

COMBUSTIBLES FÓSILES: ¿CUÁNTO QUEDA?

La maduración de algunas innovaciones tecnológicas revolucionarias, está aumentando fuertemente la disponibilidad de la energía fósil y cambiando las agendas energéticas de los países desarrollados

Por Natalie Urban y Cristián Marcelo Muñoz

CADA CIERTO TIEMPO surge la inquietud de que la energía fósil (petróleo, carbón y gas natural) se está acabando rápidamente y que quedarían sólo algunos años más de producción. Sin embargo, según la estadística del German Mineral Resources Agency, DERA, la energía fósil en forma de carbón, petróleo y gas natural disponible en la Tierra y explotable con la tecnología actual es de 619.394 EJ, es decir, unas mil trecientas veces la producción de energía fósil de 2010, aproximadamente 470 EJ¹.

CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS FÓSILES

Antes de entrar en el detalle de cuánto queda y en qué forma, conviene definir un par de términos. El total de los recursos inicialmente existentes en nuestro planeta incluye: la *producción acumulada* (producción total desde el inicio de las operaciones), los *recursos recuperables restantes* y una cantidad desconocida de *otros recursos*. Por su parte, los *recursos recuperables restantes*, se componen de *reservas probadas*, *crecimiento de las reservas* y *otros recursos recuperables*.

¹ Un EJ, o Exajoule, es una unidad de energía equivalente a 1018 Joule.

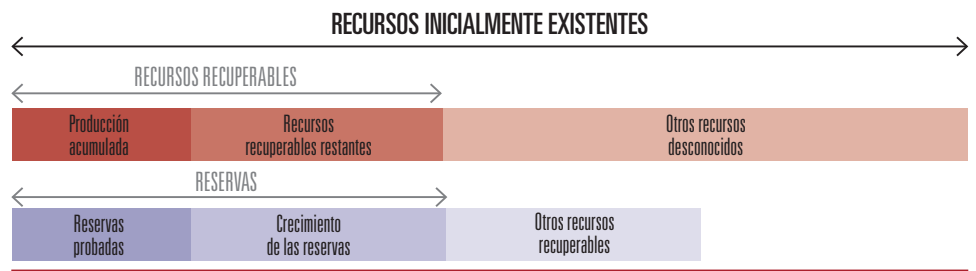
Acerca de los Autores

Cristián Muñoz es Fundador de Breves de Energía, Profesor Asociado Adjunto en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la P. Universidad Católica de Chile, Profesor del Diplomado de Regulación en la Universidad de Chile y Perito Experto en Energía. Sus recientes investigaciones se enfocan en la Economía de la Energía y el Medio Ambiente en donde es autor de más de 20 artículos académicos publicados en revistas nacionales e internacionales. Ha sido Profesor Visitante en el Program on Energy and Sustainable Development (PESD) en Stanford University y Lecturer en esa misma universidad. Hasta 1999 integró los Directorios del CDEC-SIC y CDEC-SING y fue Gerente de Regulación y Cambio Climático en AES Gener hasta 2018.

Natalie Urban Analista financiero de Brown, Brothers and Harriman. Ingeniero Ambiental de la Universidad de Stanford, California. Se desempeñó como profesor asistente e investigador en la Universidad de Stanford.

CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS FÓSILES SEGÚN LA IEA

Fuente: IEA, World Energy Outlook 2013



Según la IEA, las reservas probadas son sólo un indicador de lo que las compañías han decidido poner en la línea de producción y se definen generalmente como volúmenes descubiertos que pueden ser explotados con las tecnologías existentes y a los actuales precios, con una probabilidad de éxito del 90%. Los otros recursos recuperables son recursos aún no encontrados en campos existentes o por descubrir pero que se cree que pueden ser

producidos con la tecnología actual.

