

## ENERGÍA PARA APRENDER

Este libro es una iniciativa de la Fundación YPF, que tiene entre sus principales objetivos promover la educación energética para la sustentabilidad en los distintos niveles educativos. El manual *Energía para Aprender* invita a recorrer la historia del hombre y la energía, explorando las tecnologías que se utilizan en el presente para generarla y su funcionamiento, para imaginar el futuro con ingenio. Además de brindar un panorama completo sobre los distintos tipos de energía que conforman la matriz energética nacional, plantea cuáles son los principales desafíos para el desarrollo energético sustentable del país.

[www.fundacionypf.org](http://www.fundacionypf.org)

SEGUINOS EN NUESTRAS REDES:



FACEBOOK



YOUTUBE



TWITTER



# ENERGÍA PARA APRENDER

*Un recorrido por el mundo  
de la energía*

Fundación YPF

Energía para aprender: un recorrido por el mundo de la energía. - 1a edición para el alumno - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Fundación YPF, 2017.

55 p. ; 29 x 21 cm.

ISBN 978-987-4153-08-1

1. Energía.  
CDD 333.79

Editado por Fundación YPF  
Macacha Güemes 515  
C1106BKK Buenos Aires, Argentina

**Proyecto, Coordinación General**  
Fundación YPF

**Diseño**  
Rosicasal

**Corrector**  
Adolfo González Tuñón

**Créditos:**  
Algunos de los contenidos incorporados en el presente libro han sido extraídos de:  
BP Statistical Review of World Energy  
[bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html](http://bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html)  
Ministerio de Energía y Minería de la Nación  
[argentina.gob.ar/energiaymineria](http://argentina.gob.ar/energiaymineria)  
Energías de mi país del portal Educ.ar  
[energiasdemipais.educ.ar](http://energiasdemipais.educ.ar)  
Espacio de la Energía de YPF  
[espacioypf.com.ar](http://espacioypf.com.ar)

**Impresión**  
Talleres Trama S.A.  
Primera Edición 15.000 ejemplares  
Diciembre 2017

Hecho el depósito que establece la Ley 11.723.  
Reservados los derechos. Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier medio (electrónico, químico, mecánico, óptico o de fotocopia) sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo sanciones establecidas por las leyes.

# ENERGÍA PARA APRENDER

*Un recorrido por el mundo  
de la energía*

# CONTENIDOS

## PRIMERA PARTE

### ENERGÍA

¿Qué es?

Tipos de energía

Las dos leyes fundamentales de la energía

Fuentes de energía: fuentes primarias y secundarias

La matriz energética nacional

La energía y el hombre

## SEGUNDA PARTE

### ENERGÍA ELÉCTRICA

¿Qué es y cómo se genera la electricidad?

¿Cómo se genera en la Argentina?

Energías alternativas y nuevas tecnologías

- Energía del Sol
- Energía del mar
- Almacenamiento energético

## TERCERA PARTE

### HIDROCARBUROS

¿Qué son?

El origen de los combustibles fósiles

¿Cómo se extraen?

- Exploración
- Delineación
- Desarrollo y producción

Las refinerías de petróleo

Los hidrocarburos como fuente de energía

Productos elaborados con derivados del petróleo

## CUARTA PARTE

### EL DESAFÍO ENERGÉTICO

El desarrollo energético del país

Un compromiso de todos

Energía y sustentabilidad

## QUINTA PARTE

### PARA SABER MÁS...



**ENERGÍA**  
PRIMERA PARTE

# ENERGÍA

## ¿QUÉ ES?

Pensemos en un día cualquiera en nuestra vida: desde que nos despertamos hasta que nos vamos a dormir estamos en contacto con distintos tipos de energía. Nos levantamos utilizando nuestros músculos, que funcionan gracias a la energía que nos proveen los alimentos. Pero éstos se activan al escuchar la alarma del celular, que se cargó con electricidad; la misma electricidad que se utiliza para iluminar, escuchar música, usar la computadora, la televisión, el aire acondicionado y la heladera. Luego, calentamos el agua para el mate o el café utilizando el fuego, que es una fuente de gran energía calórica. Ese fuego se enciende porque contamos con gas natural. Es el mismo gas que también alimenta la calefacción, el calefón o el termotanque. Después, camino al colegio, pasamos por la plaza y vemos que el viento mueve las hamacas. Ese viento que las empuja también es fuente de energía. El viento mueve también las plantas y flores, que crecen gracias a la energía que les aportan los nutrientes del suelo, y principalmente la energía que les provee el Sol a través de la fotosíntesis. En la parada tomamos el colectivo que funciona a gasoil, que es un derivado del petróleo, al igual que la nafta que utilizan los automóviles. Como podemos ver, pasaron apenas unos cuantos minutos y ya hemos tenido trato con varias fuentes de energía. Estamos en constante contacto con ella. Pero entonces, ¿qué es la energía? El concepto moderno de energía deriva del término *energeia* que, en el siglo IV a.C., el filósofo griego Aristóteles definió como la capacidad de transformar, producir cambios, movimiento y trabajo. A través de los años, el hombre ha estudiado la energía y así se pudieron definir las leyes que la gobiernan, se clasificaron las fuentes energéticas que la humanidad ha utilizado a lo largo de la historia y las diversas formas que toma la energía.

## CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS

Se pueden distinguir siete tipos de energía:

### ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA



La principal es la radiación solar que nos llega como luz y calor. Es la fuente más importante de energía de la naturaleza y sin ella nunca hubiera sido posible la vida. Existen otras formas de energía electromagnética que nos resultan familiares, como es el caso de las ondas del celular o de la radio. Como toda onda tiene una frecuencia que se mide en ciclos por segundo, de acuerdo con las frecuencias las ondas electromagnéticas tienen distintas propiedades.

### ENERGÍA QUÍMICA



Este tipo de energía se encuentra siempre presente en la materia, ya que se almacena en los enlaces atómicos. La podemos encontrar por ejemplo en la leña o los combustibles fósiles, que durante la combustión producen reacciones químicas y calor que pueden utilizarse para generar trabajo o movimiento.

### ENERGÍA TÉRMICA



Es la energía relativa al calor y una de las formas más usuales. El calor puede tener distintas fuentes: reacciones atómicas (como sucede en el Sol), reacciones químicas (como cuando quemamos leña o un papel), por rozamiento (como cuando frotamos un anillo en un vidrio o hierro en una piedra) o por el metabolismo de algunos seres vivos, como en los mamíferos. Nuestro planeta tiene, además, una fuente de calor natural en su magma, que puede ser utilizada para la generación de energía geotérmica.

### ENERGÍA ELÉCTRICA



Es la energía proveniente del flujo de electrones y de los campos eléctricos. Los electrones son partículas atómicas que tienen carga eléctrica y que al moverse en un conductor generan una corriente eléctrica. Los enchufes de nuestros hogares tienen electricidad, la cual es utilizada por los distintos artefactos que enchufamos (luces, computadora, heladera, etc.) para funcionar.



## ENERGÍA CINÉTICA



Es la energía del movimiento. Todo cuerpo que se mueve tiene energía cinética. Cuando caminamos tenemos energía cinética, el movimiento del agua de un río tiene energía cinética, el viento, que es aire en movimiento, tiene energía cinética. El agua contenida en una represa puede estar quieta, pero tiene un inmenso poder de generar energía si se la libera.

## ENERGÍA NUCLEAR



Es la energía que está en el núcleo de los átomos y que se puede liberar a través de los procesos de fusión y fisión. La fusión consiste en juntar dos núcleos atómicos de átomos livianos como el hidrógeno. Al producirse la unión de estos núcleos se libera gran cantidad de energía en forma de calor. La fisión nuclear, por otra parte, consiste en dividir el núcleo de un átomo pesado como el uranio. Al romperse el núcleo también se libera gran cantidad de energía en forma de calor.

### ¿NOTASTE QUE...?



Si bien en la energía química y en la nuclear se habla de átomos, la energía que se libera proviene de fuentes bien distintas. En la energía química, las reacciones químicas liberan la energía potencial que se encuentra en los enlaces que unen los átomos que conforman una molécula, mientras que en la nuclear se libera la energía contenida en el núcleo de los átomos.

## ENERGÍA GRAVITACIONAL



Es la energía de la fuerza de gravedad, la fuerza de atracción ejercida entre dos cuerpos que tienen masa. Explica la caída de los cuerpos y el movimiento de los planetas. Un ejemplo es la caída inevitable de un objeto cuando se lo arroja al aire, o la manzana en la cabeza de Newton, o que la Tierra gire alrededor del Sol.

## LAS DOS LEYES FUNDAMENTALES DE LA ENERGÍA

La energía tiene dos leyes fundamentales que estructuran el mundo:

### A. LA ENERGÍA NO SE CREA NI SE DESTRUYE

La primera ley nos dice que la energía del universo es constante. Cuando usamos energía, ésta no desaparece sino que cambiamos de una forma a otra de energía. Por ejemplo, en un automóvil, la energía química del combustible se transforma en movimiento, es decir, en energía cinética. En una plancha transformamos la energía eléctrica en calor. Las celdas fotovoltaicas transforman la energía electromagnética del Sol en energía eléctrica. El agua de una represa tiene energía potencial gravitatoria, que se transforma en energía cinética al abrir las compuertas y caer el agua. Esta energía cinética se transmite a la turbina acoplada a un generador de electricidad.

### B. CONVIRTIENDO LA ENERGÍA DE UNA FORMA EN OTRA, ALGO SE PIERDE

La segunda ley nos dice que ninguna transformación es cien por ciento eficiente, que si bien la energía total se conserva hay algo que se pierde en otras formas de energía no utilizables. Lo que no se pierde es lo que se conoce como energía útil. La eficiencia energética es la cantidad de energía utilizable que se transforma en otra forma de energía. En la realidad, toda conversión de energía implica una pérdida de la energía utilizable. Pensemos, por ejemplo, en un motor de un auto. Luego de conducir un tiempo, notamos que está caliente. Eso indica que una parte de la energía que utiliza se está disipando en forma de calor, que no es utilizable.

## FUENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS

Esta primera clasificación de los siete tipos de energía nos permite avanzar con otra distinción importante. No todas las energías mencionadas están al alcance de nuestra mano en su estado natural. Por ejemplo, la energía eléctrica de un rayo que cae en una tormenta no nos sirve para abastecer nuestro consumo. Para lograrlo, debemos generar electricidad por otros medios, a partir de otras formas de energía. Llamamos **fuentes primaria de energía** a toda la energía que se encuentra disponible en la naturaleza y puede ser utilizada por los seres humanos para realizar actividades para transformarla, almacenarla y transportarla. Estas fuentes son **recursos naturales**, como el viento que mueve un molino, las radiaciones del Sol que permiten a las plantas crecer, el agua en movimiento que se utiliza en las represas hidroeléctricas, el carbón, el uranio, el gas natural, el petróleo, la leña y otras, que posibilitan la vida en nuestro planeta. Las **fuentes de energía secundaria** son el resultado de transformaciones de las fuentes de energía primaria y no se encuentran en la naturaleza como recursos, sino que son generadas a partir de éstos. Algunos ejemplos son la electricidad y los combustibles, que son derivados del petróleo.



Las fuentes de energía primaria, a su vez, se pueden distinguir de acuerdo a si son o no renovables. Que una fuente de energía sea renovable significa que no se agota en su uso. Son provistas por la naturaleza de manera regular y su aprovechamiento por parte del hombre no las agota. Algunas de estas energías son la eólica (que no es otra cosa que la energía cinética del viento), la solar (la radiación y el calor que provienen del Sol), la hidroeléctrica (surgida por el movimiento de las aguas de ríos o mares), la geotérmica (aprovechamiento del calor interior de la Tierra para generar electricidad) y la bioma-

sa (que incluye la leña y combustibles que se producen a partir del procesamiento de distintos tipos de cultivos). Las fuentes de energía no renovables, al contrario, se consumen al utilizarlas y la naturaleza no las regenera con la misma velocidad con que se consumen. Por ejemplo, el gas natural que consumimos en nuestra casa proviene principalmente de yacimientos de hidrocarburos. Forman parte de este grupo los llamados "combustibles fósiles" (el petróleo, el gas natural y el carbón mineral), que son de origen orgánico, y minerales como el uranio (que se utiliza como fuente de energía nuclear).

## LA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

¿Qué es la matriz energética? Es una representación cuantitativa que nos indica cuánta energía consume la Argentina, y cuáles son sus distintas fuentes. Es decir, nos permite saber cuánto de la energía que consumimos procede de fuente nuclear, hidroeléctrica, solar, eólica, biomasa, geotérmica o de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón. En todo el mundo los hidrocarburos componen la mayor parte de la matriz. En la Argentina, el petróleo y el gas alcanzan el 86,1% del total de la oferta, y el carbón mineral representa el 1,2% de la matriz. La fuente más utilizada en la matriz energética del país es el gas (50,2%), que es la energía fósil más limpia porque genera menores emisiones a la atmósfera. Más del 60% del gas que se consume en todo el país es utilizado de manera directa para el desarrollo, especialmente como insumo de la industria nacional y de las principales centrales eléctricas. En el corto y mediano plazo el gas natural se configura como la opción más segura y efectiva para hacer una transición más limpia hacia el crecimiento sostenible.

