CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS
DE LA DEFENSA NACIONAL

ANIVERSARIO 1964-2014

Cuadernos de Estrategia 166
Energía y Geoestrategia 2014

Instituto Español de Estudios Estratégicos

Comité Español del Consejo Mundial de la Energía
Club Español de la Energía

MINISTERIO DE DEFENSA

CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS
DE LA DEFENSA NACIONAL

ANIVERSARIO 1964-2014

Cuadernos de Estrategia 166
Energía y Geoestrategia 2014

Instituto Español de Estudios Estratégicos

Comité Español del Consejo Mundial de la Energía
Club Español de la Energía

MINISTERIO DE DEFENSA

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
http://publicacionesoficiales.boe.es/

Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

http://publicaciones.defensa.gob.es/

© Autor y editor, 2014

NIPO: 083-14-050-X (edición papel)
ISBN: 978-84-9781-923-7 (edición papel)
Depósito Legal: M-3928-24

Fecha de edición: mayo 2014

Imprime: Imprenta del Ministerio de Defensa

NIPO: 083-14-049-7 (edición libro-e)
ISBN: 978-84-9781-924-4 (edición libro-e)

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad del autor de la misma. Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares del © Copyright.

En esta edición se ha utilizado papel 100% reciclado libre de cloro.

ÍNDICE

Página

Prefacio I
Miguel Ángel Ballesteros Martín

Prefacio II
Arturo Gonzalo Aizpiri

Prólogo

Tiempo para reconsiderar las cartas de la energía 15
Christoph Frei

Vivimos en un tiempo de incertidumbre sin precedentes para el sector energético 15

La presión y el desafío para desarrollar y transformar el sistema energético son inmensos 15

El *business as usual* ya no es una opción 16

La transformación energética es el telón de fondo de un mapa energético en constante cambio 16

Introducción
Claudio Aranzadi

Definición 19
El "trilema" entre objetivos en la estrategia energética global. Competencia y cooperación 21
La gestión de los *trade-off* entre objetivos en la Unión Europea 22
La dimensión global de la política de reducción de emisiones 25
La seguridad energética 30
Factores energéticos globales y competitividad 33
Competencia y cooperación 35
Los artículos recogidos en esta publicación 37

Capítulo primero

Consideraciones geoestratégicas y geopolíticas en torno a la energía 45
Francisco José Berenguer Hernández

Página

Algunas consideraciones acerca del concepto "seguridad energética" 46
Concepto 46
Atención y preocupación 47
Validez del concepto 48

La seguridad energética en el pensamiento estratégico mundial 51
España 52
La Unión Europea 53
La Organización del Tratado del Atlántico Norte 54
Estados Unidos de América 54
El Reino Unido 55
Francia 55
China 56
Federación Rusa 56
Conclusión 57

La energía en la geoestrategia 57

La energía en la geopolítica de principios del siglo XXI 63
Tendencias generales 63
El continuo empuje de las economías emergentes 63
Mayor inestabilidad política e incertidumbre en zonas de alta producción 65
Búsqueda de nuevas zonas de explotación de hidrocarburos 67
Diversificación de rutas 68
Redefinición de las energías nuclear y renovables 70
Técnicas no convencionales de extracción de hidrocarburos 72
Retracción-expansión estratégica de EE. UU. 73
Conclusiones parciales 76
Puntos de potencial fricción regional 77
Estrecho de Ormuz 77
El Cáucaso 79
Mar Caspio 80
El bypass chino hacia el Índico 82
La sucesión en Argelia 83
El futuro de Egipto, Siria, Túnez o Libia 84
El estrecho de Malaca 85
El levante mediterráneo. Israel como potencia energética 85
La inseguridad jurídica en los gobiernos de corte populista 86
La sobrepotenciación de Arabia, Catar y Emiratos Árabes en el contexto internacional 88
El papel de Rusia 89

Conclusiones 90

Capítulo segundo

La seguridad energética española en un escenario en transición .. 93
Gonzalo Escribano

Introducción 95
Un régimen energético internacional fragmentado y en transición 95
Vectores de seguridad física: dependencia y vulnerabilidad 103
Vectores de seguridad económica: intensidad energética y competitividad . 117

Conclusiones 123

ACRÓNIMOS 125

Capítulo tercero

Ciberseguridad en los sistemas emergentes del sector eléctrico .. 127
Jorge Cuéllar

Página

La Red Inteligente de distribución 129
El umbral de la tercera revolución industrial 129
Fuerzas que conducen a la Red Inteligente 130
La seguridad de suministro 130
La ecología y la protección del medio ambiente 131
El mercado 131
Optimización de las operaciones del sistema de distribución 131
¿Qué es la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid)? 132

El sistema actual de suministro eléctrico 134
Arquitectura y características del sistema actual 134
Fiabilidad 136
Requisitos de seguridad de las TIC en el suministro eléctrico 138
Integridad 140
Privacidad 140
Confidencialidad 142
Disponibilidad 142

Problemas de ciberseguridad en el sistema actual de suministro eléctrico 143
Cómo funcionan los ataques 143
Stuxnet 144
Nuevos parientes de Stuxnet: Flame, Duqu, Gauss y Madi 145
Otros ataques a centros SCADA y a la Red Inteligente 147
Otros ataques a la infraestructura del entorno de las TIC 148

El papel de las TIC en la Red Inteligente 149
Las características de la Red Inteligente 149

La seguridad de las TIC en la Red Inteligente del futuro 152
Medidas de seguridad en la Red Inteligente 153
Facilitar los procesos de seguridad 154
Construir sistemas seguros 156
Evaluar la seguridad y los procesos 156
Responder 156
Retos 157
Aspectos técnicos de operación y de la infraestructura 157
Aspectos operativos de la infraestructura y procesos relacionados 158
Educación, difusión y sensibilización 159
Intercambio de información 159
Estándares, guías y regulación 160
Investigación y desarrollo de nuevas soluciones 161
Protección de la privacidad de datos personales 161

Conclusiones 161

Bibliografía 162

Capítulo cuarto

Impacto geopolítico del desarrollo de los hidrocarburos no convencionales 167
Mariano Marzo

Introducción 169

Petróleos no convencionales 170
Consideraciones técnicas preliminares 170
¿Qué significa no convencional? 170
Principales tipos de petróleos no convencionales 170
Estimación de recursos y sus costes de producción (sin internalizar los costes del CO2) 172

Página

Distribución geográfica de los recursos. Los no convencionales como contrapeso a Oriente Medio 176

La producción de petróleo entre 2012 y 2035. Los no convencionales como una alternativa pasajera a la hegemonía de la OPEP y Oriente Medio 181

La producción de crudo ha alcanzado ya su máximo. Los petróleos no convencionales ganan protagonismo 181

La producción de los países ajenos a la OPEP aumenta hasta finales de la década de los veinte para después estancarse y decaer. 182

La revolución del LTO iniciada en los EE. UU. se propaga a otros países pero pierde fuelle desde principios de los treinta 184

Oriente Medio gana peso en la OPEP. Venezuela mantiene su posición gracias a los petróleos extrapesados 186

A diez años vista, la OPEP vuelve a ocupar una posición clave y Oriente Medio se erige como la única fuente de petróleo barato 187

Irak, Brasil, Canadá, Kazajistán, EE. UU. y Venezuela serán claves para asegurar el suministro global 188

Incertidumbres. El caso de Irak como ejemplo 190

La reorganización del comercio mundial del petróleo entre 2012 y 2035. Sus implicaciones para la seguridad del suministro global 191

La nueva geografía de la demanda. Declive en la OCDE, crecimiento en Asia y Oriente Medio 191

Balance entre producción y demanda. Las importaciones se desplazan de la OCDE a Asia. Los no convencionales convierten a América del Norte en exportadora neta 192

El flujo global de crudo vira de la cuenca atlántica, con la excepción de Europa, hacia el este de Suez, particularmente hacia China e India 195

Implicaciones para la seguridad del suministro global de petróleo . 196

Gas no convencional 197

Consideraciones técnicas preliminares 197

¿Qué significa no convencional? 197

Principales tipos de gas no convencional 197

Estimación de recursos y sus costes de producción (sin internalizar los costes del CO2) 199

Distribución geográfica de los recursos. El gas no convencional como un contrapeso a Oriente Medio y Rusia 202

El caso de los recursos de gas de lutitas (*shale gas*) 205

La producción de gas natural entre 2012 y 2035. La revolución del gas no convencional se expande más allá de EE. UU. y Canadá 208

En poco más de dos décadas el gas no convencional podría representar más de un cuarto de la producción global de gas natural 208

La producción de EE. UU. y Canadá sigue creciendo en la próxima década para después estabilizarse. México entra en escena... 210

China y Australia irrumpen en el panorama mundial de la producción de gas no convencional 211

El potencial de Argentina 212

La incógnita de Europa 213

La reorganización del comercio mundial del gas natural entre 2011 y 2035. Nuevos gasoductos y nuevos actores en el mercado del GNL . 214

La nueva geografía de la demanda. China y Oriente Medio crecen rápidamente, aunque los EE. UU. seguirán siendo el mayor mercado 214

Página

Balance entre producción y demanda. El gas no convencional convierte a Australia, EE. UU. y Canadá en exportadores netos. Las importaciones se desplazan de la cuenca atlántica (con la excepción de Europa) hacia la región de Asia- Pacífico 216
Europa aumenta su dependencia de las importaciones 218
El aumento de la producción en China e India no es suficiente para compensar el aumento de la demanda. 219
El transporte por gasoducto desde Rusia a Europa se estanca para redirigirse hacia China. Azerbaiyán y Turkmenistán cobran protagonismo 220
El comercio de gas natural licuado (GNL) se reorganiza por el aumento del consumo interno en Oriente Medio y la aparición de nuevas fuentes de suministro desde Australia, EE. UU. y Canadá 221

Conclusiones 222
Principales conclusiones relativas a los petróleos no convencionales 222
Principales conclusiones relativas al gas no convencional 224
Una reflexión final. Hidrocarburos no convencionales y dependencia energética: los caminos divergentes de EE. UU. y Europa 226

Bibliografía 227

Capítulo quinto

El auge de China y su suministro energético 229
Ignacio García Sánchez

El auge de China y su suministro energético 231

Introducción 231

China en el escenario global de la energía 235
La voracidad energética china. Asia el mercado del futuro 239
China, factor geopolítico clave en el panorama energético. La geoestrategia del futuro 242
El cambio de paradigma energético. Del enfoque del suministro al de la demanda 246

El triángulo estratégico de la seguridad del suministro energético 249
El escenario geográfico. El modelo chino de relación 251
La racionalización de los medios de suministro. El compromiso político 253
Carbón 254
Petróleo 255
Gas natural 259
La diversificación de las fuentes de energía. Un futuro prometedor 264

Los desafíos a la seguridad del suministro 268
Los hidrocarburos fósiles. Difíciles decisiones políticas 269
El irresistible acceso a la edad de oro del gas no convencional. Una revolución por llegar 275
El deterioro del medio ambiente. El cambio climático en el horizonte 280
La revolución tecnológica. Un sueño en la lejanía 283
El reto de la seguridad nuclear después de Fukushima 286

Conclusiones. Un análisis Dafo 290
Debilidades 291
Amenazas 291
Fortalezas 292
Oportunidades 292

Acrónimos y siglas 292

Página

Bibliografía 294
Libros 294
Documentos, artículos 294
Páginas web 297

Composición del grupo de trabajo 299

Cuadernos de Estrategia 301

Prefacio I

Miguel Ángel Ballesteros Martín
General de Brigada. Director del Instituto Español de Estudios Estratégicos.

Asegurar un suministro energético suficiente, eficiente, sostenible y respetuoso con el medio ambiente es hoy no solo uno de los intereses estratégicos más importantes de cualquier nación, sino un requisito imprescindible para la seguridad de cualquier país. El bienestar y el progreso de los ciudadanos dependen de la disponibilidad energética, de tal modo que esta ha llegado a convertirse en un interés que entra plenamente en la categoría de lo vital para las naciones.

En España, la fuerte dependencia de los recursos procedentes del exterior hace de nuestro país uno de los más vulnerables. Por este motivo, los aspectos geopolíticos y geoestratégicos del panorama energético internacional adquieren una gran importancia en el pensamiento estratégico español.

Por todo lo dicho, cuando Arturo Gonzalo Aizpiri propuso al Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE) abordar esta publicación, nos pareció una excelente idea, para la que reunimos a un grupo de expertos dirigidos por Claudio Aranzadi que, desde su experiencia como ministro del sector, ha coordinado y dado coherencia a la obra.

El IEEE se complace en presentar este trabajo, realizado en colaboración con el Comité Español del Consejo Mundial de la Energía y Enerclub, que pretende ofrecer, tanto a los expertos de los diferentes sectores relacionados con la energía como a la sociedad española en su conjunto, una

reflexión sobre el panorama geoestratégico de la energía, con una visión mixta en la que se fusionan las aportaciones del mundo académico, del empresarial y del militar, plasmando así el carácter transversal del interés y la preocupación que los aspectos energéticos suscitan.

Este libro, que no habría sido posible sin la colaboración realizada por Repsol, Cepsa y Enagas, empresas todas ellas no solo de reconocido prestigio, sino de carácter estratégico para nuestra nación, no pretende ser un fin en sí mismo ni una obra cerrada. El IEEE considera de gran importancia la realización continuada de un análisis de los aspectos geopolíticos de la energía y su incidencia en la seguridad, en su sentido más amplio, en un sector sometido a continuos cambios en un período de incertidumbre sin precedentes.

Finalmente, quiero agradecer a Arturo Gonzalo Aizpiri esta magnífica iniciativa, cuyo reflejo es esta publicación, que ha sido posible gracias al excelente trabajo de Marta Camacho y, por supuesto, de los autores. Confío que esta obra sea de interés para el lector.

Prefacio II

Arturo Gonzalo Aizpiri
Presidente del Comité Español del Consejo Mundial de la Energía.

Cuando en el año 2011 invitamos al general Miguel Ángel Ballesteros a participar en el evento anual del Comité Español del Consejo Mundial de la Energía, CECME, el interés despertado entre la audiencia al hablar de los conflictos internacionales y el panorama geoestratégico nos hizo darnos cuenta del campo tan amplio de colaboración que podía desarrollarse entre nuestras instituciones. El escuchar y compartir otros puntos de vista y otras temáticas enriquece enormemente cualquier campo de actividad. ¿Cómo no iban a hacerlo dos campos tan relacionados hoy en día como la energía y la geoestrategia?

Nos encontramos en un momento apasionante en el sector de la energía. Los retos que nos demanda una sociedad cada vez más exigente en sus parámetros de consumo y que crece exponencialmente en el segmento de su clase media global son enormemente desafiantes. El surgimiento de esta amplia clase media global con aspiraciones legítimas de bienestar contribuye de un modo determinante a que la demanda de energía crezca de un modo muy intenso, con un incremento del 33% en el horizonte de 2035 según la Agencia Internacional de la Energía. De este incremento total, un 93% corresponde a países no pertenecientes a la OCDE. El Consejo Mundial de la Energía, en su último congreso trienal de Daegu en 2013, ha concluido que el incremento de la demanda energética en los próximos años no podrá ser abastecido exclusivamente por ener-

gías bajas en carbono, sino que en el suministro deberá participar todo el abanico de energías disponibles.

La aparición en el panorama energético de nuevas fuentes no convencionales en países no miembros de la OPEP como Estados Unidos o la entrada en juego de relevantes actores en la demanda, como es el caso de China y otros países fuera de la OCDE, hacen que el escenario geoestratégico, incluyendo las relaciones internacionales, se esté redibujando y que se estén creando nuevas relaciones comerciales y nuevas alianzas estratégicas.

Como vemos, en el mundo de la energía el cambio en sí mismo es el contexto en el que nos movemos y debemos saber adaptar los requerimientos de nuestras sociedades a este nuevo marco. De manera adicional, no debemos olvidar que nos encontramos en un panorama que debería moverse en una gráfica con tres ejes: el de la seguridad de suministro, el del suministro responsable y equitativo y el del cada vez más exigente marco medioambiental.

Por todo ello, publicaciones como esta se convierten en excelentes marcos de referencia para entender el impacto que la energía tiene en la geoestrategia y la geoestrategia en la energía a través del análisis de las temáticas más relevantes del momento. Nos sirven además como herramienta de conocimiento para poder responder como empresas y como actores globales de forma anticipada a los retos actuales y futuros.

No quisiera dejar pasar la oportunidad sin agradecer al general Ballesteros y a su equipo su siempre excelente disposición y el entusiasmo con el que todos acogieron este proyecto de colaboración. De igual manera, quiero agradecer a Claudio Aranzadi haber contribuido con su experiencia a la labor de coordinación del capítulo.

Agradezco también a Cepsa, Enagás y Repsol, empresas miembros del CECME, su colaboración económica, sin la cual no hubiéramos podido llevar a buen término esta edición.

Por último, pero no menos importante, quisiera mencionar la labor de la secretaria general del CECME, Marta Camacho, quien con su tenaz empeño sin duda ha contribuido al éxito de este proyecto.

Tiempo para reconsiderar las cartas de la energía

Christoph Frei
Secretario General del Consejo Mundial de la Energía.

Vivimos en un tiempo de incertidumbre sin precedentes para el sector energético

La demanda energética está en un constante crecimiento motivado principalmente por el despegue económico de los países fuera de la OCDE. Según el último estudio de escenarios 2050 del World Energy Council (WEC), el crecimiento en la demanda no podrá ser satisfecho en su totalidad por fuentes de energía libres de carbono, y el consumo de combustibles fósiles crecerá en términos absolutos desde los 10 millones de toneladas actuales hasta a una cifra situada entre 10 y 16 millones. Sin embargo, las perspectivas para cada tipo de combustible fósil no son las mismas. Respecto a la producción actual, el gas natural puede doblar su presencia en el *mix* energético para 2050, mientras que en el caso del petróleo existe una incertidumbre de alrededor del 15% para el mismo horizonte temporal. El rango de incertidumbre aumenta considerablemente para el caso del carbón, cuyas perspectivas de producción llegan a variar en un 40% aproximadamente.

La presión y el desafío para desarrollar y transformar el sistema energético son inmensos

Considerando las tecnologías, las políticas y las tasas de innovación actuales, el mundo lamentablemente fracasará en sus objetivos climáticos.

El acceso global a la energía para 2050 no podrá ser alcanzado, aunque el número de personas bajo el umbral de la pobreza energética continuará disminuyendo de 1.200 millones actuales a una cifra entre 300 y 500 millones, y se seguirán encontrando principalmente en el continente africano. Por otro lado, aparecen riesgos emergentes, como la creciente demanda de agua, el cada vez más importante nexo de unión energía-agua-comida, los fenómenos meteorológicos extremos o los ciberriesgos que desafían nuestro conocimiento sobre la solidez de nuestras infraestructuras y la necesidad de adaptar nuestros sistemas energéticos a nuevos estándares.

El *business as usual* ya no es una opción

La participación de las energías renovables continuará creciendo (en el caso de la electricidad solar, con un impactante factor que podrá variar de 100 a 200 desde la actualidad a 2050). Se deberá potenciar el desarrollo de almacenamiento energético y la potencia de respaldo, así como mejorar la interconexión regional e impulsar una producción más descentralizada. Por otro lado, será necesario el manejo de una cantidad de datos cada vez mayor, lo que conlleva una mayor exposición a los llamados ciberriesgos. Estos desarrollos desafiarán el diseño actual del mercado y conducirán a la creación de nuevos modelos de negocio. Además, con la disminución de los precios de las tecnologías renovables, el despliegue de las mismas se desplazará desde Europa y América del Norte hacia los países emergentes y en desarrollo.

La transformación energética es el telón de fondo de un mapa energético en constante cambio

En la actualidad, una gran cantidad de gas y petróleo no convencional se está produciendo fuera de los países productores de la OPEP (principalmente en Norteamérica); el suministro de energía renovable está creciendo en Oriente Medio y África; el epicentro de la demanda energética global se está trasladando desde los países de la OCDE hacia Asia; la tecnología a precios competitivos se desarrolla en países con bajos costes laborales, entre los que se incluye China y otras economías emergentes...

Ante este cambio de contexto, las instituciones internacionales relacionadas con la energía, comercio o seguridad no reflejan esta nueva realidad y, o bien se adaptan al cambio, o acabarán convirtiéndose en actores irrelevantes condenados al fracaso a la hora de alcanzar los objetivos para los que fueron creadas. En este sentido, se prevé que China solicite un lugar preferente en las que se considerarán instituciones legítimas. Este mapa energético en constante evolución tiene profundas implicaciones regionales y geoestratégicas.

En primer lugar, los Estados Unidos poseen potencial para ser energéticamente autosuficientes en 2035; sin embargo, aún mantendrán su exposición a la volatilidad global del precio del crudo. Por consiguiente, permanecerán los riesgos asociados a la disrupción de los mercados globales a no ser que se dé un completo desacoplamiento entre los índices WTI/Henry Hub y Brent. Tal desacoplamiento no parece verosímil a largo plazo dado el potencial para obtener beneficios del arbitraje entre ambos.

Paralelamente, las moderadas pero crecientes exportaciones de GNL hacia Europa y Asia reducirán la dependencia europea del gas ruso y crearán oportunidades para lograr acuerdos entre América del Norte y Asia. Las contenidas perspectivas del mercado gasístico europeo y la creciente competencia en los mercados internacionales de GNL desplazarán el foco de Rusia y mejorarán las oportunidades de colaboración en Asia en el ámbito del *upstream.*

En segundo lugar, tras una década en la que la seguridad energética ha sido el eje principal en la agenda china, esta temática está siendo desplazada para dar prioridad a los problemas medioambientales. La capacidad de China para seguir manteniendo su fuerte crecimiento económico dependerá, internamente, de su capacidad para mitigar el estrés medioambiental, e internacionalmente, de su capacidad para satisfacer su necesidad de recursos adicionales. En particular, la demanda de recursos energéticos por parte de China (exceptuando al carbón) no puede ser satisfecha de forma doméstica en un futuro previsible, y las transacciones internacionales, aun frenadas por asuntos locales y agendas nacionales proteccionistas, mantendrán una importancia estratégica. Esto impulsa el creciente interés chino hacia las instituciones internacionales, promoviendo, de manera indirecta, su agenda en asuntos de comercio.

Finalmente, la ausencia de fuentes asequibles de energía autóctonas en Europa ha comenzado a debilitar su competitividad respecto a Norteamérica. En ausencia de una energía y una mano de obra baratas, el éxito de Europa para competir globalmente dependerá de forma crítica, por un lado, de su capacidad para atraer y retener el talento que fomente el desarrollo tecnológico y la innovación de sistemas y, por otro, de su disposición para mantener instituciones e infraestructuras sólidas que proporcionen una elevada seguridad política, económica y energética y que posean efectos positivos en los costes de capital. Ninguna de estas cuestiones se obtiene sin consenso, cooperación y un claro objetivo político.

La posible integración de la segunda fase de la política alemana energética (*energiewende*) en un marco europeo de correcto funcionamiento y en el concepto del mercado único será una prueba de fuego en este sentido.

Esta incertidumbre sin precedentes, la necesidad de redefinir la flexibilidad de la industria en base a los riesgos emergentes, las expectativas de cambio en los diseños de mercado y en la evolución de los modelos de

negocio y el cambio del equilibrio geopolítico como consecuencia del desplazamiento del mapa energético sitúan a la energía entre las principales cuestiones geoestratégicas a nivel mundial, al menos para la siguiente década.

Las cartas de la energía no están distribuidas equitativamente, de modo que allá dónde las cartas sean más débiles, la necesidad de jugar de manera inteligente es aún mayor. Claramente, la energía es un juego que ningún país puede permitirse perder. Es hora de reconsiderar las cartas propias, evaluar opciones y situarse al frente de las estrategias inteligentes.

Claudio Aranzadi

Introducción

Definición

La geoestrategia y la geopolítica son áreas de análisis con perfiles imprecisos y que se solapan parcialmente. Ocurre lo mismo, obviamente, cuando se refieren al ámbito energético. Un modo de diferenciar el significado de ambos términos es atender al contenido concreto de los estudios publicados con cada denominación[1], aunque otra vía es recurrir a las definiciones explicitas, a conciencia de que cualesquiera que sean las elegidas resultarán controvertidas.

En todo caso, puede ser útil, al menos como referencia, intentar una caracterización de ambos conceptos. J. Black[2] define el contenido de la geopolítica como "las relaciones entre lo político, principalmente la composición y el uso del poder, y los factores geográficos, especialmente espacio, localización y distancia". Añade que "la geopolítica presta atención

[1] Ver, por ejemplo, F. J. Berenguer (2010 a): "Geoestrategia de la energía" y F. J. Berenguer (2010): "Geopolítica de la energía", en La nueva geopolítica de la energía, Monografías del CESEDEN, del Ministerio de Defensa. En el artículo incluido en esta publicación, F. J. Berenguer suscribe el concepto de geoestrategia de Brzezinsky: "la gestión geoestratégica de los intereses geopolíticos". Selecciona dos factores como las influencias básicas en la realidad geopolítica de la energía: el territorio y las vías de comunicación terrestre o marítima que permiten conectar productos con consumidores.

[2] BLACK, J. (2009). Geopolitics. The Social Affairs Unit.

al contexto en el que las decisiones que afectan a la seguridad nacional son adoptadas y las cuestiones sobre la paz y la guerra son decididas y, más particularmente, la relación entre estrategia y geografía". Por otro lado, L. Freedman[3] define el concepto de estrategia como el referido "al mantenimiento del equilibrio entre fines, vías de actuación y medios; a la identificación de objetivos y de los recursos y métodos disponibles para alcanzar dichos objetivos". Freedman señala además que "la estrategia juega su papel donde existe un conflicto real o potencial, cuando los intereses colisionan y se requiere alguna forma de resolución, siendo esta la razón por la cual una estrategia es mucho más que un plan". Bastaría añadir a esta definición el factor geográfico para obtener una caracterización del concepto de geoestrategia. Como apunta Freedman, por otra parte, su definición de estrategia es aplicable tanto al ámbito militar como al político o al empresarial.

Esta amplitud del término "estrategia" explica, en parte, la elección del título *Energía y geoestrategia* para agrupar los cinco estudios que se incluyen en este volumen. También se debe, por supuesto, al hecho de que la denominación "geoestrategia energética" cuadra mejor con lo que puede considerarse uno de sus componentes esenciales, las políticas energéticas nacionales, regionales y globales, sin excluir de su ámbito de análisis otras políticas económicas, la acción diplomática, la política de seguridad y defensa o las estrategias empresariales relacionadas con el mundo energético.

La "geoestrategia de la energía", como en general todos los estudios estratégicos, puede utilizar eficazmente el marco conceptual que le ofrecen técnicas desarrolladas fundamentalmente en la teoría económica, como la teoría de juegos no cooperativos y cooperativos o la teoría de opciones reales[4]. Existe, sin embargo, un *trade-off* entre el rigor analítico de estas disciplinas en la modelización de la toma de decisiones y el realismo y relevancia práctica de las conclusiones en entornos muy complejos. Los estados, coaliciones de estados o empresas que interactúan en el mapa de recursos globales energéticos deben tener en cuenta, además de sofisticados modelos formales de decisión y factores geográficos (espacio, localización y distancia), otros factores extraordinariamente relevantes como la tecnología, la geología, las instituciones, la historia y las peculiaridades étnicas. La "geoestrategia de la energía" exige por tanto una aproximación interdisciplinar y un equilibrio entre la utilización de técnicas cuantitativas y conocimientos difícilmente cuantificables.

El concepto de "geoestrategia de la energía" refleja además una relación causal bidireccional entre los dos términos de su definición. Fac-

[3] FREEDMAN, L. (2013). Strategy: A history. Oxford University Press.

[4] SMITH, H. T. J. y TRIGEORGIS, L. (2004). Strategic investment. Real options and games. Princeton University Press.

tores específicamente energéticos inciden en el escenario geopolítico y geoestratégico global, al igual que el marco general geopolítico condiciona los parámetros que definen el entorno energético. La incidencia del escenario geopolítico en Oriente Medio sobre el mercado de petróleo es seguramente el ejemplo más estudiado de una de las relaciones causales mencionadas (impacto de la geopolítica en el entorno energético). Un ejemplo de causalidad en sentido inverso viene ofrecido por el desarrollo de los hidrocarburos no convencionales en EE. UU., que conducirá a medio plazo a este país a la autosuficiencia en el suministro de gas y a largo plazo prácticamente en petróleo[5], y, quizá, por tanto, a una posible revisión del diseño de su diplomacia y política de seguridad y defensa en Oriente Medio, propiciando eventuales variaciones de los equilibrios geopolíticos en esa área geográfica. El nuevo papel internacional de China suministra otra muestra de esta causalidad bidireccional. El cambio de escenario político propiciado por el liderazgo de Deng Tsiao Ping ha conducido a China a un fuerte y sostenido crecimiento económico en las dos últimas décadas que, aunque con un perfil más moderado, se prolongará previsiblemente a medio y largo plazo. Dada la escala de este país (en pocos lustros su PIB en términos absolutos superará al de EE. UU.), se está produciendo ya un desplazamiento del peso de la demanda energética hacia Asia que se agudizará a medio y largo plazo (con el impulso complementario de India), lo que lleva consigo una profunda modificación de los flujos internacionales de combustible y una reorientación de las inversiones e infraestructuras de transporte. En sentido inverso, el imperativo de seguridad energética de China está induciendo cambios significativos en el escenario económico global derivados de la creciente penetración internacional de este país dirigida a garantizar una cobertura estable de sus enormes necesidades energéticas. Esta penetración se desarrolla hasta ahora preferentemente a través de una estrategia inversora y comercial, pero inevitablemente se plasmará a largo plazo en una mayor presencia política[6].

El "trilema" entre objetivos en la estrategia energética global. Competencia y cooperación

Se pueden definir los objetivos energéticos globales de la misma forma que los constantemente reiterados para las políticas energéticas nacionales o regionales (Unión Europea): competitividad (minimización del coste del suministro energético), seguridad y sostenibilidad (protección medioambiental); estos objetivos, considerados conjuntamente, forman

[5] World energy outlook 2013. IEA.

[6] En esta publicación, I. García Sánchez analiza en su artículo el auge de China y su suministro energético.

un "trilema"[7], dados los evidentes *trade-off* que existen entre ellos. La definición de objetivos globales no permite, sin embargo, plantearse de forma realista nada parecido a una política energética global; la realidad geopolítica no contiene las bases cooperativas necesarias. Las asimetrías entre estados en dotación de recursos energéticos, localización, tecnología, desarrollo económico e institucional, demografía, etc., configuran un mosaico de intereses energéticos en frecuente contradicción. A estos potenciales conflictos se suman las rivalidades y antagonismos que constituyen las redes de equilibrio de poder internacional, cuya configuración puede cambiar a medio y largo plazo, pero difícilmente abocará a una estructura global suficientemente cooperativa.

La inexistencia de vínculos cooperativos suficientemente sólidos para permitir una política energética global no significa que esta no pueda abordarse en ámbitos regionales o que incluso no puedan alcanzarse acuerdos de actuación conjunta dirigidos a lograr objetivos parciales de carácter mundial. El intento de desarrollar una política energética común en la Unión Europea es un ejemplo de voluntad política de convergencia en un área regional, pero, también, es una muestra de las dificultades para llevarla a cabo. Por otro lado, los avances, todavía insuficientes, en la construcción de una política global de enfrentamiento al cambio climático constituyen un ejemplo de intento cooperativo de ámbito internacional con una razonable probabilidad de éxito para alcanzar un objetivo de gran importancia pero limitado.

La gestión de los *trade-off* entre objetivos en la Unión Europea

Las décadas de funcionamiento de la Unión Europea, con sus instituciones comunes y sus avances en la configuración de una ciudadanía común, han permitido eliminar las barreras, antes mencionadas, que constituyen los antagonismos políticos para emprender una estrategia energética común. Los objetivos 20/20/20 (ahorro y eficiencia, penetración de energías renovables y reducción de emisiones de CO_2) para 2020 y los paquetes normativos orientados a la construcción de un mercado interior del gas y la electricidad son la plasmación de una política energética europea dirigida a avanzar en la consecución del triple objetivo antes señalado (competitividad, seguridad, sostenibilidad) en el horizonte de 2020, con la voluntad añadida (ya concretada en procesos de deliberación y discusión) de continuar en esa dirección con horizontes a más largo

[7] Los componentes del "trilema" de objetivos energéticos no se definen exactamente de la misma forma en todos los foros energéticos. Por ejemplo, M. Camacho (2012), en su artículo "El trilema energético" (*Cuadernos de energía.* Club Español de la Energía), citado por I. García Sánchez en su artículo de esta publicación, analiza los estudios del Consejo Mundial de la Energía y señala como elementos del "trilema" a la seguridad energética, la equidad social y la mitigación del impacto ambiental.

plazo (2030 y 2050). Este proceso cooperativo entre estados en materia energética –no igualado por ningún otra área regional– presenta, sin embargo, limitaciones e inconsistencias ilustrativas de las dificultades para conseguir acuerdos internacionales en el ámbito energético, aunque los objetivos últimos sean compartidos. En primer lugar, en la Unión Europea, a pesar del alto grado de homogeneidad política, cultural, económica e institucional de los países miembros, persisten asimetrías entre estos que se traducen en intereses en materia de política energética no plenamente coincidentes, y la cesión de soberanía a las instituciones comunes en materia energética es limitada. En segundo lugar, la gestión de los *trade-off* entre los objetivos de la política energética, tanto por parte de las instituciones comunes como por los países miembros, ha propiciado la aparición de efectos no deseados.

Las restricciones impuestas por los objetivos comunitarios de carácter cuantitativo, la normativa específica en materia energética y la política de la competencia de la Unión Europea dejan un amplio campo de discrecionalidad a la política energética de los países miembros. Las competencias regulatorias en los sectores eléctrico y gasístico pertenecen esencialmente a las autoridades nacionales, al igual que la capacidad de decisión para la realización de inversiones en infraestructuras esenciales y, más claramente aún, la política de seguridad energética[8]. Esta fragmentación de competencias, unida a las asimetrías en la política de suministros energéticos resultado de las diferencias de localización geográfica e historia comercial, impide el aprovechamiento de las economías de escala que debería permitir una política exterior de seguridad energética de la Unión; igualmente, la construcción del mapa de infraestructuras de interconexión energética en Europa ha seguido un camino claramente subóptimo, tanto desde la perspectiva de la construcción de un mercado interior energético como de los imperativos de seguridad energética europea.

La fragmentación de las competencias en materia de seguridad energética otorga además a los estados miembros una importante capacidad de intervención en el ámbito empresarial energético, a través, por ejemplo, del mantenimiento del control accionarial público en las empresas energéticas, la eventual introducción de *poison pills* en las privadas o la mediatización gubernamental en los procesos de fusión y adquisición entre empresas comunitarias de distintos países. Las políticas proteccionistas de algunos estados miembros frente a las operaciones de cambio de control corporativo cuyo origen es una empresa de otro estado miembro invocan también otro tipo de argumentación. La justificación de estas iniciativas proteccionistas se fundamenta en la importancia que algunos países atribuyen al "efecto sede" (que es valorado de forma sensible-

[8] G. Escribano aborda esta cuestión en su artículo de esta publicación.

mente diferente en los distintos estados miembros, representando probablemente Francia y Reino Unido dos polos de referencia). La asimetría existente en el mercado de control corporativo, debida sobre todo a la participación accionarial pública (perfectamente compatible con la libertad de circulación de capitales), hace difícil una respuesta consistente de las políticas comunitarias (en concreto, de la política de competencia); los tratados consagran la no discriminación entre empresas por razón de su titularidad accionarial (pública o privada), lo que impide toda posible acción comunitaria frente a la utilización de la participación accionarial del Estado como una barrera al cambio de control corporativo[9].

Las dificultades que está planteando en la política de la Unión Europea la gestión de los *trade-off* entre competitividad, seguridad y sostenibilidad no están relacionadas (excepto en algún caso concreto como la política relativa al carbón) con la conciliación de intereses de los diferentes estados miembros. Este problema se plantea también, aunque con perfiles diferentes en cada caso, en la política energética de los países no europeos, y es probablemente el de más difícil resolución. En el caso europeo, los imperativos de seguridad (aumento del autoabastecimiento energético) y sostenibilidad (protección medioambiental) justifican las restricciones impuestas a través de los objetivos de penetración de un 20% de las energías renovables y de reducción de un 20% de las emisiones de CO_2 para 2020 (así como de los todavía más restrictivos que se están aún discutiendo para 2030, del 30% para las renovables y del 40% para las emisiones de CO_2). El avance en el cumplimiento de estos objetivos, además de ser difícilmente compatible con el diseño estándar de mercado interior energético (en lo que se refiere al sector eléctrico) que las propias instituciones comunitarias impulsan, está provocando un incremento del coste de la energía difícilmente asumido por la opinión pública (insuficientemente informada de que las restricciones de seguridad y sostenibilidad implican un sobrecoste) y que, además, está creando una brecha creciente de competitividad con otras áreas geográficas (en concreto, con los EE. UU.).

El gap de competitividad con EE. UU. que puede provocar el diferencial en los costes energéticos (gas y electricidad) tiene su explicación tanto en factores regulatorios como tecnológicos. EE. UU. no ha aprobado, a nivel federal, ningún mecanismo que conduzca a establecer un precio para el CO_2 emitido (ni *cap and trade* ni impuesto), algo que sí ocurre en Europa (con el vigente mecanismo de *cap and trade*), lo que representa para los consumidores europeos un sobrecoste que se reflejará tanto en el precio del gas como en el de la electricidad (en la medida que se utilice

[9] ARANZADI, C. y SOLCHAGA, C. (2013). "Reglas y discrecionalidad en la política económica". En LUCENA, M. y REPULLO, R. (coord.), *Ensayos sobre economía y política económica. Homenaje a Julio Segura* (A. Bosch, editor).

el gas y el carbón como combustible en la generación). Por otro lado, el sobrecoste de la creciente penetración de energías renovables que en la Unión Europea soporta casi plenamente el consumidor energético en EE. UU. está cubierto en una cuantía significativa por el presupuesto federal (los incentivos federales a la introducción de energías renovables se instrumentan fundamentalmente a través de *tax credits*). Recientemente, además, la extracción masiva de gas no convencional (acompañada del mantenimiento de precios elevados de los hidrocarburos líquidos) ha permitido alcanzar precios del gas natural en el mercado norteamericano del orden de un tercio del vigente en Europa. La extrapolación a medio y largo plazo de la situación actual conduciría a una pérdida general de competitividad de la economía europea y a una creciente deslocalización (con destino a los EE. UU.) de las industrias intensivas en energía europeas. Los patrones regulatorios relativos al precio del CO_2 en EE. UU. y el sistema de incentivación federal a las energías renovables se mantendrán probablemente a largo plazo. Los precios del gas natural, sin embargo, tenderán a medio plazo a alinearse con los costes medios de extracción del gas no convencional (sin contar el efecto de la retribución de los productos líquidos), por lo que el diferencial con los precios europeos se reducirá (aunque se mantendrá en una cuantía relevante)[10]. A largo plazo, la incertidumbre es elevada, debido a los efectos de segunda ronda provocados en el mercado internacional del gas por la autosuficiencia de EE. UU. y el impacto de la progresiva sustitución en Europa de los contratos a muy largo plazo e indexados con el precio del petróleo o productos petrolíferos y el progresivo desarrollo de los mercados organizados del gas (*hubs*) en territorio europeo.

La dimensión global de la política de reducción de emisiones

En el terreno de la política energética global el acuerdo internacional más decisivo y urgente es el que debe conducir a una estrategia global de *descarbonización* que corrija los eventuales efectos devastadores a largo plazo del cambio climático que provocaría la continuidad de la tendencia actual de las emisiones de CO_2. La política de *descarbonización* es el principal vector de uno de los tres objetivos de la política energética (sostenibilidad), pero a diferencia de los otros dos (competitividad y seguridad) solamente tiene sentido si aborda de forma global ya que global es el fenómeno del cambio climático. Sin embargo, desde las negociaciones del Protocolo de Kyoto, donde (esencialmente para los países industrializados, excepto EE. UU., que no ratificó el Protocolo) se fijaron objetivos cuantitativos de reducción de emisiones para 2012, solo ha existido un compromiso internacional cuantificado: el acuerdo de Copenhague de

[10] Ver el trabajo de M. Marco en esta publicación, donde se analiza el impacto geopolítico del desarrollo de los hidrocarburos no convencionales.

2009 (legalmente adoptado en Cancún el año siguiente) de limitar el aumento de la temperatura del planeta a menos de 2 ºC al final del siglo, lo que exigiría de los países desarrollados una reducción de sus emisiones del orden del 80-95% para 2050[11]. Por supuesto, como ya se ha señalado, la Unión Europea se ha fijado un objetivo de reducción de emisiones con el horizonte 2020, a través de un mecanismo de *cap and trade* y del funcionamiento de un mercado de derechos de emisión, iniciado en 2005 y que ha entrado en su tercera fase en 2013. El esfuerzo europeo tiene sin duda un efecto ejemplarizante pero su impacto cuantitativo global es insuficiente (las emisiones europeas representan un 12,5% de las emisiones totales, mientras que las de EE. UU. y China, que no han asumido ningún compromiso cuantificado, suponen respectivamente un 23,5% y un 17,5%)[12].

Por otro lado, la focalización en el límite de 2 ºC de calentamiento como base de un eventual acuerdo internacional quizá no sea la metodología adecuada. El Profesor de MIT R. S. Pindyck[13] hace una crítica radical de la fiabilidad de los modelos más frecuentemente utilizados (*integrated assessment models*) para estimar el coste social de la emisión de CO_2 que sirve de base a la evaluación de las políticas alternativas de reducción de emisiones: "Estos modelos tienen defectos cruciales que les hacen inútiles como herramientas del análisis político: ciertos inputs (por ejemplo, el tipo de descuento) son arbitrarios, pero tienen unos efectos enormes en las estimaciones del coste social de las emisiones que los modelos generan; la descripción de los modelos del impacto del cambio climático son completamente ad hoc, sin fundamentos teóricos y empíricos; además, estos modelos no nos pueden aportar nada en relación al principal determinante del coste social de las emisiones, la posibilidad de una catástrofe climática. Los análisis del cambio climático basados en los modelos *integrated assessment models* crean una percepción de conocimiento y precisión, pero esta percepción es ilusoria y engañosa".

El escepticismo de Pindyck en relación a la utilidad de los modelos más habituales usados para evaluar el coste social de las emisiones de CO_2 no significa que considere este coste como irrelevante. Por el contrario, opina que los efectos del calentamiento pueden llegar a ser catastróficos. Pero, al poner de manifiesto la escasa fiabilidad tanto de los modelos de "sensibilidad climática" (que relacionan concentración de CO_2 en la atmósfera y aumento de la temperatura) como los de "función de daño" (que relacionan el aumento de la temperatura con las reducciones

[11] EGENHOFER, C. (2.013). "The growing importance of carbon princing in energy markets". En GOLDTHAU, E. A., *The handbook of global energy policy.* Wiley-Blackwell.

[12] European Commission (2013). EU energy in figures.

[13] Pindyck, R. S. (2013). "Climate change policy: What do the models tell us?". *Journal of Economic Literature* (septiembre).

en el PIB, consumo, etc.), Pindyck invalida la metodología *fine tuning* para evaluar las diferentes alternativas de políticas climáticas presuntamente guiadas por la precisión inexistente de sofisticados modelos. Por el contrario, plantea una alternativa metodológica más simple consistente en "proponer estimaciones aproximadas y subjetivas de la probabilidad de un cambio climático suficientemente intenso para provocar un impacto catastrófico y alguna distribución para el tamaño de ese impacto (en términos de reducción del PIB o del stock de capital)". Sobre estas bases, Pindyck concibe la política de reducción de emisiones "como una forma de seguro: la sociedad debería pagar por una garantía de que una catástrofe de baja probabilidad no ocurrirá (o es menos probable)". La concepción de la política de reducción de emisiones como un aseguramiento contra acontecimientos de baja probabilidad (p. ej.: aumentos de 7-8 ºC de la temperatura para final de siglo) pero de potenciales efectos catastróficos invalida, además, una parte importante de los argumentos de los escépticos en relación al cambio climático, centrados en las incertidumbres de las políticas *fine tuning.*

Las trabas a un acuerdo internacional efectivo para enfrentar el cambio climático son múltiples e importantes. De forma general, los costes de la política de reducción de emisiones se perciben a corto plazo, mientras que los efectos de no adoptarlas (potencialmente catastróficos) tendrán lugar a muy largo plazo, lo que induce a las opiniones públicas a ser reticentes ante medidas gravosas a corto plazo (si predomina la insolidaridad intergeneracional y los tipos de descuento son elevados, un análisis coste-beneficio justificaría racionalmente esta posición). El impacto de este fenómeno, común en todos los países, ha tenido sin embargo una traducción política muy diferente entre ellos. Basta comparar las políticas de cambio climático en la Unión Europea y los EE. UU.

Es posible que esta relativa insensibilidad de las opiniones públicas se vaya corrigiendo en la medida en que pueda establecerse de forma razonablemente fiable una correlación entre el calentamiento climático ya producido y los fenómenos meteorológicos extremos que estamos experimentando, aunque esta toma de conciencia será previsiblemente gradual. Por otro lado, el coste social de las emisiones de CO_2 refleja una externalidad negativa, lo que incentiva la tendencia de los estados a comportarse como *free riders.* También, en este caso, destaca el contraejemplo europeo, aunque cada vez más se extienden en la Unión Europea pronunciamientos en contra de una política rigurosa de reducción de emisiones que no vaya acompañada por una política análoga de otros grandes emisores.

Las resistencias de algunos países a suscribir un acuerdo reflejan también la influencia de intereses económicos (empresariales o estatales) asociados al consumo o producción de combustibles fósiles. Además, entre una medida asociada al imperativo de sostenibilidad como es la

política de reducción de emisiones y los objetivos de seguridad y competitividad, los *trade-off* existentes difieren entre países. Bordoff y otros[14] señalan como ejemplo de este *trade-off* al carbón, que presenta menos riesgo de seguridad que el petróleo o el gas, a pesar de ser un mayor emisor de CO_2, o el desarrollo de la tecnología de *coal to liquid* que mejoraría el estándar de seguridad (sobre todo en países con importantes recursos de carbón) al disminuir el consumo de petróleo, pero tendría sin embargo un impacto más negativo sobre el cambio climático. En general, aquellos países cuyo autoabastecimiento repose en combustibles de alta emisión de CO_2 (sobre todo carbón) verá mermada su seguridad energética (o, al menos, encarecida por una política sostenida de control de emisiones). Es cierto que la explotación comercial de tecnologías *descarbonizadoras* (captura y confinamiento de CO_2) modificaría radicalmente este escenario, pero ese umbral todavía no se ha superado. Las diferencias entre países en lo que respecta al *trade-off* entre política climática y competitividad son también importantes, pero el diferencial de competitividad se registra fundamentalmente entre países (o áreas regionales como la Unión Europea) que emprenden políticas ambiciosas de reducción de emisiones y países que no lo hacen (evitándose así el sobrecoste energético asociado a esta política).

Por último, es comprensible que los países en vías de desarrollo, que no son responsables de la concentración de CO_2 (y otros gases de efecto invernadero) en la atmósfera provocada por el desarrollo económico de los países industrializados a lo largo de los dos últimos siglos, reclamen un tratamiento diferenciado en un eventual acuerdo internacional para que no frene significativamente sus programas de desarrollo económico.

Todo acuerdo internacional de política de reducción de emisiones de CO_2 implica la aceptación de un sobrecoste energético. Pindiyck[13] menciona la amplia variabilidad en los valores estimados de coste social de las emisiones de CO_2 (desde $12 por tonelada de CO_2 en estimación de W. Nordhaus a $200, que sería la cifra que N. Stern considera consistente con la reducción de emisiones necesaria) y sugiere como un valor aproximado aceptable el propuesto (actualizado) por el Interangency Working Group de EE. UU. de $33/t, que serviría de base para el establecimiento de un impuesto o de un *cap* a las emisiones consistente en un precio sombra de esta cuantía.

La elección del mecanismo utilizado no es indiferente. Aunque un modelo de *cap and trade* proporciona mayor seguridad de cumplimiento de los objetivos cuantitativos de reducción de emisiones y supone, al menos en teoría, una asignación más eficiente de los derechos de emisión, la expe-

[14] BORDOFF, J., DESHPANDE, M. y NOEL, P. (2010). "Understanding the interactions between Energy Security and Climate Change Policy". En PASCUAL, C. y ELKIND, J. (Ed.), *Energy Security.* Brookings Institutions Press.

riencia del funcionamiento en las dos primeras fases del mercado europeo de derechos de emisión (en el que los precios han registrado fluctuaciones elevadas que les ha invalidado como señal para inversiones con vidas superiores a los treinta años) haría inclinarse la balanza en favor de la utilización del impuesto; un modelo intermedio podría inspirarse en la propuesta de reforma del sistema eléctrico británico que establece un suelo para los precios del CO_2. Es poco probable que acabe existiendo un solo modelo global (ya sea un impuesto de aplicación universal o un mecanismo de *cap and trade* global con un mercado internacional de derechos de emisión y con precio único), pero los diferentes mecanismos que se establezcan deberían implicar un sobrecoste semejante para el conjunto de los países industrializados e incluir instrumentos (p. ej., mediante ayudas a la transferencia de tecnología) que reduzcan el sobrecoste energético para los países en vías de desarrollo.

Las probabilidades de un acuerdo global con compromisos cuantificados se incrementarían notablemente si existiese un entendimiento entre Europa, EE. UU. y China (que representan actualmente el 53,7% de las emisiones mundiales). La disponibilidad política de la Unión Europea es plena, ya que de forma unilateral ha asumido y continuará asumiendo objetivos ambiciosos de reducción de emisiones. China, aunque oficialmente se ha pronunciado a favor del establecimiento de una política de control de emisiones, se enfrenta al problema de sustitución de un sistema energético focalizado sobre el carbón (casi un 80% de la generación eléctrica utiliza el carbón como combustible, y la proporción del mismo en el consumo energético total es superior al 60%); en un país con los fuertes crecimientos de la demanda energética esperados, un cambio drástico en el perfil de emisiones de CO_2 no se producirá tanto por la penetración de energía nuclear y energías renovables, sino por la sustitución de carbón por gas natural en la generación eléctrica, si las estimaciones actuales de recursos recuperables de *shale gas* (con 1.115 billones de pies cúbicos en 2013, los más elevados del mercado)[15] se traducen en proyectos de extracción viables desde el punto de vista económico, "locacional" (disponibilidad de agua), medioambiental e institucional.

Entre los grandes países emisores, es sin duda EE. UU. el que presenta una mayor división política interna. No ratificó el Protocolo de Kyoto y tampoco culminó en 2009-2010 la aprobación parlamentaria de la legislación Waxman-Markey que preveía el establecimiento de un sistema de *cap and trade* y el objetivo de una reducción de emisiones para 2020 de un 17% en relación a 2005[11]. En 2013, el presidente Obama ha presentado su *Climate Action Plan* con un conjunto de iniciativas para la Administración

[15] HORNBY, L. y CROOKS, E. (2014). "A new frontier". *Financial Times* (8 de enero).

federal, pero sin el apoyo del Congreso. Como señala D. Robinson[16], aunque las medidas propuestas van en la dirección correcta (de hecho van en la línea de los planteamientos de la normativa finamente no aprobada en 2009-2010), la ausencia de aprobación legislativa reduce su eficacia y, sobre todo, merma el peso político de EE. UU. en las negociaciones de la UNFCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), que deberían haber conducido a un acuerdo antes del final de 2015. Las dificultades políticas internas para consensuar un programa de reducción de emisiones que obtuviese la aprobación del Congreso son tanto más paradójicas cuanto que el objetivo de reducción del 17% para 2020 (que figura en la norma Waxman-Markey, en los objetivos asumidos en Copenhague en 2009, y es reiterado en el *Climate Action Plan* de Obama del 2013) es fácilmente alcanzable (en gran medida por la intensa sustitución de carbón por gas natural asociada a la explotación del gas no convencional en EE. UU.).

La política de reducción de emisiones de CO_2, como vector principal del objetivo de sostenibilidad de una política energética global, se abrirá paso previsiblemente en forma de un acuerdo global auspiciado por la UNFCC, a pesar de las innumerables dificultades anteriormente señaladas. No es este el caso de los otros dos componentes del triplete de objetivos de la política energética. No es imaginable nada parecido a un acuerdo internacional que plasma lo que serían los objetivos globales de seguridad y competitividad de la política energética aunque, por supuesto, hayan existido instituciones de carácter energético reflejo de coaliciones de intereses (Agencia Internacional de la Energía, OPEP, etc.) o acuerdos globales relacionados con la energía pero vinculados a la garantía de seguridad en sentido amplio (p.ej.: el Tratado de No Proliferación Nuclear). En el ámbito estrictamente energético, el comportamiento de los diferentes estados en lo que respecta a los objetivos de seguridad y competitividad difícilmente se plasmará en procesos cooperativos como el que previsiblemente conducirá a un acuerdo global sobre la política de cambio climático. Por el contrario, predominarán los escenarios de competencia entre estados y coaliciones de estados, en muchos casos traducidos en conflictos diplomáticos y militares.

La seguridad energética

El objetivo de seguridad energética[17] se define tradicionalmente como la garantía de continuidad en el suministro energético (probabilidad de in-

[16] ROBINSON, D. (2013). *President Obama´s Climate Action Plan*. Oxford Institute for Energy Studies.

[17] Department of Energy and Climate Change, UK (2012). *Energy Security Strategy*. F. J. Berenguer y G. Escribano abordan desde perspectivas complementarias esta cuestión en sus artículos de esta publicación.

terrupción por debajo de un nivel aceptable económica y políticamente) a unos precios estables y razonables (estabilidad y razonabilidad definidos también por su aceptabilidad política y económica). La seguridad energética es, por tanto, una variable estratégica de crucial importancia en la agenda tanto de la acción diplomática de los estados como de su política de seguridad y defensa. Esta es la razón de la resistencia de los estados a ceder competencias en esa área a instituciones multinacionales, incluso cuando estos han alcanzado un cierto grado de integración política (como en la Unión Europea). La política de seguridad energética es también, por consiguiente, una política de gestión de riesgos que implica tanto el aseguramiento físico del suministro como la cobertura del riesgo de precios. La estrategia de minimización del riesgo de interrupción del suministro energético depende obviamente, además de las políticas de carácter doméstico dirigidas a promover la fiabilidad del sistema energético nacional (planificación de infraestructuras, diversificación del *mix* de combustibles y tecnologías y adecuado marco regulatorio), del grado de autoabastecimiento, la diversificación geográfica de los suministros, la estabilidad política de los suministradores y la solidez de las relaciones diplomáticas con los mismos.

Dada la tradicional dependencia energética de los combustibles fósiles (esencialmente del petróleo), la política exterior de seguridad energética ha estado focalizada esencialmente en controlar el riesgo de suministro de ese hidrocarburo (y de forma creciente, también, del gas). No es de extrañar, por consiguiente, que en las últimas décadas se haya considerado como el mayor factor de riesgo geopolítico la situación de Oriente Medio, la región principal suministradora de petróleo que, además, registra una inestabilidad crónica. Esto explica, en gran parte, el elevado grado de presencia diplomática y militar de EE. UU. en esa área geográfica.

Por esta razón, el radical cambio en el grado de autoabastecimiento en gas y petróleo que el desarrollo de los hidrocarburos no convencionales va a permitir en EE. UU. se contempla como un acontecimiento que puede provocar una ruptura mayor en el escenario geoestratégico global. Como señala en el W. E. O. 2013 la Agencia Internacional de la Energía, EE. UU. puede convertirse en exportador neto de gas natural en 2017 y formar conjuntamente con Canadá un área geográfica autosuficiente en petróleo antes de 2030. A medio y largo plazo, por tanto, un parámetro fundamental para la seguridad energética de EE. UU. (el grado de autoabastecimiento) se modificará radicalmente, provocando una reducción del valor estratégico de la principal región mundial productora de petróleo (Oriente Medio) y, en general, de sus potenciales suministradores del exterior.

En qué medida este nuevo escenario provocará una menor implicación norteamericana (diplomática y militar) en Oriente Medio es difícil de anticipar. En primer lugar, la autosuficiencia en hidrocarburos no supone el aislamiento del mercado internacional, sobre todo en el caso del pe-

tróleo, para el que el mercado está globalizado. Potenciales *shocks* de oferta (ya sea en Oriente Medio o en otros puntos del planeta) tendrán por consiguiente un impacto en los precios (cuya estabilidad y moderación son también un elemento definitorio de la seguridad energética) y, por supuesto, en la medida en que puedan provocar una crisis internacional de suministros (aunque no afecte directamente a los EE. UU.), este país se vería afectado económicamente. Por otro lado, como señala la Agencia Internacional de la Energía (W. E. O. 2013), aunque en el período 2012-2020 EE. UU. es el país que más contribuye al incremento de la producción de petróleo (sensiblemente más que el conjunto de Oriente Medio), entre 2020 y 2035 EE. UU. reduce su producción y Oriente Medio asume claramente el papel principal en la contribución al aumento de la producción mundial de petróleo en ese período; es decir, Oriente Medio, en el período 2020-2035, reforzaría su posición estratégica como región esencial en el suministro global de petróleo. Además, factores geopolíticos, algunos relacionados con la energía (riesgo de proliferación nuclear en el área) y otros vinculados al papel de EE. UU. como primera potencia mundial (o, al menos, a largo plazo como una de las grandes potencias mundiales), hacen difícil entrever una reducción significativa de la presencia económica, diplomática y militar norteamericana en esa área geográfica.

El desarrollo de los hidrocarburos no convencionales en EE. UU. no es el único efecto relevante de la innovación tecnológica en el escenario de la seguridad energética global. Como ya se ha señalado, la explotación de petróleo no convencional (*oil sands*) en Canadá tendrá una contribución decisiva a la autosuficiencia de Norteamérica en ese combustible y la extracción de petróleo en aguas profundas en Brasil convertirá a este país en el segundo suministrador (después de Oriente Medio) de la producción adicional de petróleo en el período 2012-2035, tal como prevé la Agencia Internacional de la Energía. La Agencia anticipa además que Brasil no solo será un importante exportador neto de petróleo en 2035, sino también autosuficiente en gas natural. Como ya se ha señalado, si se confirmase la viabilidad de la explotación de una parte significativa de *shale gas* en China, un parámetro importante de su seguridad energética se vería profundamente modificado. Los profundos cambios en el grado de autosuficiencia energética de áreas como Norteamérica y Brasil no solo afectan a los determinantes de su propia seguridad energética, sino que propician un mapa global de recursos que facilita las estrategias de seguridad energética de los países consumidores netos. Esto resulta claramente patente en el caso del gas, cuya oferta a medio y largo plazo aumentará significativamente su diversificación geográfica, disminuyendo las ventajas estratégicas de los actuales grandes suministradores internacionales. Esto significará, por ejemplo, una menor dependencia estratégica de Europa del gas ruso, a pesar de que Rusia seguirá siendo un país central en la oferta de gas mundial. Por supuesto, la traducción de esta reconfiguración internacional de la oferta de gas en mayores es-

tándares de seguridad para los países consumidores netos dependerá de una adecuada programación de las infraestructuras de transporte (ya sean gaseoductos o instalaciones de licuefacción y gasificación para los suministros de GNL, así como de almacenamiento).

Otro factor de incidencia tecnológica en la seguridad energética global viene dado por los cambios previstos a medio y largo plazo en la estructura de la demanda energética final (aumento de la electrificación) y en el *mix* de generación eléctrica (creciente penetración de las energías renovables). El desarrollo de vehículos eléctricos (o híbridos conectables a la red) puede suponer un impulso decisivo a la electrificación del transporte (y a la reducción de la utilización de productos petrolíferos en el sector); los avances en este proceso estarán estrechamente vinculados a mejoras tecnológicas (reducción del coste, peso y espacio del almacenamiento, así como de su capacidad). La mayor electrificación de la economía y el aumento del peso de las energías renovables en la generación eléctrica no solo tendrá un efecto positivo en el medio ambiente (objetivo de sostenibilidad), sino también en la seguridad energética de los países importadores netos de combustible, incrementado su grado de autosuficiencia energética. A largo plazo, esta tendencia, complementada con el previsible crecimiento de las inversiones promotoras de la eficiencia energética, apunta a una estructura del sector energético crecientemente intensiva en capital y menos intensiva en combustibles. En la medida en que esta evolución se consolide, la vulnerabilidad energética de los diferentes estados (sean o no consumidores netos de combustibles) se reducirá: existen menos barreras y riesgos que afecten a los flujos internacionales de capital y tecnologías que los que inciden en el flujo global de combustibles.

Factores energéticos globales y competitividad

La competitividad, ya sea de empresas o de países, es un concepto eminentemente relativo. La competitividad de las empresas depende de una serie de factores que determinan sus ventajas competitivas en relación a otras empresas en un mercado ya altamente globalizado. La competitividad de los países depende de las condiciones creadas para favorecer las ventajas competitivas de sus empresas a través de su disponibilidad diferencial de recursos físicos, humanos, tecnológicos e institucionales. La búsqueda de la competitividad requiere, por tanto, esencialmente estrategias competitivas más que cooperativas, sean estas entre empresas, estados o coaliciones de estados (aún más que en el caso de la seguridad energética). Resulta, por tanto, poco probable el desarrollo de procesos de cooperación en el desarrollo de una política energética global dirigida a aumentar la competitividad mundial (concepto, por otro lado, carente de sentido). Por supuesto, pueden conseguirse mejoras en variables cuya definición global tiene sentido, como la eficiencia y la productividad, pero,

en el entorno económico e institucional que prevalece en el mundo, estos resultados serán previsiblemente más el resultado de la competencia que de la cooperación.

Las iniciativas de política energética dirigidas a promover la seguridad energética y la sostenibilidad (p. ej., la política de reducción de emisiones de CO_2) implican normalmente un sobrecoste para el suministro energético y, por consiguiente, afectan negativamente a la competitividad. En la medida en que ese sobrecoste refleje externalidades negativas, las políticas de seguridad y sostenibilidad energética son económicamente racionales, pero las diferencias entre estados en la evaluación de esas externalidades o en los instrumentos utilizados para internalizarlas conducen a resultados distintos en términos de competitividad. Por ejemplo, diferentes estimaciones del coste social de las emisiones de CO_2 se plasmarían en impuestos de diferente cuantía (sobre la t de CO_2 emitida) si la imposición fuese el mecanismo elegido para reducir las emisiones, o en objetivos cuantitativos de rigor diferenciados si el mecanismo de reducción fuese del tipo *cap and trade;* los sobrecostes de las distintas alternativas serían diferentes, y lo mismo ocurriría con los impactos sobre la competitividad. Un segundo ejemplo, ya mencionado, es el ofrecido por los efectos diferenciales en la competitividad del uso de diferentes instrumentos para incentivar la utilización de las energías renovables (vector esencial de las políticas de seguridad y sostenibilidad). La utilización de un marco de incentivos, como ocurre predominantemente en los estados miembros de la Unión Europea, en el que el sobrecoste de penetración de las energías renovables recae en el consumidor frente a la utilización de instrumentos como el *tax credit* utilizado por el gobierno federal de los EE. UU., propicia una penalización relativa a la competitividad de los países europeos en relación a EE. UU.; en Europa las empresas soportarán un sobrecoste que en EE. UU. recae en el contribuyente.

La disponibilidad de recursos energéticos con costes diferentes es obviamente un factor fundamental explicativo de las diferencias en las ventajas competitivas asociadas al entorno energético. Ya se ha señalado exteriormente el impacto sobre la competitividad relativa entre Europa y EE. UU. de los bajos costes del gas natural en este último país derivados de la explotación de gas no convencional. El arbitraje internacional de precios difícilmente paliará esas diferencias de costes. En primer lugar, el desarrollo de mercados organizados (*hubs*) que facilitarían esos arbitrajes es muy diferente en las tres grandes áreas en que está fragmentado el mercado mundial del gas (EE. UU., Europa y Asia) y la sustitución de los contratos a muy largo plazo e indexados sobre el petróleo y productos petrolíferos tomará tiempo. En segundo lugar, los costes de licuefacción y transporte del GNL imponen límites a los efectos del arbitraje de precios entre destinos del gas con localizaciones muy diferentes en relación a los centros de extracción. En todo caso, a medida que los mercados globales

y las formas de contratación del gas se vayan transformando, aunque los impactos diferenciales en la competitividad no se eliminen, el surgimiento de nuevos productores de gas (convencional o no convencional) en el mundo tenderá a reducir las rentas de las que disfrutan algunos grandes suministradores de gas en la actualidad (basta pensar que el coste de extracción del gas convencional en Rusia es del mismo orden de magnitud que el precio del gas en EE. UU. en los años recientes).

La disponibilidad de recursos energéticos a bajo coste es un factor importante de competitividad (aunque históricamente se haya puesto de manifiesto el fenómeno de la "maldición de los recursos" en un buen número de países ricos en recursos naturales, donde el elevado volumen de rentas generadas ha inducido una degradación institucional que ha frenado el desarrollo económico). En todo caso, como pone de manifiesto el ejemplo de los EE. UU., con el desarrollo de los hidrocarburos no convencionales la disponibilidad de recursos energéticos no depende únicamente de la dotación de recursos naturales sino de factores tecnológicos, regulatorios y de iniciativa empresarial replicables por un buen número de países. Además, el impulso a las energías renovables que representan una contribución a los objetivos de seguridad y sostenibilidad al alcance de todos los países (con las ayudas necesarias en los países en desarrollo) y las políticas de ahorro y eficiencia energéticas suponen instrumentos de la política de competitividad que los países pueden poner en práctica independientemente de su dotación de recursos naturales.

Competencia y cooperación

En las páginas precedentes se ha señalado que el papel respectivo de la competencia y la cooperación entre estados para la consecución de los objetivos energéticos (competitividad, seguridad, sostenibilidad) a escala global es diferente para cada objetivo. La cooperación internacional es una condición necesaria para conseguir los objetivos de reducción de emisiones de CO_2 compatibles con una eficaz política de cambio climático. El calentamiento climático es un fenómeno global y, por tanto, una política de minimización de los riesgos eventualmente catastróficos de un excesivo calentamiento solo puede ser abordada eficazmente con una política de alcance global resultado de un acuerdo internacional. En el caso de la seguridad energética, el resultado de un esfuerzo cooperativo global entre estados sería sin duda más favorable para todos ellos. Pero aunque un eventual acuerdo internacional sería, en teoría, posible, en la práctica es muy poco probable. La seguridad energética se considera en todos los países un factor estratégico fundamental que debe mantenerse esencialmente bajo el control de las instituciones políticas de cada estado. Esto explica las resistencias a la cesión de soberanía en materia de seguridad energética a instituciones supranacionales, como lo muestra la limitación

de los instrumentos de actuación de organizaciones como la Agencia Internacional de Energía o las instituciones comunes de la Unión Europea.

Por último, el terreno natural de las políticas de mejora de la competitividad en cada país es esencialmente la competencia. Cada país fortalece sus ventajas competitivas (en relación a los demás países) consiguiendo costes del suministro energético más bajos, mayor eficiencia energética, más racional incorporación de la innovación tecnológica, mejores infraestructuras y marcos regulatorios más correctamente diseñados. Por supuesto que los acuerdos de cooperación tecnológica, la creación de mercados comunes (como el mercado interior energético en la Unión Europea) o la colaboración en la programación de infraestructuras de conexión suponen una reducción de costes y una mejora de la eficiencia energética para todos los países que colaboran en esas iniciativas; pero la búsqueda de ventajas competitivas (por definición de carácter relativo) conduce predominantemente a políticas de carácter competitivo más que a estrategias de cooperación. Por otro lado, proyectos cooperativos de carácter parcial (como la coalición de países con intereses energéticos comunes que se plasmó en la OPEP) han tenido como objetivo precisamente entorpecer la competencia en el mercado global.

El marco geopolítico global y su previsible evolución a medio y largo plazo no parecen tampoco configurar un entorno favorable a un comportamiento más cooperativo de los estados en el ámbito energético. F. J. Berenguer, en su artículo de esta misma publicación, analiza una larga lista de puntos de fricción regional que reclamarían comportamientos cooperativos de los estados implicados. Aunque en alguno de ellos se puedan producir avances, es poco probable un cambio significativo en la mayor parte de los casos, cuyo número se verá además engrosado por nuevos puntos de fricción que el entorno global energético, en sustancial cambio a lo largo del s. XXI, irá suscitando. Como muestra la experiencia histórica, las previsiones de evolución del escenario geopolítico a largo plazo son escasamente fiables, pero parece muy poco probable que la tendencia a medio y largo plazo de una China igualando en volumen económico a EE. UU. (con su efecto sobre la convergencia tecnológica y militar del país asiático hacia los estándares norteamericanos) vaya a conducir a un escenario global más propicio a la cooperación.

Tampoco existen razones sólidas para pensar que el marco geopolítico a muy largo plazo, todavía más incierto (probablemente multipolar) que resultaría del afianzamiento económico (seguramente desigual) del resto de los países BRICS vaya a propiciar un entorno global más propicio a la cooperación energética. En ámbitos regionales, una evolución geopolítica hacia configuraciones más cooperativas en Oriente Medio tendría un impacto global extraordinariamente positivo en los mercados energéticos (esencialmente en el mercado del petróleo). Como ya se ha señalado anteriormente, la AIE prevé que a partir de 2020 Oriente Medio recupere la

centralidad en el suministro adicional de crudo (que en el período 2012-2020 protagonizaría EE. UU.). Una reducción de las tensiones políticas en la región tendría, por tanto, un impacto notablemente favorable a corto, medio y largo plazo. Un arreglo estable en el área se reflejaría incluso en un horizonte a corto y medio plazo; basta señalar el efecto que tendría en los mercados de crudo tal acuerdo, que permitiría el desarrollo pleno de los recursos de hidrocarburos de Irán e Irak. De ahí la importancia de la consolidación del escenario optimista para la región que podría abrirse con el acuerdo nuclear con Irán y un nuevo marco de relaciones entre este país y EE. UU. Como ya se ha señalado en páginas precedentes, es poco probable que la autosuficiencia energética de EE. UU. modifique sensiblemente la intensidad de su presencia diplomática y militar en esa área geográfica, por lo que la configuración de un escenario geopolítico estable en la región continuará dependiendo esencialmente de la capacidad de este país para promoverlo.

El entorno geopolítico regional más propicio para el desarrollo de estrategias de cooperación energética sigue siendo sin duda la Unión Europea, a pesar del bache de legitimidad política que están experimentando sus instituciones como consecuencia de la percepción por parte de las opiniones públicas europeas de su incapacidad para articular una respuesta eficaz a la crisis económica. Se ha señalado ya anteriormente algunas de las dificultades para desarrollar una verdadera política energética común europea, aún inexistente. Sin embargo, los hábitos de cooperación entre estados miembros y el impulso político unitario que el desarrollo de algunas nuevas políticas adoptadas para enfrentar la crisis económica (en el terreno fiscal y bancario, por ejemplo) van a propiciar tenderán a configurar, a medida que se consolida la salida de la recesión económica, un clima político más favorable a la reevaluación de los objetivos de una política energética europea y a una mejor gestión de los *trade-off* entre los mismos en el nuevo entorno energético global. Esta reconsideración de la política energética europea es tanto más necesaria cuanto que el grado de dependencia europea en gas y petróleo, singularmente elevado en comparación a otras áreas geográficas, experimentará, según la AIE, un significativo incremento a largo plazo.

Los artículos recogidos en esta publicación

En este volumen y con el título de *Energía y geoestrategia,* se han seleccionado cinco artículos centrados en la exposición general de las cuestiones más relevantes de la geoestrategia y geopolítica de la energía, la seguridad energética y su referencia concreta a España, el desarrollo de los hidrocarburos no convencionales, el análisis específico del auge de China desde la perspectiva de la geoestrategia de la energía y la ciberseguridad en el sistema eléctrico.

F. J. Berenguer, en el artículo "Consideraciones geoestratégicas y geopolíticas en torno a la energía", examina el significado de tres conceptos extremadamente correlacionados: seguridad energética y, por otro lado, geoestrategia y geopolítica de la energía. Concede una especial atención al papel que juega la seguridad energética en el pensamiento estratégico mundial y a sus implicaciones en la seguridad y defensa nacionales, dado el potencial belígero que el aseguramiento de los recursos energéticos por parte de los países ha tenido en el pasado y previsiblemente seguirá teniendo en el futuro. Realiza un estudio del lugar que se asigna a la seguridad energética en el pensamiento estratégico, tanto en España como en otros países (EE. UU., Reino Unido, Francia, China y Rusia) y en la Unión Europea y la OTAN, concluyendo que la energía, su seguridad o vulnerabilidad, o incluso su uso como uno de los pilares del *soft power* de algunos países –aunque en este caso el término *soft* sea ampliamente discutible- es y seguirá siendo uno de los factores no solo presentes, sino más determinantes del pensamiento y del panorama estratégico internacional, posiblemente de forma permanente.

F. J. Berenguer señala que el concepto de geoestrategia, tradicionalmente relacionado exclusivamente con el campo militar, tiene hoy una dimensión mucho más amplia, tendente al estudio de los grandes temas –militar, económico, político- a una escala global, y no solamente en relación con la influencia de la geografía, entendida esta en su concepción moderna no solamente física. Se suscribe el concepto de geoestrategia de Brzezinski ("la gestión geoestratégica de los intereses geopolíticos"), señalando, en consecuencia, que la dimensión geoestratégica de la energía está relacionada directamente con la geopolítica, hasta el punto de influirse y condicionarse mutuamente, diluyéndose en este ámbito los límites entre ambas disciplinas.

El artículo indica que los factores que influyen en la realidad geopolítica de la energía se sitúan en su interacción estratégica al más alto nivel, en torno a dos hechos distintos. El primero, ligado fuertemente al concepto de territorio, corresponde a una realidad que es la que confiere a la energía una dimensión auténticamente estratégica: se trata de la irregular disposición geográfica de los recursos energéticos o de la posibilidad de obtenerlos mediante la aplicación de la tecnología. El segundo factor, que se deriva directamente del anterior, es la necesidad de transportar la energía producida o los recursos que permitan obtenerla de unas localizaciones a otras. Se centra pues en las vías de comunicación terrestres o marítimas que permiten conectar productores con consumidores.

En el artículo se realiza un extenso análisis de las principales tendencias que van a caracterizar las relaciones entre energía y geopolítica a principios del siglo XXI: el empuje de las economías emergentes (sobre todo China e India), la inestabilidad política e incertidumbre en las zonas de alta producción de hidrocarburos (Magreb y Oriente Próximo y Medio), la búsqueda de nuevas zonas de extracción de hidrocarburos (África subsaharia-

na, subcontinente norteamericano, posiblemente el Ártico), la diversificación de las rutas de transporte terrestres y marítimas, la redefinición del papel de la energía nuclear y las energías renovables, el desarrollo de las tecnologías no convencionales de extracción de hidrocarburos y la previsible retracción-expansión estratégica de EE. UU. Igualmente, en el artículo se realiza un amplio repaso de la situación en los diferentes puntos de fricción regional: estrecho de Ormuz, Cáucaso, mar Caspio, *bypass* chino hacia el Índico, estrecho de Malaca, el escenario político futuro en Argelia, Egipto, Siria, Túnez y Libia, y la inseguridad política en los gobiernos de corte populista. El estudio concluye con una serie de reflexiones recapitulativas de las principales cuestiones abordadas con detalle en el artículo.

En su artículo, "La seguridad energética española en un escenario en transición", G. Escribano explora la pauta de interdependencia energética española desde la perspectiva de la seguridad energética. En primer lugar, se expone la naturaleza de un régimen energético global cambiante, fragmentado y tendente a la interpolaridad, presentando algunos de sus factores geopolíticos de cambio. A continuación, se analizan los principales vectores de la seguridad energética española desde la perspectiva de la seguridad física de abastecimiento, para analizar después las relacionadas con la seguridad económica. Finalmente, G. Escribano concluye con algunas implicaciones de seguridad energética para España.

En el artículo se describen los principales rasgos de ese régimen energético internacional fragmentado y en transición. Se señala que, a diferencia de lo que ocurre con otros asuntos internacionales, la gobernanza energética mundial no cuenta con instituciones internacionales efectivas en la gestión de una seguridad energética cada vez más cooperativa conforme avanza la globalización de los mercados energéticos. Su impacto negativo sobre la seguridad energética cooperativa se ve además reforzado por la emergencia de un mundo multipolar, o, más precisamente en el caso de la energía, con una tendencia a la interpolaridad. Este escenario energético internacional en transición ha estado dominado en los últimos años por la revolución no convencional en EE. UU. y Canadá, cuya narrativa parece haberse impuesto a la alternativa europea de las renovables. En todo caso, la presencia energética global sigue concentrada en los productores convencionales y apenas hay cambios para España en el período analizado 2005-2012. Por esta razón, en el artículo se considera que, en un escenario interpolar y de gobernanza fragmentada, probablemente los mayores desafíos a la seguridad energética española procederán de las zonas que mantengan o aumenten la intensidad de su interdependencia energética con nuestro país y en las que más compleja sea la gobernanza cooperativa de la seguridad energética. Las previsiones y proyecciones existentes apuntarían a que la jerarquía energética, basada en la interdependencia de los mercados de hidrocarburos, tenderá a mantenerse para España en el ámbito de sus suministradores convencionales tradicionales.

En el examen de la seguridad energética en España, G. Escribano recurre a la tipología más frecuente, consistente en distinguir entre seguridad física, (seguridad de acceso a las fuentes de energía) y seguridad económica, que estriba en que los precios de esa energía sean compatibles con los fines últimos de la sociedad (bienestar, desarrollo, etc.). El artículo analiza las limitaciones del concepto de dependencia energética como eje de la estrategia de seguridad energética, valorando más la reducción de la vulnerabilidad mediante la diversificación. Tanto de estas dos variables como de las que refleja el riesgo político de los potenciales suministradores se hace un extenso examen. Igualmente, se analizan dos vectores de carácter energético determinantes en la seguridad económica: intensidad energética y competitividad. Se llega a la conclusión de que, respecto a la seguridad energética y pese a una tasa de dependencia elevada, España presenta una pauta de interdependencia energética bien diversificada por fuentes y suministradores, y la distribución de riesgos resulta razonable en términos comparativos. El artículo finaliza con una serie de conclusiones y recomendaciones de futuras actuaciones estratégicas.

M. Marzo, en el artículo "Impacto geopolítico del desarrollo de los hidrocarburos no convencionales", examina inicialmente el significado del término no convencional aplicado a los hidrocarburos y detalla los diferentes productos, tanto en el caso del gas como en el del petróleo, a los que esta denominación se aplica. M. Marzo señala que en la industria del petróleo y del gas no existe una definición universalmente aceptada de lo que se entiende por convencional o no convencional. En general, en un determinado momento, este último término se aplica a cualquier acumulación de petróleo o gas que requiera tecnologías de producción significativamente diferentes a las utilizadas mayoritariamente hasta entonces. A largo plazo, como resultante de la evolución tecnológica, lo no convencional adquiere la categoría de convencional desde el momento en que una tecnología extractiva deja de ser una excepción para convertirse en una norma. Se incluyen como petróleos no convencionales el *oil shale,* el *light oil* (LTO), las *oil sands,* los petróleos extra pesados y los hidrocarburos líquidos derivados de carbón y gas natural (*coal to liquids* y *gas to liquids*). En el caso del gas, Mariano Marzo indica que la industria clasifica como no convencional aquel gas que se encuentra en rocas o en sustancias cristalinas poco usuales, de las que resulta difícil extraer el gas, ya sea por la baja permeabilidad y porosidad de las rocas, o por la manera en que el gas se encuentra alojado. También es definido como aquel gas que no puede ser extraído de forma económicamente rentable mediante la tecnología comúnmente utilizada y cuya producción requiere el empleo de técnicas especiales de perforación y de estimulación. Ello supone un sobrecoste y que, en líneas generales, la producción de gas no convencional resulte muy dependiente de los precios del gas en el mercado. Siguiendo a la AIE dentro del gas no convencional, se incluye el *shale gas,* el *tight gas,* el *coal bed methane* (CBM) y los "hidratos de metano", así como los denominados "gas pobre" y "gas ácido".

El artículo procede a continuación a presentar una estimación de recursos a nivel global, al mismo tiempo que se evalúan sus costes potenciales de producción. Una vez constatada su abundancia y la viabilidad económica de su extracción (sin internalizar los costes asociados a las emisiones de CO_2 generados), el análisis se centra en la distribución geográfica de los recursos no convencionales de petróleo y gas, con el fin de averiguar si su localización geográfica puede representar un contrapeso a la actual concentración de los recursos convencionales en determinadas regiones del planeta. Posteriormente, se procede a analizar las perspectivas de producción durante las próximas dos décadas, identificando los principales actores potenciales y evaluando la posibilidad de que los recursos no convencionales constituyan una alternativa real y duradera a la actual hegemonía de la OPEP y Oriente Medio en el caso del petróleo, y de esta última región y Rusia en el caso del gas. Se valoran los cambios que la producción de los hidrocarburos no convencionales podrían introducir en el actual balance exportador-importador de los diferentes países y regiones, para de esta manera intentar reconocer cambios en la dirección del flujo comercial del petróleo y del gas natural, así como las posibles tendencias de reorganización del actual mapa de comercio mundial y las posibles implicaciones que dicha reorganización podrían tener sobre la seguridad de las rutas de suministro global. El autor del artículo indica que la metodología empleada para cubrir los objetivos de su estudio ha consistido básicamente en el estudio pormenorizado y la síntesis de los datos y conclusiones presentadas en varios informes recientes publicados por la Agencia Internacional de la Energía. El artículo concluye con una amplia exposición de conclusiones relativas tanto al petróleo no convencional como al gas no convencional y una reflexión final sobre los hidrocarburos no convencionales y la dependencia energética, aplicada al examen de los caminos diferentes que previsiblemente seguirán, a medio y largo plazo, EE. UU. y Europa.

En el artículo "El auge de China y su suministro energético", I. García Sánchez afirma que China, sin lugar a dudas, se ha convertido en el factor geoestratégico fundamental para entender el marco geopolítico de la primera mitad del siglo XXI. Desde el punto de vista energético sostiene, siguiendo a A. Sieminski, que las instituciones internacionales deberán "acomodar" el potencial de crecimiento energético de China sin generar fricciones geopolíticas que conduzcan a crisis que provoquen situaciones en las que predominen las tendencias realistas de un escenario de "suma cero". El artículo analiza la evolución del crecimiento económico en China dentro del contexto internacional, señalando que en un escenario de continuidad de su desarrollo económico la energía se convertirá en la columna vertebral del crecimiento, enfrentándose este país, además, a un escenario radicalmente nuevo de un marco energético del área Asia-Pacífico configurado inicialmente con una clara distribución en islas energéticas autárquicas, sin la característica vital de la porosidad de un mercado regional.

China, con su fuerte crecimiento, va a otorgar al mercado asiático su carácter continental, en cierto sentido con el mismo papel que juega Europa en el área atlántica, diversificando y conectando sus, en otro tiempo aisladas, principales fuentes de consumo energético: Japón, Corea del Sur y Taiwán. Al mismo tiempo, y con carácter global, el mercado asiático se configura al mismo nivel que el europeo y norteamericano, con una clara tendencia a sobrepasar a ambos en sus necesidades de suministro. Además, con el accidente en la central nuclear de Fukushima y el consiguiente parón nuclear, la capacidad regional de actuar de forma autónoma se resiente de forma clara, cambiando radicalmente el carácter energético de la región, de considerarse extrema, aislada y autónoma a configurarse como el elemento central del escenario global de la energía.

El artículo analiza la evolución del consumo energético chino y de su cobertura por las diferentes fuentes de energía primaria, señalando las fortalezas y fragilidades de las diferentes alternativas energéticas eventualmente adoptadas de cara al futuro. Continúa enmarcando a China como factor geopolítico clave en el panorama energético, dentro de la evolución histórica del escenario geopolítico internacional. En este contexto, desde la perspectiva china, se consideraría necesaria una profunda reforma de la actual estructura de la gobernanza global energética, con una completa revisión de las premisas y limitaciones de las posibles elecciones del pasado que condujese a una nueva gobernanza internacional caracterizada por la multipolaridad y la diversificación de objetivos, promoviéndose así un cambio en el paradigma energético, más enfocado en el consumo, que favorecería un esquema de seguridad energética a la vez global, regional y local. El gran desafío para las autoridades chinas es evitar el desabastecimiento energético, que pondría en peligro sus objetivos de crecimiento económico, al mismo tiempo que se van estableciendo las bases para las nuevas fases de su desarrollo que deben cambiar dramáticamente un escenario energético en el que los intolerables niveles de contaminación cuestionan el liderazgo único del Partido Comunista. El eje central de la visión geoestratégica china residiría en la necesidad de mantener el marco de paz y estabilidad internacional que ha favorecido la política de crecimiento basada en una apuesta clara por su apertura al mercado exterior.

El artículo de I. García Sánchez realiza además un amplio estudio de los recursos energéticos de China en carbón, gas natural y petróleo (incluyendo el examen de su potencial de explotación de hidrocarburos convencionales), de las exigencias de suministro de estos combustibles, de las rutas posibles y las infraestructuras de transporte necesarias. Examina también factores tecnológicos de especial valor estratégico para China (como por ejemplo el eventual desarrollo de la tecnología de captura y confinamiento de CO_2, que permitiría una explotación limpia de los recursos chinos de carbón) y el nuevo escenario de seguridad nuclear post-Fukushima que afecta a uno de los vectores de su política de *descar-*

bonización y potencia la tendencia integradora de la estructura energética en el área Asia-Pacífico.

J. Cuéllar, en su artículo "La ciberseguridad en los sistemas emergentes del sector eléctrico", analiza el uso de las tecnologías de la información y comunicaciones en el diseño de las redes eléctricas inteligentes (*smart grids*), imprescindibles para integrar en el sistema eléctrico las nuevas fuentes de energía intermitentes y distribuidas. Siendo el suministro eléctrico una de las infraestructuras críticas más importantes que mantener y la fiabilidad de la red uno de los imperativos más esenciales que asegurar, la seguridad del ciberespacio asociado con la red será crucial; el propósito del artículo es, precisamente, presentar el panorama de la seguridad de los procesos de información y de comunicación y de los datos personales en ese contexto, discutiendo los usos de las redes inteligentes en la red del futuro, los riesgos que conllevan, los requisitos de seguridad y las medidas necesarias para proporcionarlos.

El artículo se inicia con una breve exposición histórica de la evolución de las características de la red de distribución eléctrica desde su creación en 1882 hasta la situación actual caracterizada por una serie de avances tecnológicos ya iniciados en la segunda mitad del siglo pasado en el terreno de las TIC (transistor, televisión, computación, robótica, Internet, etc.). J. Cuéllar examina las fuerzas que obligan actualmente a diseñar de nuevo la arquitectura y el funcionamiento de la red eléctrica y que nos conducen a la Red Inteligente: la seguridad de suministro, la protección del medio ambiente, la liberalización de los sistemas eléctricos y la optimización de las operaciones del sistema de distribución. Continúa con una explicación de las características de la Red Eléctrica Inteligente, cuya función sería la de coordinar inteligentemente las acciones de generadores, distribuidores, consumidores y prosumidores (que cumplen con los dos papeles, de producir y consumir energía) de una forma eficientemente sostenible, económica y segura, lo que facilita la integración dinámica de generadores ecológicamente favorables para la conservación del medio ambiente, logra que el usuario participe activamente en la optimización de las operaciones del sistema y brinda al consumidor una mayor información y posibilidades de elección. La Red Inteligente usa las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) tanto en servicios innovadores como en tecnologías inteligentes de monitoreo, control, comunicación y autorregeneración. El uso de estas tecnologías permite la realización de tareas vitales para el sistema eléctrico, desde la adquisición y procesamiento de señales hasta el control técnico del sistema dinámico de flujo de energía eléctrica y la integración de las acciones de todos los actores en un solo sistema coherente.

El artículo continúa analizando la arquitectura y características del sistema actual, las exigencias de fiabilidad del mismo y los requisitos que estas imponen a la seguridad de las TIC en el suministro eléctrico. La

seguridad en TIC cubre diferentes propiedades con muchos matices, una gran cantidad de mecanismos técnicos que pueden ser implementados en *hardware* o en *software* y una serie de procesos que deben ser seguidos durante todo el ciclo del sistema, desde la definición de requisitos hasta el uso del sistema y su actualización o corrección. Se consideran cuatro aspectos como los más relevantes para la seguridad informática: confidencialidad, integridad, disponibilidad y privacidad. En lo que concierne a las redes de distribución, la propiedad de seguridad más vital es, indudablemente, la integridad, que se define como el conjunto de reglas que determinan quién puede crear o modificar datos (generados por sensores o introducidos por medio de usuarios o por interfaces con otros sistemas) y bajo qué condiciones. Las cuatro exigencias de seguridad (integridad, privacidad, confidencialidad y disponibilidad) son requisitos de alto nivel y son independientes de los dispositivos a disposición y de la tecnología con que van a ser implementados. Para garantizar estos requisitos, es necesario reducirlos sistemáticamente a unos más específicos y concretos, que luego es necesario implementar. Ejemplos de tales requisitos concretos son: sistemas de alarma, detección de intrusos o de ataques, mecanismos para resistir intrusos o ataques y de recuperación si es necesario, métodos de identificación, autenticación, autorización y control de acceso, así como protocolos para proteger la comunicación, distribución de claves criptográficas y sistemas para calcular la fiabilidad de los elementos del sistema.

En el artículo se desarrollan además, de forma amplia, los problemas de ciberseguridad en el sistema actual del suministro eléctrico, el papel de las TIC en la Red Inteligente y la seguridad de las TIC en la Red Inteligente del futuro. Como conclusión, se expone que la Red Inteligente de suministro eléctrico será una realidad, dado que son muchas las presiones en la sociedad moderna que obligan a seguir ese desarrollo tecnológico que ha sido descrito como el más grande esfuerzo de ingeniería de la humanidad. El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) es imprescindible, pero conllevará nuevos riesgos de seguridad. Es prácticamente imposible calcular la probabilidad real de que suceda un ataque serio, hoy o en el futuro, al sistema de suministro eléctrico en un país desarrollado, o saber cuáles son los equipos o funciones que serían el blanco de los ataques. Lo más importante no es intentar la construcción de sistemas absolutamente seguros, algo imposible, sino más bien tener un concepto holístico de seguridad que determine qué procesos seguir para prevenir o dificultar los ataques y qué herramientas usar para responder y recuperar el funcionamiento normal en el menor tiempo posible y antes de que cause estragos.

Capítulo primero

Consideraciones geoestratégicas y geopolíticas en torno a la energía

Francisco José Berenguer Hernández

Resumen

En el presente capítulo se analizan los aspectos polemológicos del concepto "seguridad energética", su importancia en la arquitectura estratégica de las principales naciones y los factores geopolíticos del panorama energético actual.

Palabras clave

Seguridad energética, estrategias nacionales, intereses energéticos, geopolítica de la energía.

Abstract

The polemological aspects of the concept of "energy security" and its importance in the strategic architecture of the major nations are analyzed, as well as the main geopolitical factors on regards on energy.

Key Words

Energy security, national strategies, energy interests, geopolitics of energy.

Algunas consideraciones acerca del concepto "seguridad energética"

Concepto

Presente en las publicaciones desde hace ya un cierto número de años, incluso en la prensa y los medios no especializados, el concepto de seguridad energética es sin embargo aparentemente reciente, o al menos no ha gozado de la popularidad de otros como seguridad vial, laboral, social o incluso aérea.

Sin embargo, en nuestros días ha alcanzado tal importancia que merece un apartado específico en los documentos estratégicos del más alto nivel de la práctica totalidad de las naciones de nuestro entorno, como se verá en un apartado posterior, a diferencia de otras seguridades sectoriales que quedan incluidas todas ellas en términos más genéricos, tales como "bienestar y progreso de la sociedad", "asegurar la vida y la prosperidad de los ciudadanos" y otras expresiones similares (con la excepción de la seguridad económica, que, como consecuencia de la larga y profunda crisis que padecen numerosas naciones, entre ellas España, ha irrumpido con fuerza en el pensamiento estratégico más reciente). Cabe preguntarse, en consecuencia, el porqué de esta relevancia y protagonismo de la seguridad energética en la preocupación de las más altas autoridades e instituciones de las naciones.

La definición del término "seguridad" nos lleva a la "cualidad o estado de seguro"[1], que a su vez se define como:

> *No susceptible de desaparecer, de perderse, de ser robado, de caerse, de abrirse indebidamente, o de fallar en cualquier forma*[2].

De lo que deducimos que en su acepción más simple, pero plenamente adaptada al propósito de este capítulo, la seguridad energética en su dimensión nacional se definiría como el suministro suficiente y continuo de la energía necesaria para el desarrollo de la vida y las actividades, individuales y colectivas, de la nación. Por tanto, desde la óptica contraria, la seguridad energética se alcanza impidiendo que el suministro de energía falle, se interrumpa o disminuya su aportación por debajo de los mínimos necesarios.

Sin embargo, este concepto básico, aunque cierto, no define completamente los factores concurrentes en un concepto actual de seguridad energética, mucho más complejo que lo expuesto hasta ahora. A esta concepción clásica –centrada en el suministro– hay que sumar al menos dos elementos cruciales, tal y como hace Andres[3]: tanto los aspec-

---

[1] MOLINER, María. *Diccionario de uso del español,* segunda edición. Madrid: Gredos 1999.

[2] *Ibidem.*

[3] ANDRES, Richard B. *Energy and Environmental Insecurity*. JFQ-Issue 55, 4th Quarter. St. Louis: 2009.

tos medioambientales relacionados con la extracción, transporte, procesamiento y uso de los diferentes productos energéticos como, de un modo muy destacable, la sostenibilidad de la arquitectura energética de la nación, entendiendo por tal la totalidad de las instalaciones, personal, organización, procedimientos, financiación y políticas, públicas y empresariales, que participan del entramado energético.

Se trata en consecuencia de un concepto que engloba una enorme diversidad de las capacidades nacionales e incluso supranacionales, con implicaciones también, como se intentará mostrar en este capítulo, en los ámbitos de la seguridad y la defensa.