Si se suma toda la energía equivalente contenida en el carbón, gas natural y en el petróleo, sólo el 6% proviene de reservas. El resto de la energía está contenida en los otros recursos recuperables. La mayor parte de la energía fósil se encuentra en la forma de carbón que representa el 80% de los recursos recuperables restantes y el 57% de las reservas. El gas natural por su parte,

concentra el 16% de los recursos recuperables restantes y el 19% de las reservas. Finalmente, el petróleo representa sólo el 4% de los recursos recuperables restantes y el 24% de las reservas.

RECURSOS FÓSILES EN TÉRMINOS DE AÑOS DE PRODUCCIÓN

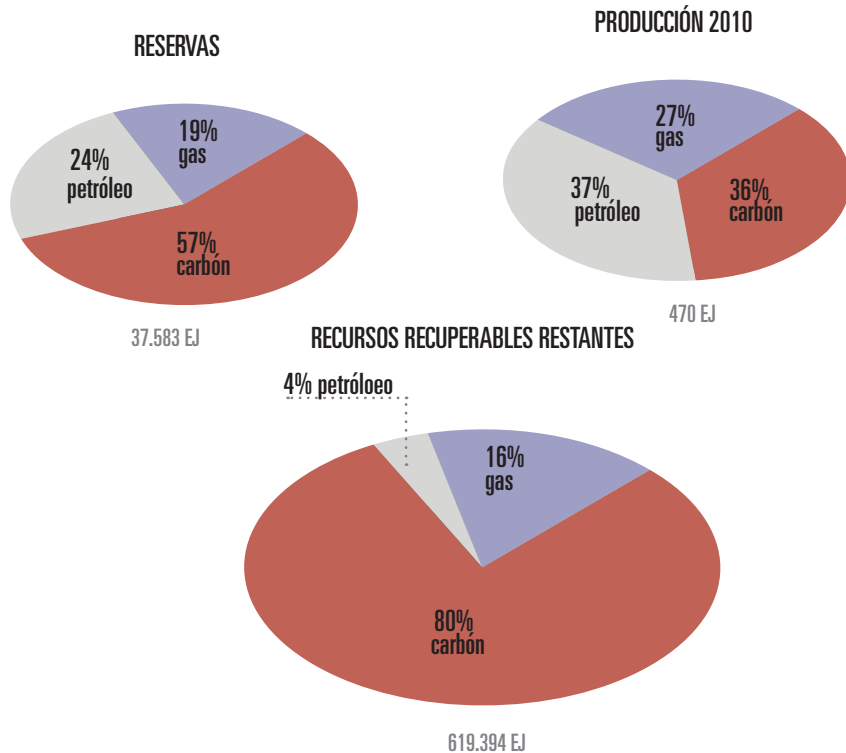
Los recursos suelen medirse en años, lo que se conoce como el índice R/P, o el número de veces que se podría producir la producción de un año base. Este índice normalmente ignora futuros aumentos de la producción. De este modo, según las estadísticas del DERA, si el año base es la producción de 2010, las reservas de carbón alcanzarían para 129 años, y los otros recursos recuperables para otros 2.898 años, es decir, un total de 3.027 años de producción. Las reservas de gas alcanzarían para 59 años y, si se consideran los otros recursos recuperables, se tendrían otros 719 años, es decir, un total de 779 años de producción. Por último, las reservas de petróleo alcanzarían para unos 55 años, y otros 104 años si se explotan los otros recursos recuperables, es decir, un total de 159 años de producción de petróleo.

Otros reportan números del mismo orden. Por ejemplo, las estadísticas de la British Petroleum de 2013 consideran que las reservas probadas de carbón alcanzarían para 109 años de producción, mientras que las de gas natural para 56 años y las de petróleo para 53 años. Por su parte, el *World Energy Outlook 2013* de la IEA reporta 142, 61 y 54 años en reservas probadas de carbón, gas natural y petróleo. Respecto de los otros recursos recuperables, además de las reservas probadas, la BP no entrega valores, pero la IEA reporta 2.098, 172 y 124 años de producción adicional de carbón, gas natural y petróleo.