El carbón, que no se consume en cantidades significativas en nuestro país, emite cuatro veces más dióxido de carbono que el gas, y genera otros elementos contaminantes como, por ejemplo, sulfuros.

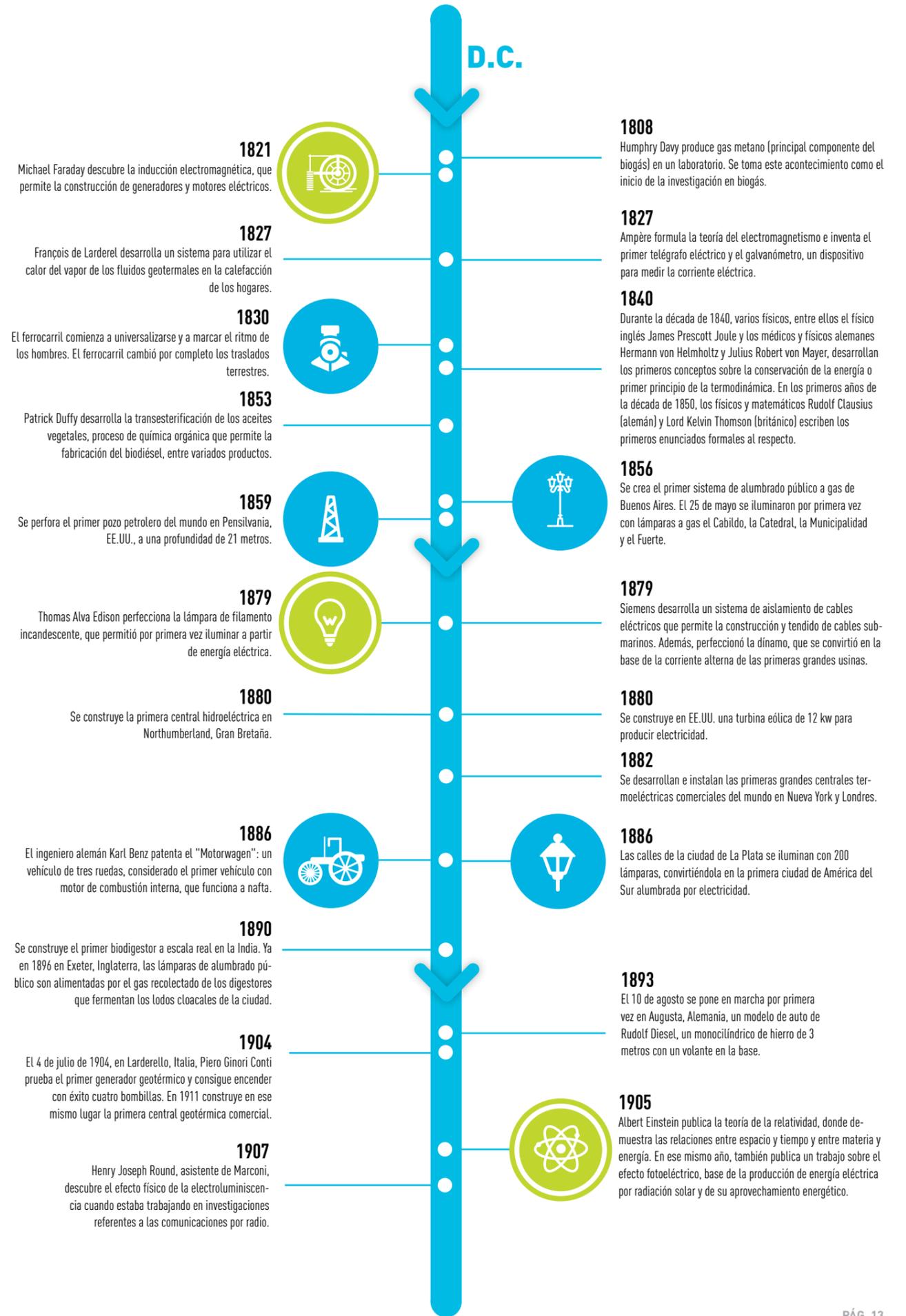
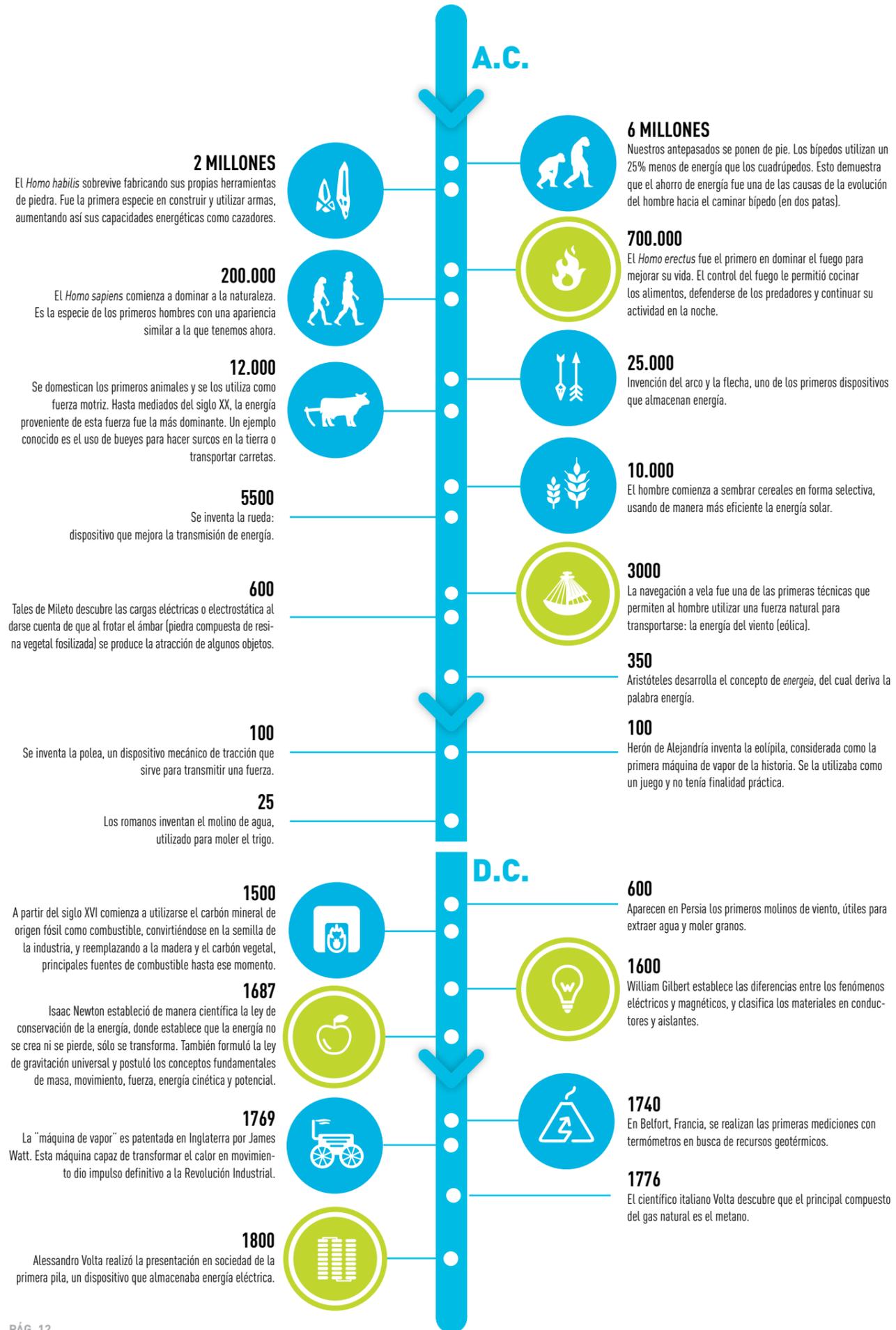
La energía hidráulica (9,8%) y la nuclear (2,1%) han crecido en los últimos cuarenta años debido a que fueron usadas para generar electricidad. La energía eólica y la energía solar (dos de las energías renovables más disponibles en nuestro país) representan poco menos del 1% de la matriz.

## LA ENERGÍA Y EL HOMBRE

Como ya vimos, los seres humanos estamos en constante relación con la energía. La siguiente línea de tiempo muestra algunos de los hitos principales que fueron moldeando la relación del hombre con la energía en la historia de la humanidad y de la Argentina en particular.



Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2017.



D.C.

**1922**  
El presidente Hipólito Yrigoyen crea YPF (Yacimientos Petrolíferos Fiscales), la primera empresa petrolera estatal argentina, con el objetivo de dar un fuerte impulso al desarrollo de los recursos de Comodoro Rivadavia y comenzar a explorar otras zonas del país.



**1925**  
Se crea la refinería de La Plata.

**1949**  
Con 1700 km de longitud se inaugura el gasoducto Comodoro Rivadavia-Buenos Aires. Fue el primero de su tipo en América del Sur y el más largo del mundo en ese momento.



**1958**  
Nueva Zelanda se convierte en el segundo mayor productor industrial de electricidad geotérmica cuando se construye su central de Wairakei.

**1972**  
Entra en servicio comercial la primera turbina de la central hidroeléctrica de El Chocón.



**1974**  
Se fundan las primeras compañías de energía solar. El Lewis Research Center (LeRC) de la NASA coloca las primeras aplicaciones en lugares aislados.



**1977**  
Expedito Parente, científico brasileño, inventa y patenta el primer proceso industrial de producción de biodiésel.



**1980**  
Aparecen las turbinas eólicas modernas, conocidas también como aerogeneradores. Estos equipos se caracterizan por tener pocas palas porque de esta manera alcanzan a desarrollar una mayor eficiencia de transformación de la energía primaria contenida en el viento.



**1988**  
La ciudad francesa de Amiens, de 120.000 habitantes, es la primera en funcionamiento biodigestores aptos para procesar los residuos de una población entera.



**1994**  
Los investigadores Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura desarrollan un LED azul de alta eficiencia, que permite obtener una nueva tecnología de luz blanca brillante, de menor consumo energético y variadas aplicaciones en iluminación y pantallas. Esta tecnología abre paso a las pantallas LCD y plasma.

**2012**  
YPF inicia el desarrollo del shale en la Argentina en la Formación Vaca Muerta, en la Cuenca Neuquina. Se estima que el país se posiciona en segundo lugar a nivel mundial entre los países con mayores recursos de gas no convencional técnicamente recuperables, y en cuarto lugar en cuanto a petróleo no convencional.



**1907**  
El 13 de diciembre, a raíz de una perforación, se descubre petróleo en Comodoro Rivadavia, y comienza la explotación continua y sostenida en el país.

**1931**  
Se comienzan a construir dos destilerías privadas, una en Dock Sud y la otra en La Plata.

**1956**  
Se inaugura la primera central nuclear del mundo en Calder Hall, Reino Unido.

**1962**  
Mientras trabajaba como asesor científico de General Electric, Nick Holonyak inventa en Siracusa, Estados Unidos, el primer LED (siglas en inglés de "Diodo Emisor de Luz") en el espectro visible.

**1968**  
Se inicia la construcción de la central nuclear Atucha I. En 1974 se puso en marcha, convirtiéndose en la primera central atómica de la Argentina y de América Latina.

**1973**  
Inicia el proyecto binacional argentino-paraguayo para la construcción de la represa hidroeléctrica Yacretá sobre el río Paraná.

**1977**  
Se descubre el yacimiento Loma la Lata en la Cuenca Neuquina, con las mayores reservas de gas del país.

**1984**  
Se construye la primera planta centralizada de biogás en Dinamarca.

**1985**  
En Silberberg, Austria, se construye la primera planta piloto productora de biodiésel a partir de las semillas de canola.

**1988**  
Comienza a funcionar una central geotermoeléctrica piloto en el campo geotérmico Copahue, Neuquén, Argentina. Funciona mediante un ciclo binario utilizando isopentano como fluido de trabajo intermedio.

**1994**  
Se inaugura en Comodoro Rivadavia el Parque Eólico Antonio Morán, primer parque eólico comercial de la Argentina.

**2001**  
La nave HELIOS de la NASA con paneles fotovoltaicos alcanza un nuevo récord de altitud para un vehículo no accionado por cohetes: 29.500 metros.

**2012**  
Se inaugura el Parque Solar Fotovoltaico Cañada Honda, en la provincia de San Juan. Es el primer parque solar de la Argentina.

**2015**  
El 12 de diciembre, en París, 195 naciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) alcanzan un acuerdo histórico para combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible.

# ENERGÍA ELÉCTRICA

## SEGUNDA PARTE

# ENERGÍA ELÉCTRICA



La energía eléctrica es esencial para nuestra vida, la de los comercios y las industrias de nuestro país. Permite iluminar, calentar, enfriar y encender circuitos para que funcionen, por ejemplo, nuestros celulares y computadoras. ¡Hay casas que sólo funcionan con electricidad! ¡Y los autos eléctricos o híbridos (que funcionan con nafta y electricidad) van ganando cada vez más adeptos!

