dave King/Courtesy of The Science Museum, Londres (si); Judith Miller/Ancient Art (bc). 12 akg-images: (ci). Corbis: Bettmann (sc, ca). Oil Museum of Canada, Oil Springs, Ontario: (bi). 12–13 Specialist Stock: Mark Edwards (bc). 13 Corbis: Underwood & Underwood (bd). Getty Images: Texas Energy Museum/News-makers (sd); Three Lions (sc). Library Of Congress, Washington, D.C.: (bc). 14 Corbis: Bettmann (bc); Hulton-Deutsch Collection (bi). Dorling Kindersley: National Motor Museum, Beaulieu (si, cd). 15 The Advertising Archives: (sd, cd). Alamy Images: John Crall/Transtock Inc. (f). Corbis: Hulton-Deutsch Collection (c). Dorling Kindersley: The Science Museum, Londres (cb). 16 Dorling Kindersley: National History Museum, Londres (bi). Getty Images: National Geographic/Sarah Leen (si). 16–17 Science Photo Library: Laguna Design (c). 17 Science Photo Library: Paul Rapson (bd). 18 NASA: Jeffrey Schmalz, MODIS Rapid Response Team, GSFC (sd). Specialist Stock: Daryne A. Murawski (bi). 19 Alamy Images: Phototake Inc. (sd). Dorling Kindersley: Rough Guides (si). NASA: Susan R. Trammell (UNC Charlotte) et al., ESA/IC, HST, ESA (bc). Dr Richard Tyson, School of Geoscience and Civil Engineering, Universidad de Newcastle: (cb). 20 Getty Images: Alexander Drozdov/AFP (sd). Mary Evans Picture Library: (si). 20–21 Alamy Images: Bryan & Cherry Alexander Photography (b). Dorling Kindersley: National Maritime Museum, Londres (c). 21 Alamy Images: Cubolimages srl (bc); Angel Svo (sd). Corbis: Hulton-Deutsch Collection (sd). 22 U.S. Department of Energy's National Energy Technology Laboratory: (bd). 23 Canadian Society for Unconventional Resources: (cd). Woodside Energy Ltd. (www.

woodside.com.au): (bi). 24–25 Specialist Stock: Walter H. Hodge (bi). 25 Dorling Kindersley: Natural History Museum, Londres (c/ Sandstone). Imagen del satélite Landsat 7 cortesía de NASA Landsat Project Science Office y USGS National Center for Earth Resources Observation Science: (si). The Natural History Museum, Londres: (bd, c). 26 Corbis: Lara Solt/ Dallas Morning News (si). Rex Features: Norm Betts (bi). 26–27 Rex Features: Norm Betts (b). 27 Corbis: (sc). Dorling Kindersley: National Maritime Museum, Londres (c). National History Museum, Londres (si). Getty Images: Hulton Archive (sd). The Natural History Museum, Londres: Michael Long (cia). Science & Society Picture Library: (bc). 28 Petrobras: (sd). Science Photo Library: Chris Sattlberger (cda). Woodside/Progressive Image (cd); Tim Wright (sd). Micro-g Lacoste: (si). Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au): (b). 30–31 Corbis: Greg Smith (bc). 30 Photographic Services, Shell International Ltd.: (cd). 31 Getty Images: eoS/iStock Vectors (si). NASA: (bd). 33 Corbis: Lowell Georgia (bd). Getty Images: Paul S. Howell/Liaison (si). Specialist Stock: Russell Gordon (bi). 34 Corbis: Greg Locker/Reuters (si). Getty Images: National Geographic/Justin Guariglia (bc). 35 Corbis: Stephanie Maze (bi). Dorling Kindersley: National History Museum, Londres (bd). Getty Images: Image Bank/Cousteau Study (cd). 36 © BP p.l.c.: (bd). Saudi Aramco: (si). Transocean: (sd). 37 SERPENT Project: (bi). Bowtell: Norsk Hydro (sc). Transocean: (bd). 38 Alamy Images: G.P. Stawell (cd). Getty Images: Mustafa Ozer/AFP (bc). NASA: JPL (bi). ROSEN Swiss AG: (c). 38–39 Corbis: Ted Streshinsky (sc). 39 Alamy Images: Bryan & Cherry Alexander Photography (b). Corbis: Lloyd Cluff (sd); Langvin Jacques/Corbis Sygma (c). 40 Auke Visser, Holland: (cb). 40–41 Alamy Images: Stock Connection Blue (c). 41 Alamy Images: Roger Bamber (cd). Corbis: Karen Kasmauski (bd). Getty Images: Stone/Keith Wood (sc). 42 Corbis:

Roger Ressimeyer (cd). Dorling Kindersley: Peter James Kindersley (cb). Science Photo Library: Paul Rapson (bc). 43 Alamy Images: AGStockUSA, Inc. (sc); G.P. Bowater (sd). Corbis: Kazuyoshi Nomachi (bi). 44 Corbis: Matthias Kulka (bi); Lake County Museum (si). 45 Alamy Images: kolvenbach (ci); mark wagner aviation-images (bi). Getty Images: Lonely Planet Images/Jim Wark (si). 46–47 National Geographic Stock: (c). 46 Science Photo Library: NASA/ESA/STSCI/E. KARKOSCHKA, U.A.RIZONA (ci). 47 Science Photo Library: Eye of Science (c). 48 Dorling Kindersley: Judith Miller/Wallis & Wallis (si); Judith Miller/ Luna (cd). Wikipedia: (sd). 49 Alamy Images: imagebroker/Stefan Obermeier (bd); Kari Marttila (si/Aramid). Dorling Kindersley: Paul Wilkinson (cb). Getty Images: Science & Society Picture Library (cb); Greg Wood/AFP (sd). Science & Society Picture Library: (si). 50 Corbis: José Fusté Raga (b). Mary Evans Picture Library: (sd). 51 © BP p.l.c.: (c, bd). Corbis: dpa (ci); Ed Kashi (bi); brian minkoff/Demotix (sd). Getty Images: Alex Livesey (sc). 52 Alamy Images: Patrick Steel (ci). Corbis: Bettmann (bc). Getty Images: Hulton Archive (si); Carl Mydans/Time Life Pictures (cb). Library Of Congress, Washington, D.C.: Warren K. Leffler (sd). 52–53 Corbis: Peter Turnley (c). 53 Corbis: Andi Albert/ Arcadid (sd). 54 Alamy Images: ImageState (c). Corbis: AgStock Images (sd). Dorling Kindersley: NASA (bi). 55 Corbis: David Leffranc (sd); R&T/Brian Blades (f). Dorling Kindersley: Garry Darby, American 50s Car Hire (b). 56 Alamy Images: Paul Glendell (esrd). Dorling Kindersley: Alan Keohane (ci); Clive Streeter/Courtesy of The Science Museum, Londres (sd). TOPAL UK Limited 2005: (c). Vattenfall Group: (cd). 56–57 © BP p.l.c.: (fondo). Corbis: Matthias Kulka (s). Dorling Kindersley: Garry Darby, American 50s Car Hire (cb). 57 Getty Images: Photographer's Choice/David Seed Photography (sd). Magenn Power Inc. (www.magenn.com): Chris Radisch (bd). 58 Alamy Images: Richard Cooke (i); Andre Jenny (sd). 59 Alamy

Images: allOver Photography (bd). Science Photo Library: Tony McConnell (si); Alfred Pasiaka (ci). 60 Alamy Images: David R. Frazier Photolibrary, Inc. (si). Specialist Stock: Joerg Boethling (bi). 60–61 BMW Group UK: (bc). 61 Biodys Engineering: (bd). Daimler AG: (sc). Getty Images: Yoshikazu Tsuno/AFP (sd). 62–63 Getty Images: Stone/ David Frazier (c). 63 Corbis: Otto Rogge (bd); Paul A. Souders (si). 64 Photographic Services, Shell International Ltd.: (bd). Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au): (sd, bi). 65 © BP p.l.c.: (sc, c, cd). Statoil: (bc, sd). Transocean: (ci). 66 Corbis: Ocean (ci). Getty Images: De Agostini (bd). 67 Corbis: Sophie Elbaz/Sygma (sd). Getty Images: SM Rafiq Photography/Flickr (bc); Tom Stoddart Archive/Hulton Archive (si). 68–69 © BP p.l.c.: (fondo). 68 Alamy Images: Egipto, periodo ptolemaico (332–30 a. C.)/The Bridgeman Art Library Ltd. (bi). Specialist Stock: Knut Mueller (sd). 69 Corbis: Bettmann (bi). 70–71 © BP p.l.c.: (fondo). 70 © BP p.l.c.: (si). Corbis: Natalie Fobes (bi). Getty Images: Jerry Grayson/Helifilms Australia PTY Ltd. (bd). 71 Cortesía de Apple. Apple y el logotipo de Apple son marcas registradas de Apple Computer Inc., registradas en EE UU y otros países: (bc/portátil). © BP p.l.c.: (bd/en pantalla). Dorling Kindersley: Peter Griffiths y David Donkin - Modelmakers (bi)

Todas las demás imágenes © Dorling Kindersley

Para más información consulte: [www.dkimages.com](http://www.dkimages.com)