RESERVAS, RECURSOS RECUPERABLES RESTANTES Y PRODUCCIÓN EN 2010

En los recursos totales se incluyen las reservas

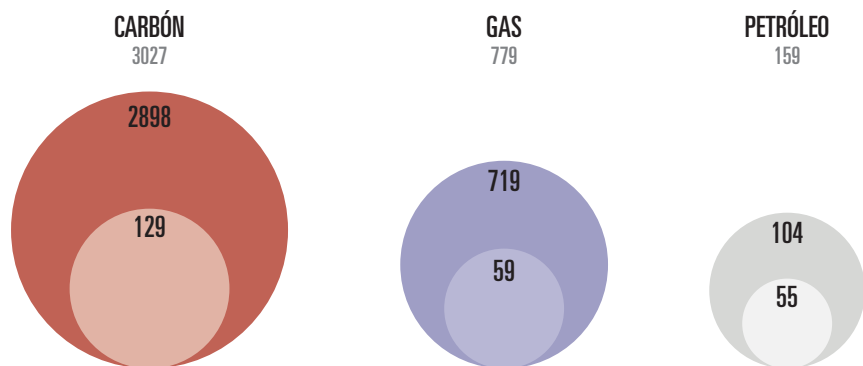
Fuente: Estadística del German Mineral Resources Agency, DERA



DURACIÓN EN AÑOS DE LAS RESERVAS Y OTROS RECURSOS RECUPERABLES

Según producción de 2010

Fuente: Estadística del German Mineral Resources Agency, DERA



*El dibujo no está hecho a escala

RESERVAS Y OTROS RECURSOS RECUPERABLES EN AÑOS SEGÚN OTRAS FUENTES

Fuentes: International Energy Agency, World Energy Outlook 2013, BP Statistical Review of World Energy 2013, S. Shafiee y E. Topal 2009, When will fossil fuels reserves diminished?

RECURSO	FUENTE	CARBÓN	GAS	PETRÓLEO
RESERVAS PROBADAS	BP2013	109	56	53
RESERVAS PROBADAS	IEA 2013	142	61	54
RESERVAS	SHAFIEE Y TOPAL 2009	107	37	35
RESERVAS	SHAFIEE Y TOPAL 2009, (Klass)	106	36	34
Otros recursos recuperables	IEA 2013	2908	172	124

Las estimaciones descritas pueden variar bastante dependiendo de cómo se contabilicen los recursos no convencionales, en la forma de gas natural o petróleo. La razón es que la probabilidad de encontrarlos y luego de extraerlos con éxito es incierta y su magnitud depende del juicio del analista. Por ejemplo, cuando se trata de gas natural o petróleo, la IEA es más conservadora. Nos referiremos más adelante a la clasificación del gas natural y del petróleo, como recurso convencional y no convencional.

Como sea, si se corrigen los cálculos incluyendo el aumento proyectado de la producción, S. Shafiee y E. Topal, reportan que las reservas de carbón alcanzarían para 107 años de producción, las de gas natural para 37 y las de petróleo para 35 años. En el mismo trabajo, pero usando el modelo de Klass, Shafiee y Topal llegan a números similares de reservas: 106, 36 y 34 años, para el carbón, gas y petróleo.

PETRÓLEO/GAS NATURAL CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL

Una distinción adicional del gas natural o del petróleo es entre combustibles convencionales o no convencionales. La IEA define como recurso no convencional al gas natural o petróleo que, al encontrarse

en rocas de baja permeabilidad, no puede ser recuperado en su estado natural a través de un bombeo tradicional, es decir, para extraerlos, primero deben ser calentados o diluidos. La técnica más usada para extraer es la perforación horizontal y la fractura hidráulica, proceso conocido como fractura horizontal (en inglés *horizontal fracking*). La fractura horizontal se desarrolló ya durante los años 50, en Texas. Sin embargo, su desarrollo a gran escala comenzó recién en los noventa en la cuenca Barnett Shale (Texas), con George Mitchell y su equipo, quienes reemplazaron parte del agua por aditivos, acelerando con ello las microfracturas producidas en las rocas.