Pero hay un problema: como ya vimos, la energía eléctrica no puede ser aprovechada en su forma natural: es necesario producirla.

## ¿QUÉ ES Y CÓMO SE GENERA LA ELECTRICIDAD?

La energía eléctrica es aquella vinculada al movimiento de los electrones, y en la naturaleza puede encontrarse en el rayo. La fuerza eléctrica se relaciona con lo que sucede dentro de los átomos: los electrones y los protones se atraen entre sí porque tienen cargas opuestas, y rechazan a los del mismo signo. Para entender un poco mejor esto, pensemos en una pila. Cualquier pila tiene dos puntas distintas, no sólo en su forma, sino en su carga: un lado es negativo y el otro positivo. ¿Qué quiere decir positivo y negativo? Pues bien, que de un lado hay átomos con más protones que electrones (de carga positiva) y del otro hay átomos con más electrones que protones (de carga negativa). Esta diferencia de potencial eléctrico (la cantidad de electrones en un punto y en el otro) empuja a los electrones a moverse hacia donde hay más protones. ¿Por qué? Porque las cargas opuestas se atraen y las del mismo signo se rechazan. Y, sobre todo, porque un sistema siempre va a buscar su equilibrio. Si conectamos un cable de cobre (elemento que es muy buen conductor de la electricidad) a la pila, los electrones comenzarán a circular desde el lado negativo hacia el positivo, y de este modo se genera una circulación de corriente que llamamos electricidad.

Pero la pila no es el modo en que generamos la electricidad que llega a nuestras casas: la que nosotros consumimos se produce en un generador eléctrico.

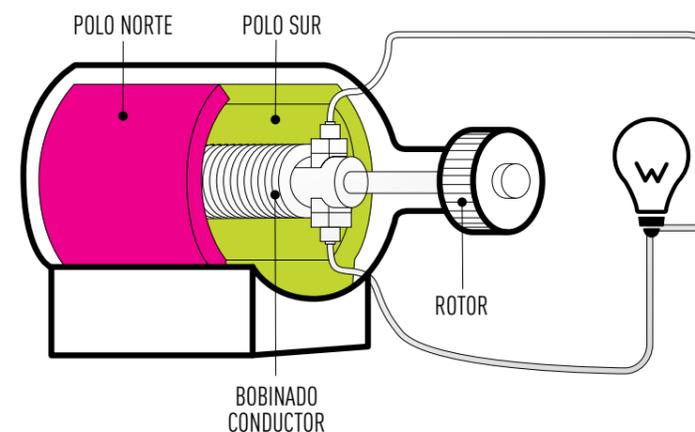
## GENERADOR ELÉCTRICO

Se trata de un aparato que convierte la energía mecánica (es decir, el movimiento) en energía eléctrica. ¿Cómo funciona? Un generador eléctrico está compuesto por: una bobina (conjunto de vueltas de alambre de cobre enrollado) y dos imanes (un polo positivo y un polo negativo), como se puede observar en el esquema.

Los alambres de cobre son los mismos que están en los cables que tenemos en casa, es decir, son capaces de transmitir electricidad.

Cuando un material conductor (la bobina de cobre) se mueve en un campo magnético (generado por dos imanes) se induce una corriente eléctrica en la bobina.

La bobina gira a través del rotor (ver imagen) con una cierta frecuencia (número de vueltas por segundo), produciendo un cambio en la dirección de la corriente. Se obtiene así una corriente alterna de la misma frecuencia que la de rotación de la bobina. Conectando cualquier aparato (como una lamparita) a los extremos de la bobina se puede aprovechar la energía eléctrica generada.

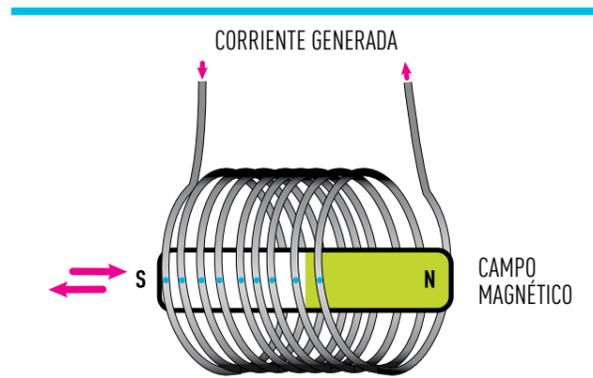
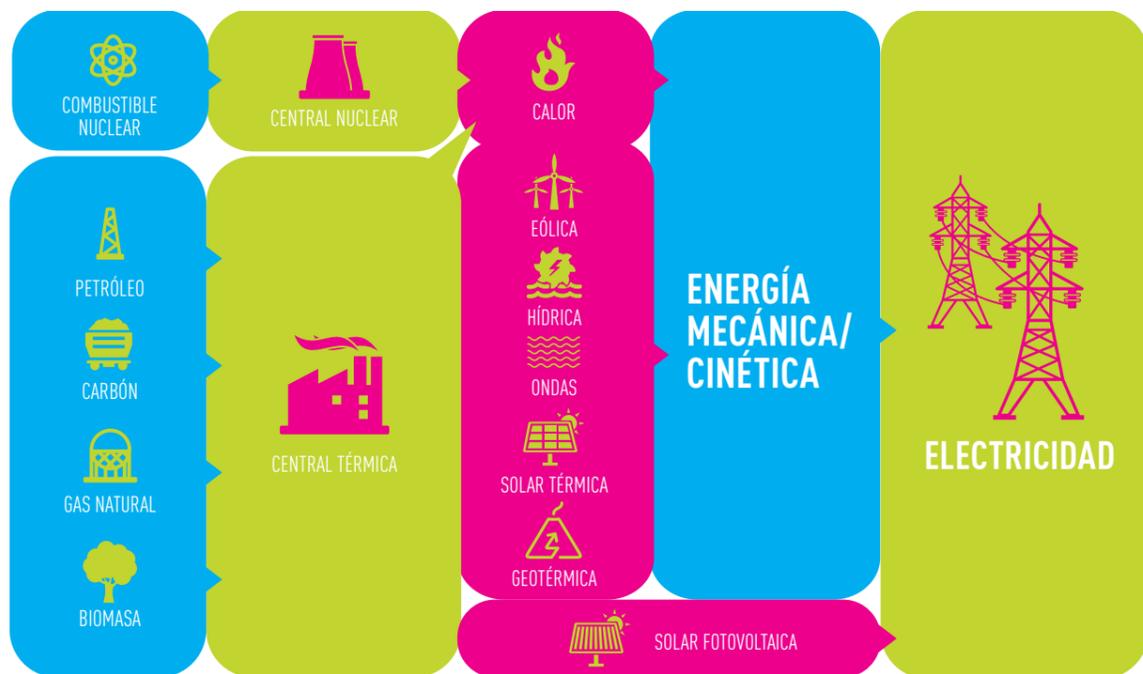


### ¿SABÍAS QUE...?



La fuerza de atracción de los imanes se encuentra en sus extremos, que reciben el nombre de polos. Cada imán tiene dos polos que se identifican como polo sur o polo norte. Los polos iguales se repelen mientras que los opuestos se atraen. El magnetismo de la Tierra también es identificado por sus polos Norte y Sur. El polo del imán recibe su nombre según el polo terrestre al que es atraído. Esta fuerza de atracción es la que hace funcionar las brújulas.

## CADENA DE TRANSFORMACIONES

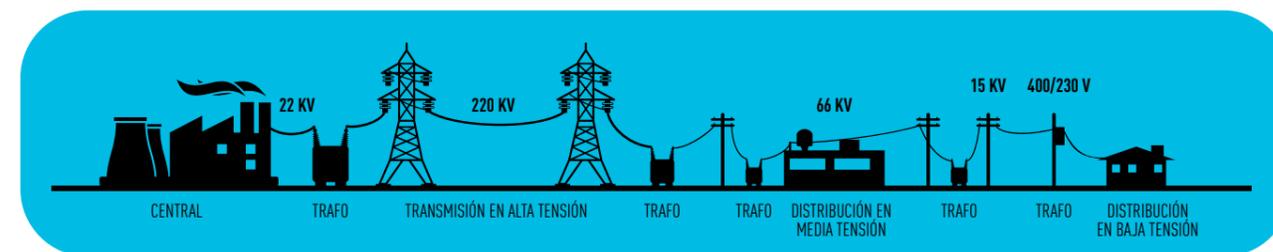


Para producir electricidad, entonces, habitualmente recurrimos a generadores eléctricos que funcionan a partir del movimiento del bobinado dentro del campo magnético. Este movimiento puede ser generado de distintas maneras. Hay centrales eléctricas que utilizan el gas natural; otras utilizan directamente la energía del viento (eólica) o se valen de la energía del agua en centrales hidroeléctricas (como Yacretá). También puede generarse el movimiento del bobinado en el campo magnético a partir de energía nuclear que genera vapor que luego impulsa una turbina. En el caso de la energía eólica o de la hidroeléctrica, el movimiento del viento o del agua son utilizados para mover las palas que, a su vez, generan la energía electromagnética que se transforma en electricidad. En cambio, en otros casos es necesario realizar una serie de transformaciones de ener-

gía. Por ejemplo, cuando se utiliza como fuente primaria el gas, la energía liberada por las reacciones de combustión se transforma en energía cinética (de movimiento), como resultado de la combustión se desprenden gases calientes a alta temperatura y presión que se expanden en una turbina. Si estos gases se recuperan en una caldera de recuperación de calor, ese calor se usa para calentar agua y generar vapor y éste se expande en una turbina de vapor. Este doble uso se llama ciclo combinado. Dicho movimiento genera la energía electromagnética por acción de los polos magnéticos en movimiento, que se transforma en electricidad. Una vez que las centrales eléctricas han transformado la fuente primaria en electricidad, ésta debe llegar a nuestros hogares, comercios e industrias. Es preciso transmitir y distribuir la misma a lo largo y a lo ancho de todo el país. No es extraño ver altas torres de metal con cables gruesos surcando el horizonte. Se llaman torres de alta tensión y se utilizan para transmitir la energía eléctrica, para que pueda llegar a nuestras casas. Los cables o líneas llevan grandes cantidades de energía desde la central eléctrica hasta distintas subestaciones, que se encargan de distribuirla por zona. De este modo, se forma una red eléctrica que permite abastecer a todo el país. **Es importante saber que una parte de la electricidad que se produce (alrededor del 10%) se pierde en su transporte, porque los conductores tienen algo de resistencia. Eso hace que parte de la energía se disipe como calor.**



## EL CAMINO DE LA ELECTRICIDAD



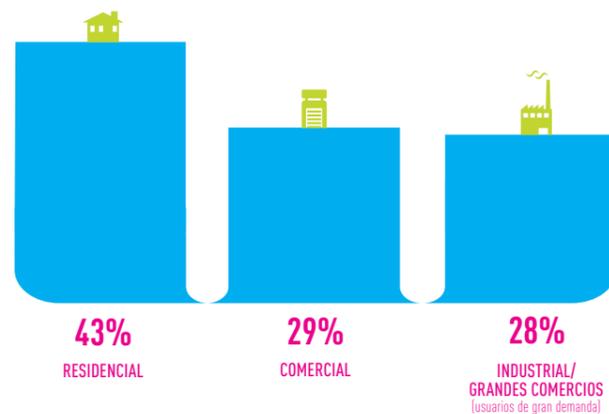
### ¿SABÍAS QUE...?



El voltaje o tensión eléctrica es una medida física que representa la diferencia de potencial entre dos puntos, que genera el flujo de los electrones. Los cables de alta tensión se llaman así porque transportan electricidad a más de 100 kV (kilovoltios), con mayor potencia que la que encontramos en los enchufes de nuestra casa.

Pero a todo esto... ¿quiénes usan la electricidad? Comercios, pequeñas empresas, el alumbrado público, la industria, escuelas, hospitales y todos nosotros en casa. ¿Pero quiénes son los que más consumen electricidad? Veamos en detalle quiénes son y cuánto utilizan la energía eléctrica.

## CONSUMO ELÉCTRICO POR SECTORES 2016



Fuente: Informe Anual 2016, CAMESSA.

Mirando estos datos podemos concluir que el sector residencial es el de mayor consumo. Esto quiere decir que es responsabilidad de todos nosotros cuidar el uso de la energía. Hay varios modos de cuidar la energía, pero el principal es éste: no utilicemos energía cuando no la necesitamos. Por ejemplo, ¿necesitamos que esté encendida la luz en una habitación en la que no estamos? ¿O es necesario utilizar luz artificial si tenemos la posibilidad de utilizar la natural? ¿Es necesario poner el aire acondicionado a una temperatura que da frío?