Atención y preocupación

La seguridad energética es una preocupación antigua, que era ya motivo de investigación en España en fechas en las que apenas se iniciaba el despegue económico y la motorización generalizada de la población. Además, en un marco de la concepción de la seguridad nacional y las relaciones internacionales muy distinto al del presente, se vinculaba esa vulnerabilidad fundamentalmente a las posibles carencias asociadas a las funciones de seguridad y defensa del territorio nacional.

Así, Guijarro[4] situó esa inquietud, con una década de antelación a la crisis del petróleo de 1973, en un escenario de posible guerra total con el bloque soviético, como era natural entonces. Pero el concepto, en esencia, es hoy al menos tan vigente en un contexto de inseguridad creciente, incluso de conflicto, en torno a algunas de las regiones más importantes productoras de recursos energéticos, principal pero no exclusivamente los hidrocarburos.

Pero la cuestión, evidentemente, va mucho más allá de la disponibilidad de suficiente combustible por las Fuerzas Armadas y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, factor por otra parte primordial que se suele olvidar en los análisis actuales del problema energético. En realidad se refiere a la práctica totalidad de las actividades, al menos en las sociedades avanzadas.

La relación directa entre el carbón y la Revolución Industrial y el posterior tránsito hacia la electricidad y los combustibles líquidos llevó a Schmidt a considerar en fecha tan temprana como 1936 que "la energía es la columna fundamental de la economía"[5]. Desde entonces el aumento imparable del consumo per cápita de energía, principalmente en el llamado primer mundo, al que se incorporan aceleradamente numerosas naciones, ha terminado por configurar unas sociedades fuertemente "energívoras" que, a pesar de la diversificación de los tipos útiles de

---

[4] GUIJARRO Y AGERO, Luis. *Movilización de recursos económicos a favor de la defensa nacional*. Madrid: Gráficas Yagües, 1963.

[5] SCHMIDT, Walther. *Geografía Económica*. Barcelona: Editorial Labor, 1936, p.17.

energía, han de encontrar respuesta a la necesidad de dotarse de toda una arquitectura de seguridad en torno a ella.

Esta dimensión del problema se ha mantenido e incluso acrecentado década tras década también en España, hasta culminar en lo establecido en la Estrategia de Seguridad Nacional, que dedica un apartado específico a lo que denomina "vulnerabilidad energética"[6], significativamente dentro del capítulo dedicado a los riesgos y amenazas para la seguridad nacional.

Validez del concepto

A pesar de la complejidad del concepto de seguridad energética generalizado en la actualidad y que se ha considerado más arriba como sólidamente establecido, lo cierto es que resulta imprescindible realizar algunas consideraciones sobre él. Estas consisten básicamente en cuestionar la validez de un concepto que aparece, paradójicamente, como incuestionable en la mayoría de la literatura de nivel estratégico de los últimos años, tal y como se verá más adelante.

Efectivamente, parece considerarse que el término "seguridad", en la acepción que se maneja en estas líneas, se constituye de hecho en un derecho inalienable de las sociedades o las naciones. Garantizar esa seguridad comprometida, amenazada o abiertamente agredida podría entrar en consecuencia, como bien público a defender, incluso en el ámbito del reconocimiento a la guerra justa –usando la terminología clásica en palabras de Francisco de Vitoria[7]– o del más actual derecho al uso legítimo de la fuerza recogido en la Carta de las Naciones Unidas. Pero este derecho, que puede ser fácilmente considerado inviolable en lo que respecta a la seguridad humana o la alimentaria, ¿es igualmente extensible a la seguridad energética?

La respuesta a esta pregunta es negativa. La Carta, en su artículo 55, se marca el propósito de promover "niveles de vida más elevados, trabajo permanente para todos y condiciones de progreso y desarrollo económico y social"[8], condiciones directamente ligadas con la disponibilidad energética, como acertadamente establecen Esparraguera y Molina[9] al

---

[6] Presidencia del Gobierno. *Estrategia de Seguridad Nacional, un proyecto compartido*. Madrid: Gobierno de España, 2013.

[7] TRUYOL SERRA, Antonio. *Los principios del derecho público en Francisco de Vitoria*. Madrid: Ediciones Cultura Hispánica, 1946.

[8] Organización de las Naciones Unidas. *Carta de las Naciones Unidas*. Página web http://www.un.org/es/documents/charter/index.shtml consultada el 2 de octubre de 2013.

[9] ESPARRAGUERA MARTÍNEZ, José Luis y MOLINA FAJARDO, Javier. *El futuro de la energía en España y su problemática*. Madrid: Estudios del Instituto del Desarrollo Económico, 1970.

afirmar que la expansión de la economía depende directamente de la disponibilidad de una energía suficiente y segura. Sin embargo, en su artículo 51 limita el uso de la fuerza a la legítima defensa ante ataque armado[10], que ha de producirse en todo caso "contra la integridad territorial o la independencia política de cualquier Estado", tal y como se establece en el esencial artículo 2[11].

En conclusión, se puede asegurar que la seguridad energética como concepto no alcanza el máximo grado de reconocimiento y protección que otorga la comunidad internacional, sino que su consideración se enmarca en el ámbito de los intereses estratégicos de las naciones y, por tanto, en el terreno de la posible competencia y negociación.

Esto, que no parece corresponderse con la realidad tangible de los intereses nacionales, se debe probablemente a que el concepto de seguridad energética se acuñó en un contexto de abundancia en el que las necesidades de un conjunto relativamente reducido de naciones desarrolladas, grandes consumidoras de energía, podían satisfacerse con relativa facilidad. Sin embargo, el creciente y muy positivo, por otra parte, desarrollo de numerosas regiones y naciones representadas generalmente bajo el concepto de potencias emergentes está produciendo un profundo cambio en el escenario energético internacional. El extraordinario aumento de la demanda energética de actores como China, India, Brasil, etc.,[12] pero también el fuerte incremento de consumo de numerosos países en Iberoamérica, África y Asia, que se sitúa al menos en torno al 70% hasta 2040 como se muestra en la siguiente figura[13],

---

[10] Organización de las Naciones Unidas. *Carta de las Naciones Unidas*. Página web http://www.un.org/es/documents/charter/index.shtml consultada el 2 de octubre de 2013.

[11] *Ibidem.*

[12] CARPINTERO SANTAMARÍA, Natividad. "Geopolítica de la energía I", en *La nueva geopolítica de la energía.* Monografía del CESEDEN n.º 114. Madrid: Ministerio de Defensa, 2010.

[13] Energy Information Administration del Gobierno de los Estados Unidos. *Non-OECD energy comsuption by country grouping.* 1990-2040. http://www.eia.gov/forecasts/ieo/world.cfm, consultada el 31 de octubre de 2013.

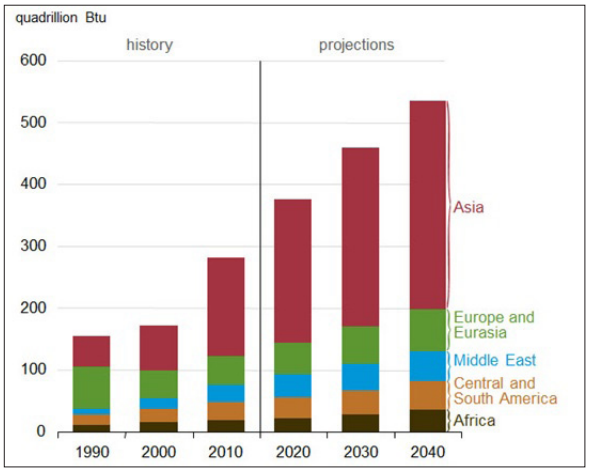


Gráfico 1.

configura un panorama de mayor demanda, un incremento de la competencia y, en definitiva, un escenario cada vez más difícil en el que hay que contemplar incluso una futura escasez relativa, sobre todo en lo relacionado con los hidrocarburos, a los que aún aguarda un largo recorrido como fuentes esenciales e irrenunciables de energía[14].

De ser así en algún momento, además de la lógica afectación de los precios, con todas las consecuencias económicas que de ella se derivan, esta realidad, unida al firme establecimiento del concepto de seguridad energética en los pensamientos estratégicos nacionales, lleva a considerar al propio concepto como un elemento potencialmente belígero.

Por tanto, la seguridad energética, tal y como la entendemos hoy, se considera que ha sido válida en tanto en cuanto la producción ha sido capaz de satisfacer las distintas demandas nacionales, pero es una doctrina de alto riesgo[15] en un futuro quizás no lejano. De tal modo que las consideraciones pasadas relacionadas con las denominadas "guerras del petróleo"[16], independientemente de su mayor o menor acierto, pueden no quedar exclusivamente referidas a dicho pasado, sino tener una proyección preocupante en el futuro.

---

[14] Energy Information Administration del Gobierno de los Estados Unidos. *International energy outlook 2013*. http://www.eia.gov/forecasts/ieo/liquid_fuels.cfm, consultada el 31 de octubre de 2013.

[15] BERENGUER HERNÁNDEZ, Francisco José. "África, la última reserva estratégica mundial", en *África: riesgos y oportunidades en el horizonte de 2035.* Monografía del CESEDEN n.º 134. Madrid: Ministerio de Defensa, 2013.

[16] GIORDIANO, Eduardo. *Las guerras del petróleo: geopolítica, economía y conflicto*. Barcelona: Icaria, Barcelona, 2003.

La alternativa previsiblemente más eficaz para invertir esta tendencia –por otra parte muy similar en lo referente al resto de los recursos verdaderamente estratégicos–, o al menos paliarla hasta conseguir mantenerla dentro de los parámetros regidos por las leyes del comercio y la diplomacia, es lo que se suele llamar "eficiencia energética"[17], pero que debería denominarse con mayor propiedad como "consumo responsable". Es lo que Esparraguera y Molina definían como "utilización racional de los recursos interiores"[18], pero aplicado no solo a los recursos propios, sino a la utilización racional del conjunto de los recursos energéticos consumidos, también y principalmente los importados.

Solo un alto grado de responsabilidad en el consumo energético puede respaldar los esfuerzos internacionales de una nación, o grupo de naciones, en sus políticas conducentes a la consecución de la seguridad energética. En caso contrario, estos esfuerzos y las acciones emprendidas perderán credibilidad y, sobre todo, legitimidad.

Incluso más allá, independientemente de los nuevos recursos que se vayan localizando –subsuelo marino en el Mediterráneo oriental, el Ártico, etc.–, el concepto de seguridad energética debe trascender su carácter nacional para establecerse como un paradigma supranacional y global, de tal modo que a los factores en él incluidos y ya descritos más arriba se sumen el de consumo responsable y el de coordinación y complementariedad internacional. Quién sabe si solo de este modo será posible evitar un retorno a otros tiempos en los que el afán predominante en el hombre, y por extensión en las sociedades por él formadas, era la lucha por los recursos más básicos[19] incluso mediante conflicto interestados, actualmente poco frecuentes y contemplados como improbables.

La seguridad energética en el pensamiento estratégico mundial

En cualquier caso, e independientemente del concepto exactamente adoptado por uno u otro actor internacional, lo cierto es que la energía es una de las piedras angulares en las que se asienta el pensamiento estratégico de nuestros días. Conviene revisar, en consecuencia, cómo es contemplado el ámbito energético en algunas de las naciones de nuestro entorno e incluso

---

[17] SORIA LASCORZ, Enrique. "Escenarios energéticos", en *Energía y clima en el área de la seguridad y la defensa*. Documentos de seguridad y defensa del CESEDEN nº 58. Madrid: Ministerio de Defensa, Madrid, 2013.

[18] ESPARRAGUERA MARTÍNEZ, José Luis y MOLINA FAJARDO, Javier. *El futuro de la energía en España y su problemática*. Madrid: Estudios del Instituto del Desarrollo Económico, 1970, p.136.

[19] JIMÉNEZ, Jesús. "Los primeros conflictos bélicos en la Península Ibérica", en *Historia Militar de España: Prehistoria y Antigüedad,* coordinado por Martín Almagro-Gorbea. Madrid: Ministerio de Defensa, Madrid, 2009.

en algunas otras de peso en la comunidad internacional que, alejadas de dicho entorno, conciben sus estrategias de un modo distinto.

España

Como marco en el que situar al resto, hay que decir que en España el tratamiento de la energía en los documentos del más alto nivel estratégico es continuo. Así, en la Estrategia Española de Seguridad, una responsabilidad de todos, de 2011[20], al definir los intereses vitales de España, cita específicamente, entre otros, el bienestar, el desarrollo y la seguridad económica. Aunque no aparece la palabra energía, no obstante su incidencia en los tres conceptos enunciados es determinante, como es obvio.

Así, aunque indirectamente, se puede considerar que la seguridad energética es considerada un interés vital para el país, lo que constituye el más alto nivel en la categorización de los intereses nacionales. Además, en el capítulo 4, dedicado a las amenazas, riesgos y respuestas que inciden en la seguridad nacional, se explicita la vulnerabilidad energética[21] como una de ellas. En su desarrollo subraya la necesidad de la diversificación de las fuentes y el abastecimiento de la energía, el ahorro y la eficiencia energética, la liberalización de los mercados y el desarrollo de las infraestructuras, al tiempo que subraya la prioridad que para España supone el control del espacio marítimo, ruta de entrada de la mayor parte de nuestras importaciones energéticas.

En la más reciente Estrategia de Seguridad Nacional, un proyecto compartido, en su capítulo 3, dedicado a los riesgos y amenazas, incluye y mantiene el concepto y la terminología, hablando de nuevo de vulnerabilidad energética[22], y hace hincapié en la escasa interconexión con Europa, lo que agrava los riesgos de nuestra excesiva dependencia exterior. En la valoración de los diferentes factores de riesgo que inciden en esta vulnerabilidad acierta, introduciendo elementos como la inestabilidad política de zonas productoras de hidrocarburos o incluso el terrorismo contra centros de producción o elementos del transporte de la energía.

Posteriormente, en el capítulo 4, dedicado a las líneas de acción estratégicas para confrontar las amenazas, en referencia a la vulnerabilidad energética, desgrana hasta 11 de estas líneas, con protagonismo del abasteci-

---

[20] Presidencia del Gobierno. *Estrategia Española de Seguridad, una responsabilidad de todos*. Madrid: Gobierno de España, 2011.

[21] Presidencia del Gobierno. *Estrategia Española de Seguridad, una responsabilidad de todos*. p.59, Madrid: Gobierno de España, 2011, p. 59.

[22] Presidencia del Gobierno. *Estrategia de Seguridad Nacional, un proyecto compartido*. Madrid: Gobierno de España, 2013, p. 29.

miento, la distribución y el consumo, incluyendo la necesaria eficiencia y sostenibilidad[23].

En resumen, la estrategia española actual valora adecuadamente la vulnerabilidad de la nación en cuanto a la energía y la importancia de llevar a cabo políticas activas encaminadas a la salvaguarda de este interés vital, más que estratégico, de nuestro país. Es de esperar que se actúe coherentemente en el desarrollo de la estrategia y que la nueva arquitectura de seguridad nacional, actualmente en construcción[24], conlleve la creación y regular funcionamiento de un comité sectorial permanente de la energía, en lo que la propia estrategia en su capítulo 5 llama "comités especializados" como órganos de apoyo al Consejo de Seguridad Nacional[25]. Este comité sectorial de la energía es, sin duda alguna, muy necesario.

La Unión Europea

A falta de un documento más actual, hay que referirse a la Estrategia Europea de Seguridad, una Europa segura en un mundo mejor[26]. No obstante su antigüedad y el tratarse necesariamente de un documento de consenso, justo es reconocer que tras su voluntarioso subtítulo se encuentra un documento valioso, en el que se dice: "la dependencia energética es motivo de especial inquietud en Europa, que es el mayor importador de petróleo y de gas del mundo"[27], indicando a continuación cómo gran parte de las importaciones de energía europeas proceden del golfo pérsico, de Rusia y del norte de África. Sin embargo posteriormente, en el breve capítulo dedicado a las amenazas, la vulnerabilidad energética no aparece como tal. Posiblemente la previa y explícita alusión a Rusia y a otras naciones no aconsejó incluir este concepto como amenaza. En cambio, el sentido del texto no deja lugar a dudas, situando la energía en el mismo nivel de preocupación para el conjunto de la Unión de lo que lo hace la estrategia española.

El citado documento, conocido coloquialmente como la Estrategia Solana 1, fue seguido años después por la Estrategia Solana 2, llamado realmente

---

23 Presidencia del Gobierno. *Estrategia de Seguridad Nacional, un proyecto compartido*. Madrid: Gobierno de España, 2013, p. 45.

24 En el momento de escribir este capítulo, la Ley Orgánica de Seguridad Nacional, primer y más importante desarrollo de la *Estrategia de Seguridad Nacional,* se encuentra en fase de redacción.

25 Presidencia del Gobierno. *Estrategia de Seguridad Nacional, un proyecto compartido*. Madrid: Gobierno de España, 2013, p. 57.

26 Unión Europea. *Estrategia Europea de Seguridad, una Europa segura en un mundo mejor*. Bruselas: 2003.

27 Unión Europea. *Estrategia Europea de Seguridad, una Europa segura en un mundo mejor*. Bruselas: 2003, p. 3.

Informe sobre la aplicación de la Estrategia Europea de Seguridad, ofrecer seguridad en un mundo en evolución[28], que constituye de facto una actualización de la estrategia europea en la que se da ya explícitamente el salto conceptual, incluyendo la seguridad energética en el apartado "Retos mundiales y principales amenazas"[29].

La Organización del Tratado del Atlántico Norte

La OTAN no dispone de una estrategia de seguridad como tal. Sin embargo, su documento de más alto nivel, el Concepto Estratégico[30], cumple en gran medida la misma función, siempre teniendo en cuenta, como sucedía en el caso anterior de la UE, que se trata de un documento de muy difícil elaboración, tanto por su carácter plurinacional como por el hecho de tener que contar con la aprobación de todos y cada uno de los miembros de la organización.

En dicho concepto se contempla la vulnerabilidad energética, incluyéndola como parte de otras dificultades relativas al medio ambiente y los recursos. De hecho, la Alianza dispone de la Sección de Seguridad Energética de la División de Retos de Seguridad Emergentes de la OTAN, lo que demuestra claramente no solo la preocupación aliada por la cuestión, sino la directa vinculación de la energía con la seguridad y la geopolítica.

Sin embargo, tanto esa vinculación como la gran diversidad de miembros de la OTAN –y por tanto de situaciones e intereses– hacen que la energía sea aún un tema no esencial en la actividad política de la Alianza, como declara Rühle[31]. No obstante, hay que tener en cuenta que en muchas de las actuaciones de la OTAN en los últimos años el factor energético ha estado bien presente. Baste el reciente caso de Libia como ejemplo clarificador.

Estados Unidos de América

Del mismo modo que en el modelo español, a la hora de definir los intereses estadounidenses del más alto nivel, llamados "permanentes" en este caso, se nombra a una economía fuerte y próspera, pero no a la energía

---

[28] Unión Europea. *Informe sobre la aplicación de la Estrategia Europea de Seguridad, ofrecer seguridad en un mundo en evolución*. Bruselas: 2008.

[29] Unión Europea. *Informe sobre la aplicación de la Estrategia Europea de Seguridad, ofrecer seguridad en un mundo en evolución*. Bruselas: 2008, p. 3.

[30] OTAN. *Active engagement, modern defence. Strategic concept for the defence and security of the members of the North Atlantic Treaty Organization.* 2010.

[31] Michael Rühle era director de la citada Sección de Seguridad Energética de la División de Retos de Seguridad Emergentes de la OTAN en 2011, http://www.nato.int/docu/review/2011/Climate-Action/Energy_Security/ES/index.htm, consultada el 9 de octubre de 2013.

como tal. Sirva el mismo razonamiento que en el punto dedicado a España para asegurar que lo dicho en el documento norteamericano equivale a situar la seguridad energética en este primer nivel.

Posteriormente, al tratar las amenazas y riesgos[32], se indica cómo la dependencia energética es uno de ellos, lo que no deja de ser curioso para un país que camina sólidamente hacia la autosuficiencia energética. De hecho, en un documento estratégico de oportunidad pero sumamente interesante llamado *Sustaining U.S. global leadership: Priorities for 21th Century defense*[33], publicado en 2012, ya no se hace ninguna referencia específica a la energía, sino que es mucho más genérico en relación con la circulación de mercancías y el libre comercio. De modo que la nueva edición de la Estrategia Nacional de Seguridad, prevista para 2014, será una buena indicación tanto de la nueva percepción norteamericana de su realidad energética como, y esto es lo más interesante, del escenario energético internacional que configurará la citada autosuficiencia de la primera potencia mundial.

El Reino Unido

De un modo similar al de España, el Reino Unido identifica la vulnerabilidad energética como un riesgo para su seguridad nacional, aunque formulado de un modo más explícito, haciendo referencia directamente a la interrupción del suministro de petróleo y gas o la inestabilidad de los precios[34]. A esto se une la declaración de la inseguridad económica y financiera, directamente influida por la disponibilidad energética, como el desafío más importante al que se enfrenta el país. De nuevo, la vulnerabilidad energética aparece en el escalón más alto de la preocupación de una nación relevante en el panorama internacional.

Francia

La terminología usada en la estrategia francesa, plasmada en un documento distinto, el Libro blanco de la defensa y seguridad nacional de Francia[35], de 2013, es la misma que en el caso español, e incluye como amenaza la vulnerabilidad energética. Por otra parte, al igual que en el caso británico, resalta especialmente la peligrosidad de la inestabilidad económica y financiera.

---

[32] The White House. *The National Security Strategy of the United States of America*. Washington: 2010.

[33] The White House. *Sustaining U.S. global leadership: Priorities for 21th Century defense*. Washington: 2012.

[34] Gobierno de su Majestad. *A strong Britain in an age of uncertainty: The National Security Strategy*. Londres: 2010.

[35] Presidencia de la República Francesa. *Livre Blanc Défense et sécurité nationale 2013*. París: Direction de l'Information Légale et Administrative, 2013.

El caso francés, dentro de su gran similitud con los demás documentos estudiados y la especificidad del modelo energético francés, acaso destaque por su insistencia en la necesidad de mantener un adecuado "mix energético", potenciando el sistema nacional de redes de transporte de energía, así como el ahorro, la eficacia y la sostenibilidad energética.

China

En el apartado de conclusiones del libro blanco sobre la política energética de China[36], se dice que "energy is the vital material base for China to modernize and build a moderately prosperous society"[37], lo que constituye una frase por sí sola suficientemente contundente. Pero en el caso de este país, ante la complejidad de su diplomacia y de sus propias dinámicas internas, resultan más reveladores los hechos que las palabras. Dentro de estos se puede destacar, de un modo muy marcado, el conjunto de acciones encaminadas a garantizar su suministro energético, que Marketos[38] considera que se compone de grandes inversiones en exploraciones y prospecciones en todo el mundo, participación en proyectos de óleo y gaseoductos transnacionales, el establecimiento de una importante reserva estratégica de petróleo, un ambicioso plan de construcción de refinerías, el desarrollo de una industria propia del gas natural y, por último, la apertura a compañías extranjeras para la explotación de los recursos en su propio territorio.

Evidentemente, este conjunto de acciones revelan una priorización máxima y un dimensionamiento de la energía al más alto nivel estratégico. De hecho, junto con el resto de los recursos estratégicos más importantes en un escalón inmediatamente inferior, parece que la energía constituye la principal preocupación estratégica china, enmarcada en la actualidad en la creciente atención de los Estados Unidos hacia áreas próximas a su territorio y que Pekín considera imprescindibles para su seguridad energética, como acertadamente apunta Ríos[39].

Federación Rusa

Aunque en una situación muy distinta al del resto de naciones u organizaciones reflejadas en esta breve relación, también es interesante observar

---

[36] Gobierno de la República Popular China. *China's Energy Policy 2012,* versión en inglés en http://www.gov.cn/english/official/2012-10/24/content_2250497.htm#.

[37] "La energía es el recurso vital esencial para modernizar y construir una sociedad razonablemente próspera", traducción del autor.

[38] MARKETOS, Tharassy N. *China´s energy geopolitics*. Nueva York: Routledge, 2009.

[39] RÍOS PAREDES, Xulio. "China: poder y civilización en el siglo XXI", en *Las potencias emergentes hoy: hacia un nuevo orden mundial.* Cuaderno de estrategia del IEEE n.º 151. Madrid: Ministerio de Defensa, 2011.

cómo contempla la energía en sus documentos estratégicos un gigante energético como es la Federación Rusa.

En su Estrategia de Seguridad Nacional de 2009 resulta evidente cómo la cultura estratégica rusa ha evolucionado, alejándose de una cierta propensión tradicional hacia el uso de la fuerza para encaminarse decididamente hacia un incremento del uso de su creciente poder económico y diplomático.

En consecuencia, y ha dado muestras de ello en el pasado reciente, Rusia considera la energía como una de sus bazas principales para la consecución de sus objetivos estratégicos[40]; incluso mediante el uso coercitivo de la energía, como ya han experimentado algunas naciones europeas –aunque esta realidad ha de ser relativizada en relación con otros grandes productores, como se verá–.

Conclusión

Cabrían muchos ejemplos más, correspondientes todos ellos a naciones con influencia en el panorama internacional, pero la breve muestra incluida es más que suficiente para concluir que la energía, su seguridad o vulnerabilidad, o incluso su uso como uno de los pilares del soft power de algunos países –aunque en este caso el término soft sea ampliamente discutible–, es y seguirá siendo uno de los factores no solo presentes, sino más determinantes del pensamiento y del panorama estratégico internacional, posiblemente de forma permanente.

La energía en la geoestrategia

El concepto de geoestrategia, tradicionalmente relacionado exclusivamente con el campo militar, tiene hoy una dimensión mucho más amplia, tendente al estudio de los grandes temas –militar, económico, político– a una escala global y no solamente en relación con la influencia de la geografía, entendida esta en su concepción moderna, no solamente física, en dichos temas. En palabras de Brzezinski, "es la gestión estratégica de los intereses geopolíticos"[41]. En consecuencia, la dimensión geoestratégica de la energía está relacionada directamente con la geopolítica, hasta el punto de influirse y condicionarse mutuamente, diluyéndose en este ámbito los límites entre ambas disciplinas.

---

[40] EITELHUBER, Norbert. "The Russian bear: russian estrategic culture and what it implies for the West", en *Connections, the Quarterly Journal.* Volumen IX, n.º 1. The PfP Consortium Editorial Board, 2009.

[41] BRZEZINSKI, Zbigniew. *El gran tablero mundial: la supremacía estadounidense y sus imperativos geoestratégicos.* Barcelona: Paídos, 1998.

Los factores que influyen en la realidad geopolítica de la energía se sitúan, en su interacción geoestratégica al más alto nivel, en torno a dos hechos distintos. El primero, ligado fuertemente al concepto polemológico de territorio, corresponde a una realidad que es la que confiere a la energía una dimensión auténticamente geoestratégica. Se trata de la irregular disposición geográfica de los recursos energéticos o de la posibilidad de obtenerlos mediante la aplicación de la tecnología, que es una circunstancia que se puede considerar que afecta a las distintas manifestaciones de la energía conocidas, en mayor o menor medida. Incluso en las etapas previas a la industrialización, las diferentes sociedades disfrutaban de un dispar suministro de leña o un régimen de vientos distinto, considerando las dos fuentes de energía principales entonces. Sin embargo, es cierto que los diferentes tipos de energía actualmente en explotación sufren los efectos de esta distribución no uniforme de un modo distinto.

Así, por ejemplo, el petróleo se reparte de un modo muy irregular, abundando en el subsuelo de algunas regiones o países mientras que se encuentra prácticamente ausente de otras zonas y territorios. En la siguiente distribución continental, o por amplias regiones geográficas, se observa el dato de las reservas probadas en 2013 en cientos de miles de barriles. A pesar de la ausencia de datos en Norteamérica como consecuencia de la no disponibilidad de los correspondientes a Estados Unidos, basta observar las cifras de Europa y Oriente Medio para comprobar una distribución no ya irregular, sino desequilibrada en extremo[42].

North America	NA
Central & South America	325,92957
Europe	12,01863
Eurasia	118,886
Middle East	802,15706
Africa	127,58911
Asia & Oceania	47,22352

Gráfico 2.

Este hecho, junto con la existencia de zonas de grandes consumidores –bien distintas en la mayoría de los casos a la de los mayores productores–, es uno de los factores geoestratégicos que más han influido en el

[42] U.S. Energy Information Administration, Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica. http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=5&pid=57&aid=6&cid=regions&syid=2013&eyid=2013&unit=BB, consultada el 14 de octubre de 2013.

siglo xx, posiblemente el principal, y lo va a seguir haciendo en el xxi. Ya en 1936 Schmidt consideraba que "el petróleo (...) es la meta esencial de las contiendas. Su difusión geográfica determinará durante decenios la dirección e intensidad de las líneas potenciales de la geopolítica"[43]. Sus palabras fueron muy acertadas porque, además de condicionar decisivamente las principales campañas de la II Guerra Mundial, principalmente en el frente ruso y en el Pacífico, el petróleo protagonizaría en buena medida la conflictividad de la segunda mitad del siglo xx, sobre todo tras la crisis del petróleo de 1973, consecuencia política directa de la guerra del Yom Kippur[44].

En cuanto a la influencia del petróleo en las crisis y conflictos por venir en el siglo xxi, nada parece en estos momentos disminuir su influencia hasta su definitivo declive y sustitución por otras fuentes de energía, un escenario aún lejano, sino más bien al contrario.

Este mismo esquema se repite, con importancia creciente, en lo que respecta al gas natural e incluso a los minerales que convenientemente refinados constituyen el combustible de las centrales nucleares. En menor escala el carbón, fuente de ambiciones territoriales en el siglo xix y primer tercio del xx, aunque aún de gran importancia en el panorama energético mundial, no provoca hoy tensiones comparables a las de los hidrocarburos, por lo que se une, en la práctica, al resto de fuentes de energía que no están tan directamente ligadas a zonas productoras, sino a la disponibilidad de la tecnología adecuada y la capacidad financiera para su utilización a gran escala.

Entre estas últimas se puede hablar de las energías eólica, solar, hidráulica, procedente de la biomasa, mareomotriz y geotérmica, aunque siempre teniendo en cuenta que dichas energías no se pueden dejar de vincular a zonas más o menos propicias para cada una de ellas. Evidentemente, el potencial respecto a la energía solar de los países del sur de Europa en comparación con los del norte del continente, la especial condición de Islandia en relación con la geotermia o la incapacidad de servirse de la energía hidráulica de naciones con climas muy secos son ejemplos claros de esta vinculación. Sin embargo, se puede considerar que, en un futuro previsible, el potencial belígero de la producción de este tipo de energías es muy bajo o nulo.

El segundo hecho, que se deriva directamente del anterior, es la necesidad de transportar la energía producida o los recursos que permitan obtenerla de unas localizaciones a otras. Se centra pues en las vías de comunicación terrestres o marítimas que permiten conectar productores con consumidores.

---

43 SCHMIDT, Walther. *Geografía económica.* Barcelona: Editorial Labor, 1936, p. 23.

44 FORT NAVARRO, Albert y MARTINEZ IBAÑEZ, Enrique. *El conflicto palestino-israelí.* Valencia: Editorial Diálogo, 2002.

La conjunción de ambos niveles dibuja el escenario geoestratégico de la energía. Curiosamente, en este ámbito las dos grandes corrientes tradicionales de pensamiento en esta materia, aparentemente contrarias y excluyentes la una de la otra, confluyen, y manifiestan su influencia en el presente.

Efectivamente, el control de las zonas terrestres grandes productoras de hidrocarburos y uranio –principalmente– son primordiales en la ecuación energética. Esta realidad se inscribe plenamente en la idea motriz del trabajo de Mackinder[45], con la particularidad de trasladar su concepto de heartland a dichas zonas, que aparecen marcadas en el mapa a continuación[46] referidas a las principales áreas suministradoras de petróleo.

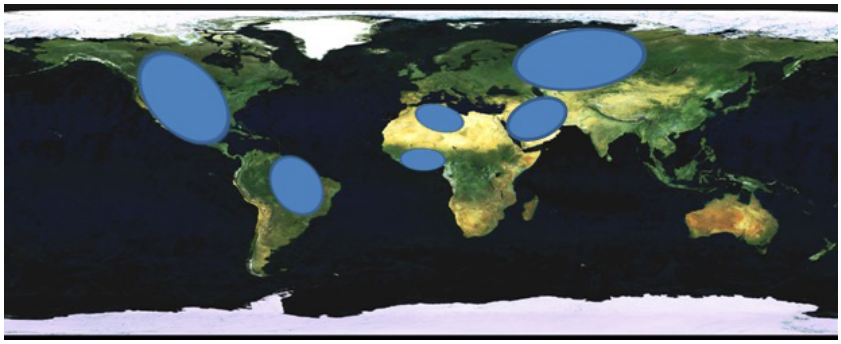


Gráfico 3.

Por lo que respecta al gas natural, el mapa resultante es similar[47]:

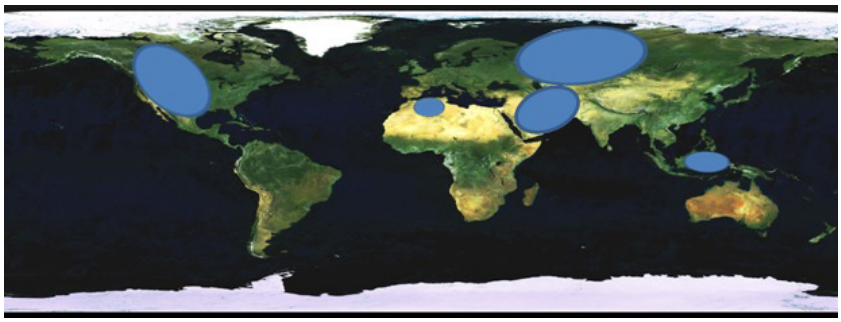


Gráfico 4.

[45] MACKINDER, Haldford J. *Democratic ideals and reality*. Washington: National Defense University Press, 1942.

[46] Gráfico del autor, basado en el mapa satelital cortesía de la NASA. http://www.zonu.com/fullsize2/2009-11-04-10810/Mapa-Satelital-del-Mundo.html.

[47] *Ibidem.*

Sin embargo, el correspondiente a los principales productores de uranio incorpora regiones adicionales a las de los hidrocarburos, como son Australia, parte del Sahel y el cono sur africano[48].

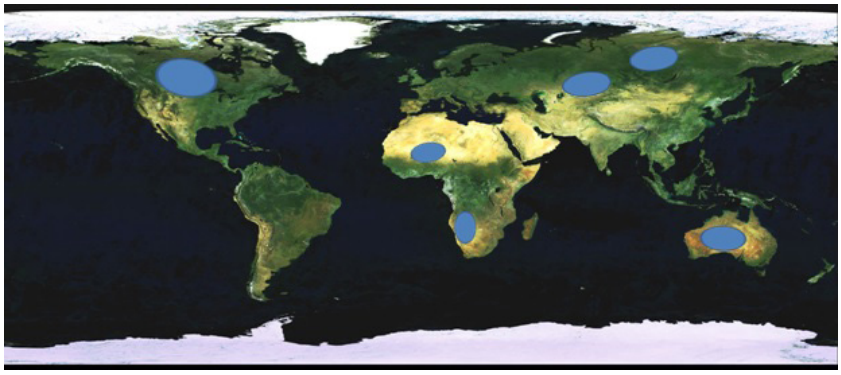


Gráfico 5.

De todo lo cual resulta que los recursos energéticos que, según lo expuesto más arriba y según los criterios adoptados en este capítulo, están más ligados a territorios concretos y por tanto generan tensiones geopolíticas conforman un mapa global en el que están representadas grandes extensiones de los cinco continentes. Estas constituyen el actual heartland de la energía.

Por otra parte, tanto en lo que respecta a la extracción de hidrocarburos offshore[49] como, muy principalmente, en el intensísimo tráfico marítimo de productos energéticos, encuentran actualmente plena aplicación las teorías de Mahan, por las que "el uso y gobierno del mar es y ha sido siempre un gran factor en la historia del mundo"[50]. Este efecto, que tiene una validez generalizada, se encuentra reforzado además en naciones como la española, en la que una parte muy considerable de los recursos energéticos importados llegan por mar a nuestros puertos[51].

Por esta razón, gran parte de la atención y preocupación del panorama estratégico internacional se focaliza en el control de las rutas marítimas y, más concretamente, en la capacidad de mantenerlas abiertas y libres

---

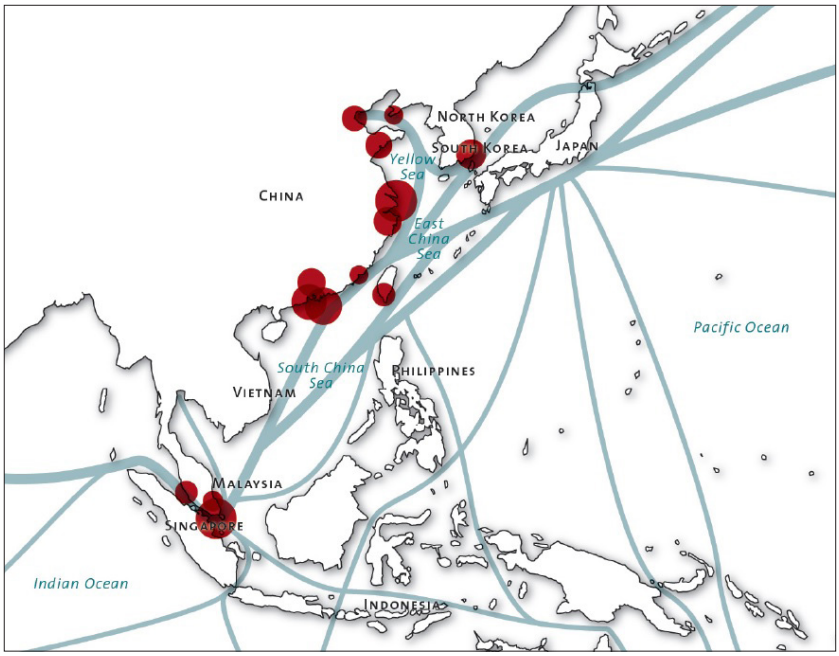
48 *Ibidem.*

49 En el mar, alejado de la costa, mediante plataformas fijadas al fondo marino

50 THAYER MAHAN, Alfred. *Influencia del poder naval en la historia*, revisión crítica por Gonzalo Parente Rodríguez. Madrid: Ministerio de Defensa, 2007, p. 69.

51 SEGOVIANO MONTERRUBIO, Soledad. *España ante el reto de la seguridad energética*. Documento de trabajo OPEX, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/colaboraciones/2011/EspanaSeguridadEnergetica_OPEX.pdf, consultada el 21 de noviembre de 2013.

de interferencias ilícitas que afecten negativamente al libre flujo de mercancías, y de forma muy destacada, del petróleo, gas, uranio, carbón, etc. Así, no resulta extraño observar múltiples estudios contemporáneos que se ocupan de la creciente disputa y tensión en el Índico y los mares próximos a China, que están provocando, además de un cierto número de incidentes, una escalada naval sin precedentes en la zona.



Principales rutas marítimas y puertos en Extremo Oriente[52].

Esta situación, a la que se suman las actividades piráticas y la preocupación por el programa nuclear iraní y sus posibles consecuencias en relación con el estrecho de Ormuz, hacen que el Índico y sus mares aledaños se puedan considerar hoy el espacio marítimo angular en el entramado energético. Aunque no pueden olvidarse el resto de las rutas que circunnavegan el globo y que tienen como puntos más sensibles los ya bien conocidos chokepoints[53], tales como el citado Ormuz, Bab el Mandeb, Suez, Panamá, Dardanelos, los estrechos que cierran el Mar Báltico, etc.

Así pues, tras esta breve reflexión en torno a las dos grandes tendencias del pensamiento geoestratégico, no cabe sino concluir que en nues-

[52] UNCTAD. *Review of Maritime Transport 2012*; Hofstra University, Department of Global Studies&Geography. *Strategic Trends 2013*. Zúrich: Center for Security Studies, 2013.

[53] En su acepción marítima, puntos angostos de paso obligado que comunican mares y océanos y que se encuentran afectados por una alta densidad de tráfico marítimo

tros días, y desde luego en un futuro a largo plazo también, la energía es geoestrategia y la geoestrategia tiene a la energía como uno de sus factores más importantes, si no el primordial.

La energía en la geopolítica de principios del siglo XXI

Tras las reflexiones de los puntos anteriores, y establecido el protagonismo de las cuestiones energéticas en los intereses geopolíticos, el pensamiento estratégico y, en definitiva, los intereses de las naciones e incluso en los particulares de los individuos, no queda sino realizar un breve recorrido por los principales focos de atención, sea a escala global, sea en una dimensión regional, que pueden componer el panorama geopolítico de la energía.

Tendencias generales

El continuo empuje de las economías emergentes

A pesar de las inevitables fluctuaciones anuales de los datos de crecimiento económico de las principales economías, en una perspectiva de ciclo largo parece inevitable que la fuerte demanda de los recursos energéticos experimentada desde las economías emergentes se mantenga. Las previsiones de desplazamiento del peso del PIB mundial hacia Asia[54] focalizan allí muy especialmente esta tendencia.

Porque, como sucede muy claramente en el caso de China, no se trata solamente de cuánta energía se consume, sino también de qué tipo es esta. La reciente publicación del ya citado libro blanco sobre la política energética[55] de este país, en 2012, revela algunas pistas sobre la evolución del ya primer consumidor energético mundial.

Llama la atención, frente a su imagen de voraz importador, el hecho de que su autosuficiencia alcance el 90%. Pero esta situación, que supondría un escenario extremadamente satisfactorio para la mayor parte de las naciones europeas y, desde luego, para España, esconde una realidad insostenible: como señala Hidalgo[56], el carbón ocupa el 70% del consumo y

---

[54] PwC Economics. *World in 2050, The BRICs and beyond: Prospects, challenges and opportunities*. http://www.pwc.com/en_GX/gx/world-2050/assets/pwc-world-in-2050-report-january-2013.pdf, consultada el 22 de octubre de 2013.

[55] Gobierno de la República Popular China. *China's Energy Policy 2012*, versión en inglés en http://www.gov.cn/english/official/2012-10/24/content_2250497.htm#.

[56] HIDALGO GARCÍA, María del Mar. *El libro blanco sobre la política energética de China de 2012*. Instituto Español de Estudios Estratégicos. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2012/DIEEEA53-2012_LibroBlanco_PoliticaEnergetica_MMHG.pdf, consultada el 21 de octubre de 2013.

hace posible ese alto grado de autosuficiencia, pero ha hecho que se alcancen situaciones medioambientales insostenibles[57].

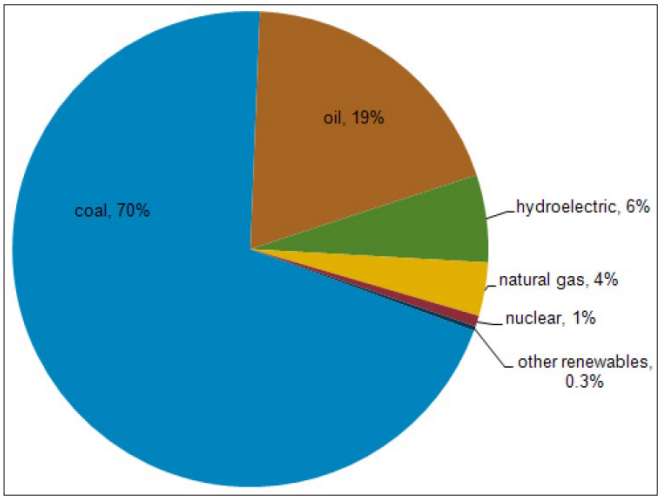


Gráfico 6.

Tanto en el documento de 2011 del Consejo de Estado chino Comprehensive work plan on energy conservation and emission reduction during the 12th five year period[58] como en el citado libro blanco, se hace hincapié en mejorar tanto la eficiencia energética como la conservación ambiental.

Estas políticas, unidas a la rápida expansión de la automoción, también privada, conducen necesariamente a una disminución gradual del peso del carbón en favor de las energías nuclear, hidroeléctrica, hidrotermal y, sin lugar a dudas, del petróleo y el gas natural. De la cada vez mayor necesidad de estos dos últimos elementos se derivará una mayor dependencia de las importaciones y una presión cada vez mayor de la demanda china en el mercado internacional de los hidrocarburos.

El caso de la India nos lleva a parecidas conclusiones. En el cuarto consumidor mundial de energía, el impacto del carbón es menor que en el otro gigante continental[59],

---

57 Energy Information Administration del Gobierno de los Estados Unidos. *China analysis brief, 2013.* http://www.eia.gov/countries/analysisbriefs/China/china.pdf, consultada el 22 de octubre de 2013.

58 *Ibidem.*

59 Energy Information Administration del Gobierno de los Estados Unidos. *India analysis brief, 2013*. http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=IN, consultada el 21 de octubre de 2013.

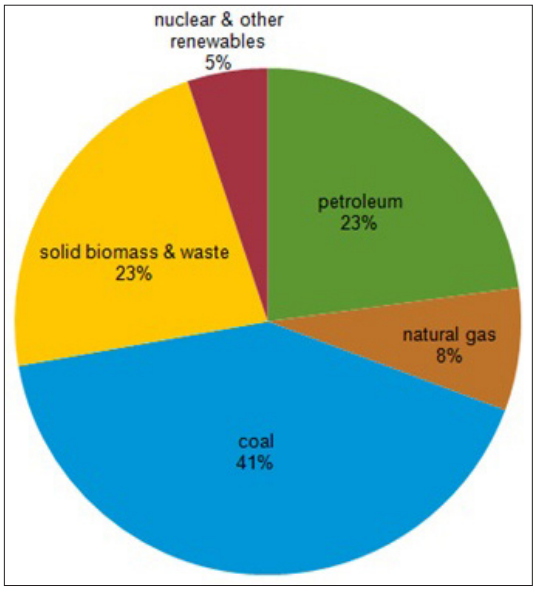


Gráfico 7.

pero el país es fuertemente dependiente del petróleo importado y el consumo del gas natural aumenta de forma sostenida en torno a un 10% anual, principalmente con vistas a sustituir al contaminante carbón en la producción de electricidad. El Gobierno indio prevé que se dupliquen las importaciones de gas en apenas cinco años[60], principalmente en transportes de gas natural licuado (GNL) por vía marítima.

Estos dos ejemplos –los principales en cualquier caso– bastan para observar la tendencia que van a marcar las economías emergentes en el ámbito de estudio de este capítulo. Como quiera que la demanda por parte de las economías más desarrolladas no va a disminuir significativamente, e incluso aumentará considerablemente en el ciclo de bonanza por venir tras la actual crisis, a lo que hay que sumar el lento pero continuo incremento del consumo de los países menos favorecidos económicamente, se augura un futuro en el que la presión sobre las principales zonas productoras de hidrocarburos se va a mantener y acrecentar inexorablemente.

Mayor inestabilidad política e incertidumbre en zonas de alta producción

Pero a esta circunstancia se le añade otra que no es nueva, pero que ha empeorado recientemente. Efectivamente, la inestabilidad política en el Magreb y, sobre todo, en Oriente Próximo y Medio ha sido siempre un fac-

60 *Ibidem.*

tor geopolítico relevante en el escenario energético. Períodos de tensión y conflicto en esta área vital han tenido inmediato eco en los mercados internacionales, principalmente a partir de 1973. A modo de espada de Damocles sobre las economías principalmente occidentales y de Japón antaño, de un modo prácticamente global hoy, los sucesivos eventos en un amplio arco trazado desde Argelia a Irán han sobresaltado a las cancillerías de nuestros países una y otra vez.

Sin embargo, estas crisis lo han sido normalmente en un patrón de corta duración y de una afectación parcial, lo que ha permitido solventar los sucesivos episodios de riesgo de un modo sucesivo y, en definitiva, asumible. El escenario de crisis generalizada que se desarrolla o puede lanzarse en la práctica mayoría de la zona señalada, por una u otra causa principal pero enmarcadas todas ellas en los recientemente iniciados procesos de transición política de los países árabes con el añadido, en parte coincidente y en gran parte disonante, de la crisis nuclear iraní, además del permanente conflicto palestino-israelí, lo conduce a un período de incertidumbre regional quizás nunca antes experimentado. Afecta, desde luego en ritmos y condiciones distintas, a grandes productores de gas, de petróleo, de ambos, e incluso con un peso significativo en la provisión del uranio nuclear, como en el caso de Níger. En algunos casos mediante turbulentos procesos políticos en marcha, en otros previsibles –en este apartado los casos de las monarquías del golfo es un futurible claro–, e incluso con guerras civiles en acto o en potencia.

De este modo, las palabras de la embajadora Moreno al afirmar que "la región sahelomagrebí es por tanto una preocupación de primera magnitud en todas las cancillerías europeas"[61] son extensibles a toda la región arriba citada, incluyendo sus mares aledaños, principalmente el Índico. Una preocupación que se alimenta de la conjunción de la inestabilidad, nuevos gobiernos de solvencia por demostrar, estados fraccionados donde el crimen organizado, la piratería y el terrorismo medran fácilmente y territorios en los que se ven afectados desde la producción hasta el almacenamiento y transporte de la energía, e incluso la inseguridad física de las instalaciones y del personal del sector energético. Todo ello en un conjunto de procesos políticos que están convulsionando toda la región y que de los que es lícito temer que se encuentren solo en el principio, por lo que episodios de extrema complejidad podrían estar en el horizonte.

En relación con este punto, el 2 de abril de 2011, el presidente Obama insistió muy marcadamente en la necesidad de reducir la dependencia

[61] MORENO BAU, Ángeles, embajadora en misión especial para asuntos energéticos, MAEC. "Relaciones Internacionales en materia energética", en *Cuadernos de Energía* n.º 38. Madrid: Club Español de la Energía, 2013.

estadounidense del petróleo[62]. A las razones esgrimidas, de naturaleza económica y medioambiental, se unían ya sin duda las procedentes del riesgo geopolítico de los entonces muy embrionarios movimientos de transición política en el mundo árabe.

Pero a esta postura hay que objetar dos puntos. El primero de ellos es que el horizonte energético de los Estados Unidos permite enfatizar ese deseo y su transformación en políticas efectivas, cosa que no sucede con la mayoría de los países de nuestro entorno. El segundo es su tibieza, ya que –cosa que el presidente Obama no podía saber entonces ni ahora– las situaciones más extremas derivadas de las "primaveras árabes" no han afectado aún a ninguno de los mayores productores de petróleo, por lo que estos han sido capaces en gran medida de acolchar los efectos de los mayores impactos sufridos por otros países, sobre todo la guerra civil libia. Pero en caso de que se produjera un conflicto de consideración en alguno de esos grandes productores, el efecto en la economía mundial sería inmediato y profundo.

Búsqueda de nuevas zonas de explotación de hidrocarburos

En consecuencia, la cuestión no es producir un desenganche del petróleo exterior, que es una utopía para muchas naciones, pero sí disminuir el peso porcentual de las importaciones energéticas procedentes de las zonas de mayor riesgo geopolítico. Pero con mesura.

Efectivamente, el caso de las monarquías del golfo es claro. El actual sistema regente en la mayoría de ellas se sostiene socialmente gracias a los elevados beneficios de la exportación de hidrocarburos, que se reparte generosamente entre la población. No cabe duda de que en caso de que esa generosidad se viera abocada a su fin o a una drástica reducción, las tensiones internas existentes en estos países aflorarían, del mismo modo que lo hacen en sus vecinos menos favorecidos por la riqueza de su subsuelo.

Por tanto, hay que conjugar la disminución de la dependencia de estos proveedores, que se considera necesaria en estos momentos, con el mantenimiento de la estabilidad en los mismos, pues su colapso acarrearía el colapso del mercado mundial de los hidrocarburos. En ese sentido, continúan siendo necesarios y convenientes los descubrimientos de nuevos pozos y yacimientos en estos proveedores potencialmente problemáticos. Casos como el del pozo A1-129/02, enmarcado en las explo-

[62] BERENGUER HERNÁNDEZ, Francisco José. *La necesaria reducción de la dependencia del petróleo*. IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2011/DIEEEA10_2011ReduccionDependenciaPetroleo.pdf.

raciones emprendidas por Repsol[63] en Libia tras la guerra civil, son positivos, pero no hay que olvidar que la política más conveniente consiste en una mayor diversificación de los proveedores y, muy destacadamente, en la búsqueda de nuevas zonas complementarias, que no sustitutivas, de las tradicionalmente en explotación. En este sentido, las noticias más recientes son esperanzadoras, pues se ha multiplicado la identificación de reservas de hidrocarburos en numerosas localizaciones que necesitarán aún algún tiempo para ser expuestas en explotación.

Y en eso se está, junto con el incremento de la presión sobre zonas ya identificadas que se encuentran en un momento de mayor estabilidad y menor conflictividad. El África subsahariana, el subcontinente norteamericano y, posiblemente, el Ártico adquirirán un mayor protagonismo en los próximos tiempos, con expectativas también muy positivas en las costas de numerosos países del continente americano. Pero también, más allá de una búsqueda externa a los propios territorios, es más imperativo que nunca el necesario desarrollo para la explotación más ventajosa de los recursos propios.

Diversificación de rutas

Junto a la diversificación en origen, cada vez adquiere más importancia la entrada en funcionamiento de rutas alternativas, tanto terrestres como marítimas, para los productos energéticos. De un modo paulatino pero sostenido, estamos sumergidos en un proceso de enmallamiento global de las conducciones de hidrocarburos. El principal objeto de este caro y largo proceso tiene mucho que ver con la creación de rutas alternativas, rodeos e interconexiones que dificulten el bloqueo del flujo de gas o petróleo como consecuencia de conflictos, ataques terroristas, catástrofes naturales o cualquier vicisitud técnica.

Y es que el aseguramiento de las rutas marítimas, a pesar de la existencia de los referidos chokepoints, es relativamente sencillo, como demuestra la contención de la piratería en el golfo de Adén o el estrecho de Malaca. Sin embargo, las conducciones terrestres son virtualmente indefendibles, excepto determinados nudos, estaciones o instalaciones críticas, por lo que hay que asumir su extrema vulnerabilidad. Por consiguiente, se ha de disponer de rutas alternativas que hagan soportable el bloqueo o destrucción de tramos concretos que pueden afectar desde unos pocos metros hasta el territorio completo de una nación; incluso la posibilidad de establecer rutas terrestres alternativas a chokepoints marítimos y viceversa. Ejemplos de esta política, acertada a todas luces, son

[63] *Libremercado,* 21 de octubre de 2013, http://www.libremercado.com/2013-10-21/repsol-realiza-en-libia-un-nuevo-descubrimiento-de-petroleo-de-gran-calidad-1276502281/.

el Abu Dhabi crude oil pipeline, que conecta el golfo pérsico con el golfo de Omán y otros proyectos interconectados con este que se muestran en el siguiente mapa[64],

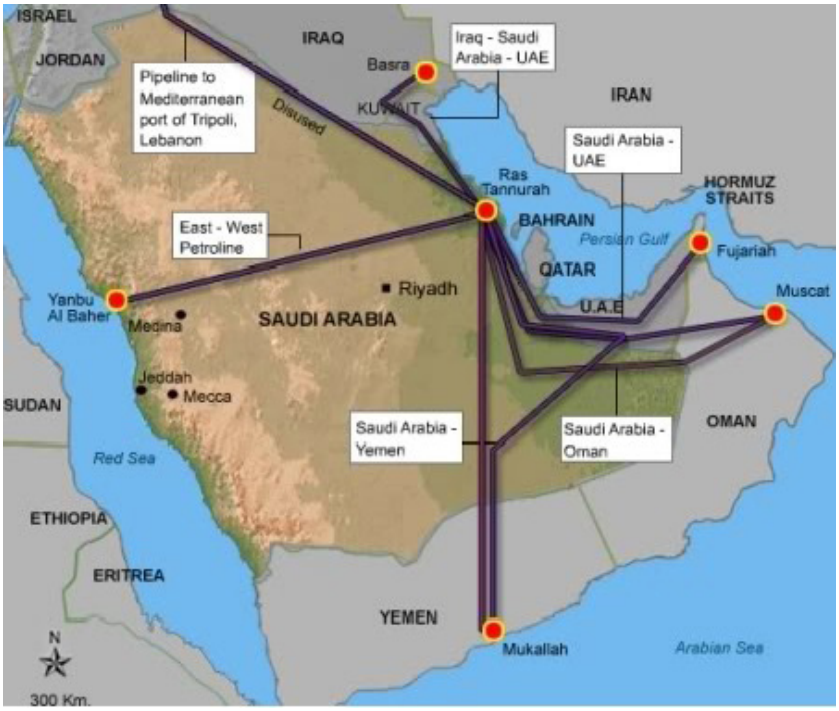


Gráfico 8.

que evidentemente tratarán de minimizar en lo posible la dependencia del tránsito marítimo a través del estrecho de Ormuz, tantas veces amenazado por el régimen de Teherán[65].

Con la puesta en funcionamiento final de este enmallado regional, quedará plenamente demostrada la inequívoca interrelación entre geopolítica, geoestrategia y energía, tratada en los primeros puntos de este capítulo, ya que la construcción de las conducciones se debe a la influencia geopolítica de las tensas relaciones de Irán con buena parte de

---

[64] GlobalResearch. *The Geo-Politics of the Strait of Hormuz: Could the U.S. Navy be defeated by Iran in the Persian Gulf?* http://www.globalresearch.ca/the-geo-politics-of-the-strait-of-hormuz-could-the-u-s-navy-be-defeated-by-iran-in-the-persian-gulf/28516, consultada el 22 de octubre de 2013.

[65] BERENGUER HERNÁNDEZ, Francisco José. *Fintas y amenazas en Ormuz.* IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2012/DIEEEA08-2012_FintasyamenazasenOrmuz_FJBH.pdf.

la comunidad internacional. Al mismo tiempo, su existencia disminuirá considerablemente la influencia geopolítica iraní en la región, al debilitarse una de sus principales bazas para ejercer una influencia coercitiva en el mercado energético internacional.

Dicho de otro modo, la energía no es solo un factor principal de la geopolítica, sino que crea su propia geopolítica. Quizás el ejemplo más reciente de esta afirmación es la evolución de la situación con respecto al Ártico, que se asoma ya no solo como zona futura de extracción de hidrocarburos, sino como nueva ruta marítima que, de confirmarse las tendencias climáticas actuales, supondrá una nueva región de enorme peso en la geoestrategia mundial, con sus correspondientes litigios y tensiones entre los países "ribereños"[66] [67].

Redefinición de las energías nuclear y renovables

Las principales fuentes de energía distintas de las fósiles están en un momento de duda como consecuencia de dos hechos puntuales pero de impacto considerable: el muy conocido accidente nuclear de Fukushima y la grave crisis económica que ha afectado en numerosos países al crecimiento y desarrollo de las energías renovables, debido a su mayor coste. Por tanto, estamos en un momento de reflexión respecto al futuro papel de ambos sectores, pero el análisis desde un punto de vista eminentemente geoestratégico ofrece pocas dudas sobre su influencia positiva.

Lastrada por posicionamientos políticos, ideológicos y en torno a su seguridad, tanto a niveles nacionales como internacionales, lo cierto es que la energía nuclear, en lo que respecta a la provisión de material combustible para las centrales, se encuentra solo parcialmente afectada por la inestabilidad regional tan comentada, principalmente en el Sahel. Por el contrario, importantes explotaciones de uranio se sitúan en localizaciones como Canadá, Australia, Asia Central o el cono sur africano, como puede verse en la siguiente tabla[68],

---

[66] CONDE PÉREZ, Elena. "El derecho internacional ante el proceso de cambio climático en el Ártico. Especial referencia al derecho del mar". *Documentos de Seguridad y Defensa* del CESEDEN n.º 58. Madrid: Ministerio de Defensa, 2013.

[67] SIRVENT ZARAGOZA, Gonzalo. "Nuevas rutas de navegación a través del Ártico". *Documentos de Seguridad y Defensa* del CESEDEN n.º 58. Madrid: Ministerio de Defensa, 2013.

[68] World Nuclear Association. *World uranium mining production*, julio de 2013, http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Mining-of-Uranium/World-Uranium-Mining-Production/, consultada el 21 de noviembre de 2013.

Country	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Kazakhstan	4357	5279	6637	8521	14020	17803	19451	21317
Canada	11628	9862	9476	9000	10173	9783	9145	8999
Australia	9516	7593	8611	8430	7982	5900	5983	6991
Niger (est)	3093	3434	3153	3032	3243	4198	4351	4667
Namibia	3147	3067	2879	4366	4626	4496	3258	4495
Russia	3431	3262	3413	3521	3564	3562	2993	2872
Uzbekistan	2300	2260	2320	2338	2429	2400	2500	2400
USA	1039	1672	1654	1430	1453	1660	1537	1596
China (est)	750	750	712	769	750	827	885	1500
Malawi					104	670	846	1101
Ukraine (est)	800	800	846	800	840	850	890	960
South Africa	674	534	539	655	563	583	582	465
India (est)	230	177	270	271	290	400	400	385
Brazil	110	190	299	330	345	148	265	231
Czech Republic	408	359	306	263	258	254	229	228
Romania (est)	90	90	77	77	75	77	77	90
Germany	94	65	41	0	0	8	51	50
Pakistan (est)	45	45	45	45	50	45	45	45
France	7	5	4	5	8	7	6	3
total world	**41 719**	**39 444**	**41 282**	**43 764**	**50 772**	**53 671**	**53 493**	**58 394**
tonnes U_3O_8	49 199	46 516	48 683	51 611	59 875	63 295	63 084	68 864
percentage of world demand*	65%	63%	64%	68%	78%	78%	85%	86%

Gráfico 9.

zonas confiables en este momento e incluso de muy difícil desestabilización muchas de ellas, considerando incluso el muy largo plazo, a las que hay que sumar la importante producción rusa. Por tanto, no parece amenazado –desde una óptica global– el suministro de mineral de uranio, aunque situaciones locales puedan afectar a los intereses de un consumidor determinado, como ha sido el caso de la francesa Areva en la crisis reciente de Mali, en la que los intereses energéticos han sido parte del problema, pero también, sin duda, parte de la solución al ayudar a motivar la tan necesaria intervención militar liderada por Francia. Aún menos problemas de raíz geoestratégica presentan el conjunto de las energías llamadas renovables, incluyendo las técnicas de captura y almacenamiento de CO2, ligadas sobre todo a la disponibilidad de tecnologías y capacidad financiera suficientes.

Por tanto, en su conjunto, y desde una óptica geopolítica, la energía nuclear y las renovables son positivas, teniendo en cuenta que se encuentran menos sujetas a la inestabilidad y conflictividad de áreas concretas de producción. Además, muchas de las infraestructuras principales se pueden instalar en territorio propio, aunque la conducción de la energía producida, esencialmente electricidad, se puede ver sometida a riesgos similares a los descritos para las conducciones terrestres de hidrocarburos, sobre todo en las progresivas interconexiones internacionales. Incluso, yendo más allá, su condición de energías más limpias que las de origen fósil, sobre todo en comparación con el carbón, contribuye a alejar y disminuir riesgos medioambientales que no son solamente dignos de consideración

por sí mismos, sino también por su influencia en otros riesgos como los flujos migratorios irregulares e incluso las emergencias y catástrofes[69].

En definitiva, y teniendo en cuenta todos los factores anteriores, la influencia de las fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles es decididamente positiva; pero, al mismo tiempo, hay que definir su parcela y su cuota y diseñar, de un modo realista, su cohabitación con el carbón, el gas y el petróleo. Informes como el 100% renewable electricity: A roadmap to 2050 for Europe and North Africa[70] parecen excesivamente optimistas, quizás por focalizarse en datos y previsiones económicas y de mercado, así como fundamentalmente medioambientales, obviando factores geopolíticos regionales bastante menos optimistas pero con una capacidad muy marcada para influir en los proyectos propuestos e incluso, ante determinados supuestos, hacerlos inviables.

Somos plenamente conscientes de la incidencia en materia de seguridad de nuestras naciones de las ayudas al desarrollo hacia los países potencialmente inestables, pero hemos de serlo también hacia el aspecto contrario, es decir, del riesgo que representa desincentivar dicho desarrollo. Como sucede casi siempre, se trata de aplicar políticas equilibradas que contemplen el problema desde una óptica integral. Baste pensar, como ejemplo, en el escenario de riesgo social e inestabilidad que podría suponer una Argelia o una Libia que vieran disminuidas considerablemente sus exportaciones de hidrocarburos y sus ingresos.

Técnicas no convencionales de extracción de hidrocarburos

Junto con los anteriores elementos, como antes se apuntó, es igualmente momento de reforzar la explotación de los recursos propios, invirtiendo en exploraciones en el territorio nacional y, sobre todo, avanzando en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías que hacen posible rentabilizar los recursos localizados y disponibles.

En este campo destaca muy especialmente el campo de la fracturación hidráulica y la extracción de petróleo y gas pizarra que esta tecnología hace posible[71], hasta el punto de que su reciente irrupción ha producido un cambio importante del panorama energético internacional. En el siguiente mapa[72] se puede observar cómo, en un informe aún muy parcial de la Energy Informa-

---

[69] Presidencia del Gobierno. *Estrategia de Seguridad Nacional, un proyecto compartido*. Madrid: Gobierno de España, 2013.

[70] SORIA LASCORZ, Enrique. "Escenarios energéticos", en *Energía y clima en el área de la seguridad y la defensa. Documentos de Seguridad y Defensa* del CESEDEN n.º 58. Madrid: Ministerio de Defensa, 2013

[71] SOTO SÁEZ, Fernando Liborio. *El gas de esquisto y la neoestrategia de EE.UU.* IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2013/DIEEEO66-2013_NeoestrategiaEEUU_FernandoSotot.pdf, consultada el 22 de octubre de 2013.

[72] Energy Information Administration del Gobierno de los Estados Unidos. *EIA world shale gas resources: Technically recoverable reserves*. Washington: 2011

tion Administration norteamericana, se dibuja un escenario más parecido al de la distribución del carbón en la superficie terrestre que la del petróleo. Es decir, una presencia más repartida que beneficia a un número mucho mayor de regiones y países.

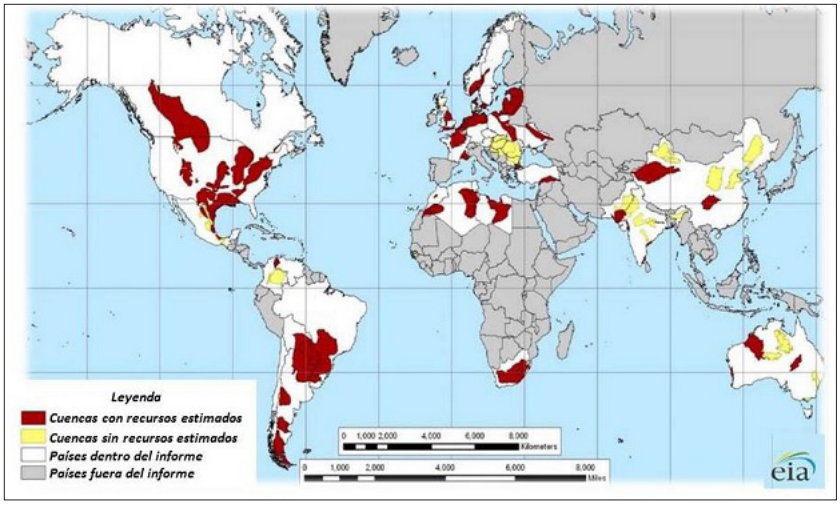


Gráfico 10.

Si esas observaciones se van ampliando a un mayor número de zonas, pronto se podrá considerar a la extracción no convencional de hidrocarburos como un factor de distensión geopolítica que unir al efecto similar ya referido de la energía nuclear y las energías renovables.

Ante los beneficios a obtener, contemplando estos desde una perspectiva integral, las dudas de naturaleza medioambiental y económica que estos procesos despiertan merecen ser estudiados despojándose de ideas preconcebidas, ideologías y consideraciones distintas a los criterios científicos que nos permitan determinar su viabilidad y seguridad.

Si finalmente resultan disueltas dichas dudas, esta "nueva" fuente de energía proporcionaría recursos muy valiosos que nos permitirían transitar hacia escenarios energéticos futuros, disminuida ya la dependencia de los hidrocarburos importados, con más tranquilidad y una menor conflictividad potencial.

Retracción-expansión estratégica de EE. UU.

Los más de 17 billones de dólares de deuda de los Estados Unidos de América[73] son muestra del sobredimensionamiento de tantos años de los Estados Unidos en su papel de primera potencia mundial. Tras la finali-

[73] DINAN, Stephen. "U.S. debt jumps a record $328 billion; tops $17 trillion for first time". *The Washington Times,* 18 de octubre de 2013.

zación del enfrentamiento ideológico con la Unión Soviética, cabe preguntarse el protagonismo de los intereses estratégicos en torno a los recursos energéticos en el ejercicio extensivo e intensivo de ese liderazgo, desde aproximadamente 1990.

La respuesta no es sencilla al tratarse de un concepto intangible que vincula intereses económicos medibles con motivaciones y decisiones políticas que no lo son tanto. Con frecuencia se ha simplificado excesivamente, considerando numerosos autores y buena parte de la opinión pública internacional, al pensar que el aseguramiento de la exportación de materias primas energéticas en áreas tan inestables como el norte de África, Oriente Medio o el golfo de Guinea con regularidad y precios asumibles ha sido la causa de gran parte de las intervenciones exteriores norteamericanas de las últimas décadas y, en definitiva, la motivación principal de su política exterior.

Raramente los conflictos obedecen a una sola causa –son "politélicos", en terminología de Bouthoul– aunque los intereses económicos concurran de forma casi inevitable en todos ellos, confundiéndose frecuentemente las causas con los efectos económicos y viceversa. Sin embargo, el citado polemólogo admite la causa económica como determinante o causa última en las guerras en el caso de las que denomina "guerras de penuria"[74], aunque las limita a las sociedades más simples y primitivas, en lo que se considera como uno de los mayores errores en los postulados del, por otra parte, muy meritorio autor. Así, afirma que "cuando se trata de sociedades complejas es difícil admitir la penuria entre los posibles motivos de la guerra"[75], lo que hoy es más que cuestionable. Sobre todo cuando se refiere a la penuria de recursos energéticos, motores de la economía y el bienestar y, en caso de carecer de ellos, causas a su vez de todo tipo de penurias aparentemente más primarias, incluida la alimentaria.

Admitida pues la penuria de petróleo, sobre todo, como una más que probable causa principal de numerosos conflictos protagonizados por las sociedades más avanzadas, es fácil concluir que, efectivamente, la seguridad energética ha sido una de las principales causas y motivaciones de la sobre extensión y el sobreesfuerzo norteamericano –diplomático, económico y militar–, básicamente desde la finalización de la Primera Guerra Mundial y muy especialmente desde el término de la Segunda.

Sin embargo, gracias a las técnicas no convencionales de extracción de hidrocarburos, los Estados Unidos, probablemente, van a alcanzar la au-

[74] BOUTHOUL, Gaston. *Tratado de polemología*. Madrid: Ediciones Ejército, 1984.

[75] *Ibidem*, p. 360.

tosuficiencia energética entre 2020-2030[76] [77], hasta el punto de poder convertirse en exportador neto de petróleo y gas, como demuestran las recientes y cuantiosas inversiones para la conversión de las plantas regasificadoras en construcción en las costas norteamericanas en plantas licuadoras del gas. Es decir, se dará un brusco cambio de infraestructuras importadoras de gas en exportadoras, lo que, por cierto, podría favorecer a un país como España dada nuestra importante capacidad regasificadora y el bajo precio relativo previsto del gas norteamericano. Se trataría entonces de un caso de penuria cesante que tiene la capacidad de producir variaciones sustanciales en la geopolítica de la energía y, como consecuencia directa, en el panorama estratégico mundial.

La administración norteamericana, asegurado ese interés vital, se está centrando en una política de nation building, que en el campo de las cuestiones de seguridad y defensa lleva a una austeridad general y, en lo que realmente nos importa a los demás, a una mayor contención y selectividad a la hora de proyectar su poder en el exterior. Como ya se expresó en anteriores trabajos[78], esta tendencia no significa una renuncia a su papel de primera potencia, pero sí una cierta contracción estratégica que va a traducirse necesariamente tanto en una elección más cuidadosa de sus intervenciones como, y esto es quizás lo más interesante para los aliados europeos, en una disminución de las capacidades norteamericanas a aportar en aquellas crisis que no afecten directamente a sus intereses esenciales.

Si sumamos el hecho de que los intereses energéticos estadounidenses en el exterior están en tránsito desde lo vital o esencial a lo meramente estratégico, y la evidencia de que las capacidades de proyección de poder europeas son mucho más limitadas y han necesitado invariablemente del "paraguas norteamericano" para ser algo más que testimoniales, se ha de concluir que la nueva realidad energética norteamericana es un factor fundamental a la hora de contemplar la seguridad energética de los países de la UE en las próximas décadas.

---

[76] KPMG. *Most energy execs indicate potential for U.S. energy independence by 2030,some say 2020: KPMG Survey*, http://www.kpmg.com/us/en/issuesandinsights/articlespublications/press-releases/pages/most-energy-execs-indicate-potential-for-us-energy-independence-by-2030-some-say-2020-kpmg-survey.aspx, consultada el 21 de noviembre de 2013.

[77] International Energy Agency. *North America leads shift in global energy balance, IEA says in latest World Energy Outlook*. http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2012/november/name,33015,en.html, consultada el 21 de noviembre de 2013.

[78] BERENGUER HERNÁNDEZ, Francisco José. *Unión Europea, el necesario paso adelante en seguridad y defensa*. IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2013/DIEEEA16-2013_UE_Seguridad_y_Defensa_FJBH.pdf.

No obstante, esta intención coincide con la tan nombrada posible capacidad incluso exportadora de energía del país, lo que puede convertir a los Estados Unidos en las próximas décadas como la "potencia perfecta", puesto que a sus inmensas capacidades tecnológicas, industriales, demográficas, alimentarias, diplomáticas, militares, etc., se uniría la desaparición de su talón de Aquiles de las últimas décadas: la dependencia energética del exterior.

De confirmarse esta altamente probable circunstancia, los Estados Unidos de América se mostrarán como la potencia hegemónica más importante de la historia, lo que contribuirá a disminuir aún más el ya menguante peso relativo de Europa en el mundo, considerada esta en su conjunto –tanto más como naciones individuales–, sin que Francia, Alemania, Reino Unido, Italia o España, por nombrar solo las mayores, pudieran escapar de la irrelevancia en caso de no ahondar en el proyecto de la Unión Europea.

Conclusiones parciales

Lo que Schmidt ya consideraba una verdad evidente en 1936, que "los combustibles y su escasez seguirán siendo las fuerzas decisivas de la política mundial"[79], no parece que vaya a ser muy distinto en los próximos tiempos, a pesar de la aparición desde entonces de fuentes adicionales de energía tan relevantes como la nuclear o las llamadas renovables.

En consecuencia, los cuatro elementos principales referidos a los hidrocarburos: necesidad de repartir una producción creciente entre más consumidores aún más expansivos, la explotación de recursos gracias a las nuevas tecnologías de extracción, la cada vez mayor inestabilidad de varias de las zonas de producción con mayor capacidad y, por último, la disminución relativa del interés norteamericano hacia esas zonas de producción van a dibujar probablemente las líneas maestras entre las que se van a mover los grandes temas relacionados con la energía en los próximos años, sobre todo en su dimensión geopolítica y geoestratégica.

Europa, y muy especialmente la muy dependiente del exterior España, ha de abordar –además de por otras muchas razones que no son objeto de esta publicación–, por motivos relacionados con su seguridad energética, el reforzamiento de la seguridad y la defensa, principalmente mediante una auténtica convergencia europea. Puede no estar tan lejos como pudiera parecer la necesidad perentoria de una capacidad proyectable y creíble de acción autónoma de la UE, hoy inexistente, que, unida a su reconocida capacidad financiera y política, haya de contribuir, entre otras cuestiones de relevancia, a su futura seguridad energética. Quizás esta

[79] SCHMIDT, Walther. *Geografía económica.* Barcelona: Editorial Labor, 1936, p. 51.

necesidad, totalmente opuesta a las egoístas tendencias nacionales que la actual crisis ha contribuido a reavivar en el seno de la Unión, pueda dar un impulso al anquilosado proyecto de unión en Europa.

Puntos de potencial fricción regional

Dada la diversidad de productos energéticos, sus productores, consumidores y rutas de tránsito, los puntos de potencial fricción a escala regional son tendentes al infinito, por lo que se incluyen solo aquellos que se consideran actualmente de mayor relevancia.

Estrecho de Ormuz

De todos los puntos de paso obligado de la amplia flota de buques petroleros y gaseros que garantizan en buena medida el suministro de hidrocarburos, posiblemente el más problemático, no solo hoy sino históricamente, es el estrecho de Ormuz. Por él navegan, en su tramo de salida, el conjunto de buques que, tras entrar en el mar Arábigo, se dividen en dos rutas principales, hacia oriente la una y occidente la otra.

La importancia cuantitativa de este paso es, en consecuencia, la mayor de todos los chokepoints detectados, con un 35% aproximadamente del tráfico de petróleo mundial, por lo que su cierre, siquiera temporal e independientemente de la causa, dañaría severamente la economía mundial.

Pero precisamente en esa extrema importancia radica su seguridad. El principal riesgo, consistente en la interrupción del tráfico por una acción directa iraní en el marco de su confrontación internacional a consecuencia de su programa nuclear, es muy remoto. A través de Ormuz se abastece tanto Occidente como las potencias emergentes asiáticas, con el inevitable protagonismo chino. De este modo, ¿se puede permitir Irán dañar severamente los intereses estratégicos de amigos y no tan amigos simultáneamente? ¿Se puede negar a sí mismo la principal vía de exportación de sus recursos energéticos, agravando así extraordinariamente su delicada situación económica? ¿Va a provocar voluntariamente con este acto la confrontación militar con Estados Unidos y el resto de Occidente más Israel que tan cuidadosamente ha tratado de evitar con motivo de su más que probable programa nuclear militar? ¿Va a poner de este modo en peligro la propia supervivencia de un régimen teocrático que a veces se muestra más precario de lo que aparenta?

Una respuesta afirmativa a las anteriores cuestiones parece poco probable y, en todo caso, tal y como se expresó en otros documentos[80], el

[80] BERENGUER HERNÁNDEZ, Francisco José. *Fintas y amenazas en Ormuz*. IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2012/DIEEEA08-2012_Fintasyamenaza-

bloqueo iraní del estrecho sería producto más de una reacción ante una agresión externa dirigida a neutralizar su programa nuclear que una acción unilateral previa del régimen de Teherán. Una clásica huida hacia adelante ante una situación de crisis extrema y como baza de supervivencia del propio régimen. En este caso Ormuz podría ser utilizado como un arma políticoeconómica, de un modo similar al de la reducción de producción y escalada de precios provocada por los países árabes como disuasión de los apoyos dados a Israel en 1973[81].

Por tanto, el clima de alejamiento actual de la posibilidad de dicho ataque preventivo a las instalaciones nucleares, la reciente elección del nuevo presidente Hassan Rouhani, considerado representante de la facción moderada del régimen[82], y el incipiente deshielo entre Teherán y Washington plasmado en la ronda de negociaciones en formato P5+1 en Viena[83] y el aún más reciente preacuerdo de Ginebra[84] parecen disminuir significativamente el riesgo de bloqueo del estrecho de Ormuz en un futuro previsible.

La amenaza terrorista, más difícilmente evaluable que la actitud del Gobierno de Irán, es real y potencialmente grave ante la relativa fragilidad de petroleros, y sobre todo gaseros, en aguas tan angostas y someras, lo que unido al denso tráfico hace que sus rutas sean no solo previsibles, sino en la práctica perfectamente determinadas e invariables. Sin embargo, el listado de intereses que serían dañados por una acción de este tipo, encabezados por las monarquías del golfo –tan necesitadas de la venta de sus productos energéticos como otros de su compra– y seguidas por el propio Irán, más los principales clientes internacionales, con China, la India y, aún, Estados Unidos a la cabeza, representan un nivel de respuesta para el grupo terrorista protagonista de la acción que hace que este, actor racional al fin y al cabo, haya de sopesar cuidadosamente las consecuencias de su acción.

Además, el control de las costas circundantes a los puntos más favorables al ataque está en manos de naciones directamente interesadas en el mantenimiento del flujo diario de buques que ejercen un control de la

---

senOrmuz_FJBH.pdf.

81 FORT NAVARRO, Albert y MARTINEZ IBAÑEZ, Enrique. *El conflicto palestino-israelí*. Valencia: Editorial Diálogo, 2002.

82 KAMALI DEHGHAN, Saeed. "Iran: Hassan Rouhani wins presidential election". *The Guardian,* 15 de junio de 2013.

83 HENDERSON, Simon y HEINONEN, Olli. *The need for speed in negotiations with Iran.* The Washington Institute, http://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/negotiating-with-tehran-the-need-for-speed, consultada el 4 de noviembre de 2013.

84 MARCHI, Stefano. "Acuerdo en Ginebra sobre el programa nuclear iraní". *El Mundo,* 24 de noviembre de 2013.

zona intenso, incluyendo la actividad de sus organizaciones de inteligencia, lo que dificulta considerablemente la materialización del atentado.

No obstante, la conjunción del determinismo geográfico que representa el estrecho y las notables capacidades militares iraníes[85] para actuar en un escenario tan reducido e inmediato a sus bases, junto con la posible y no descartable acción terrorista, hacen que esa amenaza sea lo suficientemente creíble e impredecible en el futuro como para justificar plenamente los acertados planes de construcción de conducciones que utilicen la tierra firme arábiga para sortear en lo posible tan angosto e impredecible chokepoint.

El Cáucaso

El fin de la Unión Soviética alumbró para la comunidad internacional nuevos escenarios relevantes en el ámbito de la disponibilidad de recursos estratégicos, muy especialmente energéticos, hasta entonces englobados en el gigante desmembrado[86]. El más significativo es la continuidad geográfica, que ya no política, consistente en el Cáucaso, el mar Caspio y las repúblicas centroasiáticas.

Además de sus propias capacidades de producción, los territorios que componen el Cáucaso han cobrado una gran importancia como consecuencia de su condición de puente terrestre que permite el tendido de conducciones de hidrocarburos desde los yacimientos offshore del Caspio y de las repúblicas centroasiáticas en su camino hacia Europa. La necesidad de evitar el monopolio ruso de dichas conducciones, expresado repetidas veces por la UE –principalmente tras los sucesivos episodios de crisis del gas entre Rusia y Ucrania y sus repercusiones en terceros países–, se encuentra en la base de esta revitalización geoestratégica caucásica.

Nabuco, el proyecto más significativo y señero de la UE a pesar de los muchos vaivenes, problemas y dudas que suscita[87], el BTC[88] y el conjunto

---

85 The International Institute for Strategic Studies. *The Military Balance 2012*. Londres: Routledge, 2013.

86 ALONSO MARCOS, Antonio. *Asia Central después de 2014: implicaciones de la retirada de Afganistán.* IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2013/DIEEEM17-2013_RetiradaAfganistan_AntonioAlonsoMarco.pdf.

87 JACKSON, Alex. "Nabucco seeks to rise again". *Natural Gas Europe,* http://www.naturalgaseurope.com/nabucco-seeks-to-rise-again, consultada el 21 de noviembre de 2013.

88 BP. *BTC pipelane: Project descrption*. http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/bp_caspian/bp_caspian_en/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/xyz/BTC_English_ESIAs_Amended_Turkey_EIA__Final_incorporating_comments__Content_BTC_EIA_Volume_2_Section_4.pdf.

de otros proyectos que desde puertos caucásicos y a través del mar Negro alcanzan territorio de la Unión son, sin embargo, solo parcialmente útiles en su propósito y no exentos de riesgo.

En primer lugar, buena parte del nuevo entramado regional descansa en la utilización del territorio turco como tránsito directo hacia Europa o bien hacia puertos turcos desde los que embarcar los hidrocarburos. Como bien apunta Ruiz[89], nada permite garantizar que Turquía no pueda usar en su momento coercitivamente la baza concedida. Además, como acertadamente argumenta, al ser mero país de tránsito, los beneficios que obtiene son, aunque significativos, muy inferiores a los del país productor, por lo que la renuncia temporal de dichos beneficios es mucho más fácilmente asumible por la economía turca en una situación de crisis o pulso ante los países productores, los consumidores, o ambos.

Además, el creciente alejamiento turco de Europa tanto institucional como ideológicamente, a lo que se une su actual situación de frontera, cuando no escenario, de inestabilidades y conflictos, hacen perder progresivamente a Turquía fiabilidad en su condición de puente seguro de la energía hacia Europa. De hecho, en una comparación con la estabilidad que ofrece la Federación Rusa, y nuevamente de acuerdo con Ruiz, no parece que el futuro turco asegure ventaja alguna.

Por otra parte, una Georgia apenas iniciando la era posterior al inestable presidente Saakashvili[90] no es capaz de garantizar la ausencia de influencia rusa, como quedó demostrado en la Guerra de los Cinco Días en agosto de 2008, por lo que al músculo financiero ruso se une el militar, configurando a la pequeña república caucásica como un eslabón evidentemente débil de la arquitectura energética de este corredor.

Mar Caspio

Más al este, las aguas y costas del Caspio viven una pugna menos conocida, pero de consideración. Con un Azerbaiyán que es un entorno estable en una dimensión relativa regional, pero con una producción limitada[91], son Turkmenistán y Kazajistán los principales productores –gas y petróleo respectivamente– de la zona.

---

[89] RUIZ GONZÁLEZ, Francisco J. *Reflexiones sobre la seguridad energética de Europa.* IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2013/DIEEEM12-2013_SeguridadEnergetica_FJRG.pdf.

[90] BONET, Pilar. "Las elecciones en Georgia marcan el fin de la década de Mijaíl Saakashvili". *El País,* 27 de octubre de 2013.

[91] Energy Information Administration del Gobierno de los Estados Unidos. *Azerbaijan analysis brief overview.* http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=AJ&trk=m.

Pero el Caspio es un mar en litigio[92]. En función de los intereses de los distintos países ribereños, estos lo consideran oficialmente lago o mar interior, con sus correspondientes consecuencias jurídicas, en el que se disputan la posesión de enclaves concretos o enmascaran de "preocupación medioambiental" lo que no son más que propósitos de entorpecer los intereses ajenos.

Esta situación está escalando lenta pero sostenidamente, hasta el punto de originar una carrera naval a pequeña escala pero muy considerable dadas las dimensiones del mar Caspio. Así, excepto Irán, que siempre ha dispuesto de medios navales considerables en este mar, el resto de los países ribereños se ha ido dotando de medios esencialmente de guardacostas. Sin embargo, el crecimiento de los citados intereses energéticos y las consiguientes disputas territoriales están impulsando la creación de auténticas marinas de guerra. Quizás el caso más significativo sea el de Kazajistán, que busca dotarse de buques tipo corbeta con armamento específicamente antibuque, como pueden ser los misiles superficie-superficie Exocet[93]. Y es que precisamente Kazajistán está realizando uno de los mayores proyectos en relación con la explotación de hidrocarburos; se trata de las islas artificiales de Kashagan, en las que se han puesto ya en explotación cinco pozos petrolíferos, y que están situadas a 80 km de la costa norte del país, con unas reservas de 38.000 millones de barriles[94] que constituyen hasta el 40% de las reservas kazajas.

Aparte de lo que supone para el mercado la puesta en marcha de una explotación de semejante potencial, que no podrá ser maximizada en algún tiempo ante las características geológicas y climáticas de la región donde se encuentra la bolsa, lo realmente importante es que Kazajistán se suma con aún más fuerza a los diversos enclaves petroleros –como es el caso de algunos países subsaharianos– que garantizan un nivel creciente de producción alejada de las convulsiones geopolíticas más intensas ya existentes, o por venir, en torno al golfo pérsico.

Y es que países razonablemente estables y seguros como Kazajistán son cada vez más necesarios para aportar seguridad a los grandes consumidores. Tanto China como Europa se muestran lógicamente muy interesados en este proyecto, sobre todo teniendo en cuenta que son proveedores tecnológicos apetecidos por el Gobierno de Astana ante la necesidad de

---

92 RUIZ GONZÁLEZ, Francisco J. *Reflexiones sobre la seguridad energética de Europa.* IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2013/DIEEEM12-2013_SeguridadEnergetica_FJRG.pdf.

93 CALVO CRISTINA, Alexandre. "Kazajstán se suma a la carrera naval en el Caspio". *Atenea Digital,* http://www.revistatenea.es/revistaatenea/revista/articulos/GestionNoticias_2414_ESP.asp, consultada el 19 de noviembre de 2013.

94 "Para qué ha ido Mariano Rajoy a Kazajistán". *La Gaceta,* 19 de noviembre de 2013.

equipos, infraestructuras, transportes, etc. que el país necesita para rentabilizar su riqueza mineral y dar un salto adelante tecnológico definitivo.

Sin embargo, como ya se ha citado, los litigios y las ambiciones de los distintos estados ribereños permiten pronosticar un incremento local de la tensión, aunque nada hace suponer que esta no pueda ser contenida por vías diplomáticas y comerciales.

El bypass chino hacia el Índico

Sin duda influida en parte por el poder naval de posibles competidores, así como por la muy comentada necesidad de diversificar las rutas de tránsito de los productos energéticos, China se ha embarcado hace aproximadamente una década en el establecimiento de un corredor energético que lleve parte de sus importantes importaciones desde el golfo a China a través de conducciones terrestres que atraviesen el territorio de Myanmar, la antigua Birmania. De este modo, los buques gaseros y petroleros descargarán en la costa birmana, concretamente en Kyauk Phyu, donde el producto se unirá a la producción offshore de la planta de Shwe Gas para transitar hacia China, como indica el mapa[95].

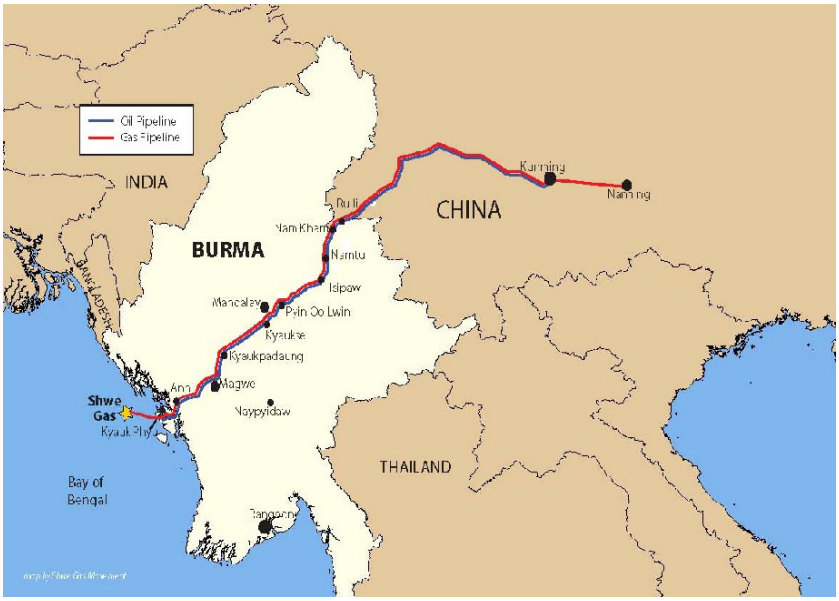


Gráfico 11.

95 "Shwe Gas projected map". *Shwe Gas Movement*. http://www.shwe.org/shwe-gas-project-map/, consultada el 29 de noviembre de 2013.

Esta instalación, cofinanciada también por la India y Corea del Sur y que ha comenzado a enviar el primer gas a Pekín a finales de 2013[96], forma parte de los proyectos de los países emergentes asiáticos para disminuir su vulnerabilidad energética, los cuales contribuyen positivamente a una mayor interrelación e integración regional, que en este caso se manifiesta muy especialmente entre los ya anteriormente fuertemente vinculados estados chino y birmano.

Puede ser un nuevo ejemplo, en este caso positivo, de cómo la energía modifica la geopolítica regional, contribuyendo a la cooperación e integración y rebajando el nivel de tensión y particularización de los intereses estratégicos.

La sucesión en Argelia

A pesar del reciente anuncio del presidente Buteflika, que se postulará para una nueva reelección en abril de 2014[97], sus condiciones físicas, muy deterioradas tras sufrir un ictus, hacen inevitable su sucesión, siquiera sea de facto. Todo apunta a lo que Cembrero señala en su artículo acerca del ejercicio real del poder en la próxima legislatura por Said, hermano menor de Buteflika.

En consecuencia, si bien es cierto que el Frente de Liberación Nacional tiene aparentemente la situación controlada, no lo es menos que las revueltas árabes han tenido una especial incidencia en aquellas naciones en las que se preparaba un traspaso patrimonial del poder a los hijos o esposas de los dictadores, por lo que la situación que se alumbra supone un cierto grado de riesgo de desestabilización del país.

Sin embargo, la amarga experiencia de la guerra civil en Argelia parece pesar más en el ánimo de los ciudadanos, bien conocedores de lo que pueden esperar del acceso al poder de milicias o partidos de carácter más o menos radical que inevitablemente podría traer un derrocamiento –pacífico o no– del sistema político tan largo tiempo establecido. Además, la perspectiva que da la contemplación de los sucesos en la vecina Libia o Egipto, por no hablar de Siria, aparentemente están templando los ánimos de los opositores al régimen.

Por tanto, sin dejar de suscitar ciertas dudas, las previsiones de sucesos en el país que pudieran alterar el papel proveedor de Argelia, principalmente para España, no parecen verse amenazadas a medio plazo.

---

[96] "Myanmar-China gas pipeline starts to deliver gas to China". *China Daily,* http://usa.chinadaily.com.cn/business/2013-07/28/content_16844673.htm, consultada el 29 de noviembre de 2013.

[97] CEMBRERO, Ignacio. "Buteflika se presenta por cuarta vez a la presidencia argelina pese a estar enfermo". *El País,* 17 de noviembre de 2013.