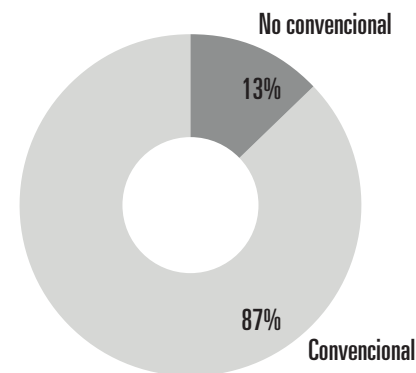
De acuerdo con la definición de la IEA, usada también por el DERA, en el petróleo no convencional se incluyen el petróleo en rocas poco permeables (*tight oil*), las arenas bituminosas (*oil sands*), el petróleo extra pesado (*extra heavy oil*) y el kerógeno (*oil shale*)². El gas natural no convencional se encuentra en la forma de gas de esquistos (*shale gas*), gas en rocas poco permeables (*tight gas*), gas de acuíferos (*aquifer gas*) e hidratos de gas (*gas hydrates*).

² La Administración de Información de Energía de los Estados Unidos (US EIA) clasifica en la categoría de petróleo no convencional al petróleo pesado, el petróleo extra pesado, las arenas bituminosas y al kerógeno.

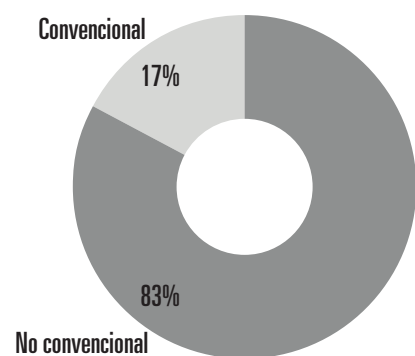
RESERVAS Y OTROS RECURSOS RECUPERABLES

Fuente: Estadística del German Mineral Resources Agency, DERA

RESERVAS: PETRÓLEO Y GAS



OTROS RECURSOS RECUPERABLES : PETRÓLEO Y GAS



Considerando la clasificación de la IEA, las reservas convencionales de gas natural y de petróleo representan el 87% del total. La situación cambia dramáticamente en el caso de los recursos recuperables restantes: sólo el 17% se puede extraer con tecnologías convencionales; el resto, se encuentra en formas no convencionales.

LOCALIZACIÓN DE LOS RECURSOS

El 48% de las reservas de petróleo se encuentran en el Medio Oriente y el 70% en los países de la OPEP. Por su parte, los países con mayores reservas son: Venezuela (18%), Arabia Saudita (16%), y Canadá (10%). Gran relevancia adquirió recientemente

Norteamérica que posee el 37% en otros recursos recuperables, destacando Canadá con sus *oil sands* y los Estados Unidos con su *tight oil*. Latinoamérica posee el 25% en otros recursos recuperables, principalmente en la forma del *extra heavy oil* venezolano, en su mayor parte en los campos del Orinoco y de petróleo en los recientes descubrimientos en Brasil, localizados bajo el mar cerca de las costas de Río de Janeiro.

La distribución geográfica del gas natural es parecida a la del petróleo. La mayoría de las reservas se encuentran en el Medio Oriente (40%) y en los países de la ex Unión Soviética (33%). Respecto de los otros recursos recuperables, los países de la ex Unión Soviética poseen el 30%, Norteamérica el 21%, Australia y Asia-Pacífico el 17% y Latino América sólo el 9%, principalmente en Venezuela, Brasil y Argentina.