## ¿CÓMO SE GENERA EN LA ARGENTINA?

La energía eléctrica que se genera en la Argentina proviene en su mayoría de centrales térmicas o termoeléctricas. En nuestro país actualmente hay 50 usinas o centrales térmicas que producen la electricidad que se consume habitualmente. Sus capacidades de producción varían entre las de gran tamaño –que pueden llegar a producir 800 MW– y las de menor tamaño –que generan menos de 10 MW–. La mayor parte de las centrales térmicas argentinas funcionan a gas natural por dos razones principales: la alta disponibilidad de gas en los yacimientos del país y el menor impacto ambiental que tiene este hidrocarburo en comparación con, por ejemplo, el carbón, que es utilizado en otros países del mundo (China o EE.UU.) como fuente principal de generación eléctrica.

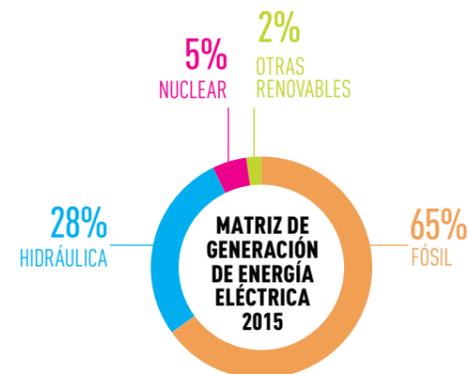
### ¿SABÍAS QUE...?



El watt o vatio mide la potencia eléctrica, es decir, la cantidad de energía que genera o consume un elemento por una unidad de tiempo determinada. Una computadora portátil consume entre 65 y 90 W (watts). Las usinas o centrales eléctricas miden su potencia en MW (megawatts), o sea, ¡un millón de watts!

En la Argentina la generación de electricidad proviene en un 65% de fuentes fósiles. ¿Alguna vez pensaste que cuando pulsás el interruptor en tu casa, la luz se enciende porque el gas natural está haciendo funcionar una central térmica en ese mismo momento? Porque ésta es otra particularidad del sistema eléctrico: a diferencia de lo que ocurre con otras formas de energía, su almacenamiento en cantidades masivas no ha logrado resolverse satisfactoriamente, por lo que debe generársela “en tiempo real”, es decir, en la cantidad que va exigiendo la demanda.

¿En qué difiere la matriz energética de la matriz de generación de electricidad? La matriz energética nos indica cuánta energía se consume en la Argentina para cubrir distintas necesidades (transporte, generación eléctrica, etc.) y cuáles son sus fuentes; por otra parte, en la matriz de generación de electricidad se indica qué fuentes de energía se utilizan específicamente para generar electricidad.



Fuente: Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina, Año XVII, N° 200, CNEA.

Las fuentes de energía renovables (hidráulica, eólica, solar), junto con la energía nuclear, permiten generar el restante 35% de la electricidad que se consume en la Argentina (principalmente hidráulica). Nuestro país cuenta

con un total de 31 represas hidroeléctricas, entre las que se destacan las binacionales Yacretá (3.200 MW) y Salto Grande (1.890 MW), y las centrales de Piedra del Águila (1.400 MW) y El Chocón (1.200 MW) en la provincia de Neuquén. También existen tres centrales nucleares: Atucha I, Embalse y Atucha II. Nuestro país tiene un potencial renovable muy grande, destacándose las áreas de la Patagonia (eólico) y la Puna (solar). También existen en la Argentina cinco parques solares fotovoltaicos, y uno de ellos es el más grande de Sudamérica. A pesar de todo, la energía eólica y la solar constituyen hoy poco menos del 2% de la producción de energía eléctrica del país. En la actualidad, el aumento de la eficiencia gracias a nuevos desarrollos tecnológicos y la baja en los costos permiten que el país tenga las condiciones para aprovechar el potencial que posee en energías renovables. Sin embargo, hay un factor natural que sienta límites y desafíos para su aprovechamiento. Los vientos y la luz del Sol están disponibles de manera intermitente en la naturaleza y su intensidad es fluctuante. Por eso, la energía eólica y la solar no permitirían responder por sí solas a la demanda. Existen diversos proyectos de investigación e innovación tendientes a resolver el problema de la intermitencia mediante el desarrollo de nuevas formas de almacenamiento de electricidad que superen las limitaciones de los sistemas actuales. En el apartado siguiente veremos algunas iniciativas que YPF está desarrollando en este campo. Para resolver el problema de la intermitencia del suministro puede recurrirse a otras fuentes de energía más estables (hidroeléctrica, nuclear o térmica) cuando la energía solar o eólica no estén disponibles, lo que nos lleva a pensar en la conveniencia de generar un sistema energético mixto más sustentable.

La transición hacia sistemas energéticos más sustentables puede llevar muchos años hasta que se resuelvan los mencionados desafíos tecnológicos. Mientras tanto, el gas natural permite una mayor eficiencia en el uso y menor generación de residuos que afectan el medio ambiente. Pero no debemos olvidar que se trata de una situación de transición: resulta indispensable seguir promoviendo y desarrollando en la Argentina nuevas formas de obtener energía a partir de fuentes renovables, dado el gran potencial que tiene nuestro país y nuestra necesidad de proteger el ambiente y cuidar los recursos no renovables, que son un patrimonio de toda la nación.

## ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Repasemos lo dicho hasta ahora: el petróleo y el gas generan la mayor proporción de la energía que consume el país, pero estas fuentes energéticas tarde o temprano se agotarán. Además, su aprovechamiento genera mayor impacto ambiental que el de otras formas de energía. Para promover un mayor cuidado del ambiente y asegurar que nuestra y futuras generaciones puedan disponer de energía, es preciso, además de promover su uso eficiente, aprovechar al máximo las tecnologías y capacidades que permitan desarrollar las energías renovables.

Nuestro país es rico en hidrocarburos, pero también tiene un gran potencial en fuentes de energía renovables. Algunas de éstas ya se están desarrollando, como la energía eólica y la solar, pero otras están todavía en etapas tempranas y hay mucho por hacer. Argentina es un país que cuenta con una importante tradición en investigación científica y un destacado plantel de investigadores y tecnólogos capaces de impulsar estos desarrollos en nuevas energías.

Veremos a continuación algunas de las principales líneas de investigación que se están desarrollando en nuestro país, principalmente en Y-TEC, la primera empresa creada por YPF y el CONICET.

## ENERGÍA DEL SOL



La energía del Sol es imprescindible para nuestra vida y la de las plantas y animales. El Sol emite radiaciones que nos proporcionan calor y luz. Pero la luz y el calor no son lo mismo, y pueden ser aprovechados de distintos modos. El uso de energía solar de una forma eficiente permite disminuir costos si se la combina con otras formas de energía para contribuir de este modo con el cuidado del ambiente. De esta fuente de energía renovable es posible obtener calor y electricidad, diversificando de esta manera el abastecimiento eléctrico, sobre todo para aquellas demandas que se encuentran aisladas del sistema de transporte de energía. A fines de 2017, en la Argentina existen cinco parques solares fotovoltaicos y se encuentran en construcción varios más, en el marco del Programa RenovAr impulsado por el gobierno nacional. En ellos se convierte la luz del Sol en electricidad. Para ello, se utilizan placas que cuentan con celdas llamadas "fotovoltaicas", palabra que proviene del griego "fos" (luz) y "voltaico" (vinculado al voltio, una de las unidades de medida de la electricidad). La energía eléctrica generada mediante estas placas puede ser inyectada a la red eléctrica o almacenada en baterías. Durante la noche, cuando esta fuente de energía no está disponible, es reemplazada por las energías firmes como la generada a través de centrales térmicas, o se utiliza

la energía almacenada en baterías en el caso de casas aisladas que no cuentan con tendido eléctrico. Otro modo de aprovechar la energía solar es centrarse en su capacidad de producir calor. El calor, como ya sabemos, se utiliza para transformar agua en vapor, que mueve el bobinado de un rotor que gira dentro del campo magnético, lo que genera la energía eléctrica. Este tipo de energía es diferente a la energía solar fotovoltaica, y se encuentra en una fase de desarrollo más incipiente, por lo que es más costosa. Científicos argentinos se encuentran investigando las posibles aplicaciones de la energía solar térmica en procesos químicos, como por ejemplo en la extracción de salmuera de litio en los salares.

### ¿SABÍAS QUE...?



Los paneles de celdas fotovoltaicas se utilizan para el abastecimiento energético de los satélites, y también en las boyas de medición con las que se están midiendo nuestros mares. ¡También se utilizan en algunas calculadoras!

## ENERGÍA DEL MAR



Así como los movimientos de los ríos se pueden utilizar para producir energía, también las olas y corrientes oceánicas son fuente de energía. El mar de la Patagonia austral, que baña las costas desde el sur de Chubut hasta Tierra del Fuego, es una fuente renovable de energía generada por sus corrientes, mareas, salinidad y diferencias de temperatura. El movimiento del mar puede ser aprovechado mediante turbinas que permitan generar energía. Ésta podría aprovecharse para producir electricidad para las casas, el transporte y la industria. Argentina es un país apto para el desarrollo de este tipo de energía. Actualmente, equipos de investigadores se encuentran midiendo el potencial de las corrientes oceánicas para la generación de energía eléctrica. Están ubicados en el estuario del río Gallegos y la desembocadura del Estrecho de Magallanes, Santa Cruz. Estos estudios permitirán co-

nocer su costo real de producción y estimar el impacto que tendrían en el ambiente, tanto en la flora como en la fauna. El avance de este proyecto es estratégico para el país y la región, porque permite obtener conocimiento para elaborar un mapa para el aprovechamiento energético de las corrientes oceánicas, un recurso abundante y sustentable.

### ¿SABÍAS QUE...?



Las corrientes marinas son los movimientos superficiales y subterráneos del agua. Éstos se deben a distintas causas, entre ellas la acción del viento, la rotación de la Tierra, la temperatura y la salinidad de las masas de agua. Se trata de movimientos constantes, y son los responsables, por ejemplo, de que cuando nos metemos en el mar, ¡nos vayamos moviendo de lugar sin quererlo y sin darnos cuenta!

## ENERGÍA DEL VIENTO



La energía eólica es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento, que a su vez tiene su origen en el Sol; y puede ser aprovechada directamente o ser transformada a otros tipos de energía, como, por ejemplo, la energía eléctrica.

El primer uso que se conoce del aprovechamiento del viento fue en el año 3.000 a.C. con los primeros barcos veleros egipcios. En el siglo VII, en Persia surgieron los primeros molinos de viento que permitieron moler grano o bombear agua.

En la actualidad, el principal medio para obtener la energía eólica son los aerogeneradores, "molinos de viento" de tamaño variable que transforman mediante sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. Su diseño y tecnología están en constante evolución para reducir el impacto ambiental disminuyendo el ruido, la cantidad de lubricante utilizado, la velocidad de las palas, y, por supuesto, mejorar su productividad.

En nuestro país existen varios parques eólicos, en los que se agrupan una gran cantidad de molinos para transformar el viento en electricidad. Los más importantes se encuentran en la Patagonia, debido a sus vientos constantes, similares o superiores a las regiones más ventosas del mundo y a sus extensas mesetas.

La energía eólica no produce sustancias tóxicas, no contamina el aire y contribuye al desarrollo sostenible, lo que ha permitido que su uso esté cada vez más extendido y mejor valorado por la comunidad científica, que ve en esta fuente de energía renovable una gran alternativa para los países en vías de desarrollo y para el sector rural. En 2016 evitó más de 637 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial.

Se prevé que en 2030 la potencia instalada alcanzará los 800.000 megavatios, el doble de la actual, con la que se podrá suministrar hasta el 20% de la electricidad mundial.

### ¿SABÍAS QUE...?



Podemos encontrar desde pequeños aerogeneradores de 400 W y 1 m aproximadamente de diámetro de aspas, hasta inmensos aerogeneradores de los grandes parques eólicos de 3.300 kW, 140 metros de altura y más de 110 m de diámetro de barrido de las aspas. Para pequeñas instalaciones de uso doméstico o agrario los aerogeneradores más útiles y asequibles son los que tienen un diámetro de barrido de 1 a 5 m, capaces de generar de 400 W a 3,2 kW.

## AEROGENERADOR

### CÓMO FUNCIONA UN AEROGENERADOR

Cuando el viento mueve las aspas del rotor, la energía mecánica rotacional producida se convierte en energía eléctrica.

Viento

1

El viento mueve las aspas del rotor.

2

Un multiplicador, que es un sistema de engranajes, aumenta la velocidad de rotación del eje.

Eje de baja velocidad

Los parques más grandes proporcionarán una potencia de **100 megawatts**, que es la energía que consumen **130.000 hogares**.

Eje de alta velocidad

3

Un generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

### BENEFICIOS Y AHORRO

La energía generada por un parque durante un año equivale al ahorro de grandes cantidades de gasoil y gas natural y ayuda a reducir emisiones de CO<sub>2</sub>.

**60.000 M<sup>3</sup>**  
Gasoil

**100.000.000 M<sup>3</sup>**  
Gas natural

**241.600 t**  
Menos emisiones de CO<sub>2</sub>

Escalera de acceso para mantenimiento.

## ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO

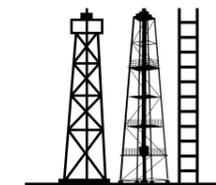


Ya hemos dicho que uno de los desafíos más importantes para el aprovechamiento de las energías renovables tiene que ver con garantizar la disponibilidad de energía en los momentos en que no se genera. Para ello es importante mejorar las formas de almacenamiento. Los celulares y las computadoras portátiles, y también algunos automóviles eléctricos, acumulan la energía en baterías. El material más utilizado para la fabricación de las baterías es un mineral llamado litio. Argentina, Bolivia y Chile poseen el 85% de las reservas mundiales de este recurso natural. Desde 2013, científicos argentinos llevan adelante diver-

sos proyectos de Investigación y Desarrollo relacionados con tecnologías de litio, que les han permitido contar con los conocimientos y la tecnología para impulsar la fase industrial de producción de baterías. El próximo paso será contar con una fábrica que servirá como modelo para que otras plantas industriales puedan instalarse en las provincias productoras de este mineral. En un futuro se podrán producir las baterías de litio en la Argentina. Esto agregará valor a un recurso natural estratégico. Además, nos permitirá reemplazar un producto que hasta el momento se importa y cuya fabricación local generaría ahorro de recursos económicos y más puestos de trabajo.

Hasta aquí hemos visto que nuestro país tiene un gran potencial para asumir el desafío de incrementar la proporción de energía proveniente de fuentes renovables. Este desafío es prioritario y requiere de inversiones y políticas estratégicas de corto, mediano y largo plazo.

Mientras tanto, seguiremos necesitando de grandes cantidades de hidrocarburos no sólo para producir energía eléctrica, sino también para ser utilizados para el transporte, la calefacción y para hacer una gran variedad de productos de muy diversas industrias.



# HIDROCARBUROS

TERCERA PARTE

# HIDROCARBUROS

Los hidrocarburos atraviesan nuestra vida y la de nuestro país. No sólo porque son fuente de energía, sino también porque la mayoría de las cosas que utilizamos a diario también contienen partes que se fabrican a partir de petróleo. El shampoo con el que nos lavamos el pelo, los combustibles del auto o del colectivo, las pinturas, todos los elementos de plástico, pasta de dientes, fertilizantes, ropa, celulares, botellas, relojes ¡y hasta los medicamentos!, contienen derivados de hidrocarburos. ¿Cómo es que los hidrocarburos tienen tantas aplicaciones? La respuesta está en la química...

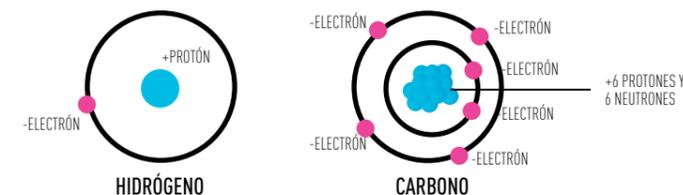
## ¿QUÉ SON?

Los hidrocarburos son moléculas compuestas por dos átomos: el hidrógeno y el carbono. Se trata de dos elementos químicos, que se unen para formar moléculas de diversos tamaños que están presentes en la naturaleza en distintos estados (gaseoso, líquido y sólido). El hidrógeno es el elemento más liviano: tiene un electrón y un protón. El carbono, en cambio, tiene seis electrones, seis protones y seis neutrones.

Una **molécula** es la unión de dos o más átomos por medio de enlaces covalentes (así se denomina a los enlaces de átomos que forman una molécula estable). ¿Pero cualquier unión de átomos puede llamarse molécula? No, sólo aquellas que son estables y tienen una carga neutra. Esto último quiere decir que tiene que haber la misma cantidad de protones que de electrones. Veamos cómo se forma un enlace covalente, la unión de dos átomos.

Volvamos nuevamente al modelo atómico que ya conocemos... ¿Qué pasa con los átomos que tienen muchísimos electrones? ¿Cómo se organizan? ¿Se chocan entre sí? Bien, estas preguntas nos enfrentan a la limitación de esta representación, porque lo que este modelo no muestra es que los electrones se organizan alrededor del núcleo en capas. Esto es importante para formar moléculas... porque los electrones de la capa más ex-

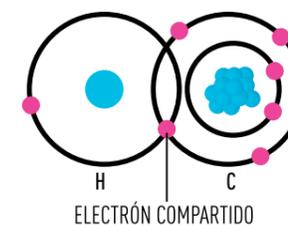
### ESQUEMA DE HIDRÓGENO Y CARBONO



terna del átomo son aquellos que están disponibles para la unión. Y para saber cuántos electrones están disponibles en la última capa, sólo tenemos que mirar la tabla periódica. Allí figura la configuración electrónica de cada elemento.

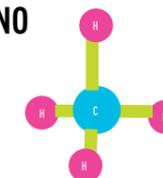
Para formar una molécula estable, los electrones de la última capa de cada átomo deben ser ocho, excepto en el caso del hidrógeno, que forma uniones estables cuando cuenta con dos electrones. ¿Pero de dónde saca el átomo más electrones? ¿De otros átomos! Cuando se da un enlace covalente, lo que sucede es que los átomos comparten los electrones de su capa externa, y de ese modo llegan a la estabilidad.

### ENLACE COVALENTE DE CARBONO E HIDRÓGENO



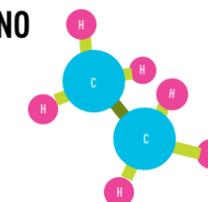
Veamos entonces qué sucede con los hidrocarburos. El carbono tiene seis electrones, pero sólo cuatro de ellos se encuentran en el último nivel energético. Por esta razón, este átomo puede formar enlaces en los que acepta hasta cuatro electrones. Y recordemos que el hidrógeno acepta un electrón. Entre las moléculas más livianas de hidrocarburos se encuentra el metano, por ejemplo. Su composición está dada por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno.

#### METANO



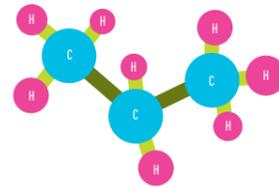
Además, los átomos de carbono pueden unirse entre sí y formar cadenas de cientos de átomos, anillos ramificados y unirse a otros átomos. En el caso de los hidrocarburos, los carbonos forman un esqueleto de átomos, que es rodeado por los hidrógenos. Si la unión se da entre seis átomos de hidrógeno y dos de carbono, estamos en presencia del etano.

#### ETANO



Por ejemplo, el gas que se utiliza como refrigerante o propulsor de aerosoles, el propano, está formado por tres átomos de carbono y ocho de hidrógeno, que forman una cadena que puede escribirse así: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>.

**PROPANO**



Existen también otros hidrocarburos, como el butano, pentano, hexano, benceno, etc.

COMPUESTO	NOMBRE
CH <sub>4</sub>	METANO
CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	ETANO
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	PROPANO
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	BUTANO
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	PENTANO
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH <sub>3</sub>	HEXANO
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>	HEPTANO

Estos ejemplos son sólo algunas de las posibles cadenas que se encuentran en los hidrocarburos.

¿Pero de dónde sale la energía? Los enlaces con el carbono almacenan mucha energía, que es liberada durante la combustión, un tipo de reacción química que ocurre en presencia de oxígeno.

## EL ORIGEN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Los hidrocarburos son combustibles fósiles. ¿Por qué? Porque provienen de restos de organismos que vivieron hace millones de años. La formación del petróleo suele asociarse a la presencia de fósiles de dinosaurios. Sin embargo, el petróleo no se formó a partir de restos de dinosaurios, sino más bien a partir de plantas, microorganismos, bacterias y algas. Es decir, materia orgánica que puede tener origen continental o marino.



La acumulación de materia orgánica tuvo lugar, a lo largo del tiempo, en ambientes marinos o continentales. En condiciones de escasez de oxígeno esta materia orgánica se preserva. Luego, a partir de la presencia de altas temperaturas y presión, la materia orgánica se transforma en hidrocarburos. ¿Cómo se produce este proceso? Durante millones de años, la materia orgánica es sometida a grandes presiones (¡por tener 1.000, 2.000, 3.000 o más metros de roca encima!) y a grandes temperaturas que en ausencia de oxígeno generan cambios químicos: se descompone la materia orgánica y se forman los hidrocarburos. A este proceso se lo conoce como "catagénesis".

El petróleo y el gas se encuentran alojados dentro de una roca, la misma en la que se produjo este proceso de sedimentación y transformación. Ésta es la llamada "roca generadora", una roca con poros que no se encuentran interconectados y que no permiten que los compuestos fluyan por ella.



¿Cómo llega el petróleo a los reservorios, que es de donde lo extraemos? Lo que sucede es que la corteza terrestre se mueve constantemente, y esto genera fisuras en la roca generadora, que se convierten en caminos por los cuales una parte del petróleo y el gas comienzan a liberarse y migrar. Este movimiento lleva los hidrocarburos hacia rocas más porosas y permeables (reservorio), a veces, incluso, llegando hasta la superficie. La migración es lenta, y llega a su fin generalmente cuando los hidrocarburos se topan con una roca impermeable, también conocida como "roca sello", que no permite que los hidrocarburos continúen su migración.



Los reservorios no son espacios vacíos en donde se alojan los hidrocarburos, sino que conforman otro tipo de roca, más permeable y porosa que la generadora. Se conoce como "roca reservorio" y está llena de agujeros microscópicos o poros, que están interconectados. Una vez allí, el petróleo y el gas se acomodan de acuerdo con

su densidad (es decir, el gas en la parte superior y el petróleo en la parte inferior).



Desde el comienzo de la industria petrolera, éste fue el tipo de rocas de interés, objetivo de los exploradores. Esto es lo que se conoce como reservorio convencional. Sin embargo, no todos los hidrocarburos logran abandonar la roca generadora y migrar hasta llegar a las trampas para alojarse en la roca reservorio. Hay casos en que parte del gas y del petróleo queda en la roca generadora, formando reservorios no convencionales (también conocidos como "shale"). Si bien estos reservorios no convencionales eran conocidos como roca generadora, todavía no se disponía de la tecnología necesaria para explotarlos de forma económica y sustentable. Para la extracción de los hidrocarburos desde la roca generadora es necesario utilizar una técnica conocida como estimulación hidráulica. Veamos a continuación cómo se produce la extracción en cada caso.

### ¿ALGUNA VEZ PENSASTE...



...en la cantidad de años que se requiere para la formación de hidrocarburos? ¡Millones de años! Esto significa que es un recurso que se renueva cada largos períodos de tiempo, si se dan las condiciones necesarias. Por esto decimos que es un recurso no renovable y, como tal, hay que cuidarlo. ¿Cómo? Reduciendo nuestro consumo de hidrocarburos y alentando el aprovechamiento de energías renovables.

### ¿SABÍAS QUE...?



El petróleo forma parte de la vida de los hombres desde la Antigüedad, en ciertas regiones donde aparecía de forma natural, como por ejemplo en Medio Oriente. Los sumerios, un pueblo radicado en la Mesopotamia desde el quinto milenio a.C., lo utilizaban para calafatear sus barcos (sellarlos e impermeabilizarlos). Los egipcios lo usaban en los procesos de momificación y los japoneses, como combustible para la iluminación de sus lámparas, dos milenios a.C. En América, los pueblos precolombinos lo utilizaron para pintar estatuas. Los romanos usaron el petróleo y sus derivados como combustible para lámparas, para lubricar las ruedas de los carros y en la fabricación de medicinas. La función del petróleo como lubricante, combustible y para la fabricación de fármacos continuó durante varios siglos. Con la llegada de la industria petrolera, a mediados del siglo XIX, su uso se expandió y multiplicó.

## ¿CÓMO SE EXTRAEN?

### EXPLORACIÓN

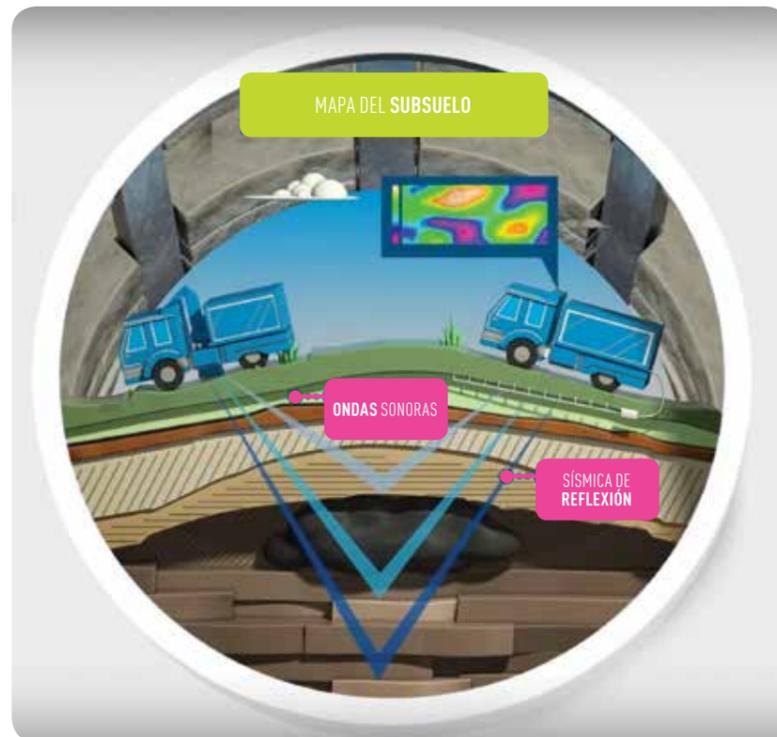
Antes de comenzar a extraer los hidrocarburos, es necesario saber dónde se encuentran e identificar el tipo de yacimiento. De esto se encargan geólogos y geofísicos, que estudian las imágenes del subsuelo para definir si puede o no haber reservorios y trampas de hidrocarburos. Los profesionales de las ciencias de la Tierra –geocientistas– son los encargados de estudiar el subsuelo para determinar la existencia de yacimientos potenciales.