El futuro de Egipto, Siria, Túnez o Libia

Un buen ejemplo de lo pragmático de las relaciones proveedor-comprador en el ámbito de los hidrocarburos es Libia. Con una producción previa a la guerra de 1,8 millones de barriles/día de petróleo[98], los productos energéticos suponían cerca del 95% de las exportaciones y más de la mitad del PIB nacional[99]. Tras los inevitables avatares de la guerra, a pesar de las esporádicas exportaciones de cantidades menores durante el conflicto, los niveles de producción se han recuperado rápidamente, lo que no deja de ser significativo teniendo en cuenta la caótica situación del país incluso en los momentos de escribir estas palabras.

La reconstrucción del país y su posterior desarrollo descansan casi exclusivamente en los beneficios obtenidos de la comercialización de sus reservas de hidrocarburos, del mismo modo que sucede en la mayoría de los grandes productores, a pesar de los aún recientes esfuerzos de algunas de estas naciones por diversificar sus economías.

En consecuencia, en principio, el futuro devenir de la política interna libia, sea un futuro enmarcado en un gobierno perteneciente al islam político, sea un gobierno de corte más laico, o incluso el posible establecimiento de un régimen próximo a la teocracia, no tienen por qué suponer un riesgo para la exportación de sus hidrocarburos.

Sí son posibles, como lo son en otras localizaciones, acciones puntuales, de caracteres terroristas o motivados por factores exclusivamente locales de elementos situados fuera del sistema establecido de beneficios derivados de la venta de estos productos, que pueden afectar a la seguridad de las personas o instalaciones relacionadas con el negocio energético.

Sin embargo, el tipo de acciones puntuales referidas, a pesar de su abundancia ya que se cifran en centenares al año[100], hasta la fecha no han supuesto un menoscabo significativo de las exportaciones de ninguno de los productores internacionales, independientemente del continente o tipo de sociedad en el que se sitúen, aunque en modo alguno puede ignorarse su potencial letalidad.

Estas reflexiones son también aplicables, aunque en menor medida, a los protagonistas de otros episodios de los procesos de transición política del mundo árabe. Pequeños productores como Egipto o países de tránsito de

---

98 Energy Information Administration. Estadísticas energéticas oficiales del gobierno estadounidense.

99 Banco Mundial.

100 ECHEVARRÍA JESÚS, Carlos. *La seguridad energética en las relaciones hispano-argelinas*. IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/colaboraciones/2011/DIEEET01-2011_La_seguridad_energetica_en_el_Mediterraneo_IEEE-IMDEP.pdf.

las conducciones como Siria o Túnez dependen en menor medida de los ingresos por su exportación o los cánones de paso por sus territorios, pero es difícil que puedan renunciar a los beneficios, que son muy significativos no obstante, que este papel les otorga. Sobre todo teniendo en cuenta su pésima situación económica que, como precursora y cocausante de las revueltas o revoluciones, no ha hecho más que agravarse desde entonces.

El estrecho de Malaca

Vía de paso marítima fundamental en las exportaciones energéticas que desde el golfo se dirigen a los grandes consumidores de Extremo Oriente, este chokepoint ha estado afectado durante largo tiempo por un alto nivel de inseguridad y el fenómeno de la piratería, incluso más intensamente y con anterioridad al más reciente y conocido de la originada en el golfo de Adén y la cuenca occidental del Índico.

Sin embargo, la seguridad marítima en la zona ha aumentado gracias a iniciativas y políticas como la Regional Maritime Security Iniciative o la Cargo Security Iniciative; pero, sobre todo, ha experimentado una radical mejora en sus perspectivas a medio plazo, no solamente por la citada atención creciente a este fenómeno, sino también como consecuencia colateral de un hecho de naturaleza distinta.

El muy conocido impulso naval chino[101] y sus consecuencias, en lo que algunos no dudan en calificar como carrera armamentística naval regional[102] [103], está suponiendo un desarrollo muy notable de las capacidades navales de las marinas de guerra de la zona, lo que está redundando ya, y lo hará aún más en un futuro no lejano, en una mayor capacidad de control de las rutas y, por tanto, en un incremento de consideración de la seguridad marítima regional. Se trata, en consecuencia, de un punto focal de preocupación decreciente.

El levante mediterráneo. Israel como potencia energética

Debido a sus implicaciones no solo en lo referente al estatus energético de naciones tan significativas en la política regional en Oriente Próximo

---

[101] MACKINLAY FERREIRÓS, Alejandro. *Las ambiciones marítimas de China*. IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2011/DIEEEO06_2011AmbicionesMaritimasChina.pdf.

[102] GÓMEZ DE AGREDA, Ángel y MARTÍNEZ VÁZQUEZ, Francisco. *Las marinas india y china en la geopolítica del océano Índico*. IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2011/DIEEEO58-2011MarinasIndiaChina.pdf.

[103] LABORIE IGLESIAS, Mario. *Tensiones en el mar de China meridional*. IEEE, http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2012/DIEEEA33-2012_TensionesMarChina_MLI.pdf.

como Israel o Siria o sus conexiones con el aún abierto conflicto de Chipre, el descubrimiento de yacimientos como los de Tamar, Leviatán, Dalit[104] y otros situados en la cuenca oriental del Mediterráneo constituyen un hito significativo que no puede dejar de tratarse.

Incluso es plausible que se den las condiciones para que algunos de los parámetros que han orientado la política exterior israelí se vean alterados. Por ejemplo, evidentemente el nivel de amenaza que suponen las sostenidas acciones yihadistas en el Sinaí, que han dañado repetidamente la llegada de gas egipcio a Israel, disminuiría hasta hacerse irrelevante en el ámbito energético.

Por el contrario, estos hallazgos supondrán a buen seguro una dinamización de las políticas navales regionales, que, al igual que se describió en el punto anterior, posiblemente traigan de la mano un aumento de facto de la seguridad marítima regional. Ofrecen también oportunidades comerciales que incrementen las relaciones de interdependencia de Israel con algunos vecinos deficitarios en materia de energía, como Jordania y, principalmente, los territorios palestinos, hecho que inevitablemente fortalecería las relaciones mutuas, aunque paralelamente pueden debilitar las relaciones israeloegipcias, tan esenciales en la estabilidad regional.

Por último señalar que también son buenas noticias para la energéticamente ávida Europa, que puede llegar a disponer en breve de un exportador de gas geográficamente próximo y fiable, disminuyendo la dependencia de otros proveedores que presentan más inconvenientes desde una óptica geopolítica.

Además, la apenas iniciada distensión con Irán y la finalización de la guerra en Siria, de la que igualmente parecen vislumbrarse los primeros signos con la convocatoria de Ginebra 2 para el próximo 22 de enero de 2014[105], podrían permitir la llegada de productos iraníes directamente al Mediterráneo en un futuro razonable.

Se trata, en definitiva, de noticias potencialmente positivas, también para España.

La inseguridad jurídica en los gobiernos de corte populista

Aunque aparentemente de carácter exclusivamente asociado a la política interna de las naciones, la proliferación de gobiernos de esta corriente

---

[104] COHEN, Elías. "Cuando Israel sea potencia energética...". *Libertad Digital,* 15 de noviembre de 2013.

[105] Europa Press. *La conferencia "Ginebra 2" se celebrará el 22 de enero, según Ban Ki Moon.* http://www.europapress.es/internacional/noticia-conferencia-ginebra-celebrara-22-enero-ban-ki-moon-20131125123526.html#AqZ16irfB1LympVi, consultada el 29 de noviembre de 2013.

política tiene también influencia en la geopolítica internacional y, dentro de ella, concretamente en el factor energético.

Esta tendencia política, de tan amplio espectro que es posible encontrar en ella desde corrientes neocomunistas a partidos ultranacionalistas de extrema derecha, es más una forma de hacer política que una ideología, que presenta ciertos riesgos a la estabilidad de los mercados energéticos.

Atendiendo más a intereses de las élites dominantes de este tipo de regímenes que al bien común, y potenciando la visceralidad de las clases menos formadas de las naciones donde se instalan este tipo de actitudes políticas, los gobiernos populistas que puedan instalarse en naciones exportadoras de recursos energéticos hacen uso de herramientas como la expropiación forzosa o la sobrepotenciación de "lo nacional" en su relación con las empresas extranjeras concesionarias de explotaciones energéticas, como ha sucedido recientemente en el caso de Argentina con la española Repsol[106], o en numerosas ocasiones con los recursos naturales bolivianos desde hace décadas[107].

A pesar de los dos ejemplos citados y de la especial incidencia en la actualidad de gobiernos de este corte en Iberoamérica, en modo alguno ha de considerarse este fenómeno como regional. De hecho, actualmente en Europa se aprecia un crecimiento de partidos de estas características que tienen ya, en algunos casos, una considerable presencia parlamentaria en sus respectivos países y, sobre todo, una perspectiva de mayor crecimiento en futuras citas electorales. Por otra parte, los partidos representantes del islam político que han aflorado, con mayor o menor fortuna, en los procesos de transición política que vive el mundo árabe participan también en buena medida de muchas de las características propias de los partidos de corte populista.

En consecuencia, de mantenerse y aún aumentarse a medio y largo plazo el número de gobiernos que usan esta táctica para satisfacer sus aspiraciones políticas nacionales, siempre habrá que contar con un factor de riesgo para los intereses de las naciones grandes importadoras y sus empresas del sector. Dicho riesgo, que se puede resumir en la inseguridad jurídica que el populismo cultiva en sus países, no parece ser de suficiente alcance, no obstante, para llegar a provocar situaciones de conflicto, aunque supondrá probablemente la esporádica sucesión de eventos lesivos para determinados actores del panorama energético mundial.

---

[106] PEREGIL PECELLÍN, Francisco. "Argentina expropia a Repsol su filial YPF". *El País,* 17 de abril de 2012.

[107] BERENGUER HERNÁNDEZ, Francisco José. "Geopolítica de la energía II", en *La nueva geopolítica de la energía,* Monografía del CESEDEN n.º 114. Madrid: Ministerio de Defensa, 2010.

Lo que sí es evidente es que estas prácticas, generalmente unidas a las dificultades de gestión que suelen acompañar a estas formas de hacer política, ahuyentan las inversiones e impiden el pleno desarrollo del potencial exportador de estos países.

La sobrepotenciación de Arabia, Catar y Emiratos Árabes en el contexto internacional

Las monarquías del golfo pérsico han escapado, en mayor o menor medida, a las convulsiones políticas que han conducido a las revueltas y subsiguientes procesos de transición política en otros países árabes.

Las propias instituciones monárquicas han sido un elemento de templanza, pero no cabe duda de que actualmente la auténtica garantía de estabilidad política de estas naciones descansa principalmente en el mantenimiento de su capacidad para subsidiar con los beneficios de la exportación de sus hidrocarburos gran parte de las actividades y el nivel de vida de los ciudadanos del país.

Dado que se trata de regímenes fuertemente inmovilistas e incluso, en algunos casos, marcadamente arcaizantes, cabe preguntarse si lo anterior será suficiente para mantener el estatus indefinidamente. Pero más aún, hace suponer que un futuro de producción de petróleo y gas en declive en las distintas naciones o un alejamiento progresivo de la dependencia de los hidrocarburos por los consumidores como consecuencia de la evolución tecnológica pueden representar en el futuro situaciones de menor estabilidad en la región del golfo. La confluencia de factores concurrentes en estas previsibles crisis futuras dictarán hasta qué punto incidirán en el mercado energético y, sobre todo, en las economías nacionales.

Pero, en cualquier caso, se trata de una perspectiva plausible ante la que habrá que prever medidas paliativas que deberían comenzar, y de hecho ya se está haciendo, desde el presente. La inestabilidad en algunas de las principales zonas productoras de hidrocarburos es, sin duda, uno de los elementos de la ecuación energética que más incidencia puede tener en el resultado final, que no es otro que la seguridad energética de nuestras naciones.

La diversificación de regiones y naciones desde la que se importa energía debe ser una política que, más allá de lo mucho ya hecho, ha de incrementarse en el futuro. Como se ha comentado anteriormente, las expectativas para poder desarrollar estas políticas son positivas, pero ha de hacerse desde la búsqueda de un equilibrio.

Además, a favor de esta política concurre un hecho difícilmente mesurable. Se trata de la desproporción de la capacidad de influencia –del poder en definitiva– de varias de estas naciones en el panorama internacional, mucho más allá de lo que su posición geoestratégica, población,

etc. podrían significar. Dicha influencia se manifiesta además, tanto institucional como privadamente, en la expansión de ideologías, doctrinas, cosmologías y usos y costumbres muy alejadas de sus equivalentes occidentales[108], por lo que la referida sobrepotenciación de estas naciones presenta riesgos de carácter geopolítico a largo plazo. Este hecho refuerza la necesidad de diversificación, no solo de las fuentes de energía, sino de lugares de origen de los productos.

El papel de Rusia

Precisamente, y a la luz de lo referido en el punto anterior, resultan paradójicos los enormes esfuerzos realizados internacionalmente, y muy destacadamente por las naciones de la UE, para evitar los tránsitos de petróleo y gas desde sus productores hasta Europa a través del territorio ruso. Es cierto que los intereses rusos no son coincidentes plenamente con los occidentales, y no es menos cierto que Rusia ha hecho y hace un uso coercitivo de su enorme poder en el ámbito energético como herramienta de poder blando que, en reiteradas ocasiones, torna en poder duro de facto, principalmente para influir en naciones de su entorno más próximo como es el caso de Ucrania o las repúblicas bálticas[109].

Sin embargo, y a pesar de estas realidades, lo cierto es que, desde un punto de vista geopolítico, Rusia es potencialmente un proveedor principal más estable, fiable y afín a los grandes consumidores occidentales que los tradicionales situados en el golfo y Oriente Medio.

Haría bien la Unión Europea –no sus naciones de forma individual como desgraciadamente sucede– en establecer una relación de mayor confianza con Rusia que, obviamente, ha de ser mutua y sincera para alcanzar un equilibrio por el que disminuya un tanto el protagonismo como proveedor del golfo y se evite potenciar en demasía el estatus de potencias que siguen un rumbo divergente al europeo, como Turquía.

Se trata, en definitiva, de rescatar, al menos en lo que en sus aspectos energéticos supone, la idea esencial de Karl Haushofer en su teoría de los grandes espacios continentales[110], allá en el período entreguerras del siglo xx; no para oponerse a Estados Unidos e Inglaterra, obviamente, pero sí para establecer una sinergia estratégica entre la UE y la Federación Rusa que, no solo pero muy principalmente en el aspecto energético, pre-

---

108 OWEIS, Khaled Yacoub. *Insight: Saudi Arabia boosts salafist rivals to al Qaeda in Syria*. Reuters, 1 de octubre de 2013.

109 BERENGUER HERNÁNDEZ, Francisco José. "La seguridad en torno a la energía y su defensa", en *La nueva geopolítica de la energía,* Monografía del CESEDEN n.º 114. Madrid: Ministerio de Defensa, 2010.

110 MEAD EARLE, Edward. *Creadores de la estrategia moderna. III.* Buenos Aires: Círculo Militar, 1992.

senta mayores ventajas que inconvenientes a medio y largo plazo, sobre todo en comparación con otras opciones.

Conclusiones

La importancia capital de la energía para nuestra sociedad es evidente, aunque no sea nunca suficientemente valorada, al menos desde el punto de vista de la opinión pública general, que parece exigir a veces todas las ventajas derivadas de un adecuado suministro energético pero sin contemplar los esfuerzos e inconvenientes que disponer de esa energía supone. Como muestra de esta importancia son reveladoras las palabras de la proclamación de la Asamblea General de Naciones Unidas que recoge Camacho[111]:

> *...los servicios energéticos tienen un profundo efecto en la productividad, la salud, la educación, el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica y los servicios de comunicación...*

Y esto va a seguir siendo así, al igual que se va a mantener la dependencia de los hidrocarburos durante largo tiempo aún. Las consecuencias geopolíticas y geoestratégicas que esta dependencia ha generado se van a mantener en las próximas décadas, aunque hay que hacer una reflexión sobre algunos puntos que probablemente introducirán cambios sustanciales en dichas consecuencias:

I. El concepto de seguridad energética ha de trascender su condición nacional para adquirir una dimensión transnacional y cooperativa.

II. Para ello es imprescindible el firme establecimiento del consumo responsable en la totalidad del proceso, desde el Estado y los respectivos Gobiernos hasta el individuo particular.

III. Junto a la citada eficiencia energética, la diversificación de tipos de energía, productores y rutas de tránsito son herramientas esenciales para la seguridad energética.

IV. La comercialización de las reservas de hidrocarburos detectadas en numerosos países alivian la presión sobre posibles escenarios futuros de carencia, pero es necesario establecer marcos jurídicos estables y respetados por todos los actores, de tal modo que el mercado se nutra con estos nuevos yacimientos en un plazo razonable.

---

[111] CAMACHO PAREJO, Marta. *El trilema energético*, en Cuadernos de Energía (separata) n.º 38. Madrid: Club Español de la Energía, 2013.

V. Deben revisarse las cuotas de poder otorgadas a ciertas naciones como consecuencia de su carácter protagonista en la exportación de los hidrocarburos, teniendo en cuenta que los intereses energéticos, aunque vitales, no pueden ser los únicos contemplados a la hora de seleccionar el volumen de las importaciones desde los distintos proveedores.

VI. En ese sentido, la reevaluación de la relación Europa-Rusia en esta materia debe emprenderse desde una óptica comparativa con los riesgos geopolíticos presentes en otros grandes proveedores, especialmente en Oriente Medio.

VII. No obstante los riesgos de carácter geopolítico, la disminución relativa del peso en el mercado energético de ciertos países ha de ser realizada cuidadosamente, buscando un equilibrio razonable y desarrollando sectores económicos distintos y complementarios para esas economías.

VIII. También debe definirse claramente el papel de la energía nuclear y de las renovables en las próximas décadas.

IX. En todo lo anterior es esencial un avance significativo en el proceso de integración energética europea.

X. La contracción estratégica de los Estados Unidos, junto con su posible establecimiento como nación autosuficiente e incluso exportadora neta de hidrocarburos, puede configurar un escenario de separación de los intereses europeos de los norteamericanos en materia de energía, aunque las relaciones comerciales sean tanto o más intensas de lo que son ahora.

XI. En consecuencia, Europa debe contemplar la necesidad de reforzar considerablemente sus capacidades en materia de seguridad y defensa, fortaleciendo su integración en esta materia, para ser capaz de defender sus intereses energéticos en situaciones de crisis alejadas de sus fronteras y que cuenten con una baja priorización en la escala de valores de la administración estadounidense.

XII. El ejemplo norteamericano en la explotación de sus recursos propios debe ser analizado cuidadosamente en Europa, evaluando los indudables riesgos e invirtiendo en las tecnologías más seguras, pero alejando del debate aspectos previos de carácter ideológico y no técnico y científico. No parece lógico disponer de recursos propios que contribuyan a reducir la onerosa factura energética de países como España, y perderse en debates poco rigurosos y de dimensión cortoplacista sobre un asunto de extrema complejidad y vigencia a largo plazo.

XIII. No obstante todo lo anterior, con sus luces y sombras, para Europa y especialmente para España, no parece razonable pensar en escenarios de crisis severas en un futuro previsible. Incluso hay signos que invitan a un cierto optimismo, con escenarios probables de un mercado petrolero y gasístico con precios más moderados que en la actualidad.

Capítulo segundo

La seguridad energética española en un escenario en transición

Gonzalo Escribano

Resumen

La interdependencia energética española requiere de una gestión adecuada que minimice los riesgos asociados con determinados suministradores. El artículo contribuye a ello analizando la pauta de la interdependencia energética española, así como el impacto sobre la misma de un escenario energético global en transición, marcado por una gobernanza energética fragmentada. El análisis se centra en dos aspectos del patrón español de interdependencia energética: la seguridad física de los suministros de hidrocarburos y las implicaciones para su seguridad económica.

Palabras clave:

Seguridad energética, seguridad de suministro, seguridad económica, España.

Abstract

Spanish energy interdependence requires an adequate management in order to minimise risks stemming from some suppliers. This article contributes to such a task by analysing the Spanish pattern of energy interdependence, as well as the impact of a changing global energy landscape, characterised by fragmented governance. The analysis focuses in two separate dimensions of the Spanish energy interdependence pattern: the physical security of hydrocarbon supplies and the implications for economic security.

Keywords

Energy security, supply security, economic security, Spain.

Introducción

España mantiene un nivel de interdependencia energética creciente con un número relativamente reducido pero cambiante de suministradores de gas y petróleo que constituyen el grueso de las importaciones españolas de energía primaria y tienden a dominar el análisis geopolítico sobre la seguridad energética. Analizar una pauta tan compleja de interdependencia requiere desarrollar un análisis que trascienda las simplificaciones del discurso sobre la dependencia energética. Un sistema energético independiente (en caso de que tal cosa fuese posible) no es necesariamente más seguro que uno interdependiente: todo depende de la gestión que se haga de esa interdependencia, o de esa independencia. Además, la pauta de interdependencia se ve influida por la evolución de un escenario energético en transición, aunque no se sepa muy bien hacia dónde, y su gestión, limitada por la ausencia de un verdadero marco global de gobernanza energética.

Entre las transformaciones recientes del panorama energético mundial pueden mencionarse el impacto de la revolución no convencional, las revueltas árabes, el embargo a Irán, la emergencia de la cuenca atlántica o el despliegue de las energías renovables en mercados emergentes. En el plano europeo, nos encontramos con una política comunitaria que avanza muy lentamente en la integración de los mercados energéticos y en el diseño de una política energética exterior común que no siempre recoge las preferencias españolas de seguridad energética. Finalmente, en el ámbito nacional, el sector sigue digiriendo el impacto de la crisis económica sobre la demanda, las sucesivas reformas energéticas y su reacción a los cambios globales y comunitarios mencionados.

Este artículo explora la pauta de interdependencia energética española desde la perspectiva de la seguridad energética. En primer lugar, se expone la naturaleza de un régimen energético global cambiante, fragmentado y tendente a la interpolaridad, presentando algunos de sus factores geopolíticos de cambio. A continuación, se analizan los principales vectores de la seguridad energética española desde la perspectiva de la seguridad física de abastecimiento, para después analizar los relacionados con la seguridad económica. El último apartado concluye con algunas implicaciones de seguridad energética para España.

Un régimen energético internacional fragmentado y en transición

A diferencia de lo que ocurre con otros asuntos internacionales, la gobernanza energética mundial no cuenta con instituciones internacionales efectivas en la gestión de una seguridad energética cada vez más cooperativa conforme avanza la globalización de los mercados energéticos[1]. Desde la

[1] ESCRIBANO, G. (2013). "Fragmented governance and bounded hegemony in the energy regime complex". *Background paper* del Proyecto EU-IANUS (*The EU in an unsettled international system. Crisis, multipolarity and multilateralism*). Plan Nacional I+D+i, Ministerio de Economia y Competitividad (CSO2012-33361).

perspectiva de la economía política internacional, los regímenes internacionales robustos surgen cuando los conflictos de intereses son escasos y, sobre todo, cuando el poder está concentrado. Este es el caso de los regímenes internacionales que gobiernan el comercio y los aspectos financieros globales (OMC, y Banco Mundial y FMI, respectivamente), nacidos de la hegemonía estadounidense tras la Segunda Guerra Mundial pero con la inercia y la resistencia suficientes como para sobrevivir "después de la hegemonía"[2]. Por el contrario, cuando el poder está fragmentado, la jerarquía resulta difusa y los conflictos de intereses abundan, la falta de incentivos para cooperar no siempre permite la emergencia de regímenes internacionales homogéneos.

La gobernanza energética internacional presenta además una agenda en continua expansión donde la seguridad energética global, entendida de manera deliberadamente restringida como seguridad de abastecimiento para los consumidores y de demanda para los productores, constituye solo una pieza, aunque sin duda importante. Temas nuevos, como la buena gobernanza de los recursos energéticos o la lucha contra la pobreza energética, o no tan nuevos, como el cambio climático o el despliegue de las energías renovables, plantean restricciones y dilemas a las políticas de seguridad energética. El problema es que el conjunto de estos y otros asuntos no son gestionados por un único régimen internacional energético pese a los llamamientos en favor de la creación de una Agencia Global de la Energía[3]. Por ejemplo, aunque Naciones Unidas tuvo éxito en la creación de la IAEA para asegurar la gobernanza internacional de la energía atómica, los diferentes gobiernos nacionales se han mostrado renuentes a ceder soberanía en otros aspectos energéticos internacionales, dejando un vacío normativo e institucional en la gobernanza energética mundial[4].

El resultado dista mucho de constituir un régimen internacional robusto y homogéneo basado en un equilibrio de poder energético bien definido, sino más bien un entramado de arreglos institucionales que abordan los diferentes aspectos de la gobernanza energética global de manera fragmentada y generalmente con respuestas *ad hoc*[5]. Para casos como el de la energía, cuya gobernanza no se plasma en un régimen internacional único y homogéneo, la economía política internacional ha creado la categoría de "complejo de regímenes" (*regime complexes*), definidos como "un conjunto de instituciones

[2] KEHOANE, R. O. (1984). *Cooperation and discord in the world political economy*. Princeton University Press.

[3] EL BARADEI, M. (2008). "A global agency is needed for the energy crisis". *Financial Times*, 23 de julio, consultado *on line* el 27 de septiembre de 2013. http://www.ft.com/cms/s/0/b3630dd0-58b5-11dd-a093-000077b07658.html#axzz1Fw0wO0rv.

[4] KARLSSON-VINKHUYZEN, S. I. (2010). "The United Nations and global energy governance: past challenges, future choices". *Global change, peace and security* 22: 175-195.

[5] FLORINI, A. y SOVACOOL, B. K. (2009). "Who governs energy? The challenges facing global energy governance". *Energy Policy* 37: 5239-5248.

no jerárquicas y parcialmente solapadas que gobiernan un área particular"[6]. Desde su proposición, el concepto se ha aplicado a la energía y a temas conexos, como el cambio climático[7].

El impacto negativo sobre la seguridad energética cooperativa de la fragmentación del complejo de regímenes energético se ve reforzado por la emergencia de un mundo multipolar. La multipolaridad hace que solo los arreglos institucionales internacionales capaces de reflejarla puedan mejorar la gobernanza energética global y ejercer el liderazgo en la provisión de bienes públicos globales relacionados con la energía, especialmente en una materia tan sensible como la seguridad energética[8]. La mayor diversidad de preferencias que implica la multipolaridad incide también sobre la dificultad para fijar prioridades claras y objetivos concretos en materia de gobernanza energética global, erosionando las posibilidades de coordinación[9].

Pero la caracterización del mundo como multipolar no recoge con suficiente precisión la realidad global. Al menos en algunos campos abiertos a la regulación mediante mercados globales o regionales, como el de la energía, la tendencia es más bien hacia la interpolaridad[10]. El escenario energético mundial se caracteriza, en efecto, tanto por la multipolaridad como por el rápido aumento de la interdependencia entre los mercados energéticos. Esta precisión no es (solo) una sutileza académica, sino que tiene repercusiones de política en la medida en que la gobernanza energética global debe aproximarse como la gestión de la interdependencia en un contexto de redistribución relativa de los equilibrios de poder mundial. De nuevo, esta reconfiguración geopolítica tiene implicaciones especialmente relevantes para la seguridad energética, global y española.

En un complejo de regímenes la gobernanza es fragmentada, pero además la hegemonía es limitada, pues los diferentes regímenes interfieren con los demás y limitan su influencia. Así, el régimen de productores OPEC ve limitada su capacidad de influencia en los mercados del petróleo por la capacidad de la AIE para intervenir en los mismos, por ejemplo liberando reservas estratégicas como ocurrió en el verano de 2011 para supuestamente compensar la desaparición de la producción libia, pero también para mandar el

---

6 RAUSTIALA, K. y VICTOR, D. (2004). "The regime complex for plant genetic resources". *International Organization*, 58 (2), 277-309, p. 279.

7 COLGAN, J. D. KEOHANE, R. O. y VAN DE GRAAF, T. (2013). "Punctuated equilibrium in the energy regime complex". *Review of International Organizations*, 7 (2), 117-143; ABBOTT, K. W. (2012). "The transnational regime complex for climate change", *Environment and planning C: Government and policy* 30 (4), 571-590.

8 LESAGE, D., VAN DE GRAAF, T. y WESTPHAL, K. (2010). *Global energy governance in a multipolar world*. Burlington: Ashgate.

9 DUBASH, N. K. y FLORINI, A. (2011). "Mapping Global Energy Governance". *Global Policy*, *Special issue on global energy governance*, 2, issue supplement s1: 6-18.

10 GREVI, G. (2009). "The interpolar world: a new scenario". *Occasional paper* 79. European Union Institute of Security Studies, 26 de junio. Accedido el 20 de noviembre 2013: http://www.iss.europa.eu/publications/detail/article/the-interpolar-world-a-new-scenario/.

mensaje a la OPEC de que la Agencia estaba dispuesta a intervenir si los precios seguían aumentando por las tensiones geopolíticas relacionadas con las revueltas árabes.

El escenario energético global se encuentra por tanto en transición, pero esa transición presenta especificidades muy diferentes de las que se apuntan en otros sectores económicos. En los últimos años, el escenario energético internacional ha estado dominado por la revolución no convencional en Estados Unidos y Canadá. La narrativa del "poder duro" no convencional de Estados Unidos parece haberse impuesto a la alternativa europea del "poder blando" de las renovables, lo que ha generado numerosas y diversas lecturas de las implicaciones estratégicas de la revolución no convencional[11]. La implicación geopolítica más extendida argumenta que la autosuficiencia energética norteamericana aboca a los productores convencionales a un papel marginal en el escenario energético global. Esta conclusión debe matizarse, al menos para España y la UE, dada la centralidad geopolítica de los productores convencionales y las incertidumbres sobre la posibilidad futura de recibir exportaciones estadounidenses de gas significativas en el medio plazo.

Por ahora, los principales vectores de transmisión de la revolución no convencional norteamericana han sido la desviación de carbón estadounidense y gas de terceros proveedores hacia el mercado europeo y, sobre todo, el impacto sobre la competitividad industrial estadounidense, que se beneficia de precios entre tres y cinco veces más bajos que los vigentes en Europa. Este aspecto está interrelacionado con el TTIP que negocian la UE y EE. UU. En principio, EE. UU. no puede aplicar restricciones a la exportación de GNL a países con los que ha firmado un acuerdo de libre comercio, pero nada impediría que regulase sus exportaciones restringiendo las autorizaciones para construir las infraestructuras de exportación de GNL, algo sobre lo que la UE no podría hacer nada desde la perspectiva comercial. Puesto que la revolución no convencional parece limitada en el medio plazo a Norteamérica, para España la prioridad estratégica sigue consistiendo en asegurar el abastecimiento de sus proveedores tradicionales y diversificar hacia productores emergentes.

Una manera de valorar los cambios en la presencia energética global de los países es la que proporciona el Índice Elcano de Presencia Global (IEPG). La tabla 1 recoge las primeras 30 posiciones del mismo, mostrando que Arabia Saudita y Rusia siguen ostentando las dos primeras posiciones del *ranking* de presencia energética a gran distancia de los siguientes productores. Entre 2005 y 2012 las posiciones se alteran para los demás países, destacando el fuerte ascenso de Estados Unidos, que pasa de la posición 16.ª a la 5.ª (aunque también se produce un descenso de Canadá de la 3.ª a la 7.ª posición).

En cualquier caso, la presencia energética global sigue concentrada en los productores convencionales y apenas hay cambios en los grandes suminis-

[11] ESCRIBANO, G. (2012). "Shifting towards what? Europe and the rise of unconventional energy landscapes". Análisis del Real Instituto Elcano, *ARI* 82/2012.

tradores de España: Nigeria pasa de la sexta posición a la décima; Irán de la octava a la novena; Venezuela de la décima a la duodécima; Argelia de la n.º 11 a la n.º 13; y México de la 13.ª a la 18.ª. Nótese que, en el caso de España, el desfase entre el índice de presencia energética y presencia global es elevado, reflejando la correspondiente vulnerabilidad energética relativa de la presencia global española.

Tabla 1: Índice Elcano de Presencia Global: IEPG y Energía, 2005 y 2012.

2005				2012			
	País	IEPG	Energía		País	IEPG	Energía
1	Arabia Saudí	79.3	840	1	Arabia Saudí	152.1	1592
2	Rusia	153.1	784	2	Rusia	243.7	1485
3	Canadá	134.3	383	3	Emiratos Árabes U.	82.3	709
4	Emiratos Árabes U.	43.5	375	4	Unión Europea	1088.3	688
5	Noruega	49.8	369	5	Estados Unidos	1012.3	680
6	Nigeria	25.2	287	6	Países Bajos	218.3	614
7	Unión Europea	763.1	285	7	Canadá	194.1	609
8	Irán	27.7	269	8	Noruega	80.2	568
9	Países Bajos	124.0	257	9	Irán	53.7	537
10	Venezuela	23.8	243	10	Nigeria	43.6	535
11	Argelia	19.9	238	11	Singapur	106.3	426
12	Reino Unido	246.8	191	12	Venezuela	36.8	410
13	México	49.9	168	13	Argelia	33.1	380
14	Singapur	49.2	147	14	Indonesia	63.1	362
15	Australia	81.8	143	15	Australia	149.4	361
16	Estados Unidos	771.7	139	16	Reino Unido	347.5	339
17	Indonesia	26.2	125	17	India	108.0	297
18	Bélgica	79.2	121	18	México	76.2	293
19	Alemania	275.3	111	19	Corea del Sur	146.1	279
20	Malasia	36.7	100	20	Bélgica	132.6	272
21	Francia	228.2	94	21	Malasia	71.4	212
22	China	144.7	93	22	Colombia	30.7	192
23	Corea del Sur	70.0	83	23	Alemania	390.7	175
24	Italia	118.6	67	24	China	308.4	170
25	India	45.4	55	25	Brasil	94.2	141
26	Colombia	9.0	44	26	Francia	297.5	140
27	España	105.0	44	27	Italia	171.5	130
28	Dinamarca	39.6	41	28	Japón	237.4	86
29	Brasil	38.2	37	29	Suecia	87.7	72
30	Argentina	20.5	35	30	España	162.8	68

Fuente: Índice Elcano de Presencia Global (IEPG), varios años.

Una breve panorámica de las principales perturbaciones en el suministro europeo de los últimos años muestra resultados similares: el gran reto de la seguridad energética europea y española reside fundamentalmente en los productores convencionales, suministradores tradicionales y geográficamente próximos; empezando por Rusia, los cortes de gas a Ucrania y, en última instancia, a la UE, así como la competencia por el control de las rutas de transporte del Caspio. Respecto al Norte de África, región axial para la seguridad energética española, la región atraviesa un periodo convulso que sucesivamente ha despertado temores sobre el futuro del canal de Suez y las exportaciones de gas egipcias; ha paralizado la producción libia durante meses, incluyendo las exportaciones de gas a Italia por el gasoducto Greenstream, y ha detenido cualquier proyecto de corredor en la región, desde los planes sirios de construir un gasoducto para llevar el gas iraní al Mediterráneo a las perspectivas de exportar gas egipcio a Europa a través de Siria y Turquía, pasando por poner definitivamente en jaque el proyecto argelino del gasoducto trans-sahariano. Finalmente, tenemos también el ataque a la planta argelina de gas de In Amenas a principios de 2013.

Esta sucesión de perturbaciones demuestra que, al menos para España y otros países de la Europa mediterránea, la gran frontera geopolítica sigue siendo la más próxima: un Norte de África ampliado hasta el golfo pérsico y el golfo de Guinea, y más profundo en la medida en que alberga mayor profundidad estratégica por la acumulación de vectores de desestabilización, tanto de la propia Europa como de sus vecinos de la ribera sur del Mediterráneo. Algo semejante ocurre con el golfo pérsico, que sigue concentrando gran poder energético. En el caso de Arabia Saudita, a ello se añade una capacidad ociosa importante que le permite aumentar la producción de crudo rápidamente y actuar como una especie de banquero central del petróleo mundial, compensando las caídas de producción ocasionadas en otros países.

En este contexto, y pese a los cambios mencionados en materia de nuevos recursos y tecnologías, las transformaciones directas de mayor trascendencia para España previsiblemente se derivarán de la evolución de los grandes productores convencionales. Es decir, en un escenario energético interpolar y de gobernanza fragmentada, probablemente los mayores desafíos a la seguridad energética española procederán de las zonas que mantengan o aumenten la intensidad de su interdependencia energética con nuestro país y en las que más compleja sea la gobernanza cooperativa de la seguridad energética. Y las previsiones y proyecciones existentes apuntan a que la jerarquía energética, basada en la interdependencia de los mercados de hidrocarburos, tenderá a mantenerse para España en el ámbito de sus suministradores convencionales tradicionales.

Esto, desde luego, no exime de desarrollar nuevas formas de cooperación energética con países y regiones emergentes y mantener las existentes: aunque pueda variar el *ranking* de suministradores españoles, los pues-

tos se alternarán entre productores convencionales. Sobre todo porque las transformaciones en el seno de ese grupo reducido de países, que se identificará en la siguiente sección del artículo, prometen ser importantes y requerir de una gestión activa por parte española.

Entre las incertidumbres abiertas están las políticas de extracción de una Arabia Saudita más exigida fiscalmente por la necesidad de apaciguar las demandas socioeconómicas de su población, algo que tras las revueltas árabes se hace extensible a todos los productores de Oriente Medio y, de especial atención para España, del Norte de África; la capacidad de Irak de cumplir las expectativas, hasta ahora defraudadas, de aumentar su producción; la resolución del pacto con Irán y su impacto sobre las sanciones y sobre la estabilidad de Oriente Medio; el impacto regional de la crisis siria[12]; la resolución del cada vez más menguado "gran juego" centroasiático y el acceso a sus recursos o las decisiones rusas sobre su política de producción y suministro de gas; el desenlace de la estrategia china de penetración en determinados mercados africanos y latinoamericanos[13], y, en América Latina, la resolución de las tensiones entre el nacionalismo energético y la apertura a la inversión internacional, que incluye vectores diferenciales para España como el futuro de la reforma energética mexicana, la capacidad brasileña de explotar sus recursos con el modelo actual de nacionalismo abierto o las réplicas nacionalizadoras en otros productores de la región[14].

Además de las transformaciones que pueden experimentar los productores convencionales tradicionales, la aparición de nuevos actores trasciende la revolución no convencional. Por ejemplo, el embargo a Irán y las dificultades de Libia han acelerado la diversificación española hacia el África occidental y América Latina. La configuración geopolítica del Norte de África es ahora más extensa para abarcar también a los productores y rutas de tránsito del golfo de Guinea. Y, como se verá más adelante, el papel de nuevos proveedores como Brasil, Perú o Colombia ofrece a España un perfil de abastecimiento único en la Unión Europea. A esto se suma el papel de productores potenciales que, pese a una significación relativamente menor en términos

---

12 ESCRIBANO, G. (2013). "La crisis Siria reafirma la centralidad energética de Oriente Medio". Comentario *Elcano* 53/2013-11/9/2013.

13 ESCRIBANO, G. (2013). "Is China becoming a 'normal' oil player in Africa?". Blog *Elcano,* 23 de septiembre.

14 El Real Instituto Elcano cuenta con una serie de análisis sobre la energía en América Latina. Además de los que siguen, hay varios documentos en elaboración dedicados a la geopolítica de la energía en la región que serán publicados próximamente: ESCRIBANO, G. (2013): "El escenario energético de América Latina", *Economía Exterior*, 65; ESCRIBANO, G. (2013): "Ecuador's energy policy mix: Development versus conservation and nationalism with Chinese loans", *Energy Policy*, 57: 152-159; ESCRIBANO, G. (2012): "La expropiación de YPF culmina el fracaso de la política energética argentina", *ARI Elcano* 30/2012-23/4/2012; ESCRIBANO, G. (2013, en prensa): "Emergente y diferente: Brasil como actor energético global e implicaciones para España", DT del RIE.

de volumen, entrañan connotaciones geopolíticas relevantes, como los recursos de gas *offshore* descubiertos en el Mediterráneo oriental y sus implicaciones para Israel, Egipto, Chipre, Palestina, Líbano y Turquía.

A estos asuntos se añade una nueva dimensión que tenderá a resurgir a medio y largo plazo: la geopolítica de las energías renovables que, en el caso de España, supone una profundidad geopolítica añadida al Norte de África. Nótese que, de manera contraintuitiva pero no paradójica si se analiza detenidamente, una mayor interdependencia en renovables con el Norte de África no significaría para España necesariamente un deterioro de su seguridad energética. Hay varios motivos para ello[15]. La electricidad generada a partir de renovables, al no poder almacenarse ni ser redirigida, no permite un empleo político de sus recursos, como sí ocurre con la denominada petropolítica (o el gas): si se interrumpe el suministro a un consumidor, la energía no generada se pierde para siempre y genera un lucro cesante difícil de recuperar, siquiera parcialmente.

Además, al tener un coste marginal cero por no utilizar combustibles, su precio está totalmente descorrelacionado de los de las energías fósiles. Al tener una naturaleza descentralizada, se propicia la diversificación y se dificulta una gestión politizada en exceso. Y en todo caso, el acceso a una fuente adicional, especialmente en un nuevo suministrador pero también en uno tradicional, diversifica la cartera de fuentes energéticas y orígenes geográficos y, como toda diversificación, supone una disminución de la vulnerabilidad y una optimización de la cartera de riesgos.

Los escenarios geopolíticos de la energía se encuentran por tanto en transición, con la aparición de nuevos actores y un reequilibrio del peso energético de los actores tradicionales. Pero para España esos cambios no reducen, sino que refuerzan, el peso geopolítico de sus suministradores tradicionales, que además de reservas de hidrocarburos convencionales albergan importantes recursos no convencionales por explorar y recursos renovables de gran potencial a más largo plazo. Las siguientes secciones exploran la naturaleza de la interdependencia energética española[16]. Se analiza primero la seguridad física de abastecimiento de España, identificando las tendencias de los principales vectores y el papel de los suministradores clave. A continuación, se aborda la cuestión de la seguridad económica, enfatizando la cuestión del impacto geoeconómico sobre la competitividad de las empresas españolas y el papel que ocupa la ausencia de integración de los mercados europeos.

---

[15] ESCRIBANO, G., MARÍN-QUEMADA, J. M. y SAN MARTÍN, E. (2013). "RES and risk: Renewable energy's contribution to energy security. A portfolio-based approach". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, pp. 549-559.

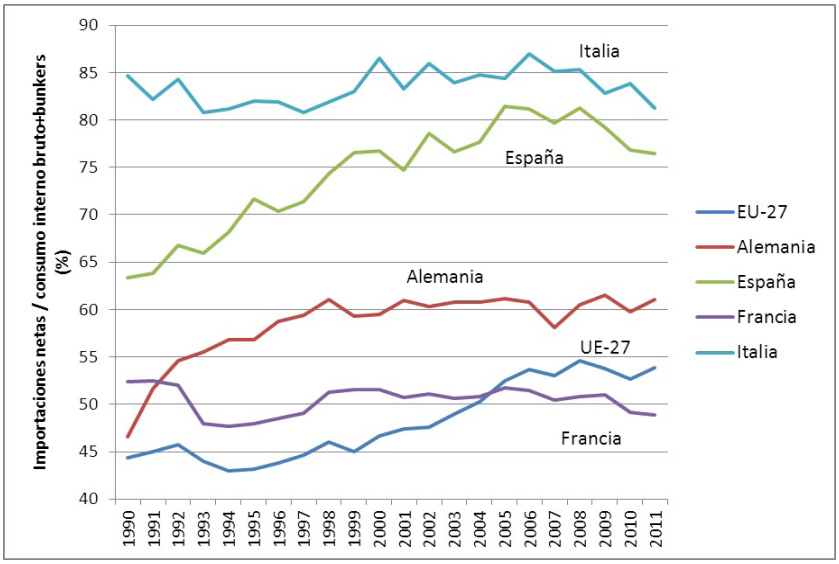
[16] Ambas completan y desarrollan con mayor detalle la dimensión de seguridad energética del análisis, más amplio y por tanto menos detallado, realizado en el Documento de Trabajo Elcano del autor *La acción exterior española en un escenario energético en transformación*, de 2013.

Vectores de seguridad física: dependencia y vulnerabilidad

La consecución de la seguridad energética puede declinarse en varios vectores. La tipología más frecuente consiste en distinguir entre seguridad física, consistente en la seguridad de acceso a las fuentes de energía, y seguridad económica, que estriba en que los precios de esa energía sean compatibles con los fines económicos últimos de la sociedad (bienestar, desarrollo, etc.). Dentro de las políticas relacionadas con la seguridad física de los abastecimientos, la más frecuente es la de intentar reducir la tasa de dependencia de las importaciones energéticas, lo que a su vez puede conseguirse de varias formas, no todas óptimas. Así, podría sustituirse gas importado por carbón nacional, aunque el coste en términos de objetivos de competitividad y sostenibilidad sería elevado, o sustituir gas por renovables y asumir pérdidas de competitividad casi estructurales.

Primar la eficiencia energética y el desarrollo de recursos propios para reducir la tasa de dependencia es recomendable, pero no a cualquier coste en términos de los otros dos objetivos. El gráfico 1 muestra el fuerte aumento de la tasa de dependencia energética española hasta 2005, y su posterior inflexión, causada básicamente por el impacto de la crisis económica. Evidentemente, la elevada tasa de dependencia energética española es una vulnerabilidad importante y sería importante mantener la reducción experimentada en los últimos años. No obstante, esa estrategia tiene unos límites que no pueden excederse si no es a costa de la competitividad, especialmente en un contexto de eventual recuperación económica.

Gráfico 1: Tasa de dependencia energética.

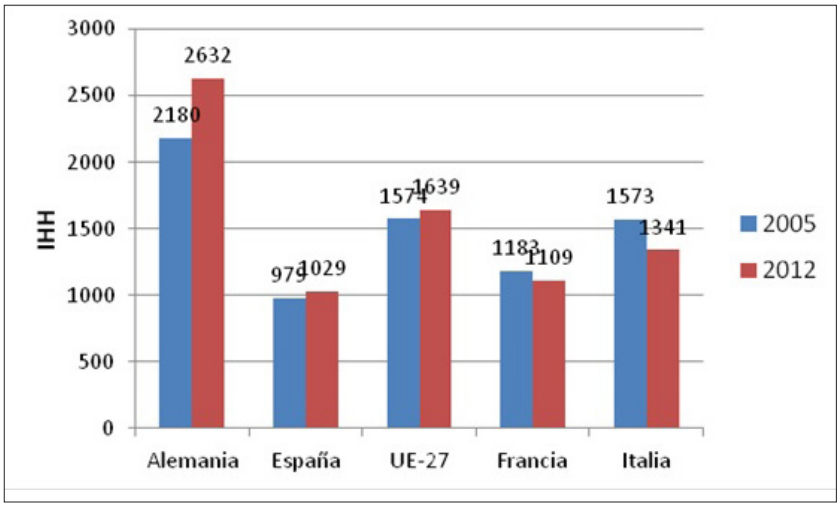


Fuente: ***Eurostat Database.***

Frente a las limitaciones del concepto de dependencia energética, la estrategia de seguridad energética más valorada es la reducción de la vulnerabilidad mediante la diversificación. La diversificación es un instrumento básico de la gestión de riesgos, y España cuenta con un suministro energético diversificado, tanto por orígenes geográficos como por fuentes primarias. Se trata sin duda de uno de los mayores activos españoles en materia de seguridad energética. Pocos países europeos disfrutan de un *mix* eléctrico tan completo, que abarca gas natural, energía nuclear, hidroelectricidad, carbón y una cartera a su vez diversificada de renovables.

La diversificación geográfica del abastecimiento de hidrocarburos es igualmente elevada y merece una atención especial. El gráfico 2 muestra que España cuenta con un grado de diversificación de abastecimiento de crudo sensiblemente más elevado que la media europea, con un Índice Herfindahl-Hirschman (IHH) estable y comparativamente reducido que refleja una concentración relativamente baja de sus importaciones de petróleo. Entre 2005 y 2012 el grado de diversificación se ha reducido, al igual que ha ocurrido con el conjunto de la UE, mientras que Francia e Italia han conseguido incrementarlo de manera significativa.

Gráfico 2: Índice Herfindahl-Hirschman-IHH de suministros de crudo.



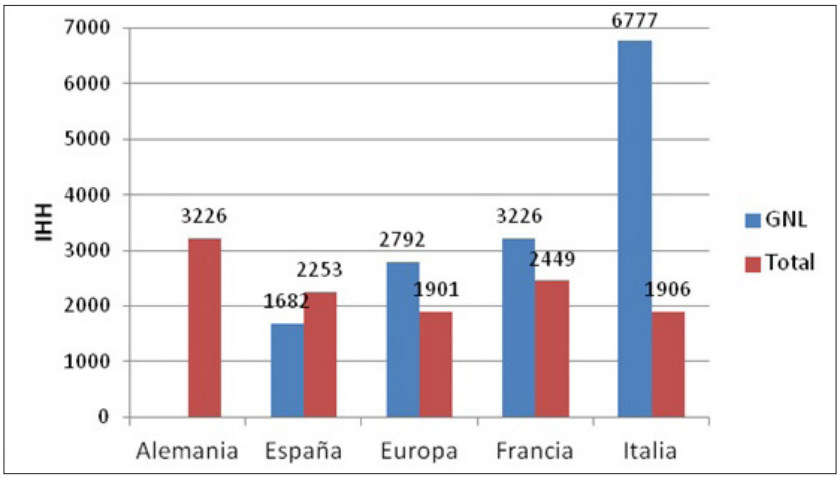
Fuente: Elaboración propia con datos de *Comext Database*.

A mayor IHH, mayor concentración del abastecimiento en pocos productores y, por tanto, menor diversificación; a menor IHH, mayor diversificación.

El abastecimiento de gas está también bastante diversificado, como recoge el gráfico 3, aunque deben introducirse algunos matices adicionales. Considerando separadamente las importaciones de gas natural licuado

(GNL), España es el país más diversificado de Europa. La flexibilidad que otorga el GNL amplifica el impacto de la diversificación igualmente importante en el total de importaciones (GNL y gasoducto). El índice europeo agregado no resulta relevante, puesto que un espacio geográfico amplio siempre tiende a contar con más corredores energéticos. España se sitúa en una situación intermedia entre Francia e Italia (que se beneficia de abastecimientos por gasoducto de Rusia y el Norte de África), pero con una diversificación muy superior a la de Alemania, marcada por la concentración de importaciones de Rusia y Noruega.

Gráfico 3: Índice Herfindahl-Hirschman-IHH de los suministros de gas.



Fuente: Elaboración propia con datos para 2012 de *BP Statistical Review Database.*

Se trata por tanto de un suministro energético relativamente bien diversificado por orígenes, fuentes, tecnologías, rutas y modalidades de transporte, ofreciendo una cartera de corredores energéticos variada que permite una estrategia activa de gestión de riesgos. La cuestión fundamental es precisamente si esa diversificación resulta óptima desde la perspectiva de la gestión de riesgos. Este análisis puede realizarse, al menos, en tres dimensiones: el análisis comparativo con la UE, las concentraciones de riesgo político y, a largo plazo, la calidad en la gestión de los recursos energéticos de los suministradores de España.

Respecto a la primera dimensión, en la medida en que el patrón de interdependencia energética española siga una pauta semejante al de la UE, aumentan las posibilidades de alineación de las preferencias energéticas españolas con las comunitarias y el aprovechamiento de sus instrumentos. Por el contrario, en casos de divergencia en dicho patrón sería necesario desarrollar en mayor medida los cauces bilaterales para prevenir el impacto de eventuales choques asimétricos.

Ejemplos cercanos son el embargo a Irán o el conflicto en Libia, que ha afectado en mayor medida a España (y, en general, a unos estados miembros mediterráneos en situación económica muy difícil) que a otros países europeos.

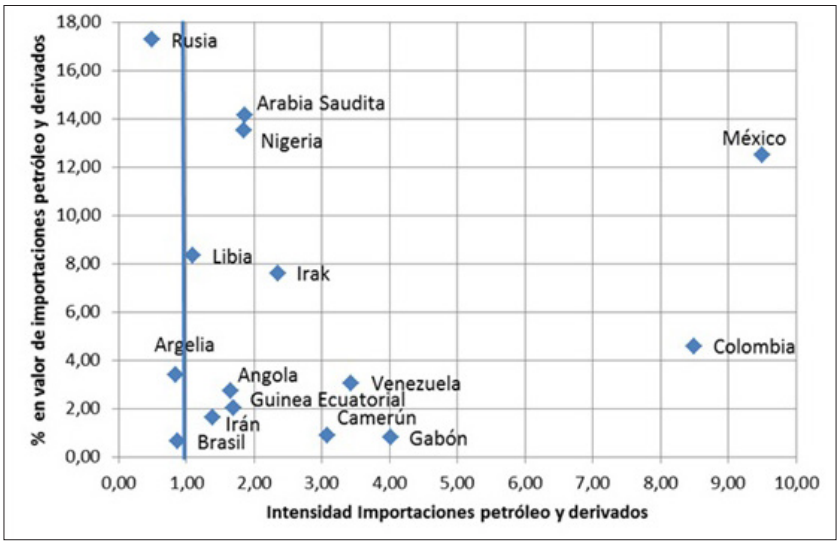
El patrón español de interdependencia energética difiere bastante del conjunto de la UE y de sus diferentes estados miembros en varios aspectos. Esto no constituye una excepción española. La convergencia de los patrones de interdependencia energética en el seno de la UE no se produce hacia un modelo único, sino más bien hacia modelos diferenciados que agrupan a varios países en clúster bien diferenciados por su patrón geográfico de importaciones[17]. En materia de distribución geográfica de sus suministros energéticos, España aparece agrupada entorno a los países mediterráneos de la UE, que tienden a importar más hidrocarburos del Norte de África y Oriente Medio que el resto de estados miembros, al tiempo que está escasamente interconectada con el resto de Europa. Pero incluso dentro de ese grupo España tiene especificidades relevantes, como puede apreciarse en los gráficos 4 y 5.

El gráfico 4 compara el peso y la intensidad de las importaciones de petróleo y derivados de los principales suministradores de petróleo a España en 2012. Los países que se sitúan a la derecha de la barra azul del gráfico son países con los que España mantiene una intensidad importadora elevada en comparación con el conjunto de la UE. Es decir, un Índice de Intensidad Importadora (III) superior a la unidad[18]: son más importantes para España que para el conjunto de la UE, y por tanto representan choques asimétricos contingentes. Parece relevante identificar a esos suministradores y considerar la mejor manera de aproximar la interdependencia española con los mismos de manera diferenciada.

[17] Véase al respecto: Marín, J. M., García-Verdugo, J. y Escribano, G. (2011). *Energy security for the EU in the 21st Century. Markets, geopolitics and corridors*. Nueva York/Oxon: Routledge, capítulo 11.

[18] Índice de Intensidad de las Importaciones (III)= (Mej/Me)/(Muej/Mue); donde *Mej* son las importaciones de España desde el país *j, Me* las importaciones españolas totales, *Muej* las importaciones de la UE-27 del país *j* y *Mue* las importaciones totales de la UE-27. Un índice de 1 significa que las importaciones de los países de referencia son proporcionales a su peso en las importaciones de la UE, mientras que un índice mayor (menor) que la unidad refleja importaciones de mayor (menor) importancia que para el conjunto de la UE-27.

Gráfico 4: Intensidad geográfica (III) y peso de las importaciones de petróleo y derivados, 2012.



Fuente: Elaboración propia en base a *Comext Database*, capítulo 33 del SITC.

La singularidad más relevante es la especialización española en las importaciones de crudo latinoamericano, sobre todo las procedentes de México y Colombia, unas nueve veces más importantes para España que para la UE, pero también las procedentes de Venezuela, con un III superior a 3. El caso de México resulta destacable, pues en 2012 representó más del 12% de las importaciones de petróleo y derivados de España, aumentando al tiempo su intensidad en casi un punto desde 2005. El de Colombia también resulta notable, sobre todo tratándose de un fenómeno reciente y de uno de los productores latinoamericanos con una política energética más abierta. Brasil, aunque con una intensidad todavía baja, irrumpe como suministrador importante y las perspectivas del país como productor emergente de crudo gracias a sus recursos del Presal, junto con el peso de las importaciones españolas de etanol, le convierten en una fuente de diversificación importante para España. Al partir de un peso e intensidad relativamente reducidos, el potencial para incrementar sus aportaciones a la cartera de importaciones españolas de crudo y biocombustibles resulta considerable.

Ninguno de los países mencionados parece plantear problemas de choques asimétricos, pues España mantiene buenas relaciones con ambos y no requiere acompañamiento europeo, aunque sí podría valorar acompañamientos de otros instrumentos, tanto propios como comunitarios, de la acción exterior. Debe considerarse que las relaciones bilaterales son densas y están bien diversificadas a nivel regional, sectorial e, incluso, intrasectorial, con empresas españolas presentes en toda la cadena

energética, desde el *upstream* al *downstream*, y no solo en el sector de hidrocarburos, sino también en electricidad y renovables.

Venezuela es un caso distinto, puesto que las importaciones españolas suman peso y una intensidad creciente, aunque en bastante menor grado que en México y Colombia. En cambio, las relaciones bilaterales son más complejas, y la capacidad de la acción exterior española más reducida. Además, Venezuela es un productor en declive, incapaz no solo de explotar los ingentes recursos de crudo ultrapesado de la franja del Orinoco, muy costosos de extraer, sino incluso de recuperar sus campos maduros con la tecnología desarrollada por las compañías internacionales en los últimos años. Algo semejante pasa con Bolivia o Ecuador, pero España no importa desde esos países y sus riesgos son de carácter empresarial, no de abastecimiento.

Desde una perspectiva global, si se mantiene el auge del petróleo no convencional (*tight oil*) en Estados Unidos, América Latina podría liberar suministros y reforzar la especialización española en la región. Si además el proceso se extendiese a América Latina, siquiera gradualmente, ese efecto podría ser mayor. Es relevante para España mantener esa especialización en América Latina, por lo que toda iniciativa relacionada con la promoción de la cuenta atlántica en la cuenca del Orinoco, e incluso de recuperar la producción en términos energéticos, debería ser acompañada con medios para favorecer una mejor gobernanza cooperativa para la seguridad energética. Especialmente porque precisamente el segundo grupo de países con los que España mantiene una mayor intensidad de importaciones de petróleo y derivados son los de África occidental.

El gráfico 4 muestra intensidades en las importaciones de petróleo de la zona cercanas a 2 para Angola o Guinea Ecuatorial (ambas en descenso desde 2005), de 3 para Camerún y de 4 para Gabón, país que en 2005 ni siquiera aparecía en el listado de principales suministradores españoles de crudo. Si se añade a Nigeria, con un III de 2 pero tercer suministrador de crudo español con casi el 14% de las importaciones, el conjunto de la región supone casi el 20% de las importaciones españolas de petróleo. Además, España importa mucho más de ella que la UE en su conjunto. Pero, a diferencia de lo que ocurre en América Latina, la acción exterior española cuenta con una proyección muy limitada en la zona. Parece urgente reconsiderar esta carencia dada la situación de la región, especialmente en el golfo de Guinea, que presenta una combinación compleja de piratería, conflictos por recursos, proliferación de grupos armados y mala gobernanza especialmente difícil de gestionar para España[19].

[19] ESCRIBANO, G. y ARTEAGA, F. (2013). "Seguridad y recursos en el golfo de Guinea: algunas implicaciones para España". *ARI* 28/2013-16/7/2013.

Otros riesgos asimétricos son los Oriente Medio. El gráfico 4 refleja una especial intensidad de las importaciones de crudo de Arabia Saudita, segundo suministrador español en 2012 tras Rusia con más del 14% de las importaciones españolas y cuya intensidad se ha duplicado desde 2005, pasando de un III de 1 a otro de 2. España importa de Irak más del 8% de su crudo y el III es superior a 2. Irak es la gran promesa irrealizada de la producción petrolera: pese a su gran potencial, la situación de seguridad y las tensiones internas impiden el normal desarrollo de los proyectos de inversión. Aunque España tiene buenas relaciones con los productores del golfo pérsico, su capacidad para influir en la situación de Irak es muy reducida. En general, la seguridad de abastecimiento española (y global) de Oriente Medio está en manos de Estados Unidos, por lo que no es un asunto que pueda siquiera proyectarse a la UE.

También Irán representa un riesgo asimétrico: el descenso de las importaciones españolas por el embargo, primero, y su total desaparición después, supuso un verdadero choque asimétrico para países como España, Italia o Grecia. Las amenazas iraníes de bloquear el estrecho de Ormuz, aunque poco creíbles, no pueden ser descartadas, y afectaría a todos esos suministros más los de GNL. El pacto alcanzado con Irán deberá verificarse en los próximos seis meses, y solo entonces se verá si se traduce en un relajamiento de las sanciones[20]. Irán ha sido tradicionalmente uno de los suministradores clave de España, pero aunque el embargo pueda modularse, el riesgo geopolítico en la región sigue siendo elevado. La postura de Israel y las crecientes reticencias de Arabia Saudita no dejarán de mantener la tensión geopolítica en Oriente Medio.

Finalmente, pero con la mayor proximidad y en un contexto de gran incertidumbre, está el Norte de África. Argelia y Libia mantienen una intensidad normal de las exportaciones de crudo, aunque el peso de Libia se ha reducido tras la guerra civil en el país, y el deterioro de la situación en el verano-otoño de 2013 puede recrudecer esa caída. Pese a todo, representaron aproximadamente el 4% y el 8% de las importaciones españolas de petróleo en 2012, a lo que hay que sumar la cercanía geográfica y la presencia de empresas españolas en la región, lo que magnifica una intensidad comercial homogénea con Europa: aunque el III sea la unidad, esconde una mayor interdependencia logística y empresarial.

Ciertamente, Rusia fue en 2012 el primer suministrador de petróleo de España, pero ello no supone ninguna desviación de la pauta de interdependencia europea. En general, España puede ser percibido como relativamente cercano a Rusia frente a la postura de otros estados miembros, pero en la práctica, la política europea hacia Rusia, con todas sus deficiencias, parece consistente con las preferencias españolas. Al igual

[20] ESCRIBANO, G. y ARTEAGA, F. (2012). "Las nuevas sanciones a Irán: implicaciones energéticas y de seguridad". Análisis del Real Instituto Elcano, *ARI* 54/2012-24/7/2012.

que ocurre con el gas, del cual España no importa nada de Rusia, no hay ningún interés por parte española de entrar en los juegos geopolíticos, grandes ni pequeños, ni en Asia Central ni en el Cáucaso, que tanto han atraído al saliente comisario de energía de la Comisión Europea.

El patrón descrito para el petróleo se refuerza cuando se consideran las importaciones de gas natural, cuyo peso e intensidad por países está recogido en el gráfico 5. Argelia, que en 2012 suministró el 40% del gas natural importado por España, una cuota en aumento que además registra una fuerte intensidad, representa un III que cuadruplica el peso que supone para el conjunto de la UE. Es evidente que esta situación requiere de una atención especial de España a su principal suministrador energético, y que las preferencias españolas no se ven reflejadas en el grado de prioridad otorgado a Argelia por la UE.

De hecho, se ha sugerido que la importancia de Argelia para España requiere un enfoque más creativo y decidido, tanto a nivel europeo como bilateral. Eso incluye explorar vías complementarias a la interdependencia tradicional para equilibrar su simetría, como la realización de más proyectos conjuntos, una mayor apertura de los respectivos mercados y medidas de acompañamiento de todo tipo para diversificar las relaciones bilaterales del monocultivo del gas[21]; lo que incluye asimismo afrontar la situación de seguridad en un Norte de África ampliado que se extiende hasta el Sahel, y que atraviesa un momento muy complicado que ha perturbado gravemente los suministros de Libia y Egipto y puesto en duda la capacidad de Argelia para mantener la seguridad de sus instalaciones[22].

El país axial para España es Argelia, que ya experimenta dificultades para abastecer su creciente demanda doméstica de energía, una insuficiencia de inversiones por su poco atractivo marco fiscal y retributivo y un mercado que con la crisis económica europea y la revolución del gas no convencional ha transitado hacia un mercado de compradores. En el actual contexto de tensión que vive la región, el Gobierno argelino ha adoptado medidas muy costosas para el presupuesto público que podrían deteriorar a medio plazo la economía del país. A esas incertidumbres se suma el caos en que se encuentra Sonatrach por los casos de corrupción, así como las luchas por el poder en un entorno de ausencia de liderazgo por la enfermedad del presidente Bouteflika.

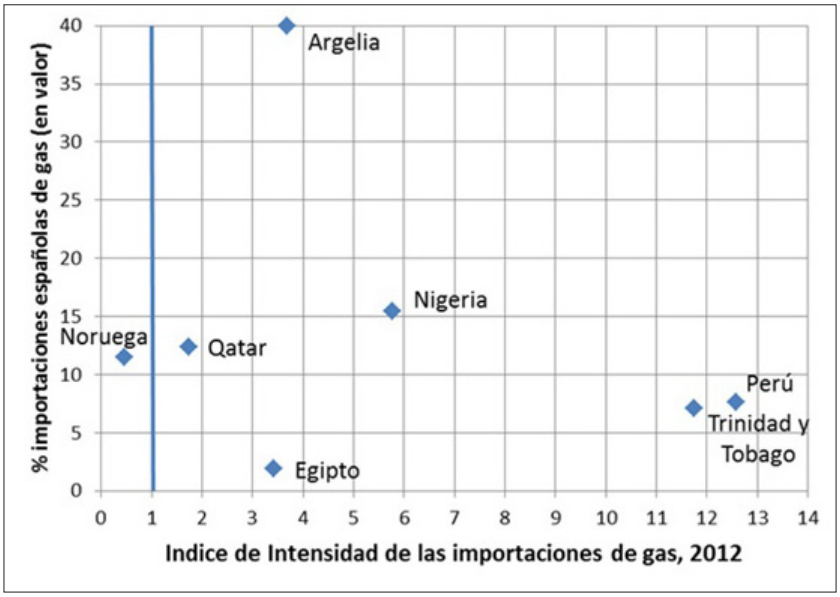
---

[21] ESCRIBANO, G. (2012). "Gestionar la interdependencia energética hispanoargelina". Análisis del Real Instituto Elcano, *ARI* 44/2012 - 20/6/2012.

[22] Véanse, respectivamente: ESCRIBANO, G. (2011): "Una agenda energética para Libia: seguridad, reconstrucción y gobernanza", Análisis del Real Instituto Elcano *ARI* 139/2011-17/10/2011; ESCRIBANO, G. (2013): "Egipto: primavera a oscuras", *ARI* 27/2013-9/7/2013; ARTEAGA, F. y ESCRIBANO, G. (2013): "La ocupación yihadista de la planta de gas de In Amenas en Argelia: ¿consecuencia de la intervención en Mali o secuestro fallido?", Comentario Elcano 8/2013-18/1/2013.

Las importaciones desde Egipto, importantes e intensas hasta 2012 (un III superior a 3 y una cuota de importaciones cercana al 3%, en descenso pero todavía destacable), han desaparecido en 2013 por la falta de abastecimiento de gas a la planta de Damietta de Gas Natural Fenosa. Este es otro ejemplo de choque asimétrico que podría agravarse si un deterioro de la situación en Egipto afectase al canal de Suez, algo poco previsible pero no descartable. Debe recordarse que en el verano de 2013 se produjo un ataque fallido a un buque que discurría por el canal. Las importaciones de gas españolas de Catar también son intensas e importantes, con un III cercano a 2 y más del 12% de las importaciones, e igualmente sensibles a los desarrollos en Ormuz y Suez. Noruega tiene un peso relevante pero proporcional al que ocupa en el conjunto de la UE, y no plantea problemas de seguridad energética.

Gráfico 5: Intensidad y peso de las importaciones de gas natural, 2012.



Fuente: Elaboración propia con datos para 2012 de *BP Statistical Review Database*.

El elemento más diferencial vuelve a ser la fuerte intensidad de las importaciones españolas de GNL de Trinidad y Tobago y, sobre todo, de Perú, que se ha convertido en pocos años en una fuente de diversificación importante para España. Cada uno de ellos representa entre un 7% y un 8% de las importaciones españolas de gas, lo que supone una fuerte interdependencia relativa, con III en el entorno de 12. En ambos casos son de aplicación los comentarios ya realizados en los párrafos dedicados al petróleo. Finalmente, Nigeria se consolida como segundo proveedor de gas a España, con más del 14% de las impor-

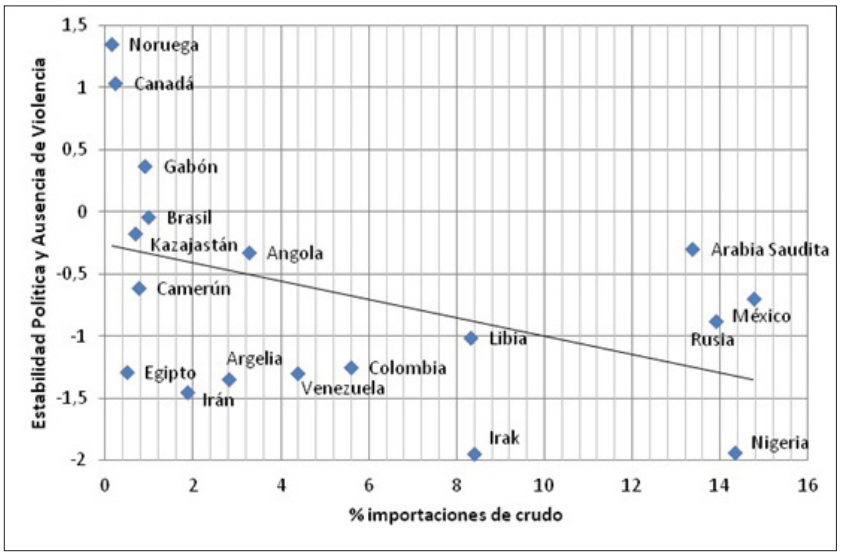
taciones y un peso de las mismas seis veces superior al que tenía en la UE de los 27, profundizando el riesgo asimétrico ya descrito para el petróleo que supone el golfo de Guinea.

Los datos precedentes deben además complementarse con otras consideraciones, como las relativas a la cercanía geográfica, la calidad de los crudos, la presencia de empresas españolas o la existencia de marcos institucionales de actuación. Sin entrar en los detalles, que ya contienen a escala particular las referencias aportadas, tales consideraciones tienden a acrecentar la importancia estratégica de los crudos y el gas natural de África del Norte y de África occidental, por su cercanía relativa, calidad y adecuación a las estipulaciones de las refinerías españolas en el caso del crudo y de gaseoductos en el del gas. A todo ello debe añadirse la presencia de empresas españolas en segmentos importantes de toda la cadena de valor. Arabia Saudita sigue siendo el suministrador de último recurso necesario para sustituir interrupciones abruptas del suministro de petróleo y el jugador clave del mercado mundial, y América Latina ofrece una vía diferenciada de diversificación con potencial para ampliarse en el futuro. Sumando el potencial del golfo de Guinea, la cuenca atlántica se convierte en un vector energético de importancia creciente para España.

El segundo elemento de la vulnerabilidad, además de la dependencia y la diversificación, es hasta qué punto la distribución del riesgo que presenta el patrón de interdependencia energética española es adecuada, en el sentido de que no se den concentraciones excesivas de riesgo político; o, cuando estas se den, se cuente con medidas para gestionarlo en los distintos ámbitos de la seguridad energética, bilateral o multilateral. Se trata de valorar si el patrón de diversificación distribuye el riesgo de manera adecuada o si por el contrario, y en qué medida, tiende a importar más de países con menores niveles de riesgo, por ejemplo, político. Una primera aproximación es, por tanto, analizar los niveles de riesgo político de los principales suministradores españoles.

Esto introduce el problema de incluir aspectos difíciles de objetivar y cuantificar que limitan la utilidad del ejercicio, pero ofrece una primera aproximación que suele variar poco con los índices de riesgo político elegidos, pues casi todos tienden a estar muy correlacionados. En todo caso, el gráfico 6 muestra, como era de esperar, que España tiende a importar un mayor porcentaje de su crudo de países con indicadores de riesgo político alto. Pero esa relación es relativamente débil, y no solo no es peor que la de otros países europeos, sino que en ocasiones incluso la mejora. El gráfico permite identificar a los países con mayor nivel de inestabilidad y violencia que al tiempo suponen un peso elevado de las importaciones españolas.

Gráfico 6: Importaciones de crudo (%) y estabilidad política y ausencia de violencia.



Fuente: CORES y Banco Mundial, *Governance Indicators* 2012.

Entre los grandes proveedores, Nigeria es el que presenta una situación de inestabilidad más elevada. Es Nigeria, no el resto de suministradores del África occidental, quien empeora la cartera de riesgos políticos de los abastecimientos españoles de crudo, pero la estabilidad política relativa de sus grandes suministradores, como Rusia y Arabia Saudita, así como la especialización en América Latina, lo minoran[23]. En América Latina, Colombia es un caso que merece un comentario aparte: su bajo nivel de estabilidad política y ausencia de violencia se debe a esta última, cuya capacidad de desestabilizar el país e interrumpir los suministros es cada vez más limitada.

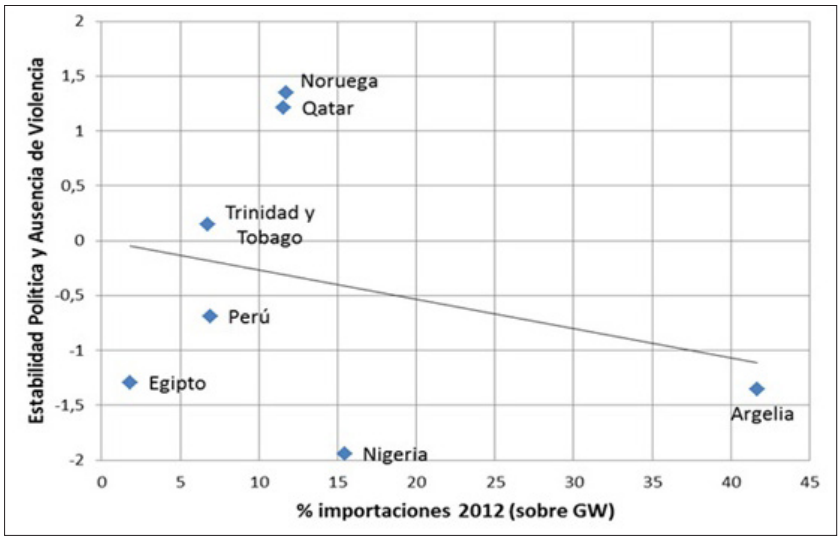
Países como Irak, Libia o Venezuela presentan combinaciones de importaciones e inestabilidad importantes para España, mientras que el resto de proveedores con baja estabilidad política tiene un peso muy reducido compensado por las aportaciones de países muy estables como Noruega o Canadá. El gráfico 6 muestra que cualquier mejora en la estabilidad política del Norte de África, Oriente Medio y el golfo de Guinea tendrían efectos muy importantes en la gestión de riesgos asociada a las importaciones de crudo de España.

Algo semejante, pero tal vez más acusado, puede apreciarse en el gráfico 7 que replica el ejercicio para el caso del gas natural: Argelia y Nigeria

[23] Sobre el papel emergente de América Latina como actor energético, puede consultarse: ESCRIBANO, G. (2013). "El escenario energético de América Latina". *Economía Exterior*, n.º 65.

sesgan el riesgo político de la cartera de suministradores españoles de gas, Perú debe su posición a la violencia y no a la estabilidad política y Egipto representa un porcentaje reducido de las importaciones que, en 2013 y durante el período previsible, será nulo. Por otro lado, aunque Rusia ofrece una mayor estabilidad a sus clientes europeos que Argelia, España compensa ese efecto por sus importaciones latinoamericanas y cataríes. La importancia de tener en cuenta los riesgos políticos tanto de Argelia como de Nigeria y el conjunto del golfo pérsico resulta evidente cuando se conjugan ambos hidrocarburos, gas y petróleo.

Gráfico 7: Importaciones de gas (%) y estabilidad política y ausencia de violencia.



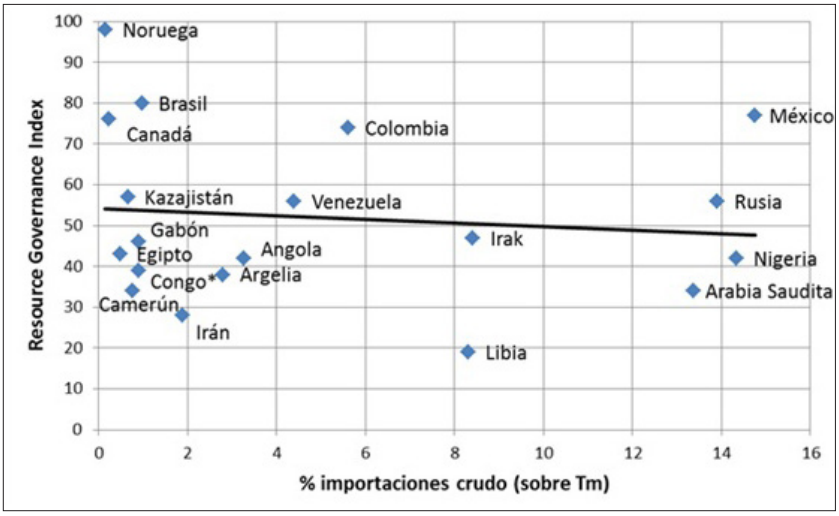
Fuente: CORES y Banco Mundial, *Governance Indicators* 2012.

Finalmente, a medio y largo plazo cabe preguntarse por el impacto sobre la seguridad energética futura del patrón actual de diversificación en términos de gobernanza de los recursos energéticos. Si se asume que a largo plazo una buena gobernanza de los recursos energéticos repercute en una reducción de riesgos, la mejora de la misma debería formar parte importante de la acción exterior, así como el desarrollo energético y la lucha contra la pobreza energética. En aquellos países con una situación de gobernanza más deficiente, una buena gestión de los recursos puede reducir los conflictos por los mismos, así como un patrón de desarrollo económico más equilibrado e inclusivo, reduciendo así los riesgos de violencia e inestabilidad política.

Por otro lado, analizar dicho patrón permite apreciar si el patrón español de importaciones refleja una preferencia por los países con una mejor gobernanza de los recursos naturales, puesto que ello repercute no solo en una minoración de los riesgos actuales sino también en los de largo plazo. Al

igual que ocurre con el riesgo político, la cartera de suministradores españoles de crudo cuenta con posiciones importantes de países con una mala gobernanza de los recursos naturales, básicamente los países del Norte de África y Oriente Medio y los del golfo de Guinea, como se recoge en el gráfico 8. No obstante, esa relación es más débil que la que se registraba para la estabilidad política y ausencia de violencia, y también más débil que la que registran otros países europeos.

Gráfico 8: Gobernanza de recursos naturales e importaciones españolas de crudo, 2012.

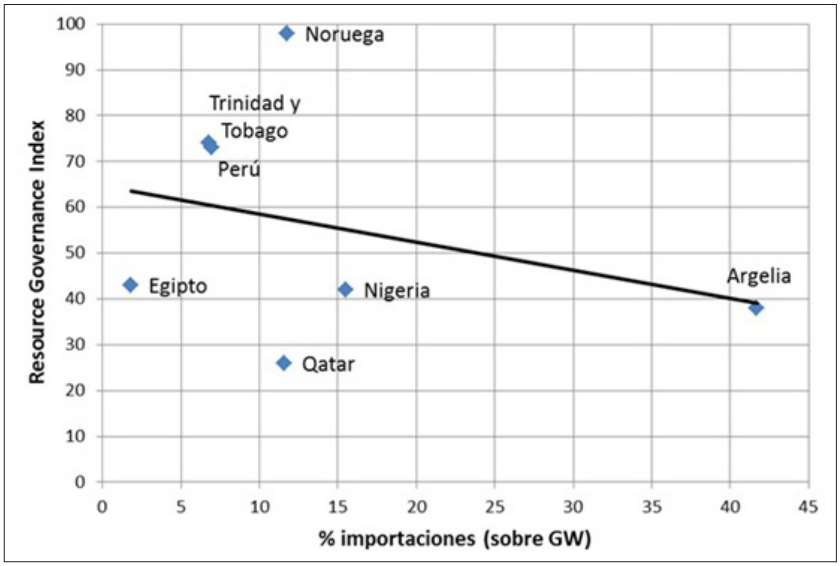


Fuente: CORES y Revenue Watch Institute, *Resource Governance Index* 2012.

También puede observarse un grupo de suministradores clave de petróleo que registran niveles de gobernanza comparativamente elevados, sobre todo Noruega, pero también los países latinoamericanos. De hecho, en el gráfico 8 puede trazarse una recta de ajuste imaginaria por encima de la trazada que alinease Brasil, Colombia y México (y Canadá), que mejoran la gobernanza de la cartera de suministradores españoles de crudo. Otros suministradores importantes, como Rusia o Venezuela, se sitúan en situaciones de gobernanza intermedia.

Para el gas, la relación negativa entre importaciones y gobernanza está marcada por el peso de Argelia, con lo que el patrón resulta más ajustado. Pero en términos generales, replica la pauta del crudo: Argelia, Nigeria, Catar y Egipto por debajo de la recta de ajuste y Noruega y dos países latinoamericanos, Trinidad y Tobago y Perú, por encima. La pauta agregada de gas y petróleo sugiere que las prioridades relacionadas con la mejora de la gobernanza se sitúan de nuevo en el golfo de Guinea, en el Norte de África y en Oriente Medio. Del lado positivo, los suministradores latinoamericanos, al igual que pasaba con el riesgo político, mejoran el nivel de gobernanza de la cartera.

Gráfico 9: Gobernanza de recursos naturales e importaciones españolas de gas natural, 2012.



Fuente: CORES y Revenue Watch Institute, *Resource Governance Index* 2012.

En suma, pese a una tasa de dependencia elevada, España mantiene una pauta de interdependencia energética bien diversificada en materia de fuentes y orígenes geográficos, y presenta una distribución relativamente adecuada de riesgos. Además, el elemento diferencial que en relación al resto de la UE suponen los suministros de América Latina tiene una buena cobertura política bilateral y, además, mejora el nivel agregado de riesgo de la cartera. Todo ello reduce su vulnerabilidad a los riesgos geopolíticos y compensa, siquiera parcialmente, tanto su falta de interconexiones con Europa como su elevada dependencia de la energía importada.

Es importante consolidar la caída de la tasa de dependencia ocasionada por la crisis y el desarrollo de un modelo productivo menos intensivo en consumo de energía. Pero es igualmente importante mantener un *mix* energético diversificado integrado por una cartera variada de tecnologías y suministradores, incluyendo el desarrollo de los recursos propios. Allí donde la acción exterior española tiene menos proyección, como en África occidental, es necesario abordar la cuestión de los medios necesarios para mejorar la seguridad, la estabilidad política y la gobernanza de los recursos energéticos. Y donde las preferencias españolas son claramente más intensas que las europeas, como ocurre con el Norte de África y en menor medida en Oriente Medio, apoyarse en otros países mediterráneos en el seno de la UE y reforzar y diversificar las relaciones bilaterales.

El plano multilateral debe ser empleado para promocionar bienes públicos globales como una buena gobernanza de los recursos energéticos y la lucha con-

tra la pobreza energética y el cambio climático, así como el despliegue de las energías renovables. Se trata de objetivos que se alcanzan por agregación y que tienen efectos inducidos sobre la seguridad energética a medio y largo plazo.

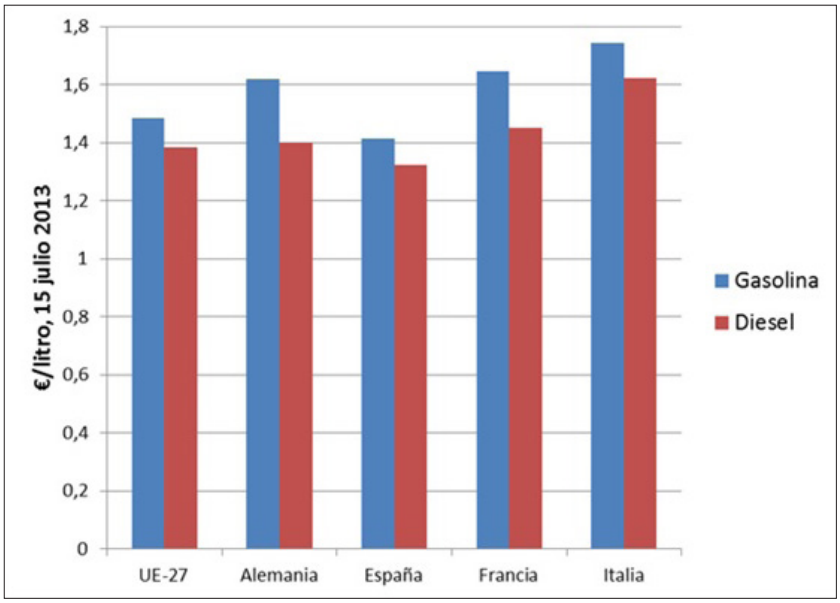
Vectores de seguridad económica: intensidad energética y competitividad

La seguridad energética es una de las vulnerabilidades más mencionadas de la economía española. Algunas cifras iniciales pueden contextualizar esa preocupación: en 2012, España importó más del 75% de la energía que consumió; las importaciones netas de energía en ese mismo año se situaron cerca de los 45.000 millones de euros, representando el 18% de las importaciones totales españolas y casi el 150% del déficit de la balanza comercial de bienes. Ciertamente, la energía es uno de los principales vectores de interdependencia de la economía española con el resto del mundo, abarcando las importaciones de hidrocarburos y el consiguiente impacto de sus variaciones de precios, pero también las exportaciones de tecnología y servicios, las inversiones de las empresas energéticas españolas en el exterior e incluso las exportaciones de derivados.

Las ventajas relativas descritas en materia de seguridad de abastecimiento en el apartado precedente tienen un coste en términos de seguridad económica. Es frecuente argumentar por parte del tejido empresarial, especialmente el industrial, que los elevados costes de la energía en España dañan su competitividad. Ese argumento suele limitarse al dilema entre competitividad y sostenibilidad, y raras veces incluye la relación de intercambio (*trade off*) entre competitividad y seguridad. La seguridad también tiene un coste en forma de capacidad ociosa, infraestructuras redundantes y de respaldo, diversificación de fuentes, tecnologías y orígenes, seguridad física de las instalaciones, mantenimiento de reservas estratégicas o la propia naturaleza de los contratos, donde suele primar la seguridad de abastecimiento a largo plazo, al menos en el gas.

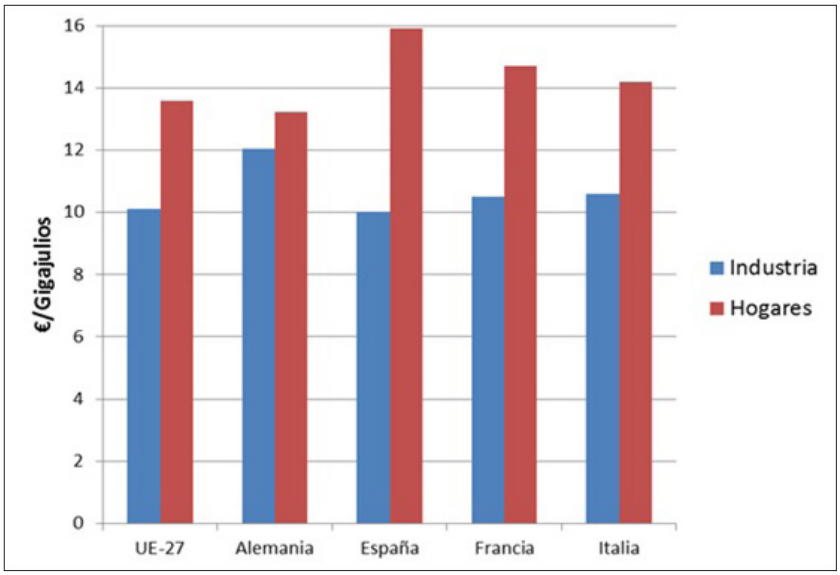
Una primera aproximación consiste en comparar los niveles de precios energéticos de España con los de otros países europeos, comparación que arroja evidencias mixtas. Como se observa en el gráfico 10, con datos de julio de 2013, los precios del consumo de gasolina y diésel se situaban por debajo de la media de la UE y de sus principales estados miembros. Aunque hay un debate importante acerca de la menor fiscalidad y mayor precio antes de impuestos, o sobre lo adecuado de la metodología de cálculo, el precio final sigue por debajo de la media europea, aunque ha experimentado aumentos significativos. Esta situación puede traducirse en menor recaudación fiscal, pero en perspectiva europea no afecta tan negativamente a la competitividad de las empresas españolas. En todo caso, sería importante atender a la extensión de la competencia como mejor medida de contener la escalada de los precios.

Gráfico 10: Precios de los combustibles en la UE y estados miembros seleccionados, julio 2013.



Fuente: *Eurostat Energy Statistics Database.*

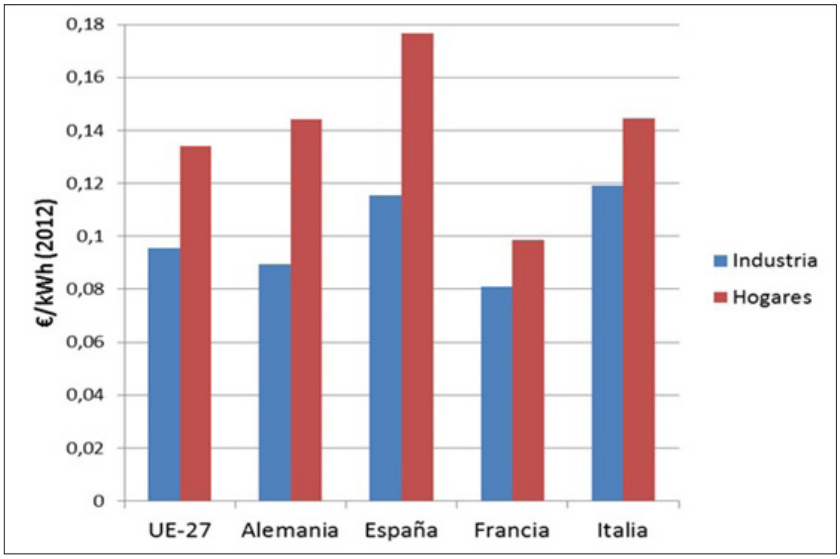
Gráfico 11: Precios del gas natural en la UE y Estados miembros seleccionados, julio 2013.



Fuente: *Eurostat Energy Statistics Database.*

El gráfico 11 muestra la comparativa de precios para el gas natural en 2012. Los precios industriales españoles estaban ligeramente por debajo de la media europea, muy por debajo de los precios alemanes, y también inferiores a los vigentes en Francia o Italia. En cambio, los precios de la electricidad al sector industrial español sí superan con mucho tanto la media comunitaria como los precios de Alemania y Francia. Entre los países comparables, solo Italia registra precios industriales de la electricidad más elevados. Para los consumidores domésticos, la comparación es aún menos favorable: los hogares españoles pagan precios de gas y electricidad muy por encima de la media comunitaria y de países como Francia, Alemania e incluso Italia[24]. Además, la brecha entre precios industriales y domésticos es de las mayores de la UE.

Gráfico 12: Precios de la electricidad en la UE y estados miembros seleccionados, julio 2013.



Fuente: ***Eurostat Energy Statistics Database.***

Por tanto, es cierto que España padece un problema de precios elevados de la electricidad, industrial y doméstica, y el gas doméstico, donde el aumento de los mismos ha sido importante. Aunque el sector industrial afronta precios de la electricidad más elevados que la media europea, la brecha entre precios industriales y hogares muestra una clara propensión a favorecer la competitividad industrial. En cambio, en combustibles para automoción, independientemente del debate nacional sobre la formación de precios, el precio final sigue por debajo de la media europea.

[24] Datos de Eurostat, *Energy Statistics Database.*

Cuando estos datos se contrastan con el nivel de seguridad energética relativamente elevado descrito en la sección anterior, incluyendo el despliegue de recursos propios como las renovables, el coste en términos de competitividad resulta elevado, pero no desorbitado; y, en los casos de combustibles para la automoción y gas industrial, incluso moderado. Evidentemente, eso no quiere decir que no deban acometerse las reformas necesarias para mejorar la competitividad energética, pero cuidando que no perturben el equilibrio alcanzado en términos de seguridad.

Un elemento clave es el papel de las energías renovables, situadas en el centro del debate entre seguridad de abastecimiento y seguridad económica. Ciertamente la política energética ha cometido excesos y errores regulatorios y de planificación que han elevado el coste económico de las renovables más allá de lo viable en un contexto de crisis económica. Pero una vez desplegadas, el argumento del orden de mérito (prioridad a las energías de coste marginal cero, como las renovables) resulta muy sólido.

Debe recordarse que España ha superado el objetivo intermedio de contribución de las energías renovables fijado por la UE, y que se encuentra por delante en su consecución a los países comparables en tamaño. Con datos de 2011 de Eurostat, la contribución de las renovables en España superó el 15%, lejos del 12% de Alemania o el 11% de Italia o Francia. Su peso se aprecia aún más en la generación de electricidad, que en España ha pasado a superar el 30%, muy por encima de los porcentajes registrados en los países mencionados (donde se sitúan por debajo del 20%).