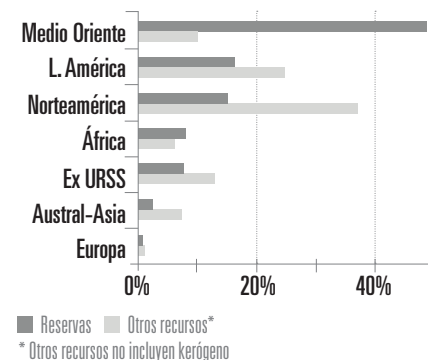
El carbón está bastante más distribuido. El 40% de las reservas están en Australia y Asia-Pacífico (principalmente en China y Australia), el 29% en Norteamérica y el 21% en Rusia. En términos de otros recursos recuperables, Norteamérica posee el 39%, Asia-Pacífico el 38% y los países de la ex Unión Soviética el 19% del total.

Considerando en forma conjunta la energía equivalente del carbón, gas natural y del petróleo, las regiones de Norteamérica, Medio-Oriente y los países de la ex Unión Soviética, concentran el 61% de las reservas y el 58% de otros recursos recuperables.

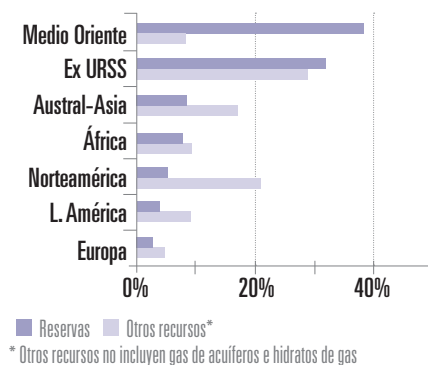
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE RESERVAS Y OTROS RECURSOS RECUPERABLES

Fuente: Estadística del German Mineral Resources Agency, DERA

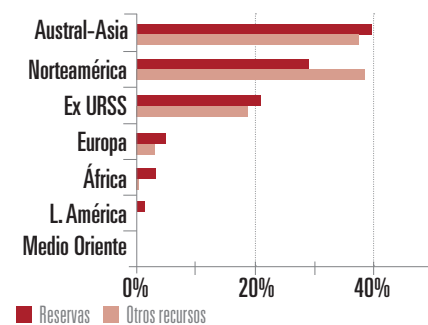
LOCALIZACIÓN DEL PETRÓLEO



LOCALIZACIÓN DEL GAS NATURAL



LOCALIZACIÓN DEL CARBÓN



CONCLUSIONES

En resumen, al parecer existen recursos de energía fósil para un largo tiempo, de modo que la principal variable no es la disponibilidad, sino que el costo de extraerlos. La mayor cantidad de energía fósil está en la forma de carbón, que se encuentra ampliamente distribuido en Asia-Pacífico, Norte América y Rusia. Las reservas de petróleo y de gas natural están concentradas principalmente en los países de la OPEP, y en Rusia, de modo que la volatilidad en los precios probablemente continuará. Sin embargo, el resto de los recursos están principalmente en Norteamérica, y Latino América, con mayores costos de extracción debido a que en su mayoría deberán ser extraídos con tecnologías no convencionales. Finalmente, la principal amenaza que deberá enfrentar la industria de la energía fósil, principalmente el carbón, es cuán agresivas serán las políticas de cambio climático que el mundo finalmente se decida a adoptar.

Términos y condiciones de uso del material de BdE

Todos los desarrollos publicados en Breves de Energía, son originales, y están protegidos por la ley chilena de propiedad intelectual. Por lo tanto, el uso que se haga sin nuestro permiso puede infringir nuestros derechos de autor, lo que puede resultar en responsabilidades personales y corporativas.

La compra de este artículo da derecho a usarlo personalmente, sin embargo, no está permitida su circulación a terceras personas ni su reproducción parcial o total. Sin embargo, puede publicar o redistribuir un resumen en un texto que no supere las treinta palabras, citando a Breves de Energía.

Mayores detalles de nuestra política del uso del material de Breves de Energía, los podrá encontrar en la sección Términos y Condiciones.