Esta etapa de búsqueda o prospección de petróleo y/o gas se denomina **exploración**.



En el siglo XIX este proceso era bastante intuitivo, pero hoy en día contamos con numerosas y sofisticadas tecnologías que permiten reducir el nivel de incertidumbre. Sin embargo, aún no existe un método directo que permita definir, sin lugar a dudas, la presencia de hidrocarburos: para comprobarlo es necesario recurrir a la perforación de "pozos exploratorios". El primer paso de la exploración se realiza a partir de estudios de geología regional o relevamiento geológico, que nos permiten estudiar los afloramientos rocosos y así saber qué rocas podemos encontrar en el subsuelo. Luego del estudio regional, se realiza una prospección sísmica gracias a la cual visualizamos el subsuelo intentando identificar trampas y reservorios.

¿Cómo se realiza? Mediante la emisión de ondas sonoras hacia la profundidad de la Tierra. Estas ondas se generan utilizando camiones especiales, si la exploración se hace en tierra, o barcos, si la exploración se hace en el mar. Estas ondas sonoras se reflejan hacia la superficie luego de impactar con las distintas capas del suelo; mediante un equipo se forman mapas del subsuelo que permiten identificar los yacimientos de hidrocarburos.



Una vez que se han realizado estos estudios y otros complementarios, se perforan los primeros pozos exploratorios, que permiten obtener muestras de rocas y registrar perfiles eléctricos para confirmar o no la presencia de hidrocarburos.

La etapa de prospección o exploración es una tarea compleja que implica equipos interdisciplinarios y disponibilidad de alta tecnología para su realización. Este proceso puede llegar a tomar hasta cinco años. Aproximadamente, en uno a tres de cada 10 pozos exploratorios que se perforan se encuentran hidrocarburos que se pueden extraer. Una vez que se determina la probable existencia de petróleo en el subsuelo, a partir de los pozos exploratorios, se perforarán pozos de delineación para entender y delimitar el tamaño del descubrimiento.

En la Argentina se han identificado diecinueve grandes cuencas sedimentarias, de las cuales cinco producen hidrocarburos. Hablamos de cuencas sedimentarias, ya que se ha detectado que se trata de zonas deprimidas en las que se han depositado sedimentos, condiciones ideales para la formación de hidrocarburos.

El trabajo de exploración es clave para el comienzo de la siguiente etapa: la delineación.

### DELINEACIÓN

Una vez confirmada la presencia de hidrocarburos en el subsuelo, se procede a determinar el tamaño del descubrimiento, la forma y la extensión del mismo. La etapa de delineación puede durar cerca de dos años y precede a la etapa de desarrollo y/o producción.

### DESARROLLO Y PRODUCCIÓN

Una vez que se han determinado los límites de los yacimientos de hidrocarburos, comienza a realizarse la extracción de los mismos. La etapa de exploración también ofrece datos con respecto a la profundidad a la que se encuentran los hidrocarburos, y qué tipo



de formaciones geológicas se encuentran debajo de la superficie. Esto determina los instrumentos con los que se realizará el pozo.



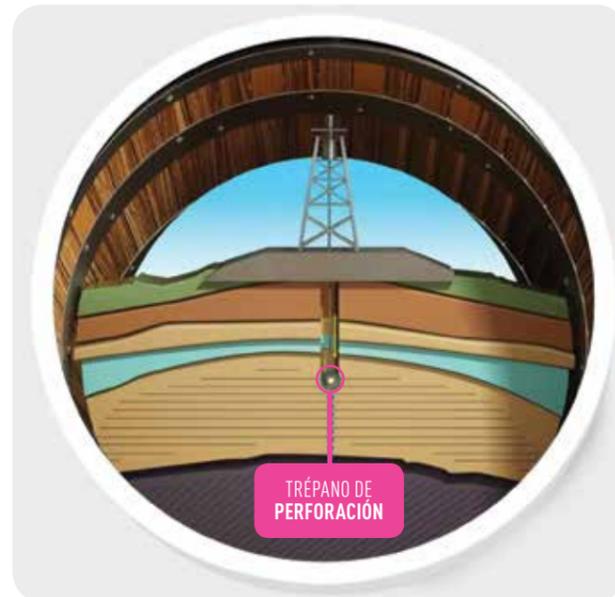
Yacimiento Vaca Muerta

Tradicionalmente, los hidrocarburos se extraen de las rocas reservorio. Éstas son porosas y permeables, permitiendo que los hidrocarburos fluyan hacia la superficie con facilidad. Existen también las rocas generadoras (o *shale*) que son menos porosas, por lo que es necesario crear pequeñas fisuras en la roca para permitir que los hidrocarburos puedan moverse hacia la superficie. Ésta es la principal diferencia entre la extracción convencional y la no convencional. Pero veámoslo en detalle.

### Producción de hidrocarburos convencionales

Así como para jugar un partido de fútbol es necesario preparar la cancha y armar el arco, el primer paso de cualquier extracción es preparar el espacio donde se instalará el equipo de perforación. Es necesario nivelar y alisar el terreno para poder montar una estructura metálica de aproximadamente 50 metros de altura que se ocupa de bajar y subir tuberías al pozo. El elemento principal del equipo de perforación es la **broca** o **trépano**. Este dispositivo desciende por el pozo rotando a fin de perforar las formaciones geológicas. Existen distintos tipos de trépano: dependiendo del tipo de terreno, el trépano puede tener dientes que rompen la roca, cuchillas que la separan o diamantes industriales que la perforan.

A su vez, el trépano cuenta con pequeños agujeros que permiten que circule el lodo de perforación, que sirve para dar consistencia a las paredes del pozo y enfriar la broca.



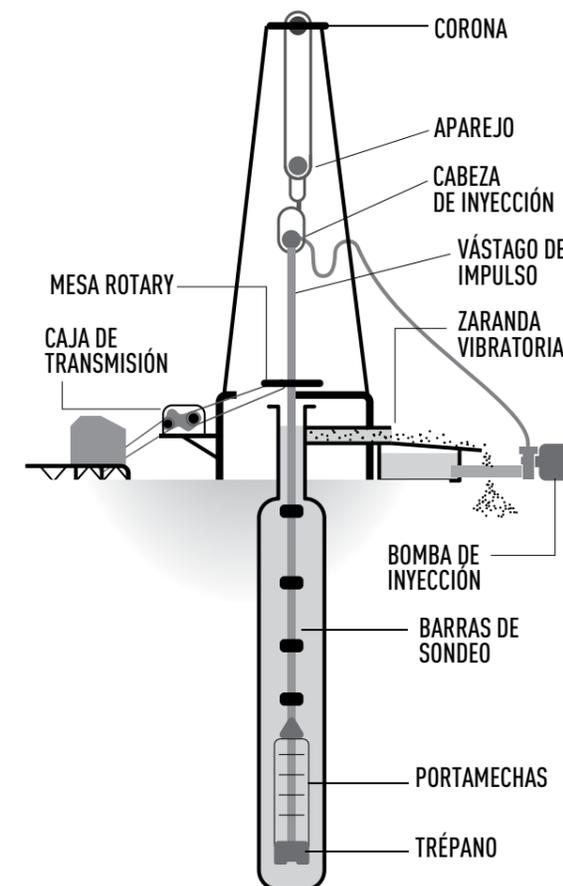
A medida que el equipo va perforando, se añaden las llamadas "barras de sondeo", que funcionan como enlace entre el trépano y el resto del equipo de perforación, para que el trépano llegue más profundo. Por las barras de sondeo se envía el lodo de perforación, que sale por los agujeros de la broca.

Como medida de seguridad, para proteger las napas de agua que pudieran existir, se coloca una tubería de revestimiento del pozo (*casing*) que evita que las paredes se derrumben. El *casing* está hecho de un acero de gran espesor que impide el contacto de los hidrocarburos con el agua y el resto de las formaciones geológicas. Para asegurar la hermeticidad de esta protección, éste es cementado en el exterior. El cemento es un material inerte e inocuo para la roca y el agua, por eso se utiliza para revestir las paredes del pozo desde el inicio al fin. Esto es especialmente importante para proteger los acuíferos, ya que muchos de los habitantes de la zona utilizan el agua de las napas subterráneas para el riego de los cultivos y para el consumo.

La preparación y perforación de un pozo lleva un tiempo variable, dependiendo de la profundidad programada, de las condiciones geológicas del reservorio, de la superficie y del subsuelo. Un pozo poco profundo (600 metros) se puede perforar en dos semanas, mientras que un pozo

profundo (4.000 metros) puede llevar seis meses. Finalmente, luego de un trabajo arduo, el equipo de perforación llega hasta el yacimiento... ¿y qué sucede? En algunos casos los hidrocarburos se liberan y naturalmente fluyen hacia la superficie. ¿Por qué? Recordemos brevemente las condiciones en las que se encuentran los hidrocarburos: bajo tierra y, especialmente, bajo mucha presión. Al perforar se libera la presión, como cuando abrimos una botella de gaseosa que ha sido agitada justo antes, y la bebida sale de la botella a toda velocidad. Este fenómeno se conoce como surgencia natural. En la Argentina, en menos de un 10% de los pozos se da el caso de surgencia natural.

### DISEÑO BÁSICO DE UN EQUIPO DE PERFORACIÓN



En la superficie, tuberías separan el petróleo y el gas y los almacenan en contenedores especiales hasta que sean transportados para su utilización o a una refinería. En los casos en que la presión del pozo no es suficiente

para que fluya naturalmente, como cuando en un pozo surgente la presión del reservorio empieza a ceder y, por lo tanto, ya no fluye por la tubería hacia la superficie, debe colocarse una bomba de extracción en profundidad. Las más conocidas son las que bautizamos con el nombre de cigüeñas, por su parecido con dichas aves. Los yacimientos no son eternos, tienen un ciclo de vida de diversa duración, y a medida que vamos extrayendo los hidrocarburos, la producción del pozo va declinando. Esto quiere decir que llega un punto en el que ya no puede extraerse más petróleo y gas, y debe ser cerrado. Este trabajo es realizado con extremo cuidado, para asegurar que no haya consecuencias ambientales en la zona, siguiendo estrictas normas de seguridad.

La etapa de cierre de los pozos que conforman un yacimiento se llama abandono.



Pozo con cigüeña

Lo que vimos hasta ahora es el modo en que se extrae el petróleo en pozos convencionales, que son aquellos que buscan el hidrocarburo que ha migrado de la roca generadora a otras rocas porosas y permeables (las rocas reservorio), y ha quedado "entrampado" sin llegar a la superficie, porque no se lo permite una "roca sello".

### Producción de hidrocarburos no convencionales mediante estimulación hidráulica

Gracias a los avances tecnológicos de los últimos 20 años se ha vuelto posible extraer petróleo de las rocas genera-

doras. Para lograrlo resulta necesario producir un flujo en las rocas generadoras que, por su misma naturaleza, tienen poros tan pequeños y no conectados entre sí, que no permiten que el hidrocarburo se traslade. Resulta necesario, entonces, realizar pequeños canales o rupturas que conecten los poros formando redes.

La técnica para lograr esta red de fracturas se denomina estimulación hidráulica. El proceso de estimulación hidráulica que genera artificialmente la red de fracturas es sólo un momento en la extracción del petróleo de las rocas generadoras, y dura uno o dos días aproximadamente. En la Argentina esta práctica de fracturación artificial o estimulación hidráulica se utiliza principalmente en la Formación Vaca Muerta (la roca generadora más grande del país, en Neuquén). Para su perforación se recubren las paredes del pozo con varios tubos de acero (*casing*) y capas de cemento. Estas capas separan al pozo de los acuíferos, así como de otras formaciones geológicas, para evitar cualquier riesgo de contacto.