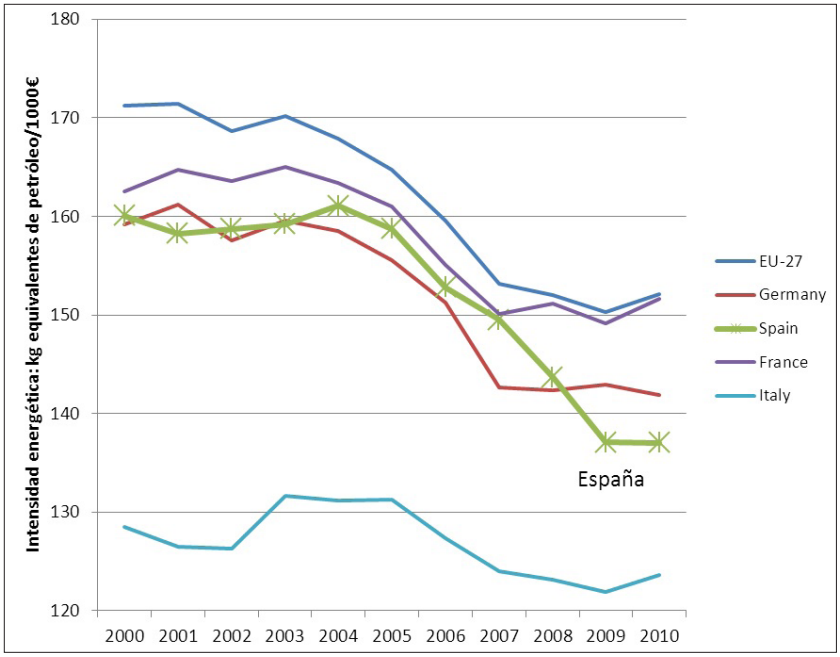
Las renovables no solo aportan al objetivo de sostenibilidad, sino también a la seguridad energética, como se apuntó en un epígrafe precedente. De manera adicional, ofrecen un vector de interdependencia energética con socios nuevos o tradicionales que puede complementar al patrón vigente, por ejemplo en el Norte de África, África occidental y América Latina. Es cierto que las renovables (aunque no solo) aumentan el coste de la electricidad, pero también que reducen el riesgo geopolítico para un coste dado: al tener un coste marginal cero y no depender de ningún tipo de combustible, su riesgo puede ser regulatorio (como se ha visto en España), pero no geopolítico. Una buena regulación debería ser más fácil de alcanzar que la estabilidad geopolítica en regiones más o menos complejas y lejanas.

Además de un problema de competitividad-precio, la economía española presenta una vulnerabilidad quizás más importante: su elevada intensidad energética; es decir, la gran cantidad de energía necesaria para producir una unidad de PIB teniendo en cuenta la estructura productiva del país. La conjunción de altos niveles de dependencia e intensidad energética supone que una parte importante de nuestro PIB depende de energía importada y, por tanto, que la volatilidad de los precios afecta en mayor

medida a la economía española que a la de algunos de sus competidores. Como muestra el gráfico 13, y al igual que ha ocurrido con la tasa de dependencia, la intensidad energética española ha venido disminuyendo significativamente ya desde antes del inicio de la crisis, una pauta compartida por el resto de países europeos.

La evolución reciente del indicador para España resulta relativamente favorable: en 2000 registraba una intensidad energética mayor que la alemana y cercana a la francesa (pese a las diferentes estructuras industriales y condiciones climáticas), pero después se situó por debajo de ambas. Evidentemente, esta menor vulnerabilidad, como ocurre con la tasa de dependencia, está relacionada con la crisis económica y con el cambio estructural que ha inducido en la economía española la crisis que afrontan sectores intensivos en consumo de energía, como la construcción y la industria de materiales de construcción, pero también el conjunto de la actividad industrial. La cuestión es si la salida de la crisis se producirá respetando esta tendencia a la caída de la intensidad energética de España.

Gráfico 13: Evolución comparada de la intensidad energética en la UE y estados miembros seleccionados, 2000-2010.



Fuente: ***Eurostat Energy Statistics Database.***

Sería importante actuar en ambos frentes: mejorar la competitividad-precio y seguir reduciendo la vulnerabilidad que entraña la todavía relativa-

mente elevada intensidad energética. Desde la perspectiva de la acción exterior, hay campo de actuación en el ámbito de la política energética comunitaria (avanzar en la integración y la interconexión, sobre todo eléctrica), pero también en la gestión activa del patrón de interdependencia energética exterior, en la línea de lo ya argumentado en secciones anteriores. No se trata de politizar las relaciones energéticas: al contrario, las empresas ya cuentan con mecanismos adecuados e información más completa. Pero sí es importante el acompañamiento diplomático y de otros vectores de la acción exterior[25].

En este punto es donde se producen las repercusiones más relevantes de la revolución no convencional[26]. Más que en alteraciones geopolíticas radicales, la verdadera revolución del *shale gas* estriba en la renovada competitividad industrial de Estados Unidos, que disfruta de precios del gas muy inferiores a los europeos y asiste a una incipiente relocalización de industrias intensivas en energía. Este es un aspecto que podría considerarse, por ejemplo, en las negociaciones de un acuerdo transatlántico de libre comercio. Este nuevo contexto competitivo atlántico hace más urgente optimizar el empleo de los recursos energéticos europeos propios y de los corredores existentes con los diferentes suministradores para mejorar la competitividad del modelo energético.

Finalmente, a nivel europeo, cabe insistir en la contradicción de perseguir una "competitividad sin competencia"; es decir, sin integrar los mercados energéticos europeos para aprovechar plenamente las ventajas comparativas y las economías de escala y de red que proporciona un espacio energético tan amplio como la UE. La dimensión europea vuelve aquí a resultar determinante, desde la extensión del Tratado de la Comunidad de la Energía al este y al Mediterráneo a los mandatos comunitarios para infraestructuras en terceros países, pasando por las importaciones de biocombustibles de América Latina[27]. Una mayor competitividad exige más integración de los mercados y una mayor apertura de los mismos, no solo en el seno de la UE, sino también con los principales actores energéticos mundiales.

La parálisis en que se encuentra sumida la UE afecta también a la integración energética. Para España, la interconexión con los mercados gasistas y eléctricos europeos es la prioridad exterior en el campo de la competitividad. Si se contase con una interconexión significativa con el resto de Europa a través de Francia, España podría convertirse en el *hub*

---

[25] Se utiliza el ´termino "acompañamiento diplomático" para obviar el debate legal entre protección y asistencia diplomática.

[26] ESCRIBANO, G. (2012). "Shifting towards what? Europe and the rise of unconventional energy landscapes", Análisis del Real Instituto Elcano, *ARI* 82/2012.

[27] Sobre España y la conformación de una política energética exterior de la UE, véase ESCRIBANO y STEINBERG (2012). "La europeización de la política de seguridad energética y sus implicaciones para España". *Economía Industrial*, n.º 384, pp. 23-32.

energético que el potencial de su situación geográfica proporciona, capitalizando sus capacidades gasistas y renovables actualmente ociosas. El último ejemplo de ello ha sido la comunicación sobre infraestructuras que apenas refleja las preferencias españolas de interconexión, identificando en España solo seis proyectos de interés común[28].

Por el contrario, la primacía de los mercados nacionales inhibe un diseño óptimo de los mercados energéticos europeos. La consecución de un mercado interior de la energía digno de tal nombre sería una transformación energética crucial para España. Sería además el primer paso para poder diseñar una política energética europea exterior coherente. En cualquier caso, el anclaje de la política energética española a la europea es un hecho, en la medida en que se asumen sus objetivos y su contenido normativo. Evidentemente, aunque limitado, España tiene margen de maniobra y especificidades propias que aconsejan un enfoque diferenciado. La centralidad de la política energética europea acapara sin duda la atención de las autoridades energéticas españolas, pero como se ha tratado de mostrar en estas páginas, fuera de la UE hay campo para una política energética exterior coherente.

Conclusiones

La energía es uno de los principales vectores de interdependencia que ligan a España con el resto del mundo, en un marco energético global interpolar, fragmentado y de hegemonías limitadas. Se trata de una interdependencia dinámica que se transforma con los cambios experimentados por el escenario energético global, desde la revolución no convencional a las primaveras árabes, pasando por el embargo a Irán o la emergencia energética de la cuenca atlántica. Todo ello en un vacío de gobernanza energética global especialmente perjudicial para potencias medias como España que carecen de la influencia necesaria para perseguir sus objetivos globales fuera de regímenes internacionales efectivos. El propio panorama energético nacional ha cambiado radicalmente con la crisis económica, las subsiguientes reformas energéticas y la necesidad de afrontar los cambios globales precedentes.

En los últimos años, el escenario energético internacional ha estado dominado por la narrativa del "poder duro" de la revolución no convencional en Estados Unidos y Canadá, más atractiva en tiempos de crisis que la alternativa europea del "poder blando" de las renovables. No obstante, para España la prioridad estratégica sigue estando en asegurar el abastecimiento de sus proveedores tradicionales y diversificar hacia productores emergentes. El embargo a Irán y la situación de Libia han acelerado

[28] ESCRIBANO, G. (2013). "The short-sightedness of the EU's long term energy infrastructure vision". *Elcano Expert Comment* 65/2013-23/10/2013.

la diversificación española hacia el África occidental y América Latina, donde el papel de proveedores como Brasil, Perú o Colombia ofrece a España un perfil de abastecimiento único en Europa.

Respecto al objetivo de seguridad energética, y pese a una tasa de dependencia elevada, España presenta una pauta de interdependencia energética bien diversificada por fuentes y suministradores, y la distribución de riesgos resulta razonable en términos comparativos. Los suministros de América Latina, en particular, reducen sustancialmente la vulnerabilidad geopolítica. Mantener la caída de la tasa de dependencia y transitar hacia actividades menos intensivas en consumo de energía podría aumentar la seguridad de manera importante a medio plazo. También es necesario mantener un *mix* energético diversificado de fuentes, tecnologías y suministradores.

Gestionar adecuadamente esa interdependencia aconseja priorizar las relaciones políticas bilaterales y acompañarlas con otras medidas complementarias de acción exterior con los suministradores clave. En las regiones en que la acción exterior española cuente con menos recursos, como en el golfo de Guinea, deben considerarse los medios necesarios para mejorar la seguridad, la estabilidad política y la gobernanza de los recursos energéticos. En cambio, donde las preferencias españolas sean más intensas que las europeas, como en el Norte de África y, en menor medida, Oriente Medio, deben apoyarse en otros países mediterráneos en el seno de la UE y reforzar la acción exterior bilateral.

La seguridad económica es el escalón final de los restantes objetivos energéticos, básicamente seguridad y sostenibilidad, en el sentido de que esas preferencias siempre acaban reflejándose en los costes. Las empresas tienden a sentirse perjudicadas por la menor atención que la competitividad recibe en relación a la sostenibilidad, pero rara vez frente a los costes de la seguridad. No hay desayuno gratis, y tampoco la seguridad energética lo es: la cuestión es cuál es el nivel de seguridad energética óptima y qué precio desea pagarse por ella. El problema es que la seguridad de abastecimiento es un factor limitativo de efecto asimétrico, puesto que su ausencia supone un escenario de parálisis económica y su restricción, un choque de oferta que históricamente casi siempre ha conducido a la recesión.

A nivel europeo, pero también nacional, es difícil alcanzar una "competitividad sin competencia"; es decir, sin integrar los mercados energéticos europeos para explotar las ventajas comparativas y las economías de escala y de red del espacio energético europeo. En el ámbito comunitario, la interconexión con los mercados gasistas y eléctricos europeos es la prioridad exterior para España, que podría convertirse en el *hub* energético que el potencial de su situación geográfica proporciona, capitalizando sus capacidades gasistas y renovables.

Por último, la absorbente tarea de seguir la evolución de las negociaciones energéticas europeas hace difícil mantener una gestión activa del patrón de interdependencia energética exterior en el plano bilateral, al menos no con todos los suministradores clave. Para gestionar este patrón de interdependencia asimétrica, España cuenta con tres posibilidades:

I. proyectar sus preferencias hacia la UE para que esta las incorpore buscando aliados que compartan preferencias semejantes (caso de la Europa mediterránea en términos de abastecimiento), pero no solo geográficas (por ejemplo, favorecer el desarrollo de interconexiones europeas con el apoyo de estados miembros del este de Europa);
II. actuar bilateralmente, desarrollando alianzas estratégicas con suministradores clave, pero también con otros actores energéticos clave en consumo como las inversiones de empresas energéticas españolas en países emergentes de grandes mercados y demanda energética en aumento;
III. multilateralmente, trabajando por el establecimiento de reglas del juego claras para una mejor gobernanza energética global, como corresponde a una potencia media que carece del peso para modelarla unilateralmente.

Una aproximación integrada a esos tres vectores de actuación podría ser la forma más adecuada de gestionar la interdependencia energética española.

ACRÓNIMOS

AIE: Agencia Internacional de la Energía.

FMI: Fondo Monetario Internacional.

GNL: Gas natural licuado.

IAEA: Agencia Internacional de la Energía Atómica (International Atomic Energy Agency).

IEPG: Índice Elcano de Presencia Global.

IHH: Índice Herfindahl-Hirschman.

OMC: Organización Mundial del Comercio.

NNUU: Naciones Unidas.

TTIP: Transatlantic Trade and Investment Partnership.

Ciberseguridad en los sistemas emergentes del sector eléctrico

Jorge Cuéllar

Capítulo tercero

Resumen

La situación actual del suministro energético global, la escasez de recursos convencionales y su impacto ecológico en el medio ambiente, junto con muchas otras razones, nos obligan a diseñar de nuevo la red eléctrica y nos conducen a la así llamada Red Inteligente. Como el mismo nombre ya indica, la red futura usará tecnologías de la información y las comunicaciones y, de hecho, estas serán imprescindibles para afrontar los desafíos de integrar las nuevas fuentes de energía, intermitentes y distribuidas. Siendo el suministro eléctrico una de las infraestructuras críticas más importantes de mantener y la fiabilidad de la red uno de los imperativos más esenciales que asegurar, la seguridad del ciberespacio asociado con la red será crucial; solamente con un esfuerzo firme y muy decidido de nuestra sociedad, los retos de seguridad serán manejables. Esta requerirá la participación explícita de diferentes organizaciones tanto del Estado como no gubernamentales, grupos de investigación y, en particular, de todos los actores que tomarán parte activa en la nueva red eléctrica.

El propósito de este trabajo es presentar el panorama de la seguridad de los procesos de información y de comunicación y de los datos personales en este contexto. Sin entrar en detalles técnicos que nos distraerían, discutiremos los usos de las tecnologías inteligentes en la red del futu-

ro, los riesgos que conllevan, los requisitos de seguridad, las medidas necesarias para proporcionarlas y los grandes retos que habremos de afrontar. Concluimos que, aunque los esfuerzos necesarios son grandes, los riesgos son en principio manejables y son una llamada a la acción.

Palabras Clave:

Seguridad, tecnologías, información, comunicaciones, amenaza, estrategia, ataques, redes, internet, ciberseguridad, vulnerabilidad, infraestructura crítica, SCADA, Red Inteligente, suministro eléctrico.

Abstract

There are many forces that have led modern societies to embrace a new concept for the production and distribution of electricity in the future: the Smart Grid. They include the scarcity of fossil fuel and the ecological impact of current energy sources. The intelligence of the future grid will depend on the use of technologies of information and communication. Indeed they will be indispensable to meet the challenges of the new energy sources which are intermittent and distributed. The energy supply infrastructures are among the most critical for the modern world, and the reliability of the distribution is the most important requirement to be met. This implies that ensuring the IT security of the smart grid will be of pivotal importance. But this will only be feasible with a demanding and large effort to cope with the security issues, conducted in a determined way by the different sectors of our society, including government authorities and private organizations, research groups and in particular all the different actors that will take part in the new electric grid.

The purpose of this article is to provide an overview of the security landscape of processes related with the management of command and control information and personal data in the context of the Smart Grid. Without entering into technical details that would distract us, we will discuss the purpose and use of smart technologies in the future grid, the risks associated with them, the security requirements that they must meet, and the means to implement them. We conclude that it is crucial to understand and treat the risks, and this endeavour will convey a set of new challenges that our society will have to face.

Keywords

IT security, technology, information, communication, threats, strategy, attacks, grid, Internet, cyber-security, vulnerabilities, critical infrastructures, SCADA, cyber threats, Smart Grid.

La Red Inteligente de distribución

El umbral de la tercera revolución industrial

Ya para el inventor Thomas Edison era evidente que la creación de nuevas tecnologías eléctricas aisladas, como la bombilla eléctrica o los generadores de energía, no es suficiente para lograr un impacto en la sociedad a gran escala. Es necesario también construir un sistema de distribución de energía para poner esos avances al alcance del público en general. Por ende, sus esfuerzos no se limitaban a la creación de equipos eléctricos aislados, sino a la transmisión de energía eléctrica a los hogares privados. En 1882 abrió la primera red de distribución de energía, lo que condujo rápidamente a la utilidad práctica de los avances tecnológicos y a un incremento explosivo en su uso. Sin embargo, él usaba corriente continua (DC), que resultaba útil para transmitir energía solamente en cortas distancias.

Nikola Tesla descubrió que la corriente alterna era capaz de superar las limitaciones de la transmisión de energía y resultaba más adecuada para la transmisión eléctrica sobre distancias largas. En 1895 George Westinghouse usó esta tecnología para conectar un generador en las cataratas del Niágara y transmitir en corriente alterna energía eléctrica a la ciudad de Búfalo, a unos 35 kilómetros, comenzando así lo que Marshall McLuhan denominó Edad de la Electricidad.

Desde entonces, la estructura de la red de distribución ha mantenido la misma arquitectura básica: la generación no tiene que estar cercana al consumo y la electricidad fluye unidireccionalmente y con distribución centralizada desde las plantas generadoras hasta los consumidores finales, ya sean hogares o industria. La fiabilidad del sistema se asegura teniendo un exceso de capacidad (reserva) para responder a la posible demanda en prácticamente cualquier momento. Los sistemas eléctricos fueron diseñados y construidos en tiempos en los que la energía hidráulica y aquella contenida en los combustibles crudos era relativamente abundante y barata y no existía la imponente necesidad de ahorrar energía, o de optimizar, a toda costa, el consumo. La abundancia de energía eléctrica ha sido un factor importantísimo de la industrialización y desarrollo de España, Europa y, por supuesto, del mundo entero.

La sociedad de la información y la tercera revolución industrial se vienen produciendo desde la segunda mitad del siglo pasado, con avances electrónicos y de TIC como el transistor, televisión, computación, robótica, Internet, etc. Pero son varios los autores, como Jeremy Rifkin, que consideran a la Red Inteligente de distribución como la puerta a la tercera revolución industrial, (*The Third Industrial Revolution,* Nueva York, Macmillan, 2011). Los cinco pilares de la tercera revolución industrial, según Rifkin, son:

I. El reemplazo de las fuentes convencionales de energía por energías renovables.
II. La transformación de los edificios y casas en microplantas de energía que pueden acceder a fuentes locales de recursos renovables.
III. La instalación de tecnologías de almacenamiento de la energía, como podrían ser aquellas para la creación, almacenamiento y procesado del hidrógeno. Estas tecnologías se usarán en edificios, casas o ciudades para usar efectivamente la energía intermitente o excedente en momentos de poca demanda.
IV. Usar tecnologías de información y comunicación, y en particular Internet, para crear redes de nodos que, habiendo generado localmente energía, negocian precios y venden sus excedentes a la red local o global.
V. El reemplazo de las flotas existentes de transporte convencional por vehículos eléctricos, que pueden almacenar energía y así comprar en momentos de mayor oferta y vender en momentos de mayor demanda.

El uso de tecnologías de la información y las comunicaciones permitirá descentralizar tanto la producción como el control y la optimización de la generación y distribución de energía eléctrica de una forma sin precedentes y radicalmente diferente a la existente hasta hoy, orientada hacia la generación centralizada de electricidad en grandes centrales eléctricas.

Fuerzas que conducen a la Red Inteligente

Son muchas las razones que obligan actualmente a diseñar de nuevo la arquitectura y el funcionamiento de la red eléctrica y que nos conducen a la Red Inteligente. Las subdividimos en razones de la seguridad de suministro, de protección del medio ambiente, los cambios en el mercado y la necesidad de nuevos mecanismos de optimización de la red.

La seguridad de suministro

Los combustibles fósiles –carbón, petróleo y gas natural– son limitados, y el petróleo está actualmente muy cerca de su clímax de producción. Desde antes de la primera crisis energética en 1973 los precios de los combustibles van aumentando en oleadas y se han presentado varias veces tiempos de gran carencia en el suministro de petróleo, electricidad u otros recursos energéticos. Estas crisis afectan negativamente al resto de la economía, aumentando las probabilidades de una recesión: al crecer los costes de energía suben también los costos de todas las industrias, mientras que el precio de la gasolina lleva al consumidor a una reducción de sus gastos y a una menor confianza en la economía. Los países dependientes del petróleo tienen una gran motivación por ahorrar

energía y buscar e integrar fuentes alternativas. Ninguna de ellas será tan barata como lo ha sido el petróleo, ni tan conveniente o simple de transformar energéticamente, pero serán necesarias para asegurar el suministro energético.

La ecología y la protección del medio ambiente

Muchas razones nos han llevado a tener conciencia de la necesidad de preservar el medio ambiente y nos obligan a buscar energías renovables, de baja emisión y de pocos residuos dañinos. Tres ejemplos son: la creciente contaminación atmosférica, como ha sido observada por ejemplo en los últimos años tan drásticamente en China; el riesgo cada vez más inminente de un cambio climático que podría resultar desastroso para la humanidad, y las dificultades en el dominio de la seguridad de la tecnología nuclear, como lo mostró Fukushima: las grandes dificultades que ha tenido Japón con esta planta nuclear después del tsunami han sido el motivo principal para que el Gobierno alemán decidiera la transición energética (*energiewende*).

El mercado

Uno de los impulsos hacia este cambio en el sistema es la desregulación y liberalización de los mercados, así como la reestructuración de la industria en general y del sector eléctrico en particular. Muchos gobiernos esperan un aumento en la innovación y la competitividad, así como en la reducción de precios y la eficiencia del suministro. Aún hoy en día las redes de energía siguen siendo manejadas en su mayoría por monopolios de generación y transmisión, pero estas estructuras están evolucionando hacia una gran red de muchos productores competitivos de energía y otros participantes en el sistema.

Optimización de las operaciones del sistema de distribución

Por otra parte, la necesidad de recurrir a fuentes alternativas de energía conlleva un costo de inversión y un mayor costo de producción, lo cual incita naturalmente a buscar métodos de usar óptimamente los excedentes de producción. Será imposible mantener reservas tan altas que en cualquier momento cubran la demanda existente: muchas energías alternativas son *intermitentes,* es decir, con una fluctuación de volumen enorme que depende del estado del tiempo (sol y viento), de las mareas, de la cantidad de lluvias, etc. Para resolver este problema será necesario que el usuario final participe activamente en optimizar el uso de energía, allanando las curvas de demanda. Ideal sería que los usuarios tomen menos energía de la red en momentos de baja producción. Esto se logra con mecanismos de *respuesta de la demanda* (DR, por sus siglas en inglés), incen-

tivando al público general a reducir el uso de electricidad en momentos en los que la demanda es alta. También será necesario que los usuarios no solo consuman, sino que también produzcan y almacenen electricidad dentro de la misma red.

Otra consecuencia del uso de fuentes de energía renovable será que las redes eléctricas dejarán de ser unidireccionales. Dependiendo de las condiciones climáticas en las diferentes regiones, la electricidad puede fluir por ejemplo de norte a sur o de sur a norte. Para adaptar la red y lograr que el sistema permanezca estable, es necesario tener una información muy detallada de las características eléctricas en los diferentes puntos así como pronósticos minuciosos de oferta y demanda.

¿Qué es la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid)?

Sucintamente, la función de la Red Inteligente es la de coordinar inteligentemente las acciones de generadores, distribuidores, consumidores y *prosumidores* (que cumplen con los dos papeles, de producir y consumir energía) de una forma eficientemente sostenible, económica y segura, facilitando la integración dinámica de generadores ecológicamente favorables para la conservación del medio ambiente, logrando que el usuario participe activamente en la optimización de las operaciones del sistema y brindándole al consumidor una mayor información y posibilidad de elección. La Red Inteligente usa las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) tanto en servicios innovadores como en tecnologías inteligentes de monitoreo, control, comunicación y autorregeneración.

Comencemos por decir que la Red Inteligente no es un concepto estático, sino más bien una *visión* con el objetivo de manejar eficientemente los recursos energéticos. Esta propuesta se concretiza en el uso de tecnologías innovadoras, de las cuales muchas están aún en desarrollo, para gestionar eficientemente la generación, distribución, medición, almacenamiento y consumo de la energía eléctrica respondiendo a las necesidades de una creciente demanda de energía y de crear una base sostenible de energía que sea capaz de reducir el impacto climático y ecológico. Para ello, es absolutamente indispensable el uso de TIC, encargadas de tareas vitales a todos los niveles del sistema, desde la adquisición y procesamiento de señales hasta el control técnico del sistema dinámico de flujo de energía eléctrica y la integración de las acciones de todos los actores en un solo sistema coherente.

La Red Inteligente de distribución eléctrica es considerada por muchos autores como el proyecto tecnológico más grande de la humanidad. Un esfuerzo de tal envergadura no podrá llevarse a cabo de un solo golpe. La construcción de la Red Inteligente contará con varias etapas, las inversiones crecerán con el tiempo y los beneficios obtenidos serán visi-

bles paulatinamente. La Red Inteligente no se desarrollará a la misma velocidad en todas partes. Al contrario: poco a poco van apareciendo islas inteligentes de gestión y distribución local, llamadas *microgrids* (microrredes), en universidades, centros industriales o comerciales, etc. Estas redes usan pequeñas fuentes de energía, relativamente baratas y fiables, como lo son microturbinas, paneles fotovoltaicos o pilas de combustible, colocadas en los predios de los clientes. La *microgrid* opera como un módulo controlable, conectado a la red global, con el fin de suministrar potencia eléctrica y energía calorífica localmente, mejorando la fiabilidad, reduciendo el mantenimiento de las tensiones locales, logrando mayor eficiencia al usar el calor residual y disminuyendo las emisiones totales.

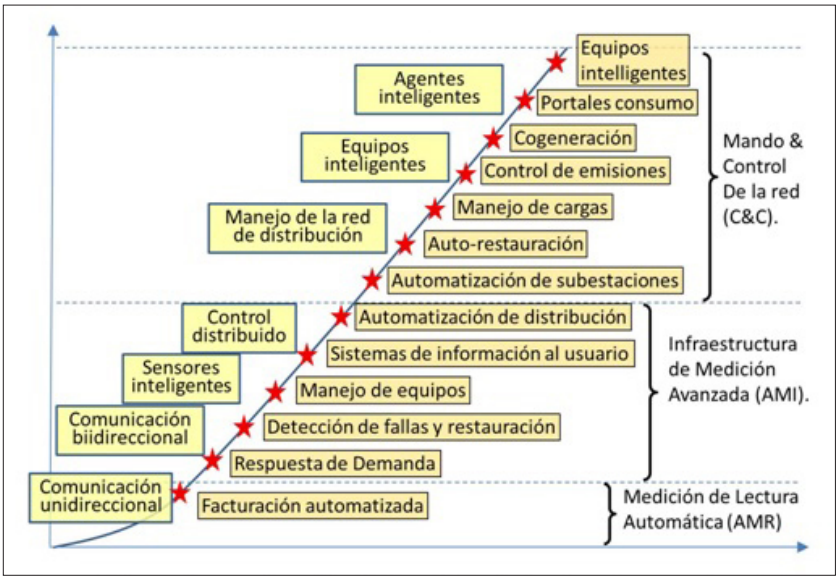


Figura 1 Etapas de construcción de la red. Tanto las inversiones en tecnología e infraestructura (rectángulos a la izquierda) como las características del sistema y los beneficios obtenidos como retorno de la inversión (rectángulos de la derecha) van produciéndose con el tiempo (eje horizontal). Algunos de estos conceptos los discutiremos en la Sección EL PAPEL DE LAS TIC EN LA RED INTELIGENTE. Las características de la Red Inteligente

La Figura 1 muestra las tres fases principales de la implementación de la red: la introducción de medidas automáticas de medición, la infraestructura de medición avanzada y los mecanismos de mando y control de la infraestructura, incluyendo la provisión de las herramientas para los mercados electrónicos de energía. La figura muestra también que el retorno de la inversión se logrará en los diferentes pasos, según el arquitecto principal de la primera *microgrid* en Canadá, el profesor H. Farhangi[1].

[1] FARHANGI, Hassan. "The path of Smart Grid". *Power & Energy Journal.* IEEE enero de 2010, vol. 8, n.º 1.

La Red Inteligente abarcará toda la cadena del negocio de la energía eléctrica; va a integrar a otros actores en áreas vecinas, como lo son el gas y el agua, y además cruzará las fronteras geográficas y políticas, ya que en muchos casos será necesario complementar los servicios de generación y de almacenamiento de los diferentes países. Así como en el sur de Europa es más fácil generar energía solar, en los países escandinavos es más fácil almacenar la energía en embalses hidroeléctricos. Aún más: la Red Inteligente entrará a formar parte de una red más global, con funciones que van más allá del suministro de energía, incluyendo la supervisión del transporte, la distribución de bienes, el bienestar de los habitantes, el servicio médico, la calidad del agua y mucho más. Ya son un buen número los proyectos que están construyendo estas redes inteligentes, en particular en el contexto de las ciudades inteligentes (*smart cities*).

El sistema actual de suministro eléctrico

Arquitectura y características del sistema actual

El sistema de suministro eléctrico comprende el conjunto de recursos útiles para la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica. La Figura 2 presenta muy esquemáticamente el sistema de distribución eléctrico actual. La red actual es unidireccional y está dividida en varias partes que operan con cierta relativa independencia las unas de las otras, controladas por equipos SCADA que comparten alguna información de una forma muy limitada. Todas estas características de la red cambiarán en la red futura.

Este sistema está dotado de un sistema de supervisión que actúa en tiempo real, compuesto de mecanismos de control, seguridad y protección cuyo fin primordial es mantener la calidad del servicio, balanceando la generación con la demanda de los usuarios y compensando las posibles incidencias y fallas que se presenten. No es fácil mantener el balance porque la electricidad fluye casi a la velocidad de la luz y no es fácil almacenarla de una forma ni rentable ni inmediata; por lo tanto, tiene que ser producida en el momento en que se usa. El flujo de electricidad no se deja manejar como el de los líquidos, abriendo o cerrando válvulas, ni se deja dirigir como las conexiones telefónicas: la energía eléctrica se mueve libremente por todos los caminos abiertos, dividiéndose de acuerdo con las reglas físicas de la impedancia.

Por otra parte, la red está equipada con un sistema de administración y gestión empresarial compuesto de mecanismos para pronosticar recursos, planificar la producción y gestionar el comercio, incluyendo tanto las subastas de energía como la facturación y remuneración a los distintos agentes del mercado. Estos dos, el sistema de supervisión y control y el

de administración y gestión empresarial, son distribuidos y dependen en gran parte de tecnologías de la información y las comunicaciones.

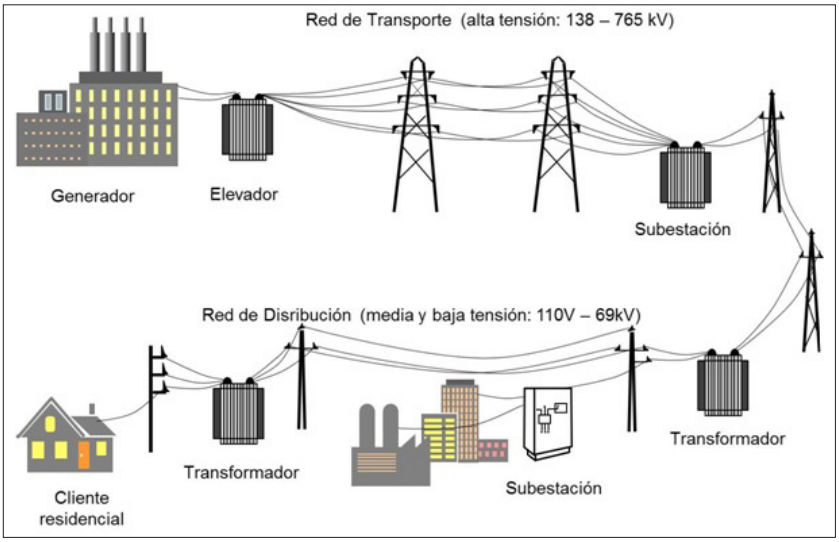


Figura 2. El sistema de distribución eléctrico actual (esquema simplificado).

Con frecuencia, diferentes partes del sistema están operadas y gestionadas por compañías distintas. Por lo tanto, el sistema de control es de carácter distribuido y jerárquico: los equipos controladores en las centrales de generación, la red de transporte, las subestaciones, la red de reparto y las redes de distribución están supervisadas y controladas por equipos autónomos pero que se comunican entre sí para lograr un equilibrio global.

Las subestaciones o los transformadores tienen con frecuencia unidades terminales remotas, más conocidas como RTU (por la sigla en inglés), dispositivos dotados con microprocesadores que obtienen las señales de los procesos con equipos sensores integrados o por medio, por ejemplo, de unidades de medición de fase. Las RTU envían la información agregada a un sitio remoto donde se encuentran equipos SCADA que procesan la información de un gran número de señales de diferentes lugares, con precisión de milisegundos. Los sistemas SCADA, acrónimo en inglés de "supervisión, control y adquisición de datos", permiten monitorear, controlar y supervisar procesos de distribución eléctrica a distancia controlando el proceso automáticamente. Además, estos equipos, estando conectados con salas de control, permiten la visualización del estado de la red y la entrada de comandos de control, retroalimentando en tiempo real los dispositivos de campo.

Anunciando ya la Red Inteligente, las líneas de transmisión y distribución están siendo dotadas de dispositivos inteligentes que controlan localmente sensores y actuadores. Un ejemplo nos lo dan los relés de medición y de protección, capaces de calcular las condiciones operativas de los circuitos y, por ende, de detectar y localizar los fallos y, dependiendo de su inteligencia y de las condiciones, incluso de diagnosticar el tipo de fallo y de accionar interruptores inteligentes cuando se detectan problemas. Estos interruptores son necesarios para aislar equipos y redes, para así protegerlos y minimizar el número de usuarios afectados al producirse apagones.

Podemos concluir que las TIC ya son, hoy en día, absolutamente esenciales para mantener la estabilidad del sistema de suministro eléctrico.

Los sistemas de administración y gestión empresarial relacionados con la industria eléctrica dependen también enormemente de las TIC. Pero para nuestros propósitos estos sistemas son algo menos interesantes por dos razones: primero, son, en comparación, menos críticos, ya que la estabilidad de la red no depende tanto de ellos y porque son más fáciles de mantener redundantes; segundo, son similares a los que convencionalmente se usan en el mundo comercial diversificado, donde los problemas de ciberseguridad han sido bien estudiados.

Fiabilidad

Una infraestructura crítica es aquella que al fallar, causa graves problemas de suministro a la sociedad. Más precisamente, la Ley 8/2011, *por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas,* la define de la siguiente forma: un servicio es llamado *esencial* si es necesario para el mantenimiento de las funciones sociales básicas, la salud, la seguridad, el bienestar social y económico de los ciudadanos, o el eficaz funcionamiento del Estado y la Administración Pública; un conjunto de redes, instalaciones, sistemas y equipos físicos y de TIC sobre los que descansa el funcionamiento de un servicio esencial se llama *infraestructura crítica* si su funcionamiento es indispensable y no permite soluciones alternativas, por lo que su perturbación o destrucción tendría un grave impacto sobre los servicios esenciales.

La fiabilidad es la primordial exigencia de la sociedad moderna para cualquiera de las tecnologías usadas en las infraestructuras críticas.

Con frecuencia se considera la infraestructura del sector de energía eléctrica, tanto de generación como de transmisión eléctricas, como la más crítica de las infraestructuras: cuando esta deja de funcionar se paralizan todas las otras (los transportes, incluyendo la distribución de bienes de uso común; el servicio de salud en hospitales y clínicas; las redes de comunicación públicas; etc.). Por ejemplo, los daños en el sistema eléctrico

de Auckland, Nueva Zelanda, en 1996 obligaron a 60.000 de los 74.000 empleados en las áreas afectadas a trabajar desde su casa o desde oficinas alternas, mientras que la gran mayoría de los residentes de los 6.000 apartamentos afectados se vieron forzados a mudarse mientras se buscaba una solución al problema.

La fiabilidad del sistema eléctrico puede definirse en términos de la capacidad del sistema de entregar la potencia eléctrica a los consumidores de una forma aceptada y en las cantidades establecidas y deseadas.

La Corporación de Fiabilidad Eléctrica de América del Norte (por sus siglas en inglés: NERC) divide la fiabilidad en dos categorías: adecuación o (con)fiabilidad estática, y seguridad o (con)fiabilidad dinámica.

Adecuación significa que los recursos necesarios están presentes y accesibles para generar, operar, transmitir y suministrar electricidad de la forma proyectada y de acuerdo con los requisitos de calidad de onda esperados de una forma continua –en todo momento–, incluyendo los casos de una demanda muy alta, durante reparaciones rutinarias o cuando haya fallas, contingencias o problemas previsibles, como las debidas a tormentas eléctricas fuertes en la región. Entre esos recursos podemos contar los programas de respuesta de demanda, que, como ya veremos, reducen los picos de demanda energética.

La *seguridad*, por otra parte, es la capacidad del sistema de soportar perturbaciones imprevistas, como cortocircuitos o pérdida de elementos debida a causas naturales así como a ataques intencionales y no intencionales, tanto físicos o cibernéticos, de consumidores no maliciosos, trabajadores internos, competidores, terroristas o enemigos. En particular, la seguridad implica que el sistema como tal resultará intacto después de salidas u otras fallas ocurridas en los equipos. Seguridad incluye la capacidad de recuperarse de los problemas cuando se presenten fallas de la forma más rápida posible, restaurando la prestación del servicio y el desempeño de los elementos.

La NERC ha desarrollado un método y varios estándares para asegurar la fidelidad del suministro eléctrico basado en varios principios fundamentales, de los cuales el más importante es, como ya se ha dicho, balancear continuamente la demanda y la oferta y mantener el sistema estable, pese a contingencias o fallos que se presenten. La demanda es hasta cierto punto predecible, como también lo son las desviaciones estadísticas a esperar, y las curvas de demanda son analizadas y actualizadas permanentemente.

El peligro de un desequilibrio entre oferta y demanda radica sobre todo en que la frecuencia de la corriente alterna (50 o 60 Hz normalmente) puede ser afectada sustancialmente, subiendo si la demanda es menor o bajando si la demanda es mayor. Variaciones pequeñas en la frecuencia

no son problemáticas, pero si sube demasiado, la velocidad a la que giran los generadores empieza a fluctuar, causando vibraciones que los pueden dañar. Las bajas frecuencias se manejan automáticamente mediante cortes sistemáticos de energía en pueblos o en barrios, cada uno a su vez, para evitar una caída total. Por otra parte, un desequilibrio también puede ser el efecto de contingencias inesperadas, como cuando se aíslan partes de la red, causando a su vez un efecto cascada.

El otro peligro en un desequilibrio es la pérdida o subida de voltaje, que puede dañar motores o provocar inestabilidades en la red, o puede exceder los límites de capacidad de los aislantes y causar descargas disruptivas y arcos eléctricos muy peligrosos que ocurren cuando ráfagas de electricidad saltan de un conductor eléctrico a otro. Los problemas de inestabilidad pueden aparecer en cuestión de fracciones de segundo. En Norteamérica, en agosto del 2003, una parte del sistema de interconexión oriental se desestabilizó, creando un apagón muy fuerte en un área muy grande. Mantener la fiabilidad de la red eléctrica es un proceso continuo y complejo que requiere operadores muy hábiles y altamente capacitados, de equipos inteligentes especializados y de una planificación, diseño y desarrollo supremamente cuidadosos.

Es interesante entender cómo, aun siendo tantos los peligros y posibles problemas que pueden presentarse en el suministro de energía, el sistema es relativamente tan estable. Las razones son: primero, hay un sistema estandarizado y riguroso para mantener y verificar planes de operación, incluyendo evaluaciones sistemáticas a largo plazo, análisis de contingencias y planes bastante detallados tanto a corto, mediano y largo plazo; segundo, el sistema siempre está preparado para todas las posibles contingencias simples (donde falla tan solo un equipo), aun en el peor de los casos; tercero, el sistema está preparado para dar respuestas rápidas aun si hay fallas múltiples, y, por último, el sistema cuenta con capacidades extras para todas sus funciones, como por ejemplo equipos redundantes, pero también reservas en las capacidades de producción y transmisión.

Lo que debemos asegurar es que estos procesos de seguridad y fiabilidad se apliquen también en la Red Inteligente, adaptándolos a las necesidades de la ciberseguridad y las amenazas a las tecnologías de la información y las comunicaciones que la red de distribución del futuro va a requerir.

Requisitos de seguridad de las TIC en el suministro eléctrico

La seguridad en TIC es un concepto muy amplio que cubre diferentes propiedades con muchos matices, una gran cantidad de mecanismos técnicos que pueden ser implementados en *hardware* o en *software* y una serie

de procesos que deben ser seguidos durante todo el ciclo del sistema, desde la definición de requisitos hasta el uso del sistema y su actualización o corrección. Wikipedia restringe el concepto de seguridad de las TIC (http://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad_informática) de una forma que, para nosotros, resulta totalmente insuficiente:

> *La seguridad informática comprende (…) todo lo que la organización valore (activo) y signifique un riesgo si esta información confidencial llega a manos de otras personas, convirtiéndose, por ejemplo, en información privilegiada.*

Si bien es cierto que, en general, la *confidencialidad* es uno de los aspectos más importantes de la seguridad informática, hay otras tres propiedades que para la red de distribución inteligente son aún más importantes: *integridad, disponibilidad y privacidad* (esta última se refiere a la protección de información personal de un individuo o un grupo de ellos). La privacidad está muy cercana a la confidencialidad, y a veces se les ve como sinónimos, pero para nuestros propósitos es conveniente considerarlas por separado. En este contexto, se llama "información personal" o "dato personal" (*Personally Identifiable Information* o PII es el término predominante en los Estados Unidos) a cualquier información relacionada con una persona natural que puede usarse, conjuntamente con otras fuentes de información, para identificar, contactar o localizar a esta persona en concreto, directa o indirectamente.

En lo que concierne a las redes de distribución, la propiedad de seguridad más vital es, indudablemente, la *integridad*. En su sentido común, este concepto está relacionado con completitud (la condición de no carecer de ninguna de sus partes) y la coherencia o la condición de ser intachable. El sentido técnico de la palabra en el contexto de las TIC, aunque siendo bastante preciso, abarca muchos aspectos diferentes. En una Red Inteligente, una gran cantidad de datos son generados por sensores o por la introducción de datos por medio de usuarios o por las interfaces con otros sistemas. Estos datos pueden ser modificados, y en algún momento serán leídos con el propósito de procesarlos, agregarlos, filtrarlos o analizarlos. Las reglas que determinan quién puede crear o modificar datos y bajo qué condiciones son las reglas de *integridad*. Las reglas que definen quién puede leer los datos, son las reglas de *confidencialidad*. Las reglas que rigen el uso de los datos personales, los propósitos válidos para su uso, los terceros a quienes pueden ser distribuidos, etc. son las reglas de *privacidad*. La *disponibilidad*, en su aspecto de seguridad de las TIC, es la resistencia del sistema a los así llamados ataques de denegación de servicio, que serán discutidos más abajo.

Las cuatro exigencias de seguridad –integridad, privacidad, confidencialidad y disponibilidad– son requisitos de alto nivel y son independientes de los dispositivos a disposición y de la tecnología con que van a ser im-

plementados. Para garantizar estos requisitos, es necesario reducirlos sistemáticamente a unos más específicos y concretos, que luego es necesario implementar. Ejemplos de tales requisitos concretos son: sistemas de alarma, detección de intrusos o de ataques, mecanismos para resistir intrusos o ataques y de recuperación si es necesario, métodos de identificación, autenticación, autorización y control de acceso, así como protocolos para proteger la comunicación, distribución de claves criptográficas y sistemas para calcular la fiabilidad de los elementos en el sistema.

Este artículo no intentará discutir cómo o con que tecnologías se pueden garantizar estos requisitos.

Integridad

Para que la red funcione correctamente es necesario que los datos procesados por el sistema estén completos y que correspondan a lo esperado, es decir, que sean coherentes con los valores de los sensores, con los parámetros que entran los administradores, con los usuarios y con los datos que provienen de otros sistemas, como el pronóstico del tiempo, de las horas de sol, de la intensidad de los vientos o del caudal de las aguas.

Esta propiedad, precisamente, es la integridad del sistema. Para que se cumpla, es necesario que los datos no puedan ser modificados sin autorización al transitar en los canales de comunicación o cuando están en un banco de datos o en otra memoria, temporal o permanente. Estos aspectos de integridad pueden ser implementados con métodos criptográficos, como son las firmas digitales. Las dos dificultades en este contexto residen en la necesidad de usar tales mecanismos en procesadores de poca capacidad computacional (como son los sensores) y en la necesidad de distribuir las claves necesarias y protegerlas contra atacantes. Otro aspecto de integridad es que los datos sean solamente generados por las entidades autorizadas. Para esto son necesarios adicionalmente los métodos de control de acceso, que, por lo menos en teoría, se comprenden bien y no presentan mayores dificultades, excepto por la gran cantidad de elementos que actúan en el sistema. El siguiente aspecto de integridad es el más difícil de asegurar: que al crear, modificar o comunicar los datos los procesos correctos hayan sido usados en las secuencias correctas y en el contexto correcto. De nada sirve asegurarse de que tan solo un administrador muy fiable sea capaz de cambiar la configuración del sistema si el programa que usa para hacerlo es malicioso y actúa de una forma no esperada.

Privacidad

La protección de la privacidad significa, antes que nada, respetar los límites establecidos por la ley para la recogida y utilización de los datos personales. El texto de referencia en este respecto en el marco europeo

es la Directiva Europea 95/46/CE, que define las pautas principales y los principios de orientación para la protección de los datos. Los estados miembros han implementado esta directiva, creando legislaciones nacionales que prevén recursos judiciales para los casos en los que los derechos de privacidad no sean respetados, así como organismos nacionales independientes encargados de la supervisión de la protección de los mencionados datos. En España, esta entidad de control encargada de velar por el cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal es la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD), creada ya hace más de veinte años. Las directivas y las legislaciones se aplican no solo a los datos tratados por medios automatizados de las TIC, sino también a aquellos manejados en ficheros tradicionales en papel.

La privacidad de un trozo de información dado, en un momento dado, puede tener distinta importancia dependiendo de la situación concreta, de las costumbres y de la cultura de los individuos en cuestión y de la sociedad en que viven. Esto es particularmente válido para aquella información que delata las costumbres, actividades, convicciones, estado familiar, etc. de un individuo. Para una persona en un cierto contexto social, no es problema revelar que es musulmán o que su familia cuenta con seis hijos, pero para otra persona en otro contexto, esta información puede ser muy delicada.

Esto es pertinente con la Red Inteligente por dos razones: primero, el interesado mismo tiene el derecho a oponerse a cierto tratamiento de sus datos, a la forma de su uso o al nivel de detalle que contengan, y segundo, los datos personales procesados en la Red Inteligente pueden dar información sobre asuntos realmente personales de los individuos. Ya hoy en día, con la aparición de contadores inteligentes, hay bastantes dudas respecto a la privacidad de la información personal de los consumidores. Datos sobre el consumo eléctrico en una familia, si son muy minuciosos y tomados a una alta frecuencia, pueden ofrecer muchos detalles sobre la vida de la familia: en qué momento se encendió y se apagó el televisor o el horno, la lavadora, etc. Se puede saber si la familia no está en casa o si tiene invitados, si la ducha fue tomada deprisa, si hubo desayuno, etcétera. Los datos del coche eléctrico pueden presentar evidencia sobre los sitios que ha visitado el usuario, y tal vez podrían ser un indicio de las actividades relacionadas. Si los usuarios acceden al sistema remotamente, tal vez los datos podrían indicar si están de vacaciones y dónde.

Muy sucintamente, los principios básicos de privacidad son los siguientes: los datos deben ser correctos y actualizados; los datos deben ser recogidos y procesados con fines determinados, explícitos y legítimos, y solo ser usados para tales fines; el interesado debe conocer esos fines y la forma de tratamiento de los datos y haber dado su consentimiento de uso; el interesado tiene derecho de acceso a sus datos; ciertas categorías o tipos de datos (aquellos que puedan revelar algo sobre el origen racial

o étnico, las opiniones políticas, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, el estado de salud, la orientación o actividad sexualidad o la situación personal o familiar) no pueden ser recogidos o requieren de permisos y provisiones especiales; las autoridades competentes han de recibir información sobre la transmisión ilícita, alteración, difusión o acceso no autorizados de los datos personales, y, por último, los datos deben ser tratados en un sistema seguro que ofrezca confidencialidad.

En esta lista se ve claramente la diferencia entre confidencialidad y privacidad: la privacidad presupone la confidencialidad, pero la primera abarca mucho más.

Confidencialidad

En términos generales, la confidencialidad es la propiedad de que los datos almacenados en sistemas de información o transmitidos por redes de comunicación no queden al alcance de personas que no cuenten con la debida autorización de leer los datos. En el caso de la red de suministro, hay bastante cantidad de datos que deben ser protegidos en este sentido. Por ejemplo, detalles sobre la arquitectura física de la red son importantes de asegurar porque en manos de terroristas facilitan un ataque físico. Similarmente, los datos sobre planes en caso de contingencia, reservas en la producción o transmisión, pronósticos de consumo, datos económicos del sistema, etc. deben también ser protegidos. En cuanto a los datos personales de los usuarios, de su consumo y sus cuentas tienen un valor particularmente importante por motivos de privacidad, como hemos discutido arriba.

Disponibilidad

La disponibilidad es la propiedad de que los sistemas se encuentren a disposición de los usuarios o quienes tienen que acceder a ellos en los momentos en los que lo necesiten. En este sentido general, es prácticamente lo mismo que la fiabilidad del sistema. Pero hay un sentido particular de la palabra relacionado con los requisitos de seguridad de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Se trata de que tales sistemas deben ser inmunes o altamente robustos a los así llamados ataques de denegación de servicio: una forma típica de ataque que se da por saturación del servicio o de las redes de comunicación, bloqueando el servicio con un enorme número de solicitudes o sobrecargando la red con mensajes artificiales que dificultan o impiden el acceso legítimo. Hay otras formas más sofisticadas de poner en riesgo la disponibilidad del sistema, atentando contra su integridad; por ejemplo, cambiando las credenciales que usa. Hay una gama amplia de mecanismos que se pueden implementar en la infraestructura de TIC: el uso de sistemas con re-

dundancia, arreglos de discos, equipos en alta disponibilidad, servidores espejo, virtualización, replicación de datos, redes de almacenamiento, enlaces redundantes, etc. La solución adecuada depende de los servicios o datos que se necesita proteger y del nivel de servicio que es necesario proporcionar.

Problemas de ciberseguridad en el sistema actual de suministro eléctrico

Cómo funcionan los ataques

No queremos aquí discutir en profundidad los ataques que han sido descubiertos al sistema de distribución eléctrico. Más allá de los ataques casuales, nos han de preocupar los que son llamados una *amenaza avanzada permanente* (en inglés: APT, *advanced persistent threat*), que son formas avanzadas de ganar inteligencia clandestinamente, de una forma continua y persistente sobre una compañía, un sector, una infraestructura crítica o un grupo particular de individuos.

Es necesario entender cuáles son los peligros en líneas generales, cómo funcionan los ataques avanzados y qué es necesario hacer para mitigar los riesgos correspondientes, sin entrar a discutir las técnicas usadas. En términos muy generales, un ataque avanzado se logra de la siguiente manera:

Primero, se recoge información relevante para el ataque inicial. Los atacantes buscan información en Internet y en otros medios accesibles al público para saber qué empleados de las diferentes compañías eléctricas o las empresas relacionadas pueden ser atacados. Para completar la información se usan métodos de la así llamada *ingeniería social*, por ejemplo, pidiendo datos por teléfono haciéndose pasar por una persona autorizada a tener la información. Ya teniendo una lista de primeras víctimas, de sus cargos, entorno de trabajo, nombres de colegas, etc., se les envía mensajes electrónicos fraudulentos que fingen venir de un jefe, de un compañero de trabajo, de un centro que organiza conferencias de interés profesional, de compañías que proporcionan sistemas de protección, etc.

Este tipo de *mail* fraudulento se usa para obtener más información o para robar las credenciales de la víctima y poder entrar en servidores donde la víctima tiene acceso. En ciertas ocasiones, es posible usar estos correos fraudulentos para inyectar código malicioso al sistema de la víctima. Este método de usar mensajes maliciosos construidos para ciertas personas en particular y ya dirigidos a un objetivo preestablecido se llama *spear-phishing*, y es combinado con el de robar credenciales, contraseñas o claves secretas para lograr una suplantación de identidad. Una vez dentro de la organización, se buscan nuevas contraseñas, programas

vulnerables, servicios de comunicación o de administración de los que se pueda abusar y se inyectan códigos maliciosos dentro de programas ya existentes y conocidos, tratando de esconder su verdadero carácter e intenciones. Este *malware* usualmente tiene capacidades de contactar a un servidor malicioso que lo controla o lo guía y abre un canal para que el atacante "entre" al sistema comprometido. Esto se conoce como una *puerta trasera*.

Con frecuencia, se inyectan otros troyanos en archivos más importantes para el sistema operativo del ordenador, hasta lograr la persistencia del ataque. De esta forma, aunque se reinicie el ordenador, el troyano, habiendo infectado archivos del sistema, sigue presente. Este puede ahora espiar las actividades de los administradores y hasta leer lo que escriben en el teclado (esto se conoce como *keyloggers*) o enviar señales a otros ordenadores, buscar claves criptográficas, etc. Mientras espera el momento adecuado para el ataque final, tal vez coordinándose con otros programas maliciosos a través del servidor malicioso, puede seguir coleccionando información sobre los sistemas de defensa física o cibernética, la estructura del sistema SCADA y los programadores lógicos, documentos relevantes, nombres de personas o direcciones de email, valores de parámetros, etc. En ciertos casos, el *malware* puede quedarse inactivo durante semanas o meses antes de empezar el ataque interno para el cual fue diseñado.

Stuxnet

Stuxnet es el nombre de un código malicioso (troyano o *malware*) descubierto en julio de 2010 por una anomalía funcional que atrajo la atención de operadores. Hay indicios recientes de que versiones preliminares (versión 0.5) aparecieron ya en el año 2005. Es el primer código malicioso descubierto que reprograma sistemas de control y supervisión de procesos SCADA, así como los controladores lógicos programables (PLC) conectados a los mismos. El análisis del *malware* duró muchos meses, porque usa diferentes tipos de cifrado y ofuscación muy avanzados. El *software* puede espiar, afectar, y dañar las infraestructuras críticas controladas sin que el personal administrativo sea capaz de reconocer los daños a tiempo.

Stuxnet es un *software* de una complejidad nunca vista antes, que con seguridad necesitó un equipo de programadores expertos muy completo, con conocimientos muy detallados acerca de distintas técnicas de programación, de los equipos a los cuales los ataques están dirigidos y de los procesos industriales que se quieren manipular. La dimensión de ese esfuerzo indica que fue muy costoso de programar y que probablemente su construcción contó con el apoyo de una organización grande o de un organismo estatal de algún país. Stuxnet emplea cuatro vulnerabilidades

en el sistema operativo de Windows de Microsoft, hasta ese momento desconocidas, para penetrar al sistema SCADA de Siemens. Adicionalmente, Stuxnet puede generar firmas digitales con dos certificados auténticos robados de autoridades de certificación.

Son muchas las indicaciones de que Stuxnet fue diseñado explícitamente para retrasar la puesta en marcha de la planta nuclear de Bushehr en Irán. Por ejemplo, la mayoría de los ordenadores contaminados por Stuxnet se encuentran en ese país.

Como muchos de los equipos de control industrial no son accesibles desde Internet, Stuxnet tiene la facultad de infectar mediante memorias de USB. Además, es capaz de usar otros medios de comunicación y tiene la capacidad de actualizarse cuando sea necesario.

Hasta marzo de 2011, se habían notificado un total de 24 clientes de Siemens en el sector industrial, a nivel mundial, que se habían visto infectados con el troyano. El código malicioso se pudo eliminar en todos los casos. Siemens ha puesto a disposición del público en Internet (http://support.automation.siemens.com) programas para detectar la presencia de Stuxnet, así como una lista de pasos y herramientas para eliminar el troyano.

Nuevos parientes de Stuxnet: Flame, Duqu, Gauss y Madi

Flame, también llamado Flamer o sKyWIper, es un *malware* modular descubierto en 2012 de alta complejidad y un tamaño muy sustancial. Las organizaciones que lo han estudiado, el laboratorio de criptografía de la Universidad de Budapest y la compañía Kaspersky coinciden en que es una de las piezas de *malware* más complejas que han encontrado y que es muy difícil de entender en su totalidad. Esto es debido a los varios mecanismos de ofuscación que usa, contando con tres métodos de compresión, varios formatos propios de archivos y, por lo menos, cinco mecanismos de cifrado. También usa métodos especiales para inyectar el código en las víctimas.

Flame tiene una funcionalidad muy avanzada para robar información, almacenarla y comunicarla, además de mecanismos avanzados para propagarse de un ordenador a otro. Es capaz de interceptar prácticamente todas la interfaces del ordenador, incluyendo el USB, el teclado, la cámara, el Bluetooth, el micrófono, la pantalla y las conexiones a la red. Por lo tanto, puede grabar audio y las conversaciones de Skype, capturar las imágenes de la pantalla o las pulsaciones de teclado, etc. Estos datos, junto con los documentos almacenados, son enviados a uno de los varios servidores maliciosos dispersos alrededor del mundo; entonces, el programa espera a recibir nuevas instrucciones de esos servidores y puede bajar módulos adicionales que extienden su funcionalidad.

El programa se ha usado para llevar a cabo ataques de ciberespionaje en países de Oriente Medio y ha infectado unas 1.000 máquinas. En junio del 2012, la firma Kaspersky publicó indicios que revelan que los autores de Stuxnet y Flame están conectados y cooperaron por lo menos en la primera etapa de desarrollo. Un ejemplo de la colaboración entre los dos grupos de atacantes es el código del mecanismo de infección del USB, que es idéntico en Flame y Stuxnet.

Duqu es una variante de Stuxnet, aparecida a finales del año 2011, que contiene una variedad de herramientas de *software* que ofrecen diferentes tipos de servicios a los atacantes, como el robo de información sensible, incluyendo certificados criptográficos y claves privadas con las cuales es posible firmar *software* maligno y hacerlo pasar por actualizaciones autorizadas del *software* del sistema bajo ataque. Además, tiene controladores de *kernel* (o núcleo) y herramientas para inyectar código en programas existentes y puede leer las pulsaciones del teclado. Duqu busca información que podría ser útil para atacar sistemas de control industrial como SCADA, aunque parece que allí su propósito no es directamente destruir sino espiar; pero es posible que la información extraída se use luego para crear ataques muy especializados. En ordenadores personales sí se ha observado que Duqu destruye información almacenada en los discos.

Duqu está siendo aún analizado por los expertos de seguridad, que aún no han podido descifrar todo el código y entender cómo funciona exactamente el troyano y, en particular, cómo se distribuye y se multiplica. Parece que el código se elimina a sí mismo después de aproximadamente un mes, lo que hace su identificación más difícil.

Duqu ha sido encontrado en un número limitado de compañías, incluyendo aquellas dedicadas a la construcción de sistemas de control industrial, como SCADA. La información extraída puede tal vez ser usada como base para diseñar y perpetrar nuevos ataques como el Stuxnet.

Gauss, descubierto a finales del año 2012, es capaz de espiar transacciones bancarias, robar información de acceso a redes sociales o correo electrónico y atacar infraestructuras críticas. Gauss es un complejo conjunto de herramientas de espionaje cibernético altamente modular y aparentemente relacionado con Flame. Contiene un código binario cifrado que aún no se comprende y que se activa en determinadas configuraciones del sistema. Gauss parece haber sido usado para robar información de autenticación a personas en el Oriente Medio, en particular en el Líbano.

Las compañías Kaspersky y Seculert estudiaron el troyano Madi e identificaron más de 800 víctimas en varios países, incluyendo personas relacionadas con los proyectos de infraestructuras críticas en Irán e Israel, instituciones financieras israelíes y estudiantes de ingeniería del Orien-

te Medio, pero también grupos de reflexión, agencias gubernamentales, algunas de ellas en el sector eléctrico, y consulados extranjeros en los Estados Unidos. Los atacantes usan métodos de ingeniería social para localizar personas y equipos específicos, en los cuales, ya una vez comprometidos, Madi es capaz de buscar y robar la información almacenada en archivos, de leer correos electrónicos y mensajes instantáneos e inclusive de registrar las pulsaciones de las teclas, leyendo lo que el usuario está escribiendo en su teclado, por ejemplo claves y contraseñas. Toda esta información la envía a un servidor espía. También es capaz de actualizarse a nuevas versiones.

Otros ataques a centros SCADA y a la Red Inteligente

El *Wall Street Journal,* en su edición del 8 de abril de 2009, informó de que la red eléctrica estadounidense fue penetrada por espías extranjeros que colocaron troyanos capaces de perturbar el sistema, según oficiales de seguridad que no brindaron detalles. El mismo año, la actualización de un *software* presente en un ordenador de una planta nuclear en Georgia (USA) hizo que inesperadamente el sistema de control y supervisión SCADA iniciara una parada de emergencia de la planta. Es incluso posible que ataques a Internet en general, o a ciertos tipos de sistemas no directamente asociados con los sistemas de suministro de energía, afecten los centros SCADA del sector. Esto sucedió tanto en 2004 con el gusano SQL Slammer como con el virus Conflicker en 2009.

Es difícil saber cuántos ataques realmente existen contra los servidores SCADA, sobre todo aquellos que están dirigidos a un sistema en particular y de carácter avanzado. Es más fácil calcular con qué frecuencia se producen los intentos de ataque a servidores SCADA indiscriminados. La compañía TrendMicro reportó en el 2013 en una investigación que a pocas horas de activar un sistema SCADA poco bien defendido con el único propósito de observar ciberataques, estos se manifiestan de forma continua. La estadística final cuenta con 28 días seguidos de ataques, con un total de 39 ataques procedentes de 14 países diferentes. En la conferencia de Black Hat de 2013, se demostró que es posible tomar el control sobre unidades de control PLC para encender y apagar equipos en un sistema simulado.

Aurora, Night Dragon y Shady Rat son los nombres de otros ataques relacionados con sistemas de control de infraestructuras críticas.

Sin embargo, es importante mencionar que, aunque los controladores SCADA y los ordenadores asociados tienen vulnerabilidades fáciles de encontrar si se tiene acceso directo a los equipos, explotar estas vulnerabilidades a distancia y cruzando las medidas de protección normalmente existente es bastante más difícil. En muchos casos, el monitoreo continuo de estos sistemas impide que un atacante consiga información por medio

de ensayo y error. De todas formas, un código malicioso como Stuxnet prueba que las medidas actuales son insuficientes si un atacante es muy sofisticado.

En la Red Inteligente la así llamada *superficie de ataque* va creciendo: tanto la cantidad de conexiones a Internet como el número de vulnerabilidades en los sistemas conectados va en aumento. En el Reino Unido existen hoy 53 millones de contadores inteligentes y en España, hasta el año 2018 aproximadamente, 28 millones de consumidores de energía recibirán un contador inteligente.

Muchas veces, los dispositivos de los usuarios utilizados para la medición inteligente están conectados mediante redes inalámbricas entre sí o con el proveedor de energía. Las redes inalámbricas son con frecuencia fáciles de acceder para un atacante, quien podría interceptar, capturar, grabar, repetir y manipular la información en las dos direcciones, modificando tanto los mensajes de facturación y consumo enviados al proveedor como los comandos, los pronósticos y precios de oferta en el mercado de energía. En ciertos dispositivos inteligentes, ha sido posible extraer los secretos de la memoria, permitiendo manipular la comunicación con todos los contadores del mismo proveedor que usan estos mismos secretos predeterminados de fábrica. El atacante podría desconectar remotamente hogares, oficinas y edificios a gran escala por conexión alámbrica e inalámbrica (GSM). La seguridad actual de los contadores inteligentes y de los otros equipos para los usuarios y consumidores deja mucho que desear, la protección de dichos dispositivos no cuenta con medidas fuertes de seguridad preventiva y no existe un sistema para responder a eventualidades en caso de ataques.

Otros ataques a la infraestructura del entorno de las TIC

Hay también formas más indirectas pero no menos eficaces de atacar las infraestructuras de suministro energético. Si se pueden infectar las infraestructuras de las cuales depende la producción de sistemas o la comunicación global o las fuentes de confianza en Internet, se consigue también abrir las puertas a ataques muy serios al suministro energético.

Un escenario sería infectar a un fabricante de equipos, corrompiendo sus sistemas de producción e introduciendo troyanos en las máquinas que se usan para diseñar, desarrollar o equipar los equipos usados en los sistemas de seguridad o de control de infraestructuras críticas. Si un atacante logra entrar allí, los parches de *software*, los archivos y los compiladores del productor serían el mecanismo perfecto para desmantelar cualquier instalación. En los años ochenta del siglo xx un artículo ya clásico de la ACM (Association for Computing Machinery) escrito por Ken Thomson, ganador del renombrado premio Turing, demostró cómo es posible modificar maliciosamente un compilador fundamental de una forma que los

sistemas de autenticación y autorización del sistema operativo quedan completamente abiertos al atacante.

Un segundo escenario está dado por ataques a las fuentes de confianza (anclajes de confianza, en inglés: *trust anchors*) de Internet. Si es posible atacar a los que distribuyen las claves y contraseñas (los certificados y los equipos usados para identificar, autenticar o autorizar equipos o personas), es entonces fácil entrar a cualquier parte que dependa de los servicios de seguridad correspondientes. Un ejemplo de estos ataques fue el perpetrado a la compañía RSA en el año 2011, que comenzó con *mails* a empleados de relativamente bajo perfil con un archivo malicioso de Excel. Al final, el ataque tuvo éxito en extraer información relacionada con los productos de autenticación de dos factores SecurID de los servidores de la compañía. Estos ataques parecen estar conectados con por lo menos 64 infiltraciones que han invadido unas 100 víctimas identificadas que permanecieron sigilosas durante muchos meses, robando información secreta que puede ser probablemente usada para ataques a infraestructuras críticas.

Estos ataques son masivos, pero no imposibles de contrarrestar. Un ejemplo ha sido la reacción de Lockheed Martin en esta emergencia. El equipo de seguridad de esta compañía ha invertido una buena cantidad de tiempo estableciendo una metodología para reconocer los ataques, monitorear sus actividades y prevenir el robo de información importante.

Un año más tarde, un equipo de expertos en criptografía encontró otro ataque al SecurID de RSA gracias a ciertas fallas criptográficas sutiles, logrando comprometer dispositivos criptográficos existentes que incluían tarjetas inteligentes y la credencial de identificación emitida por Estonia. Similarmente, se han encontrado fallas en un número grande de tarjetas inteligentes de diferentes compañías.

Otros ataques a proveedores de credenciales y autoridades certificadoras, como los casos de Comodo y Diginotar, han tenido gran despliegue en los medios. Además, hay un tercer tipo de escenario, que es atacar las redes de comunicación (como el sistema GSM) o de los pilares de Internet, como las tablas de ruta, los servidores de nombre de dominio, etc.

El papel de las TIC en la Red Inteligente

Las características de la Red Inteligente

Regresando a la Figura 1 allí encontramos muchas de las características de la red:

I. Facturación automatizada con una red unidireccional. Este sistema ofrece una facturación relativamente detallada por franjas horarias, permitiendo a los consumidores observar y entender sus patrones

de consumo y elegir las horas más favorables del mismo. Este es un mecanismo rudimentario de respuesta de demanda que, como veremos en un momento, procura dar un mejor uso de la capacidad en red, motivando a los consumidores finales a bajar su demanda de energía en respuesta a las diferencias de precios de las diferentes franjas de horas. Para ofrecer la información relevante al usuario son necesarios mecanismos de almacenamiento y procesamiento de la información en los predios del consumidor o, en su defecto, canales de comunicación que permitan pasar los datos de consumo en la granularidad deseada al servidor.

II. Respuesta de demanda con una red bidireccional. Una operación fiable del sistema electrónico necesita un balance adecuado entre oferta y demanda en tiempo real. "Respuesta de demanda" se puede definir como el conjunto de acciones y medidas cuyo fin es influir sobre los hábitos de consumo de la electricidad por parte de los usuarios finales. Más concretamente, subiendo los precios de energía en las horas que normalmente hay más demanda, o inclusive modificándolos en tiempo real, dependiendo de la oferta y la demanda, se podrá influenciar el momento en el cual un usuario bien informado o dotado de equipos inteligentes consume energía, ayudando a balancear el sistema. La respuesta de demanda ayudará con seguridad a ahorrar energía en su totalidad, pero su importancia radica en "mover" la demanda de ciertos momentos a otros menos críticos, allanando así la diferencia entre las curvas de reservas disponibles y de consumo demandado. Usualmente se espera que el usuario reduzca su consumo cuando los precios son elevados, apagando luces o equipos que no tienen que estar funcionando o trasladando algunas de sus operaciones de horas de alta demanda a horas de baja demanda, por ejemplo, usando la lavadora en otros horarios. En el futuro, además, los consumidores podrán optar por generar su propia energía o comprar para almacenarla, por ejemplo, en vehículos eléctricos para más tarde usarla o venderla suministrándola a la red local o global. En todo caso, es necesario proveer al consumidor con interfaces a sistemas de información y comunicación para notificarlo en tiempo real acerca de los precios actuales y pronosticados, los montos de consumo, etc. Sin embargo, no será posible obligar al consumidor a estar presente en cada decisión de consumo de energía. El usuario ha de fijar reglas (llamadas también sus "preferencias" o "políticas") que habrán de determinar las acciones de un sistema inteligente de toma de decisiones. Este autómata actúa sin intervención humana, controlando los equipos o electrodomésticos inteligentes de acuerdo a las preferencias del usuario. Las medidas de la respuesta de demanda no se limitan a la gestión de la cantidad y el momento del consumo, sino que incluyen también, por ejemplo, subvencio-

nes para la reintegración de energía localmente generada en los hogares y otras medidas. Los mecanismos requieren la recogida continua de datos, así como el procesamiento y la comunicación de grandes cantidades de información, tanto la relacionada con el consumo por los diferentes equipos en los hogares como de los precios previstos y otros.

III. Detección de fallas y restauración de equipos usando sensores inteligentes. Hoy, la red de distribución, en la medida en que está más cerca de los consumidores, es muchas veces "ciega": los operadores y las compañías de energía tienen muy poca información sobre el estado de la red, y en muchos casos no saben de la existencia de problemas de suministro hasta que un cliente llama a quejarse por falta de servicio. Usando el sistema de infraestructura de medición avanzada (por sus siglas en inglés: AMI), las compañías de distribución sabrán rápidamente de cualquier falla en el sistema. Adicionalmente, la red estará equipada de un mayor número de dispositivos electrónicos inteligentes que son capaces de detectar y resolver problemas localmente y de comunicarse con las unidades de supervisión y control más altas en la jerarquía.

IV. Sistemas de información al usuario y portales para consumidores. El usuario podrá supervisar y administrar sus aparatos eléctricos tanto localmente, desde su hogar, como a larga distancia. Esto presupone la disposición de información detallada sobra el estado y las actividades de los electrodomésticos. Además, se requiere un sistema para que el usuario pueda definir las políticas (reglas) que representan sus necesidades o preferencias, y según las cuales se enciende o apaga el servicio de un aparato o se cambian sus parámetros. La clave será el desarrollo de sistemas de información intuitivos para el usuario que, para ser ampliamente aceptados, deben cumplir con requisitos de seguridad y de protección de información personal.

V. Automatización de distribución. La infraestructura del futuro será capaz de identificar e integrar dinámicamente nuevas fuentes de energía independientemente de la forma de generación o de la localización en la red. En casos de sobrecarga será posible recargar reservas asegurando que la red mantenga el suministro eficiente y confiable.

VI. Autorrestauración. La autorrestauración (*self-healing*) es un tema de investigación considerado por muchos como una de las ramas críticas para la realización de la Red Inteligente. El concepto es realmente un eufemismo bajo el cual se agrupan las técnicas que intentan proporcionar a la red la capacidad autónoma de detectar, analizar y aislar fallas y de encontrar medidas compensatorias para recuperar inmediatamente el servicio. Su implementación implicaría aumentar el mantenimiento de la estabilidad y la fiabilidad del sistema, aun si sube el número de componentes que fallen.

La seguridad de las TIC en la Red Inteligente del futuro

Una tendencia global para los sistemas de información y comunicación en las infraestructuras críticas, y muy en particular para aquellos pertinentes al sistema de suministro eléctrico, es que se están abriendo, conectándose al mundo exterior y a la Internet global.

Hace una década o dos el modelo general era –y en muchos casos sigue siendo– el de los castillos o fortalezas medievales: con fosos profundos, muros altos, puertas seguras vigiladas permanentemente por guardias y pasajes secretos que solo conocen un pequeño grupo de personas muy selecto y confiable. Concretamente, en este modelo los sistemas de supervisión y control en los sistemas de suministro eléctrico están prácticamente aislados de sistemas externos y tienen centros de control donde solo pueden entrar personas de absoluta confianza y donde cada comunicación con el exterior es vigilada con gran escrutinio. Pero es de notar que es imposible que estos sistemas realmente estén aislados del todo, porque es necesario actualizar programas o introducir nuevos ordenadores, conectar bancos de datos externos o coordinar la producción o la distribución de energía con otros centros de control. La seguridad depende de la llamada protección del perímetro. Dentro del sistema interno del centro de control no es vital que los ordenadores no tengan vulnerabilidades, lo importante es que nadie no autorizado pueda acceder a ellos.

Este modelo se está desvaneciendo paulatinamente y con la Red Inteligente el modelo habrá cambiado sustancialmente. Ya no serán solo las compañías de energía las interesadas en proteger su propia información, sino que el público general también es dueño de información sensible, no solo de sus datos de consumo, sino también de sus políticas de consumo de energía, de sus comandos a los equipos en su residencia privada, etc. Y habrá aún múltiples actores involucrados que provean y lean información de todo tipo y confíen en su integridad, confidencialidad y disponibilidad.

El modelo de las fortalezas medievales se ha convertido en el de un grupo de residentes en un edificio de apartamentos de una ciudad moderna. Pronto –con la Red Inteligente– este modelo se mutará en aquel de un piso compartido: los diferentes participantes tienen ciertos intereses comunes de seguridad y otros diferentes y se ven obligados a lograr acuerdos que determinen de qué forma qué objetos de valor van a ser protegidos. En el caso de la Red Inteligente de distribución, los diferentes participantes tienen un claro interés común: la integridad del sistema global. Además, cada uno requiere que su propia información personal o comercial sea protegida. Si bien los diferentes requisitos de los participantes no son contradictorios entre sí, en todo caso compiten con la eficiencia del sistema y son costosos de instalar y supervisar. Aún más: para que un servidor ofrezca un servicio a un participante, con frecuencia requiere de información personal del mismo y cuanto mejor, más precisa y más

abundante sea esa información, mejor es el servicio que puede ofrecer. Existe pues, además de la tensión entre seguridad, de un lado, y eficiencia y costo, del otro, también una tensión entre privacidad y funcionalidad.

Así como las personas que comparten un piso tienen que ponerse de acuerdo sobre ciertas reglas básicas, qué objetos quedan bajo llave y a quién se puede dejar entrar, en la futura red eléctrica será necesario negociar las reglas de seguridad que el sistema tiene que imponer. Debido al gran número de participantes y a la dinámica del sistema, esto nos lleva a la necesidad de que cada parte escriba sus *políticas* de seguridad o privacidad en un lenguaje que pueda ser procesado automáticamente. Así, un sistema inteligente puede analizar las preferencias de los participantes y encontrar compromisos adecuados.

Es importante recordar que es imposible construir un sistema complejo, basado en tecnologías de información, que sea perfectamente seguro. Lo que necesitamos es que sea suficientemente confiable, que tengamos evidencia creíble de que va a cumplir una serie de requisitos. La seguridad no es un tema estático. Si hoy encontramos métodos para protegernos de ataques como el de Stuxnet o de otro en particular usando programas que verifican ciertas condiciones en la memoria o en los programas ejecutables, es posible pensar que las futuras versiones del troyano ataquen primero nuestros sistemas de defensas, los programas de detección y monitoreo para luego atacar al sistema de interés. En tal caso, será igualmente posible construir defensas para ese ataque y así sucesivamente.

Los riesgos de seguridad que las organizaciones confrontan se van resolviendo pero igualmente van apareciendo nuevos, con frecuencia más complejos, por lo que la seguridad requiere de procesos continuos de aseguración, monitoreo, escrutinio, verificación, y mucho más. Particularmente en un sistema abierto, como lo será la Red Inteligente, es necesario involucrar a todos los participantes, incluyendo al público general, en los procesos de seguridad. Para protegerse contra los intrusos y ladrones no es suficiente cerrar debidamente todas las puertas con todo tipo de candados, ya que tampoco se puede dejar ninguna ventana abierta. Y así como un ladrón que entra por una ventana del baño puede pasar a la sala o a las alcobas, un intruso cibernético puede entrar por un ordenador, buscar allí claves o contraseñas, y pasar a otro más importante y luego a otro tal vez vital.

Medidas de seguridad en la Red Inteligente

La seguridad de un sistema de procesamiento de la información se implementa con un conjunto de medidas *preventivas* que intentan resguardar y proteger tanto la información misma como los procesos de tratamiento de la información, así como de medidas *reactivas* que ayudan a

recuperar el estado correcto en caso de un evento crítico. Es importante contar con que, por mucha prevención que tomemos, es imposible evitar del todo los defectos o fallas de seguridad, es decir, las vulnerabilidades. Si un atacante encuentra formas de acceder a ellas, los ataques van a ser inevitables y es necesario tomar medidas para hacer manejables los riesgos.

El ciclo de seguridad se puede separar en cuatro tareas: primero, facilitar el proceso de seguridad, que implica definir una estrategia de seguridad, políticas y reglas, roles y responsabilidades, procesos, educación y entrenamiento; segundo, construir sistemas seguros, usar tecnología de protección adecuada, definir una arquitectura de seguridad, implementar y configurar con codificación segura y buenas prácticas; tercero, evaluar tanto los procesos de seguridad como la seguridad misma de los sistemas y, en particular, la presencia de vulnerabilidades y fallos, usando por ejemplo pruebas de penetración (*pen-tests*); y cuarto, responder, detectando y analizando incidentes de seguridad y reaccionando rápidamente para establecer el funcionamiento normal y minimizar el impacto de los incidentes.

Facilitar los procesos de seguridad

La primera tarea, la de facilitar los procesos de seguridad, le corresponde a los órganos y las funciones de gobernanza empresarial (o corporativa). Dentro de cada compañía que participe en el suministro eléctrico debe existir una unidad que cuente con el compromiso de la dirección de la empresa y su soporte financiero. Esta unidad, y en particular su jefe, un ejecutivo de alto nivel, el director de seguridad de la información (en inglés, CISO, *chief information security officer*), es responsable de:

I. Definir roles y responsabilidades de control. Es necesario definir quién es responsable de la información y de los procesos relevantes en la compañía.
II. Definir las políticas internas. Las políticas delinean el comportamiento de todos los actores que tienen acceso directo o indirecto al sistema y, en particular, a los procesos o datos críticos. Los responsables de la ejecución y gestión deben participar en el tratamiento de los controles de seguridad que deben aplicarse a sus sistemas.
III. Proveer planes y recursos de acción factibles y probados. Las políticas y los procesos de seguridad definidos deben cristalizarse en planes concretos donde participen los administradores, propietarios del sistema y el personal de seguridad en la organización, sobre todo el equipo de respuesta de emergencia. Los recursos físicos y económicos, así como los equipos de expertos y los servicios de respaldo, deben ser adecuadamente confirmados por los análisis de riesgos, y una vez justificados, deben ser proporcionados.

IV. Establecer un proceso continuo de análisis y de gestión de riesgos. Además de establecer el proceso, la gobernanza de seguridad debe también decidir cuál es el tratamiento adecuado de los riesgos. Para determinar los riesgos es necesario estudiar en detalle las dependencias del sistema, las consecuencias que los ataques puedan tener sobre los procesos físicos y la integridad de los elementos, funciones y servicios del sistema, así como los flujos de información; es decir, cómo la información relevante es identificada, capturada o medida, procesada e intercambiada y determinar cuáles son los procesos, herramientas, sistemas y datos que hay que proteger. Además, es necesario determinar modelos realistas de atacante, su motivación, capacidades, los pasos que pueden tratar de seguir, sus metas y el esfuerzo que están dispuestos a invertir. Una vez los riesgos están identificados y evaluados, es necesario decidir cuál es la reacción adecuada (p. ej., evitar, mitigar o aceptar el riesgo). En términos muy generales, los riesgos se pueden evitar (cuando la organización elimina la posibilidad de exposición al riesgo, evitando la razón que lo origina), mitigar (las consecuencias de los riesgos pueden ser mitigados hasta un cierto nivel por medidas de seguridad), se pueden transferir (por ejemplo, se transfieren los costos resultantes de un riesgo aceptado a compañías aseguradoras) o se responde a ellos (en caso de un incidente, el riesgo resultante puede ser mínimo si la repuesta al incidente es adecuada). La decisión debe caracterizarse por el reconocimiento de la existencia del riesgo y el acuerdo de asumir las pérdidas involucradas.

V. Determinar los métodos para evaluar la efectividad de los controles y del monitoreo. Es necesario saber cómo de adecuados son los controles de seguridad existentes y las herramientas, y los procesos de detección de intrusos, de vulnerabilidades y de incidentes. Recordemos que hemos visto *malware* que pasa varios años sin detectarse.

VI. Garantizar el informe de cada paso en cada proceso global de seguridad. Para poder aprender de los eventos de seguridad, sean hallazgos de violaciones de políticas o presencia de vulnerabilidades o de incidentes, es necesario protocolar en detalle no solo la situación correspondiente, sino también los análisis que se lograron durante y después del suceso, las medidas que se tomaron, etc. También regularmente, sin motivos particulares, es necesario describir los procesos usados y los resultados obtenidos.

VII. Identificar continuamente oportunidades para la mejora de seguridad. Los informes regulares, la discusión a través de grupos de seguridad como el Foro de Equipos de Respuesta ante Emergencias Informáticas (FIRST) debe ser escrudiñada en la búsqueda de mejoras en la seguridad o la evaluación.

VIII. Definir una estrategia legal revisada y aprobada. Incidentes de seguridad pueden tener variadas consecuencias, incluso penales en mu-

chas ocasiones. La planificación de seguridad debe ser desarrollada con miembros del equipo de asesoría jurídica. La asesoría jurídica ha de tener el conocimiento sobre las consecuencias legales de una violación, el valor y los peligros de información personal de un cliente y procedimientos médicos o financieros. Las regulaciones locales, de estado o federales dictará, al menos en parte, la metodología para llevar a cabo el análisis post mórtem.

Construir sistemas seguros

Las organizaciones deben adoptar un conjunto integral de controles de seguridad para proteger su información y sistemas de información. El propósito de la arquitectura de seguridad es una visión holística de los requisitos de seguridad del sistema, de los mecanismos que los aseguran y de cómo se integran en la arquitectura global.

Evaluar la seguridad y los procesos

Para entender la eficacia de los métodos de evaluación, es conveniente usar con cierta regularidad pruebas profundas y extensas en laboratorios controlados para sistemas de gran importancia, pruebas de intrusión (*test* de penetración, en inglés *penetration test*) y pruebas de caja blanca tanto automáticas como revisiones sistemáticas del código fuente; es decir, usar los así llamados *honeypots* (tarros de miel), *software* o *hardware* minuciosamente monitoreados cuya intención es atraer a atacantes simulando ser sistemas productivos y comparar los riesgos calculados con los incidentes reales observados. Es importante compararlos con los métodos de evaluación externos, contratar expertos de seguridad externos para asistir al equipo local y participar en laboratorios colaborativos de estudio de vulnerabilidades.

Responder

La imposibilidad de evitar del todo los defectos o fallas de seguridad hace esencial la creación de un equipo de respuesta a emergencias de computación, así como la formulación de un plan de respuestas a incidentes. Esto no solo minimizará los efectos de una intrusión o ataque, sino también la publicidad negativa. Un plan de respuesta a incidentes tiene que contar con el apoyo y participación de toda la organización y debe ser ensayado con frecuencia. El plan de respuesta tiene que reconocer incidentes de seguridad, es decir, aquellos estados inesperados o indeseables respecto a los objetivos de protección del sistema, pero su fin primordial es la detención del incidente, la restauración inmediata del estado esperado y de los recursos afectados y la limitación de daños para toda la organización. Dado que en caso de un incidente existe muy poco espacio para errores, las acciones de emergencias tienen que proceder de forma decisiva y rápida. Un elemento

importante es el análisis forense que facilita el reconocimiento del proceso de ataque o intrusión y de las vulnerabilidades, fallas o descuidos que condujeron al incidente. De paso, este análisis va aumentando la experiencia del equipo de seguridad y su capacidad de responder a condiciones adversas de una manera rápida, formal y oportuna a base de la experiencia adquirida. Por último, es necesario dar instrucciones apropiadas para el tratamiento de las causas e informar sobre el incidente a través de los canales apropiados.

Retos

Son muchos los retos relacionados con la protección de las redes futuras de energía, y muchos los pasos a tomar por las diferentes partes involucradas o interesadas: los fabricantes o vendedores de equipos, los operadores de infraestructuras de producción y distribución de energía, las compañías que prestan servicios de información u otros servicios auxiliares o complementarios, los vendedores de sistemas de seguridad, los investigadores en seguridad, las organizaciones de estandarización, las organizaciones del Estado, etc.

Dividimos los retos en siete grupos diferentes: los aspectos técnicos de operación y de la infraestructura; los aspectos operativos de la infraestructura y procesos relacionados; la educación, difusión y sensibilización; el intercambio de información; la creación de estándares, guías y regulación; la investigación y desarrollo de nuevas soluciones, y la protección de la privacidad de datos personales.

Aspectos técnicos de operación y de la infraestructura

Los fabricantes de equipos y los operadores deben colaborar para hallar y definir soluciones técnicas para la prevención de incidentes. Esto debe resultar en una colección de mecanismos de seguridad que han de implementarse e integrarse durante la producción de los equipos, y en mecanismos adicionales y configuración de parámetros, claves, etc. durante el despliegue de los sistemas.

I. Definición de una arquitectura de seguridad. Los operadores, junto con los vendedores de servicios y equipos de seguridad, deberán analizar en detalle todos los riesgos y diseñar en consecuencia una "arquitectura de seguridad" adecuada para los sistemas de operación.
II. La implementación de programas de seguridad para sistemas industriales de control abiertos a las redes de Internet puede ser muy costosa. Muchos operadores hacen uso de controles que compensan la falta de mecanismos de control intrínsecos para evitar la inversión de grandes sumas de dinero en la renovación de equipos y dispositivos antiguos y en sistemas operativos y *software* general. Para facilitar este camino, dos requisitos son: por una parte, crear versiones

de productos con funcionalidad limitada y que brinden pocas opciones pero suficientes para algunos sistemas SCADA específicos; por otra, definir una arquitectura de defensa profunda, es decir, la inclusión de múltiples capas de protección y mecanismos de seguridad solapantes, los cuales actúan como varias barreras contra atacantes. Este enfoque constituye un buen camino para proteger sistemas industriales de control.

III. Un aspecto fundamental de la arquitectura de seguridad es dado por los mecanismos de protección del acceso remoto de los sistemas. El acceso remoto para el control de sistemas por parte de los vendedores o personal de gestión para labores de mantenimiento expone algunos aspectos de la arquitectura a manipulación externa.
IV. Programación segura. Los fabricantes de *hardware* y *software* de sistemas industriales de control deben aplicar las metodologías y reglas adecuadas de programación segura durante el ciclo de desarrollo del sistema.
V. Análisis de los requisitos de seguridad durante todo el ciclo de vida de los sistemas. Los requisitos de seguridad deben ser incluidos desde el principio en la especificación y análisis del sistema. En otras palabras, la seguridad debe acompañar el desarrollo del sistema y no convertirse en una serie de mecanismos adicionales para compensar las deficiencias de seguridad encontradas por falta de previsión.
VI. Consideración de vida útil del sistema. El *software* y *hardware* para oficinas tiene una vida útil de tres a cinco años. En sistemas industriales de control, los cuales son diseñados para un propósito muy específico, la vida útil puede durar mucho más. Por esta razón, es difícil asegurar los componentes de los sistemas industriales de control continuamente a lo largo de toda su vida útil contra nuevas amenazas de seguridad, y es necesario tener planes detallados para poder modificar los sistemas en producción.

Aspectos operativos de la infraestructura y procesos relacionados

Aquí incluimos las actividades de los operadores del sistema, incluyendo la provisión de seguridad física, la gobernanza de la seguridad (en particular: definición y aplicación de roles y responsabilidades), la gestión de crisis y la gestión de riesgos, pero la educación y la sensibilización de los empleados y usuarios la consideramos separada porque es una actividad que no incumbe tan solo a los operadores, sino a todos los actores del sistema.

I. Establecimiento de programas integrales de seguridad. Los operadores de redes de transmisión y distribución tienen que establecer programas integrales de seguridad que incluyan todos los procesos y equipos, tanto de escritorio como de computación comercial y de control de los sistemas industriales. Muchas organizaciones tienen programas detallados de ciberseguridad para sus sistemas de computa-

ción comercial, pero las prácticas para la gestión de seguridad no están adaptadas adecuadamente para los sistemas de control industriales.

II. Endurecimiento (*hardening*). Durante la instalación de equipos, es necesario eliminar los módulos y servicios innecesarios y seleccionar la configuración más segura de parámetros y las versiones de SW más apropiadas. Esto es fundamental para reducir la superficie de ataques y, por tanto, los riesgos.

III. Gestión controlada de cambios. A medida que aparecen informes de incidentes, internos o externos, vulnerabilidades descubiertas o parches de SW, es necesario revisar a configuración del sistema, los parámetros de sistemas SCADA y de controladores lógicos programables (PLC), las versiones de *firmware,* propiedades, ficheros o cualquier otro programa o aplicación. Una gestión adecuada es particularmente importante con el fin de evitar interrupciones o problemas serios en sistemas de control industriales.

Educación, difusión y sensibilización

En la labor de educación y sensibilización han de participar todos los actores a todos los niveles, incluyendo las altas esferas de las compañías involucradas.

I. Campañas de educación, sensibilización y concienciación. Es imperativo crear una cultura consciente de los temas pertinentes a la seguridad, logrando sobre todo un cierto nivel de profundización de los conocimientos necesarios, sobre todo sobre los riesgos y los procedimientos reconocidos que fomentan la seguridad, así como de las prácticas que la ponen en peligro. Con este fin, es necesario definir e implementar programas de educación del personal de sistemas industriales de control y campañas de sensibilización y concienciación de usuarios finales y de los proveedores de servicios.
Como hemos visto, muchos ataques se pueden evitar si el personal y otros actores del sistema actúan imponiendo reglas de conducta no siempre evidentes. Por ejemplo, el *spear-phishing* intenta engañar a la víctima con una información (un *link* a una página web o un anexo en un mensaje electrónico) aparentemente interesante. No solo la empresa tiene que tener políticas sobre las reacciones en tales casos, sino que el empleado tiene que conocer tales reglas y entender su valor en la protección del sistema.

Intercambio de información

No es fácil para los operadores de infraestructuras críticas cooperar en la detección de ataques y compartir la información sobre incidentes. La Comunidad Europea está buscando formas de incentivar esta colaboración, estudiando la posibilidad de crear bancos de pruebas y de un Equipo de Res-

puesta ante Emergencias Informáticas, sistemas de control industrial (ICS CERT, por sus siglas en inglés) de coordinación, superando la diversidad de capacidades de que disponen los diferentes países y organizaciones de la Comunidad, así como problemas legales, estratégicos e intereses privados.

I. Creación de grupos de evaluación. Los incidentes en sistemas industriales de control deben servir como base de evaluaciones actualizadas del riesgo y de las posibles medidas correctivas y reasignación de recursos. Tanto los fabricantes como los operadores deben abordar el reto de crear comités de análisis que se reúnan regularmente para discutir los incidentes de seguridad y reevaluar los riesgos. En estos equipos no debe faltar, además del personal experto en seguridad y los ingenieros de procedimiento, personas en puestos de dirección medios, y se debe contar con el respaldo incondicional de los mandos altos.
II. Intercambio de información. Todos los días se descubren nuevas vulnerabilidades en el *software* de los sistemas industriales de control. Los operadores deben estar preparados para enfrentarse a nuevos problemas. Al mismo tiempo, fabricantes de sistemas industriales de control deben ofrecer respuestas rápidas y efectivas a la necesidad de crear y distribuir parches de corrección e informes de vulnerabilidad. La industria y la investigación académica o independiente deben cooperar, permitiendo que los fabricantes corrijan sus sistemas antes de hacer pública la información.

Estándares, guías y regulación

I. Incentivos, reglas, legislación y regulación. La Comunidad Europea está estudiando formas de obligar o, por lo menos, motivar a los operadores a ajustarse a procesos definidos de inspección de sistemas industriales de control y análisis de riesgo. La regulación en Norteamérica está dirigida por las organizaciones FERC y NERC.
II. Guías auxiliares. Adicionalmente a las reglas anteriores, es necesario definir guías auxiliares, las cuales incluyen un conjunto de controles de seguridad y de buenas prácticas, alternativas compensatorias y procesos suplementarios. Ejemplos de los temas incluidos en estas guías pueden ser: gestión de cuentas, separación de funciones, el principio del mínimo privilegio, control de sesiones concurrentes, acceso remoto, control de cambios de configuración, pruebas y planes de contingencia, instrumentos de mantenimiento, mantenimiento remoto, protección contra códigos maliciosos, métodos de pruebas, etc.
III. Estandarización. Es necesario definir y estandarizar soluciones ágiles y elegantes para los propósitos específicos de la Red Inteligente y analizar si es necesario definir un conjunto de protocolos básicos de comunicación segura, adoptando un sistema criptográfico adecuado para los requisitos, pero permitiendo la introducción de algoritmos nuevos cuando se requieran.

IV. Certificación. Los tres puntos anteriores pueden –y en muchos casos deben– estar acompañados de procesos de certificación, obligatoria u opcional, que verifican la conformidad con las guías correspondientes.

Investigación y desarrollo de nuevas soluciones

Los investigadores en seguridad deben desarrollar nuevas técnicas y soluciones para los sistemas de control y supervisión y los otros elementos de la Red Inteligente. Esto ha de incluir nuevos métodos forenses, técnicas automáticas, no intrusivas y en tiempo real de monitoreo que aprovechen el tipo singular de sistemas usados. También será conveniente definir protocolos de comunicación y criptográficos, así como controles compensatorios adaptados a las necesidades de la distribución futura de energía, tanto para los equipos grandes pero específicos como para los dispositivos con pocos recursos de computación, almacenamiento o batería.

Protección de la privacidad de datos personales

Ya en el mundo de hoy, en los sistemas médicos o comerciales se ha demostrado que asegurar la privacidad de los usuarios es una dificultad inmensa. Un reto particularmente relevante en la Red Inteligente será el tener que administrar una cantidad enorme de elementos sin precedentes y, al mismo tiempo, que asegurar el anonimato y privacidad de muchos de ellos.

Conclusiones

La Red Inteligente de suministro eléctrico será una realidad; son muchas las presiones en la sociedad moderna que nos obligan a seguir este desarrollo tecnológico, que ha sido descrito como el más grande esfuerzo de ingeniería de la humanidad. El uso de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) es imprescindible, pero conllevará nuevos riesgos de seguridad. Es prácticamente imposible calcular la probabilidad real de que suceda un ataque serio, hoy o en el futuro, al sistema de suministro eléctrico en un país desarrollado, o saber cuáles son los equipos o funciones que serían el blanco de los ataques. Lo más importante no es intentar la construcción de sistemas absolutamente seguros, lo cual sería un ideal inalcanzable y una empresa fútil, sino más bien tener un concepto holístico de seguridad que determine qué procesos seguir para prevenir o dificultar los ataques, qué herramientas usar para reconocerlos rápidamente y qué acciones tomar para responder y recuperar el funcionamiento normal en el menor tiempo posible y antes de que causen estragos. Los retos de seguridad son grandes pero no imposibles de gestionar. Son una llamada a la acción coordinada y determinada de nuestra sociedad.

Bibliografía

AKYILDIZ, I. F; WEILIAN, Su; SANKARASUBRAMANIAM, Y. & CAYIRCI, E. "A survey on sensor networks". *IEEE Communications Magazine*, n.º 40, 8 de agosto de 2002, pp. 102-114.

ANAGNOSTAKIS, K. G.; SIDIROGLOU, S.; AKRITIDIS, P.; XINIDIS, K.; MARKATOS, E. & KEROMYTIS, A. D. "Detecting targeted attacks using shadow honeypots", 9. *Proceedings of the 14th Conference on USENIX Security Symposium*, volumen 14, 2005.

ANDERSON, Ross. "Why information security is hard: An economic perspective". *Computer Security Applications Conference*, Anual, 0, 358. Los Alamitos, CA, EE. UU.: IEEE Computer Society, 2001.

ANDERSON, Ross & FULORIA, Shailendra. "Who controls the off switch?". *International Conference on Smart Grid Communications.* IEEE, octubre de 2010.

ANDERSON, Ross & KUHN, Markus. "Low cost attacks on tamper resistant devices". *Security Protocols*, 1361/1998. 1998, pp. 125-136. http://dx.doi.org/10.1007/BFb0028165.

ANDERSON, Ross J. *Security engineering: A guide to building dependable distributed systems*. Second, Wiley Publishing, 2008.

http://www.cl.cam.ac.uk/~rja14/book.html.

AYCOCK, J. "A design for an anti-spear-phishing system". *7th Virus Bulletin International Conference.* 2007.

BARNES, Ken & JOHNSON, Briam. *Introduction to SCADA protection and vulnerabilities.* INEEL/EXT-04-01710. Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, marzo de 2004.

http://www.inl.gov/technicalpublications/Documents/3310860.pdf.

BISHOP, Matt. *Computer security: Art and science.* Addison-Wesley, 2003.

CARL, Glenn; KESIDIS, George; BROOKS, Richard R. & RAI, Suresh. "Denial-of-service attack detection techniques". *IEEE Internet Computing,* 10, 1, pp. 82-89. Los Alamitos, CA, EE. UU.: IEEE Computer Society, 2006.

COHEN, F. "The smarter grid". *Proceedings of IEEE Symposium on Security and Privacy,* n.º 8, 2010, pp. 60-63.

COHEN, Fred. "Simulating cyber attacks, defences, and consequences". *Computers & Security.* 1999, 18, 6, pp. 479-518. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167404899801151.

Consejo Europeo. Directiva 2008/114/CE del Consejo, *sobre identificación y designación de las infraestructuras críticas europeas y la evaluación de la necesidad de mejorar su protección,*

http://europa.eu/legislation_summaries/justice_freedom_security/fight_against_terrorism/jl0013_es.htm.

CREESE, Sadie; GOLDSMITH, Michael H. & ADETOYE, Adedayo O. "A logical high-level framework for critical infrastructure resilience and risk assessment". *The 3rd International Workshop on Cyberspace Safety and Security* (CSS 2011), por aparecer. Milán, Italia: septiembre de 2011.

ENISA. *CERT cooperation and its further facilitation by relevant stakeholders.* Deliverable WP2006/5.1(CERT-D3).

http://www.enisa.europa.eu/act/cert/background/coop/files/cert-cooperation-and-its-further-facilitation-by-relevant-stakeholders/at_download/fullReport.

ENISA. ENISA *Smart Grid security recommendations.* https://www.enisa.europa.eu/activities/Resilience-and-CIIP/critical-infrastructure-and-services/smart-grids-and-smart-metering/ENISA-smart-grid-security-recommendations/at_download/fullReport.

ERICSSON, G. N. "Cyber-security and power system communication 2014: Essential parts of a Smart Grid infrastructure". *Transactions on power delivery.* 25, 3, pp.1501-1507. IEEE, 2010.

IGURE, Vinay M.; LAUGHTER, Sean A. & WILLIAMS, Ronald D. "Security issues in SCADA networks". *Computers & Security*, n.º 25, 2006, pp.498-506.

TØNDEL, Inger Anne, JAATUN, Martin Gilje y LINE, Maria Bartnes. "Security threats in demo Steinkjer". *Report from the Telenor-SINTEF collaboration project on Smart Grids.* http://www.demosteinkjer.no/attachment.ap?id=2.

KALOGRIDIS, G.; EFTHYMIOU, C.; DENIC, S. Z.; LEWIS, T. A. & CEPEDA, R. "Privacy for smart meters: Towards undetectable appliance load signatures", pp.232-237. *First IEEE International Conference on Smart Grid Communications.* SmartGridComm, 2010.

KHURANA, H.; HADLEY, M.; LU, Ning & FRINCKE, D. A. "Smart Grid security issues". *Security Privacy.* IEEE, 2010, 8, 1, pp.81-85.

KOEPSELL, Stefan; WENDOLSKY, Rolf & FEDERRATH, Hannes. *Revocable anonymity, emerging trends in information and communication security*. 2006, pp. 206-220. http://dx.doi.org/10.1007/11766155_15.

LIU, Yao; NING, Peng & REITER, Michael K. *False data injection attacks against state estimation in electric power grids.* 2009.

LU, Zhuo; LU, Xiang; WANG, Wenye & WANG, C. "Review and evaluation of security threats on the communication networks in the smart grid". *Military Communications Conference-MILCOM 2010.* 2010, pp. 1830-1835.

MCDANIEL, P. & MCLAUGHLIN, S. "Security and privacy challenges in the Smart Grid". *Security Privacy,* 7, 3, pp. 75-77. IEEE, 2009.

MCGRAW, Gary. "Software security". *Security and Privacy,* 2, 2, pp. 80-83. IEEE, 2004.

METKE, A. R. & EKL, R. L. "Security technology for Smart Grid networks". *Transactions on Smart Grid,* 1, 1, pp. 99-107. IEEE, 2010.

Microsoft. *Spear phishing: Highly targeted phishing scams,* http://www.microsoft.com/protect/yourself/phishing/spear.mspx.

MINGHAN, Zou & YUN, Miao. "Summary of Smart Grid technology and research on Smart Grid security mechanism". *7th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM).* 1 de abril de 2011.

Ministerio de Defensa. *Ciberseguridad. Retos y amenazas a la seguridad nacional en el ciberespacio. Cuadernos de Estrategia,* n.º 149. http://bibliotecavirtualdefensa.es/BVMDefensa/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=17029.

Ministerio del Interior. Ley 8/2011, de 28 de abril, *por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas.* http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-7630.

Ministerio del Interior. Real Decreto 704/2011, *por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de las Infraestructuras Críticas.* http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-8849.

MO, Yilin; KIM, T. H.-H.; BRANCIK, K.; DICKINSON, D.; LEE, Heejo; PERRIG, A. & SINOPOLI, B. "Cyber-physical security of a Smart Grid infrastructure". *Proceedings of the IEEE*. 2012, 100, 1, pp. 195-209.

NERC. *CIP-009-4: Cyber-security: Recovery plans for critical cyber assets.* North American Electric Reliability Corporation (NERC).

http://www.nerc.com/pa/Stand/Pages/CIPStandards.aspx.

OGWU, Francis Joseph; TALIB, Mohammad; ADEROUNMU, Ganiyu & ADETOYE, Adedayo. "A framework for quality of service in mobile ad hoc networks". *Int. Arab J. Inf. Technol.* 2007, 4, 1, pp. 33-40.

PAAR, Christof & WEIMERSKIRCH, André. Embedded security in a pervasive world., *Information security technical report.* 2007, n.º 12, pp. 155-161.

PALMER, Graham. "De-perimeterisation: Benefits and limitations". *Information security technical report.* 2005, 10, 4, pp. 189-203.

http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VJC-4HN-F68X-3/2/65c03ea72fa1ff3c61a53447fc8dd9ca.

RIFKIN, Jeremy. *The Third Industrial Revolution: How lateral power is transforming energy, the economy, and the world,* p. 304. 2013.

MACMILLAN, Palgrave. *Symantec, Stuxnet dossier.*

http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/media/security_response/whitepapers/w32_stuxnet_dossier.pdf.

SYMANTEC. *W32. Stuxnet variants.*

.http://www.symantec.com/connect/blogs/w32stuxnet-variants.

WACK, John; TRACY, Miles & SOUPPAYA, Murugiah. *Guideline on network security testing {NIST}. Special publication,* 800, 42, octubre de 2003. http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-42/NIST-SP800-42.pdf.

WANG, Wenye & LU, Zhuo. "Survey cyber security in the Smart Grid: Survey and challenges". *Comput. Netw.,* 57, 5, pp. 1344-1371. Nueva York, NY, EE. UU.: Elsevier North-Holland, Inc., abril de 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.comnet.2012.12.017.

WANG, Yong; RUAN, Da; GU, Dawu; GAO, J.; Liu, DAMING; Xu, JIANPING; Chen, FANG; Dai, FEI & YANG, Jinshi. "Analysis of Smart Grid security standards". *International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE),* 4, pp. 697-701. IEEE, 2011.

YANG, Y.; LITTLER, T.; SEZER, S.; MCLAUGHLIN, K. & WANG, H. F. "Impact of cyber-security issues on Smart Grid". *2nd IEEE PES International Conference and Exhibition on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe).* IEEE, 1 de julio de 2011.

Capítulo cuarto

Impacto geopolítico del desarrollo de los hidrocarburos no convencionales

Mariano Marzo

Resumen

Los recursos no convencionales de petróleo y gas son abundantes y su producción resulta económicamente viable. Además, la distribución geográfica de estos recursos diversifica las fuentes de suministro tradicionales, muy concentradas en Oriente Medio y Rusia. El estancamiento e inminente caída de la producción de crudo convencional hará que en el futuro los petróleos no convencionales ganen protagonismo. Durante la próxima década, el aumento de su extracción, particularmente en los Estados Unidos y Canadá, ayudará a debilitar temporalmente la hegemonía de la OPEP que, sin embargo, recobrará el control del mercado a mediados de la década de los veinte. Por su parte, la producción de gas no convencional se extenderá en el futuro desde Norteamérica a otras partes del mundo, consolidando a largo plazo su aportación al suministro global de gas. El cambio en la geografía de la demanda, cuyo centro se desplaza hacia Asia, junto a los cambios que la producción de hidrocarburos no convencionales introduce en el actual balance entre países exportadores e importadores, comportará una reorganización del flujo comercial del petróleo y del gas natural con implicaciones sobre la seguridad de las rutas de suministro global. Estados Unidos, que gracias a los no convencionales logra la autosuficiencia en el caso del gas natural y un bajo grado de dependencia de las importaciones de crudo, es el gran beneficiario a medio plazo de la revolución de los no convencionales. La Unión Europea,

por el contrario, verá incrementar su dependencia de las importaciones de petróleo y gas.

Palabras clave

Hidrocarburos no convencionales, OPEP, autosuficiencia energética, dependencia energética.

Abstract

Non-conventional oil and gas resources are abundant and their production is economically viable. In addition, the geographical distribution of these resources helps to diversify the traditional sources of supply currently highly concentrated in the Middle East and Russia. Stagnation and imminent fall in production of crude oil will make non-conventional oil to gain prominence in the future. Over the next decade, its increasing extraction, particularly in the United States and Canada, will help to temporarily weaken the hegemony of the OPEC which nevertheless will regain control of the market shortly after the mid-1920s. Meanwhile, the production of unconventional gas will extend in the future from North America to other parts of the world, consolidating its contribution to the global supply of gas on a long-term basis. The change in the geography of demand, whose centre is moving towards Asia, along with the changes introduced by the non-conventional hydrocarbons production in the current balance between exporting and importing countries, will incur a reorganization of the trade flows of oil and natural gas, with implications upon the security of the global supply routes. The United States, which thanks to non-conventional, achieves the auto-sufficiency in the case of natural gas as well as a low degree of dependence on crude oil imports, is the big beneficiary in the medium term of the so-called non-conventional revolution. The European Union, by contrast, will see an increase on its imports and external dependence.

Keywords

Non-conventional hydrocarbons, OPEC, Energy self-sufficiency, energy dependence.

Introducción

Este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto geopolítico del desarrollo de los recursos no convencionales de petróleo y gas natural. Para ello, como paso previo, tras aclarar el significado del término "no convencional" y proceder a enumerar y definir las principales categorías de este tipo de hidrocarburos, se presenta una estimación de recursos a nivel global, al mismo tiempo que se evalúan sus costes potenciales de producción.

Una vez constatada su abundancia y la viabilidad económica de su extracción (sin internalizar los costes asociados a las emisiones de CO2 generadas), el análisis se centra en la distribución geográfica de los recursos no convencionales de petróleo y gas, con el fin de averiguar si su localización geográfica puede representar un contrapeso a la actual concentración de los recursos convencionales en determinadas regiones del planeta.

Posteriormente, se procede a analizar las perspectivas de producción durante las próximas dos décadas, identificando los principales actores potenciales y evaluando la posibilidad de que los recursos no convencionales constituyan una alternativa real y duradera a la actual hegemonía de la OPEP y Oriente Medio en el caso del petróleo, y de esta última región y Rusia en el caso del gas.

Finalmente, se valoran los cambios que la producción de los hidrocarburos no convencionales podría introducir en el actual balance exportador-importador de los principales países y regiones, para de esta manera intentar reconocer cambios de dirección del flujo comercial del petróleo y del gas natural, así como las posibles tendencias de reorganización del actual mapa del comercio mundial y las posibles implicaciones que dicha reorganización podría tener sobre la seguridad de las rutas de suministro global.

La metodología empleada para cubrir los objetivos arriba citados ha consistido básicamente en el estudio pormenorizado y la síntesis de los datos y conclusiones presentadas en varios informes recientes publicados por la Agencia Internacional de la Energía[1].

Resulta oportuno destacar que, como sucede en cualquier estudio en el que se tratan cuestiones de prospectiva y de estimación de recursos del subsuelo, las cifras expuestas a lo largo de este trabajo, aunque pro-

[1] Recordemos que este es un organismo autónomo, con sede en París, fundado en 1974 como consecuencia del *shock* petrolero de 1973, dentro del marco de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Su objetivo es diseñar y llevar a la práctica un programa energético internacional. La AIE está integrada por los siguientes países: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea del Sur, Dinamarca, España, EE. UU. de América, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, Nueva Zelanda, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía. La Comisión Europea también participa en los trabajos de la AIE.

vienen en su totalidad de fuentes de reconocida solvencia, no deben ser tomadas como valores exactos, sino más bien como orientaciones que permiten identificar determinadas tendencias.

Petróleos no convencionales

Consideraciones técnicas preliminares

¿Qué significa no convencional?

En la industria del petróleo y del gas no existe una definición universalmente aceptada de lo que se entiende por convencional o no convencional. En general, en un determinado momento, este último término se aplica a cualquier acumulación de petróleo o gas que requiera tecnologías de producción significativamente diferentes a las utilizadas mayoritariamente hasta entonces. Sin duda, esta acepción resulta imprecisa y demasiado ligada al factor tiempo. A largo plazo, como resultado de la evolución tecnológica, lo no convencional adquiere la categoría de convencional desde el momento en que una tecnología extractiva deja de ser una excepción para convertirse en norma.

Principales tipos de petróleos no convencionales

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el petróleo no convencional incluye las siguientes categorías (figura 1):

I. Lutitas[2] con querógeno (*kerogen shales* u *oil shales*). Se trata de un tipo de rocas sedimentarias de grano fino (principalmente integradas por partículas de tamaño de la arcilla o limo) y de muy baja permeabilidad que contienen una mezcla de componentes orgánicos sólidos denominada querógeno, a partir de la cual, por calentamiento (hasta unos 500º C), pueden obtenerse hidrocarburos líquidos (*kerogen oil*). Las lutitas con querógeno son rocas madres inmaduras que no han llegado a producir petróleo porque durante su enterramiento no se han visto sometidas a las condiciones mínimas de temperatura requeridas para la génesis de petróleo o gas.
II. Petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO). Se refiere a crudo ligero atrapado en rocas sedimentarias de baja permeabilidad y porosidad (lutitas, areniscas y calizas). Se trata de rocas madre de hidrocarburos, ricas en materia orgánica, que tras sufrir

[2] En este escrito no se traduce el término anglosajón *shale* por "esquisto" o "pizarra". La razón estriba en que estos dos últimos términos designan rocas metamórficas que, por definición, no contienen materia orgánica ni hidrocarburos. Las *shales* son rocas sedimentarias de grano fino y por ello preferimos traducir este término por "lutitas", un vocablo sedimentológico poco conocido pero técnicamente más correcto que el de esquisto o pizarra.

un proceso de maduración térmica adecuado han generado petróleo. Parte de este se encuentra todavía en la roca, aunque otra parte puede haber migrado verticalmente acumulándose en yacimientos convencionales. Como los fluidos no pueden moverse fácilmente a través de rocas de baja permeabilidad, la producción comercial del petróleo que contiene requieren de técnicas avanzadas como la fracturación hidráulica (o *fracking*) y la perforación de sondeos horizontales multilaterales.

III. Arenas petrolíferas o arenas asfálticas (*oil sands* o *tar sands*). Son rocas sedimentarias no consolidadas mayoritariamente formadas por partículas de tamaño de la arena, aglutinadas por una variedad densa y extremadamente viscosa de petróleo, técnicamente conocida como *bitumen.* Existen varias tecnologías para extraer el bitumen de las arenas. Cuando estas están cerca de la superficie, se explotan mediante minería, usando enormes palas y camiones volquete. A continuación, se extrae el bitumen utilizando agua caliente y sosa cáustica, para finalmente tratarlo mediante un proceso (*upgrading*) que da lugar a un crudo sintético que se envía a una refinería. Cuando las arenas petrolíferas se encuentran a más profundidad (más de 75 m) en el subsuelo, se hace necesaria la perforación de pozos horizontales multilaterales y la inyección de agua caliente. Las mayores reservas y recursos de arenas petrolíferas se concentran en Canadá, principalmente en Alberta.

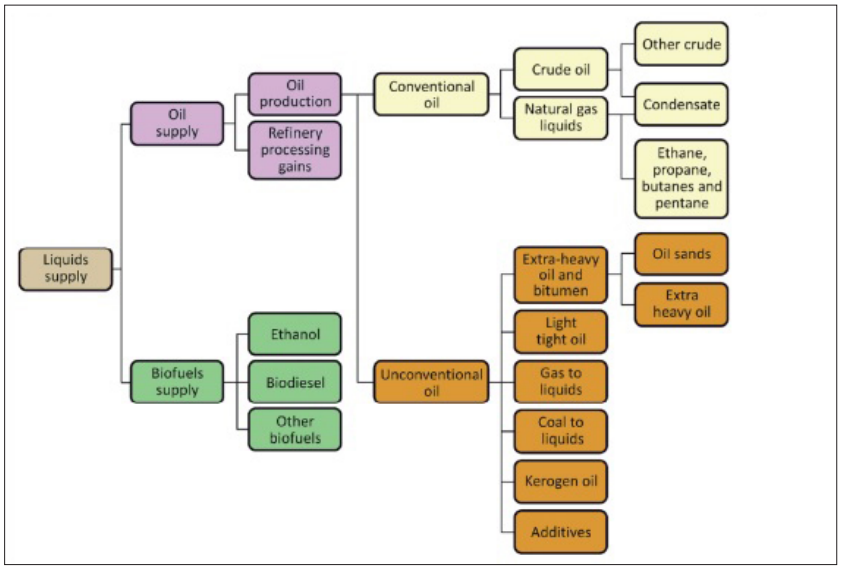


Figura 1. El suministro de combustibles líquidos y esquema de clasificación de estos utilizada por la Agencia Internacional de la Energía (IEA, *WEO 2013*).

IV. Algunos expertos utilizan criterios de densidad del petróleo, o de gravedad API, para diferenciar los petróleos convencionales y no convencionales. Así, todos los petróleos con gravedad API por debajo de 20°, es decir, con una densidad superior a 0,934 gramos por centímetro cúbico, se consideran no convencionales, lo que incluiría en esta categoría, además de las arenas asfálticas mencionadas con anterioridad, los denominados petróleos extrapesados (*extra-heavy oils*). Se utilizan diversas técnicas avanzadas de perforación que consiguen reducir la viscosidad lo suficiente para que el petróleo pueda fluir a la superficie. La mayor acumulación de petróleos extrapesados se concentra en la Faja del Orinoco en Venezuela.
V. Líquidos del carbón y del gas natural (*coal to liquids* o CTL *y gas to liquids* o GTL). Incluye combustibles sintéticos (*synfuels*) derivados de la conversión del carbón o del gas mediante la reacción de Fisher-Tropsch.

Estimación de recursos y sus costes de producción (sin internalizar los costes del CO2)

A finales de 2011, sin contar los líquidos del carbón y del gas natural (CTL y GTL), las estimaciones de reservas y recursos[3] recuperables de petróleo no convencional se situaban a escala global en torno a los $3{,}2 \times 10^{12}$ barriles (figura 2, tabla 2). Un volumen que supera ligeramente al de las reservas y recursos de petróleo convencional, aunque los cálculos sobre petróleos no convencionales son menos fiables ya que, en general, estos últimos han sido estudiados y explorados menos intensamente y existe menos experiencia sobre cómo explotarlos. Además, conviene tener presente que su producción comercial requiere la superación de considerables barreras técnicas, medioambientales, políticas y económicas.

Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, *Resources to reserves,* 2013), los costes de producción de los cerca de los $1{,}2 \times 10^{12}$ barriles de petróleo convencional extraídos hasta la fecha no han superado los 30 dólares. ¿Cuáles podrían ser los costes de producción de las restantes categorías de recursos de petróleo técnicamente recuperables pendientes de explotación?

[3] Las reservas probadas son aquellas listas para ser extraídas de manera rentable con la tecnología y los precios existentes en una determinada fecha, mientras que los recursos recuperables son volúmenes estimados en base a diferentes hipótesis pendientes de confirmación mediante sondeos y pruebas de producción. Lo que significa que las estimaciones de recursos presentan siempre, por definición, un elevado grado de incertidumbre.

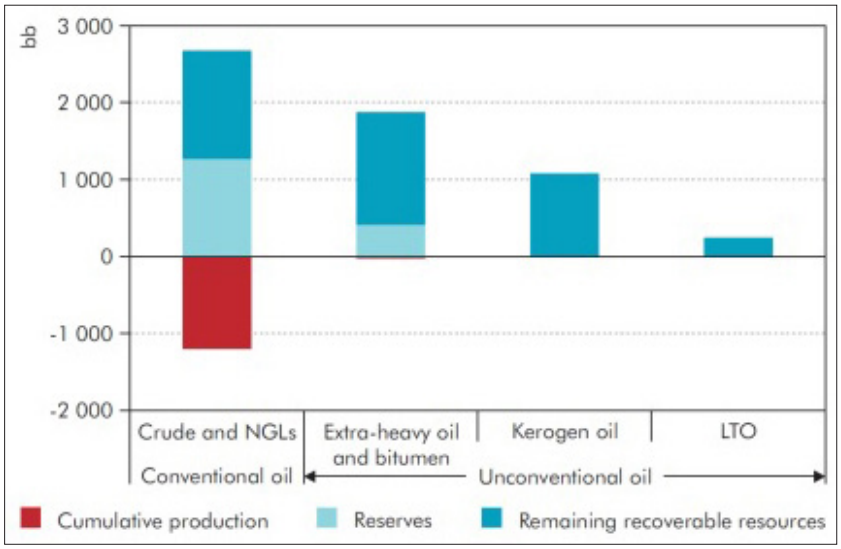


Figura 2. Producción acumulada, reservas y recursos recuperables de petróleo por explotar, tanto convencionales como no convencionales, a finales de 2011 y a escala global. Cifras en miles de millones de barriles (bb). (IEA, *WEO 2012*).

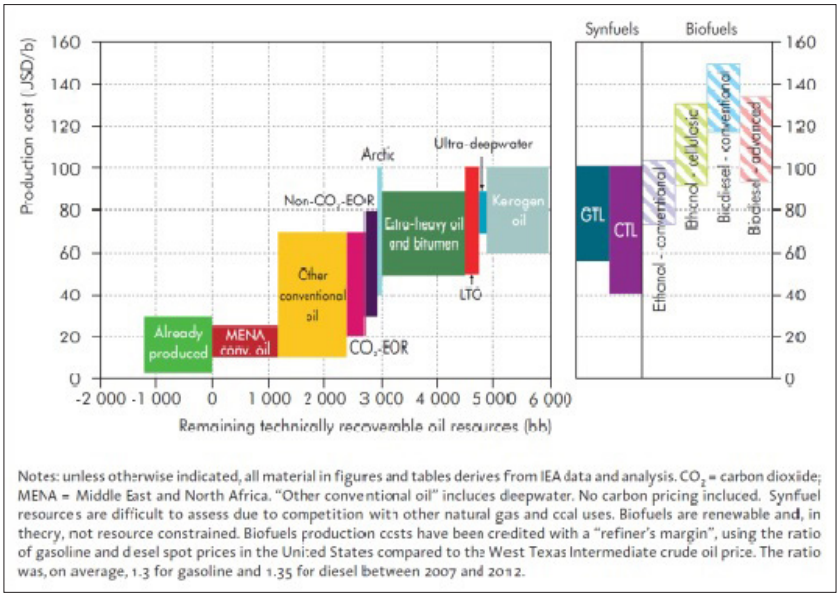
	Conventional			Unconventional				Total
	Crude oil	NGLs	Total	EHOB	Kerogen oil	Light tight oil	Total	
OECD	318	99	417	812	1 016	101	1 929	2 345
Americas	253	57	310	809	1 000	70	1 878	2 188
Europe	59	31	91	3	4	18	25	116
Asia Oceania	5	11	16	0	12	13	25	41
Non-OECD	1 928	334	2 261	1 069	57	139	1 264	3 526
E. Europe/Eurasia	352	81	433	552	20	14	586	1 019
Asia	95	26	121	3	4	50	57	178
Middle East	982	142	1 124	14	30	4	48	1 172
Africa	255	52	306	2	0	33	35	341
Latin America	245	32	277	498	3	37	538	815
World	2 245	433	2 678	1 880	1 073	240	3 193	5 871

Note: EHOB = extra-heavy oil and bitumen.

Tabla 1. Recursos técnicamente recuperables de petróleo por explotar, según tipos y regiones, a finales de 2011. Cifras en miles de millones de barriles (bb). (IEA, *WEO 2012*).

La figura 3 intenta responder de forma sintética a dicha cuestión. En el eje horizontal se representan el volumen potencial de recursos técni-

camente recuperables[4] por explotar a largo plazo, salvo en el caso de los combustibles sintéticos derivados de los biocombustibles y del carbón (CTL) y del gas natural (GTL), ya que los primeros provienen de la transformación de recursos renovables, mientras que los dos últimos se sintetizan a partir de materias primas, carbón y gas, muy abundantes, y se considera que solo una pequeña fracción de estas será realmente utilizada en el proceso de conversión. El eje vertical, en cambio, informa sobre los rangos de costes estimados para la producción (exploración, extracción y *upgrading*) del hidrocarburo líquido final a partir de las diferentes categorías de recursos. Conviene remarcar que dichos costes no internalizan los costes de las emisiones de CO2 asociadas al proceso de producción.



Notes: unless otherwise indicated, all material in figures and tables derives from IEA data and analysis. CO_2 = carbon dioxide; MENA = Middle East and North Africa. "Other conventional oil" includes deepwater. No carbon pricing included. Synfuel resources are difficult to assess due to competition with other natural gas and coal uses. Biofuels are renewable and, in theory, not resource constrained. Biofuels production costs have been credited with a "refiner's margin", using the ratio of gasoline and diesel spot prices in the United States compared to the West Texas Intermediate crude oil price. The ratio was, on average, 1.3 for gasoline and 1.35 for diesel between 2007 and 2012.

Figura 3. Costes de producción de combustibles líquidos (en dólares por barril) y volúmenes técnicamente recuperables a largo plazo para algunas categorías de recursos de petróleo convencionales y no convencionales (en miles de millones de barriles). (IEA, *Resources to reserves,* 2013).

En el caso de los recursos convencionales del petróleo, el estudio de la AIE citado (IEA, *Resources to reserves,* 2013) efectúa las siguientes consideraciones:

[4] Los recursos técnicamente recuperables son volúmenes estimados en base a diferentes hipótesis, (pendientes de confirmación mediante sondeos y pruebas de producción) y que podrían ser extraídos del subsuelo con la tecnología actual, dejando al margen consideraciones de tipo económico.

I. La totalidad de los recursos y reservas de petróleos convencionales de Oriente Medio y Norte de África puede ser producida a costes relativamente más baratos que en otras regiones, aunque el aumento de las inversiones en exploración y producción necesarias para el desarrollo y mejora de campos ya maduros se están traduciendo en unos costes de producción más caros que en el pasado. Los recursos petroleros convencionales en Oriente Medio y Norte de África ascienden a 1,12 x 10^{12} barriles y los costes de producción se estiman entre 10 y 25 dólares por barril.
II. Los costes de producción de los recursos y reservas de petróleos convencionales de otras regiones son muy variables. Desde un punto de vista técnico, algunos yacimientos rusos resultan tan fáciles de explotar como los yacimientos de Oriente Medio y Norte de África, situándose en la parte inferior de la banda de costes de producción. La parte superior de esta estaría representada por campos en tierra firme o en aguas marinas (excluyendo las ultraprofundas), técnicamente más complejos. Los recursos de petróleo de esta categoría ascienden a 1,22 x 10^{12} barriles y los costes de producción oscilan entre 10 y 70 dólares por barril.
III. La utilización del conjunto de técnicas de recuperación asistida del petróleo (*enhanced oil recovery* o EOR) pueden lograr extraer hasta 0,5 x 10^{12} barriles, de los cuales 0,3 x 10^{12} barriles podrían provenir de técnicas basadas en la inyección de CO2 y el resto de técnicas de estimulación térmica (como por ejemplo la inyección de vapor de agua) o química. Los costes estimados para la producción mediante estas técnicas son muy variables ya que dependen de los parámetros específicos de cada campo. Dichos costes oscilan entre 20 y 80 dólares por barril. Los más baratos son los relacionados con las técnicas de inyección de CO2, que resultarían aún más competitivas si los costes de producción incorporaran un precio de las emisiones de CO2, ya que esta técnica se beneficiaria de los créditos de carbono obtenidos por el secuestro neto de CO2 en el subsuelo.
IV. El petróleo convencional recuperable de aguas ultraprofundas (más de 1.500 m de lámina de agua) podría suponer unos 0,16 x 10^{12} barriles adicionales, con un coste de producción de 70-90 dólares por barril.
V. Según las últimas estimaciones del Servicio Geológico de los EE. UU., la región situada al norte de Circulo Ártico podría suministrar 90.000 x 10^{6} barriles de crudo y otros 44.000 x 10^{6} barriles de líquidos del gas natural, con unos costes de producción del orden de 40 a 100 dólares el barril.

En el caso de los recursos no convencionales, la Agencia Internacional de la Energía asume en su estudio los siguientes puntos:

VI. Existe un gran potencial de recursos de petróleo extrapesado y de arenas petrolíferas, con cerca de 1,88 x 10^{12} barriles, principalmente concentrados en Venezuela y Canadá, pero también en otros países como Rusia y Kazajistán. Los costes de producción en las nuevas instalaciones, incluyendo el *upgrading* del crudo y la mitigación de los impactos medioambientales, aunque no la mitigación de las emisiones de CO2, se sitúan entre 50 y 90 dólares por barril.

VII. La producción de petróleo a partir de lutitas con querógeno (*kerogen oil*) y de petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) se encuentra todavía en una fase temprana de desarrollo, excepto en EE. UU., donde la producción de LTO ha progresado espectacularmente (ver apartado "La revolución del LTO iniciada en los EE. UU. se propaga a otros países pero pierde fuelle desde principios de los treinta"). La estimación de los costes de una futura producción a gran escala no es fácil. En el caso del petróleo de querógeno, dichos costes podrían situarse en torno a los 40-100 dólares por barril y los recursos técnicamente recuperables podrían llegar a los 1,07 x 10^{12} barriles. Los recursos técnicamente recuperables de LTO se cifran en torno a los 0,24 x 10^{12} barriles y los costes de producción, entre 60 y 100 dólares por barril.

VIII. Las tecnologías de producción de combustibles sintéticos a partir del carbón (CTL) y del gas natural (GTL) se fundamentan básicamente en la reacción de Fischer-Tropsch, de manera que los principales costes a considerar son los asociados a los de la construcción de la instalación y los costes de la materia prima utilizada en el proceso de conversión. Se estima que los costes de producción de CTL varían entre 45 a 105 dólares por barril equivalente de petróleo (BEP). Si tan solo el 10% de los recursos mundiales de carbón y lignito fuera utilizado en el proceso, podrían obtenerse hasta 4,5 x 10^{12} barriles equivalente de petróleo de combustible sintético. En el caso del GTL, los costes de producción en las plantas más modernas oscilan entre 60 a 105 dólares por BEP y si se utilizara el 20% de los recursos globales de gas natural como materia prima, podrían obtenerse hasta 1,7 x 10^{12} barriles equivalentes de petróleo de combustible sintético.

Distribución geográfica de los recursos. Los no convencionales como contrapeso a Oriente Medio

Como se recoge en la tabla 3, sin contabilizar los recursos de líquidos derivados del carbón (CTL) y del gas natural (GTL), los países industrializados de la OCDE, que tan solo atesoran el 15,6% de los recursos globales técnicamente recuperables de crudo y líquidos del gas natural, contienen el 62% de los recursos no convencionales de petróleo. Las cifras mues-

tran también que los recursos no convencionales por recuperar contabilizados a finales de 2011 (tabla 3, figuras 4 y 5) se localizan preferentemente en América del Norte, Europa del Este-Eurasia y América Latina, contrarrestando de esta forma la importancia geopolítica de Oriente Medio, región que concentra el 42% de las reservas y recursos de petróleo convencional. La producción y desarrollo de petróleos no convencionales está más avanzada en América del Norte, lo que puede explicar en parte por qué las estimaciones actuales atribuyen a esta región el mayor volumen de recursos. Sin embargo, es posible que en el futuro otras regiones que hasta el presente han recibido poca atención por sus grandes recursos convencionales, como Oriente Medio y África, vean aumentar considerablemente las estimaciones sobre sus recursos no convencionales.

I. Petróleos extrapesados y arenas petrolíferas (*extra-heavy oils* y *oil sands*): estas categorías de petróleo no convencional se localizan preferentemente en Venezuela (en la denominada Faja del Orinoco) y en Canadá, respectivamente. La cantidad de petróleo in situ de las arenas petrolíferas de Canadá se calcula en torno a los 1,845 x 10^{12} barriles, de los cuales podrían recuperarse unos 0,8 x 10^{12} barriles (IEA, *WEO 2010*).

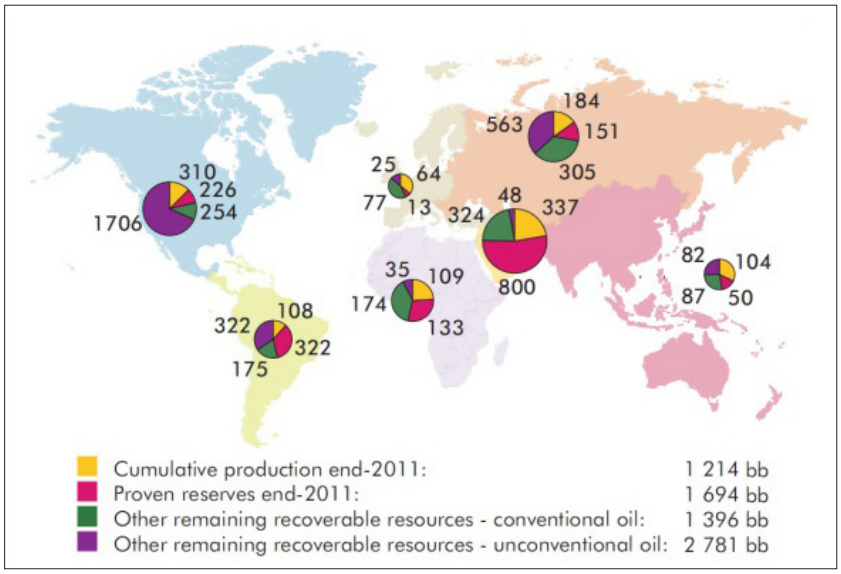


Figura 4. El petróleo en el mundo en 2012. Distribución regional de la producción acumulada, las reservas probadas y los recursos recuperables por explotar, tanto convencionales como no convencionales. Cifras en miles de millones de barriles (bb). (IEA, *Resources to reserves*, 2013).

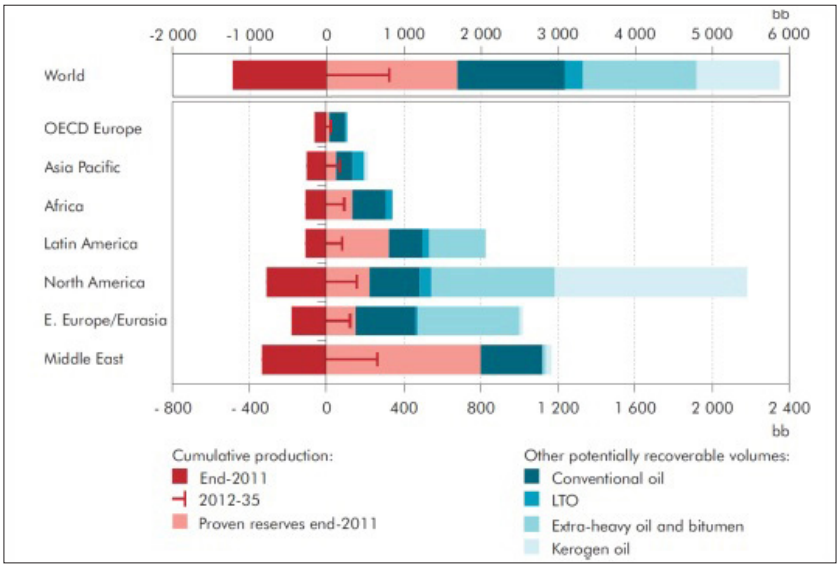


Figura 5. Producción acumulada, reservas probadas y recursos potencialmente recuperables de petróleo, por tipo y por región, en el *New policies scenario* (IEA, *WEO 2012*). Cifras en miles de millones de barriles (bb). Obsérvense las diferentes escalas para el mundo (arriba) y las regiones (abajo).

Por lo que respecta al petróleo extrapesado, estaríamos hablando de alrededor de 1,36 x 10^{12} barriles in situ, con cerca de 0,5 x 10^{12} barriles recuperables (USGS, 2009). Además de Venezuela y Canadá, se cree que existen recursos significativos de los dos tipos de petróleo no convencional analizados en Rusia y Kazajistán, así como volúmenes más modestos en Angola, Azerbaiyán, China, Madagascar, Oriente Medio, Reino Unido y los EE. UU., que en conjunto podrían significar otros 0,6 x 10^{12} barriles recuperables. Al margen de Canadá y Venezuela, las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (*WEO 2013*) en el horizonte de 2035 incluyen algo de producción tan solo en Rusia (Tartaria) y China, países en los que ya existen proyectos o planes de producción muy avanzados.

II. Petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO): en los últimos años la explotación de este tipo de petróleo no convencional ha alcanzado una escala comercialmente significativa, particularmente en las áreas prospectivas de Bakken y Eagle Ford en los EE. UU. En este país, la agencia gubernamental Energy Information Administration (US EIA) ha estimado recientemente los recursos de LTO en unos 58.000 x 10^6 barriles, muy por encima de los 32.000 x 10^6 barriles estimados en 2102 (US EIA, *2013b*). Y a medida que se obtengan más datos esta revisión podría no ser la última. La AIE (IEA, *WEO 2012*) estima en cerca de 240.000 x 10^6

barriles los recursos mundiales de LTO técnicamente recuperables y otras consultoras privadas hablan de una cifra que oscila entre 100.000 y 600.000 x 10^6 barriles. En junio de 2013, la US EIA publicó un estudio (US EIA, *2013a*) sobre un gran número de cuencas sedimentarias en el mundo que estimaba que los recursos técnicamente recuperables de LTO se aproximan a los 350.000 x 10^6 barriles, principalmente repartidos entre Rusia, EE. UU., China, Argentina, Libia, Australia, Venezuela, Méjico, Pakistán y Canadá (ver tabla 4 para más detalles).

Country	Areas assessed	Technical recoverable LTO resources
Russia	Bazhenov shale	76
United States	Bakken, Bone Springs, Eagle Ford, Granite Wash, Niobrara, Spraberry, Wolfcamp, Monterey and Woodford shales	58
China	Sichuan, Yangtze, Jianghan, Greater Subei, Tarim, Junggar and Songlia basins	32
Argentina	Neuquen, San Jorge, Magallanes and Parana basins	27
Libya	Ghadames, Sirte, and Murzuq basins	26
Australia	Cooper, Maryborough, Perth, Canning, Georgina, and Beetaloo basins	18
Venezuela	Maracaibo basin	13
Mexico	Burgos, Sabinas, Tampico, Tuxpan and Veracruz basins	13
Pakistan	lower Indus basin	9
Canada	Horn River, Cordova, Liard, Deep, Alberta, Windsor basins, Duvernay, Bakken, Utica shales	9

Source: US EIA (2013a).

Tabla 2. Los diez principales países en recursos de petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO). Cifras en miles de millones de barriles. (IEA, *WEO 2013*).

III. Lutitas con querógeno (*kerogen shales* u *oil shales*): en la actualidad, el petróleo de querógeno (*kerogen oil*) se produce en muy pequeñas cantidades en Estonia, China y Brasil. Las lutitas con querógeno de más fácil explotación, mediante técnicas mineras, son aquellas próximas a la superficie, aunque también pueden explotarse las acumulaciones más profundas inyectando agua caliente en el subsuelo. Los recursos del primer tipo son enormes. Los mayores conocidos hasta la fecha se localizan en áreas de Utah, Colorado y Wyoming en los EE. UU. Estos, estudiados en detalle por el Servicio Geológico de los EE. UU. (USGS), podrían contener unos recursos equivalentes a 4,285 x 10^{12} barriles de petróleo, de los cuales algo menos de una cuarta parte se corresponde a depósitos con la mayor probabilidad de ser comercialmente explotables (USGS, 2012). En todo el mundo, los recursos existentes en las formaciones geológicas de lutitas con querógeno

próximas a la superficie podrían alcanzar como mínimo los 1,1 x 10^{12} barriles. Aparte de EE. UU., el resto de recursos se encuentran en Jordania (30.000 x 10^6 barriles), Australia (12.000 x 10^6 barriles), Estonia y China (4.000 x 10^6 barriles cada uno) e Israel, Marruecos y Brasil (con cerca de 3.000 x 10^6 barriles cada uno). Australia había planeado en la década de los 90 un gran proyecto en la formación Stuart Shale, pero este fue abandonado, básicamente por consideraciones medioambientales. Este mismo país ha aprobado recientemente un nuevo proyecto piloto con el objetivo inicial de producir 40.000 barriles diarios. En la actualidad, Jordania, Israel y Marruecos tienen un cierto número de proyectos en fase de estudio.

IV. Líquidos del carbón (*coal to liquids* o CTL): los recursos de carbón que constituyen la materia prima para este proceso son muy amplios y, de hecho, la utilización de tan solo el 10% de las reservas probadas del mundo permitiría obtener 275.000 x 10^6 barriles de hidrocarburos líquidos. Claramente, los recursos de carbón disponibles no constituyen ninguna limitación para el desarrollo de la técnica de CTL. Con toda probabilidad, países como China e India, con grandes recursos de carbón extraíble a un coste relativamente bajo y muy dependientes de las importaciones de petróleo, liderarán las inversiones en esta tecnología, que ya cuenta con amplia experiencia operativa en Sudáfrica. China ha anunciado planes para producir en 2020 hasta 600.000 barriles diarios de combustibles sintetizados mediante tecnología CTL. Sin embargo, las preocupaciones ambientales, incluidas las emisiones y el acceso al agua, junto a la espiral de costes, han llevado al Gobierno chino a imponer normas más estrictas para la construcción y operación de las plantas de CTL. En los EE. UU. se han anunciado varios proyectos de CTL por un total de más de 300.000 barriles diarios, pero dichos proyectos se encuentran todavía en fase de estudio. Australia e Indonesia también están interesados en desarrollar esta industria.

V. Líquidos del gas natural (*gas to liquids* o GTL): los recursos recuperables por explotar de gas natural, la materia prima susceptible de ser transformada en hidrocarburos líquidos mediante la tecnología GTL, rondan los 810 x 10^{12} metros cúbicos (ver apartado "Estimación de recursos y sus costes de producción (sin internalizar los costes del CO2)". La transformación del 10% de este volumen mediante la tecnología GTL permitiría obtener 280.000 x 10^6 barriles de hidrocarburos líquidos. Actualmente, tres países, Qatar, Sudáfrica y Malasia, copan la mayor parte de la capacidad de producción existente en el mundo a partir de la tecnología GTL. A estos podrían sumárseles EE. UU. y Nigeria.

La producción de petróleo entre 2012 y 2035. Los no convencionales como una alternativa pasajera a la hegemonía de la OPEP y Oriente Medio

La producción de crudo ha alcanzado ya su máximo. Los petróleos no convencionales ganan protagonismo

En su escenario de *New Policies* (IEA, *WEO 2013*), la Agencia Internacional de la Energía (AIE) pronostica que el suministro mundial de petróleo aumentará paulatinamente desde 89,2 x 10^6 barriles diarios (bd) en 2012 a 101,4 x 10^6 bd en 2035. Este crecimiento del suministro pretende hacer frente a un aumento de la demanda que se concentra de forma exclusiva en el sector del transporte de los países ajenos a la OCDE, con China acaparando ella sola cerca de la mitad del aumento comentado.

Por otra parte, la AIE prevé que la producción total de crudo convencional caerá ligeramente durante el periodo 2012-2035, desde aproximadamente 69 x 10^6 a 65 x 10^6 bd[5]. Esto significa que la participación del crudo convencional en la producción total de petróleo cae del 80% actual al 65% en 2035 (figura 6). Es decir, que el crecimiento de la producción necesario para cubrir la demanda debe provenir de otras fuentes.

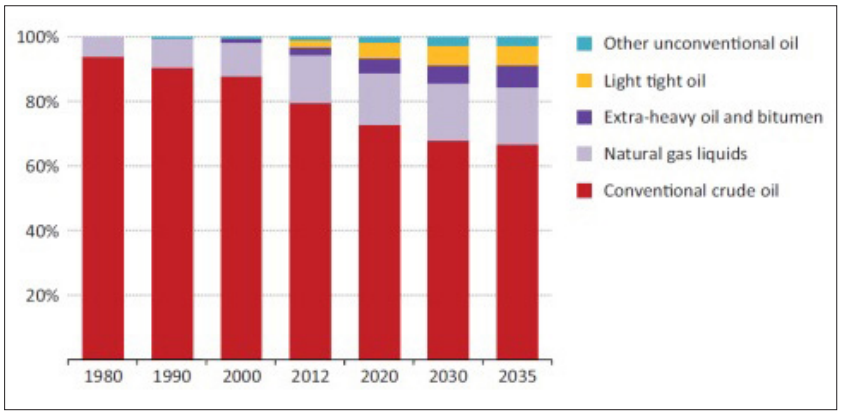


Figura 6. Porcentaje de participación de los diferentes tipos de petróleo, convencionales y no convencionales, en la producción global. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Entre estas, las previsiones son que la producción de líquidos del gas natural crezca aproximadamente un 40%, hasta alcanzar cerca de 18 mbd en 2035, de forma que para esta fecha representarían alrededor del 20% de la producción global de petróleo.

Otra fuente de crecimiento de la producción son los petróleos no convencionales, cuya contribución aumentaría de 5 x 10^6 bd en 2012 a 15 x 10^6 bd

[5] Una proyección que no debe pasar inadvertida por cuanto equivale a decir que la producción de crudo convencional ha alcanzado prácticamente su cenit *(peak oil)*.

en 2035 (figura 7). Estos suministros no convencionales provendrían principalmente del petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) de los EE. UU., de las arenas petrolíferas (*oil sands*) de Canadá y de los petróleos extrapesados (*extra-heavy oil*) de Venezuela. Entre 2020 y 2035 también se espera un rápido crecimiento, básicamente en Catar y América del Norte, de la producción de combustibles sintéticos derivados del gas natural (*gas to liquids* o GTL), así como de la producción de hidrocarburos líquidos provenientes del carbón (*coal to liquids* o CTL), principalmente en China pero también, en menor medida, en África del sur, Australia, Indonesia y EE. UU. Por lo que respecta al petróleo derivado de las lutitas con querógeno (*kerogen shales* u *oil shales*), pese a la amplia base de recursos disponible, su producción seguiría siendo marginal debido a sus altos costes e impactos ambientales.

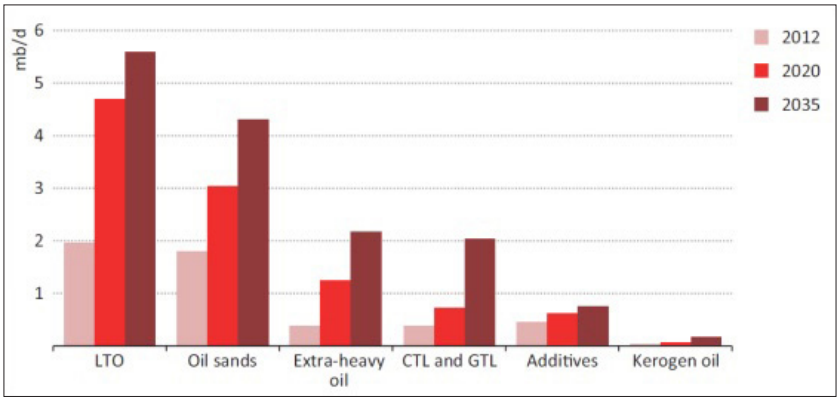


Figura 7. Crecimiento previsto de la producción de los distintos tipos de petróleos no convencionales. Cifras en millones de barriles diarios (mbd). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

La producción de los países ajenos a la OPEP aumenta hasta finales de la década de los veinte para después estancarse y decaer.

En el escenario de *New Policies* de la AIE (IEA, *WEO 2013*), la producción de petróleo del conjunto de países ajenos a la OPEP mantiene, hasta aproximadamente 2020, la trayectoria ascendente experimentada en los últimos años, para después estancarse y posteriormente, a finales de la década de los veinte, empezar a decaer, aunque en 2035 la producción de este grupo de países todavía excedería en unos 3,5 x 10^6 barriles diarios (bd) a la de 2012. En términos de porcentajes, la participación de los países ajenos al cartel en la producción global de petróleo pasaría del 57% en 2012 al 59% en 2020, para después ir cediendo terreno paulatinamente hasta representar el 54% en 2035 (tabla 5).

Durante la primera mitad del periodo 2012-2035, tanto la producción de petróleo convencional como la de no convencional aumentan, pero la primera alcanza su máximo (*peak*) un poco antes de 2020, para unos pocos años después declinar de tal modo que incluso el aumento de la producción de petróleos no

convencionales no logra revertir la tendencia descendente. De hecho, la producción total de petróleo entre 2012 y 2035 cae en la mayoría de los países no pertenecientes a la OPEP, con las excepciones de Brasil, Canadá, Kazajistán y EE. UU., aunque la producción de este último país entra en declive antes de 2035. La tabla 3 resume los pormenores de la evolución comentada.

Dentro de este panorama general, resulta de particular interés constatar que el declive de la producción petrolera de Europa, iniciado hace ya tiempo, continua durante el periodo 2012-2035. En 2012, los países del viejo continente integrados en la OCDE experimentaron una caída de su producción de petróleo de 300.000 bd, situándose, en total, en torno a los 3,5 x 10^6 bd, volumen este último que resulta 3,3 x 10^6 bd inferior al máximo alcanzado en el año 2000.

	1990	2012	2020	2025	2030	2035	2012-2035	
							Delta	CAAGR*
OECD	**19.0**	**19.9**	**23.2**	**23.1**	**22.8**	**22.4**	**2.5**	**0.5%**
Americas	13.9	15.9	19.3	19.8	19.9	19.6	3.8	0.9%
Canada	2.0	3.8	5.0	5.3	5.7	6.1	2.3	2.1%
Mexico	3.0	2.9	2.7	2.6	2.6	2.6	-0.3	-0.4%
United States	8.9	9.2	11.6	11.8	11.5	10.9	1.7	0.7%
Europe	4.3	3.5	3.1	2.6	2.2	2.0	-1.5	-2.3%
Asia Oceania	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.2	1.1%
Non-OECD	**22.7**	**29.5**	**31.9**	**32.0**	**31.4**	**30.6**	**1.0**	**0.2%**
E. Europe/Eurasia	11.7	13.8	13.7	13.7	13.9	14.2	0.4	0.1%
Kazakhstan	0.5	1.6	1.9	2.5	3.2	3.7	2.1	3.6%
Russia	10.4	10.7	10.4	9.9	9.6	9.4	-1.3	-0.6%
Asia	6.0	7.8	7.7	7.4	6.8	6.0	-1.8	-1.1%
China	2.8	4.2	4.4	4.3	4.1	3.4	-0.8	-0.9%
India	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	-0.3	-1.7%
Middle East	1.3	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	-0.6	-2.2%
Africa	1.7	2.3	2.9	2.6	2.3	2.1	-0.2	-0.4%
Latin America	2.0	4.2	6.2	7.2	7.4	7.4	3.2	2.5%
Brazil	0.7	2.2	4.1	5.4	5.8	6.0	3.8	4.5%
Total non-OPEC	**41.7**	**49.4**	**55.0**	**55.1**	**54.2**	**52.9**	**3.5**	**0.3%**
Non-OPEC market share	*64%*	*57%*	*59%*	*58%*	*56%*	*54%*	*n.a.*	*n.a.*
Conventional	**41.3**	**45.0**	**46.2**	**44.6**	**42.6**	**40.7**	**-4.3**	**-0.4%**
Crude oil	37.6	38.4	38.3	36.4	34.3	32.3	-6.1	-0.7%
Natural gas liquids	3.6	6.6	8.0	8.1	8.3	8.3	1.7	1.0%
Unconventional	**0.4**	**4.4**	**8.8**	**10.5**	**11.7**	**12.3**	**7.9**	**4.6%**
of which:								
Canada oil sands	0.2	1.8	3.0	3.3	3.8	4.3	2.5	3.9%
Light tight oil	0.0	2.0	4.7	5.7	5.8	5.5	3.6	4.6%
Coal-to-liquids	0.1	0.2	0.4	0.7	0.9	1.2	1.0	8.3%
Gas-to-liquids	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	9.9%

* Compound average annual growth rate.

Tabla 3. Producción de petróleo en los países no pertenecientes a la OPEP. Cifras en millones de barriles por día. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

La revolución del LTO iniciada en los EE. UU. se propaga a otros países pero pierde fuelle desde principios de los treinta

En EE. UU., la producción de petróleo de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) mediante técnicas de fracturación hidráulica (*fracking*) ha pasado de casi inexistente en 2005 a 2,3 x 10^6 barriles diarios (mbd) a mediados de 2013. Todo un éxito para la industria de dicho país que, sumado al aumento de la producción de *shale gas* (ver apartados: "Distribución geográfica de los recursos. El gas no convencional como un contrapeso a Oriente Medio y Rusia" y "La producción de gas natural entre 2012 y 2035. La revolución del gas no convencional se expande más allá de EE. UU. y Canadá"), está teniendo un profundo impacto a nivel internacional. Ante esta realidad podemos preguntarnos por las perspectivas de continuidad del éxito comentado, así como por el potencial de producción de LTO en otras partes del mundo, en particular en aquellos países para los que la US Energy Information (US EIA, *2013a)* ha estimado un gran potencial, como es el caso de Canadá, Rusia, Argentina, China y Australia, entre otros (ver tabla 4).

Según la AIE (IEA, *WEO 2013*), todo parece indicar que Norteamérica, es decir, EE. UU. con una pequeña participación de Canadá, continuarán dominando la producción mundial de LTO (figura 8). En otras partes del mundo, la AIE también prevé que muchos países intenten reproducir el éxito de EE. UU., de modo que en 2035 la producción en Rusia podría alcanzar los 450.000 barriles diarios (bd), mientras que en Argentina podría situarse en torno a los 220.000 bd y en China en los 210.000 bd. Sin embargo, muy probablemente, en el resto de países la producción apenas será del orden de algunas decenas de miles de barriles diarios, reflejando las barreras regulatorias y la ausencia de una atmósfera innovadora y competitiva en el sector de exploración y producción, lo que mantendría los costes de extracción por encima de los niveles propicios para atraer inversiones significativas.

Las proyecciones de la AIE (IEA, WEO 2013) muestran que la producción de LTO en el conjunto de las zonas en explotación en los EE. UU. mantendrá un perfil ascendente hasta 2025 para después, en los cinco años siguientes, estabilizarse en torno a los 4,3 x 10^6 bd antes de iniciar un suave descenso que se prolongará hasta 2035 y más allá (figura 8). Este declive sería el resultado de la creciente dificultad para identificar nuevas oportunidades de perforación en las zonas prospectivas más prolíficas, con el consiguiente desplazamiento de la actividad hacia zonas menos productivas y el aumento de la competencia en términos de coste con la producción de LTO en otras partes del mundo.

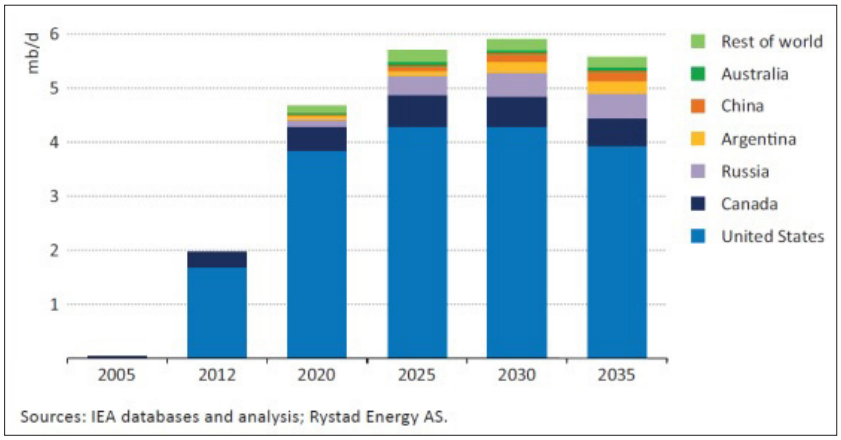


Figura 8. Producción de petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) en diversos países clave (ver tabla 5). Cifras en millones de barriles diarios (mbd). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

La AIE advierte que, en realidad, todavía es demasiado pronto para predecir de forma fiable la trayectoria de la curva de producción de LTO en los EE. UU., un país que acostumbra a superar los desafíos planteados en materia de producción y donde aún podrían descubrirse más recursos que ayudaran a mantener la producción a niveles más altos y por más tiempo del previsto. Una posibilidad que no parece remota si los precios del petróleo se mantuvieran altos, los avances tecnológicos continuaran en la misma línea que hasta la fecha y las preocupaciones medioambientales se disiparan.

En cualquier caso, la AIE tampoco esconde una serie de riesgos que podrían modificar a la baja su pronóstico sobre la producción de LTO en EE. UU. En primer lugar, en algunas de las nuevas áreas prospectivas, la extracción podría resultar más difícil y más costosa que lo experimentado en otras áreas tan prolíficas como Bakken (en Dakota del Norte) o Eagle Ford (en Texas). Por ejemplo, los depósitos de *shales* de Utica (en Ohio), inicialmente considerados muy prometedores, resultaron ser buenos para la extracción de gas pero no de LTO (posiblemente porque el petróleo atrapado en las rocas no se moviliza). La producción también podría verse afectada por limitaciones en la cadena de suministro o en la infraestructura de refino, aunque generalmente ambos factores provocarían algún retraso más que la paralización total del proceso. Por otra parte, tampoco conviene olvidar la existencia, como sucede en el caso de la explotación del gas de lutita (*shale gas*), de una preocupación social y ambiental muy extendida relacionada con el empleo de la técnica de fracturación hidráulica (o *fracking*) y que, si se quieren evitar problemas sobre la actividad de exploración y producción, estas preocupaciones deben ser convenientemente atendidas y resueltas. Finalmente, tampoco puede descartarse totalmente la posibilidad de una caída de los precios

del petróleo que afectara negativamente a la viabilidad económica de la extracción. La mayoría de los cálculos sitúan entre 60 y 80 dólares por barril el precio de equilibrio para la producción de LTO en los EE. UU., de modo que bastaría una caída relativamente modesta en relación a los precios de hoy para situarse cerca del límite superior de dicha horquilla.

Oriente Medio gana peso en la OPEP. Venezuela mantiene su posición gracias a los petróleos extrapesados

							2012-2035	
	1990	2012	2020	2025	2030	2035	Delta	CAAGR*
Middle East	**16.4**	**26.7**	**27.3**	**29.2**	**31.1**	**33.6**	**6.9**	**1.0%**
Iran	3.1	3.5	3.3	3.6	3.8	4.2	0.7	0.8%
Iraq	2.0	3.0	5.8	6.7	7.3	7.9	4.9	4.3%
Kuwait	1.3	3.0	2.4	2.5	2.7	2.9	-0.1	-0.1%
Qatar	0.4	2.0	2.0	2.2	2.4	2.6	0.6	1.1%
Saudi Arabia	7.1	11.7	10.6	10.9	11.4	12.2	0.5	0.2%
United Arab Emirates	2.4	3.5	3.3	3.3	3.5	3.7	0.3	0.3%
Non-Middle East	**7.5**	**11.0**	**10.5**	**10.7**	**11.2**	**11.6**	**0.6**	**0.2%**
Algeria	1.3	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	0.1	0.1%
Angola	0.5	1.9	1.6	1.5	1.4	1.4	-0.4	-1.2%
Ecuador	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	-0.2	-2.3%
Libya	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	0.4	1.1%
Nigeria	1.8	2.6	2.4	2.5	2.6	2.8	0.2	0.3%
Venezuela	2.3	2.7	2.8	3.0	3.3	3.3	0.6	0.9%
Total OPEC	**23.9**	**37.6**	**37.8**	**39.9**	**42.2**	**45.2**	**7.5**	**0.8%**
OPEC market share	*36%*	*43%*	*41%*	*42%*	*44%*	*46%*	*n.a.*	*n.a.*
Conventional	**23.9**	**37.0**	**36.2**	**37.9**	**39.7**	**42.4**	**5.3**	**0.6%**
Crude oil	21.9	30.9	29.4	30.1	31.2	33.0	2.1	0.3%
Natural gas liquids	2.0	6.1	6.8	7.8	8.5	9.3	3.2	1.9%
Unconventional	**0.0**	**0.6**	**1.6**	**2.0**	**2.5**	**2.8**	**2.2**	**6.9%**
of which:								
Venezuela extra-heavy	0.0	0.4	1.2	1.5	1.9	2.1	1.7	7.5%
Gas-to-liquids	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	5.1%

* Compound average annual growth rate. Notes: Data for Saudi Arabia and Kuwait include 50% each of production from the Neutral Zone.

Tabla 4. Producción de petróleo en los países de la OPEP. Cifras en millones de barriles por día. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Por lo que se refiere a la OPEP (tabla 6 y figura 9), el escenario de *New Policies* de la AIE (IEA, *WEO 2013*) concluye que la mayor parte del aumento de la producción provendrá de los países de Oriente Medio (Arabia Saudita, Irán, Irak, Kuwait, Catar y Unión de Emiratos Árabes), que en conjunto, en 2035, habrían experimentado un aumento cercano a los 7 x 10^6 barriles diarios (bd) respecto a los niveles de 2012. Un incremento que

contrasta con los aproximadamente 0,6 x 10^6 bd del conjunto del resto de los países del cartel (Angola, Argelia, Ecuador, Libia, Nigeria y Venezuela). El subsuelo de Oriente Medio alberga la mayor cantidad de recursos convencionales y, por lo general, el desarrollo de estos comporta los costes más bajos del mundo debido a una geología favorable y a las infraestructuras ya existentes.

El *WEO 2013* contempla (tabla 6 y figura 9) que los líquidos del gas natural sean el principal contribuyente al crecimiento de la producción de la OPEP, contabilizando cerca de 3 x 10^6 bd, un volumen que supera ampliamente los 2,1 x 10^6 bd aportado por los crudos convencionales. Desde el punto de vista de los petróleos no convencionales, destaca el papel previsto para los petróleos extra-pesados de Venezuela, cuya producción se incrementaría en cerca de 1,7 x 10^6 bd durante el periodo 2012-2035. Asimismo, dentro del campo de los no convencionales, la AIE estima un crecimiento de la aportación de los líquidos derivados del gas natural (GTL) cercano a los 0,3 x 10^6 bd provenientes de las plantas de Catar y Nigeria.

A diez años vista, la OPEP vuelve a ocupar una posición clave y Oriente Medio se erige como la única fuente de petróleo barato

De lo expuesto en los párrafos precedentes, se desprende que hasta principios de la década de los veinte el mercado global del petróleo podría ver disminuir su dependencia de la OPEP, en la medida que la producción desde algunos países ajenos al cartel sería suficiente para hacer frente a buena parte del incremento de la demanda previsto para el periodo 2012-2020.

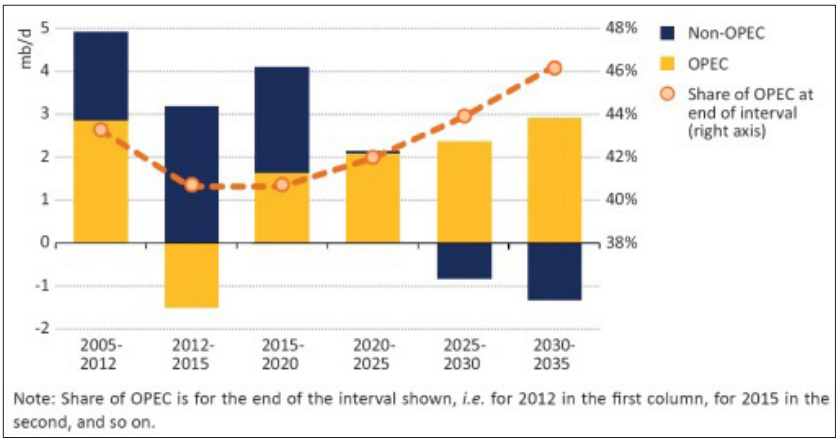


Figura 9. Cambios en la producción global de petróleo y porcentajes de participación: OPEP vs. no-OPEP. Cifras a la izquierda en millones de barriles diarios (mbd). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Es un hecho que puede explicarse por los nuevos recursos aportados de forma comercialmente viable gracias a la innovación tecnológica experimentada en el campo de la exploración y producción. Dos ejemplos destacados de esta tendencia son la producción de petróleos no convencionales y la expansión de la producción de petróleo convencional bajo aguas marinas profundas. De esta manera, el desdibujamiento del papel de la OPEP previsto a medio plazo se fundamentaría en el rápido crecimiento de la producción de petróleo de rocas poco permeables (LTO) en EE. UU., en el aumento de la contribución de las arenas petrolíferas (*oil sands*) de Canadá, en la extracción del petróleo frente a las costas atlánticas de Brasil y en la obtención de líquidos del gas natural (GTL) en diversas partes del mundo.

En cualquier caso, la AIE advierte que la situación comentada será un fenómeno pasajero y que, a partir de mediados de la década de los veinte, la OPEP volverá a ocupar una posición clave en el suministro global de petróleo. Desde dicha fecha hasta 2035, la producción en las aguas ultraprofundas de Brasil y del LTO en EE. UU. pierden fuelle, los países de Oriente Medio se afirmarán como la única fuente de petróleo relativamente barato del mundo e Irak se erigirá en el mayor contribuidor al crecimiento global de la producción.

En resumen, tal y como se muestra en la figura 9, la AIE (IEA, *WEO 2013*) considera que el porcentaje de participación de la OPEP en la producción mundial de petróleo caerá, de cerca de una media del 43% en 2012, a algo más del 40% en 2015, para después, tras un quinquenio de relativa estabilidad, remontar hasta el 44% de media en 2030 y, finalmente, alcanzar el 46% en 2035.

Ciertamente, a la vista de estos datos, resultaría imprudente enviar mensajes equivocados a los países productores de Oriente Medio, en el sentido de que, dado el previsible aumento de la producción de petróleos no convencionales en algunos países ajenos a la OPEP (ver tabla 5 y figura 10), los países industrializados vamos a necesitar cada vez menos su petróleo. Una afirmación que, además de falsa, podría fomentar la pasividad inversora de dichos países, que podrían descuidar sus esfuerzos para aumentar su capacidad de producción, lo que a medio plazo tendría repercusiones muy negativas para el suministro global de petróleo.

Irak, Brasil, Canadá, Kazajistán, EE. UU. y Venezuela serán claves para asegurar el suministro global

La evolución en la producción de petróleo (tanto convencional como no convencional) prevista por la AIE para algunos de los principales países productores en el transcurso del periodo 2012-2035 (*New Policies Scenario*, IEA, *WEO 2013*) se resume en la figura 10.

Por lo que se refiere a los petróleos convencionales, destacan los grandes incrementos en la producción diaria de crudo esperados en el caso de Irak, Brasil y Kazajistán, así como el aumento de la producción de líquidos del gas natural en Rusia, Catar, Arabia Saudita, Kazajistán, Unión de Emiratos Árabes, Brasil, Irak, Azerbaiyán, Kuwait, Venezuela, Argentina y Omán. Desde una perspectiva negativa, deben resaltarse las grandes caídas en la producción de crudo de Rusia, China, Venezuela y EE. UU., junto a los descensos más moderados de Noruega, Reino Unido, Omán, Canadá, Azerbaiyán, Argentina, Kuwait, Arabia Saudita y Catar. En el caso de la producción de líquidos del gas natural, las caídas de la producción se circunscriben a países de la OCDE como Canadá, EE. UU., Reino Unido y Noruega.

En cuanto a los petróleos no convencionales, la AIE pronostica un gran crecimiento de la producción del crudo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) en EE. UU. y, en mucha menor medida, en Rusia, China, Canadá y Argentina. Las arenas petrolíferas de Canadá y los petróleos extrapesados de Venezuela también contribuirían de forma notable al crecimiento de la producción mundial de petróleos no convencionales, que asimismo se vería complementada por otras aportaciones menos importantes desde China, Arabia Saudita y Catar.

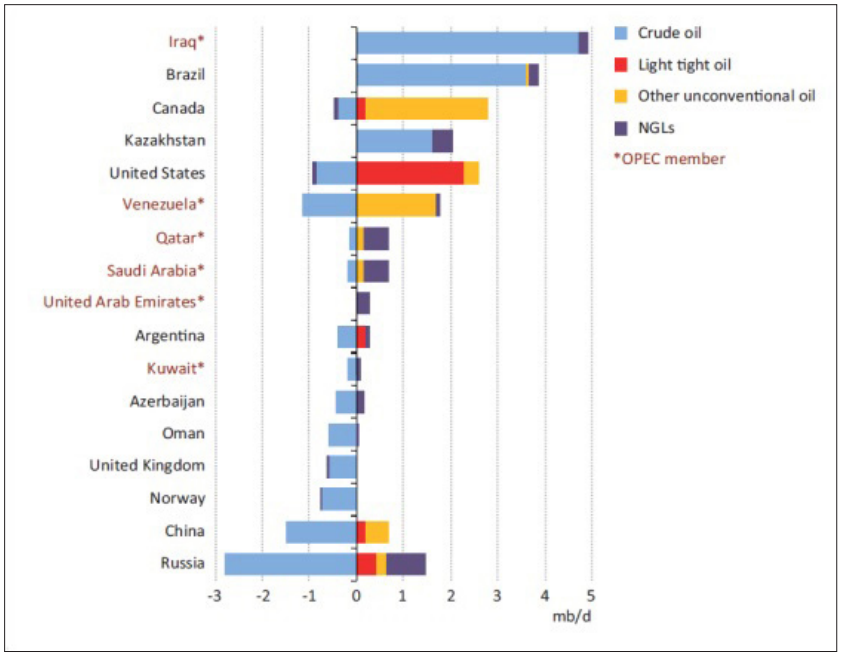


Figura 10. Cambios en la producción de petróleo, desglosada por tipos, en algunos países clave durante el periodo 2012-2035. Cifras en millones de barriles diarios (mbd). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

En conjunto, considerando tanto los petróleos convencionales como los no convencionales, el balance de la producción durante el periodo 2012-2035 es claramente favorable para Irak, Brasil, Canadá, Kazajistán y EE. UU., mientras que en el extremo opuesto se situarían Rusia, China, Noruega, Reino Unido, Omán y Azerbaiyán, seguidos a distancia por Kuwait y Argentina. Por otra parte, Venezuela, Catar, Arabia Saudita y la Unión de Emiratos Árabes se mantendrían en una posición de equilibrio.

Incertidumbres. El caso de Irak como ejemplo

De lo expuesto en el apartado precedente y de la observación de la figura 10, que muestra la evolución de la producción durante el periodo 2012-2035 para una serie de países clave en el mercado del petróleo, se desprende la enorme importancia que la AIE (IEA, *WEO 2013*) concede a Irak, Brasil y Kazajistán en la producción de crudo convencional, así como a Canadá, EE. UU. y Venezuela en la de crudo no convencional. Sin embargo, conviene no olvidar las grandes incertidumbres subyacentes a dicha previsión. Estas ya han sido brevemente comentadas en el apartado 2.3.3 a propósito de la futura producción de crudo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) en EE. UU. Otro ejemplo interesante a considerar es el caso de Irak.

Según la AIE (IEA, *WEO 2012*), Irak –el séptimo exportador mundial y el quinto productor de la OPEP en 2011– podría doblar su producción a finales de la presente década, alcanzando los 6,1 x 10^6 barriles diarios (bd), para después llegar a los 8,3 x 10^6 bd en 2035. Y eso en el caso menos optimista ("escenario central"), porque el informe citado contempla otro escenario ("caso óptimo") en el que las dos cifras anteriores se convierten en 9 x 10^6 y 10,5 x 10^6 bd en 2020 y 2035, respectivamente. Estamos hablando de unos volúmenes que a finales del periodo considerado permitirían a Irak disputar e incluso, en el escenario más favorable, asegurarse el segundo lugar del *ranking* mundial de productores, por delante de Rusia e inmediatamente por detrás de Arabia Saudita.

Las principales incertidumbres que podrían hacer que las previsiones de la AIE no se cumplieran no tienen nada que ver con el subsuelo o la geología, sino con los denominados factores de superficie. Al margen de la crónica inestabilidad política de Oriente Medio y el enfrentamiento sectario, a menudo violento, entre las comunidades chií y suní, tales factores incluyen: las tensiones sobre la explotación de los recursos petroleros existentes entre Bagdad y el Gobierno regional del Kurdistán, la corrupción y la burocracia que dificultan que las petroleras extranjeras que operan en el país alcancen los objetivos fijados y, finalmente, que el sistema de cuotas de la OPEP, del cual Irak está actualmente exento, acabe aplicándose, lo que limitaría la producción.

Al mundo no le interesa que las expectativas sobre Irak se vean frustradas. El aumento de la producción de petróleo previsto en este país entre 2012 y 2035 podría cubrir, dependiendo del escenario considerado, alrededor del 40-57% del crecimiento de la demanda mundial durante el mismo periodo. Sin tal aportación, el mercado global del petróleo atravesaría una situación muy complicada, con restricciones en el suministro, precios altos y volatilidad extrema que dañarían la economía mundial. En el escenario central, la AIE (IEA, *WEO 2012*) prevé en 2035 un precio del barril de petróleo en torno a los 125 dólares (de 2011). Si Irak fallara, a esta cantidad habría que sumarle, como mínimo, 15 dólares más.

La reorganización del comercio mundial del petróleo entre 2012 y 2035. Sus implicaciones para la seguridad del suministro global

La nueva geografía de la demanda. Declive en la OCDE, crecimiento en Asia y Oriente Medio

En el *New Policies Scenario* de la AIE (IEA, *WEO 2013*), la demanda de petróleo crece de 87,4 x 10^6 millones de barriles diarios (bd) en 2012 a 101,4 x 10^6 bd en 2035, aunque el ritmo de aumento se ralentiza paulatinamente, pasando de un incremento anual medio de 1 x 10^6 bd durante el periodo 2012-2020 a otro de 0,4 x 10^6 bd en el transcurso del periodo 2020-2035. Esta desaceleración obedecería fundamentalmente a las nuevas políticas de eficiencia y a los cambios de combustibles en los países industrializados de la OCDE, que experimentarían un notable declive en la demanda de petróleo (figura 11, tabla 7). Como consecuencia, en 2035 el porcentaje de participación de los países de la OCDE en la demanda global de petróleo cae hasta aproximadamente un 32%, frente al 46,6% de 2012.

En China, en cambio, el uso del petróleo sufre un aumento cercano a los 6 x 10^6 bd, hasta situarse en 15,6 x 10^6 bd en 2035, de modo que, desde 2030, este país desplaza a los EE. UU. como principal consumidor mundial. Asimismo, India emerge como un centro clave en el consumo de petróleo, muy especialmente entre 2020 y 2035, periodo durante el cual este país experimenta el máximo crecimiento mundial de la demanda.

Una cuestión relevante desde una perspectiva geopolítica es que Oriente Medio (figura 11, tabla 7) se convierte en el tercer centro mundial de demanda de petróleo, alcanzando aproximadamente los 10 x 10^6 bd en 2035. Según la AIE (IEA, *WEO 2013*), este aumento del consumo se ve impulsado por un rápido aumento de la población y por la generosa política de subsidios a los derivados del petróleo aplicada por los gobiernos (unos 520 dólares por persona en 2012). Sectorialmente, el crecimiento de la demanda se concentra en el transporte y la petroquímica, mientras que el uso del petróleo para la generación de electricidad desciende en la medida que los elevados costes (200 dólares por megavatio/hora) hacen competitivas otras tecnologías.

A escala global, la AIE prevé que durante el periodo 2012-2035 el consumo de petróleo se concentre en dos sectores: el del transporte, donde el uso de los derivados del petróleo crece en cerca de 12 x 10^6 bd hasta alcanzar un volumen aproximado de 60 x 10^6 bd en 2035, y el de la petroquímica, que para la misma fecha habría experimentado un crecimiento cercano a los 3 x 10^6 bd, situándose en torno a los 14 x 10^6 bd. Según el *WEO 2013,* las mejoras en la eficiencia contribuirían de forma significativa a disminuir el crecimiento de la demanda de petróleo, al mismo tiempo que las alternativas a este combustible irían ganando cierto terreno, particularmente en el transporte por carretera y marítimo, en los que el porcentaje de participación del gas natural como combustible alcanzaría un 5,6%, frente a 3,8% actual.

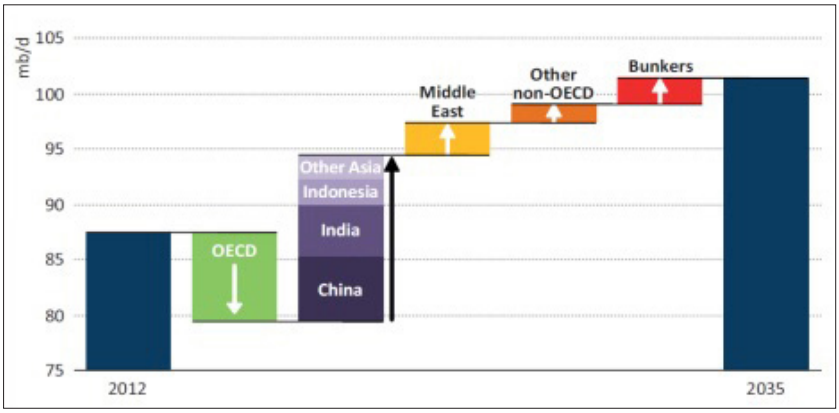


Figura 11. Crecimiento de la demanda global de petróleo por región. Cifras en millones de barriles diarios (mb/d). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Balance entre producción y demanda. Las importaciones se desplazan de la OCDE a Asia. Los no convencionales convierten a América del Norte en exportadora neta

Según la AIE (*WEO 2013*), en las próximas dos décadas la cambiante geografía de la producción y el consumo de petróleo (ver apartados "La producción de petróleo entre 2012 y 2035. Los no convencionales como una alternativa pasajera a la hegemonía de la OPEP y Oriente Medio" y "La nueva geografía de la demanda. Declive en la OCDE, crecimiento en Asia y Oriente Medio") acarreará una dramática reorganización del comercio global, con las consiguientes implicaciones sobre la cooperación internacional en materia de seguridad de suministro. En este sentido, las cifras de importaciones netas de petróleo por regiones durante el periodo 2012-2035 (figura 12) resultan muy ilustrativas de cómo el destino del comercio global de petróleo desplaza su centro de gravedad desde los países de la OCDE a las grandes economías emergentes de Asia.

	2000	2012	2020	2025	2030	2035	2012-2035	
							Delta	CAAGR*
OECD	44.6	40.8	39.4	37.3	34.9	32.8	-8.0	-0.9%
Americas	22.7	21.3	21.9	20.8	19.6	18.4	-2.9	-0.6%
United States	18.7	17.1	17.5	16.4	15.1	14.0	-3.1	-0.9%
Europe	13.7	11.7	10.9	10.2	9.4	8.9	-2.9	-1.2%
Asia Oceania	8.2	7.8	6.7	6.3	5.9	5.5	-2.2	-1.5%
Japan	5.3	4.7	3.6	3.3	3.0	2.8	-1.8	-2.2%
Non-OECD	26.5	39.6	48.3	52.3	55.8	59.2	19.6	1.8%
E. Europe/Eurasia	4.2	4.7	5.1	5.2	5.3	5.4	0.7	0.6%
Russia	2.6	2.9	3.1	3.1	3.2	3.2	0.3	0.4%
Asia	11.5	19.3	24.8	27.6	30.1	32.5	13.2	2.3%
China	4.7	9.6	12.9	14.1	15.0	15.6	6.0	2.1%
India	2.3	3.6	4.7	5.7	6.9	8.1	4.5	3.6%
Middle East	4.3	6.9	8.2	8.7	9.3	9.9	2.9	1.6%
Africa	2.2	3.4	4.0	4.2	4.4	4.6	1.2	1.3%
Latin America	4.2	5.3	6.2	6.5	6.7	6.9	1.5	1.1%
Brazil	1.8	2.4	2.9	3.1	3.3	3.4	1.0	1.6%
Bunkers**	5.2	7.0	7.8	8.3	8.8	9.3	2.4	1.3%
World oil	76.3	87.4	95.4	97.8	99.5	101.4	14.0	0.6%
European Union	n.a.	10.9	9.9	9.1	8.3	7.7	-3.2	-1.5%
World biofuels***	0.2	1.3	2.1	2.7	3.4	4.1	2.8	5.0%
World total liquids	76.5	88.7	97.6	100.5	102.9	105.5	16.8	0.8%

* Compound average annual growth rate. ** Includes international marine and aviation fuels. *** Expressed in energy-equivalent volumes of gasoline and diesel.

Tabla 5. Demanda de petróleo por región. Cifras en millones de barriles diarios. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013).*

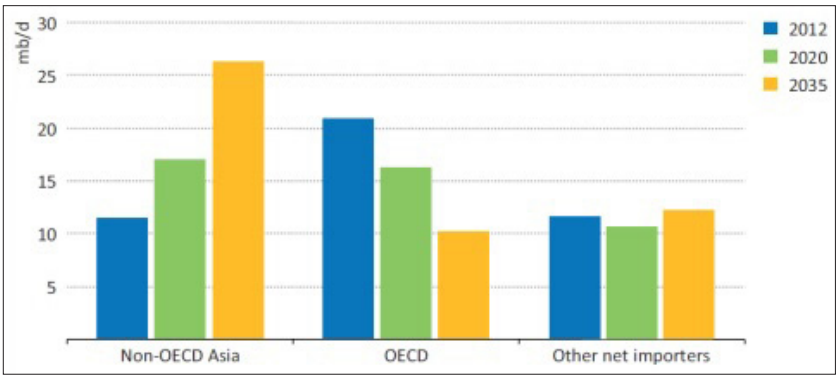


Figura 12. Importaciones netas de petróleo en la OCDE, en los países asiáticos no integrados en la OCDE y en otras regiones durante el periodo 2012-2035. Cifras en millones de barriles diarios (mbd). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Así, las necesidades netas de importación de los países asiáticos no integrados en la OCDE crece en casi 15 x 10^6 barriles diarios (bd) entre 2012 y 2035, alcanzando aproximadamente los 15 x 10^6 bd en la última fecha, lo que representa más de la mitad de todo el comercio interregional. La mayor parte del incremento comentado es atribuible a China (país en el que las importaciones crecen en casi 7 x 10^6 bd), India (4,8 x 10^6 bd) y la ASEAN (3 x 10^6 bd). China va camino de sobrepasar a los EE. UU. como primer importador neto mundial y todo apunta a que hacia 2020 sus importaciones también superarán a las del conjunto de la Unión Europea.

Por lo que se refiere a los países de la OCDE (que tradicionalmente han venido siendo los grandes importadores de petróleo), la AIE (IEA, *WEO 2013*) pronostica que todos ellos verán disminuir sus importaciones. En conjunto, su porcentaje de participación en el comercio interregional cae de cerca de un 50% en la actualidad a tan solo un 20% en 2035. El descenso de las importaciones es relativamente suave en los países asiáticos y europeos de la OCDE, pero muy acusado en América del Norte, que pasa de ser una región netamente importadora, con 5,1 x 10^6 bd en 2012, a exportadora neta, con 1,7 x 10^6 bd en 2035 (figura 13). Este giro de 6,8 x 10^6 bd es atribuible en parte a un incremento de 3,8 x 10^6 bd en la producción de petróleo proveniente en su práctica totalidad de fuentes no convencionales (ver apartados "La producción de crudo ha alcanzado ya su máximo. Los petróleos no convencionales ganan protagonismo", "La producción de los países ajenos a la OPEP aumenta hasta finales de la década de los veinte para después estancarse y decaer" y "La revolución del LTO iniciada en los EE. UU. se propaga a otros países, pero pierde fuelle desde principios de los treinta"), así como a una reducción del consumo, que disminuye en 3 x 10^6 bd. Curiosamente, el declive de las importaciones en América del Norte prácticamente iguala el aumento de las mismas en China.

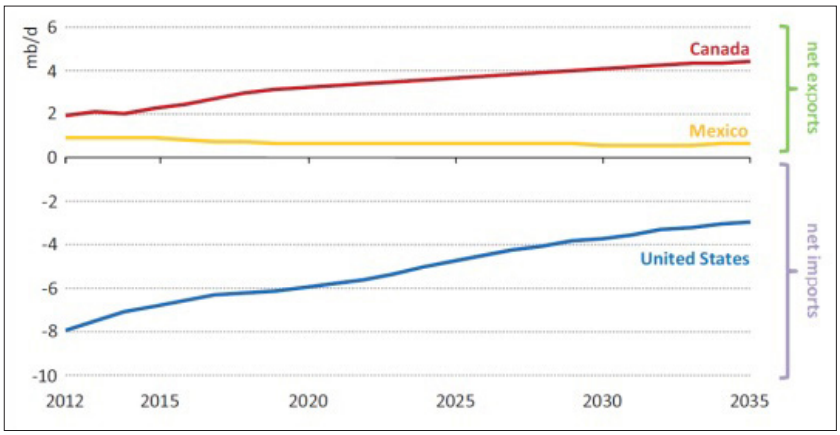


Figura 13. Balance comercial neto entre importaciones y exportaciones en América del Norte.Cifras en millones de barriles diarios (mb/d). "New Policies Scenario" (IEA, WEO 2013).

El flujo global de crudo vira de la cuenca atlántica, con la excepción de Europa, hacia el este de Suez, particularmente hacia China e India

Un análisis del comercio interregional exclusivamente centrado en el crudo (que representa la mayor parte del comercio global) muestra una evolución similar a la comentada en los dos apartados precedentes. Según la AIE (IEA, *WEO 2013*), en las dos próximas décadas el flujo comercial de crudo vira significativamente de la cuenca atlántica, donde Europa permanece como el único mercado importador, a la región situada al este de Suez, nombre con el que se conoce en los análisis comerciales del petróleo a la suma de Oriente Medio y Asia.

La región al este de Suez, en su conjunto, ha venido siendo la gran exportadora de crudo al resto del mundo, principalmente desde Oriente Medio a Europa y América del Norte. Así, por ejemplo, en el año 2000, la región al este de Suez exportó 7×10^6 barriles diarios (bd). Sin embargo, desde dicha fecha, el aumento de la capacidad de refino en esta región, reflejo de un crecimiento de la demanda interna de productos derivados del petróleo, se ha traducido en una disminución del flujo exportador al resto del mundo, de manera que en 2012 el balance exportador de la región al este de Suez era ya prácticamente nulo debido a que las exportaciones netas de crudo desde Oriente Medio equivalían a las necesidades importadoras de Asia. Evidentemente, Oriente Medio también exporta crudo a otras regiones, como Europa y América del Norte, lo que hace que Asia tenga que importar unos volúmenes aproximadamente equivalentes desde otras procedencias, como Rusia, la región del Caspio y África occidental.

De cara al futuro, de aquí a 2035, la AIE prevé que las exportaciones de crudo desde Oriente Medio aumenten tan solo modestamente, debido a que el incremento de la capacidad de refino programado en esta región absorberá la mayor parte del crecimiento de la producción. Y como, al mismo tiempo, en Asia cabe esperar un aumento de las necesidades de importación fruto del crecimiento de la capacidad de refino y de una caída de la producción, todo apunta a que la región al este de Suez experimentará un déficit creciente en el balance exportación-importación de crudo. Una situación completamente diferente a la prevista para América del Norte, donde se espera un abrupto declive de las importaciones de crudo resultado de la caída de la demanda (ver apartado "La nueva geografía de la demanda. Declive en la OCDE, crecimiento en Asia y Oriente Medio") y de un aumento de la producción de petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) y de los hidrocarburos derivados de las arenas petrolíferas de Canadá (ver apartado "La producción de petróleo entre 2012 y 2035. Los no convencionales como una alternativa pasajera a la hegemonía de la OPEP y Oriente Medio"). La consecuencia de todo ello es que el crudo procedente de otras regiones exportadoras fluirá a una escala

sin precedentes hacia la región al este de Suez, que en 2035 tendrá que cubrir unas necesidades de importación netas cercanas a los 8 x 10^6 bd.

Como algunas exportaciones desde Oriente Medio todavía tendrán que dirigirse hacia el Oeste, principalmente a Europa (aunque en volúmenes menores a los de hoy en día), el flujo de crudo desde el resto del mundo hacia la región al este de Suez deberá ser incluso superior a la cifra anteriormente mencionada, superando los 9 x 10^6 bd en 2035. En este contexto, la AIE (IEA, *WEO 2013*) prevé que las importaciones desde los mercados asiáticos, por oleoducto o vía marítima, desde Rusia y Kazajstán aumentarán hasta los 2,3 x 10^6 bd, lo que todavía deja un volumen de 7 x 10^6 bd que deberá ser transportado por petroleros desde los puertos de la Rusia europea, África occidental, América Latina y Canadá (figura 14).

En conjunto, las previsiones de la AIE señalan que durante el periodo 2012-2035, el comercio interregional de crudo se incrementará en 3,9 x 10^6 bd, cifra que representa un porcentaje cercano al 10%, aunque el volumen comercializado vía marítima, por petroleros, aumentará en un 18% dado que las rutas de abastecimiento por mar se hacen en promedio más largas.

Implicaciones para la seguridad del suministro global de petróleo

Las proyecciones de la AIE comentadas exigirán una reevaluación de las políticas de seguridad del suministro de petróleo. A este respecto, resulta oportuno destacar que en 2035 los dos mayores importadores mundiales de petróleo serán China (con 11,7 x 10^6 bd) e India (6,8 x 10^6 bd), mientras que el porcentaje de participación de los EE. UU. en el comercio interregional de crudo declina desde el 27% actual a un 15%. Esta situación hace que los países asiáticos citados deban implicarse en mayor medida en prevenir y gestionar los efectos de posibles interrupciones en el suministro.