La Formación Vaca Muerta se encuentra a 3.000 metros de profundidad, mientras que los acuíferos están a 400 metros, aproximadamente. El método de estimulación hidráulica consiste en la inyección de un fluido compuesto por un 95% de agua; 4,5% de arena y 0,5% de aditivos

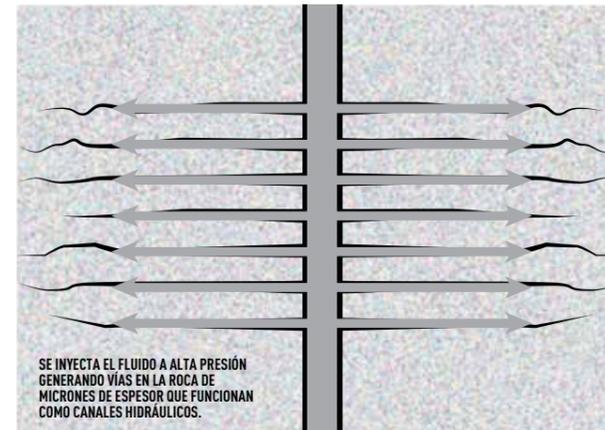
para crear las vías necesarias por las cuales fluyan de manera natural los hidrocarburos. Cabe destacar que el fluido puede llegar a 100 m de distancia y abre vías de aproximadamente 2 mm de espesor por las que podrán moverse el petróleo y el gas. Las vibraciones producidas por la estimulación hidráulica son 100.000 veces menores a las detectables por los seres humanos.

El fluido utilizado en Neuquén no es agua subterránea sino que proviene del 0,1% del caudal de los ríos de esa provincia; y además se reutiliza el agua de "flow back", que vuelve a la superficie después de un tratamiento.

Con respecto a los aditivos utilizados, son los mismos que se pueden encontrar en productos de uso hogareño como la sal de mesa, jabón, cosméticos, helados, jugos, golosinas, etc.

Al igual que en la extracción convencional, el proceso de perforación lleva de uno a tres meses, más aproximadamente quince días de estimulación hidráulica. Una vez finalizada esta etapa el pozo queda en producción por entre 20 y 40 años.

La extracción no convencional sigue estrictos controles de seguridad ambiental, según lo dispuesto por las normativas vigentes y bajo el control de las autoridades regulatorias.



transportado a las refinerías a través de oleoductos. Los crudos del Golfo San Jorge y de Tierra del Fuego llegan desde origen a Bahía Blanca en barcos y desde allí siguen en ductos hacia las refinerías.

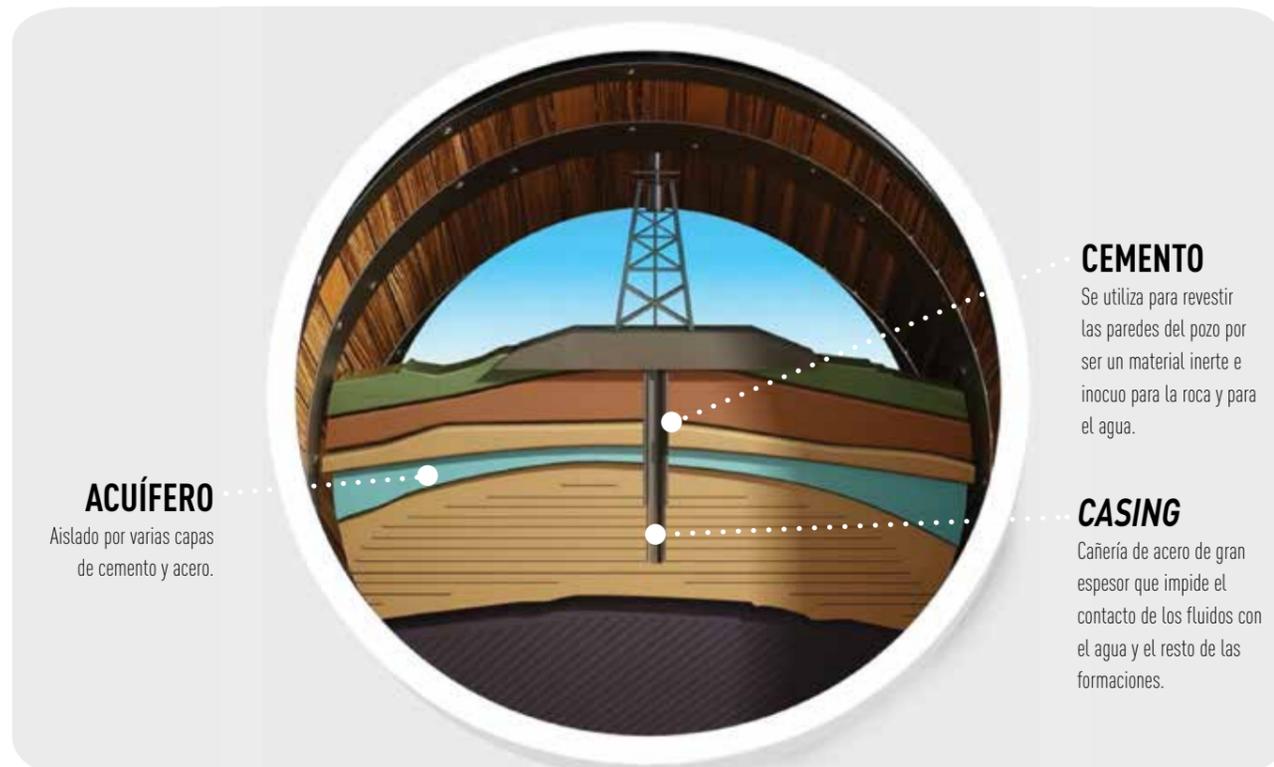
Las refinerías son plantas industriales en las que el crudo se transforma en una gran cantidad de productos como combustibles líquidos (nafta, gasoil, fueloil), sólidos (carbón) y gases que son materia prima para la industria petroquímica, aceites lubricantes, asfaltos, parafinas, ceras, etc. Estos productos son llamados "derivados del petróleo".

La refinación consiste en una sucesión de procesos u operaciones a los que se somete al crudo, para obtener los productos, y abarca procesos que van desde el acondicionamiento de la carga de cada unidad, bombas, compresores, intercambiadores de calor y hornos, pasando por el proceso propiamente dicho (columnas, reactores, cámaras), hasta el acondicionamiento de los productos antes de llegar a un tanque.

Desde las refinerías se distribuyen a los distintos puntos de comercialización, combustibles, productos petroquímicos y lubricantes para satisfacer las necesidades de diferentes segmentos del mercado.

## LAS REFINERÍAS DE PETRÓLEO

Luego de su extracción, el petróleo, o como comúnmente se lo llama: "el crudo", es acondicionado (eliminando agua, sales, arenas, etc.) para ser almacenado y luego



El proceso de refinación se puede dividir en tres grandes subprocesos a los que se somete el crudo: la **destilación**, el **craqueo** y el **upgrading**. La destilación es una operación mediante la cual se separan los compuestos de acuerdo con su punto de ebullición. El craqueo, en cambio, es un proceso que rompe moléculas grandes para formar moléculas más pequeñas. Por último, en el proceso de *upgrading* se mejoran las características de los combustibles mediante reacciones químicas. La gran diferencia entre la destilación y los otros procesos es que estos últimos cambian la estructura molecular (son un fenómeno químico), en cambio la primera no (el fenómeno es físico).

Es importante tener en cuenta que son procesos encadenados, en los que los productos de una operación alimentan a la siguiente, siendo cada fondo cada vez más pesado, hasta que al final termina en carbón de coque o asfalto, luego de recuperar todos los gases y líquidos posibles.

Comencemos por la **destilación**. En el proceso de refinación existen dos tipos de destilación: la atmosférica (*Topping*) y la destilación al vacío (Vacío). La diferencia entre ambas es que una se realiza en condiciones normales de presión o presión atmosférica (760 mmHg), en cambio la otra se hace a presiones mucho menores, del orden de los 10-50 mmHg. Las condiciones de presión modifican las temperaturas de ebullición y evaporación de las moléculas y permiten llegar a refinar algunos compuestos que, de otra forma, requerirían de una temperatura mucho más elevada.

Entonces, el primer fraccionamiento del crudo se produce por temperatura, a presión atmosférica, y permite separar los hidrocarburos de acuerdo con rangos de temperaturas de ebullición. A medida que los compuestos se evaporan, suben por la torre de fraccionamiento, y pasan por distintos platos que permiten separar los distintos derivados.

PARTE SUPERIOR  
FUEL GAS

→ Por la parte superior de la torre de fraccionamiento se extraen gases que se utilizan como combustibles en los hornos de proceso (*fuel gas*), gas licuado, que se transporta en camiones cisterna para su comercialización, y nafta liviana, que se envía como materia prima para la producción de benceno, tolueno y xilenos, compuestos que se utilizan en la industria de plásticos, solventes, etc.

1ª EXTRACCIÓN  
NAFTA PESADA  
(110°C)

→ En la primera extracción, que se realiza a 110°C, se separa nafta pesada, que es enviada al proceso de reformado (*upgrading*) para mejorar su octanaje y eliminar sus contaminantes (azufre y nitrógeno), para ir como componente a la mezcla de naftas que permite formular los productos que se venden en las estaciones de servicio.

2ª EXTRACCIÓN  
KEROSENE  
(170°C)

→ En la segunda extracción, a una temperatura de 170°C, se obtiene kerosene, que luego de un proceso que recibe el nombre de endulzado (eliminación de azufre) se destina a la venta como combustible, materia prima para obtener la base de los detergentes y jabones en polvo, así como también el *jet-fuel*, que es el combustible utilizado por los aviones.

3ª EXTRACCIÓN  
GASOIL LIVIANO  
(260°C)

→ En una tercera extracción, a una temperatura de 260°C, se obtiene gasoil liviano. Una buena parte de este gasoil liviano se debe someter a un proceso de desulfuración severo (*upgrading*); para luego, mediante mezclas, poder obtener los distintos tipos de gasoil que conocemos y se venden en las estaciones de servicio.

→ En una cuarta extracción, a 320°C, se obtiene gasoil pesado, que pasará por el proceso de craqueo catalítico para obtener productos livianos (gases, nafta y gasoil liviano).

→ Y finalmente del fondo, a 370°C, se obtiene crudo reducido que pasa a la unidad de Vacío, donde se siguen recuperando productos livianos a muy baja presión, gases, gasoil liviano de vacío y gasoil pesado de vacío.

4ª EXTRACCIÓN  
GASOIL PESADO  
(320°C)

FINALMENTE  
CRUDO REDUCIDO  
(370°C)

Sin embargo, luego de estos procesos, todavía quedan partes del crudo muy pesadas. Estos compuestos, llamados residuos de vacío, por provenir de la destilación al vacío, pasan entonces por los procesos de **craqueo**, donde se produce la ruptura de moléculas pesadas formando gases, líquidos y carbón. Existen dos tipos de craqueo: térmico y catalítico. El primero se realiza en hornos de craqueo, alcanzando temperaturas de hasta 800°C. El segundo se realiza mediante la utilización de una sustancia química que se denomina catalizador, llegando a temperaturas de 500°C.

Cada "crudo" que llega a la refinería tiene una composición particular y rendimientos en destilación característicos. Esto significa que el proceso debe adaptarse a cada composición, para obtener distintos productos de alta calidad y pureza.

Buena parte de estos productos derivados de este proceso son utilizados con fines energéticos, pero otros son derivados a las petroquímicas para la elaboración de una infinidad de productos de uso cotidiano, como fertilizantes, herbicidas, pinturas, solventes, detergentes, adhesivos, plásticos, cauchos sintéticos, fibras sintéticas para las telas, cosméticos y medicinas. Veremos los usos y la importancia de esta fuente de energía.

## LOS HIDROCARBUROS COMO FUENTE DE ENERGÍA

La producción de hidrocarburos es una de las industrias más importantes de nuestro país, porque provee de energía a tres grandes grupos de consumidores: las industrias, los negocios y nuestras casas.

El gas se utiliza principalmente en nuestras casas para la calefacción y la cocina, pero además, como ya sabemos, es el principal insumo para la producción de energía eléctrica. Por último, muchos automóviles lo utilizan como combustible (GNC).

Una vez que el gas sale del pozo, es llevado para su tratamiento a distintas plantas a lo largo del país. El gas, como cualquier hidrocarburo, está compuesto por distintos gases, por lo que debe ser purificado.

Mediante gasoductos (grandes tuberías preparadas para transportar gas), el gas ya purificado en la planta se envía a las plantas distribuidoras. Como es necesario que el gas recorra grandes distancias, los gasoductos están equipados con varias plantas compresoras que permiten que el gas llegue a destino con la presión necesaria. Una vez en la planta distribuidora, se le agrega un componente que le da el olor característico. Es que el gas natural no tiene olor, pero por ser tóxico e inflamable, entonces es importante poder detectar con rapidez una pérdida o escape. Desde allí, el gas es transportado hacia los hogares por tuberías más pequeñas, que forman una red. Así llega el gas a la mayoría de las casas y negocios.

Pero no todos tienen la posibilidad de estar conectados a la red. Todavía hay lugares en nuestro país que no cuentan con acceso al gas natural y deben recurrir a garrafas.

El gas licuado (GNL) es justamente lo que su nombre indica, un gas que se encuentra



en forma líquida. Esto se logra mediante un proceso realizado a muy bajas temperaturas, que logra reducir el volumen que ocupa el gas para que sea transportable. Otro uso importante del gas es el GNC, siglas que corresponden a Gas Natural Comprimido. En este caso, el gas no se encuentra licuado sino, como su nombre lo indica, "comprimido", es decir, a una gran presión, que permite que se almacene en espacios pequeños. El GNC es utilizado en algunos automóviles como sustituto de la nafta o el gasoil.

El petróleo es el componente no gaseoso de los hidrocarburos, y debe ser refinado para obtener distintos derivados, de los cuales algunos se usa como combustible. Los dos más conocidos son la nafta y el gasoil, que utiliza la mayor parte de los vehículos en el país y en el mundo. Pero no todo lo que se produce en las refinerías son combustibles, el 95% de los derivados del petróleo se usa como fuente de energía... el 5% restante se utiliza en la elaboración de cosas que usamos a diario. Identifiquemos algunas de ellas.

## PRODUCTOS ELABORADOS CON DERIVADOS DEL PETRÓLEO

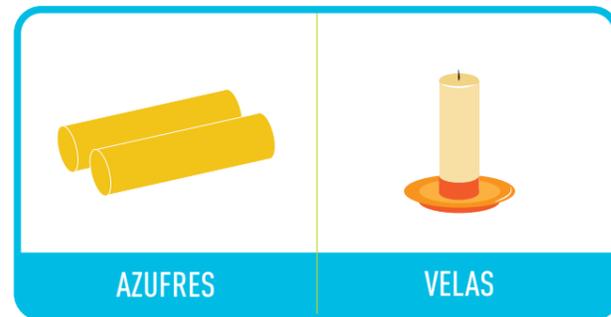
¿Alguna vez pensaste cuántas cosas de nuestra vida cotidiana dependen del petróleo?

Los hidrocarburos no sólo se utilizan para generar energía eléctrica y combustibles. El 90% de los objetos que utilizamos a diario se fabrican con productos provenientes del petróleo. En la actualidad, más de 300.000 artículos de consumo habitual provienen de derivados de los hidrocarburos.

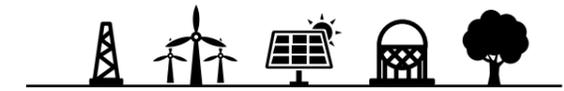
### ¿SABÍAS QUE TODOS ESTOS PRODUCTOS SE ELABORAN CON DERIVADOS DEL PETRÓLEO?

AEROSOL	ASFALTO	POLIESTIRENO EXPANDIDO (TELGOPOR)	BARNIZ	BOLSA DE RESIDUOS	BOTELLA DE GASEOSA
CABLE DE ELECTRICIDAD	CAUCHO SINTÉTICO	COMBUSTIBLE PARA AVIONES	COMBUSTIBLE PARA BARCOS	COSMÉTICOS	DETERGENTE
ENCENDEDOR	FERTILIZANTE	GAS DE HORNALLA DE COCINA	GOMA DE BORRAR	MEDICAMENTOS	INSECTICIDA
LUBRICANTE	NAFTA	NYLON	PEGAMENTO	PERFUME	PINTURA
PLÁSTICOS	POLIÉSTER	SHAMPOO	SOLVENTE	TELAS	TELÉFONOS CELULARES

Las computadoras, acrílicos, relojes, herbicidas, pasta de dientes, crema de enjuague y hasta los chicles también involucran derivados del petróleo en su elaboración. Se sintetizan a partir de los derivados del petróleo medicinas tales como las aspirinas ¡y otros cinco millones de medicamentos! Además, en la Argentina 1.800 millones de litros de gasoil son utilizados para producir 100 millones de toneladas de granos. ¡Increíble!, ¿no? Incluso los residuos del refinamiento de algún derivado acaban convirtiéndose en el insumo de otra serie de productos, como es el caso del azufre y las parafinas, que son separados en el proceso de refinamiento de naftas y son utilizados luego para la producción de otros productos.



Todos los procesos industriales actuales utilizan algún producto derivado del petróleo en sus procesos de producción, ya sea como insumo del producto o como insumo de las maquinarias y herramientas utilizadas en ellos.



# EL DESAFÍO ENERGÉTICO

CUARTA PARTE

# EL DESAFÍO ENERGÉTICO

## EL DESARROLLO ENERGÉTICO DEL PAÍS

Desde hace algunos años, la Argentina no logra generar la cantidad de energía que necesita. Esta situación ha provocado que el país deba importar petróleo, combustibles y gas natural. ¿Por qué pasó esto? Principalmente por dos grandes razones: el declino natural de los pozos y el aumento de la demanda de hidrocarburos.

En la tercera parte del Manual vimos cómo los yacimientos de hidrocarburos tienen una vida en "etapas", parecida a la de las personas, pero con lapsos de años bastante diferentes.

Los yacimientos empiezan con un caudal alto, maduran y luego "declinan", es decir, van perdiendo su capacidad de generar hidrocarburos hasta que se agotan y deben ser sellados, siguiendo procedimientos muy estrictos.

Al declino natural de los yacimientos convencionales de hidrocarburos de la Argentina se sumó el incremento sostenido de la demanda de combustibles y de los miles de productos derivados. Esto generó que el país fuera perdiendo progresivamente su capacidad de producir hidrocarburos, sin que esta fuente pueda ser reemplazada totalmente por otros tipos de energías.

Entonces, se hizo necesario avanzar en la búsqueda de soluciones, básicamente en tres direcciones complementarias:

**1** Incorporar tecnología y conocimiento para lograr aprovechar aquellos yacimientos maduros de nuestro país que aún tienen capacidad de seguir aportando energía, y para desarrollar los recursos de gas y petróleo no convencionales.

**2** Explorar y sumar nuevos recursos renovables.

**3** Promover una utilización eficiente de la energía, evitando el uso excesivo mediante cambios de hábitos de consumo y recambio de tecnología.

En este marco, se tornan relevantes los recursos de gas y petróleo "no convencionales". Los recursos no convencionales en la Argentina se encuentran entre los más grandes del planeta. Su desarrollo potencial podría multiplicar por diez las reservas actuales de petróleo y por cuarenta las de gas, lo que permitiría un aumento significativo de la producción.

Asimismo, la Argentina cuenta con un gran potencial para el desarrollo de las energías renovables, gracias a la diversidad de su geografía y de su clima. En los últimos años, el país ha avanzado decididamente en el impulso a las energías renovables mediante la construcción de parques de generación de energía eólica y solar.

## UN COMPROMISO DE TODOS

El futuro de nuestro país es muy promisorio, tenemos recursos de gas y petróleo no convencionales muy grandes. También tenemos gran potencial en recursos renovables que pueden convertirse en energía: los vientos, el calor del Sol y de la Tierra, la biomasa y nuestros mares son altamente aprovechables en este sentido. También contamos con importantes reservas de litio para desarrollar tecnologías que permitan mejoras en el almacenamiento y por lo tanto en el aprovechamiento de las energías renovables.

Para poder desarrollar estos paradigmas energéticos se requiere de mucha gente. De punta a punta de la cadena de la energía, se necesitan profesionales e investigadores que realicen cada etapa de generación de energía, su transporte y almacenamiento, garantizando el funcionamiento de las centrales térmicas, hidroeléctricas, los parques solares y eólicos, la distribución y el consumo de energía. Se necesita de investigación para mejorar las herramientas y procesos de las industrias energéticas que ya existen, y para crear nuevas posibilidades para aprovechar nuestros recursos. Se requieren profesionales que planifiquen la implementación de nuevas centrales y parques, nuevos proyectos y nuevas tecnologías. Y, sobre todo, el esfuerzo de todo el país para cuidar nuestros recursos.

El desafío no compete sólo a las empresas dedicadas a la energía y las universidades que forman profesionales: nosotros en nuestras casas podemos cuidar la energía. ¿Cómo? Siendo racionales y eficientes con su uso.

## ENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD

Los conceptos de sustentabilidad o sostenibilidad se utilizan en América Latina generalmente como sinónimos, más allá de algunos matices que caracterizan a cada palabra. La noción de desarrollo sostenible es definida por la Organización de las Naciones Unidas como "la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

Esto implica que tanto los gobernantes, las empresas y los ciudadanos deben asumir

–cada uno en lo que les toca– la responsabilidad sobre las consecuencias futuras de sus acciones presentes, pensando en el tipo de sociedad y de planeta que dejarán a las generaciones que vendrán. Esta conciencia sobre el impacto futuro de las propias acciones debe abarcar dos planos de impacto:

**SOBRE LA NATURALEZA**

**SOBRE EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL**

Las industrias y los gobiernos van tomando conciencia sobre la enorme importancia de desarrollar sus procesos productivos respetando estrictas normas de preservación ambiental. Es claro que toda industria, como toda actividad humana, genera un impacto en la naturaleza.

Por esto, debemos cuidar la naturaleza para que las siguientes generaciones puedan disfrutar de ella tanto o más que nosotros. También tenemos la responsabilidad de generar condiciones económicas y sociales que les permitan un desarrollo humano integral. La reducción de la pobreza y la generación de condiciones de vida dignas (disponibilidad de alimentos, de agua potable, de cloacas, de electricidad, acceso a la educación y la salud, respeto por la diversidad, etc.) también representan imperativos que una generación debe intentar resolver pensando en las generaciones siguientes.

Tener asegurado el acceso a fuentes de energía es fundamental para el desarrollo sostenible. Es importante contar con la disponibilidad de esas fuentes, para que nos provean la energía en el momento en que la necesitemos y por el tiempo necesario. El despilfarro de energía, cuando ésta proviene de energías no renovables, tiene impacto sobre la actual generación y sobre las futuras. Resulta imprescindible desarrollar la conciencia sobre el uso eficiente de la energía, lo cual implica revisar nuestros hábitos de consumo y promover mecanismos y tecnologías que lo reduzcan.

Al mismo tiempo, debe considerarse el posible impacto ambiental que pueden producir en el ecosistema, para promover una matriz energética que tenga el menor impacto posible sobre el medio ambiente.

El análisis de la matriz energética revela que los hidrocarburos son hasta el momento la principal fuente de energía para el funcionamiento del transporte y la generación eléctrica y resultan muy importantes para mejorar la calidad de vida de los habitantes y sostener el crecimiento económico. El desarrollo sustentable implica, en este caso, desarrollar los recursos de petróleo y gas de forma segura y responsable, complementariamente al desarrollo de fuentes renovables que permitan diversificar nuestra matriz energética. Desde el punto de vista medioambiental, el uso de gas es una ventaja relativa, pues es un combustible más limpio que el carbón y el petróleo, ya que produce menos emisiones de dióxido de carbono. Y funciona como un “combustible puente” entre las necesidades actuales de abastecimiento de energía y el desarrollo de las energías renovables a mayor escala.

**¿SABÍAS QUE...?**

Todos los años se reúne la Conferencia de las Partes (COP), que es el órgano supremo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en la que los países establecen la agenda sobre el desarrollo sostenible.

En los últimos años se trabajó para finalmente lograr que más de 190 países ya asumieran el compromiso de adoptar una nueva agenda global. Bajo los denominados 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se establecieron 169 metas a alcanzar antes del 2030 para lograr progresos extraordinarios a nivel global.

El Objetivo 7 busca específicamente garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna, teniendo en cuenta que ésta es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hacemos frente actualmente y una herramienta indispensable para transformar el mundo.

Si querés saber más sobre los Objetivos podés descargar en tu dispositivo móvil la aplicación ODS EN ACCIÓN.



Las energías de fuente renovable son una opción sustentable. Es preciso trabajar para que cumplan con la condición de disponibilidad. Por ejemplo, la energía solar no está disponible durante la noche y la eólica tampoco lo está en un día o una hora sin viento. La clave para lograr que estas energías cumplan la condición de disponibilidad está en el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía. El desarrollo de sistemas de almacenamiento masivos es fundamental para lograr una transición energética hacia fuentes más limpias y sustentables. La investigación científica y tecnológica nos permite un aprovechamiento creciente de este tipo de fuentes de energía.

El principal desafío que tiene no sólo nuestro país, sino también el mundo entero, en relación a la sustentabilidad, es lograr un sistema energético global que combine y complemente las distintas fuentes de energía y que garantice el acceso a la energía a todos los habitantes del planeta, diversificando la matriz energética para minimizar el impacto sobre el ambiente.



# PARA SABER MÁS...

QUINTA PARTE

# ENERGÍAS DE MI PAÍS

Descubrí el potencial  
energético de nuestro país:  
[energiasdemipais.educ.ar](http://energiasdemipais.educ.ar)

# ESPACIO DE LA ENERGÍA

Visítalo en:  
[espacioypf.com.ar](http://espacioypf.com.ar)

# LOS NO CONVENCIONALES

Mirá la serie en:  
[youtube.com/user/fundacionypf](https://youtube.com/user/fundacionypf)

# VOCACIONES

Descubrí las carreras  
de la energía:  
[fundacionypf.org](http://fundacionypf.org)