Así mismo, los cambios en el flujo global del petróleo tendrán implicaciones sobre la importancia relativa de algunos pasos estratégicos (*choke points*) en el sistema de abastecimiento marítimo. Así, por ejemplo, según las proyecciones de la AIE (IEA, *WEO 2013*), el flujo de crudo a través de los estrechos de Malaca aumentará de 13 x 10^6 barriles diarios (bd) en 2012 a 17,5 x 10^6 bd en 2035. Sin duda, los países asiáticos más dependientes de las importaciones deberán involucrarse de forma activa y multiplicar sus esfuerzos para reforzar la seguridad de esta vía marítima. Una tarea que, en cualquier caso, requiere de la colaboración internacional, ya que todos los países importadores están interesados en mitigar los posibles efectos de una interrupción en el suministro de petróleo, dado el impacto potencial que un acontecimiento de este tipo podría tener sobre los precios del petróleo y la economía global.

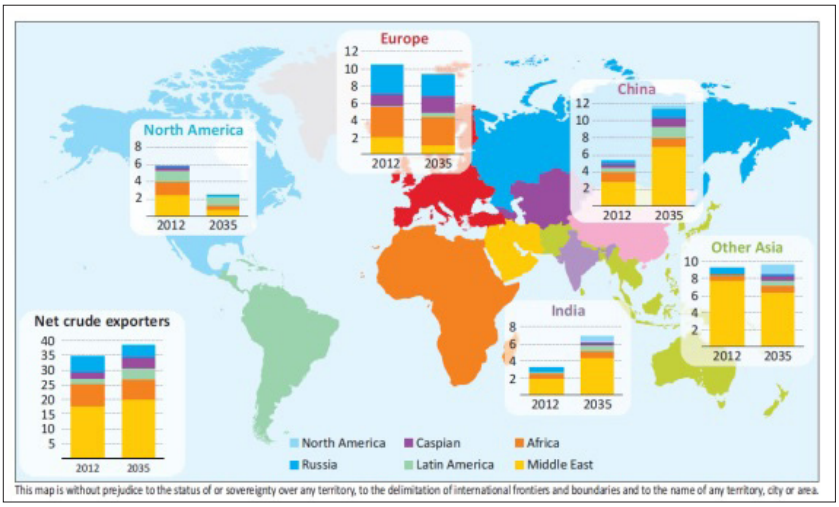


Figura 14. Importaciones de crudo por región y fuente. Cifras en millones de barriles diarios (mbd). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Gas no convencional

Consideraciones técnicas preliminares

¿Qué significa no convencional?

En el caso del gas natural, la industria clasifica como no convencional aquel gas que se encuentra en rocas, o en substancias cristalinas poco usuales, de las que resulta difícil extraer el gas, ya sea por la baja permeabilidad y porosidad de las rocas o por la manera en la que el gas se encuentra alojado. También se define como aquel gas que no puede ser extraído de forma económicamente rentable mediante la tecnología comúnmente utilizada y cuya producción requiere el empleo de técnicas especiales de perforación y de estimulación. Ello supone un sobrecoste y que, en líneas generales, la producción de gas no convencional resulte muy dependiente de los precios del gas en el mercado.

Principales tipos de gas no convencional

Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el gas no convencional incluye las siguientes cinco categorías:

I. Gas de rocas compactas (*tight gas*). Es el gas natural atrapado en rocas sedimentarias (areniscas y calizas) con muy baja permeabilidad (por lo general, inferior a 0,1 milidarcys) y baja porosidad. De manera práctica, este gas también puede ser definido como aquel que no puede ser extraído de manera provechosa de su roca almacén mediante pozos verticales convencionales. Este tipo de gas no

convencional puede contener condensados (hidrocarburos gaseosos en las condiciones de presión y temperatura del subsuelo pero que en superficie condensan a líquidos).

II. Gas de lutitas (*shale gas*). Se trata de gas natural atrapado en rocas sedimentarias de grano fino (esencialmente formadas por partículas de tamaño arcilla o limo) de baja permeabilidad y ricas en materia orgánica (*shales*). Debido a la muy baja permeabilidad y porosidad de estas rocas, algunos autores las consideran una subcategoría del *tight gas*. Se trata de rocas madre de hidrocarburos que tras sufrir un proceso de maduración térmica conveniente, han generado gas. Parte de este se encuentra todavía en la roca, aunque otra parte puede haber migrado verticalmente, acumulándose en yacimientos convencionales. Como los fluidos no pueden moverse fácilmente a través de rocas de baja permeabilidad, la producción comercial del gas requiere de técnicas avanzadas como la fracturación hidráulica (o *fracking*) y la perforación de sondeos horizontales multilaterales.

III. Metano de capas de carbón (*coal bed methane* o CBM). Se trata del metano adsorbido en el seno de capas de carbón, en la matriz de esta roca. La mayor parte de las reservas de carbón del mundo se encuentran a profundidades a las que el trabajo de minería resulta imposible. El CBM es el metano contenido en capas de carbón que, por su profundidad o por pobre calidad, no pueden ser explotadas mediante minería. En la explotación de las minas de carbón, el gas metano asociado se considera un peligro o una fuente de problemas medioambientales si este es venteado a la atmósfera. Sin embargo, el CBM puede ser explotado mediante tecnologías de perforación similares a las utilizadas en la búsqueda y aprovechamiento de hidrocarburos convencionales, aunque su producción puede resultar muy difícil si las formaciones que lo contienen están muy compactadas y presentan baja permeabilidad, en cuyo caso hay que utilizar diversas técnicas, como la fracturación hidráulica, para mejorar la productividad del pozo. En este caso, el agua inyectada en los espacios porosos tiene que ser eliminada antes de proceder a la extracción del gas, lo que complica el proceso de producción, aumenta los costes y genera problemas medioambientales.

IV. Hidratos de metano o hidratos de gas (*gas hydrates*). Son substancias sólidas naturales, con apariencia de nieve helada, caracterizadas por una estructura "clatrática" (o en jaula) formada por un entramado cristalino de moléculas de agua que atrapan en su interior moléculas de hidrocarburos gaseosos, principalmente metano. Dentro de su "jaula de hielo" las moléculas de metano están comprimidas por un factor aproximado de 164, de modo que a presión y temperatura atmosféricas un metro cúbico de hidrato de gas libera 164 metros cúbicos de gas y 0,8 metros cúbicos de agua. Este factor

de concentración confiere una especial relevancia a los sedimentos que contienen los hidratos de gas, tanto desde el punto de vista de su potencial energético como desde una perspectiva de los riesgos geológicos y del cambio climático. Los hidratos de gas son estables bajo condiciones de presión moderadamente alta y de temperatura moderadamente baja. Estas condiciones, junto a la presencia del agua y del gas necesario para la génesis del hidrato de gas, se dan tanto en tierra firme, en el permafrost de las regiones árticas, como en los sedimentos localizados en los fondos oceánicos y bajo otras grandes masas de agua, como por ejemplo el gas pobre ("lean gas") y el gas ácido ("sour gas")

V. Los denominados gas pobre (*lean gas*) y gas ácido (*sour gas*) también pueden incluirse en la categoría del gas no convencional. Se trata de gas contenido en rocas almacén convencionales pero con una alta concentración de impurezas (nitrógeno y CO_2 en el caso del gas pobre y SH_2 en el del gas ácido) cuya presencia afecta negativamente a la economía de la producción.

Estimación de recursos y sus costes de producción (sin internalizar los costes del CO2)

Conocer la cantidad de gas in situ albergado por las rocas almacén no convencionales resulta una tarea difícil debido a la estructura heterogénea de dichas rocas y a que los perfiles de producción difieren significativamente de los observados en los pozos convencionales.

Con estas precauciones en mente, sin tener en cuenta los hidratos de gas, se estima que las reservas y recursos[6] por recuperar de gas no convencional rondan los 343 x 10^{12} metros cúbicos (m^3), frente a los aproximadamente 468 x 10^{12} m^3 del gas convencional (figura 15, tabla 8), lo que supone un total global aproximado de 811 x 10^{12} m^3, que equivalen a más de 230 años de producción al ritmo actual.

La contribución potencial al suministro global de gas natural que cada uno de los diferentes tipos de gas convencional y no convencional (excluidos los hidratos de gas) podría aportar a largo plazo se resume en la figura 16. Esta figura también ilustra los costes de producción (recuadro a la izquierda) y de transporte (recuadro a la derecha) en 2008 (IEA, *WEO 2009*). Los hidratos de gas no están incluidos porque todavía no existe producción comercial de gas a partir de estos compuestos y tampoco se espera que esto ocurra en el futuro inmediato.

El potencial total a largo plazo de todos los recursos de gas comercialmente explotables a fecha de hoy asciende aproximadamente a 811 x 10^{12} metros cúbicos (m^3). El volumen ya extraído –en parte quemado (*fla-*

[6] Véase nota a pie de página n.º 2.

red) o venteado directamente a la atmósfera– se sitúa en torno a los 100 x 10^{12} m^3, con unos costes de producción máximos de 8 dólares por millón de BTU (MBTU)[7]. Para comparar, sobre las bases de un mismo contenido energético, estos costes con los del petróleo (ver apartado "Estimación de recursos y sus costes de producción (sin internalizar los costes del CO2"), conviene saber que esos 8 dólares por MBTU equivalen a unos 46 dólares por barril equivalente de petróleo[8].

Los costes de producción para el gas asociado (el gas que se produce en

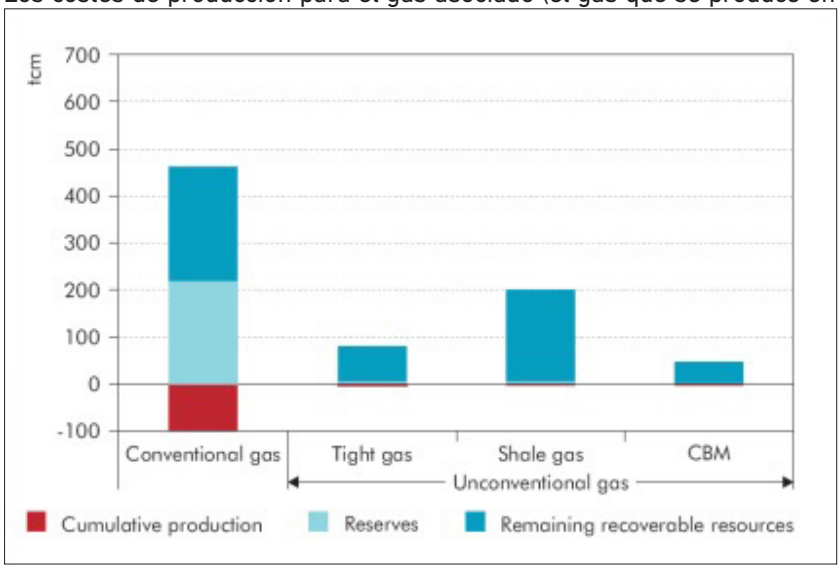


Figura 15. Producción acumulada, reservas y recursos recuperables de gas natural por explotar, tanto convencionales como no convencionales, a finales de 2011 y a escala global. Cifras en billones de metros cúbicos (bcm). (IEA, *WEO 2012*).

una explotación de petróleo) son por lo general más bajos que los del gas no asociado (aquel extraído de un campo de gas natural), muy particularmente en aquellos campos en los que la infraestructura para extraer petróleo existía ya antes de que se tuviera la intención de explotar el recurso de gas. Sin embargo, todavía en la actualidad se queman cantidades significativas de gas asociado porque el tratamiento y posterior transporte del gas a los mercados no resulta económicamente viable. De este modo, solo en la última década, se han quemado más de 1,5 x 10^{12} m^3 de gas en todo el mundo, un volumen que equivale a más del 5% de toda la producción comercializada.

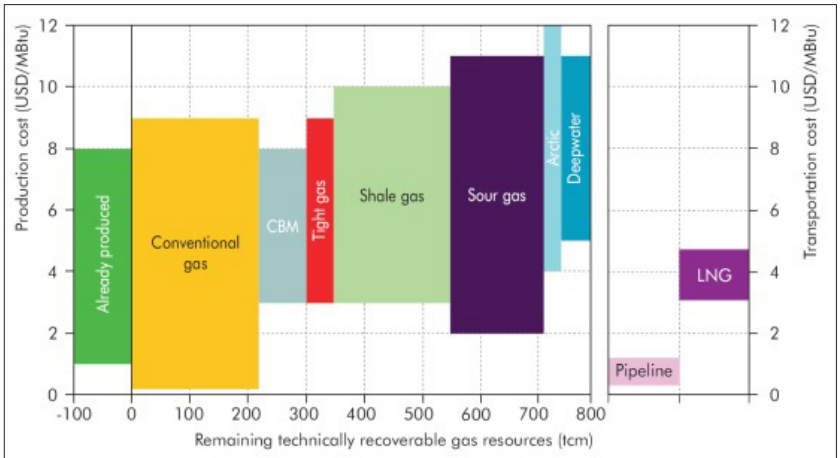
[7] Un dólar por millón de BTU (*British Termal Units*) equivale aproximadamente a 0,035 dólares por metro cúbico.

[8] Un dólar por millón de BTU (*British Termal Units*) equivale a 5,8 dólares por barril equivalente de petróleo.

	Conventional	Unconventional				Total
		Tight gas	Shale gas	Coalbed methane	Sub-total	
E. Europe/Eurasia	143	11	15	20	46	190
Middle East	124	9	4	-	13	137
Asia-Pacific	44	21	53	21	95	138
OECD Americas	46	11	48	7	66	112
Africa	52	10	39	0	49	101
Latin America	32	15	40	-	55	86
OECD Europe	26	4	13	2	19	46
World	468	81	212	50	343	810

Notes: Remaining resources comprise known reserves, reserves growth and undiscovered resources. Unconventional gas resources in regions that are richly endowed with conventional gas, such as Eurasia or the Middle East, are often poorly known and could be much larger. Sources: BGR (2012); US EIA (2013); USGS (2000); USGS (2012a and 2012b); IEA databases and analysis.

Tabla 6. Recursos técnicamente recuperables de gas natural por explotar, según tipos y regiones, a finales de 2012. Cifras en billones de metros cúbicos (bcm). (IEA, *WEO 2013*).



Notes: CBM = coal-bed methane; LNG = liquefied natural gas; Pipeline costs refer to costs per 1 000 km; MBtu = million British thermal units; tcm = trillion cubic metres.

Figura 16. Costes de producción en 2008 (en dólares por millón de BTU) y volúmenes técnicamente recuperables a largo plazo de diferentes categorías de recursos de gas natural, convencionales y no convencionales (en billones de metros cúbicos). El recuadro de la derecha muestra los costes de transporte del gas natural en dólares por millón de BTU (y por cada 1.000 km en el caso del transporte por gasoducto). (IEA, *Resources to reserves*, 2013).

La porción más accesible de los recursos convencionales de gas por explotar rondan los 220 x 10^{12} m^3, con unos costes de producción que oscilarían entre 0,20 y 9 dólares por MBTU. Otros recursos convencionales incluyen los provenientes del Ártico o de aguas profundas. Los primeros,

podrían alcanzar los 30 x 10^{12} m^3 y sus costes de producción se situarían entre 4 y 12 dólares por MBTU; los segundos podrían representar unos 50 x 10^{12} m^3 con un coste de producción de entre 5 y 11 dólares por MBTU[9].

Los recursos no convencionales comercialmente explotables en la actualidad suman 343 x 10^{12} metros cúbicos (m^3) –de los cuales, 212 x 10^{12} m^3 corresponderían al gas de lutitas (*shale gas*), 81 x 10^9 m^3, al gas de rocas compactas (*tight gas*) y 50 x 10^{12} m^3, al metano de las capas de carbón (*coal bed methane* o CBM)– con unos costes de producción comprendidos entre 3 y 10 dólares por MBTU. Los recursos de gas ácido y gas pobre (*sour gas* y *lean gas*), que algunos autores incluyen dentro de la categoría de gas no convencional (ver apartado "Principales tipos de gas no convencional"), aportarían 160 x 10^{12} m^3 adicionales con un coste de producción de entre 2 a 11 dólares por MBTU.

Un factor esencial a considerar en los costes del gas natural es el transporte. En el caso de gasoductos, este es de 0,30 a 1,2 dólares por MBTU cada 1.000 kilómetros, según se trate de segmentos en tierra o bajo el mar y dependiendo de la capacidad del gasoducto y de la antigüedad de la instalación. Para el gas natural licuado (*liquified natural gas* o LNG), los costes totales de licuefacción, transporte y regasificación varían de 3,10 a 4,70 dólares por MBTU dependiendo del tamaño de las plantas y de las distancias implicadas en el transporte.

La estimación sobre el volumen mundial de hidratos de gas es de aproximadamente 2,1 x 10^{16} m^3. Otras estimaciones más conservadoras rebajan la cifra anterior en un orden de magnitud, pero incluso estas revelan la existencia en el planeta de un enorme volumen de gas "enjaulado" en los hidratos. Estamos hablando de entre 3,4 x 10^{18} mc y 3 x 10^{17} m^3 de gas que contrastan con los 811 x 10^{12} m^3 comentados en el segundo párrafo de este apartado.

Distribución geográfica de los recursos. El gas no convencional como un contrapeso a Oriente Medio y Rusia

De la cifra de recursos de gas no convencional comentada en el segundo párrafo del apartado 3.1.3 (343 x 10^{12} metros cúbicos), aproximadamente el 27,7% se localiza en la región de Asia-Pacífico, el 19,2% en EE. UU. y Canadá, un 16% en América Latina, un 13,4% en Europa oriental-Eurasia, un 14,2% en África, un 5,5% en los países europeos integrados en la OCDE y tan solo un 3,8% en Oriente Medio (tabla 8 y figuras 17 y 18).

[9] Existe una clara discrepancia en las cifras de volúmenes técnicamente recuperables de gas natural convencional entre la tabla 10 y la figura 20. Probablemente, ello se debe a que en esta última se tabulan datos de finales de 2008, mientras que la tabla recoge datos de finales de 2012.

Esta distribución geográfica contribuye a equilibrar la excesiva concentración de las reservas y recursos convencionales en Europa oriental-Eurasia (principalmente en Rusia) y en Oriente Medio. Ambas regiones contabilizan, respectivamente, cerca del 30,6% y del 26,5% de las reservas y recursos técnicamente recuperables[10] de gas natural convencional del mundo. Sin embargo, es posible que en el futuro, Oriente Medio y otras regiones, como los países de la ribera del Caspio –que hasta el presente han recibido poca atención por sus grandes recursos convencionales–, vean aumentar considerablemente las estimaciones sobre sus recursos no convencionales.

La figura 19 resume el volumen de recursos de gas no convencional recuperable para diferentes países, desglosándolo en tres categorías: gas de rocas compactas (*tight gas*), gas de lutitas (*shale gas*) y metano de capas de carbón (*coal bed methane* o CBM). De ella se deduce, sin ningún lugar a dudas, la importancia geopolítica de los recursos del gas de lutitas. A finales de 2012, estos representaban aproximadamente el 61,8% del total de los recursos no convencionales técnicamente recuperables pendientes de explotación, frente al 23,6% del gas de rocas poco permeables y el 14,6% del metano de capas de carbón (tabla 6).

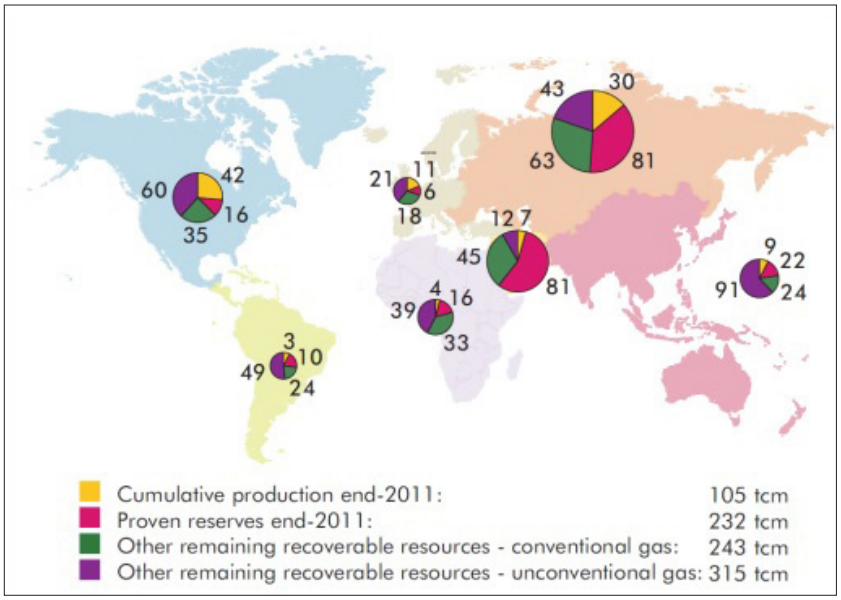


Figura 17. El gas natural en el mundo en 2012. Distribución regional de la producción acumulada, las reservas probadas y los recursos recuperables por explotar, tanto convencionales como no convencionales. Cifras en billones de metros cúbicos (bcm). (IEA, *Resources to reserves,* 2013).

[10] Véase nota a pie de página n.º 4.

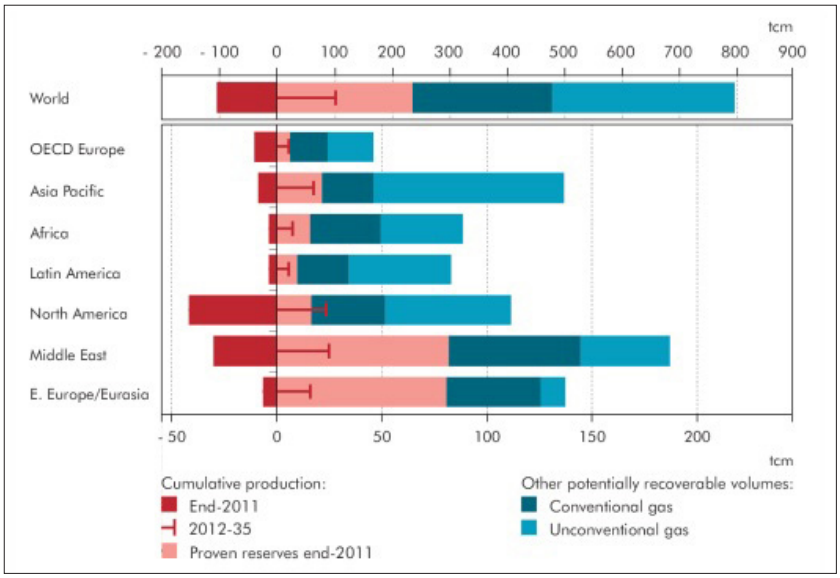


Figura 18. Producción acumulada, reservas probadas y recursos potencialmente recuperables de gas en el *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2012*). Cifras en billones de metros cúbicos (bcm). Observar las diferentes escalas para el mundo (arriba) y las regiones (abajo). La figura contiene un error: la longitud de la barra azul claro correspondiente al gas no convencional en Europa oriental-Eurasia corresponde en realidad a la de Oriente Medio y viceversa (comparar con la Tabla 8). (IEA, *WEO 2012*).

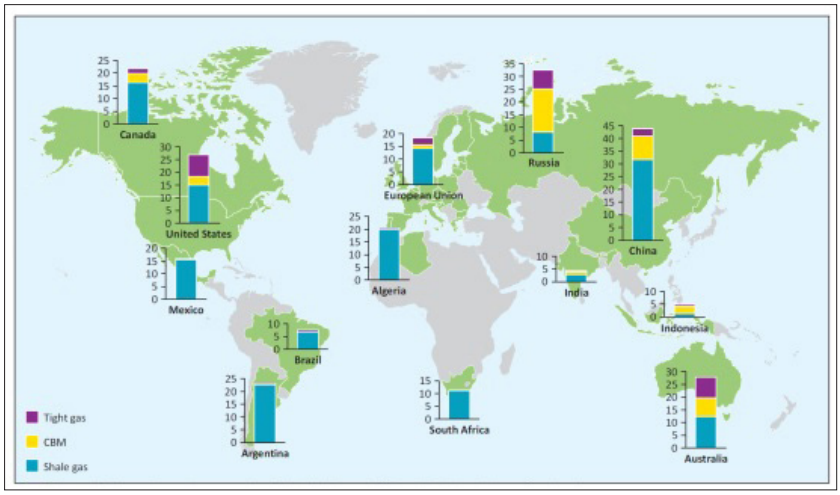


Figura 19. Recursos recuperables de gas no convencional por tipos y por países a finales de 2012. Cifras en billones de metros cúbicos (bcm). (IEA, WEO 2013).

El caso de los recursos de gas de lutitas (*shale gas*)

En un informe publicado a principios de Junio de 2013 (*Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States,* 2013), la Energy Information Administration (EIA) del Gobierno de los EE. UU. ha incrementado en un 10% una estimación anterior (US EIA, *2011*) sobre los recursos técnicamente recuperables a escala global de gas de lutitas. La nueva estimación es de alrededor de 204,4 x 10^{12} metros cúbicos (m^3) Esta cifra supera ampliamente los 185,2 x 10^{12} m^3 que, según el último informe de BP (*Statistical Review of World Energy,* junio de 2013), constituían a finales de 2012 las reservas probadas de gas natural del mundo y que al ritmo de extracción del mismo año aseguran la disponibilidad de este combustible durante casi 56 años.

De los 204,4 x 10^{12} m^3 citados, 31,2 x 10^{12} m^3 corresponderían a China, que ocupa el primer lugar en una lista de 42 países analizados en el informe, seguida por Argentina, Argelia y EE. UU., con 22,5 x 10^{12}, 19,8 x 10^{12} y 18,6 x 10^{12} m^3, respectivamente. El resto de países que ocupan los diez primeros puestos del *ranking* son Canadá (16 x 10^{12} m^3), México (15,3 x 10^{12} m^3), Australia (12,2 x 10^{12} m^3), Sudáfrica (10, x 10^{12} m^3), Rusia (8 x 10^{12} m^3) y Brasil (6,9 x 10^{12} m^3).

El informe (US AIE, *2013a*) constata que más de la mitad de los recursos mundiales de gas de lutitas localizados fuera de los EE. UU. se concentran en China, Argentina, Argelia, Canadá y México. Sin duda, las nuevas cifras aportadas presentan un gran interés económico y geopolítico, habida cuenta del enorme potencial de los recursos localizados más allá de las fronteras de los EE. UU., aunque todavía está por ver si tales recursos podrán ser explotados de manera económicamente viable, como es el caso de EE. UU., país en el que la producción de gas a partir de lutitas ha crecido de tal forma que en la actualidad representa ya el 40% de todo el gas natural extraído.

Por lo que respecta a Europa, las estimaciones de recursos técnicamente recuperables de gas de lutitas efectuadas en 11 países arrojan una cifra conjunta aproximada de 13,2 x 10^{12} m^3, lo que representa un 6,4% del total estimado para los 42 países analizados. Dicha cifra conjunta situaría a Europa en el séptimo lugar del *ranking* mundial, por detrás de México y por delante de Australia. El 60% de los recursos totales del viejo continente se localizarían en Polonia y Francia, que con 4,1 x 10^{12} y 3,8 x 10^{12} m^3 respectivamente encabezan el *ranking* europeo, seguidos a mucha distancia por Rumanía (1,4 x 10^{12} m^3), Dinamarca (0,9 x 10^{12} m^3), Holanda y Reino Unido (con 0,7 x 10^{12} m^3 cada uno). España[11], con 0,22 x 10^{12} m^3,

[11] El informe de la EIA (US AIE, *2013a*) presenta la novedad de incluir por vez primera una estimación de recursos técnicamente recuperables de gas de lutitas para España.

ocuparía el puesto décimo, por detrás de Bulgaria y Alemania (con 0,48 x 10^{12} m^3 cada uno) y Suecia (0,3 x 10^{12} m^3). Según datos de BP (*Statistical Review of World Energy,* junio de 2013), el consumo de gas natural en la Unión Europea fue de aproximadamente 0,44 x 10^{12} m^3 en 2012, de manera que los recursos técnicamente recuperables de gas de lutitas podrían cubrir hasta 30 años de consumo y multiplicar por un factor de 7,6 las actuales reservas probadas de gas de la UE.

La EIA (US EIA, *2013a*) también rebaja en su informe algunas estimaciones previas, como por ejemplo las de Noruega, Polonia, Sudáfrica, China y México. Lo acontecido en el caso de los dos países europeos ilustra perfectamente algunas de las razones que subyacen a tales rebajas, subrayando de paso la precaución con la que debe manejarse cualquier estimación de recursos. En este sentido, no debe olvidarse que EE. UU. y Canadá son los dos únicos países del mundo que en la actualidad producen *shale gas* y *shale oil* en cantidades comerciales. En el caso de Noruega los recursos técnicamente recuperables de gas de lutitas caen de 2,3 x 10^{12} m^3 en 2011 a cero debido a los desalentadores resultados obtenidos tras la perforación por Shell de tres pozos en la formación Alum Shale. Estos tres pozos fueron perforados en Suecia en 2011, en la parte de la formación citada menos compleja desde el punto de vista geológico, lo que reduce drásticamente las perspectivas de éxito en Noruega, donde la geología es mucho más complicada.

En Polonia, los recursos técnicamente recuperables de gas de lutitas de la formación Lublin Shale disminuyen de 1,23 x 10^{12} m^3 en 2011 a 0,25 x 10^{12} m^3 en el informe de 2013, como resultado de la aplicación por parte de la AIE de criterios más rigurosos para definir la calidad de las formaciones que albergan el gas. Esta revisión comporta que la estimación de recursos de gas de lutitas para el conjunto de Polonia desciende de 5,2 x 10^{12} m^3 en 2011 a 4,1 x 10^{12} m^3 en 2013.

En concreto, se analizan las cuencas vasco-cantábrica y del Ebro. En el primer caso, por motivos técnicos, el estudio solo considera como potencialmente favorable algunas formaciones de *shales* de edad jurásica, para las que se calcula una acumulación in situ de 1,18 x 1012 m3, de los cuales únicamente podrían recuperarse alrededor de 0,22 x 1012 m3. El informe no entra a cuantificar los posibles recursos técnicamente recuperables de la cuenca del Ebro, ya que considera que las formaciones de *shales* paleozoicas y eocenas existentes en el subsuelo de dicha cuenca no cumplen uno de los requisitos geoquímicos básicos para la generación de cantidades apreciables de hidrocarburos: el contenido de materia orgánica (TOC) en dichas formaciones es bajo. Por todo ello, a la espera de nuevos estudios, el informe de la AIE concluye que las reservas técnicamente recuperables de gas de lutitas en España son de 0,22 x 1012 m3. Esta cifra, que queda muy por debajo de otras estimaciones hechas públicas recientemente en nuestro país, permitiría cubrir el consumo de gas natural de España durante algo más de 7 años, asumiendo las cifras de consumo para el año 2012 publicadas por BP (*Statistical Review of World Energy,* junio de 2013).

	1990	2011	2020	2025	2030	2035	2011-2035	
							Delta	CAAGR*
OECD	**881**	**1 195**	**1 358**	**1 403**	**1 410**	**1 483**	**288**	**0.9%**
Americas	**643**	**859**	**1 000**	**1 041**	**1 063**	**1 114**	**255**	**1.1%**
Canada	109	160	184	189	186	194	34	0.8%
Mexico	26	49	50	58	68	81	32	2.1%
United States	507	649	764	792	807	837	188	1.1%
Europe	**211**	**277**	**249**	**237**	**225**	**215**	**-62**	**-1.1%**
Norway	28	101	121	118	115	111	10	0.4%
Asia Oceania	**28**	**59**	**109**	**125**	**143**	**155**	**95**	**4.1%**
Australia	20	51	103	120	139	152	101	4.6%
Non-OECD	**1 178**	**2 188**	**2 599**	**2 919**	**3 216**	**3 492**	**1 304**	**2.0%**
E. Europe/Eurasia	**831**	**882**	**911**	**986**	**1 094**	**1 164**	**282**	**1.2%**
Azerbaijan	10	16	23	33	43	47	30	4.5%
Russia	629	673	667	692	757	808	135	0.8%
Turkmenistan	85	67	83	100	117	132	66	2.9%
Asia	**130**	**419**	**566**	**625**	**694**	**769**	**350**	**2.6%**
China	15	103	178	218	266	317	214	4.8%
India	13	46	62	73	85	98	52	3.2%
Indonesia	48	81	108	118	129	139	57	2.3%
Middle East	**92**	**519**	**624**	**720**	**766**	**823**	**304**	**1.9%**
Iran	23	150	143	165	180	207	56	1.3%
Iraq	4	6	39	71	79	83	77	11.5%
Qatar	6	151	187	214	227	237	86	1.9%
Saudi Arabia	26	86	112	121	128	136	50	1.9%
UAE	20	52	58	61	62	65	13	0.9%
Africa	**64**	**200**	**280**	**333**	**378**	**428**	**228**	**3.2%**
Algeria	43	77	106	115	123	132	55	2.3%
Libya	6	8	17	21	24	30	22	5.7%
Nigeria	4	36	42	55	70	83	47	3.6%
Latin America	**60**	**168**	**218**	**255**	**285**	**308**	**140**	**2.6%**
Argentina	20	42	49	65	80	91	49	3.3%
Brazil	4	17	38	60	78	92	76	7.4%
Venezuela	22	25	36	43	52	63	38	3.9%
World	**2 059**	**3 384**	**3 957**	**4 322**	**4 646**	**4 976**	**1 592**	**1.6%**
European Union	213	185	135	122	114	104	-80	-2.3%

* Compound average annual growth rate.

Tabla 7. Producción de gas natural por región. Cifras en miles de millones de metros cúbicos. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Debe subrayarse que, en cualquier caso, el informe comentado (US EIA, *2013a*) no puede considerarse completo ya que no incluye muchas formaciones de *shales* de interés prospectivo, como por ejemplo aquellas que

subyacen a los grandes campos petroleros de Oriente Medio y de la región del Caspio.

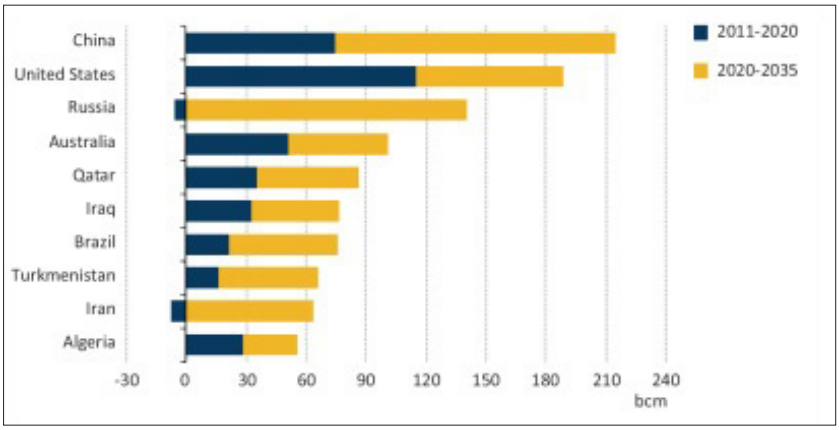


Figura 20. Cambios en la producción de gas natural en algunos países clave durante el periodo 2011-2035. Cifras en miles de millones de metros cúbicos (bcm). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

La producción de gas natural entre 2012 y 2035. La revolución del gas no convencional se expande más allá de EE. UU. y Canadá

En poco más de dos décadas el gas no convencional podría representar más de un cuarto de la producción global de gas natural

La AIE pronostica en su *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*) que el consumo de gas natural en el mundo crecerá de cerca de 3,4 x 10^{12} metros cúbicos (m^3) en 2011 a algo menos de 5 x 10^{12} m^3 en 2035, con un 40% de este aumento atribuible al sector de la generación eléctrica. Estamos hablando de un ritmo medio de crecimiento anual del 1,6%, aunque esta tasa variará ampliamente por regiones, de modo que sería tres veces más rápida en los países ajenos a la OCDE que en los mercados más maduros de los países industrializados integrados en esta organización.

En el escenario comentado, la AIE prevé que entre 2011 y 2035 la producción de gas natural crecerá en todas las regiones del mundo, con la única excepción de Europa (con una caída del 22,4%), ya que el incremento de la producción en Noruega (del 10%) no será suficiente para compensar el declive en otros campos maduros del mar del Norte y los Países Bajos. Como se muestra en la tabla 9 y en la figura 20, China, EE. UU., Rusia y Australia (por este orden), seguidos por Catar, Irak, Brasil, Turkmenistán, Irán y Argelia, serían los países que experimentarían un mayor aumento de la producción. Aunque EE. UU. y Australia contabilizarían importantes aumentos de su producción (del 29% y el 198%, respectivamente), convir-

tiéndose ambos en exportadores netos, los países ajenos a la OCDE serían responsables de cerca del 81,75% del crecimiento de la producción.

La AIE (IEA, *WEO 2013*) considera que del incremento total en la producción previsto en el *New Policies Scenario* (1,5 x 10^{12} m^3, aproximadamente), el 52% sería aportado por gas no convencional mientras que el 48% restante provendría de fuentes no convencionales (tabla 10). Las previsiones son que a partir de 2020, el desarrollo de la producción de gas no convencional se extienda más allá de América del Norte (EE. UU. y Canadá), convirtiendo a China y Australia en los mayores contribuyentes al crecimiento global de la producción, seguidos por otros países como Argentina, India, Argelia, México e Indonesia y con el conjunto de la Unión Europea situándose ligeramente por encima de estos tres últimos países (figura 21).

	2011	2020	2025	2030	2035	2011-2035	
						Delta	CAAGR*
Shale gas	232	402	513	627	745	513	5.0%
Coalbed methane	78	148	202	261	315	237	6.0%
Tight gas	250	281	285	276	269	18	0.3%
Total	**560**	**832**	**999**	**1 165**	**1 328**	**769**	**3.7%**

* Compound average annual growth rate.

Tabla 8. Producción de gas natural no convencional por tipo. Cifras en miles de millones de metros cúbicos. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Para la AIE (IEA, *WEO 2013*), el gas no convencional, que en 2011 representó alrededor del 17% del conjunto de la producción mundial de gas natural, podría llegar a alcanzar el 27% en 2035, con cerca de 1,3 x 10^{12} metros cúbicos. La evolución histórica de la producción de gas no convencional desde el año 2000 al 2035 se resume en la figura 22. De la observación de esta figura se deduce que la revolución iniciada con el gas de lutita (*shale gas*) en EE. UU. y Canadá se expande más allá de las fronteras de estos países, manteniendo una tasa de crecimiento media del 3,7% entre 2011 y 2035.

En cualquier caso, conviene remarcar que la AIE advierte que sus pronósticos a propósito de la producción global de gas no convencional resultan inciertos y dependen, en gran medida, de que los gobiernos y la industria sean capaces de desarrollar un marco regulatorio y de buenas prácticas que les permita obtener una "licencia social" para operar, satisfaciendo así la gran preocupación pública existente sobre los impactos ambientales y sociales relacionados con dichas operaciones.

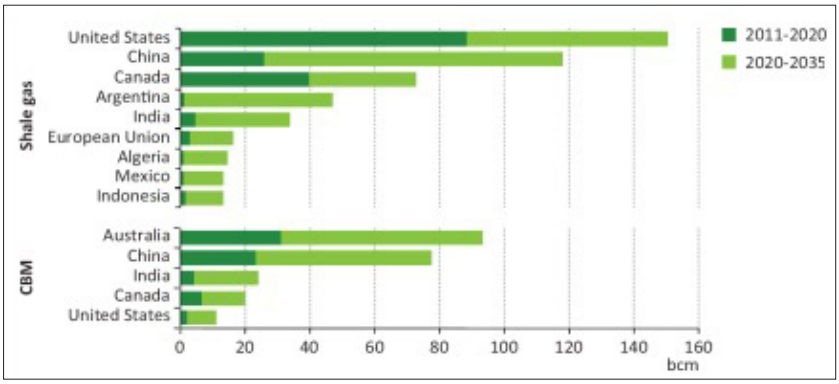


Figura 21. Crecimiento en la producción de gas no convencional por tipo en algunos países y regiones clave durante el periodo 2011-2035. Cifras en miles de millones de metros cúbicos (bcm). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

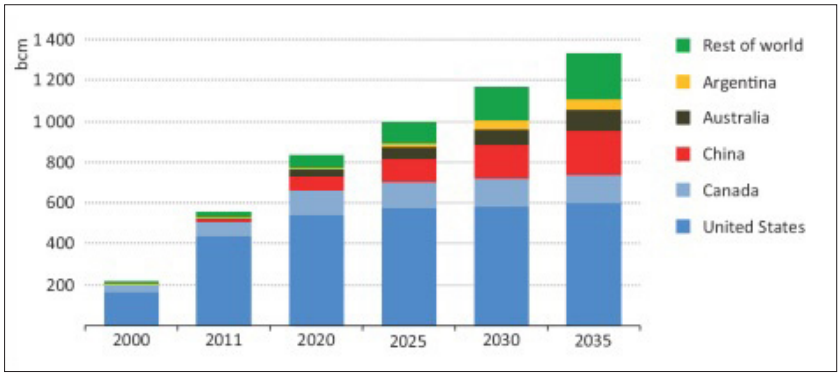


Figura 22. Producción de gas no convencional en algunos países clave durante el periodo 2011-2035. Cifras en miles de millones de metros cúbicos (bcm). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

La producción de EE. UU. y Canadá sigue creciendo en la próxima década para después estabilizarse. México entra en escena

En el *New Policies Scenario* de la AIE (IEA, *WEO 2013*), hasta 2020, más de la mitad del crecimiento de la producción global de gas no convencional proviene de los dos grandes productores actuales, EE. UU. y Canadá, que en 2011 contabilizaron cerca del 90% del total. Hacia finales de la presente década se espera que este último porcentaje decaiga al 80%, reflejando el inicio de la producción en China y Australia, a los que posteriormente se irán añadiendo Argentina y otros países (figuras 21 y 22).

El aumento de la producción de gas no convencional, especialmente gas de lutita o *shale* gas, en los EE. UU. se ralentizó ligeramente en 2012, en la

medida que unos precios muy bajos del gas ocasionaron una disminución de la actividad de perforación. Sin embargo, en sus proyecciones la AIE asume que con el tiempo el precio del gas aumentará de manera que la producción total de gas no convencional en EE. UU. podría alcanzar los 600.000 x 10^6 metros cúbicos (m^3) en 2035 sin que exista ningún indicio de un declive similar al comentado en el apartado 2.3.3 (figura 8) a propósito del petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO).

En Canadá, la producción actual de gas no convencional, mayoritariamente integrada por gas de rocas compactas (*tight* gas) junto a cantidades menores de gas de lutita (*shale* gas) y de metano de capas de carbón (*coal bed methane* o CBM), se sitúa en torno a los 70.000 x 10^6 m^3. Sin embargo, las previsiones apuntan a que esta cifra podría aumentar hasta 140.000 x 10^6 m^3 en 2035, básicamente impulsada por el gas de lutita.

A largo plazo, en América del Norte todo apunta a que México se unirá a EE. UU. y Canadá como país productor de gas no convencional. En el *New Policies Scenario*, la AIE (IEA, *WEO 2013*) estima que la extracción podría alcanzar los 30.000 x 10^6 m^3 en 2035. Pemex, la compañía estatal de petróleo y gas del país, ha iniciado un programa para invertir 200 millones de dólares en tres años en la exploración de gas de lutita (*shale* gas), empezando por la prolongación en la parte septentrional de México de la formación geológica de Eagle Ford, actualmente en producción en la vecina Texas, en los EE. UU., y que se cree podría albergar cerca de la mitad de los recursos totales del país; sin embargo, la producción comercial podría verse limitada por la escasez de agua en algunas regiones ricas en recursos. La prioridad que Pemex concede a los proyectos generadores de beneficios por exportación y superar las dificultades en mantener los costes de desarrollo a unos niveles capaces de competir con la importación de gas desde los EE. UU es de primer orden. En cualquier caso, la reforma del sector energético aprobada en México podría significar un gran impulso para la explotación de los recursos de gas no convencional del país, en la medida que la apertura del sector del petróleo y del gas a las compañías extranjeras aportaría la tecnología necesaria y grandes inversiones de capital.

China y Australia irrumpen en el panorama mundial de la producción de gas no convencional

En Australia, la AIE (IEA, *WEO 2013*) señala que la producción de metano de capas de carbón (*coal bed methane* o CBM) ha constituido hasta la fecha la principal fuente de gas no convencional y que su producción puede aumentar rápidamente tras la finalización de tres plantas de gas natural licuado (GNL) en Gladstone (Queensland) que serán alimentadas por el gas natural no convencional derivado de los lechos de carbón de la cuenca de Surat. Las proyecciones del *New Policies Scenario* (figura 21) contemplan que la

producción de metano de capas de carbón en Australia aumente de unos 6.000 x 10^6 metros cúbicos (m^3) en 2011 a casi 100.000 x 10^6 m^3 en 2035. Para lograr estos objetivos, los operadores deberán prestar especial atención a la gestión del agua, dada su escasez general y la alta dependencia de algunas regiones de las aguas subterráneas y artesianas para las actividades agrícolas y de pastoreo. En este sentido, la decisión de New South Wales a principios de 2013 de prohibir el desarrollo de metano de capas de carbón en un radio de dos kilómetros en zonas residenciales y ciertas áreas rurales constituye un toque de atención para la industria

Según la IEA (IEA, *WEO 2013*), en China la producción comercial de metano de capas de carbón alcanzo los 10.000 x 10^6 m^3 en 2011. Sin embargo, la producción está creciendo menos rápidamente de lo previsto, de forma que será difícil alcanzar el objetivo de 30.000 x 10^6 m^3 fijado para 2015. Las proyecciones del *New Policies Scenario* contemplan que el mencionado objetivo se retrase a 2020 (figura 21).

Por lo que se refiere al gas de lutita (*shale* gas), el potencial de China es inmenso (ver apartado "El caso de los recursos de gas de lutitas (*shale gas*)", pero los proyectos de producción se encuentran en su mayoría en una fase temprana de exploración, particularmente en la región de Sichuán. Las compañías extranjeras pueden participar en las actividades exploratorias como socios minoritarios de compañías chinas y, en algunos casos, como operadores, con las importantes implicaciones que esto conlleva para la transferencia de tecnología. En cualquier caso, parece improbable que la producción comercial de gas de lutita en China alcance los objetivos gubernamentales fijados en algo menos de 6.500 x 10^6 m^3 en 2015. Las proyecciones del *New Policies Scenario* de la AIE (IEA*, WEO 2013*) contemplan que la producción de gas de lutita en China aumente lentamente hasta 2020, para después acelerarse y alcanzar cerca los 120.000 x 10^6 m^3 en 2035 (figura 21). Las principales incertidumbres al respecto son geológicas (por ejemplo, en muchos casos las formaciones rocosas de interés se encuentran a más profundidad que en los EE. UU., lo que incrementa los costes de desarrollo) y de accesibilidad (los recursos más prometedores se encuentran en áreas montañosas). Así mismo, la limitada disponibilidad de agua, particularmente en las cuencas de Tarim y Ordos, junto a la ausencia de gasoductos, capacidad de procesado y otras infraestructuras son factores que pueden dificultar el desarrollo de los recursos de gas de lutita en China.

El potencial de Argentina

En un reciente informe del Gobierno de EE. UU. (US EIA *2013a*), Argentina ocupa el segundo lugar en el *ranking* mundial en recursos de gas de lutita o *shale gas* –ver apartado "El caso de los recursos de gas de lutitas (*shale gas*)"– La formación geológica más interesante es Vaca Muerta, en la Patagonia septentrional. Según la AIE (IEA, *WEO 2013*) desde un pun-

to de vista geológico las perspectivas de producción son positivas, pero, en la práctica, los obstáculos fiscales, contractuales y políticos podrían ralentizar su desarrollo. Además, se espera que las compañías centren preferentemente su actividad en áreas ricas en petróleo y líquidos, más que en las que contienen recursos de gas seco. Uno de los factores que hasta la fecha ha retardado las inversiones han sido los bajos precios ofertados para la producción. YPF, la nueva compañía estatal, ha aprobado un programa de inversiones de 6.500 millones de dólares destinado a aumentar en un 8% la producción de gas durante el periodo 2013-2017, con cerca del 60% del incremento de la producción proviniendo de gas de rocas compactas y de lutita (*tight gas* y *shale gas*). Asimismo YPF ha anunciado acuerdos de colaboración con compañías extranjeras para desarrollar los recursos no convencionales de Vaca Muerta. En el *New Policies Scenario* la AIE (IEA, *WEO 2013*) asume que si estos acuerdos de colaboración fructifican la producción de gas no convencional en Argentina, podría alcanzar en 2035 un volumen cercano a los 50.000 x 10^6 metros cúbicos anuales (figura 21), a los que habría que sumar otros 40.000 x 10^6 metros cúbicos de gas convencional.

La incógnita de Europa

Como se ha comentado en los apartados "La producción de gas natural entre 2012 y 2035. La revolución del gas no convencional se expande más allá de EE. UU. y Canadá" y "En poco más de dos décadas el gas no convencional podría representar más de un cuarto de la producción global de gas natural", Europa dispone de considerables recursos de los tres tipos de gas no convencional analizados (figura 19), pero su desarrollo a gran escala debe superar una serie de condicionamientos geológicos (la complejidad es más alta que en América del Norte), así como la oposición pública y política a la explotación del gas no convencional en muchos países, particularmente en Europa occidental. Por el momento, resulta incierto pronosticar hasta qué medida tales preocupaciones sociales y ambientales condicionarán un endurecimiento de la regulación a escala europea. Por todo ello, en el *New Policies Scenario*, la AIE (IEA, *WEO 2013)* adopta una postura conservadora a la hora hacer pronósticos sobre la producción durante el periodo 2011-2035, que podría alcanzar algo menos de 20.000 x 10^6 metros cúbicos (m^3) en 2035 (figura 21).

De este volumen, el mayor porcentaje correspondería a Polonia (8.000 x 10^6 m^3), país que ha sido considerado el más prometedor de Europa para la producción de gas no convencional. Sin embargo, hasta septiembre de 2013, tras haberse perforado más de 50 pozos, los resultados no han estado a la altura de las expectativas iniciales de la industria, aunque todavía es pronto para juzgar la magnitud y calidad de los recursos explotables, ya que hasta 2016 todavía se tienen que perforar alrededor de 200 pozos más.

La AIE también considera que en 2035 el Reino Unido será capaz de producir 3.000 x 10^6 m^3 de gas no convencional (gas de lutita o *shale gas*). En junio de 2013, el British Geological Survey revisó al alza el potencial de este país, doblando la estimación de recursos previa efectuada para la principal área prospectiva del Reino Unido (Bowland Shale).

Fuera de la Unión Europea, la AIE espera que en 2035 la producción de gas no convencional en Ucrania aumente hasta unos niveles similares a los de la vecina Polonia, aunque las perspectivas se ven ensombrecidas por la agitada situación política que vive el país y el clima de incertidumbre inversora asociado.

La reorganización del comercio mundial del gas natural entre 2011 y 2035. Nuevos gasoductos y nuevos actores en el mercado del GNL

La nueva geografía de la demanda. China y Oriente Medio crecen rápidamente, aunque los EE. UU. seguirán siendo el mayor mercado

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) prevé en su *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*) que los mercados del gas natural que entre 2011 y 2035 experimentarán el crecimiento más rápido se localizan fuera de la OCDE (tabla 11). Los países ajenos a esta organización serán responsables de más de las tres cuartas partes del crecimiento de la demanda durante el periodo citado, concentrándose los máximos crecimientos en términos absolutos en China y Oriente Medio.

Por el contrario, en los países de la OCDE, aunque el consumo aumenta, las tasas de crecimiento son menores debido a la saturación de los mercados y a los efectos de penetración de las renovables en el sector de la electricidad en Europa. A pesar de ello, los mercados en la OCDE seguirán siendo comparativamente grandes, de modo que, por ejemplo, en 2035 la demanda en EE. UU., que continuará siendo el mayor consumidor mundial, será un 50% superior a la de China.

Según la AIE (IEA, *WEO 2013*), a pesar de unos precios relativamente bajos, la madurez del mercado del gas en EE. UU. y Canadá limitará la posibilidad de un rápido crecimiento de la demanda en América del Norte, incluso aunque la diferencia de precios con otros combustibles incentivara la expansión del uso del gas a nuevos sectores tales como el transporte. Las previsiones del *New Policies Scenario* de la AIE (IEA, *WEO 2013*) para el conjunto de la región (incluyendo a México, que experimenta un rápido crecimiento) es que la demanda aumente de más de 0,86 x 10^{12} metros cúbicos (m^3) en 2011 a algo menos de 1,04 x 10^{12} m^3 en 2035. Un dato particularmente interesante es que las previsiones de la AIE apuntan a que en EE. UU., como resultado del abundante suministro y de los bajos precios, el gas natural superará al petróleo en el *mix* energético del país, convirtiéndose de esta manera en la primera fuente de energía primaria.

	1990	2011	2020	2025	2030	2035	2011-2035	
							Delta	CAAGR*
OECD	1 036	1 597	1 707	1 778	1 827	1 885	289	0.7%
Americas	628	869	957	988	1 016	1 044	175	0.8%
United States	533	696	749	769	781	789	93	0.5%
Europe	325	525	537	568	584	605	80	0.6%
Asia Oceania	82	202	214	222	227	236	34	0.6%
Japan	57	120	119	123	122	124	3	0.1%
Non-OECD	1 003	1 773	2 249	2 541	2 815	3 086	1 313	2.3%
E. Europe/Eurasia	738	703	732	756	785	817	114	0.6%
Caspian	100	117	127	134	139	144	27	0.9%
Russia	447	476	493	504	523	544	68	0.6%
Asia	84	410	669	816	949	1 088	678	4.2%
China	15	132	307	396	470	529	397	6.0%
India	13	61	87	114	140	172	111	4.4%
Middle East	87	399	504	577	645	700	301	2.4%
Africa	35	111	153	170	187	204	93	2.6%
Latin America	60	149	190	221	248	277	128	2.6%
Brazil	4	27	45	61	75	90	63	5.2%
World**	2 039	3 370	3 957	4 322	4 646	4 976	1 606	1.6%
European Union	371	492	494	523	537	554	62	0.5%

* Compound average annual growth rate. ** The world numbers include gas use as an international marine fuel.

Tabla 9. Demanda de gas natural por regiones. Cifras en miles de millones de metros cúbicos. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

En el conjunto de países europeos de la OCDE, la demanda de gas natural cayó a poco más de 0,5 x 10^{12} m^3 en 2012 (marcando el segundo año consecutivo de declive, con un descenso del 10% respecto a 2010), situándose a niveles de 2003. Y la situación resulta similar en la Unión Europea, a causa principalmente de la débil actividad económica y los altos precios del gas, pero también, en menor grado, a una combinación de los bajos precios del carbón, el desplome del precio del CO_2 en el mercado de emisiones, la gran expansión experimentada por las renovables y a la implementación de medidas de ahorro y eficiencia. En el *New Policies Scenario*, la AIE (IEA, *WEO 2013*) prevé que la demanda en los países europeos de la OCDE se recupere de forma muy lenta, volviendo en 2025 a alcanzar los niveles de 2010 para después, en 2035, situarse ligeramente por encima de los 0,6 x 10^{12} m^3.

Rusia, el segundo gran consumidor mundial de gas, enfrenta un panorama incierto a propósito de la demanda doméstica, resultado de las ineficiencias estructurales y de las dudas existentes sobre la rapidez y el sentido en que evolucionará la reforma de precios. El *New Policies Scenario* pronostica un crecimiento, desde algo más de 0,47 x 10^{12} m^3 en 2011, a cerca de 0,54 x 10^{12} m^3 en 2035.

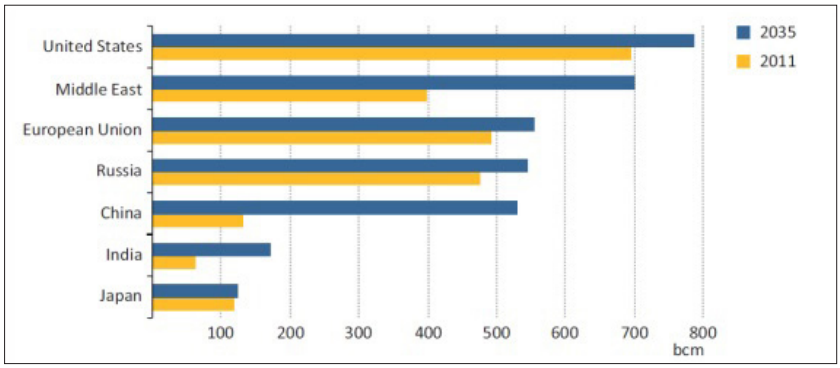


Figura 23. Evolución de la demanda de gas natural en algunos países y regiones durante el periodo 2011-2035. Cifras en miles de millones de metros cúbicos (bcm). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Según la AIE (IEA, *WEO 2013*) China será el país que experimentará el mayor aumento en la demanda de gas, cuadriplicándola, para pasar de 0,13 x 10^{12} metros cúbicos (m^3) en 2011 a 0,53 x 10^{12} m^3 en 2035, al mismo tiempo que Oriente Medio e India también experimentarán un notable aumento, pasando, durante el mismo periodo, de 0,4 x 10^{12} a 0,7 x 10^{12} m^3 y de 0,06 x 10^{12} a 0,17 x 10^{12} m^3, respectivamente. Resulta interesante destacar (figura 23) que si estas previsiones se hacen realidad, en 2035 la demanda de Oriente Medio será muy superior a la de China y a las del conjunto de los países europeos integrados en la OCDE y la UE, situándose en el segundo lugar del *ranking* mundial, inmediatamente por detrás de EE. UU. De hecho, las previsiones apuntan a que la demanda de gas en Oriente Medio supere a la de la UE a partir de 2020.

La generación de electricidad será el principal impulsor del consumo de gas a nivel global, a pesar de que las tendencias de consumo serán muy sensibles al impacto de las políticas energéticas dictadas por los gobiernos, así como a la presión competitiva ejercida por el carbón y las renovables. En el *New Policies Scenario* el uso del gas para la generación de electricidad crece en torno a un 42% durante el periodo 2011-2035. Este incremento es especialmente notable en Oriente Medio (donde se duplica), China (donde se multiplica por seis) e India (donde se multiplica por más de tres).

Balance entre producción y demanda. El gas no convencional convierte a Australia, EE. UU. y Canadá en exportadores netos. Las importaciones se desplazan de la cuenca atlántica (con la excepción de Europa) hacia la región de Asia-Pacífico

El comercio interregional de gas natural ha aumentado en un 80% en las últimas dos décadas y en el *New Policies Scenario* la IEA (IEA, *WEO 2013*) se prevé que continuará creciendo, aumentando en cerca de 0,4 x 10^{12}

metros cúbicos (m^3) durante el periodo 2011-2035, para alcanzar algo menos de 1,1 x 10^{12} m^3 en 2035 (tabla 12). Esto significa que estamos ante un periodo muy dinámico en el comercio internacional de gas, durante el cual cobrarán relevancia creciente algunos nuevos actores como Australia, EE. UU., Canadá y algunos países del África oriental, que en conjunto plantearán un desafío competitivo a los exportadores clásicos, como Rusia y Catar.

	2011		2020		2035	
	Trade (bcm)	Share of demand or output (%)*	Trade (bcm)	Share of demand or output (%)*	Trade (bcm)	Share of demand or output (%)*
OECD	-402	25%	-349	21%	-402	27%
Americas	-11	1%	43	4%	69	6%
United States	-47	7%	15	2%	48	6%
Europe	-248	47%	-288	56%	-390	87%
Asia Oceania	-143	71%	-105	52%	-81	40%
Japan	-117	97%	-117	108%	-123	125%
Non-OECD	415	19%	351	13%	407	12%
E. Europe/Eurasia	179	20%	179	20%	347	30%
Caspian	58	33%	76	37%	143	50%
Russia	197	29%	174	26%	263	33%
Asia	9	2%	-103	16%	-319	31%
China	-29	22%	-130	41%	-212	40%
India	-14	24%	-25	28%	-74	39%
Middle East	120	23%	119	19%	123	15%
Africa	89	44%	127	45%	224	52%
Latin America	19	11%	29	13%	32	10%
Brazil	-10	38%	-7	20%	2	2%
World**	685	20%	804	20%	1 092	22%
European Union	-308	63%	-360	77%	-450	107%

* Imports as a share of primary demand for importing countries; exports as a share of production (output) for exporting regions/countries. ** Total net exports for all *WEO* regions, not including trade within *WEO* regions. Notes: Positive numbers denote exports; negative numbers imports. The difference between OECD and non-OECD totals in 2011 is due to stock change and statistical discrepancies.

Tabla 10. Comercio neto de gas natural, por gasoducto y como gas natural licuado (GNL) por regiones. Cifras en miles de millones de metros cúbicos. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

Según la AIE, en el transcurso del periodo 2011-2035 también asistiremos a un cambio continuado en la dirección del comercio internacional del gas natural, cuyo foco importador se desplazará de la cuenca atlántica (con la notable excepción de Europa, que seguirá siendo la principal región importadora del mundo) hacia la región de Asia-Pacífico, lo que planteará nuevos dilemas para los productores de Eurasia, que dependen de las infraestructuras de gasoductos para acceder a los mercados. Así mismo, la AIE atisba signos de que los términos que regirán el comercio internacional –particularmente en el caso del gas natural licuado (GNL)– serán mucho más sensibles a los condicionantes a corto plazo del

mercado, con mecanismos innovadores de fijación de precios y menos cláusulas de destino, lo que favorecerá las interconexiones entre los diferentes mercados regionales y propiciará cambios en todo el mundo en los mecanismos de fijación de precios.

Europa aumenta su dependencia de las importaciones

A pesar de un incremento relativamente modesto de la demanda durante el periodo 2011-2035 (ver apartado "La nueva geografía de la demanda. China y Oriente Medio crecen rápidamente, aunque los EE. UU. seguirán siendo el mayor mercado", tabla 11), las necesidades europeas de importación de gas natural crecen fuertemente (tabla 12), debido a la caída generalizada (con la excepción de Noruega) de la producción en el continente (ver apartado "En poco más de dos décadas el gas no convencional podría representar más de un cuarto de la producción global de gas natural", tabla 11). En el caso de la Unión Europea, el *New Policies Scenario* de la AIE (IEA, *WEO 2013*) prevé que las necesidades de importación de gas aumenten de algo más de 0,3 x 10^{12} metros cúbicos (m^3) en 2011 a 0,45 x 10^{12} m^3 en 2035 (tabla 12, figura 24).

La AIE considera que Europa está bien situada para asegurarse este suministro desde procedencias diversas. Además de los países que alimentan el mercado internacional del gas natural licuado (GNL), los proveedores incluyen tanto a ciertos exportadores tradicionales, como Noruega (que en 2012 se convirtió en el principal suministrador de gas natural a la UE) Rusia y Argelia, como a nuevos exportadores que buscan conectarse a Europa por gasoducto, como es el caso de Azerbaiyán y quizás Irak, a través de Turquía y el resto del sudeste europeo, vía el *southern corridor* (ver "El transporte por gasoducto desde Rusia a Europa se estanca para redirigirse hacia China. Azerbaiyán y Turkmenistán cobran protagonismo")

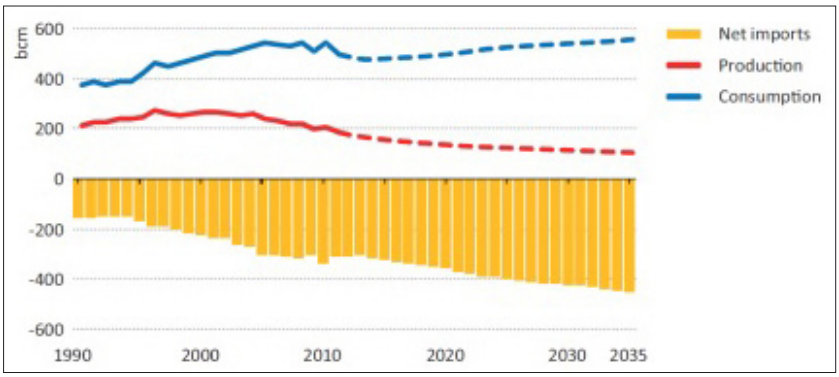


Figura 24. Balance producción/demanda e importaciones netas de gas natural en la Unión Europea. Cifras en miles de millones de metros cúbicos (bcm). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

El aumento de la producción en China e India no es suficiente para compensar el aumento de la demanda.

Según la AIE (*WEO 2013*), la región de Asia-Pacífico está llamada en las dos próximas décadas a experimentar los cambios más profundos en los mercados globales del gas natural, aunque la velocidad y alcance de estos cambios están sujetos a un alto grado de incertidumbre. Al margen de Japón y Corea, que en la actualidad pueden ser considerados mercados maduros, la región citada tiene un gran potencial para aumentar el consumo de gas, especialmente en aquellos países que pretenden diversificar su *mix* energético y afrontar los temas de la calidad del aire y la contaminación local asociados a la combustión del carbón. Sin embargo, la región de Asia-Pacífico es la que actualmente está pagando los precios más altos para el gas comercializado internacionalmente (una situación que, según las proyecciones de la AIE, tiene pocos visos de cambiar en el futuro), lo que suscita interrogantes sobre la capacidad de compra y sobre si los objetivos políticos podrán imponerse a los factores económicos, al menos en algunos países.

Japón, Corea y Taiwán, los importadores tradicionales de GNL en Asia, han visto cómo se les sumaban China, India, Indonesia, Tailandia y, más recientemente, Malasia y Singapur. Las proyecciones de la AIE apuntan que los aumentos en las importaciones de gas se dirigirán a estos nuevos consumidores, liderados por China (tabla 12, figura 25) con unas necesidades de importación que pasan de aproximadamente 30.000 x 10^6 metros cúbicos (m^3) en 2011 a 212.000 x 10^6 m^3 en 2035 y seguida por India, que durante el mismo periodo incrementará sus importaciones en 60.000 x 10^6 m^3 (tabla 12). Parte de todas estas importaciones serán transportadas por gasoducto a China, pero la mayoría lo serán por barco como GNL.

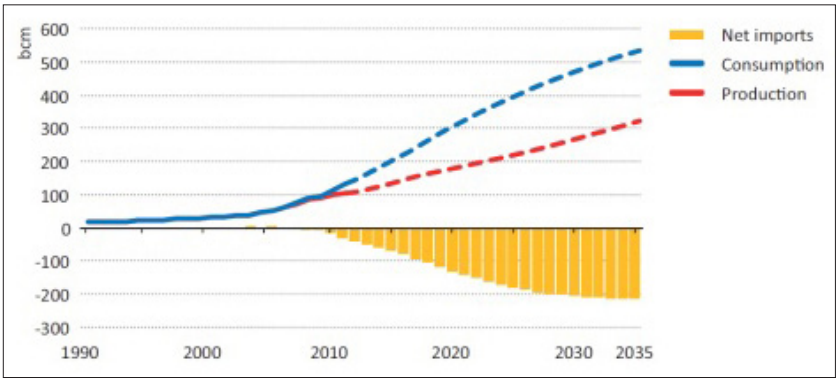


Figura 25. Balance producción/demanda e importaciones netas de gas natural en China. Cifras en miles de millones de metros cúbicos (bcm). *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

El transporte por gasoducto desde Rusia a Europa se estanca para redirigirse hacia China. Azerbaiyán y Turkmenistán cobran protagonismo

En el *New Policies Scenario*, la AIE (IEA, *WEO 2013*) considera que del incremento en el comercio internacional de gas esperado para el periodo 2011-2035 (cercano a los 0,4 x 10^{12} metros cúbicos, ver tabla 12), algo menos de la mitad se llevará a cabo vía gasoducto. Un flujo que no se verá afectado por los desarrollos en la producción de gas no convencional comentada en el apartado "La producción de gas natural entre 2012 y 2035. La revolución del gas no convencional se expande más allá de EE. UU. y Canadá".

En este campo de las exportaciones por gasoducto, la AIE pronostica que los principales desarrollos se concentrarán en Eurasia. En el caso de los mercados europeos, resulta relevante el anuncio efectuado por el consorcio involucrado en la segunda fase del desarrollo del campo de Shah Deniz en Azerbaiyán a propósito de la ruta escogida hacia los mercados. La opción escogida es que tras cruzar Turquía por la Trans-Anatolian Gas Pipeline (o TANAP), las exportaciones desde Azerbaiyán se encaminen hacia Grecia y Albania, para después dirigirse al sur de Italia vía la Trans-Adriatic Pipeline (o TAP), con una posible derivación desde Albania hacia Montenegro, Bosnia y Herzegovina y Croacia. Una vez que este gasoducto se haya completado, hacia 2020, se prevé que canalice un flujo cercano a los 10.000 x 10^6 metros cúbicos (m^3) hacia el sur de Europa, con la posibilidad de que más tarde su capacidad se expanda hasta los 20.000 x 10^6 m^3 por año. La apertura de este *southern corridor* durante el periodo 2011-2035 permitiría una expansión de las exportaciones desde Azerbaiyán, cuya producción podría aumentar desde los 17.000 x 10^6 m^3 actuales a 47.000 x 10^6 m^3 en 2035, así como, tal vez, las procedentes de otros países, entre los que destaca Irak. Los volúmenes canalizados a través del *southern corridor* siguen siendo muy pequeños en comparación a la demanda de gas natural europea, pero en cualquier caso supone un paso adelante en el objetivo de la diversificación y seguridad de suministro.

Por lo que respecta a las exportaciones por gasoducto desde Rusia, la AIE (IEA, *WEO 2013*) prevé en el *New Policies Scenario* que aumenten solo modestamente durante el periodo 2011-2020, a pesar del incremento potencial de su capacidad exportadora que supondrían los gasoductos denominados South Stream y North Stream. La AIE cree que el crecimiento de las exportaciones por gasoducto se verá limitado por la posición de Rusia a propósito del mecanismo de fijación de precios en Europa, ya que la defensa a ultranza de un precio indexado al petróleo puede suponer para Rusia una pérdida de mercado. Sin embargo, a partir de 2020 y hasta 2035, la AIE pronostica una nueva expansión de las exportaciones

rusas por gasoducto, en la medida que el comercio cambia de orientación en dirección este y se abren nuevas conexiones entre los campos de gas de Siberia oriental y China.

Este último país también podría incrementar sus importaciones vía gasoducto desde Asia Central, donde la actual conexión con Turkmenistán podría expandirse hasta alcanzar una capacidad anual próxima a los 60.000 x 10^6 m^3, así como desde Myanmar, país con el que China inauguró en 2013 una conexión con una capacidad aproximada de 12.000 x 10^6 m^3 por año.

El comercio de gas natural licuado (GNL) se reorganiza por el aumento del consumo interno en Oriente Medio y la aparición de nuevas fuentes de suministro desde Australia, EE. UU. y Canadá

La IEA (IEA, *WEO 2013*) considera que mientras el comercio del gas natural por gasoducto seguirá dominado por unos pocos productores, básicamente localizados en Eurasia (ver apartado precedente), el grupo de países exportadores de GNL sufrirá una importante reorganización.

Según la AIE, algunos de los actuales exportadores de GNL ya están experimentado un rápido crecimiento de la demanda interna, lo que limita el volumen disponible para las exportaciones. Esta tendencia es particularmente notoria en Oriente Medio, donde Omán, la Unión de Emiratos Árabes y Abu Dabi podrían abandonar las filas de los exportadores de GNL, de forma que hacia 2020 tan solo quedarían Catar y Yemen, a los que tal vez podría unírseles Irak). Otros países que por la misma razón podrían dejar de ser exportadores son Egipto y Trinidad y Tobago.

Por otra parte, el mercado verá cómo emergen nuevos actores y cómo algunos de los ya existentes aumentan su cuota de mercado. Según la AIE, a nivel global, en la actualidad existen doce plantas de exportación de GNL en construcción con una capacidad combinada cercana a los 130.000 x 10^6 metros cúbicos (m^3) por año. Los planes son que esta nueva capacidad esté lista para ser operativa entre 2015 y 2018, aunque la fecha definitiva está muy condicionada a lo que ocurra en Australia, donde se localizan siete de las doce terminales citadas y los proyectos de construcción han experimentado retrasos y notables incrementos de los costes.

Además de Australia, la nueva fuente de aprovisionamiento de GNL podría ser América del Norte. Según las proyecciones de la AIE (IEA, *WEO 2013*) en EE. UU. la producción está llamada a superar el consumo interno, de modo que hacia 2035 las exportaciones netas desde este país casi alcanzarían los 50.000 x 10^6 m^3 (tabla 12). Si a estas les sumamos los volúmenes procedentes de Canadá, resultaría que América del Norte estaría en disposición de exportar un volumen de GNL cercano a los 50.000 x 10^6 m^3 hacia 2020 y de 75.000 x 10^6 m^3 en 2035. En cualquier caso, la

AIE destaca que estas proyecciones son muy sensibles a pequeños cambios en las previsiones sobre la producción y la demanda, de forma que pequeños cambios en estas pueden tener gran incidencia en el balance comercial final.

Junto al aumento de las exportaciones de GNL desde Australia y América del Norte, la AIE incluye en sus proyecciones algunos nuevos proyectos en curso en África oriental, así como expansiones de capacidad en algunos exportadores actuales de GNL, entre los que se incluye Rusia. La expansión de capacidad en este último país podría tener un significado especial si, como parece posible, las compañías Rosneft y Novatek consiguen asegurarse los derechos de exportación de GNL a los mercados asiáticos, lo que constituirá la primera brecha en el monopolio exportador de Gazprom. En el transcurso del periodo 2011-2035, la AIE asume los mayores precios de importación de GNL en los mercados de la región de Asia-Pacífico, de modo que este sería el destino más buscado por la mayor parte de los exportadores de GNL, lo que dejaría a Europa en el papel de equilibrar el mercado.

Conclusiones

Principales conclusiones relativas a los petróleos no convencionales

I. A finales de 2011, sin contar los combustibles líquidos derivados del carbón y del gas natural (CTL y GTL), las estimaciones de reservas y recursos recuperables de petróleo no convencional a escala global superan ligeramente el volumen de las reservas y recursos de petróleo convencional.
II. Sin contabilizar los recursos de CTL y GTL, los países industrializados de la OCDE, que tan solo atesoran el 15,6% de los recursos globales técnicamente recuperables de crudo y líquidos del gas natural, contienen el 62% de los recursos no convencionales de petróleo. A finales de 2011, estos se localizan preferentemente en América del Norte, Europa del Este-Eurasia y América Latina, contrarrestando la importancia geopolítica de Oriente Medio, región que concentra el 42% de las reservas y recursos de petróleo convencional. En cualquier caso, cabe destacar que el potencial de los recursos convencionales de esta última región permanece inexplorado.
III. Durante el periodo 2012-2035, la participación del crudo convencional en la producción total de petróleo cae del 80% al 65%. Por tanto, el crecimiento de la producción necesario para cubrir la demanda debe provenir de otras fuentes. Entre estas, junto a los líquidos del gas natural, destacan los petróleos no convencionales, cuya contribución podría

multiplicarse por tres en el periodo citado. Tales suministros no convencionales provendrían principalmente del petróleo ligero de rocas compactas (*light tight oil* o LTO) de los EE. UU., de las arenas petrolíferas (*oil sands*) de Canadá y de los petróleos extrapesados (*extra-heavy oil*) de Venezuela.

IV. La producción de petróleo del conjunto de países ajenos a la OPEP mantiene, hasta aproximadamente 2020, una trayectoria ascendente. Tanto la producción de petróleo convencional como la de no convencional aumentan, pero la primera alcanza su máximo (*peak*) un poco antes de 2020, para unos pocos años después declinar de tal modo que incluso el aumento de la producción de petróleos no convencionales no logra revertir la tendencia descendente. La producción total de petróleo entre 2012 y 2035 cae en la mayoría de los países no pertenecientes a la OPEP, con las excepciones de Brasil, Canadá, Kazajistán y los EE. UU., aunque la producción de este último país entra en declive antes de 2035.

V. A partir de mediados de la década de los veinte, la OPEP vuelve a ocupar una posición clave en el suministro global de petróleo. Desde dicha fecha hasta 2035, la producción en las aguas ultraprofundas de Brasil y del LTO en EE. UU. pierden fuelle, los países de Oriente Medio se afirman como la única fuente de petróleo relativamente barato del mundo e Irak se erigirá en el mayor contribuidor al crecimiento global de la producción.

VI. Considerando tanto los petróleos convencionales como los no convencionales, el balance de la producción durante el periodo 2012-2035 es claramente favorable para Irak, Brasil, Canadá, Kazajistán y EE. UU., mientras que en el extremo opuesto se situarían Rusia, China, Noruega, Reino Unido, Omán y Azerbaiyán, seguidos a distancia por Kuwait y Argentina. Por otra parte, Venezuela, Catar, Arabia Saudita y la Unión de Emiratos Árabes se mantendrían en una posición de equilibrio.

VII. En 2035, el porcentaje de participación de los países de la OCDE en la demanda global de petróleo cae hasta aproximadamente un 32%, frente al 46,6% de 2012. En China, en cambio, el uso del petróleo experimenta un fuerte aumento, de modo que, desde 2030, este país desplaza a los EE. UU. como principal consumidor mundial. Así mismo, India emerge como un centro clave en el consumo de petróleo, muy especialmente entre 2020 y 2035, periodo durante el cual este país experimenta el máximo crecimiento mundial de la demanda. Otra cuestión relevante es que Oriente Medio se convierte en el tercer centro mundial de demanda de petróleo.

VIII. En las próximas dos décadas, la cambiante geografía de la producción y el consumo de petróleo acarreará una importante reorganización del comercio global. El destino del flujo de petróleo se desplaza desde la OCDE, donde Europa permanece como el único mercado importador, a Asia. En 2035 los dos mayores importadores mundiales de petróleo serán China

e India, mientras que el porcentaje de participación de los EE. UU. en el comercio interregional de crudo declina desde el 27% actual a un 15%. Esta reorganización del flujo comercial demandará una reevaluación de las políticas de seguridad del suministro de petróleo. Los grandes países asiáticos deberán implicarse en mayor medida en prevenir y gestionar los efectos de posibles interrupciones en el suministro global de crudo.

Principales conclusiones relativas al gas no convencional

I. Sin tener en cuenta los hidratos de gas, se estima que las reservas y recursos por recuperar de gas no convencional equivalen a cerca de tres cuartas partes de las de gas convencional. A finales de 2012, el gas de lutitas (*shale gas*) representaba aproximadamente el 61,8% del total de los recursos no convencionales técnicamente recuperables pendientes de explotación, frente al 23,6% del gas de rocas compactas (*tight gas*) y el 14,6% del metano de capas de carbón (*coal bed methane* o CBM).
II. Aproximadamente el 27,7% de los recursos de gas no convencional se localizan en la región de Asia-Pacífico, el 19,2% en EE. UU. y Canadá, un 16% en América Latina, un 13,4% en Europa oriental-Eurasia, un 14,2% en África, un 5,5% en los países europeos integrados en la OCDE y tan solo un 3,8% en Oriente Medio. Esta distribución contribuye a equilibrar la excesiva concentración de las reservas y recursos convencionales en Europa oriental-Eurasia (principalmente en Rusia) y en Oriente Medio, que contabilizan, respectivamente, cerca del 30,6% y del 26,5% de las reservas y recursos técnicamente recuperables de gas natural convencional del mundo. Sin embargo, debe tenerse presente que el volumen de recursos de gas no convencional de Oriente Medio todavía no ha sido evaluado.
III. Entre 2011 y 2035 la producción de gas natural crecerá en todas las regiones del mundo, con la única excepción de Europa, donde el incremento de la producción en Noruega no será suficiente para compensar el declive en otros campos maduros. China, EE. UU., Rusia y Australia (por este orden), seguidos por Catar, Irak, Brasil, Turkmenistán, Irán y Argelia, serán los países que experimentarían un mayor aumento de la producción. Aunque EE. UU. y Australia contabilizarán importantes aumentos de su producción gracias a sus recursos de gas no convencional, convirtiéndose ambos en exportadores netos, los países ajenos a la OCDE serían responsables de cerca del 81,75% del crecimiento de la producción.
IV. Del incremento total en la producción de gas natural previsto en el mundo entre 2011 y 2035, el 52% sería aportado por gas convencional mientras que el 48% restante provendría de fuentes no convencionales. Las previsiones son que a partir de 2020, el desarrollo de la producción de gas no convencional se extienda más allá de América del Norte (EE. UU. y Canadá), convirtiendo a China y Australia en los

mayores contribuyentes al crecimiento global de la producción, seguidos por otros países como Argentina, India, Argelia, México e Indonesia y con el conjunto de la Unión Europea situándose ligeramente por encima de estos tres últimos países. El gas no convencional, que en 2011 representó alrededor del 17% del conjunto de la producción mundial de gas natural, podría llegar a alcanzar el 27% en 2035.

V. Los mercados del gas natural que entre 2011 y 2035 experimentarán el crecimiento más rápido se localizan fuera de la OCDE. Los países ajenos a esta organización serán responsables de más de las tres cuartas partes del crecimiento de la demanda durante el periodo citado, concentrándose los máximos crecimientos en términos absolutos en China y Oriente Medio. En los países de la OCDE, aunque el consumo aumenta, las tasas de crecimiento son menores debido a la saturación de los mercados y a los efectos de penetración de las renovables en el sector de la electricidad en Europa. A pesar de ello, los mercados en la OCDE seguirán siendo comparativamente grandes, de modo que, por ejemplo, en 2035 la demanda en los EE. UU., que continuará siendo el mayor consumidor mundial, será un 50% superior a la de China.

VI. El comercio interregional de gas natural seguirá creciendo durante el periodo 2011-2035. Durante dicho periodo, en base a la explotación de sus recursos no convencionales, cobrarán relevancia creciente algunos nuevos exportadores como Australia, EE. UU. y Canadá, que plantearán un cierto desafío competitivo a los exportadores clásicos, como Rusia y Catar. En el transcurso del periodo 2011-2035, también asistiremos a un cambio continuado en la dirección del comercio internacional del gas natural, cuyo foco importador se desplazará de la cuenca atlántica (con la notable excepción de Europa, que seguirá siendo la principal región importadora del mundo) hacia la región de Asia-Pacífico.

VII. Del incremento en el comercio internacional de gas esperado para el periodo 2011-2035, algo menos de la mitad se llevará a cabo vía gasoducto. Este flujo no se verá prácticamente afectado por los avances en la producción de gas no convencional y sus principales desarrollos se concentrarán en Eurasia.

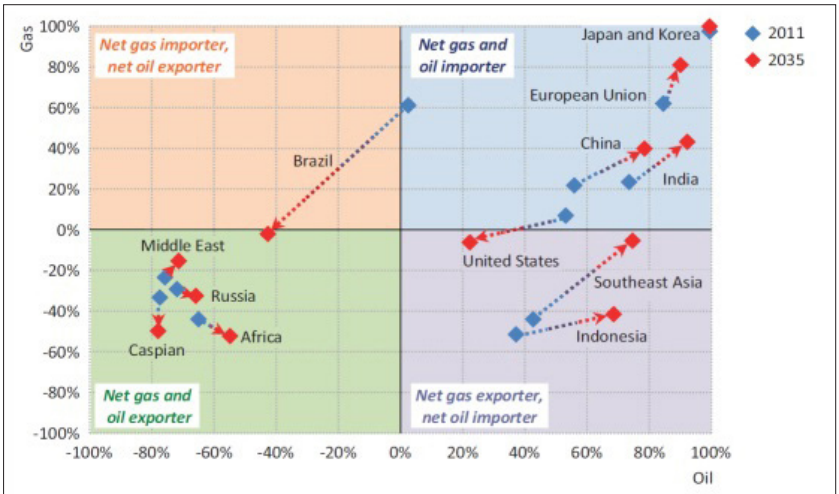
VIII. Mientras el comercio del gas natural por gasoducto seguirá dominado por unos pocos productores, básicamente localizados en Eurasia (Rusia, Azerbaiyán y Turkmenistán), el grupo de países exportadores de gas natural licuado (GNL) sufrirá una importante reorganización. Algunos de los actuales exportadores de GNL ya están experimentado un rápido crecimiento de la demanda interna, lo que limita el volumen disponible para las exportaciones. Esta tendencia es notoria en Oriente Medio, de forma que hacia 2020 tan solo quedarían como exportadores Catar y Yemen (a los que tal vez podría unírseles Irak); otros países que por la misma razón podrían dejar de ser exportado-

res son Egipto y Trinidad y Tobago. Por otra parte, el mercado verá la aparición de nuevos actores, entre los que destacan Australia, EE. UU. y Canadá, grandes productores de gas no convencional. Por otra parte, Rusia podría ampliar su cuota en el mercado del GNL dirigiendo sus exportaciones hacia Asia.

Una reflexión final. Hidrocarburos no convencionales y dependencia energética: los caminos divergentes de EE. UU. y Europa

En la figura 26 se resume la evolución prevista en el *New Policies Scenario* de la AIE (IEA, *WEO 2013)* a propósito del balance exportaciones-importaciones de petróleo y gas en diversos países y regiones durante el periodo 2011-2035.

De ella se deduce con claridad que una de las consecuencias del auge de la producción de petróleo y gas no convencionales en EE. UU. es que en el transcurso del periodo mencionado este país podría lograr la autosuficiencia y convertirse en exportador neto de gas, al mismo tiempo que podría reducir su dependencia de las importaciones de petróleo a un 20% de su consumo total. Una tendencia completamente opuesta a la del resto de países y regiones, con excepción de Brasil que también experimenta una neta evolución positiva en base a la explotación de sus recursos de hidrocarburos convencionales.



Notes: Import shares for each fuel are calculated as net imports divided by primary demand. Export shares are calculated as net exports divided by production. A negative number indicates net exports. Southeast Asia, *i.e.* the ASEAN region, includes Indonesia.

Figura 26. Evolución durante el periodo 2011-2035 de los porcentajes de exportaciones e importaciones netas de petróleo y gas en algunos países y regiones. *New Policies Scenario* (IEA, *WEO 2013*).

En contraste con Estados Unidos, la Unión Europea muestra una evolución particularmente negativa, ya que su dependencia de las importaciones de gas pasaría del 60% en 2011, al 80% en 2035, mientras que la dependencia de las importaciones de petróleo evolucionaría durante el mismo periodo de un 80% a cerca del 90%. Al margen de las implicaciones para la seguridad de suministro, estos datos implican unos precios de la energía mucho más caros en la Unión Europea, lo que sin duda supondrá un pesado fardo para la competitividad de su industria y una seria pérdida del poder adquisitivo de sus ciudadanos.

China e India, así como otras regiones y países asiáticos, muestran una tendencia parecida a la de la Unión Europea en su grado de dependencia de las importaciones de hidrocarburos, aunque menos dramática, mientras que los grandes países productores de hidrocarburos convencionales de Oriente Medio, Rusia, África y la región del Caspio apenas varían sus posiciones.

Bibliografía

BP (2013). *Statistical Review of World Energy 2013*. Londres: BP.

IEA (2009). *World Energy Outlook 2009*. París: OECD/IEA.

IEA (2010). *World Energy Outlook 2010*. París: OECD/IEA .

IEA (2012). *World Energy Outlook 2012*. París: OECD/IEA.

IEA (2013). *World Energy Outlook 2013*. París: OECD/IEA.

IEA (2013). *Resources to Reserves 2013*. París: OECD/IEA.

US EIA (2011). *World shale gas resources: An initial assessment of 14 regions outside the United States.* Washington DC: US Department of Energy/EIA.

US EIA (2013). *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States (2013a).* Washington DC: US Department of Energy/EIA .

US EIA (2013). *Annual Energy Outlook 2013 (2013b).* Washington DC: US Department of Energy/EIA

USGS (2009). *An estimate of recoverable heavy oil resources of the Orinoco oil belt, Venezuela*, Fact Sheet 2009-3028. Boulder, EE. UU: USGS.

USGS (2012). *In-place oil shale resources examined by grade in the major basins of the Green River formation, Colorado, Utah and Wyoming*, Fact Sheet FS2012- 3145. Boulder, EE. UU: USGS.

El auge de China y su suministro energético

Ignacio García Sánchez

Capítulo quinto

Resumen

Este capítulo pretende, de forma sintética, adentrarse en uno de los sucesos con mayor trascendencia geoestratégica de la primera mitad del siglo XXI, que sin duda conformará el devenir geopolítico de su segunda mitad.

La comunidad internacional sigue y analiza con detalle los planes y acciones de las autoridades chinas para resolver el "trilema energético: asegurar el suministro energético competitivo, proporcionando a su vez el acceso universal a la energía y promoviendo la protección ambiental", con un objetivo claramente marcado, "el sueño chino": lograr el progreso socioeconómico de una nación moderna con un grado de desarrollo de nivel medio en el centenario de la revolución comunista, 2049.

Para conseguirlo, se enfrenta a dos desafíos básicos ineludibles: el progreso económico y el malestar social por el deterioro del medio ambiente. Ambos con un elemento común, el suministro energético, que, de este modo, se convierte en un factor clave para la supervivencia del sistema de gobierno de partido único, el Partido Comunista Chino; el cual requiere la estabilidad de un orden internacional que debe adecuarse y aceptar, de forma pacífica, la aparición, para quedarse, del nuevo gigante geopolítico.

En este apasionante reto geoestratégico pretende adentrarse este trabajo, reconociendo las limitaciones de espacio y tiempo, pero con la esperanza de poner en el debate geopolítico uno de esos sucesos "portadores de futuro" más interesantes del panorama internacional.

Palabras clave

China, energía, geopolítica, geoestrategia, desarrollo, cambio climático, tecnología, conflicto.

Abstract

This chapter aims to go into one of the events of most geostrategic significance of the first half of this century that undoubtedly will shape the geopolitical future of it second half.
The international community follows and discusses in detail the plans and actions of the Chinese authorities to solve the "energy trilemma: ensuring competitive energy supply, while providing universal access to energy and promoting environmental protection", with a clearly marked target, "the Chinese dream", the socio-economic improvement to the level of medium-level developed countries in 2049, the centenary of the communist revolution.
To get it, the Chinese government faces two basic challenges, considered unavoidable, economic development and social unrest by environmental degradation. Both have a common element, energy supply, thus becomes a key factor for the survival of the one party model, the Chinese Communist Party that requires the stability of an international order that must adapt and accept, peacefully, the appearance, to stay, the new geopolitical giant.
This work intends to analyze this exciting geostrategic challenge, recognizing the limitations of space and time, but hoping to put into the geopolitical discussion one of those major events "bearers of the future" for the international scene.

Key words

China, energy, geopolitics, geostrategic, development, climate change, technology, conflict.

El auge de China y su suministro energético

... La prudencia y la paciencia son parte del ADN imperial de China. Pero China también es ambiciosa, orgullosa y consciente de que su historia única no es más que un prólogo de su destino. No es de extrañar entonces que, en un arranque de sinceridad de una astuta figura pública china, que obviamente había llegado a la conclusión de que el declive de Estados Unidos y el ascenso de China eran inevitables, no hace mucho tiempo con sobriedad observó a un americano que le visitaba: "Pero, por favor, que Estados Unidos no decaiga demasiado rápido..."[1].

Introducción

Hoy en día, el poder en el mundo se distribuye en un patrón que se asemeja a un complejo juego de ajedrez tridimensional. En la parte superior del tablero, el poder militar es en gran medida unipolar y Estados Unidos es probable que, por algún tiempo, siga siendo su detentador. Pero, en la mitad del tablero de ajedrez el poder económico ha sido multipolar durante más de una década, con Estados Unidos, Europa, Japón y China como los principales protagonistas, y el resto, ganando cada vez mayor protagonismo (...). En la parte inferior del tablero se encuentra el ámbito de las relaciones transnacionales, con actores no estatales que no conocen fronteras y actúan fuera del control de los gobiernos (...). Este tablero de ajedrez también incluye nuevos desafíos transfronterizos, como las pandemias y el clima. En esta zona baja, el poder está muy extendido y así, no tiene sentido hablar aquí de unipolaridad, multipolaridad, hegemonía o cualquier otro tipo de clichés que los líderes políticos y expertos ponen en sus discursos.
Dos grandes cambios de poder se están produciendo en este siglo: una transferencia de poder entre Estados y una propagación del poder lejos del control de los estados, hacia los actores no estatales (...). Éxitos económicos como el de China pueden provocar tanto el "poder duro", de las sanciones y el acceso restringido a los mercados, como el "poder blando", de atracción y emulación del éxito[2].

China, sin lugar a dudas, se ha convertido en el factor geoestratégico fundamental para entender el marco geopolítico de la primera mitad del siglo XXI. Las políticas del gigante asiático suscitan la inmediata atención de todas las cancillerías, organizaciones internacionales y medios de comunicación en todos los ámbitos sociales. Al mismo tiempo que las

[1] ZBIGNIEW, Brzeinski. *Strategic vision. America and the crisis of global power*. Nueva York: Basic Books, 2012, p. 81. Traducción del autor.
[2] NYE, Joseph S. Jr. (2011). "The future of power". Nueva York: Public Affairs, pp. XV y 22. El profesor Nye ha sido el que ha acuñado los términos de "poder duro (*hard power*)", "poder blando (*soft power*)" y "poder inteligente (*smart power*)." Traducción del autor.

estadísticas oficiales y las estimaciones de todo tipo se analizan hasta el mínimo detalle, se establece un dilema, el que nos acompañará a lo largo de todo el capítulo: la transparencia y fiabilidad de unos datos que pretenden mostrar un auge imparable y que proyectan un desarrollo armónico en un entorno estable y pacífico.

Un progreso que se inicia con las políticas reformistas de Deng Xiaoping en 1979, rompiendo con la dinámica revolucionaria y el estancamiento económico impuesto por Mao Zedong desde el triunfo del Partido Comunista y la consiguiente creación de la República Popular de China en 1949. Deng Xiaoping inicia la senda del crecimiento de la sociedad china sobre una base social traumatizada debido a las sucesivas políticas revolucionarias diseñadas por el "Gran Timonel" en su búsqueda obsesiva de la pureza revolucionaria. La intersección histórica de un pueblo en continua tensión revolucionaria, con una apertura económica muy ambiciosa, centralizada y firmemente dirigida, se beneficia de una gran ventana de oportunidad. La evolución de las economías occidentales hacia sociedades de servicios y de consumo dejan un amplio campo de acción para el desarrollo industrial de una sociedad hambrienta de progreso, en una simbiosis única que todavía hoy asombra a los analistas políticos y económicos por su intensidad y duración.

Pero, como acertadamente expone Marta Camacho Parejo[3]: "el protagonista del progreso, el desarrollo y el crecimiento de nuestras sociedades, tanto desde el punto de vista industrial como social, es la energía, que actúa como elemento de centralidad."

En el citado documento se hace una síntesis de los estudios que el Consejo Mundial de la Energía viene publicando desde 2008 y que desde 2012 se conocen como:

.. *el trilema energético (...),* [refiriéndose] *a los complicados objetivos que afrontan los gobiernos de asegurar el suministro energético competitivo, proporcionando a su vez el acceso universal a la energía y promoviendo la protección ambiental. Trata pues tres aspectos fundamentales de la energía: la seguridad de suministro, la equidad social y la mitigación del impacto ambiental*[4].

---

[3] CAMACHO PAREJO, Marta; secretaria general del Comité Español del Consejo Mundial de la Energía. "El trilema energético". Separata del n.º 38 de *Cuadernos de Energía*. Club Español de la Energía, Instituto Español de la Energía: 2012.

[4] *Ibídem*, página XX. *Seguridad energética: entendida como gestión eficaz del suministro de energía a partir de fuentes nacionales y externas (tanto para importadores como exportadores netos de energías), fiabilidad de las infraestructuras energéticas y capacidad de las empresas de energía para satisfacer la demanda actual y futura (para los países que son exportadores netos de energía, esto también se refiere a la capacidad de mantener los ingresos procedentes de los mercados de ventas al exterior); Equidad social: que se refiere a la accesibilidad y asequibilidad del suministro de energía para toda la población; Mitigación del impacto ambiental: eficiencia y ahorro energético (tanto desde el punto de*

En este contexto se asoman la realidad geopolítica de China (ver tabla 5.1)[5] y un dato incontestable a tener en cuenta: el consumo energético per cápita de China hoy es similar al de Estados Unidos en el año 1955. Una referencia que nos asoma a un vacío geoestratégico por desarrollar, repleto de posibilidades inimaginables que mantienen en vilo a todas las instituciones para tratar de, como expresó recientemente Adam Siemininski[6], "acomodar" el potencial de crecimiento energético de China sin generar fricciones geopolíticas que conduzcan a crisis que provoquen situaciones en las que predominen las tendencias realistas de un escenario de "suma cero".

		MUNDIAL	CHINA	UE	EEUU	RUSIA
Area km²		Area km²	9.596.961 (4º)	4.324.782 (7º)	9.826.675 (3º)	17.098.242 (1º)
GDP (PPP)		GDP (PPP)	12,61 B$ (3º)	15,97 B$ (1º)	15,94 B$ (2º)	2,555 B$ (7º)
Agriculture		Agriculture	10,1%	1,8%	1,1%	4,2%
Industry		Industry	45,3%	25,3%	19,2%	37,5%
Services		Services	44,6%	72,9%	79,7%	58,3%
GDP - per capita -		GDP - per capita -	9.300$ (122º)	35.100$ (40º)	50.700$ (13º)	18.000$ (78º)
GDP - real growth		GDP - real growth	7,8% (23º)	-0,3% (182º)	2,2% (116º)	3,4% (100º)
Population - growth		Population - growth	1.349.585.838-1º 0,46%	509.365.627-3º 0,21%	316.668.567-4º 0,9%	142.500.482-10º -0,02%
Age structure:	0-14	26,0%	13,0%	15,41%	20,0%	16,0%
	15-55	57,4%	66,3%	53,70%	53,8%	57,4%
	55-OVER	16,6%	20,7%	30,89%	26,2%	26,6%
Urban population-growth		Urban population-growth	50,6%-2,85%	76%-0,74%[1]	82%-1,2%	73,8%-0,13%
GINI index		GINI index	47,4 (29º)	30,7 (112º)	45 (41º)	41,7 (52º)
Life expectancy		Life expectancy	74,99 (100º)	79,86 (37º)	78,62 (51º)	69,85 (152º)
Internet users		Internet users	389M (1º)	340 (2º)	245M (3º)	40,853 M (10º)
Mobile cellular		Mobile cellular	1.100M (1º)	629M (2º)	310M (3º)	261,9 M (5º)
Poverty line		Poverty line	13,4%[2]	0,7%-2,4%[3]	15,1%	12,7%
Military: % PIB		Military: % PIB	2,6 (49º)	1,6% (88º)[4]	4,6% (19º)	3,9% (25º)

Tabla 5.1

El nuevo ambiente geoestratégico, dominado por el escenario que Joseph Nye presenta como un tablero de ajedrez de tres dimensiones[7], ofrece una oportunidad única para "acomodar" ese potencial de crecimiento, de forma que la segunda mitad del siglo XXI evolucione de una forma gradual y progresiva desde un entorno geoestratégico dominado por la seguridad cooperativa hacia una visión integral de la realidad y una gestión inteligente del entorno, por medio del concepto de seguridad dinámica

vista del suministro como del de la demanda) y desarrollo de oferta de energía renovable y de otras fuentes bajas en carbono.

5 Elaboración propia. Traducción del autor. Datos de *The world factbook*, https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html.

6 Administrador de la U.S. Energy Information Admimistration (EIA, por sus siglas en inglés). Presentación del *International Energy Outlook 2013* de la EIA.

7 Ver la cita que introduce el primer punto.

(ver gráfico 5.1)[8], necesario para adaptarnos con la velocidad que impone la sociedad de la información en la que vivimos a una realidad en constante cambio en la que el objetivo es lograr un juego de factores geoestratégicos con beneficio mutuo.

Gráfico 5.1

Un escenario en el que el gran ganador sea el desarrollo humano sostenible (ver gráfico 5.2), que, como señalaba el secretario general de la Naciones Unidas en el que fue el año (2012) de la energía sostenible[9], requiere el compromiso internacional de gobiernos, sociedad civil y el sector privado para conseguir energía sostenible para todos en 2030 (...), energía que sea accesible, limpia y más eficiente (...), que permita la erradicación de la pobreza y una mayor prosperidad para todos." De acuerdo con el documento:

[8] Elaboración propia.

[9] UN. *Sustainable energy for all* [http://www.sustainableenergyforall.org/]. Fact Sheet. Traducción del autor. *El mundo invierte en la actualidad más de mil billones de dólares al año en energía, con una gran parte dedicada a sistemas anticuados, en vez de impulsar economías para el futuro basadas en energías limpias (al mismo tiempo un quinto de la humanidad no tiene acceso a la electricidad). La iniciativa del secretario general tiene tres objetivos complementarios: asegurar el acceso universal a unos servicios energéticos modernos; mejora en eficiencia energética doblando su tasa de crecimiento; doblar el porcentaje de energía renovable en el mix energético global.*

La evolución histórica de la energía –primero de la energía humana a la animal, y después de la animal a la mecánica– fue la principal transformación en el desarrollo humano hacia una mayor productividad, prosperidad y confort. Es inimaginable que hoy las economías puedan funcionar sin electricidad y otros sistemas de energía modernos. Desde la creación de trabajo hasta el desarrollo económico, desde las preocupaciones por la seguridad al estatus de la mujer, la energía se encuentra en el corazón de los intereses vitales de todos los países... Países como China, India, Nepal, Brasil y Sudáfrica están liderando el camino a seguir con iniciativas nacionales[10].

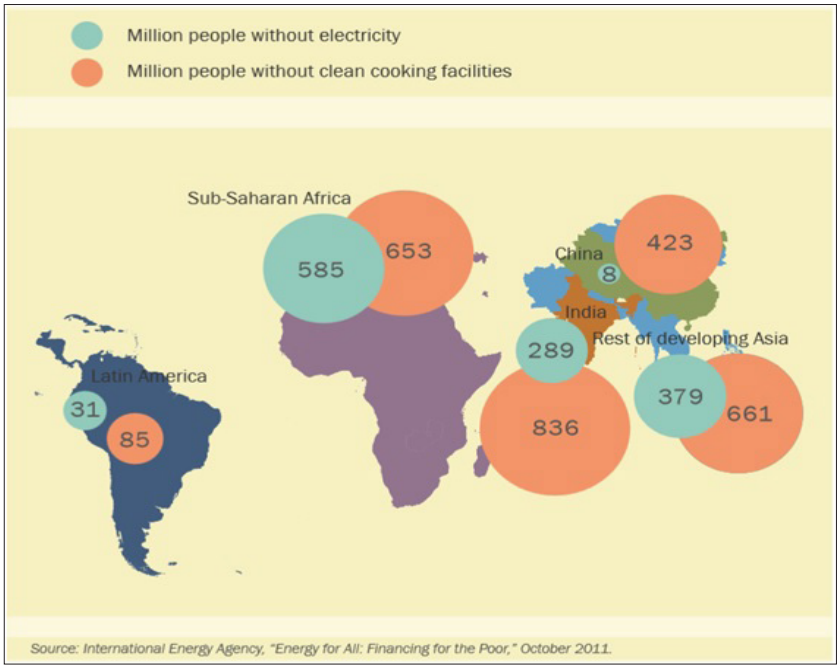


Gráfico 5.2

China en el escenario global de la energía

> *La realidad fundamental (...), de acuerdo con la descripción de Madeleine Albright, es que China tiene su propia categoría: demasiado grande para ignorarla, demasiado represiva para aceptarla, difícil de influenciar y muy, muy orgullosa.*[11]

[10] Para un completo y sistemático panorama de los datos más importantes de los desequilibrios en el acceso a la energía a nivel mundial, ver "A vision statement", por Ban Ki-moon, secretario general de las Naciones Unidas. *Sustainable energy for all.* Facts, noviembre de 2011. Traducción del autor.

[11] KISSINGER, Henry (2011). *On China*. Nueva York: The Penguin Press, p. 477. Traducción del autor.

> *La seguridad energética es un problema universal. Pocos países pueden asegurar su suministro de energía sin la cooperación internacional. Los logros que China ha alcanzado en el desarrollo energético del país son inseparables de su cooperación amistosa con otros países. Su desarrollo futuro en el sector de la energía necesita más comprensión y apoyo de la comunidad internacional. China, con una población de más de mil millones, está explorando y practicando un nuevo camino en la historia del desarrollo de la energía para asegurar la sostenibilidad de su desarrollo energético. China no supuso, no supone y no supondrá ninguna amenaza para la seguridad energética del mundo. Siguiendo el principio de igualdad, reciprocidad y beneficio mutuo, fortalecerá aún más su cooperación con otros países productores y consumidores de energía, así como con las organizaciones internacionales de la energía para, en común acuerdo, promover un desarrollo sostenible de la energía en todo el mundo. Se esforzará por mantener la estabilidad del mercado internacional y los precios, asegurar las rutas de transporte, y contribuir a la salvaguardia de la seguridad energética internacional y la lucha contra el cambio climático*[12].

Parece que la encrucijada del destino vuelve a favorecer el crecimiento, en este caso más sostenible, de la economía china. En los últimos informes del Fondo Monetario Internacional, la gran recesión del mundo desarrollado parece que empieza a ceder, proyectándose un crecimiento prácticamente imperceptible pero mucho más estable y equilibrado (ver tabla 5.2)[13].

En este escenario, China logra frenar el crecimiento acelerado de su economía, basada en la inversión y la exportación con una baja productividad, en la que el único sector abierto para la inversión de la incipiente clase media es el inmobiliario y donde los derechos de la propiedad privada de la tierra se ven supeditados a la discrecionalidad de los gobiernos locales. Al mismo tiempo que las perspectivas globales favorecen su adaptación hacia un escenario deseable más equilibrado en el que el consumo interior, los servicios y la inversión privada y extranjera en sectores, hasta ahora, considerados estratégicos –y por lo tanto abiertos únicamente a las compañías estatales– permitan avanzar hacia el "sueño chino". Xi Jimping ha hecho de este lema[14] la visión de una renovada so-

---

[12] *White Paper*: *China's Energy Policy 2012*. Pekín: State Council, octubre de 2012. Traducción del autor.

[13] FMI. *World Economic Outlook*. *Hopes, realities and risks*. Abril de 2013.

[14] *Cumplir con el deseo de* [nuestro pueblo] *de una vida feliz es nuestra misión. Sólo el trabajo duro es lo que crea toda la felicidad del mundo. Para cumplir con nuestra responsabilidad vamos a dirigir y animar a todo el Partido y los grupos étnicos de China para hacer esfuerzos continuos en (...), perseguir sin vacilaciones la prosperidad común (...) también, nuestro Partido se enfrenta a muchos desafíos severos, y problemas acuciantes dentro del propio Partido que necesitan ser resueltos, en particular la corrupción, el divorcio creciente de la gente, las formalidades y burocratización fomentadas por algunos funcionarios del partido... Xi Jimping remarks on the occasion of meeting with the Chinese and foreign press*

ciedad china estructurada y afianzada en una clase media cada vez más próspera, preparada y exigente.

			Projections	
	2011	2012	2013	2014
World Output[1]	**4.0**	**3.2**	**3.3**	**4.0**
Advanced Economies	**1.6**	**1.2**	**1.2**	**2.2**
United States	1.8	2.2	1.9	3.0
Euro Area	1.4	–0.6	–0.3	1.1
Germany	3.1	0.9	0.6	1.5
France	1.7	0.0	–0.1	0.9
Italy	0.4	–2.4	–1.5	0.5
Spain	0.4	–1.4	–1.6	0.7
Japan	–0.6	2.0	1.6	1.4
United Kingdom	0.9	0.2	0.7	1.5
Canada	2.6	1.8	1.5	2.4
Other Advanced Economies[2]	3.3	1.8	2.5	3.4
Emerging Market and Developing Economies[3]	**6.4**	**5.1**	**5.3**	**5.7**
Central and Eastern Europe	5.2	1.6	2.2	2.8
Commonwealth of Independent States	4.8	3.4	3.4	4.0
Russia	4.3	3.4	3.4	3.8
Excluding Russia	6.1	3.3	3.5	4.6
Developing Asia	8.1	6.6	7.1	7.3
China	9.3	7.8	8.0	8.2
India	7.7	4.0	5.7	6.2
ASEAN-5[4]	4.5	6.1	5.9	5.5
Latin America and the Caribbean	4.6	3.0	3.4	3.9
Brazil	2.7	0.9	3.0	4.0
Mexico	3.9	3.9	3.4	3.4
Middle East, North Africa, Afghanistan, and Pakistan	3.9	4.7	3.1	3.7
Sub-Saharan Africa[5]	5.3	4.8	5.6	6.1
South Africa	3.5	2.5	2.8	3.3

Tabla 5.2

En la búsqueda de ese escenario, China se encuentra enfrentada a su incuestionable realidad.

> *Si las últimas estrategias de seguridad nacionales han incorporado la dimensión económica como uno de sus elementos esenciales, en el caso chino, el modelo de desarrollo figura como el elemento fundamental de su seguridad nacional. En este sentido declara con rotundidad que es una exigencia para sus ciudadanos y una necesidad que todos los países deben apoyar. La estrategia declara que se han alcanzado los objetivos previstos en sus dos primeras etapas: duplicar el producto interior bruto (PIB) de 1980 para atender las necesidades básicas de su población y cuadriplicarlo al final del siglo pasado para adquirir un nivel básico de prosperidad. El tercer objetivo que se marca para mediados de siglo, en el centenario de la fundación de la Repúbli-*

by members of the Standing Committee of the Political Bureau of the Eighteenth Central Committee of the Communist Party of China. http://www.china.org.cn/china/18th_cpc_congress/2012-11/16/content_27130032.htm. Visitada el 16 de agosto de 2013. Traducción del autor.

ca Popular de China (1949), se materializaría con la prosperidad general y la modernización del país en un Estado armonioso.
En este sentido se declara como nación en vías de desarrollo y describe las bases de las que parte, tanto desde el punto de vista interior como en sus relaciones internacionales.
En el aspecto interno considera el objetivo titánico, teniendo en cuenta las condiciones nacionales básicas (...), que el documento define como una población numerosa con una base económica débil: el 20% de la población mundial, el 7,9% de la tierra agrícola y el 6,5% del agua potable (...), resaltando los graves desequilibrios, los problemas estructurales, la excesiva dependencia y vulnerabilidad de la importación de recursos, y los problemas medioambientales[15].

En este contexto de desarrollo económico sostenible, la energía se convierte en la columna vertebral del crecimiento, el flujo sanguíneo vital de un cuerpo que debe crecer de forma continua y proporcionada, enfrentándose a un escenario radicalmente nuevo (ver gráfico 5.3). Un marco energético que, en el área Asia-Pacífico, inicialmente y muy sintéticamente, se podía considerar formado por islas energéticas aisladas sin la característica vital de la porosidad de un mercado regional, y que se ve transformado por el asombroso crecimiento del gigante asiático y el nuevo *mix* energético de Japón.

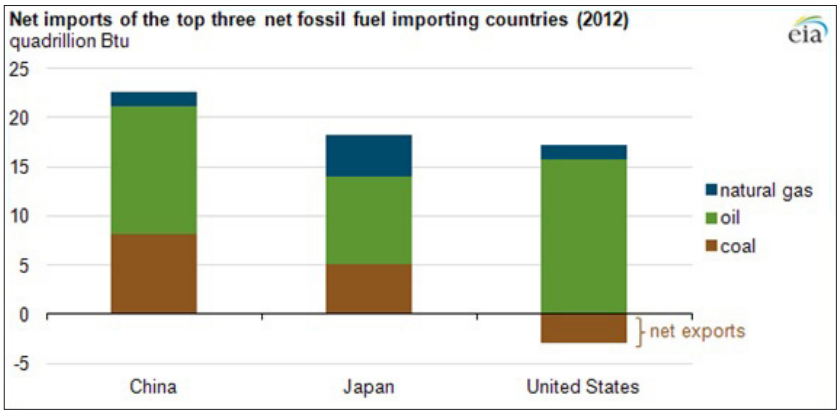


Gráfico 5.3

China otorga al mercado asiático un carácter continental, en cierto sentido con el mismo papel que juega Europa en el área atlántica, diversificando y potenciando sus, en otro tiempo aisladas, principales fuentes de consumo energético: Japón, Corea del Sur y Taiwán. Al mismo tiempo, y

[15] GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio. Documento de análisis de ieee.es 028/11 *Análisis de estrategia china de seguridad.* Reseña de ieee.es, "White Paper: China's peaceful development". Septiembre de 2011.

con carácter global, el mercado asiático se configura al mismo nivel que el europeo y americano, con una clara tendencia a sobrepasar a ambos en sus necesidades de suministro. Además, y como consecuencia del accidente en la central nuclear de Fukushima y el consiguiente parón nuclear, la capacidad regional de actuar de forma autónoma se resiente de forma clara, cambiando radicalmente el carácter energético de la región, de considerarse extrema, aislada e independiente a configurarse como el elemento central del escenario global de la energía.

La voracidad energética china. Asia el mercado del futuro

> *Tenemos que hacer ciertas suposiciones sobre cómo se introducen los sistemas de comercio de emisiones (...) interesante es saber que India es uno de los pocos países que no tienen que reducir las emisiones hasta 2017, de hecho, las emisiones de India se podrían permitir un crecimiento del 35%. Así que es una situación diferente (...) hay diferencias entre los países, y el resto son tan pequeños comparados con China; China es realmente donde tenemos que concentrarnos, ya sea por la proporción de número de personas, el volumen de la tasa de su crecimiento (...) es necesario reducir las emisiones chinas a la mitad. Es necesario recortarlas por la mitad (...) si no sucede, no hay manera de que podamos llegar al escenario de 2.º Celsius. De ninguna manera podemos hacerlo y estaremos en problemas...*[16]

Durante los últimas tres décadas la economía china ha crecido a un ritmo medio del 9,9%, y desde 2010 sobrepasó el PIB de Japón para convertirse en la tercera potencia económica mundial por detrás de la Unión Europea y Estados Unidos. Aunque este crecimiento, cuando se distribuye entre su población, 9.300 dólares, lo mantiene en una discreta posición en el *ranking* mundial, la 122.ª, todavía muy alejado de los 50.700 dólares de EE. UU. (14.ª) y los 30.500 dólares de la UE (41.ª), y ligeramente por debajo de la media mundial de 12.700 dólares. Pero este asombroso crecimiento, que ha permitido sacar de la pobreza a más 650 millones de personas[17], se ha conseguido pagando un alto precio en términos de un excesivo consumo de recursos energéticos, fundamentalmente fósiles, y por lo tanto una alta tasa de contaminación.

---

[16] 17 de julio 2012. "The CSIS Energy and National Security Program hosted Ambassador Richard H. Jones, Deputy Executive Director and Dr. Markus Wrake, Senior Energy Analyst and ETP Project Lead, International Energy Agency (AIE) to present the IEA's *Energy Technology Perspectives 2012". Energy Technology Perspectives 2012* (*ETP 2012*) analiza cómo la tecnología –desde los vehículos eléctricos a las redes inteligentes– puede lograr un avance decisivo en la consecución del objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 2 °C y mejorar la seguridad energética. Traducción del autor.

[17] De acuerdo con los datos de la tabla 5.1, el número oficial de pobres en China, 13,4%, sobrepasaría los 180 millones de personas.

Las cifras actuales hablan por sí solas, pero las previsiones son aún más asombrosas. Años importantes en el desarrollo socioeconómico, de acuerdo con las previsiones de crecimiento con una tasa media anual del 5,4%, serían 2018 y 2020, en los que su renta per cápita superaría respectivamente el considerado nivel crítico de desarrollo de las democracias, 12.000 dólares, y la renta per cápita media mundial, 13.624 dólares en China frente a los 13.065 dólares de media mundial[18].

Con sus cerca de cinco billones[19] de kW/h, es el primer país del mundo en producción y consumo de energía eléctrica[20], con EE. UU. en segunda posición con sus algo más de cuatro billones de kW/h y la UE en tercer lugar con tres billones de kW/h.

Es el primer consumidor de energía del mundo, con sus 115.500 billones de BTU[21], 21,3% del total mundial de 540.400 billones de BTU, aproximadamente igual al consumo de los países de la OCDE del continente americano[22] y muy por encima del consumo europeo y la suma de las otras potencias asiáticas. El problema es que de este consumo, el rey sin duda es el carbón, con 79.200 billones de BTU, aproximadamente igual a la mitad de consumo mundial[23] y creciendo a un ritmo mayor que este, 1,9% y 1,3% respectivamente, por lo que en 2040 podría llegar a los 121.500 billones de BTU (55,35% del total mundial).

En 2013 se estima un consumo de 11 millones de barriles de combustibles fósiles líquidos al día, por detrás de los 14 millones de barriles de Europa y los 18 millones de barriles de EE. UU., aunque con un aumento medio anual del 2,5% se prevé que supere a EE. UU. en 2040, convirtiéndose en el primer consumidor del mundo con 20 millones de barriles por día, pasando de representar el 11% del consumo mundial al 17,4%.

Una de las grandes debilidades de consumo energético chino es el gas natural. Con 4,7 billones de pies cúbicos (4% del consumo mundial), está al nivel de Japón pero muy por debajo de Europa y EE. UU., con 19,6 y 25,3 billones de pies cúbicos respectivamente. Sin embargo, el interés de las autoridades chinas y el enorme potencial de crecimiento, de hasta un 5,3%, sobre todo teniendo en cuenta la potencialidad de explotación del

---

18 Escenario de referencia de http://www.eia.gov/oiaf/aeo/tablebrowser/#release=IEO2013&subject=0-IEO2013&table=42-IEO2013&region=0-0&cases=Reference-d041117, visitado el 6 de noviembre de 2013.

19 Billón: un millón de millones, que se expresa por la unidad seguida de doce ceros.

20 La energía eléctrica se obtiene así: 69,5% de combustibles fósiles, 1,1% nuclear, 21,8% de plantas hidroeléctricas y 7,6% de fuentes renovables. https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html, visitada el 6 de noviembre de 2013.

21 BTU: British Thermal Unit

22 Canadá, Estados Unidos, México y Chile.

23 El consumo mundial es de 154.000 billones de BTU. (La cifra prevista para 2040 por la EIA de EE. UU. es de 219.500 billones de BTU, con un crecimiento medio del 1,3%).

gas no convencional, permitiría llegar en 2040 hasta los 17,5 billones de pies cúbicos (9,5%), todavía por debajo de los 24,5 de Europa y 29,5 de EE. UU.

Ahora bien, sus grandes fortalezas, teniendo en cuenta el grave problema medioambiental, las tiene en el consumo de las fuentes de energía limpias, como la energía hidroeléctrica y las renovables, que suman un total de 9,7 trillones[24] de BTU (15,5% del consumo mundial), por encima de los 7,8 trillones de BTU de EE. UU. y por debajo de los 11,9 de Europa. También, y con el impulso del 12.º plan quinquenal que abarca de 2011-2015, su crecimiento superaría al del resto de países, con un 4% medio anual, lo que le llevaría a igualar a Europa en 2016 para alcanzar en 2040 los 26,2 trillones de BTU, 22% del consumo mundial. También, y con objeto de rebajar la firma de CO_2, la energía nuclear es una de las fuentes de energía con mayor crecimiento. Con 190.000 millones de kW/h, el 7,3% del consumo mundial, su crecimiento a un ritmo del 10,2% anual le llevaría en 2040 a ser el primer consumidor de energía nuclear del mundo, con 1.289 millones de kW/h, casi la cuarta parte, 23,5%, del consumo mundial.

A pesar del gran esfuerzo en renovables y eficiencia energética, que le llevaría a reducir su intensidad energética en una media anual de -2,9%, por encima de la media mundial estimada en -2%, las emisiones de CO_2 seguirán aumentando a un ritmo anual del 2,3%, superior a la media anual del 1,3%, empujadas esencialmente por ese crecimiento sostenido que le llevaría en 2040 a una renta per cápita de 35.573 dólares, con una media mundial estimada de 23.330 dólares y unas emisiones de 14.911 millones de toneladas, la tercera parte (32,8%) del total mundial.

Este motor de desarrollo económico genera en toda el área Asia-Pacífico una dinámica de crecimiento que tiene un alcance global, pero que se nota también, y de forma muy importante, en la mayor parte de las economías del África subsahariana y muchos de los países latinoamericanos (ver gráfico 5.4)[25].

Pero este crecimiento se ve también fundamentalmente afectado por una dinámica que altera sustancialmente el panorama energético del área. La parada de las centrales nucleares japonesas obliga a este país a comportarse como un importador neto de combustibles fósiles. Con solo el 15% de su consumo garantizado con recursos propios, se convierte en el tercer país importador de petróleo, 4,6 millones de barriles de combustibles fósiles líquidos al día, justo por detrás de China y Estados Unidos; el primero en gas natural licuado (GNL), que supone un 37% del consumo mun-

[24] Trillón: Un millón de billones, que se expresa por la unidad seguida de 18 ceros.

[25] IMF. *World economic outlook: hopes, realities, risks*. Abril de 2013. En 2012 Asia creció un 5,3% y las previsiones para 2013 y 2014 son de 5,75% y 6% respectivamente.

dial, y el segundo importador de carbón, utilizado para satisfacer el 27% de la potencia eléctrica generada[26].

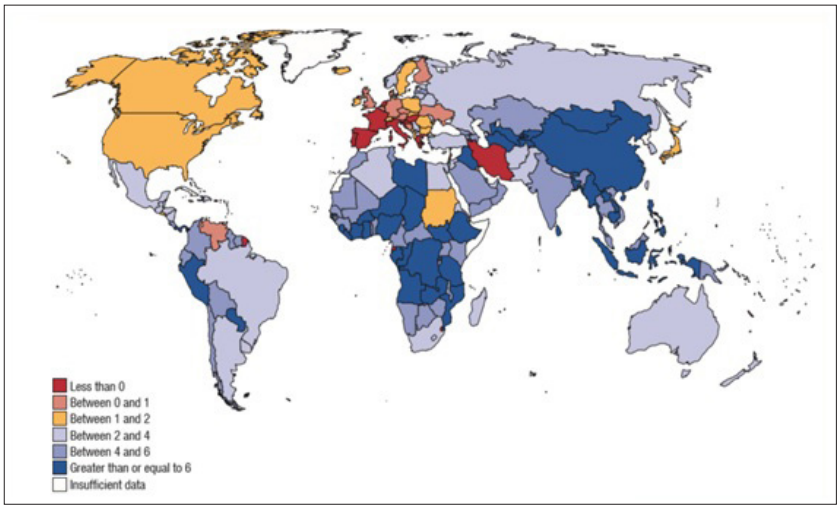


Gráfico 5.4

En este escenario, mientras el mercado del carbón y el petróleo tienen un carácter global y su precio, con ligeras variaciones, adquiere el mismo valor en los diferentes mercados regionales, el precio del gas se comporta de forma estanca, con una diferencia que llega a ser cinco veces mayor en Asia con relación al de Estados Unidos, y dos veces mayor que en Europa. Este elevado precio, que está modificando las rutas exportadoras haciéndolas buscar el mercado asiático, pone en peligro su expansión en el mercado chino. Tanto es así, que por ejemplo y aunque con un carácter testimonial, el continente europeo ha visto un incremento del consumo de carbón en detrimento del gas natural, que se dirige a un mercado más ventajoso, como es el asiático.

China, factor geopolítico clave en el panorama energético. La geoestrategia del futuro

> *... el futuro se presenta con un marco de seguridad paradójico. Mientras el mundo tiende en su conjunto hacia una mayor estabilidad (...), potencialmente es más peligroso que nunca*[27].

[26] EIA *Japan is the second largest net importer of fossil fuels in the world.* 07 de noviembre de 2013. "Japón ha sido el mayor importador mundial de carbón durante tres décadas, hasta 2011, cuando de acuerdo con estimaciones de la Asociación Mundial del Carbón, China superó a Japón por un estrecho margen".

[27] *Capstone concept for joint operations: Joint Force 2020.* Washington: Joint Chiefs of Staff, 10 de septiembre de 2012.

Cuando se ha cumplido el 40.º aniversario del primero y, hasta el momento, único embargo de petróleo árabe[28], las causas geopolíticas y su impacto geoestratégico resuenan y nos ponen en perspectiva un escenario cambiante, heterogéneo y fundamentalmente diferente.

El impacto económico produjo una recesión severa que en EE. UU. se extendió hasta 1975, con una disminución del 2,5% de PIB e importantes aumentos en el desempleo y la inflación. Sin embargo, las consecuencias geopolíticas fueron más profundas, cambiando radicalmente el escenario de confianza en la no utilización de un recurso considerado vital como vector geoestratégico de consecuencias dramáticas.

De esta forma se asistió a la entrada en el tablero estratégico de la energía de nuevos actores –Canadá, el mar del Norte, el golfo de México...– que ampliaban la distribución del enorme poder que suponía tener la llave del rey de la energía por su densidad calórica, el petróleo. También se produjo un notable viraje de las políticas industriales de los países desarrollados, sobre todo Japón, con una gran determinación y a cualquier precio, para una transformación del modelo desde sectores industriales altamente dependientes del petróleo a sectores de alta tecnologías, así como la búsqueda de fuentes alternativas de energía como la nuclear.

Otras lecciones geopolíticas claves que duran hasta nuestros días se podrían sintetizar en:

- la constatación de la energía como la columna vertebral del desarrollo económico;
- la demostración palpable de la cada vez mayor globalización económica e integración de los mercados, donde la recesión de los países occidentales se deja sentir de forma global;
- la innovación y la utilización más eficiente de los recursos energéticos, que ha llevado a una progresiva reducción de la intensidad energética a un ritmo medio del 2%, con una continua aunque ligera pérdida progresiva de peso geopolítico del llamado oro negro. En este sentido, el secretario de Energía norteamericano recordaba recientemente que las medidas tomadas por aquel entonces sobre los estándares de eficiencia para el sector automovilístico (CAFE, *efficiency standards for*

[28] EL 6 de octubre de 1973 se inicia la guerra de Yom Kippur con el ataque que Siria y Egipto lanzan por sorpresa sobre Israel. El día 19, en el que el Congreso de EE. UU. autoriza una ayuda de 2.200 millones de dólares a Israel, la OAPEC (la Organización de Países Árabes Exportadores de Petróleo) junto con Siria, Egipto y Túnez imponen un embargo total de petróleo sobre Estados Unidos y selectivo sobre el resto de países occidentales y Japón. El 18 de enero de 1974 Israel firma el acuerdo de retirada de la parte este del canal de Suez, retirada que se completa en marzo, mes en el que los ministros de los países árabes, con la excepción de Libia, anuncian el final de embargo y el aumento de la producción y exportación de crudo.

cars) han llevado a que pasemos de las 11 millas por galón de aquel tiempo a las 25 actuales y el objetivo de más de 50 en 2025;

- el desarrollo acelerado y el despliegue de combustibles alternativos y la retirada del control de precios;
- la búsqueda de un sistema de gobernanza global de la energía, que llevó a la creación de la agencia internacional de la energía (AIE) y el establecimiento de reservas estratégicas;
- la revitalización del uso de carbón como factor fundamental de seguridad estratégica que, otra vez en palabra del secretario de Energía estadounidense, nos debería llevar a pensar dos veces en las posiciones que se adoptan en las discusiones sobre el cambio climático con relación a las políticas de ciertos países con circunstancias no muy diferentes de las de los países occidentales en aquello tiempos.

Así, se inicia un recorrido geopolítico traumático, en el que se han sucedido continuas situaciones de crisis e inestabilidad que han convertido un recurso vital para el desarrollo y la prosperidad global en un arma arrojadiza para ejercer presiones políticas de toda índole. Esta senda ha llevado a una paradoja estratégica, la escasez de los recursos y la creciente demanda de estos, que conduce a dos objetivos que podrían entenderse como excluyentes: la independencia/autonomía energética y la búsqueda de una gobernanza energética global dentro de un mercado mucho más libre, integrado e interconectado.

Otro hecho geopolítico de gran transcendencia que vale la pena recordar de aquella época es la apertura de China a Occidente con la primera visita de Richard Nixon a Pekín (1972) y la entrevista con un anciano y enfermo Mao en plena catarsis revolucionaria. Una china con un producto interior bruto que apenas sobrepasaba los 100.000 millones de dólares, el 2,7% de la economía mundial, muy lejos del 14,84% actual, y una renta per cápita de 158 dólares, 2,3% de la de EE. UU., 4% de la de Japón y 3,2% de la de Alemania[29], cuando en la actualidad se encuentra por debajo de la media mundial pero más cerca de los países desarrollados: 18,1% de EE. UU., 25% de Japón y 23% de Alemania.

Sin lugar a dudas, la irrupción de China como gran potencia económica, desplazando el peso geopolítico global hacia el Extremo Oriente, es el gran desafío geoestratégico de la primera mitad de siglo XXI. A este desplazamiento del poder, al que habría que añadir el creciente peso económico y demográfico de India, hay que superponerle tres aspectos fundamentales que inciden significativamente en el panorama energético del futuro:

[29] http://es.kushnirs.org/macroeconomica/gdp/gdp_china.html. Visitada el 10 de noviembre de 2013.

- el accidente nuclear de Fukushima, que rompe el tradicional aislamiento energético del otro gigante asiático, Japón;
- el renacimiento energético de Estados Unidos, que podría convertirse en el primer productor mundial de petróleo y gas gracias a los avances tecnológicos y un sistema de mercado que ha permitido la explotación sin precedentes del gas y petróleo no convencionales, lo que le permitirá, de acuerdo con todas las previsiones, llegar al 90% de autosuficiencia,
- y el fenómeno del cambio climático, un desafío de carácter universal en el que juegan un importante papel las energías renovables y la eficiencia energética. Así, ya en la actualidad, el uso de energía por unidad de PIB es la mitad del de la década de los setenta.

Pero sin lugar a dudas, con la emergencia de China, a la vez continental y marítima, como una nueva Unión Europea en ciernes en la que el factor demográfico es a la vez una pesada carga y una formidable fortaleza, el mercado energético se enfrenta a un mundo más dinámico y tensionado. Con una demanda creciente, especialmente en las economías en desarrollo, el escenario geopolítico vive la explosión de nuevos actores locales, regionales y globales, nuevas alianzas políticas en varios estadios de progreso y un nuevo ámbito de interacciones de factores e indicadores supranacionales que no conocen fronteras en el que la energía es su pivote estructural y el binomio desarrollo-cambio climático su desafío más importante.

Así, los mercados se hacen cada vez más globales, incluso el mercado del gas gracias a la creciente importancia del GNL, y las instituciones, como la antaño todopoderosa OPEC/OAPEC (todavía con gran influencia), se multiplican e interaccionan con las grandes compañías energéticas, privadas y públicas (eso sí, todas con un marcado carácter multinacional), y con una cada vez más amplia y diversa cartera de negocios, tanto en el sector productivo y extractivo como en el de su distribución y explotación.

Cuando nos enfrentamos al futuro, China representa la nueva realidad continental, que se siente presionada desde su oriente marítimo por el actual poder geopolítico hegemónico, EE. UU. Su resurgir en el panorama estratégico representa una mirada a la esperanza, el sueño chino, que necesita construir nuevas políticas para encarar efectivamente el cambiante escenario que, inevitablemente y debido a los nuevos y diferentes actores, será más complejo, difícil y peligroso.

En esta situación, el desafío se presenta formidable pero las oportunidades, si se aprovechan, pueden generar un marco de confianza en el que las fuerzas del mercado actúen libremente para establecer un escenario de desarrollo global que propicie un ambiente en el que la flexibilidad, adaptabilidad, colaboración y prudencia sea la norma y la cortedad de

miras con conductas estridentes e inflexibles de carácter nacionalista sean la excepción. Una situación en la que surgen nuevos mercados, principalmente el asiático, pero también el continente africano.

En este contexto, desde la perspectiva china, se considera necesaria una profunda reforma de la estructura actual de la gobernanza en la que adquieren cada vez mayor relevancia Iberoamérica, Asia Central y que llevaría a una completa revisión de las premisas y las limitaciones de las elecciones políticas del pasado. Especialmente importante sería, desde el punto de vista chino, que cumpliese las características del escenario económico actual multipolar, con objetivos flexibles y diversificados y, aunque no pudiese participar de forma oficial en la AIE, debería tener la oportunidad de intervenir activamente, junto con otras potencias emergentes, en todas sus actividades, para contribuir a resolver los dos desafíos fundamentales esa gobernanza internacional, la seguridad energética y el cambio climático. [30]

Esto es especialmente cierto en áreas como: la gestión de los recursos y su producción; la regulación medioambiental; las políticas industriales; infraestructuras críticas; fiscalidad y subsidios; el tamaño, disposición y gestión de las reservas estratégicas; régimen y restricción de exportaciones; desarrollo de nuevas tecnologías, etc. Pero, en la consecución de un nuevo marco de relaciones, es imperativo mantener los principios y objetivos que coadyuven a preservar y mejorar un mercado global más integrado y seguro jurídicamente que promueva un desarrollo más humano, seguro y sostenible.

El cambio de paradigma energético. Del enfoque del suministro al de la demanda

> *Una amplia gama de otras reformas estructurales [en China] apoyará la transición hacia un crecimiento más equilibrado e inclusivo. Muchas de ellas, como la mejora de los precios de la energía, la tierra y el agua, ya han sido propuestas por las autoridades. Permitir una mayor competencia en los sectores que en la actualidad se consideran estratégicos impulsará el crecimiento y los ingresos de los hogares, y los*

[30] En la última reunión ministerial (2013) de la AIE celebrada en París el 20 de noviembre, además de los 28 países miembros, también participaron: Sudáfrica, Brasil, China, India, Indonesia y Rusia. Por primera vez se hizo pública una declaración conjunta en la que se expresó el interés mutuo en lograr una cooperación multilateral más intensa y consolidada. También se emitió una declaración separada, por los países miembros, sobre el importante papel que el sector energético puede jugar para limitar el cambio climático. En la reunión también participaron Chile y Estonia como naciones aspirantes y más de 30 directivos de empresas del sector. Visitada el 26 de noviembre de 2013. http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2013/november/name,44966,en.html.

mayores dividendos de las empresas estatales mejorarán la disciplina financiera y proporcionarán ingresos fiscales adicionales[31].

Cuando el escenario energético se hace cada vez más amplio, global e interconectado, y por lo tanto más estable –lo que no significa más seguro, como nos recordaba la Junta de Jefes de Estado Mayor norteamericana–, sí que parece que hay un consenso generalizado sobre la necesidad de cambiar el énfasis del esfuerzo de las políticas a nivel estatal. De la obsesiva visión geopolítica centrada en garantizar las fuentes de suministro a una confianza vigilante en que las condiciones del mercado puedan actuar de forma libre, de manera que con las adecuadas reservas estratégicas, la cada vez mayor capacidad de las diversas fuentes de suministro de flexibilizar su producción y modificar los mercados de destino y la variedad de formas de generación de energía, además de su mayor autonomía, estos mercados tenderán a actuar para maximizar su valor con una mayor eficiencia, estabilidad y seguridad.

El ejemplo paradigmático es el petróleo donde, a pesar de las continuas tensiones geopolíticas sobre alguno de los más importantes países exportadores –Libia, Irak, Irán, Nigeria, Sudán del Sur y Yemen, con picos de disminución de la producción de hasta 3,5 millones de barriles de combustibles fósiles líquidos al día–, la capacidad de equilibrar el mercado de Arabia Saudí, la importancia creciente de otros países suministradores y la irrupción del petróleo no convencional y el aumento de capacidad de refinado, cada vez más cerca del lugar de producción, aseguran el suministro y mantienen el precio del barril en una banda estable de 80-120 dólares.

Esta banda de precios sostiene un mercado con capacidad de invertir en nuevas formas de suministro, haciendo comercialmente viables y competitivas las nuevas formas y fuentes de energía que rivalizan actualmente en el mercado y favoreciendo la búsqueda de un nuevo paradigma energético que debe enfocarse en una demanda cada vez más eficiente, limpia y responsable. Así, se constata que el petróleo, en todos aquellos sectores en los que entra en competencia con otros sistemas de generación de energía, pierde terreno.

En la búsqueda de este cambio paradigmático, la AIE ha lanzado una nueva publicación que se une a la serie de tradicionales informes periódicos de mercado. La nueva entrega: *From hidden fuel to world's first fuel?*[32], sobre la eficiencia energética, nos muestra la evolución del concepto de

---

[31] *IMF Mission Completes the 2013 Article IV Consultation Discussions with China.* IMF, 28 de mayo de 2013. http://www.imf.org/external/np/sec/pr/2013/pr13192.htm. Traducción del autor.

[32] *¿Del combustible desconocido al primer carburante del mundo?* Traducción del autor. AIE. *Energy Efficiency Market Report 2013. Market Trends and Medium-Term Prospects.*

seguridad energética, de forma que el primer combustible, el más asequible y más limpio es aquel que no se consume.

La agencia, que se crea en 1974 por los países de la OCDE justo después del embargo de petróleo de 1973 con el objetivo de contrarrestar las políticas disruptivas de la OPEC y garantizar el suministro, va progresivamente desplazando sus intereses con una visión cada vez más global, integrando las tres dimensiones del concepto energético: la económica, su seguridad y el factor medioambiental, a la vez que amplía su área de interés hacia los países no pertenecientes a la OCDE conforme estos van teniendo una mayor importancia en el consumo y suministro.

Durante mucho tiempo China ha mantenido un sistema económico dirigido, en el que gestión energética se ha orientado hacia las fuentes de suministro. El único objetivo de sus autoridades ha sido garantizar un suministro abundante de materias primas, al tiempo que apoyaba el desarrollo económico basado fundamentalmente en el crecimiento de su industria manufacturera y el reforzamiento de su comercio exterior. La eficiencia energética y la reducción de las emisiones se situaban en un lugar secundario, cuando la tarea más importante era el crecimiento. Así, la mejora de la renta per cápita era el objetivo fundamental de la política económica, aprovechando la ventana de oportunidad que el mercado global ofrecía a su economía. Pero este salto hacia delante, que ha producido un grave desequilibrio socioeconómico, ya no se ve como tal, sino como una vía que se abre en un horizonte cada vez más estable y que ahora hay que compensar y consolidar.

Sin embargo, la inercia de la situación tiende a que la demanda de consumo energético siga creciendo de forma exponencial. Incluso la política de reducción de emisiones y conservación de energía (ECER, por sus siglas en inglés) todavía no es efectiva y carece de un sistema de implementación. Así, el elevado crecimiento de consumo de carbón, petróleo y gas le puede enfrentar en los próximos años a una situación de dependencia externa, degradación medioambiental y aumento de precios difícil de gestionar.

El 12.º plan quinquenal abre un periodo de oportunidad estratégica para modificar el modelo de crecimiento[33]. Para conseguirlo, el elemento indispensable pasa por modificar el sistema de gestión de la demanda energética, desde una obsesiva fijación en garantizar el suministro a uno más equilibrado donde el consumo eficiente se convierta en el gran valor añadido de su nuevo desarrollo.

En este sentido, es necesaria una reforma interna de las funciones del gobierno en la que la Administración Nacional de la Energía debería ejer-

[33] El nuevo programa de desarrollo aprobado el 14 de marzo de 2011, durante el Congreso Nacional, pone el énfasis en un crecimiento de alta calidad.

cer plenamente las funciones de órgano regulador del sistema, con la categoría de Ministerio. Para conseguirlo, debería tener como órgano subordinado al Departamento de Conservación de Recursos y Protección Medioambiental, actualmente en la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma. También, en este papel, debería controlar el Departamento de Conservación de Energía y Aplicación Integral, actualmente adscrito al Ministerio de Industria y Tecnología. Así, el Ministerio de Energía debería ser responsable del conjunto del sector de la energía de forma integrada, dotándole de un mayor equilibrio. De esta forma se regularizaría el proceso de aprobación de los grandes proyectos, a la vez que se mejoraría la transparencia mediante un sistema estadístico y de suministro de información estandarizado.

Esta regularización debería establecerse a nivel local para conseguir el nivel de información necesario que permita la elaboración de políticas más efectivas, así como la evaluación del grado de implantación y el resultado de las mismas. Estas políticas tendrían como objetivo principal la eficiencia en el uso de la energía, con metas claras de reducción de intensidad energética o, mejor, como recomienda el informe de la AIE, mejorando el índice de productividad energética[34]; también aumentando la utilización de las energías renovables, para lo que se deberían efectuar políticas impositivas sobre la utilización de combustibles fósiles e incentivos para favorecer las energías limpias, teniendo siempre en cuenta las características específicas de cada región y provincia.

El triángulo estratégico de la seguridad del suministro energético

Durante los últimos treinta años se ha desarrollado una transformación notable, silenciosa –continentalista– en Eurasia; aunque obviamente incompleta. Las guerras declaradas entre estados han cesado en gran medida. Las barreras políticas y los antagonismos históricos entre naciones tan diversas como Rusia, Turquía, China y Corea se han ido erosionando, especialmente desde el fin de la Guerra Fría. El comercio transcontinental, impulsado por la interdependencia energética, se ha intensificado y las redes interpersonales se han consolidado. Más recientemente, una red de oleoductos y gasoductos transcontinentales ha comenzado a surgir con potenciales implicaciones geopolíticas significativas... Con la llegada de los gasoductos transcontinentales, los diálogos de seguridad y las conferencias al más alto nivel se multiplican, también, en fuerte contraste con el aislamiento mutuo de

[34] El índice de productividad energética pretende medir el número de unidades de PIB por unidad de energía.

la pasada Guerra Fría, el camino para colaboraciones geopolíticas más importantes se despeja[35].

El cambio de paradigma energético, del enfoque del suministro al de la demanda, descansa en una estructura que favorezca y soporte un esquema de seguridad energética, a la vez, global, regional y local. El objetivo actual para las autoridades chinas es consolidar y estabilizar un suministro energético que no ponga en peligro mantener un crecimiento sostenible del 7%[36]. Al mismo tiempo debe permitir el establecimiento de las bases para la nuevas fases de su desarrollo, más centrado en el beneficio social que en el económico y que, por lo tanto, debe cambiar dramáticamente el escenario energético.

Uno de los elementos esenciales se refiere a una nueva gobernanza internacional caracterizada por la multipolaridad y la diversificación de objetivos, que establezca un nuevo equilibrio de poder, de modo que ninguna institución tenga una posición dominante. Así, la influencia y estructuras tradicionales, como la AIE y la OPEC, están siendo desafiadas por los países consumidores y otros productores. El Fórum Internacional de la Energía[37] es la única organización internacional que nominalmente incluye tanto a los países avanzados como a aquellos en vías de desarrollo[38], pero su información estadística proviene de seis organizaciones: APEC[39], Eurostast, AIE, OLADE[40], OPEC y UNSD[41]. Además, su ámbito de actuación está limitado y muy por debajo del nivel de influencia de la AIE, e incluso la EIA. Y, mientras la cooperación multilateral se va haciendo cada vez más necesaria, con China cada vez más cómoda en estos foros, la cooperación bilateral será el eje fundamental sobre el que pivote de forma práctica la cooperación internacional.

Desde la visión china[42], los países importadores deberían reducir el ritmo de crecimiento del consumo con políticas activas que favorezcan la eficiencia y la diversificación del consumo, con especial énfasis en las ener-

---

35 CALDER Kent E. *The new continentalism. energy and twenty-first-century eurasian geopolitics.* New Haven y Londres: Yale University Press, 2012, p. XXIX. Traducción del autor.

36 El 11.º plan quinquenal establecía un objetivo de crecimiento del 7,5%, cuando el real llegó al 11%. Con relación al plan actual, los análisis de los organismos internacionales prevén un crecimiento que puede superar el 8%.

37 http://www.ief.org/.

38 Son 89 países de seis continentes que suponen el 90% del suministro, y la demanda de petróleo y gas, con una visión: la seguridad energética global por medio del diálogo.

39 APEC (Asia Pacific Economic Cooperation).

40 OLADE (Organización Latinoamericana de Energía).

41 UNSD (United Nations Statistic Division).

42 Energy Research Institute (ERI), National Development and Reform Commission. *China Energy Outlook. Executive summary.* "Recomendación 9: La comunidad internacional debería establecer un marco legal para el mercado energético y así garantizar la seguridad energética global." Traducción del autor.

gías limpias. Con relación al mercado, muestra la preocupación por lo que considera un creciente nacionalismo que limita el aumento de las inversiones e internacionalización del mercado, lo que favorecería la adopción de tecnologías avanzadas de explotación como una mayor expansión y seguridad. Al mismo tiempo ve con inquietud la inestabilidad social de algunos países productores, así como la tendencia a la renacionalización del negocio energético en muchos países. También considera que el mercado ligado a la moneda norteamericana y la regulación del comercio de productos básicos, representado por el petróleo, está controlado por los países desarrollados. El liderazgo de estos y la cooperación con los países emergentes reforzarían su control y regulación, evitando el excesivo atributo financiero del petróleo que distorsiona el equilibrio del mercado y su precio.

El eje central de la visión geoestratégica china reside en la necesidad de mantener el marco de seguridad y estabilidad internacional que ha favorecido la política de crecimiento basada en una apuesta clara por su apertura al mercado exterior. En este sentido, vuelve a insistir en dos de los principales ejes de su acción exterior: el respeto a la soberanía nacional y el empleo del diálogo para resolver diferencias y conflictos. Así, considera perjudicial la existencia de alianzas militares y las posturas hegemónicas de índole regional, al mismo tiempo que aboga por una mayor cooperación antiterrorista y contra la piratería que permita asegurar las infraestructuras energéticas críticas, así como las rutas de transporte. En definitiva, considera que la comunidad internacional tiene la obligación de crear un marco geopolítico seguro para el mercado global de la energía.

El escenario geográfico. El modelo chino de relación

> *La explotación de los recursos energéticos y minerales es el factor básico del auge económico de muchos países africanos. En esta zona, las empresas chinas han ayudado a los países africanos a establecer un sistema integral de explotación de los recursos, desde la exploración y obtención hasta su comercialización y consumo, transformando la fortaleza que supone poseer recursos naturales en oportunidades de crecimiento económico, y han participado activamente en la construcción de infraestructuras locales para mejorar su calidad de vida*[43].

El escenario continental de China, y su apertura al comercio mundial a través de sus provincias marítimas, podría considerarse que establece un marco, como el europeo, que le permitiría configurar una posición geoestratégica muy favorable.

---

[43] *White Paper. China-Africa economic and trade cooperation*. República popular de China: State Council, agosto de 2013. Traducción del autor.

Sin embargo, esta posición privilegiada se ve limitada por la presencia marítima del ámbito estratégico marítimo[44] que, con el poder militar de los Estados Unidos y sus estrechos lazos con Japón, Corea del Sur, Filipinas y la especial relación con Taiwán, impone una serie de condicionamientos a su escenario geográfico.

El modelo chino de relación tiene sus principios fundamentales enraizados en una base histórica y cultural muy difícil de modificar, como queda perfectamente establecido en el preámbulo de su Constitución:

> *El futuro de China está estrechamente unido al futuro del mundo. China mantiene sistemáticamente una política exterior independiente con adherencia a los cinco principios de: respeto mutuo a la soberanía e integridad territorial; no agresión bilateral; no injerencia en los asuntos internos del otro; igualdad y beneficio recíproco, y coexistencia pacífica (...) China se opone radicalmente al imperialismo, colonialismo y hegemonismo...*[45]

Así, la no injerencia y la no condicionalidad son características que no parece que vayan a ser modificadas en el futuro cercano, aunque el debate escolar gira en torno al concepto de "intervención" como obligación de índole moral, estratégica y económica en su nuevo estatus de potencia a nivel global, en contraposición al concepto de "injerencia", opuesto al sentimiento chino.

A este plano gubernamental de relación se le añaden otros dos niveles superpuestos; el primero se refiere a las grandes compañías estatales, que comparten todas las características de las grandes compañías multinacionales, aunque con una ventaja añadida: el apoyo estatal y las excelentes relaciones en el plano político de sus dirigentes; y el segundo plano, en el que se entremezclan la medianas y pequeñas compañías fuera de control gubernamental, aunque muchas veces tengan el apoyo de autoridades provinciales, además de la multiplicidad de pequeños comerciantes que compiten directamente con los negocios locales.

Otras dos características fundamentales de estas relaciones se refieren a la capacidad de establecer acuerdos integrales y cerrados que incorpo-

---

[44] Los tres ámbitos estratégicos, de acuerdo a la obra de COHEN (COHEN, Saul Bernard. *Geopolitics: the geography of international relations*. Segunda edición. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc., 2009) serían: "Asia oriental, que está dominado por China y abarca Corea del Norte, y una región geopolítica separada, Indochina, que incluye Vietnam, Laos y Camboya; el continental euroasiático (...) dominado por Rusia (...) se extiende como el interior de una media luna desde el Báltico, a través de Europa del Este y el mar Negro, Asia Central y Mongolia, hasta la península de Corea; y el marítimo, dependiente del comercio del océano Atlántico y el Pacífico (...) dominado por los Estados Unidos." Traducción del autor.

[45] Preámbulo de la Constitución de la República Popular de China. 14 de marzo de 2004. Traducción del autor.

ran aspectos que solo el apoyo de las autoridades centrales chinas puede garantizar. Entre estos elementos se encuentran grandes créditos para importantes proyectos de infraestructura[46].

La racionalización de los medios de suministro. El compromiso político

> *En Europa, a pesar de los avances que se han producido desde lo que representó de reflexión estratégica el Libro Verde del año 2000 (Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético), sigue faltando una política común, y lo que hay de ella está guiado por los intereses y la influencia de las dos principales economías continentales. El núcleo era el análisis de dos puntos muy concretos: los escollos de la seguridad de abastecimiento y las debilidades potenciales. Los principales riesgos se organizaban en cuatro categorías: riesgos físicos (agotamiento de algún recurso propio: petróleo o gas del mar del Norte), riesgos económicos (volatilidad de los precios o elevación de los mismos sin posibilidad de control), riegos sociales (los derivados de la escasez, sobre todo de carburantes) y riesgos ecológicos[47].*

China presenta en el escenario global y, más concretamente, en el escenario Asia-Pacífico un factor geopolítico similar al ejercido por la Unión Europea a nivel internacional y en su escenario natural euroatlántico. Pero en su caso, con factores de fuerza y también debilidad que lo singularizan con relación al modelo europeo.

Así, el Partido Comunista se encuentra con una realidad plurinacional, como la europea, y con un sistema de autoridades provinciales que gozan de una gran autonomía. Sin embargo, la capacidad de legislar en la totalidad del territorio con una estructura de partido único fuertemente jerarquizado en todos los niveles de la Administración facilita la capacidad de regular el mercado y la posibilidad de establecer una visión estratégica y una programación a largo plazo.

Aunque la ausencia de democracia formal impone a sus autoridades la necesidad de cuestionarse continuamente su propia legitimidad soportada en tres premisas fundamentales: el crédito revolucionario, la superioridad moral de partido y los resultados económicos, en un escenario que se ve contestado por una realidad de, todavía, 180 millones de pobres, sobre un halo de corrupción y nepotismo que incide de manera especial en el rico sector energético, además de las desigualdades sociales y el deterioro implacable del medio ambiente. En este sentido la racionali-

---

[46] Un proyecto emblemático es la nueva sede de la Unión Africana en Adís Abeba, Etiopía, con un coste que se estima en torno a los 200 millones de dólares.

[47] MARÍN, Miguel *et al. Propuestas para una estrategia energética nacional. Edición 2013*. Madrid: FAES, Fundación para el Análisis y los Estudios Sociales, 2013.

zación de suministro energético se hace imprescindible por los riegos físicos, económicos, sociales y ecológicos.

Carbón

La utilización del carbón como principal fuente de energía, del que posee las terceras reservas mundiales (el 13%, por detrás de Estados Unidos y Rusia), se enfrenta a dos desafíos fundamentales: el uso intensivo de sus reservas[48] que provocará, en el largo plazo, la pérdida de su posición preeminente en el escenario internacional (gráfico 5.5), y la creciente demanda de energía del sureste del país, rico, desarrollado e industrial, diametralmente opuesto a las principales fuentes de producción,[49] cada vez más localizadas en su noroeste, pobre y desindustrializado.

El transporte también supone un desafío, tanto por carretera, que supone un 10% del tráfico rodado mundial, como por mar, que representa una cifra similar a todo el tráfico marítimo internacional de carbón. Con otra consideración: así como el transporte marítimo de carbón es muy eficiente y su coste es muy bajo gracias a la gran flota de más de 200.000 buques de carga seca que operan internacionalmente, el transporte continental es muy oneroso, no solo por el alto precio del petróleo, sino también por la contaminación y la congestión de las carreteras. Este transporte interior, ya sea por carretera como ferroviario, debido a su intensidad tiene unas implicaciones sociales muy grandes[50].

Así, China, que ha sido típicamente un país exportador de carbón, se ha convertido en neto importador (más de 200 millones de toneladas en 2011, un 18% superior a 2010, a través de sus importantes puertos del sureste) de los ricos yacimientos de Indonesia y Australia. En este sentido, se plantea llegar a un 50% del total a través del mercado libre internacional a unos precios muy competitivos, y en un escenario totalmente globalizado y estable como la mejor forma de racionalizar su suministro.

---

48 "La producción de carbón aumentó un 9%, de los 3.200 millones de toneladas en 2010 a más de 3.500 millones en 2011, convirtiendo a China en el mayor productor de carbón del mundo." *Country Report.* China: EIA. Traducción y conversión de unidades del autor.

49 En China hay 27 provincias que producen carbón; la principal fue Shanxi, cercana a Pekín, pero está llegando al límite de explotación, por lo que en la actualidad las principales minas se encuentran en las regiones autónomas de Mongolia interior y la Uigur de Xinjiang.

50 Para tener un índice de magnitudes: "El coste del transporte de una tonelada por vía terrestre es siete veces más caro que por vía marítima, proporción que se multiplica por 10, es decir,70 veces más caro, si es por vía aérea". Conferencia del almirante jefe del Estado Mayor de la Armada en el CESEDEN el 4 de noviembre de 2013.

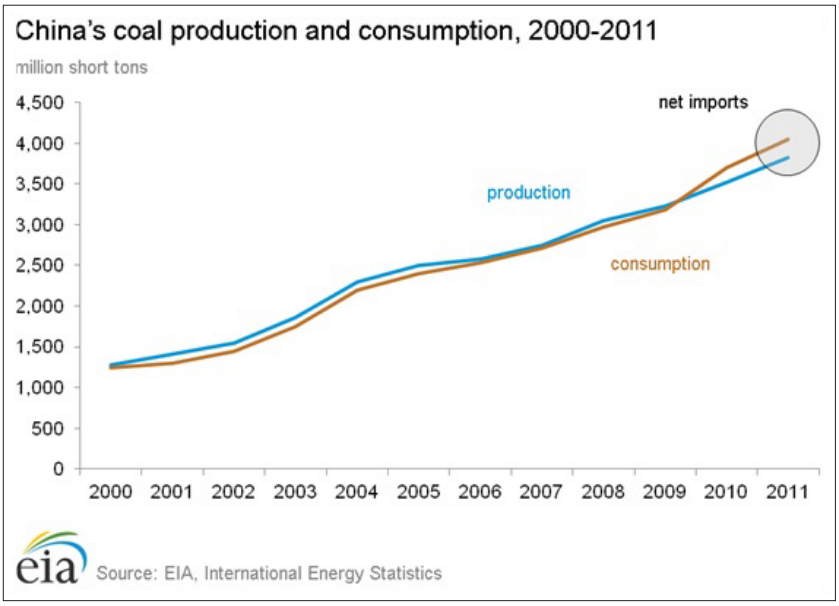


Gráfico 5.5

Petróleo

Después de experimentar un crecimiento anual del 7%, alcanzando en 2010 un techo de 4,3 millones de barriles diarios, la producción se ha estacado, mientras las empresas petroleras se esfuerzan en aumentar la producción marítima hasta el 15%, así como en la utilización de nuevas técnicas (EOR, enhanced oil recovery) para alargar la vida útil de las zonas en producción, además de la prospección de nuevas reservas en el noroeste, en Xinjiang, Sichuán, Gansu y la Mongolia interior.

El aumento de su dependencia de las importaciones (ver gráfico 5.6) hace necesario la racionalización de su suministro, además de desarrollar tecnologías para la producción de petróleo no convencional y extender la vida útil de sus campos petrolíferos[51]. Uno de los elementos fundamentales para lograr estos objetivos es la inversión de las compañías nacionales en proyectos internacionales y la formación de asociaciones estratégicas con compañías internacionales. En un escenario de crisis económica, China está usando sus poderosas reservas de divisas, estimadas en más de 3.660 billones de dólares[52], para la compra y participación con compa-

[51] "La EIA considera que China importará alrededor del 75% del petróleo crudo en 2035, ya que la demanda se espera que crezca más rápidamente que el suministro". *Country report.* China: EIA.Traducción del autor.

[52] *El Banco Popular de China dijo que el país no consigue más beneficio del aumento de sus reservas de moneda extranjera, añadiendo señales para los responsables políticos*

ñías extranjeras en todos los continentes excepto Europa, invirtiendo más de 18.000 millones de dólares en el sector del petróleo y el gas, de los que 12.000 millones tuvieron como objetivo conseguir un mayor acceso al GNL y el gas no convencional. Así, la producción en el extranjero de petróleo con capital chino ha crecido significativamente durante la última década desde los 140.000 barriles de combustibles fósiles líquidos diarios en 2000 hasta los 1,5 millones en 2011[53].

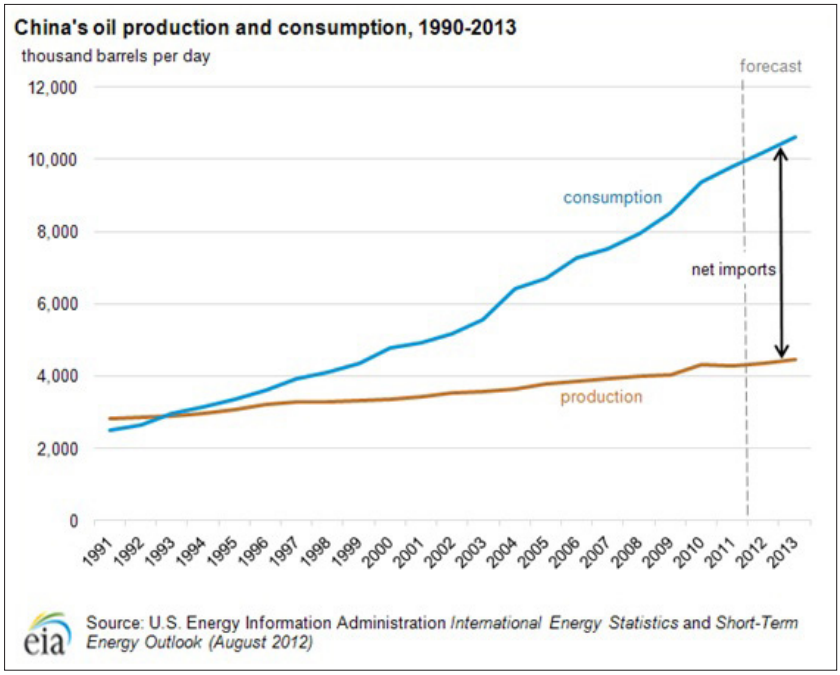


Gráfico 5.6

para frenar las compras de dólares que limitan la apreciación del yuan (...). Las reservas de divisas de China aumentaron 166.000 millones dólares en el tercer trimestre hasta un récord de 3.660 billones, más del triple que las de cualquier otro país y mayor que el PIB de Alemania, la economía más grande de Europa. http://www.bloomberg.com/news/2013-11-20/pboc-says-no-longer-in-china-s-favor-to-boost-record-reserves.html. Traducción del autor.

[53] "Desde 2008, las NOC (national oil company) chinas han concertado acuerdos bilaterales de 'petróleo por préstamos' por valor de unos 100 millones de dólares con varios países, con el fin de obtener los recursos de hidrocarburos y mitigar los riesgos de crédito de los proveedores. Así, firmaron contratos con Rusia, Kazajistán, Venezuela, Brasil, Ecuador, Bolivia, Angola y Gana –y de gas con Turkmenistán–. Venezuela y China han firmado contratos que incluyen también 32.000 millones de dólares en intercambio de 430 trillones de barriles diarios de crudo y productos." *Country report.* China: EIA. Traducción del autor.

Oriente Medio constituye su principal fuente de crudo (ver gráfico 5.7), aunque, con el objetivo de distribuir y asegurar al máximo el suministro, los países africanos, especialmente Angola, están aumentando su participación en su suministro. Un caso interesante es Sudán y Sudán del Sur, uno de sus principales proveedores de crudo a la vez que receptores de grandes inversiones en infraestructuras, cuya continua inestabilidad no garantiza el importante suministro desde los tanques de almacenamiento propiedad de la CNPC (China National Petroleum Corporation). Otro de los casos que pusieron a prueba la flexibilidad del suministro chino de crudo fueron las disputas de Sinopec, la principal compañía importadora china, con la compañía estatal iraní, que supuso una pérdida de un 34% de su cuota de mercado durante el primer cuatrimestre de 2012.

Los principales puntos de apoyo que permiten a China amortiguar los desequilibrios del mercado son los países de Oriente Medio, fundamentalmente Arabia Saudí, junto con Venezuela, Rusia y Angola. Sin embargo, China continuará flexibilizando las fuentes de importación para reducir los riesgos de interrupciones en un panorama geopolítico que conforma una estructura poliédrica que puede dar lugar a la generación de afiladas aristas y que destaca por su complejidad, incertidumbre y potencial peligrosidad.

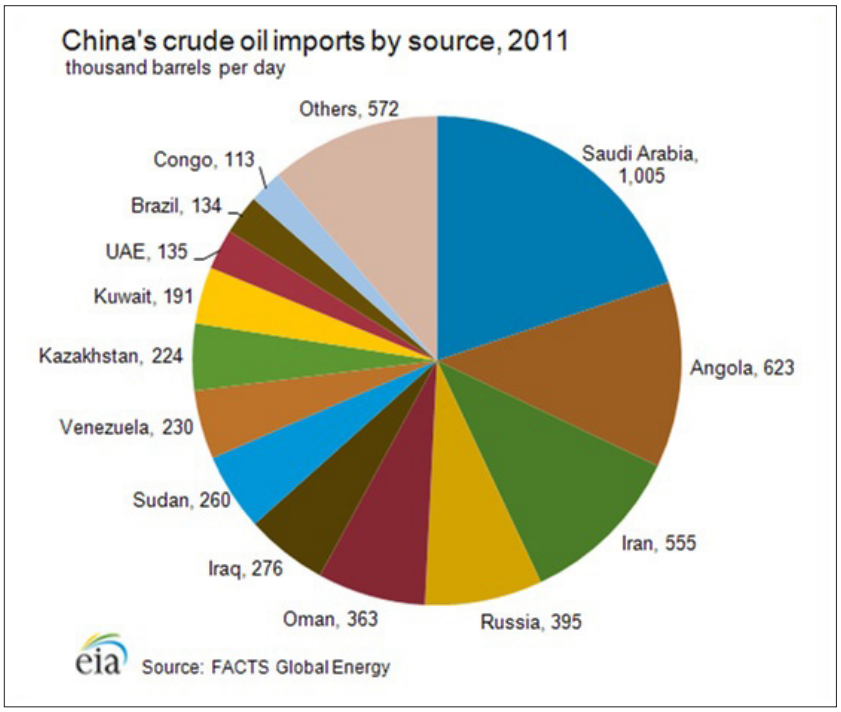


Gráfico 5.7

Otro elemento fundamental en la racionalización de los medios de suministro es la mejora de la integración de la red nacional de oleoductos y gaseoductos, así como la diversificación de la red de conexiones internacionales con los países vecinos para ampliar las rutas del suministro de petróleo. Los más de 20.500 kilómetros de oleoductos de la red nacional y los cerca de 13.300 km de la red local deberían constituir una herramienta fundamental para la integración social, aunque, por el momento, sirven principalmente a las provincias más industrializadas de la costa levantina y la región nordeste, próxima a Pekín. Sin embargo, varios trazados en construcción pretenden unir las nuevas zonas de suministro a las instalaciones de refinado, así como, y en sentido contrario, llevarlas hasta los mercados más alejados. En el nuevo plan quinquenal, hasta 2015 se prevé construir más de 10.000 km de tuberías para crudo y otros 10.000 km para productos refinados.

China inauguró su primer oleoducto transnacional en mayo de 2006, cuando empezó a recibir petróleo ruso y kazajo desde Atasu, en el norte de Kazajistán, hasta Alashankou en la frontera con China. Este primer oleoducto se ha extendido hacia el oeste hasta llegar a los campos petrolíferos cerca del mar Caspio, al mismo tiempo que aumenta su capacidad hasta doblarla, esperando que llegue a los 400.000 barriles de combustibles fósiles líquidos al día en 2014.

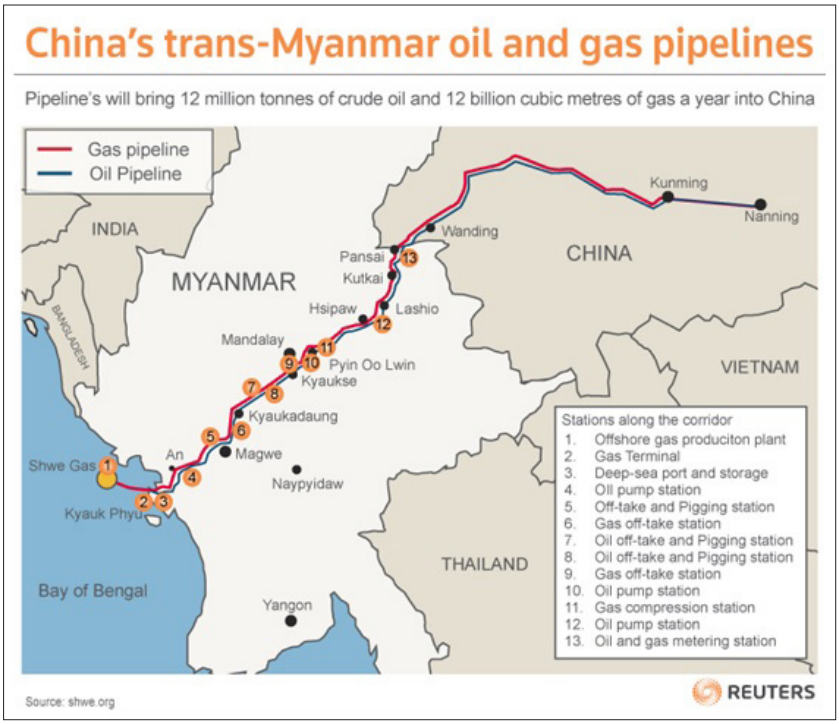


Gráfico 5.8

El segundo oleoducto internacional es un ramal del ESPO (Eastern Siberian-Pacific Ocean) que pretende conectar la ciudad rusa de Taishet con la costa del Pacífico, alejadas cerca de 5.000 km. El ramal de cerca de 1.000 km construido por CNPC une el oleoducto con el campo petrolífero de Daquing, en el nordeste de China.

La tercera conexión internacional conectará la bahía de Bengala con la provincia del Guangdong, en el suroeste de china. Será un oleoducto (ver gráfico 5.8) diseñado para transportar 22 millones de toneladas de crudo, que correrá en su mayor parte junto al gaseoducto finalizado en octubre de 2013. El oleoducto, teniendo en cuenta la nula producción de petróleo de Myammar, servirá fundamentalmente para abastecerse de petróleo proveniente de los países árabes sin tener que atravesar al estrecho de Malaca.

Finalmente, en el interior del país, el oleoducto de refino y crudo de 1.850 km que une la refinería de Urumqi en la provincia de Xinjiang con Lanzhou en la de Gansu se irá ampliando progresivamente con ramales regionales, como Lanzhou-Chengdu-Chongqing y Lanzhou-Zhengzhou-Changsha, hasta llegar hasta las regiones costeras.

Gas natural

Aunque la utilización de gas natural está creciendo rápidamente, todavía se sitúa en torno al 5% del consumo total de energías primarias y, con un aumento de hasta el 10% en 2020, aparece como el gran reto para paliar los tremendos problemas medioambientales producidos por la masiva utilización de carbón. Además, debe constituir un elemento fundamental para la diversificación de fuentes de aprovisionamiento para los usuarios finales, sobre todo pensando en el norte, con más de 500 millones de habitantes, donde la necesidad de calefacción es uno de los elementos claves en el consumo de carbón.

A pesar de poseer las segundas reservas de gas convencional en la región Asia-Pacífico, y las mayores del mundo según las estimaciones de la EIA en gas no convencional técnicamente recuperables, China busca racionalizar sus fuentes de suministro desde las zonas donde se encuentran las principales reservas.

El consumo en 2011 aumentó cerca del 50%, importando más de 1.000 millones de pies cúbicos por medio de GNL y gaseoductos (ver gráfico 5.9). Aunque la mayoría del consumo de gas se produce en el sector industrial, 34% en 2011, su uso se está extendiendo cada vez más en los sectores de servicios y residenciales, mientras que para la generación eléctrica se prefiere utilizar la energía nuclear o hidráulica. Estos últimos, además, por ser proyectos grandiosos y suntuosos, ofrecen una gran oportunidad para la propaganda del Partido en su objetivo de impulsar la legitimación de la autoridad del *politburó.*

La EIA proyecta que las necesidades de gas se triplicarán en 2035, creciendo un 5% cada año. Para satisfacer esta demanda, China seguirá confiando en la importación de gas licuado y un tridente de gaseoductos que le otorga una gran flexibilidad geoestratégica: desde la Federación Rusa, con las inmensas reservas de gas siberiano; la rebautizada nueva ruta de la seda desde el mar Caspio, y la bahía de Bengala, esta última como vía natural de escape que le permita evitar el bloqueo de la primera y segunda cadena de islas[54].

También, para acercar el gas natural a su consumidor final, sobre todo en su utilización en el área doméstica, necesita aumentar sus reservas estratégicas y establecer una gigantesca red interna para su distribución y almacenaje a nivel local[55]. Con cerca de 50.000 kilómetros de gaseoductos y las compañías eléctricas aumentando la conexiones a nivel local, provincial y estatal, el Gobierno pretende aumentar las arterias principales de flujo de gas natural en otros 40.000 km en 2015, mientras se intenta conseguir la integración de la red de distribución, en la actualidad controlada por diferentes compañías.

Esa red debería ser alimentada, además de por la producción local de gas, por un amplio y bien estudiado sistema de líneas de abastecimiento, para evitar los problemas que hasta hace poco tiempo tuvo Europa en su abastecimiento al depender una gran parte de su territorio de un solo proveedor y un única línea de suministro. Así, en 2006, CNPC firmó un MoU (*Memorandum of Understanding*) con Gazpron para abrir dos entradas al gas ruso, una por el noroeste para recibir el gas de las reserva de Kovysta en 2015 y otra en el

---

[54] *... la situación para China, al comienzo de una fase de expansión marítima y naval, es muy parecida a la que se dio a lo largo de casi todo el siglo xx en el extremo opuesto de Eurasia, un poder continental que trata de convertirse en una gran potencia naval, rodeada de potencias marítimas, en este caso Japón y Corea, que a su vez son apoyadas por el coloso naval americano. El primer reto es la defensa de las regiones costeras, problema que se complica debido a Taiwán, que se encuentra situada a unas 100 millas frente a la provincia de Fujian y divide en dos el frente marítimo de China interrumpiendo los movimientos navales entre el norte y sur. Además Taiwán forma parte de la sucesión de islas que se extiende desde las Filipinas al sur, hasta el archipiélago japonés al norte, que los estrategas navales chinos denominan "primera cadena de islas" y que encierra las aguas circundantes de China, su "búfer marítimo", permitiendo a quien las controle contener las actividades navales chinas y bloquear su comercio marítimo (...). La última etapa en la evolución del pensamiento naval chino comienza hace menos de una década y conduce a una* [Armada] *con capacidades oceánicas para operar en el Pacifico occidental y el Índico, proyectando su poder naval en apoyo de la política internacional de Pekín y para proteger el tráfico marítimo en ambos océanos. Esta nueva concepción estratégica adoptada al más alto nivel también establece la necesidad de controlar las aguas al oeste de la llamada "segunda cadena de islas", que se extiende desde el Japón hacia el sudeste, incluyendo las islas Marianas y Guam y continuando hacia el sur hasta Nueva Guinea.* MACKINLAY FERREIRÓS, Alejandro. Documento de opinión 06/2011. IEEE.

[55] "China carece de capacidad de almacenamiento de gas, debiendo consumir casi todo el gas que suministra. El Gobierno tiene la intención de aumentar la capacidad de almacenamiento de 70.000 millones de pies cúbicos a 1,1 billones en 2015." *Country report.* China: EIA. Traducción del autor.

nordeste desde las islas Sakhalin. El acuerdo está sin desarrollar por la falta de acuerdo en el precio del gas.

Como columna vertebral de la nueva ruta de la seda[56], se extiende el CAGP (Central Asia Gas Pipeline) a lo largo de 20.000 km; es el primer gaseoducto chino, en operación desde diciembre de 2009, para importación de gas natural desde Turkmenistán (Yolotan del Sur), Uzbekistán y Kazajistán. Al mismo tiempo, las compañías chinas están aumentando las inversiones en la región para facilitar el desarrollo y explotación de sus importantes reservas.

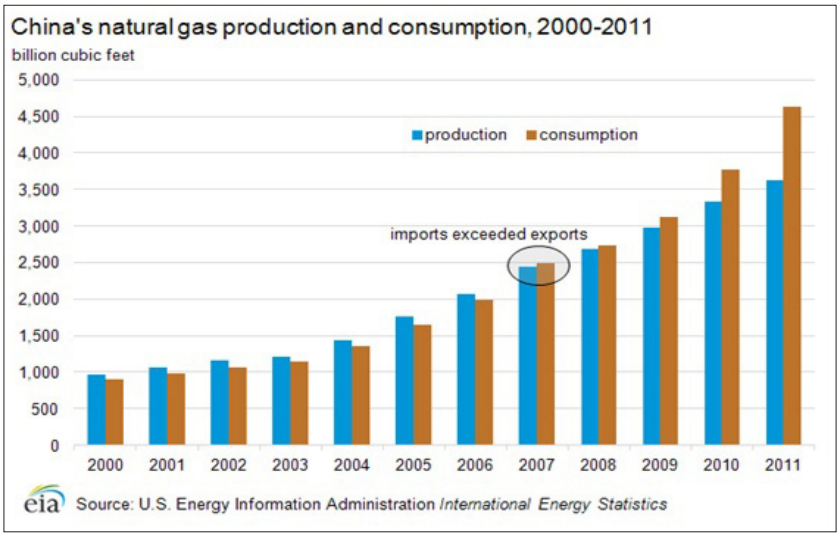


Gráfico 5.9

El tercer brazo del tridente continental de abastecimiento chino se abre al océano Índico a través de la bahía de Bengala y se ofrece al coloso indio. Esta importante arteria de suministro energético[57] forma parte de ambicioso Proyecto Shwe, que consiste en la explotación de los yacimientos de gas natural de la bahía de Bengala y une el puerto de Kyaukpyu con las provincias suroccidentales de China, Yunnan, Guizhou y Guangxi, que hasta ahora dependían del gas licuado procedente de la provincia de Sichuán, lo que había

[56] "Con motivo de la reunión del G-20 en San Petersburgo, 7 de septiembre 2013, el presidente chino ha visitado cuatro países de Asia Central, proponiendo en la Universidad Nazarbayev de Astana una cooperación más estrecha entre China y Asia Central para construir un cinturón económico entorno a la "ruta de la seda" que una el Pacífico con el mar Báltico y que promueva un mercado de más de 3.000 millones de personas con un potencial sin precedentes." Citada por GARCIA SANCHEZ, Ignacio, en el *Panorama geopolítico de los conflictos 2013*. Capítulo XII, "El anillo interior chino. ¿Factor de fuerza o debilidad?". IEEE.

[57] HIDALGO GARCÍA, María del Mar. *La finalización del gaseoducto Myanmar-China*. Visitada el 22 de noviembre de 2013. http://www.ieee.es/contenido/noticias/2013/11/DIEEEI28-2013.html.

dificultado su desarrollo económico e industrial. La construcción, fruto de la colaboración entre las compañías CNPC, Myanmar Oil and Gas Enterprise (MOGE), Daewoo International Corp., Korea Gas Corp., Oil India LTD y GAIL India LTD, se extiende por más de 2.500 km, de los que cerca de 800 están en territorio birmano. Además, permite al Estado chino impulsar su presencia en ese país, que prosigue su apertura hacia Occidente desde la sangrienta represión de septiembre de 2007, la polémica actuación de la Junta después del paso del ciclón Nargis y las elecciones de abril de 2012. Un país con una renta per cápita de 1.200 dólares que ve con preocupación, por el impacto medioambiental, alguno de los grandes proyectos chinos, como la gran presa de Myitsone, uno de los varios proyectos hidráulicos planeados en la principal arteria acuática del país, el río Irrawaddy, de gran importancia comercial. El proyecto de 3.600 millones de dólares fue suspendido en 2011 debido a la presión pública por el forzoso desplazamiento de 15.000 habitantes de la zona anegada, que ocuparía una área como Singapur y del que el principal beneficiario sería la provincia china de Yunnan, la cual recibiría el 90% de la producción eléctrica, a pesar de que las tres cuartas partes del país no tengan acceso a la electricidad.

Pero la mitad de las importaciones de gas natural llegan directamente a las zonas más industrializadas del país por medio de los terminales portuarios de GNL (gráfico 5.10)[58]. La capacidad a mediados de 2012 era del 1.000 millones de pies cúbicos, mientras otros 2.000 millones están proyectados hasta 2015 y previsiblemente esta tendencia continuará en el medio plazo, aunque el precio en el mercado asiático del GNL es cinco veces superior al precio del gas en EE. UU. y casi el doble que en el mercado europeo[59], y, por supuesto, superior al producido domésticamente y al importado por los gaseoductos continentales, por mor de asegurar geoestratégicamente este flujo vital. En este sentido, uno de los últimos informes de la AIE[60] trataba el tema de suministro de GNL en el mercado asiático y apostaba por un gran centro de distribución que podría estar localizado idealmente en Shanghái, aunque serían precisas importantes reformas en el sistema financiero[61], o

[58] *IEA report: Gas pricing and regulation, China's challenges and IEA experiences*. 11 de septiembre de 2012.

[59] Precios aproximados enero 2012: Asia, 15 $/millón de BTU, Europa, 8 $/millón de BTU y EE. UU., 3 $/millón de BTU. Carbón: 4 $/millón de BTU.

[60] *IEA report: Developing a natural gas trading hub in Asia. Obstacles and opportunities.* Febrero de 2013.

[61] "China dio este domingo un nuevo paso histórico en la apertura al mundo de su sistema económico y financiero, con la puesta en marcha oficial de la nueva zona de libre comercio de Shanghái, un área experimental llamada a revolucionar su propio peso en la economía internacional". http://economia.elpais.com/economia/2013/09/29/actualidad/1380468089_303040.html.

en Singapur, para satisfacer a una región que, con Japón y Taiwán a la cabeza, depende fundamentalmente de este suministro.[62]

En la actualidad, el GNL entra en el país a través de cinco terminales que se reparten las poderosas CNOOC y CNPC, con otros cuatro en construcción y varios más esperando recibir la aprobación gubernamental[63]. Las compañías deben asegurar el suministro antes de construir un terminal de gasificación; además, deben competir con compañías foráneas, especialmente de Corea y Japón. Así, CNOOC, PetroChina y Sinopec han firmado contratos con otras compañías de Indonesia, Malasia y Australia. También Qatar Gas ha entrado en el mercado chino.

Gráfico 5.10

[62] "Los dos mercados de gas tradicionales en la región de Asia-Pacífico son Japón y Taiwán; además, ambos mercados consumen únicamente GNL ya que la producción local es prácticamente inexistente. Estos dos países consumieron el 87% de todo el mercado asiático en 2011. Sin embargo, se está produciendo una gran transformación al estancarse la demanda de los mercados tradicionales, mientras crece en mercados emergentes como China (275%) e India (72%)." *IEA report: Developing a natural gas trading hub in Asia. Obstacles and opportunities.* Febrero de 2013, p. 23. Traducción del autor.

[63] "Varios terminales de regasificación se encuentran en distintas fases de planificación y construcción. CNOOC está muy interesado en el crecimiento de su mercado de GNL para mantener su ventaja competitiva. Así, CNOOC está construyendo 3 plantas –Zhuhai, Zhejiang, y Hainan– y tiene la intención de ampliar sus tres antiguos terminales. PetroChina y CNPC entraron en el mercado del GNL comenzando la construcción de sus primeros dos terminales de regasificación, Dalian y Jiangsu, en el año 2011, y actualmente han comenzado un tercer terminal en Tangshan. Sinopec prevé comenzar la construcción de un terminal en Qingdao en 2014". *Country report.* China: EIA. Traducción del autor.

La diversificación de las fuentes de energía. Un futuro prometedor

> *La energía es de vital importancia para el desarrollo económico y la prosperidad de los pueblos. Con el fin de reducir los conflictos y las desigualdades provocadas por el acceso a los recursos energéticos, lograr un crecimiento estable de la economía mundial y hacer que la globalización económica siga un desarrollo equilibrado "win-win" universalmente beneficioso, la comunidad internacional debería fomentar un nuevo concepto de seguridad energética basado en la coordinación, diversificación y seguridad cooperativa. Para conseguirlo, el Gobierno chino pide esfuerzos internacionales en los tres aspectos siguientes:*
>
> - *Fortalecimiento del diálogo y los intercambios.*
> - *Cooperación energética efectiva.*
> - *Trabajar juntos para mantener la seguridad energética*[64]*.*

Dos son los factores que están favoreciendo el desarrollo de nuevas fuentes de energía y una inversión cada vez mayor, no solo en la búsqueda de métodos alternativos, sino también en la explotación de los recursos en fase de contracción de forma más eficiente, como en el aprovechamiento de combustibles fósiles retenidos en diversas formaciones geológicas. Estos dos factores son, sin duda, el precio del petróleo y el alto nivel de contaminación del carbón.

El precio del petróleo se mantendrá estable según la mayor parte de analistas, con una banda que el mercado considera razonable, entre 80 y 120 dólares el barril. Este precio, que debería tender a la baja por la creciente producción, convencional y no convencional, y la mejoría en la distribución, integración y nivel de reservas del mercado, y que, en el sentido contrario, se vería sacudido por la creciente inseguridad geopolítica, tiende a mostrar una gran fortaleza estructural que permite garantizar su estabilidad en el medio y largo plazo. Esa firmeza en el nivel de precios permite, tanto a nivel público como privado, las inversiones en nuevas fuentes que van ganándole progresivamente cuota de mercado en todos los sectores excepto el del transporte, donde, y por mucho tiempo, seguirá siendo la fuente de energía dominante.

Al mismo tiempo, el carbón, que desplazó a la biomasa convirtiéndose en el motor de la revolución industrial a comienzos del siglo pasado y que perdió su puesto de líder como fuente primaria energética a mediados del mismo siglo, se ha convertido otra vez en la plataforma sobre la que se asienta la nueva revolución industrial de los países en vías de desarrollo, con un marcado carácter global.[65] El paradigma es China, que con

---

[64] *White Paper: China's Energy Policy 2012*. Pekín: State Council, octubre de 2012. Traducción del autor.

[65] "En 1957 la demanda de petróleo superó a la del carbón. Actualmente, con una tasa de crecimiento de 2,65% frente al 1,2% del petróleo, el carbón puede superar

su asombroso desarrollo económico sirve de guía no solo para los países emergentes, sino también para el nuevo despertar político[66] y económico de las sociedades y países más jóvenes del planeta. El carbón, abundante y muy distribuido, con un mercado global, estable y perfectamente integrado, se debate contra "la evidencia del cambio climático"[67]. En la discusión, China enarbola el estandarte de la necesaria diferenciación entre países dependiendo de sus características específicas y su grado de desarrollo, pero al mismo tiempo se prepara para representar el nuevo estatus de potencia geopolítica.

Así lo demuestra el tremendo esfuerzo, sin poner en peligro el continuo progreso económico, para lograr un desarrollo sostenible mediante la diversificación al máximo de las fuentes de energía, incentivando su uso, para lo que en junio pasado se inició una experiencia piloto de comercio de derecho de emisiones de carbono (ETS, *emission trading system*) en Shenzhen, en la actualidad ampliado hasta siete localidades: Shenzhen, Guandong, Hubei, Pekín, Shanghái, Tianjin y Chongqing.

El esfuerzo por la diversificación de las fuentes de energía es una condición previa para desarrollar una economía con una menor intensidad energética y una tasa reducida de emisiones de gases de efecto invernadero; además de la lógica evolución de las economías desarrolladas hacia sectores de menor intensidad energética, como el de servicios y el tecnológico. Así, China prevé cambios progresivos en el consumo de energía, de forma que este sea cada vez más eficiente y se primen las fuentes bajas en carbono. En el sector industrial es donde se prevé un mayor esfuerzo, con el progresivo desplazamiento del carbón por el gas natural[68], sobre todo en industrias asociadas al rápido crecimiento inmobiliario, especialmente la del cemento y la industria metalúrgica. Mientras, en el sector eléctrico, el esfuerzo se dirigirá al impulso de la energía nuclear, la hidráulica y las

---

nuevamente al petróleo en 2020. Más del 90% de la producción de carbón es extraído domésticamente en China, que produce más energía que todo el petróleo de Oriente Medio." Extractos de la presentación *Medium term outlook for coal* de Laszlo Varo, AIE. Diciembre de 2012.

66 "La actual dispersión del poder global se ve impulsada por la aparición de un fenómeno volátil: el despertar político global de las poblaciones hasta hace poco políticamente pasivas o reprimidas (...). El mundo ha despertado prácticamente en todas partes, con millones agitándose sin descanso en busca de un futuro mejor". BRZEZINSKI, Zbigniew. *Strategic vision: America and the crisis of global power*. Nueva York: Basic Books, 2012 .Traducción del autor.

67 GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio. *5.º informe del IPCC. La certeza de una herencia. El calentamiento global.* IEEE, 1 de octubre 2013. www.ieee.es.

68 IEA. *World Energy Outlook* (*WEO*) *2013:* "Las condiciones del mercado varían acusadamente entre las diversas regiones del mundo, pero la flexibilidad y las ventajas medioambientales del gas natural en comparación con otros combustibles fósiles lo sitúan en posición de prosperar a largo plazo. El incremento será mayor en los mercados emergentes, notablemente en China, donde la utilización del gas se habrá cuadruplicado para 2035".

renovables, donde la energía eólica y solar serán las más importantes, sin olvidar otros tipos como la biomasa, residuos sólidos y la energía geotermal[69]. Con relación a la energía hidráulica, China prevé utilizar al máximo las posibilidades físicas, reconociendo que tiene un componente de variabilidad, como la solar y eólica, que dependen de las condiciones climáticas. En este sentido, en 2011 hubo una reducción notable de producción eléctrica debido a la importante sequía que sufrió el país[70]. Sin embargo, y en sentido contrario, la predictibilidad de los precios de estas fuentes limpias contrasta con la volatilidad de los combustibles fósiles.

Otros dos aspectos fundamentales y de gran importancia por experimentar un crecimiento en paralelo al progreso económico, y más aún si tenemos en cuenta las características geográficas y las dimensiones físicas del estado chino, son el consumo de energía por el transporte rodado[71] (ver gráfico 5.11) y la utilización de la calefacción y el aire acondicionado en el medio urbano. El uso de biocombustibles, hidrógeno, gas, etc. y el objetivo final del coche eléctrico pasando por los híbridos es una de las siete prioridades del 12.º plan quinquenal. Mientras el sector del gas natural tiene un crecimiento intensivo[72], el objetivo es extender su infraestructura al mismo

---

[69] *Ibidem*: "Las energías renovables representan casi la mitad del incremento de la generación eléctrica mundial hasta 2035, y las fuentes variables –eólica y solar fotovoltaica– constituyen hasta el 45% de la expansión en renovables. China registrará el mayor incremento absoluto de la generación procedente de fuentes renovables, más que el de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón juntos".

[70] "El clima anormalmente cálido y la fuerte sequía del centro y sur de China han afectado a la producción de energía hidroeléctrica y pueden dar lugar a una grave escasez de energía este verano. En la provincia de Anhui, del este de China, se espera que la escasez de energía pueda llegar hasta los 25 millones de kW en las horas punta de este verano". Visitada el 16 de noviembre de 2013. http://www.china.org.cn/environment/2011-05/25/content_22635822.htm. "China, que depende del carbón para producir más del 70 por ciento de su electricidad, puede aumentar las importaciones en un millón de toneladas a la semana, ya que las condiciones de sequía redujeron la producción de energía hidroeléctrica (...) hasta en un 20 por ciento (...) [por lo que] el mayor consumidor de energía del mundo puede enfrentarse a diferenciales de electricidad de hasta 30 GW durante el verano, ya que la oferta va a la zaga de la demanda." Visitada el 16 de noviembre de 2013. http://www.bloomberg.com/news/2011-05-05/china-coal-imports-may-rise-as-drought-saps-hydropower-ubs-says.html.

[71] "Las ventas de coches, camiones y autobuses en China siguen aumentando y se espera que alcance 20 millones de unidades este año. EE.UU., tradicionalmente el mayor mercado del mundo, espera que las ventas de vehículos lleguen a 16 millones de unidades en 2014. Dado el enorme tamaño de la población china y los bajos niveles de propiedad de automóviles hoy en día, es evidente que el sector no alcanzará los niveles de saturación en los años venideros. El nivel de propiedad de automóviles en China se sitúa en 70 coches por cada 1.000 personas y se estima que tardará más de 20 años en alcanzar las 400 unidades por 1.000, una marca considerada como un nivel superior de bienestar para la sociedad china." http://www.cges.co.uk/news/1023-chinas-oil-demand-to-2020. Visitada el 10 de noviembre de 2013. Traducción del autor.

[72] En 1990 el mercado del gas en China era prácticamente inexistente. Desde el 2000 se ha multiplicado por cinco, convirtiéndose en el cuarto mercado a nivel mundial, con

ritmo que la demanda, para lo que serán precisas reformas importantes en un sector dominado por CNPC, excesivamente rígido y verticalmente integrado sin separación entre el transporte y las actividades comerciales.

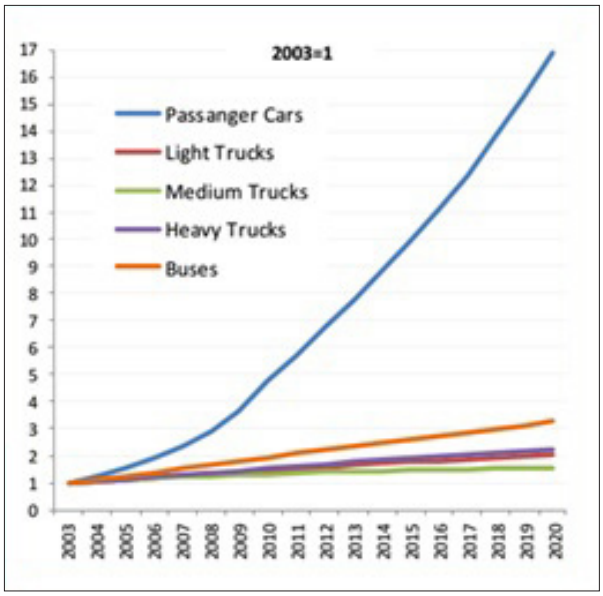


Gráfico 5.11a

Otro elemento fundamental es la integración de las diversas fuentes de suministro cuando nos referimos a la producción de electricidad. En este sentido, el esfuerzo en desarrollar redes inteligentes para integrar y distribuir la generación eléctrica proveniente de diversas y complejas fuentes en una red única está dirigido por la SGCC (State Grid Corportation of China). Así, en una de sus últimas disposiciones limitó a seis megavatios la generación de electricidad por particulares y compañías. Actualmente, la NEA (National Energy Administration) está realizando demostraciones por todo el país de redes inteligentes integradas en zonas especiales de desarrollo económico para animar al sector privado a invertir en una industria que puede generar un valor de mercado de 1.600 billones de dólares, y crear oportunidades de negocio de forma indirecta que triplicarían la cifra anterior. También, y en línea con lo que está ocurriendo en Estados Unidos, sobre todo en el estado de California[73], la NDRC (National Development and

un crecimiento estimado, según la AIE, de un 13% anual en los próximos cinco años. Las autoridades chinas quieren que en 2017 el consumo se doble, lo que parece un objetivo excesivamente ambicioso.

[73] EIA. *Most new residential solar PV projects in California programm are not owned by homeowners.* 17 de septiembre de 2013. Según el programa "Iniciativa solar", de los más de 55 megavatios instalados en junio de 2013, sólo alrededor de 15 pertenecían

Reform Commission) está insistiendo a los operadores en tomar las medidas oportunas para facilitar la conexión a la red de generadores familiares mediante empresas del sector.

Los desafíos a la seguridad del suministro

> *La Agencia Internacional de Energía (AIE) es un organismo autónomo, creado en noviembre de 1974. Su mandato original tenía, y sigue teniendo, una doble vertiente: promover la seguridad energética entre sus países miembros mediante una respuesta colectiva a las interrupciones materiales del suministro de petróleo, e investigar y analizar fiablemente las posibilidades de garantizar una energía segura, asequible y limpia a sus 28 países miembros y a terceros*[74].

La AIE es el paradigma de la seguridad del suministro y con ese objetivo fue creada hace 40 años, justo después del primer y único embargo de petróleo que ha sufrido Occidente. Así, la evolución de la agencia nos ofrece la muestra más clara de la nueva visión de la seguridad energética, y cómo esta se ha convertido en la pieza sobre la que pivota el equilibrio del sistema de gobernanza mundial.

China no solo no es inmune a esta realidad, sino que es una de las piezas claves del "trilema" energético: seguridad, accesibilidad y medio ambiente. En sí misma encarna, mejor que nadie, los desafíos que conlleva la paradoja energética:

- Las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación medioambiental y su vulnerabilidad a la escasez de agua.
- La imposibilidad de acceso a formas de energía moderna, o su alto coste, que convierten este derecho fundamental en inasequible para más de un quinto de la población.
- El petróleo, que por su densidad calórica y su facilidad de manejo continuará siendo el elemento central de su seguridad energética[75]. La nueva geografía de la demanda y la oferta implica una reordenación de los flujos comerciales de petróleo hacia los mercados asiáticos, con

---

a los propietarios de la vivienda. El resto, sobre 40, eran propiedad de una compañía eléctrica que le vende al propietario toda la energía producida o se contrata un precio mensual. En ambos casos, el precio que paga el propietario siempre es inferior al de su factura si recibiese el suministro de la red.

[74] AIE. *WEO 2013.* La AIE ha instaurado un programa integral de cooperación energética entre sus países miembros, cada uno de los cuales está obligado a mantener reservas de petróleo equivalentes a 90 días de sus importaciones netas.

[75] Energy Research Institute, National Development and Reform Commission. *China Energy Outlook.*

implicaciones para los esfuerzos de cooperación por garantizar la seguridad del suministro de petróleo[76].

- El alto precio del petróleo y las diferencias regionales en el coste del gas natural y la electricidad, que inciden directamente en la competitividad industrial y el desarrollo económico sostenible.
- La eficiencia, el desarrollo tecnológico y la integración del mercado energético con carácter global y de forma más competitiva.
- La adaptación del mercado eléctrico a la generación a partir de fuentes renovables[77] y el papel de la energía nuclear[78] después de la crisis nuclear en Japón.

Los hidrocarburos fósiles. Difíciles decisiones políticas

Hablando en Hong Kong el año pasado, el Dr. Li Junfeng, subdirector general del Instituto de Investigación de Energía en Pekín, sostuvo que el 12.º plan quinquenal, con sus ambiciones de convertir a China en un modelo de crecimiento con bajas emisiones de carbono, era probable que tuviese resultados desiguales debido a las diferencias de desarrollo. Las variaciones locales, explicó, eran predecibles y necesarias. "Es muy difícil –dijo– tener una meta para todo el país. Necesitamos flexibilidad local[79].

---

76 "Las entradas en Asia no solo provendrán de Oriente Medio (donde las exportaciones totales de crudo empezarán a no poder responder a las necesidades de importación de Asia), sino también de Rusia, la zona del mar Caspio, África, América Latina y Canadá. La nueva capacidad de refino orientada a la exportación de Oriente Medio eleva la posibilidad de que los productos petrolíferos ganen mayor presencia en el comercio mundial en lugar del crudo, pero gran parte de esa nueva capacidad servirá al final para satisfacer la creciente demanda interna de la propia región." IEA. *WEO 2013.*

77 "China tiene el objetivo de generar al menos el 15% de la producción total de energía en el año 2020 mediante el uso de fuentes de energía renovables (...). China invirtió 264 millones de dólares en proyectos de energía renovable en 2011 y prevé gastar 473 millones hasta el año 2015 como parte del último plan quinquenal." *Country report.* China: EIA. Traducción del autor.

78 "China está promoviendo activamente la energía nuclear como una fuente limpia y eficiente de la generación eléctrica (...), teniendo previsto aumentar la capacidad nuclear hasta los 70 GW en 2020. A mediados de 2012 China contaba con 15 reactores en operación y 30 reactores con más de 33 GW de capacidad en construcción, cerca de la mitad de la capacidad mundial de energía nuclear en construcción. Después del accidente nuclear de Japón, en marzo de 2011, China suspendió las aprobaciones gubernamentales para nuevas centrales nucleares hasta el resultado de los test de estrés (finales de 2011), y el nuevo marco de seguridad para todas las instalaciones nucleares recibió la aprobación final por el Consejo de Estado (mayo de 2012)." *Country report.* China: EIA. Traducción del autor.

79 HILTON, Isabel et al. *China's green revolution energy, environment and the 12th Five-Year Plan.* China Dialogue. www.chinadialogue.net/reports. Traducción del autor.

Los propietarios de las minas de carbón en China han estado tradicionalmente muy fragmentados, entre grandes compañías de carácter estatal, compañías pertenecientes a los gobiernos provinciales y miles de minas cuyos propietarios eran las autoridades locales o municipales. Entre las diez principales compañías a nivel nacional no superan el 30% de la producción total a nivel doméstico. La compañía más importante de China y del mundo, Shenhua Coal, solo acapara un 10% de su mercado interno.

El problema más importante de esta fragmentación es que decenas de miles de pequeñas minas a nivel local son muy ineficientes, debido a la falta de inversión en nuevos equipos y sistemas de seguridad, a pesar de que suponen una porción bastante considerable de su producción. El objetivo de consolidar la industria del carbón pasa por atraer mayores inversiones en nuevas tecnologías y mejorar la seguridad y la protección del medioambiente, corrigiendo una reputación muy desfavorable.

Para controlar el crecimiento desmedido de la producción, el 12º plan quinquenal establece un techo de 3.900 millones de toneladas y una capacidad máxima de 4.100 millones de toneladas en 2015. También, para mejorar la eficiencia y seguridad de la industria minera, la Agencia Nacional de la Energía pretende concentrar un 60% de la producción en 10 compañías grandes y 10 compañías de tamaño mediano, limitando también el número total de estas hasta un máximo de 4.000, forzando las alianzas y adquisiciones. Además, a pesar de la consideración estratégica del sector[80], se abre más a las inversiones extranjeras en un esfuerzo por introducir nuevas tecnologías y modernizar los métodos de extracción de sus grandes minas.

Los esfuerzos de inversión y desarrollo más importante se centran en dos áreas fundamentales, su transporte interior mediante la licuefacción[81] y la producción de metano, así como de sistemas de reducción de las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

El problema medioambiental sobrepasa al resto, sobre todo en el norte de país cuando empieza el invierno, y a las emisiones industriales y del tráfico rodado se suman las necesidades de calefacción. Las imágenes

[80] Mientras en EE. UU. la mayor parte de la centrales van a cumplir los 40 años –nacieron con el bloqueo de la OPEC–, suministrando unos 20 GW con rendimientos por debajo del 30%, en China las modernas centrales supercríticas, con más de 1 GW de potencia y con menos de 20 años de operación, suministran un potencia eléctrica superior a los 160 GW.

[81] Este procedimiento, puesto en práctica durante la guerra para evitar el bloqueo, supone un gran coste adicional, una fuerte contaminación y la utilización de una gran cantidad de agua. China es el único lugar del mundo que cuenta con una instalación de producción, construida en 2009, perteneciente al grupo Shenhua y situada en la región autónoma de la Mongolia interior, con una capacidad de producción de diésel de 24.000 barriles de combustibles fósiles líquidos al día que aparentemente se pretende aumentar hasta conseguir los 240.000 en 2015.

de poblaciones enteras con máscaras para respirar, los estudios sobre efectos en la fertilidad de la población, el diferencial de esperanza de vida de unas regiones a otras y casos como de la muerte reciente de una niña de ocho años a causa, según su médico, de la polución[82] están sometiendo a una presión cada vez más intolerable a las autoridades chinas[83] y el sistema sobre el que se asienta el asombroso desarrollo y progreso del país. Una muestra palpable de la importancia del desafío político de la contaminación es la existencia del Ministerio de Protección Medioambiental (EPM, por sus siglas en inglés), cuando no existe un ministerio de energía.

Las últimas medidas tomadas en septiembre por el Consejo de Estado[84] se centran en tres áreas: Pekín-Tianjin-Hebei, el delta del río Yangtzé y el del río de la Perlas[85], con drásticas medidas para reducir el nivel medio de las partículas en suspensión[86], aunque los objetivos se han considerado poco realistas. El pasado junio, el Consejo de Estado se reafirmó en conseguir los objetivos marcados y estableció diez medidas nacionales que se desdoblan hasta completar 35 desarrollos específicos que se cen-

---

82 http://sinosphere.blogs.nytimes.com/2013/11/05/an-8-year-old-girls-lung-cancer-is-blamed-on-air-pollution/?_r=0.

83 "El gran consumo de energías fósiles, especialmente carbón, ha tenido un grave impacto en el medio ambiente. Grandes extensiones de tierra cultivable han sido transformadas para otros usos o seriamente contaminadas, así como importantes recursos hídricos; la descarga de dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NOx) y metales pesados tóxicos sigue siendo alta, y las emisiones de ozono y partículas menores de 2,5 micrómetros (PM 2,5) van en aumento. Durante mucho tiempo las energías fósiles seguirán dominando el *mix* de consumo energético, lo que plantea un desafío cada vez mayor para la protección del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático. Un *mix* energético más favorable al medio ambiente es una urgente necesidad." *White Paper. China's Energy Policy 2012*. Pekín: State Council, octubre de 2012. Traducción del autor.

84 El plan de acción para prevenir la polución se publicó el 12 de septiembre de 2013, ocho meses después de los graves episodios de contaminación que afectaron a casi un sexto del territorio. En el plan se considera la situación severa y que su incidencia en la salud de las personas está afectando la armonía y la estabilidad social.

85 "Tres regiones claves, Pekín-Tianjin-Hebei, el delta del río Yangtzé y el delta del río Perla, junto con la provincia de Shandong, consumen un tercio de todo el carbón en China. La utilización de carbón está fuertemente concentrada en torno a Pekín; un tercio de carbón de China se quema a menos de 600 kilómetros de Pekín". *China clean air plan to slow coal consumption.* Greenpeace, septiembre de 2013. Traducción del autor.

86 "[Los] sistemas de salubridad dejarían de ser la principal causa de muertes prematuras, pasando ese triste honor a la contaminación atmosférica debido a los niveles de partículas en suspensión, sobre todo en algunas ciudades de Asia, y que alcanzaría los 3,6 millones de muertes [2050], más del triple del número actual que se cifra en un millón." GARCIA SANCHEZ, Ignacio. "Los potenciadores de riesgo. El cambio climático". *Cuadernos de Estrategia.* Madrid: Ministerio de Defensa, febrero de 2013.

tran sobre todo en la reducción del consumo de carbón y las emisiones del tráfico rodado[87].

En 2017, la proporción de carbón en el consumo de energía se debería reducir hasta un 65%[88] y la proporción de las renovables debería llegar al 13%, de los que 50 GW serían de origen nuclear. Además, en las tres regiones especiales se prohíbe la instalación de nuevas plantas de carbón, debiendo disminuir el consumo de carbón, lo que afectará sin duda a la cantidad importada. Mientras, en esas regiones, en 2015, no se renovará el permiso de circulación a ningún vehículo de más de 10 años. Esta medida de eliminar los vehículos matriculados antes de 2005 será de obligado cumplimiento en todo el país a partir de 2017.

A estas acciones han seguido los planes de las autoridades locales[89], como en el caso de Pekín, en el que entre otras medidas se ha puesto un techo de seis millones en el número máximo de vehículos autorizados a circular en la ciudad en 2017. Así mismo, para estimular estas acciones a nivel local, el *politburó* publicará mensualmente la diez mejores y diez peores ciudades en relación a la calidad del aire.

También el EPM ha desarrollado un plan más detallado para Pekín, Tianjin, Hebei, Shandong, Shanxi y Mongolia interior, en el que cabe destacar, por su dureza: el cierre de 1.200 empresas altamente contaminantes en Pekín hasta 2017; la reducción de la capacidad de producción de acero en 20 millones de toneladas en Tinajin, 6,7 millones en Shanxi, 60 millones en Hebei y 10 millones en Shandong; la producción de cemento en 5 millones en Tinajin y Mongolia interior, y 14 millones de carbón en Tinajin,

---

87 "La preocupación por la contaminación del aire ha aumentado mucho en los últimos años (...) el 47% de los chinos dijo que la contaminación del aire era un problema "muy grave" para el país, en continuo aumento desde el 31% en 2008 y el 36% el año pasado. La contaminación del aire figura en cuarto lugar de los 15 temas de la encuesta en términos de preocupación pública, por detrás del alza de los precios (59%), la corrupción (53%) y las desigualdades sociales (52%). La contaminación del agua, que en 2012 representó el 33%, subió en 2013 hasta el 40%." http://www.pewresearch.org/fact-tank/2013/10/22/as-china-coughs-and-chokes-public-concern-about-air-pollution-rises/. Traducción del autor.

88 Las reducciones de carbón deben ser de 40 millones de toneladas en Hebei, 20 millones en Shandong y 13 millones en Pekín. Estas tres provincias consumieron más carbón en 2011 que toda la Unión Europea. Estas provincias han aumentado el consumo una media del 6% anual, por los que los objetivos de reducción en términos absolutos requieren un cambio dramático de la tendencia de consumo.

89 Los techos fijados hasta ahora para Hebei, Shandong y Pekín exigen una reducción absoluta en el consumo de carbón de un total de 73 millones de toneladas desde 2012 hasta 2017. Sin embargo, en comparación con las cifras que alcanzaría si siguieran el aumento de consumo actual, significa una reducción de más de 150 millones, más que el consumo total de Alemania. El ritmo de las reducciones requeridas es bastante notable, aproximadamente el 2,5% anual, lo cual es mucho más rápido que las tasas de reducción de emisiones de CO_2 que los países industrializados comprometieron en la conferencia climática de Copenhague.

además de que a nivel nacional se desarrollará un sistema de control del aire que permita un seguimiento constante de los valores de calidad, con una reducción de los niveles considerados tolerables muy exigente.

A pesar del esfuerzo de las autoridades políticas, el crecimiento de la demanda en 2017, de acuerdo con las estimaciones de la AIE, será ocho veces superior a la reducción que se prevé en EE. UU. (ver gráfico 5.11[90]. Una batalla, la reducción del consumo de carbón, que como hemos visto se juega en todos los frentes, con la energía eólica y solar detrayendo hasta 100 millones de toneladas de carbón, la hidráulica, hasta 150 millones, la nuclear, 80 millones y el gas natural, sobre 100 millones. En este último es donde se quiere poner el principal esfuerzo.

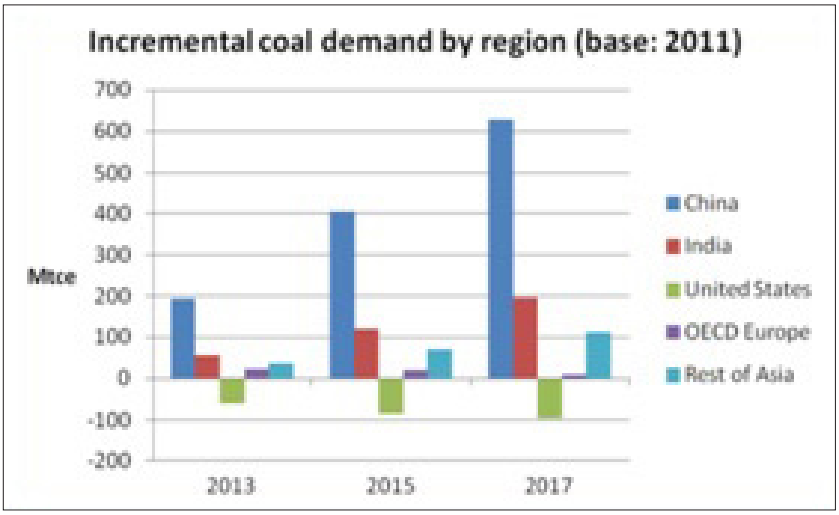


Gráfico 5.11b

Las principales regiones de producción de gas natural son: en el suroeste, la provincia de Sichuán; en el noroeste, Xinjiang y Qinghai; en el norte, Shanxu; y en el nordeste, Chabqing. También se extrae en las aguas más someras del mar amarillo y el mar meridional, al tiempo que se está explorando en aguas profundas y en gas no convencional con grandes compañías multinacionales; aunque el gran reto es la regulación e integración del mercado interior, donde las autoridades locales todavía, en sus demarcaciones territoriales, ejercen un control total en la distribución del gas.

Otras difíciles decisiones políticas se refieren a las reservas evaluadas en las aguas profundas de ambos mares y las disputas territoriales entre todos los países de la zona, que hasta el momento han retrasado el estudio de su potencial desarrollo a gran escala.

[90] IEA. *Medium term outlook for coal.* 24 de enero de 2013.

Las reservas de petróleo estimadas en el mar oriental de China se sitúan entre los 60 y los 160 millones de barriles[91], por lo que no parece que en el medio plazo se pueda convertir en un productor importante de crudo. La extracción de crudo de zonas no contestadas alcanzó su máximo nivel en la década de los 90, sin superar nunca los 10.000 barriles de combustibles fósiles líquidos al día, mientras las negociaciones con Japón para la explotación conjunta de varios yacimientos, que se iniciaron en 2008, se rompieron pronto por la declaración china de soberanía sobre los citados yacimientos. La disputa, con demostraciones de fuerza por ambas partes, ha escalado recientemente con la declaración unilateral por parte de China de una zona de defensa aérea que abarca todos los islotes en litigio y que ha llevado a EE. UU. a responder ejerciendo su derecho a la libertad de maniobra estratégica con el sobrevuelo de la zona de dos bombarderos B-52. Mientras tanto, China ejerce su pretendido derecho soberano sin, por el momento, escalar el conflicto y poner en peligro la estabilidad y libertad de comercio de la región.

Con relación a las reservas de gas, las cifras varían más. Mientras la EIA estima unas reservas de hasta 2.000 billones de pies cúbicos, las fuentes chinas llegan hasta 250.000 billones, la mayoría en las zonas en disputa. El interés por parte de las autoridades chinas de poner en producción la zona es muy grande, para poder abastecer la importante región del delta de río Yangtzé.

Con relación al mar meridional de China, los desacuerdos incluyen la soberanía de las islas Spratly y Paracel, lo que no ha impedido su explotación por los países de la zona, aunque el desarrollo progresivo de la región y la necesidad creciente de fuentes domésticas de energía, acrecentada por los altos precios y la necesidad de reducir el uso del carbón mediante una mayor utilización del gas natural, está provocando un incremento de la tensión y el aumento de la presencia de buques con intereses en la zona, lo que provoca incidentes cada vez más frecuentes.

Aunque es difícil determinar las reservas debido a la dificultad de efectuar exploraciones en las zonas disputadas, de los últimos hallazgos en los mares territoriales se estima que pueden existir hasta 11.000 millones de barriles de crudo y 190.000 billones de pies cúbicos de gas natural. Aparte de estas estimaciones, el USGS[92], en su último estudio de 2010, evaluaba las reservas sin descubrir entre 5.000 y 22.000 millones de barriles de combustibles fósiles líquidos y entre 70.000 y 290.000 billones de pies cúbicos, mientras la CNOOC, en noviembre de 2012, incrementaba estas estimaciones hasta los 125.000 millones de barriles de crudo y 500.000 billones de pies cúbicos.

---

91 Reservas estimada por la EIA y fuentes chinas respectivamente.

92 USGS. *U.S. geological survey.* www.usgs.gov.

En este caso, sin embargo, las disputas sobre la soberanía y delimitación de los límites marítimos en el área no son el principal escollo para su explotación, ya que las aguas en litigio presentan desafíos tecnológicos y geológicos muy importantes debido a los valles profundos y las fuertes corrientes submarinas. Además, la región es surcada estacionalmente por tormentas tropicales y tifones; una muestra clara ha sido el reciente y devastador paso del tifón Haiyán por Filipinas, que las últimas estadísticas cifran en 5.632 muertos, 26.136 heridos y 1.759 desaparecidos, con cerca de once millones de personas afectadas y unos daños que se calculan en los 700 millones de dólares. Para paliar estos desafíos, las compañías chinas están desarrollando asociaciones con compañías internacionales, sobre todo estadounidenses, mexicanas y brasileñas, para incorporar la tecnología de extracción de petróleo en aguas profundas utilizada en el golfo de Méjico y la zona económico-exclusiva de Brasil.

El irresistible acceso a la edad de oro del gas no convencional. Una revolución por llegar

> *Los esfuerzos de China para acelerar el desarrollo de los recursos de petróleo y gas no convencionales son un medio importante para mejorar la seguridad del suministro energético. Se acelerará la exploración y explotación de gas de yacimientos de carbón, aumentando la exploración de reservas geológicas probadas e impulsando la construcción de bases industriales en la cuenca Qinshui y el borde oriental de la cuenca de Ordos. Con el fin de acelerar el desarrollo de gas no convencional se seleccionará un grupo de zonas de prospección y áreas de explotación favorables, se intensificarán los esfuerzos para resolver las dificultades tecnológicas, creación de nuevos mecanismo de desarrollo, implementación de políticas de estímulo, y la mejora de las instalaciones de apoyo. China se propone incrementar su producción anual hasta los 6.500 millones de m^3 [229.550 millones de pies cúbicos] en 2015, y sentar una base sólida para su futuro desarrollo. Además, se fortalecerá el desarrollo de petróleo no convencional*[93].

La entrada de la edad de oro del gas no convencional en China se encuentra con unas condiciones muy diferentes que en Estados Unidos. Desde la capacidad tecnológica de las compañías chinas al régimen de propiedad de la tierra, las características geológicas y el marco regulatorio del mercado. Hay que tener en cuenta que las compañías norteamericanas han trabajado estas técnicas durante décadas, favorecidas especialmente por el libre mercado, y que solo a partir de 2009, cuando las técnicas utilizadas y el aumento del precio de petróleo, favorecido también por los

[93] *White Paper. China's Energy Policy 2012*. Pekín: State Council, octubre de 2012. Traducción del autor.

compromisos adquiridos para reducir las emisiones de CO_2 en la Conferencia de las Partes (COP) de Copenhague, han hecho divergir claramente los precios (ver gráfico 5.12)[94], se han vuelto extremadamente competitivas estás técnicas de extracción de gas.

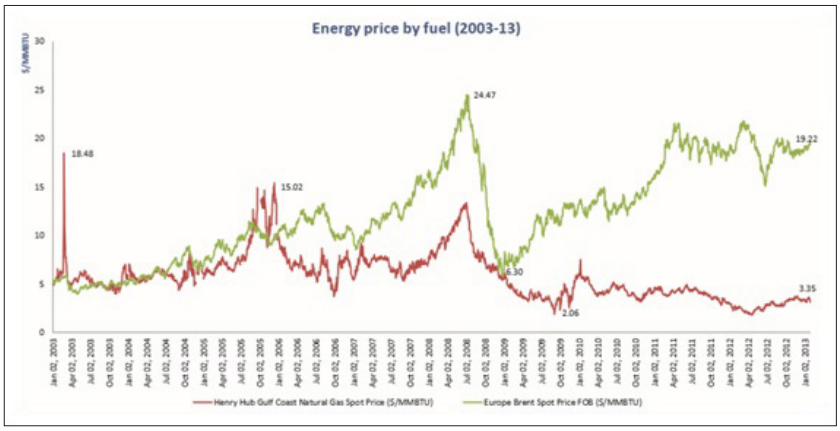


Gráfico 5.12

Sin embargo, el potencial energético relativamente limpio que pueden generar los mayores recursos de gas no convencional del mundo, 1,275 trillones de pies cúbicos según la EIA (ver gráfico 5.13)[95], han espoleado al Gobierno chino, tanto en lo que se refiere al marco legal como al comercial y tecnológico, a impulsar el desarrollo de esta nueva fuente de energía. Así, en marzo de 2012, dentro del desarrollo del plan quinquenal, se establecían como objetivos anuales 229.550 millones de pies cúbicos hasta 2015 y 3.000 billones hasta 2020, lo que supondría doblar el volumen actual de producción de gas natural; cifras que las compañías consideran muy optimistas, ya que se encuentran en una etapa inicial tanto de punto de vista tecnológico como de evaluación y prueba. Esta reticencia se ha dejado notar en las recientes adjudicaciones de lotes de tierras, donde las principales compañías estatales y multinacionales han estado reacias a presentar ofertas.

[94] CSIS Energy and National Program. *Realizing the potential of U.S. unconventional natural gas.* Abril de 2013.

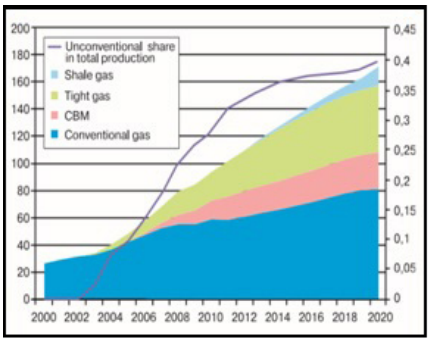
[95] *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States.* EIA, junio de 2013; KUSHKINA Ksenia. *Golden age of gas in China. Is there still a window of opportunity for more gas exports to China?;* y CSIS Energy and National Program. *Realizing the potential of U.S. unconventional natural gas.* Abril de 2013. El gráfico de la izquierda se refiere a China y el de la derecha a EE. UU.

Table 6. Top 10 countries with technically recoverable shale gas resources

Rank	Country	Shale gas (trillion cubic feet)	
1	China	1,115	
2	Argentina	802	
3	Algeria	707	
4	U.S.[1]	665	(1,161)
5	Canada	573	
6	Mexico	545	
7	Australia	437	
8	South Africa	390	
9	Russia	285	
10	Brazil	245	
	World Total	**7,299**	(7,795)

[1] EIA estimates used for ranking order. ARI estimates in parentheses.

Gráfico 5.13a



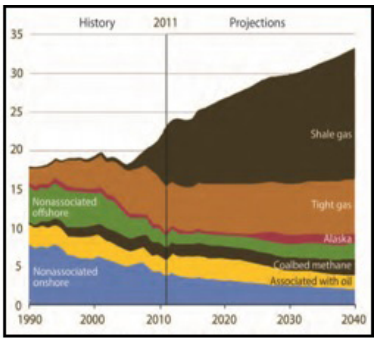


Gráfico 5.13b

Numerosos desafíos se presentan ante esta revolución que está cambiando radicalmente el mapa energético norteamericano y que parece que puede, aunque más lentamente, llegar a otras partes del planeta, especialmente a Asia y en particular a China. Así, en China estos retos complican y ralentizan su desarrollo comercial, especialmente la complejidad tectónica de sus principales yacimientos, que son muy jóvenes y por lo tanto con muchas fallas, lo que aumenta uno de los principales inconvenientes de estas explotaciones, los riesgos sísmicos de la fractura hidráulica, haciéndolos en algunos casos inviables desde el punto de vista comercial.

Este problema ha impedido una mayor explotación del CBM[96], el cual, a pesar de su potencial, se mantiene en 500 millones de pies cúbicos dia-

[96] "Las reservas probadas de CBM de China en 2011 se estiman en 10.200 billones de pies cúbicos, aunque las reservas recuperables se consideran mucho mayores, más de

rios después de más de 20 años de explotación. Otro aspecto no menor es la transparencia y la disponibilidad de datos, que en otros países son accesibles desde fuentes abiertas y que en China se consideran secreto de Estado[97]. Esta disponibilidad es un elemento esencial para su evaluación y el estudio prospectivo de los recursos y su posible explotación.

Las cuatro áreas principales evaluadas (ver gráfico 5.14) en el estudio de la EIA incluyen:

- El llamado corredor sur, un área muy amplia que incluye las cuencas del Sichuán, Jianghan y Subei y la plataforma del Yangtze, y que ofrece el mayor potencial de reservas. Sin embargo, mientras la calidad de la roca es similar a ciertas explotaciones norteamericanas, las fallas y complejidad estructural de su formación, así como su excesiva profundidad, significan retos tecnológicos considerables para su explotación en el corto o medio plazo.
- La cuenca del río Tarim, localizada en la región autónoma uigur de Xinjiang, la meseta sedimentaria más grande de China, con un tamaño superior a España y 1.000 metros sobre el nivel del mar. Aunque es seca, los acuíferos que subyacen en la región y su poca población favorecerían su utilización, ya que otro de los grandes retos que presenta su explotación comercial es la disponibilidad de abundantes fuentes de agua.
- La cuenca del Junggar, de más de 160.000 km^2, que está situada (como la de su vecina del Tarim) en la región autónoma uigur de Xinjiang, aunque está menos alejada de potenciales mercados y servicios, además de ofrecer mejores infraestructuras, entre las que destacan la capital de la región Urumqi, con tres millones de habitantes, y el centro tecnológico de la compañía PetroChina de Kelamayi. La región está viviendo un rápido desarrollo gracias a la explotación creciente de sus grandes reservas de petróleo, gas y carbón, aumentando su potencialidad por las condiciones geológicas, tecnológicas y acceso al agua, fruto de lo cual ya existen acuerdos con Shell y Hess para el estudio de su explotación a nivel comercial.

350.000 billones. La mayor parte de los volúmenes de CBM en China están en las cuencas del norte y nordeste, la cuenca de Sichuán en el suroeste y las cuencas de Tarim y Junggar en occidente (...). En el marco del 12.º plan quinquenal, la NEA tiene el objetivo de producir 1.060 millones de pies cúbicos al año a partir de 2015. Otro de los objetivos es aumentar su nivel de utilización del 40% a más del 60% en 2015, lo que reduce la producción de residuos de forma significativa. El primer oleoducto comercial de CBM entró en funcionamiento a finales de 2009, uniendo la cuenca Qinshui con el gasoducto oeste-este. Dos gasoductos adicionales han entrado en funcionamiento y varios más están en construcción." *Country report.* China: EIA. Traducción del autor.

[97] EIA. *ARI World shale gas and shale oil resource assessment.* Capítulo de China. 17 de mayo de 2013.

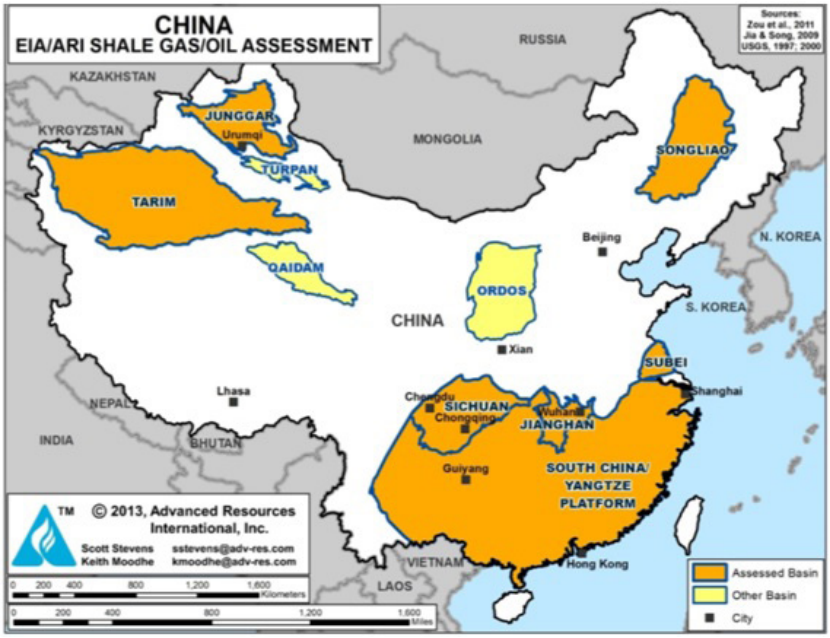


Gráfico 5.14

- La cuenca del Songliao en el noreste, con una extensión de cerca de 300.000 km^2, y que tiene el más importante yacimiento de petróleo, Daqing, con 800 billones de barriles de combustibles fósiles líquidos al día. Solo recientemente se ha empezado a considerar la capacidad potencial de producción de gas natural con nuevos descubrimientos en zonas relativamente superficiales. PetroChina ha informado que ya ha empezado a producir petróleo no convencional, mientras que estudia con Hess la posible explotación comercial de sus reservas de gas, a pesar de su complejidad estructural debido al origen sedimentario lacustre, lo que provoca recurrentes movimientos sísmicos.

En el aspecto tecnológico, las compañías del sector están empezando a adquirir la capacidad de perforación de pozos en sentido horizontal a gran escala combinada con estimulación hidráulica masiva a diferentes niveles[98]. De esta forma, se muestran cautas a la hora de valorar la ca-

[98] "La presentación de Sinopec en la IV Cumbre Anual de Hidrocarburos no Convencionales de 2012 describió cómo el 12.º plan quinquenal pretende la perforación de 50 pozos exploratorios, 150 pozos de producción y 990 pozos de agua para verificar 35.300 billones de pies cúbicos de áreas geológicas y 7.060 billones de reservas recuperables hasta el año 2015. Hasta el momento se han perforado 39 pozos de exploración y 12 pozos de producción de gas no convencional, muy lejos de los cerca de 35.000 pozos que fueron perforados en los Estados Unidos sólo en 2006. Además, de estos pozos, sólo nueve tienen un nivel de producción diaria de más de 350 millones de pies cúbi-

pacidad de progreso del sector, considerando ambicioso el objetivo de la ANE de 7.700 millones de pies cúbicos en 2020. Fundamental para conseguirlo son los acuerdos con compañías foráneas que les permitan superar los importantes desafíos tecnológicos. Así, CNPC y Shell firmaron un acuerdo en marzo de 2012 para explotar un bloque de gas no convencional en la cuenca de Sichuán. También el Consejo de Estado está flexibilizando los derechos de prospección de las compañías estatales del sector en sectores previamente asignados, permitiendo al MLR (Ministry of Land and Resources) abrir las subastas de bloques de extracción a compañías locales e inversores extranjeros, siempre que participen con una compañía china.

El deterioro del medio ambiente. El cambio climático en el horizonte

> *La evaluación científica contenida en el informe del Grupo de Trabajo I del 5º Informe de Evaluación del IPCC publicado en septiembre pasado revela la autenticidad del calentamiento global y la urgencia de abordar el desafío del cambio climático. La ciencia y la realidad nos ha demostrado que el cambio climático se ha convertido en una amenaza real y grave para el desarrollo sostenible, por lo que todos los países deben trabajar mano a mano para hacer frente al desafío a través de una sincera la cooperación*[99].

Si el cambio climático se presenta como el desafío universal del siglo XXI, y el sector energético como su principal fuente inductora[100], China se enfrenta a un reto todavía más temible y complejo. Las previsibles consecuencias de sus efectos tendrían unas consecuencias muy severas en el ecosistema chino y, sobre todo, en sus fuentes de agua[101], además de sufrir de forma local el deterioro del medioambiente con unos niveles de contaminación excesivos y sufrir la región las devastadoras consecuencias de los cada vez más frecuentes y catastróficos fenómenos naturales extremos.

Así, en el presente estadio de crecimiento, con un consumo energético per cápita muy por debajo del objetivo que el Partido Comunista ha es-

---

cos, que supone una productividad de tres a nueve veces menor que la de un pozo en EE.UU." NAKANO, Jane. *China awards more shale gas blocks although much remains to be seen.* 29 de enero de 2013.

[99] ZHENHUA, Xie. Head of Delegation, Vice Chairman of the National Development and Reform Commission, People's Republic of China. Speech on the High Level Segment of Warsaw Chimate Change Conference. 20 de noviembre de 2013.

[100] IPCC. Working Group I. *Fitth Assessment Report. Climate change 2013: The phisical schience basis.*

[101] Ver AIE. *World Energy Outlook 2012.* "Water for energy. Is energy becoming a thirstier resource? Regional stress point. China". Capítulo 17, p. 518.

tablecido en su política de desarrollo pacífico para la celebración de su centenario, el reto sistémico del cambio climático se antoja formidable[102]. Bienestar socioeconómico, consumo energético y legitimidad política son fuerzas antagónicas que los miembros del *politburó* plantean desde una posición de liderazgo global. Como tal actuaron en la conferencia de Copenhague en 2009, con más de 300 jefes de Estado reunidos, y así se presentan junto al grupo de 77 en las discusiones sobre el cambio climático.

En esta línea de pensamiento, el ERI[103], en una de las recomendaciones de su estudio prospectivo, destaca que China y las economías en desarrollo deberían tener un papel activo en la gobernanza energética, con especial atención a la seguridad energética, el cambio climático y el progreso tecnológico. Sin embargo, advierte que China debe mejorar su posición como país líder, mediante la unión con otros países en desarrollo para optimizar los sistemas analíticos de la realidad y las estadísticas de datos energéticos. Una visión que nos traslada a posiciones ideológicas del siglo pasado en el terreno de los desafíos del nuevo siglo.

En este orden de cosas, considera que la comunidad internacional debería comprender el rápido crecimiento de la demanda energética de los países en desarrollo y, especialmente, de los emergentes. También que las desfavorables condiciones naturales de muchos de ellos y su retraso tecnológico obligan a sus Gobiernos a luchar por "la supervivencia y el desarrollo de su propio pueblo"; así, China está pagando "más y más" por los recursos energéticos para la "supervivencia y desarrollo de su pueblo, mientras tiene que consumir carbón como recurso energético básico".

Pero el Gobierno chino sabe que se juega mucho en el envite: la pervivencia de una herencia "representada por la fundación de la República Popular de China después de 22 años de guerra y la pérdida de más de 22 millones de vidas, una guerra librada por el pueblo chino bajo el liderazgo del Partido Comunista. Estas no son palabras vacías. Es algo que ha sido puesto a prueba y desafiado durante varias décadas de experiencia."[104] Y así, los esfuerzos realizados por sus autoridades son formidables; en

---

102 "La energía es la base material para el progreso de la civilización humana y una condición básica indispensable en el desarrollo de la sociedad moderna. Por lo que sigue siendo una cuestión estratégica fundamental para China conforme el país avanza hacia sus objetivos de modernización y prosperidad (...). Sin embargo, el desarrollo energético de China todavía se enfrenta a muchos desafíos. Los recursos naturales son escasos y la cuota per cápita de carbón, petróleo y gas natural es baja." *White Paper: China's Energy Policy 2012.* Pekín: State Council, octubre de 2012. Traducción del autor.

103 Energy Research Insitute, National Development and Reform Commission. *China energy outlook.* Resumen ejecutivo.

104 KISSINGER, Henry. *On China.* Nueva York: The Penguin Press, 2011, p. 419. Kissinger cita textualmente las palabras de Deng Xiaoping al enviado estadounidense después de los sucesos de la plaza de Tiananmen. Traducción del autor.

palabras de la AIE, es como si hubiera un sistema de tasas para el consumo de carbón en la sombra que provoca el movimiento del mercado para mejorar la eficiencia y buscar su sustitución por fuentes más limpias. [105]

De esta forma, durante los pasados ocho años, el consumo de energía por unidad de PIB se redujo en un 26,4%, lo que representa un ahorro de 980 millones de toneladas de carbón, 2.350 millones de toneladas de CO_2 y una reducción del 28% en la intensidad energética del carbón. Al mismo tiempo, el porcentaje de combustibles no fósiles en el *mix* energético creció hasta el 9,6%, en el que la proporción de energías renovables son las mayores del mundo.

También, mientras las perspectivas de un sistema competitivo de captura de CO_2 (CCS, Carbon Capture and Store) se aleja del horizonte más cercano, el Gobierno chino hace un esfuerzo notable en el crecimiento de su masa forestal, superando el objetivo inicial de 1.300 millones de m^3 en cerca de 500 millones de m^3. Otras acciones son: movilizar la conciencia social motivando su participación, buenas prácticas y modo de vida mediante el "National Low Carbon Day"[106] y el inicio del proyecto piloto Shenzhen Carbon Exchange, que señala un paso decidido en el desarrollo de un mercado de cuotas de emisiones de carbono.

En el campo internacional, para fomentar la cooperación sur-sur ha dispuesto 10 millones de dólares anualmente, entre 2011 y 2013, para el desarrollo de capacidades de adaptación en otros países, así como cursos en más de 114 países y un gran número de donaciones de sistemas eficientes, sobre todo en el campo de la hidroelectricidad y otras renovables, hasta en 12 países. Y en el camino del 2020, con el compromiso de reducir las emisiones de CO_2 por unidad de PIB entre el 40% y el 45% con relación a niveles de 2005, sería necesario –con la vista puesta ya en la cita de París en 2015– aumentar el interés de la población en su importancia, ya que en 2013 solo alcanzaba un 39%, con el 40% en EE. UU. y el 89% en Europa.[107]

---

105 "Las emisiones de China en 2012 crecieron en una de las cantidades más pequeñas desde hace una década, 300 milones de toneladas, ya que la mayor parte del crecimiento del 5,2% en electricidad se generó utilizando tecnologías de bajo carbono, principalmente hidráulica, además de la disminución de la intensidad energética con un crecimiento moderado de la demanda." IEA. *Redrawing the energy-climate map.* 10 de junio de 2013. Traducción del autor.

106 "Alrededor del 60% del ahorro global de las emisiones proviene del sector de la vivienda [normas de rendimiento energético en los edificios para la iluminación, nuevos electrodomésticos y equipos de calefacción y refrigeración más eficientes]. En los países donde ya existen estas políticas, como la UE, Japón, EE. UU. y China, es necesario reforzarlas o ampliarlas." IEA. *Redrawing the energy-climate map.* 10 de junio de 2013.

107 http://www.euractiv.com/climate-change/french-socialists-want-climate-c-news-531463. Visitada 4 de noviembre de 2013.

La revolución tecnológica. Un sueño en la lejanía

> *Dios nos libre de que algún día India siga el ejemplo de la industrialización de Occidente (...). El imperialismo económico de un diminuto reino isleño [el Reino Unido] hoy mantiene al mundo encadenado. Si toda una nación de 300 millones se sumara a semejante explotación económica, dejaría al mundo desprovisto como si lo hubiera devorado [una plaga] de langostas*[108].

El desarrollo humano ha seguido la senda que ha marcado la revolución tecnológica, permitiendo que los supuestos límites en el progreso se hayan visto sistemáticamente superados. En este sentido, la humanidad se ha sentido siempre apoyada por una creatividad e inventiva que le ha impulsado a no considerar ningún límite impuesto por la naturaleza. Así, las proyecciones económicas, demográficas y sociales que se han ido ofreciendo de forma invariable por grupos de científicos y organizaciones ecologistas, como avisos y señales de alarma para seguir una senda con un desarrollo más sostenible y equilibrado, han sido y son objeto del debate político, además de elementos críticos para conseguir un marco de seguridad y desarrollo más armónico y equilibrado.

En la actualidad podríamos considerar que nos encontramos en una de esas disyuntivas. El 5.º informe científico del IPCC establece inequívocamente el carácter fundamentalmente humano del calentamiento global, impulsado por el creciente consumo energético de recursos fósiles; y, aunque sus consecuencias estén todavía por determinar, una nueva revolución tecnológica e industrial está liberando de la pobreza a millones de personas, permitiendo a una cada vez mayor parte de la población tener acceso a una vida más digna.

Una revolución clave para China, por la necesidad que tiene de utilización de combustibles fósiles, sobre todo carbón, para mantener la productividad con un *renminbi* (la moneda del pueblo) cada vez más reevaluado, además de ser geopolíticamente muy estable. Así, en este desafío tecnológico surge como pieza fundamental el desarrollo de un sistema limpio, eficiente y asequible que permita capturar y almacenar de forma segura las emisiones de CO_2.

Sin embargo, la falta de progreso en el desarrollo tecnológico de sistemas CCS es preocupante, ya que todas las proyecciones y modelos de escenarios futuros sostenibles requieren su despliegue comercial en la generación eléctrica y la industria. Los sistemas de CCS serían la frontera tecnológica que permitiría a los sectores industriales, tales como el hierro, el acero, el cemento y el procesamiento de gas natural, reducir la tasa de emisiones, por lo que su implantación en el futuro es crítica. En el

[108] Mahatma Gandhi (1928).

caso de que no se consiguiese un sistema comercialmente viable, el coste necesario para conseguir el mismo nivel de reducción de emisiones se incrementaría en un 40%, con una cifra total estimada de 2.000 millones de dólares a lo largo de 40 años. Al mismo tiempo, la presión sobre otras opciones de reducir emisiones será también mayor.

Así, China, en su 12º plan quinquenal, pretende duplicar las inversiones en su desarrollo, por encima de los 65 millones de dólares, lo que permitiría atraer cerca de 400 millones, más del doble de capital invertido entre 2006 y 2010. Alstom SA, la tercera compañía de equipamiento eléctrico, basada en Francia, y Chian Datang Corp. firmaron un acuerdo para desarrollar un prototipo y almacenar el CO_2 en grandes yacimientos de petróleo, como el Levallois-Perret.

En la actualidad China tiene en marcha, en diferentes grados de progreso, doce proyectos frente a los cinco de 2010, lo que la sitúa en segunda posición, justo por detrás de EE. UU. en la investigación y desarrollo de estos sistemas. En este impulso por lograr acuerdos internacionales, recientemente se firmó un MoU en Londres[109] para el establecimiento de una amplia red que incentive su investigación y desarrollo, y conseguir en el medio plazo, 3 o 4 años, realizar demostraciones desde un punto de vista comercial. En el mismo acto el ministro de Energía y Cambio Climático británico y el gobernador de la provincia de Guangdong firmaron un acuerdo de desarrollo de estas tecnologías entre el Reino Unido y China.

El segundo aspecto tecnológico clave para China es la dependencia de su sector de transporte y logístico[110] del petróleo, elemento pivote de su política de seguridad energética. Dominado por unos precios excesivos y una situación geopolítica enmarcada por lo que desde China se considera como un creciente nacionalismo energético, "en los últimos 100 años ha evolucionado desde la tierra al mar y las regiones polares, mientras los países se enfrentan a su seguridad energética e intentan proteger su soberanía e integridad. Las principales características incluyen: defensa de la soberanía sobre sus recursos energéticos por todos los países en todas las regiones, disputas y reclamaciones sobre áreas con recursos, y conflictos geopolíticos heredados del pasado." [111]

---

[109] El UK Carbon Capture and Storage Research Centre (UKCCSRC), el Scottish Carbon Capture and Storage (SCCS), el Guangdong Low-Carbon Technology and Industry Research Centre (GDLRC) y el Clean Fossil Energy Development Institute (CFEDI) firmaron un MoU de 10 años en Lancaster House, en Londres, con la asistencia del gobernador Zhu Xiaodan de la provincia china de Guangdong y el ministro de Energía y Cambio Climático británico.

[110] La congestión y la baja velocidad del tráfico rodado es un factor fundamental en la ineficiencia de su transporte doméstico y la logística de la industria, con unos costes que representan el 18% del PIB, comparado con el 8% de la UE y el 9,5% de EE. UU.: KPMG China. "Logistics cost as a percentage of GDP".

[111] ERI. *China Energy Outlook*. Resumen ejecutivo. 1 de noviembre de 2012.

Entre los aspectos claves considerados en su plan quinquenal, además de los objetivos generales[112], se encuentran otros más específicos, como: llegar a los 83.000 km de autopistas[113] desde los 74.000 km actuales (en EE. UU. y la Unión Europea hay cerca de 100.000 km), construir un nuevo aeropuerto en Pekín y pasar de los 175 aeropuertos del anterior plan hasta los 220 en el actual, todo lo cual, aunque incrementará inevitablemente el consumo, mejorará la eficiencia y capacidad del sector de transporte y logístico. Así, se multiplican los esfuerzos para potenciar el tráfico limpio, poniendo especial énfasis en la utilización y mejora de los canales interiores navegables[114], la red ferroviaria de alta velocidad hasta los 45.000 km, y el enlace con todas las ciudades de más de 500.000 habitantes. También el transporte de carbón por tren, que supone en la actualidad un 80% del total, tiene un tratamiento especial como infraestructura de carácter estratégico; sector este último en el que la utilización de gas licuado en motores diésel se ve con un gran optimismo.

Sin embargo, ese importante esfuerzo se ve empañado por las expectativas actuales para alcanzar los objetivos marcados por uno de los sectores prioritarios del plan quinquenal, los "vehículos con energía limpia". A pesar de que ya en 2007, por primera vez, se nombró un miembro del gabinete que no era Del Partido Comunista,[115] en este caso una personalidad en el área de investigación en nuevas baterías para coches, el desarrollo del vehículo eléctrico continúa siendo muy lento y el coste sigue impidiendo su explotación comercial en grandes proporciones. Las expectativas de alcanzar los 2 millones de vehículos eléctricos en 2020, parecen alejadas de la realidad (gráfico 5.15)[116]. Para conseguirlo las autoridades chinas pretenden impulsar y concentrar la producción de baterías eléctricas en dos o tres empresas con una capacidad de producción de 10.000 millones de kW/h. El plan es rebajar el coste desde 0,33 hasta 0,25 dólares el kW/h.

---

112 Aumento del uso de los combustibles no fósiles hasta un 11,4%, reducción de la energía consumida por unidad del PIB un 16% y la reducción de las emisiones por unidad de PIB un 17%.

113 Para las áreas rurales, el objetivo es asegurar que en 2015 todas las ciudades y el 90% de los pueblos sean accesibles con vehículos. Al comienzo del presente plan quinquenal 1.200 ciudades y 120.000 pueblos no tenían carreteras asfaltadas.

114 En la actualidad, China posee hasta 110.000 Km de vías navegables que suponen un 67% de la capacidad total transportada por mar.

115 "... en 2007, el presidente chino Hu Jintao nombró al ingeniero Wan Gang, una autoridad mundial en automóviles eléctricos, ministro de Desarrollo Científico, rompiendo por primera vez la tradición de que todos los ministros debían ser miembros del Partido Comunista." GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio. *El cambio climático: Implicaciones para la seguridad y la defensa*. Madrid: Ministerio de Defensa, 2011.

116 *Electric vehicle market forecasts. Global forecasts for light duty hybrid, plug-in hybrid, and battery electric vehicles: 2013-2020.* Hybrid Electric Vehicles (HEV); Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV); Battery Electric Vehicles (BEV).

A pesar del enorme progreso en otras áreas, como las energías renovables, el problema fundamental en el sector del automóvil es su fragmentación. Esta fragmentación se produce por la importancia que la industria de automóvil tiene en el empleo y la economía de las diferentes provincias, por lo que las autoridades locales no quieren perder su control. Así, la producción de vehículos eléctricos se extiende por 23 provincias que únicamente alcanzan el 45% de unidades, por lo que es muy difícil conseguir un producto comercial. A pesar de los incentivos del Estado, que llegaban hasta los 9.000 dólares, de los más de cien mil vehículos eléctricos que se esperaban que fuesen puestos en circulación este año solo han sido matriculados diez mil. Además, la infraestructura de apoyo en las grandes ciudades es escasa, como en Pekín que solo cuenta con 64 estaciones de carga.

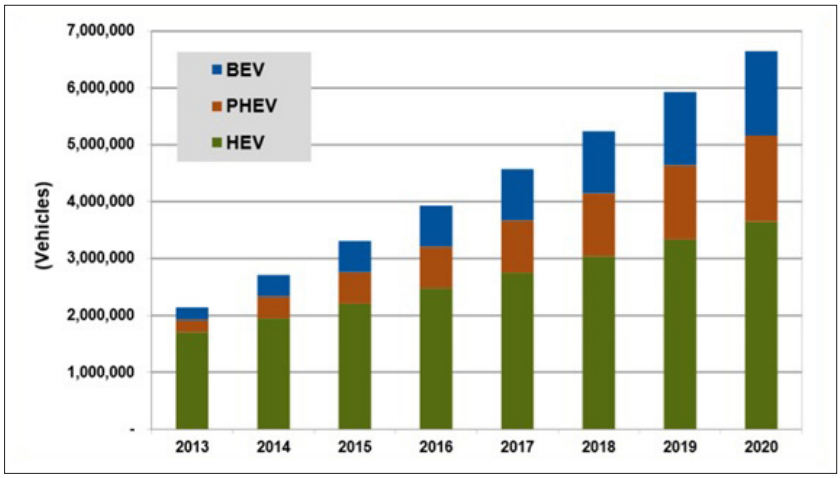


Gráfico 5.15

El reto de la seguridad nuclear después de Fukushima

Cuando Corea del Norte (RPDC) amenazó con otra prueba nuclear, el Ministerio de Relaciones Exteriores chino, el 14 de enero de 2013, fue claro al destacar la desnuclearización, además de la estabilidad, como objetivos [de su política exterior]. También Xi Jinping se reunió el 23 de enero con un enviado de Corea del Sur, de la presidenta electa Park Geun Hye, y resaltó también el interés [chino] en conseguir la desnuclearización de la península coreana. Al mismo tiempo, la República Popular China (RPC) votó con todos los demás miembros del Consejo de Seguridad la Resolución 2087 que condenaba la prueba de misiles de la RPDC del mes anterior, e imponía la prohibición de viajar y la congelación de activos de las entidades de la RPDC, incluso en la RPC, además, las editoriales de los medios oficiales, artículos académicos,

y la opinión pública en internet reclamaban un endurecimiento de la postura de apoyo o el abandono de Corea del Norte[117].

La seguridad, en sus dos vertientes, operación y proliferación, es el factor fundamental para determinar el desarrollo de la energía nuclear en China. Así, como consecuencia del accidente nuclear de Japón, en Fukushima Daiichi de marzo de 2011, se suspendieron las autorizaciones de nuevas plantas mientras se revisaba la seguridad de las centrales en servicio y aquellas que estaban en construcción. Las pruebas de estrés finalizaron en diciembre de 2011 y el Consejo de Estado aprobó un plan de seguridad para todas las instalaciones en mayo de 2012, permitiendo continuar con el desarrollo nuclear previsto.

Mientras tanto, las privilegiadas relaciones de China con Corea del Norte, Paquistán e Irán, los tres países en los que la comunidad internacional centra actualmente sus principales preocupaciones en el campo de la proliferación del armamento nuclear y sus vectores de lanzamiento, colocan al gigante geopolítico como un actor fundamental para la seguridad en el panorama internacional.

En otro orden de cosas, las autoridades chinas promueven activamente la energía nuclear como una fuente de generación eléctrica limpia, eficiente, asequible, estable, con una vida útil (40-60 años) mayor que las centrales eléctricas, que utilizan otro tipo de combustible. En este sentido, el 12.º plan quinquenal la considera, junto a la eólica y solar, como uno de sus siete sectores prioritarios, previendo la aprobación de diez nuevos proyectos con un incremento de la capacidad en 43 GW para 2015.

Países con un rápido crecimiento como China e India necesitan explotar todas las posibles formas de energía para apoyar la rápida progresión de su demanda. Los altos precios de la energía, los crecientes riesgos geopolíticos y la irresistible presión social por el deterioro del medio ambiente hacen enormemente atractiva la energía nuclear. Además, la tecnología nuclear moderna es cada vez más eficiente, segura y limpia[118].

En este sentido, la energía nuclear es una de las mejores alternativas, por el momento, para, de forma económica y práctica, remplazar los combustibles fósiles, especialmente el carbón, para la generación de energía eléctrica. Si ningún reactor nuevo entrara en servicio en los países de la OCDE y solo la mitad de los proyectados en el resto de países, el coste adicional para la generación de energía prevista en 2035 por otros

[117] KAN, Shirley A. *China and proliferation of weapons of mass destruction and missiles: Policy issues*. Washington: Congressional Research Service, 11 de marzo de 2013. Traducción del autor.

[118] Por ejemplo, los reactores de la central de Fukushima fueron construidos antes del accidente de la central de Three Mile Island, en el estado norteamericano de Pensilvania el 28 de marzo de 1979, que generó un gran avance en la seguridad de los diseños.

medios supondría un coste extra de 1.500 billones de dólares, un 10% del total[119]. Este coste sería especialmente gravoso para aquellos países con pocas reservas de energía fósil autóctona.

Partiendo de una capacidad actual escasa –15 reactores y 12,5 GW que suponen poco más del 1%– de la capacidad de generación eléctrica instalada, el Gobierno chino planea una inversión masiva en nuevas centrales para conseguir en 2020 una capacidad por encima de los 70 GW (ver gráfico 5.16)[120]. Así, a mediados de 2012 se encontraban 30 reactores con más de 33 GW en construcción, lo que suponía la mitad de la potencia nuclear en desarrollo en todo el mundo. También, y en apoyo de esta capacidad nuclear, China pretende aumentar al mismo nivel sus reservas comerciales y estratégicas de uranio mediante la compra en los mercados externos y la producción doméstica en las regiones autónomas de Mongolia interior y Xinjiang.

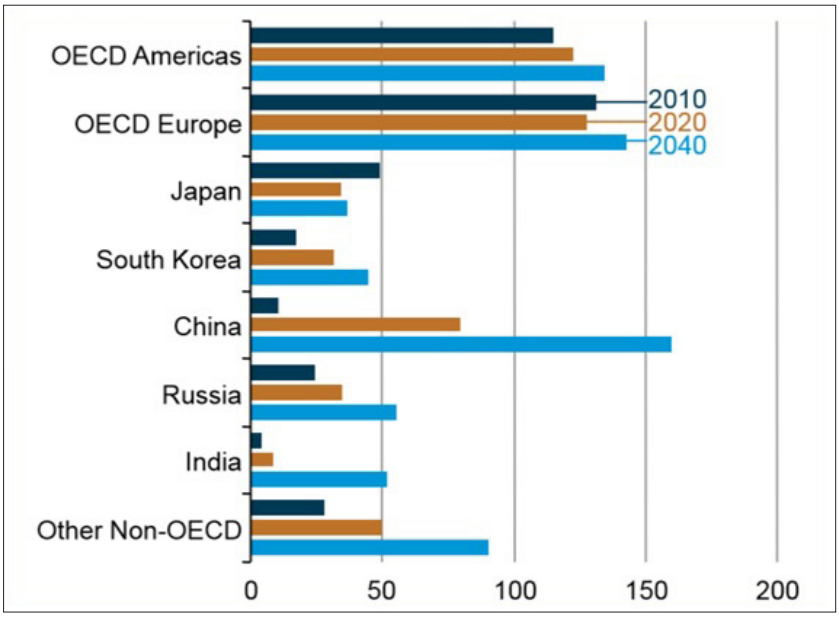


Gráfico 5.16

Liderada por China, la energía nuclear continuará siendo una componente vital de las políticas energéticas de muchos países, especialmente en los países en desarrollo con altas tasas de crecimiento. Su expansión cuadriplicará en 2035 el parque nuclear actual, con ocho países del ex-

119 Escenario *Low nuclear case* de la AIE.

120 EIA. *Outlook 2013*. Figura 20. "Capacidad nuclear de generación eléctrica a nivel mundial, 2010, 2020 y 2014" en GW.

tremo oriente en cabeza: China, Indonesia, Japón, Corea del Norte y del Sur, Malasia, Tailandia y Vietnam. La capacidad de producción de la región es de 77 GW, el 20,7% del total mundial, con 33 centrales en construcción de las 64 en todo el mundo, y 72 más de las 160 en proyecto. Esta proliferación de centrales nucleares en la zona exige un grado elevado de confianza mutua y cooperación en seguridad nuclear. Una relación que no tiene la sensibilidad política de otros temas y que por su transcendencia e importancia supone un importante impulso en el proceso de integración regional.

Un ejemplo es el Top Regulators Meeting, que el 29 de noviembre de 2013 celebró su sexta reunión trilateral entre China, Corea del Sur y Japón, y en el que estos firmaron un acuerdo de intercambio de información en el caso de un accidente nuclear, además de los análisis de los expertos y cualquier información técnica adicional. También, y para comprobar la eficacia de los sistemas de intercambio de información, se realizarán ejercicios que serán organizados anualmente por cada uno de los tres países de forma rotatoria. Además, se impulsarán los proyectos de investigación conjunta en seguridad nuclear y se explotarán los sistemas de trabajo por videoconferencia y en intercambio de datos en red.

Este mecanismo parecería adecuado integrarlo en otros mecanismos de la región, como el Foro de Seguridad Nuclear de la ASEAN+3, así como con los múltiples centros de excelencia que existen en la zona. China, con su robusto programa nuclear, el buen historial de seguridad (sin ningún accidente importante en los últimos 20 años) y los recursos diplomáticos y lazos comerciales en la región debería liderar el esfuerzo de cooperación en seguridad nuclear. En esta línea se enmarcan las experiencias del accidente de Fukushima y las consecuentes pruebas de estrés, así como las diversas estrategias de disposición del material utilizado, el suministro de combustible nuclear o la creación de un banco de combustible como el de Angarsk en Rusia.

Así, y frente a las críticas de un desarrollo desmedido en el programa nuclear asociado a la tradicional falta de transparencia, la cooperación con la Agencia Internacional de la Energía Atómica[121] y la prudente reacción del Consejo de Estado[122] después del accidente deben ser una clara muestra de la determinación de China de evitar cualquier accidente en el

[121] La cooperación con la Agencia Internacional de la Energía Atómica se materializa específicamente en su Centro de Adiestramiento y los numerosos cursos y seminarios que imparte.

[122] "La NSSA (National Nuclear Safety Administration) condujo durante 9 meses las inspecciones, y apoyó las posteriores deliberaciones del Consejo de Estado para promulgar el plan de seguridad hasta 2020, ambos documentos fueron publicados en su página web para comentarios públicos y tuvieron otro proceso de revisión de cuatro meses, en los que se incluyeron algunas revisiones propuestas por Taiwán...". CHONG, Liu. *After Fukushima: China's nuclear safety.* 29 de mayo de 2013. Traducción del autor.

futuro en cualquier parte del mundo. Cualquier brecha en la seguridad pondría en grave riesgo su transcendental programa nuclear, de capital importancia no solo por la inversión económica, sino también, por su gran relevancia en la mejora medioambiental y la autonomía estratégica, con especial influencia en la seguridad energética.

Conclusiones. Un análisis Dafo

> *El sueño chino, después de todo, es el sueño del pueblo. Debemos darnos cuenta de esto, porque su realización dependerá estrechamente de la gente. Debemos trasladar constantemente los beneficios a las personas. Debemos entender que la gran renovación de la nación china es el sueño más grande de su historia moderna*[123].

China y la energía son los dos factores fundamentales en el escenario geoestratégico de la primera mitad del siglo XXI y, con toda probabilidad, para bien o para mal, marcarán el panorama geopolítico global en su segunda mitad.

La energía es el torrente de sangre vital para el desarrollo, lo ha sido y lo será siempre; pero, como elemento necesario para la supervivencia y progreso de cualquier grupo social, su accesibilidad y aseguramiento en suficiente cantidad y bajo coste ha provocado y provocará la competencia geopolítica y la inestabilidad geoestratégica.

China ha sido el artista invitado de la historia geopolítica de los últimos veinte años, y por sus índices de audiencia, se convertirá sin lugar a dudas en uno de los protagonistas del guion geoestratégico que debe salir a escena en la próxima temporada. De su nuevo papel como protagonista y de cómo se adapten el resto de actores al nuevo guion dependerá la evolución del escenario futuro. Sin duda, el único elemento del que podemos ahora mismo sentirnos seguros es que su argumento tendrá grandes dosis de intriga y suspense; pero si se convertirá en tragedia, drama o comedia dependerá en gran medida de, por un lado, cómo afecte al nuevo actor su condición de estrella y su adaptación a las exigentes condiciones de protagonista, y por el otro, la actitud de los antiguos protagonistas y su adaptación al nuevo papel que el devenir de la historia les depare.

Si los dos elementos por separado suponen factores de gran trascendencia geoestratégica, la conjunción de ambos conforma uno de esos sucesos que la metodología del análisis prospectiva reconocería como "portadores de futuro"[124]. Así, y de forma somera, pretendo concluir el

---

[123] Citas de Xi Jimping. http://www.xinhuanet.com/english/special/chinesedream/ . Traducción del autor. Visitada el 18 de agosto de 2013.

[124] TORRÓN DURÁN, Ricardo *et al. Prospectiva de seguridad y defensa: viabilidad de una unidad de prospectiva en el CESEDEN.* Monografías del CESEDEN. Madrid: 2007.

artículo con un análisis DAFO en el que plasmar el desafío geoestratégico que supone el suministro energético chino.

Debilidades

La contaminación medioambiental sin duda es la gran debilidad a la que se enfrenta la política energética China. El rápido desarrollo económico se ha realizado gracias a un impulso de la industria manufacturera sin precedentes, con el carbón como fuente de energía básica.

Además, el crecimiento exponencial de la clase media urbana, sin una infraestructura gasística desarrollada, junto con la incipiente incorporación de las energías renovables en el sistema de distribución eléctrica y el lento desarrollo de medios de transporte menos contaminantes, supone otro de los retos en la reducción de la polución atmosférica. Pero más aún: el nivel del precio del gas en el mercado asiático sigue siendo un factor muy importante que impide una reducción drástica en el crecimiento constante de la utilización del carbón como el elemento básico del *mix* energético chino.

También el modelo político, el sistema administrativo, además de las leyes actuales relacionadas con la propiedad legal de la tierra, y las condiciones geológicas poco favorables para la extracción comercial del gas no convencional limitan la posibilidad de seguir la senda de EE. UU. y, así, beneficiarse de un mercado energético realmente libre y eficiente con abundancia de gas a bajo precio.

Amenazas

Aunque la diversificación de las vías de suministro, la multiplicidad de fuentes de energía disponibles y los grandes avances en la eficiencia del consumo y en tecnologías punta, tanto en la extracción como en el consumo, podrían llevarnos a pensar en una vaga amenaza de una ruptura en el suministro energético, la realidad es mucho más inquietante.

El consumo de energía necesario para mantener un ritmo de crecimiento capaz de conservar la estabilidad social interna y facilitar la lenta recuperación de la economía mundial es de tal magnitud que la situación de tensión que se vive en la actualidad en los mares chinos, además de la incertidumbre en su vecindario continental con Afganistán y Pakistán como puntos calientes, unido a la situación de inestabilidad crónica de las zonas más ricas en hidrocarburos, con políticas cada vez más nacionalistas, colocan al coloso asiático en una situación de especial vulnerabilidad. Así mismo, la tendencia a renacionalizar el negocio energético en los países desarrollados y la ausencia práctica de reservas estratégicas en el país podrían comprometer la seguridad de su abastecimiento futuro si se produjese un abandono masivo de la utilización de carbón en favor del petróleo y el gas.

Fortalezas

La principal es la apuesta decidida por fuentes de energía limpia con una capacidad sin parangón para la realización de grandes proyectos que al mismo tiempo, por el prestigio que comportan, también ayudan a la legitimación del Partido Comunista. Un esfuerzo, el fortalecimiento del sistema de partido único que incide en dos elementos claves para el aseguramiento del suministro energético: el gran esfuerzo de legitimación política en el escenario internacional, ayudado por una liquidez financiera en niveles récord, permite a sus compañías más importantes convertirse en verdaderas multinacionales, diversificando una cartera de negocios que asegure el suministro exterior, mientras, a la vez que se recrudece la campaña anticorrupción en el sector energético por parte del presidente Xi Jimping, el *politburó* aprovecha para seguir la senda de una liberación progresiva del mercado energético, con una apertura cada vez mayor a la cooperación internacional. De esta forma, se pretende acelerar un desarrollo tecnológico necesario para mejorar la capacidad de explotación de sus propias reservas y optimizar la eficiencia en el consumo.

Oportunidades

El público geopolítico se aproxima al histórico desarrollo chino desde la perplejidad y la esperanza. El modelo chino, lejos del estándar occidental, se presenta con naturalidad y confianza en su actuación, pero sin el carácter mesiánico de otras culturas. Su objetivo, la mejora del nivel de vida de su inmensa población, en el que la energía juega un papel central, es el gran desafío para la supervivencia del modelo. La capacidad de gestionar los grandes desafíos que presenta su consecución dictará el éxito del empeño, a la vez histórico y titánico, y, en consecuencia, la continuidad del régimen.

En este sentido, el cambio climático y el diferencial de precios de los combustibles fósiles abren un amplio abanico de posibilidades de desarrollo de carácter internacional. Una oportunidad de cooperación con un calendario muy exigente que exige un cambio de paradigma en las políticas de suministro energético con un desplazamiento del enfoque hacia el consumo. Un modelo que requiere un esfuerzo geopolítico solidario a nivel global en el que la innovación, la participación y el desarrollo sean los ejes del nuevo marco de seguridad energética.

Acrónimos y siglas

ADN. Ácido desoxirribonucleico. El material genético de una célula.

AIE. Agencia Internacional de la Energía.

ARI. Advanced Resources International.

Bcf. Billones (10^{12}) de pies cúbicos.

Bl. Barriles de combustibles fósiles líquidos.

Bld. Barriles de combustibles fósiles líquidos al día.

BTU. British thermal unit.

CBM. Coal bed methane.

CCS. Carbon capture and store.

Cf. Pies cúbicos.

Cfd. Pies cúbicos al día.

CIA. Central Intelligence Agency. Estados Unidos.

CNOOC. China National Offshore Oil Corporation.

CNPC. China National Petroleum Corporation.

CO_2. Anhídrido carbónico.

CSIS. Center for Strategic and International Studies.

EDA. European Defense Agency. Agencia Europea de la Defensa.

EIA. Energy Information Administration. Estados Unidos.

EE. UU. Estados Unidos.

EPM. Ministerio de Protección Medioambiental.

ERI. Energy Research Institute, National Development and Reform Commission. China.

ETP. Energy Technology Perspectives.

GNL. Gas natural licuado.

GW. Gigavatio. Mil millones de vatios (10^9 vatios).

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change.

km^2. Kilómetros cuadrados.

kW/h. Kilovatio por hora.

MOU. Memorandum of Understanding.

Mtm. Millones de toneladas métricas.

NOC. National Oil Company.

OCDE. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.

OAPEC. Organization of Arab Petroleum Exporting Countries.

OPEC. Organization of Petroleum Exporting Countries.

PIB. Producto interior bruto.

PPP. Purchasing Power Parity. Factor de conversión del Banco Mundial. Cantidad de dólares necesarios para comprar en el mercado doméstico de EE. UU. la cantidad de bienes y servicios producidos en cada país.

Sinopec. China Petrochemical Corporation.

RPC. República Popular de China.

RPDC. República Popular Democrática de Corea.

UE. Unión Europea.

ONU. Naciones Unidas.

Bibliografía

Libros

BRZEZINSKI, Zbigniew. *Strategic vision: America and the crisis of global power.* Nueva York: Basic Books, 2012.

CALDER, Kent E. *The New continentalism. Energy and Twenty-First-Century Eurasian geopolitics*. New Haven y Londres: Yale University Press, 2012.

CHONG, Liu. *After Fukushima: China"s nuclear safety.* 29 de mayo de 2013

COHEN, Saul Bernard. *Geopolitics: the geography of international relations.* Segunda edición. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc., 2009.

GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio. *Panorama geopolítico de los conflictos 2011.* Capítulo XII: "Corea, el sueño de una península reunificada y desnuclearizada" Madrid: Ministerio de Defensa, 2011.

GARCIA SÁNCHEZ, Ignacio. *Panorama geopolítico de los conflictos 2013.* Capítulo XII: "El anillo interior chino. ¿Factor de fuerza o debilidad?" Madrid: Ministerio de Defensa, 2014.

GARCIA SÁNCHEZ, Ignacio. *Los potenciadores de riesgo. El cambio climático. Cuadernos de Estrategia.* Madrid: Ministerio de Defensa, 2013.

GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio. *El cambio climático: Implicaciones para la seguridad y la defensa. Cuadernos de Estrategia.* Madrid: Ministerio de Defensa, 2011.

NYE, Joseph S. Jr. *The future of power.* Nueva York: Public Affairs, 2011.

KISSINGER, Henry. *On China*. Nueva York: The Penguin Press, 2011.

Documentos, artículos

AIE. *Medium term outlook for coal.* 24 de enero de 2013.

AIE. *Redrawing the energy-climate map.* 10 de junio de 2013.

AIE Report: *Developing a natural gas trading hub in Asia. Obstacles and opportunities.* Febrero de 2013.

AIE Report: *Gas pricing and regulation, China's challenges and IEA experiences.* Septiembre de 2012.

AIE. *World Energy Outlook 2012.*

AIE. *World Energy Outlook 2013.*

http://www.bloomberg.com/*news*/2013-11-20/pboc-says-no-longer-in-china-s-favor-to-boost-record-reserves.html.

http://www.bloomberg.com/*news*/2011-05-05/china-*coal*-imports-may-rise-as-drought-saps-hydropower-ubs-says.html.

CAMACHO PAREJO, Marta, secretaria general del Comité Español del Consejo Mundial de la Energía. *El trilema energético.* Separata del n.º 38 de *Cuadernos de Energía.* Club Español de la Energía, Instituto Español de la Energía, 2012.

Capstone concept for joint operations: Joint Force 2020. (Joint Chiefs of Staff). Washington, 10 de septiembre de 2012.

http://www.cges.co.uk/*news*/1023-chinas-*oil*-demand-to-2020.

http://www.china.org.cn/china/18th_cpc_congress/2012-11/16/content_27130032.htm.

http://www.china.org.cn/environment/2011-05/25/content_22635822.htm.

Constitution of the People's Republic of China. Amended on March 14, 2004, on the Second Session of the Tenth National People's Congress.

Congressional Research Service. *U.S.-Taiwan relationship: Overview of policy issues.* 23 de julio de 2013.

Congressional Research Service. *Japan-U.S. relations: Issues for Congress.* 2 de agosto de 2013. www.crs.gov.

CSIS Energy and National Program. *Realizing the potential of U.S. unconventional natural gas.* Abril de 2013.

http://economia.elpais.com/economia/2013/09/29/actualidad/1380468089_303040.html.

EIA. *ARI World shale gas and shale oil resource assessment.* Capítulo de China. 17 de mayo de 2013.

EIA. *Country report.* 22 de abril de 2013.

EIA. *Most new residential solar PV projects in California program are not owned by homeowners.* 17 de septiembre de 2013.

EIA. *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States.* Junio de 2013.

http://www.eia.gov/oiaf/aeo/tablebrowser/#release=IEO2013&subject=0-IEO2013&table=42-IEO2013&region=0-0&cases=Reference-d041117.

Energy Research Institute, National Development and Reform Commission. *China Energy Otulook.* Resumen ejecutivo. 1 de noviembre de 2012.

Estrategia de Seguridad Nacional 2013: un proyecto compartido. España: Presidencia de Gobierno, 2013.

http://es.kushnirs.org/macroeconomica/gdp/gdp_china.html.

http://www.euractiv.com/climate-change/french-socialists-want-climate-c-*new*s-531463.

GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio (2013). Reseña del Libro Blanco de la Defensa: *The diversified employment of China"s Armed Forces.* www.ieee.es.

GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio. *Análisis de la Estrategia China de Seguridad.*

GARCÍA SÁNCHEZ, Ignacio. *5.º informe del IPCC. La certeza de una herencia. El calentamiento global.* 1 de octubre 2013. www.ieee.es.

Greenpeace. *China clean air plan to slow coal consumption.* Septiembre de 2013.

IEA. *Energy efficiency market report 2013. Market Trends and Medium-Term Prospects.*

HIDALGO GARCÍA, María del Mar. *La finalización del gaseoducto Myanmar-China.* 6 de noviembre de 2013.

HILTON, Isabel *et al. China's green revolution energy, environment and the 12th Five-Year Plan.* China Dialogue. www.chinadialogue.net/reports.

http://www.iea.org/*new*sroomandevents/pressreleases/2013/november/name,44966,en.html.

http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2011/DIEEEA28-2011AnalisisEstrategiaChinaSeguridadIJGS.pdf.

IMF. *IMF Mission completes the 2013.* Artículo IV: "Consultation discussions with China". 28 de mayo de 2013.

IMF. *World economic outlook. Hopes, realities and risks.* Abril de 2012.

IPCC, Working Group I. *Fitth Assessment Report. Climate change 2013: The phisical schience basis.*

KAN Shirley A. *China and proliferation of weapons of mass destruction and missiles: Policy issues*. Washington: Congressional Research Service, 11 de marzo de 2013.

KPMG. *China's 12th Five Year Plan: Transportation and logistics.* Abril de 2011.

KUSHKINA Ksenia. *Golden age of gas in China. Is there still a window of opportunity for more gas exports to China?*

MACKINLAY FERREIRÓS, Alejandro. IEEE. *Documento de opinión 06/2011*

MARÍN, Miguel *et al*. *Propuestas para una estrategia energética nacional.* Edición de 2013. Madrid: FAES (Fundación para el Análisis y los Estudios Sociales), 2013.

NAKANO, Jane. *China awards more shale gas blocks although much remains to be seen.* 29 de enero de 2013.

New York Times. http://sinosphere.blogs.nytimes.com/2013/11/05/an-8-year-old-girls-lung-cancer-is-blamed-on-air-pollution/?_r=0.

Editorial del *People's Daily*. "The 'China dream' concept". Lunes, 1 de abril de 2013.

http://www.pewresearch.org/fact-tank/2013/10/22/as-china-coughs-and-chokes-public-concern-about-air-pollution-rises/.

White Paper. China-Africa economic and trade cooperation. República Popular de China: State Council, agosto de 2013.

White Paper: China's Energy Policy 2012. Pekín: Information Office of the State Council, octubre de 2012.

White Paper on China's Armed Forces: The diversified employment of China's Armed Forces. Pekín: Information Office of the State Council, abril de 2013.

http://www.xinhuanet.com/english/special/xjp201309/index.htm.

http://www.xinhuanet.com/english/special/chinesedream/.

Páginas web

http://www.china.org.cn/.

https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html.

http://data.worldbank.org/topic/poverty.

http://www.eda.europa.eu/.

http://www.iea.org/.

http://www.ief.org/.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/.

http://english.gov.cn/index.htm.

http://www.stats.gov.cn/english/...

http://www.sustainableenergyforall.org/.

http://www.usgs.gov.

Composición del grupo de trabajo

Coordinador: **D. CLAUDIO ARANZADI**
Ingeniero Industrial y Economista.
Ex-Ministro de Industria y Energía

Vocal y Secretario: **D. FRANCISCO JOSÉ BERENGUER HERNÁNDEZ**
Teniente Coronel del Ejército del Aire.
Analista principal del IEEE.

Vocales: **D. GONZALO ESCRIBANO FRANCÉS**
Director del Programa de Energía, Real Instituto Elcano.
Profesor Titular de Economía Aplicada, UNED.

D .JORGE CUELLAR JARAMILLO
Principal Key Expert.
Siemens AG.
Research & Technology Center, IT Security.

D. MARIANO MARZO CARPIO
Catedrático de Estratigrafía.
Profesor de Recursos Energéticos y Geología del Petróleo.
Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona.

D. IGNACIO JOSÉ GARCÍA SÁNCHEZ
Capitán de Navío de la Armada.
2º Director del IEEE

Cuadernos de Estrategia

01 La industria alimentaria civil como administradora de las FAS y su capacidad de defensa estratégica

02 La ingeniería militar de España ante el reto de la investigación y el desarrollo en la defensa nacional

03 La industria española de interés para la defensa ante la entrada en vigor del Acta Única

04 Túnez: su realidad y su influencia en el entorno internacional

05 La Unión Europea Occidental (UEO) (1955-1988)

06 Estrategia regional en el Mediterráneo Occidental

07 Los transportes en la raya de Portugal

08 Estado actual y evaluación económica del triángulo España-Portugal-Marruecos

09 Perestroika y nacionalismos periféricos en la Unión Soviética

10 El escenario espacial en la batalla del año 2000 (I)

11 La gestión de los programas de tecnologías avanzadas

12 El escenario espacial en la batalla del año 2000 (II)

13 Cobertura de la demanda tecnológica derivada de las necesidades de la defensa nacional

14 Ideas y tendencias en la economía internacional y española

15 Identidad y solidaridad nacional
16 Implicaciones económicas del Acta Única 1992
17 Investigación de fenómenos belígenos: método analítico factorial
18 Las telecomunicaciones en Europa, en la década de los años 90
19 La profesión militar desde la perspectiva social y ética
20 El equilibrio de fuerzas en el espacio sur europeo y mediterráneo
21 Efectos económicos de la unificación alemana y sus implicaciones estratégicas
22 La política española de armamento ante la nueva situación internacional
23 Estrategia finisecular española: México y Centroamérica
24 La Ley Reguladora del Régimen del Personal Militar Profesional (cuatro cuestiones concretas)
25 Consecuencias de la reducción de los arsenales militares negociados en Viena, 1989. Amenaza no compartida
26 Estrategia en el área iberoamericana del Atlántico Sur
27 El Espacio Económico Europeo. Fin de la Guerra Fría
28 Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (I)
29 Sugerencias a la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT)
30 La configuración de Europa en el umbral del siglo XXI
31 Estudio de «inteligencia operacional»
32 Cambios y evolución de los hábitos alimenticios de la población española
33 Repercusiones en la estrategia naval española de aceptarse las propuestas del Este en la CSBM, dentro del proceso de la CSCE
34 La energía y el medio ambiente
35 Influencia de las economías de los países mediterráneos del norte de África en sus respectivas políticas defensa
36 La evolución de la seguridad europea en la década de los 90
37 Análisis crítico de una bibliografía básica de sociología militar en España. 1980-1990
38 Recensiones de diversos libros de autores españoles, editados entre 1980-1990, relacionados con temas de las Fuerzas Armadas
39 Las fronteras del mundo hispánico
40 Los transportes y la barrera pirenaica
41 Estructura tecnológica e industrial de defensa, ante la evolución estratégica del fin del siglo XX

42 Las expectativas de la I+D de defensa en el nuevo marco estratégico
43 Costes de un ejército profesional de reclutamiento voluntario. Estudio sobre el Ejército profesional del Reino Unido y (III)
44 Sistemas ofensivos y defensivos del espacio (II)
45 Desequilibrios militares en el Mediterráneo Occidental
46 Seguimiento comparativo del presupuesto de gastos en la década 1982-1991 y su relación con el de Defensa
47 Factores de riesgo en el área mediterránea
48 Las Fuerzas Armadas en los procesos iberoamericanos de cambio democrático (1980-1990)
49 Factores de la estructura de seguridad europea
50 Algunos aspectos del régimen jurídico-económico de las FAS
51 Los transportes combinados
52 Presente y futuro de la conciencia nacional
53 Las corrientes fundamentalistas en el Magreb y su influencia en la política de defensa
54 Evolución y cambio del este europeo
55 Iberoamérica desde su propio sur. (La extensión del Acuerdo de Libre Comercio a Sudamérica)
56 La función de las Fuerzas Armadas ante el panorama internacional de conflictos
57 Simulación en las Fuerzas Armadas españolas, presente y futuro
58 La sociedad y la defensa civil
59 Aportación de España en las cumbres iberoamericanas: Guadalajara 1991-Madrid 1992
60 Presente y futuro de la política de armamentos y la I+D en España
61 El Consejo de Seguridad y la crisis de los países del Este
62 La economía de la defensa ante las vicisitudes actuales de las economías autonómicas
63 Los grandes maestros de la estrategia nuclear y espacial
64 Gasto militar y crecimiento económico. Aproximación al caso español
65 El futuro de la Comunidad Iberoamericana después del V Centenario
66 Los estudios estratégicos en España
67 Tecnologías de doble uso en la industria de la defensa
68 Aportación sociológica de la sociedad española a la defensa nacional

69 Análisis factorial de las causas que originan conflictos bélicos
70 Las conversaciones internacionales Norte-Sur sobre los problemas del Mediterráneo Occidental
71 Integración de la red ferroviaria de la península ibérica en el resto de la red europea
72 El equilibrio aeronaval en el área mediterránea. Zonas de irradiación de poder
73 Evolución del conflicto de Bosnia (1992-1993)
74 El entorno internacional de la Comunidad Iberoamericana
75 Gasto militar e industrialización
76 Obtención de los medios de defensa ante el entorno cambiante
77 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) de la Unión Europea (UE)
78 La red de carreteras en la penísula ibérica, conexión con el resto de Europa mediante un sistema integrado de transportes
79 El derecho de intervención en los conflictos
80 Dependencias y vulnerabilidades de la economía española: su relación con la defensa nacional
81 La cooperación europea en las empresas de interés de la defensa
82 Los cascos azules en el conflicto de la ex-Yugoslavia
83 El sistema nacional de transportes en el escenario europeo al inicio del siglo XXI
84 El embargo y el bloqueo como formas de actuación de la comunidad internacional en los conflictos
85 La Política Exterior y de Seguridad Común (PESC) para Europa en el marco del Tratado de no Proliferación de Armas Nucleares (TNP)
86 Estrategia y futuro: la paz y seguridad en la Comunidad Iberoamericana
87 Sistema de información para la gestión de los transportes
88 El mar en la defensa económica de España
89 Fuerzas Armadas y sociedad civil. Conflicto de valores
90 Participación española en las fuerzas multinacionales
91 Ceuta y Melilla en las relaciones de España y Marruecos
92 Balance de las primeras cumbres iberoamericanas
93 La cooperación hispano-franco-italiana en el marco de la PESC
94 Consideraciones sobre los estatutos de las Fuerzas Armadas en actividades internacionales

95 La unión económica y monetaria: sus implicaciones
96 Panorama estratégico 1997/98
97 Las nuevas Españas del 98
98 Profesionalización de las Fuerzas Armadas: los problemas sociales
99 Las ideas estratégicas para el inicio del tercer milenio
100 Panorama estratégico 1998/99
100 1998/99 Strategic Panorama
101 La seguridad europea y Rusia
102 La recuperación de la memoria histórica: el nuevo modelo de democracia en Iberoamérica y España al cabo del siglo XX
103 La economía de los países del norte de África: potencialidades y debilidades en el momento actual
104 La profesionalización de las Fuerzas Armadas
105 Claves del pensamiento para la construcción de Europa
106 Magreb: percepción española de la estabilidad en el Mediterráneo, prospectiva hacia el 2010
106-B Maghreb: percepción espagnole de la stabilité en Méditerranée, prospective en vue de L'année 2010
107 Panorama estratégico 1999/2000
107 1999/2000 Strategic Panorama
108 Hacia un nuevo orden de seguridad en Europa
109 Iberoamérica, análisis prospectivo de las políticas de defensa en curso
110 El concepto estratégico de la OTAN: un punto de vista español
111 Ideas sobre prevención de conflitos
112 Panorama Estratégico 2000/2001
112-B Strategic Panorama 2000/2001
113 Diálogo mediterráneo. Percepción española
113-B Le dialogue Méditerranéen. Une perception espagnole
114 Aportaciones a la relación sociedad - Fuerzas Armadas en Iberoamérica
115 La paz, un orden de seguridad, de libertad y de justicia
116 El marco jurídico de las misiones de las Fuerzas Armadas en tiempo de paz
117 Panorama Estratégico 2001/2002
117-B 2001/2002 Strategic Panorama
118 Análisis, estrategia y prospectiva de la Comunidad Iberoamericana

119 Seguridad y defensa en los medios de comunicación social
120 Nuevos riesgos para la sociedad del futuro
121 La industria europea de defensa: presente y futuro
122 La energía en el espacio euromediterráneo
122-B L'énergie sur la scène euroméditerranéenne
123 Presente y futuro de las relaciones cívico-militares en Hispanoamérica
124 Nihilismo y terrorismo
125 El Mediterráneo en el nuevo entorno estratégico
125-B The Mediterranean in the New Strategic Environment
126 Valores, principios y seguridad en la comunidad iberoamericana de naciones
127 Estudios sobre inteligencia: fundamentos para la seguridad internacional
128 Comentarios de estrategia y política militar
129 La seguridad y la defensa de la Unión Europea: retos y oportunidades
130 El papel de la inteligencia ante los retos de la seguridad y defensa internacional
131 Crisis locales y seguridad internacional: El caso haitiano
132 Turquía a las puertas de Europa
133 Lucha contra el terrorismo y derecho internacional
134 Seguridad y defensa en Europa. Implicaciones estratégicas
135 La seguridad de la Unión Europea: nuevos factores de crisis
136 Iberoamérica: nuevas coordenadas, nuevas oportunidades, grandes desafíos
137 Irán, potencia emergente en Oriente Medio. Implicaciones en la estabilidad del Mediterráno
138 La reforma del sector de seguridad: el nexo entre la seguridad, el desarrollo y el buen gobierno
139 Security Sector Reform: the Connection between Security, Development and Good Governance
140 Impacto de los riesgos emergentes en la seguridad marítima
141 La inteligencia, factor clave frente al terrorismo internacional
142 Del desencuentro entre culturas a la Alianza de Civilizaciones. Nuevas aportaciones para la seguridad en el Mediterráneo
143 El auge de Asia: implicaciones estratégicas

144 La cooperación multilateral en el Mediterráneo: un enfoque integral de la seguridad

145 La Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD) tras la entrada en vigor del Tratado de Lisboa

145 B The European Security and Defense Policy (ESDP) after the entry into Force of the Lisbon Treaty

146 Respuesta europea y africana a los problemas de seguridad en África

146 B European and African Response to Security Problems in Africa

147 Los actores no estatales y la seguridad internacional: su papel en la resolución de conflictos y crisis

148 Conflictos, opinión pública y medios de comunicación. Análisis de una compleja interacción

149 Ciberseguridad. Retos y amenazas a la seguridad nacional en el ciberespacio

150 Seguridad, modelo energético y cambio climático

151 Las potencias emergentes hoy: hacia un nuevo orden mundial

152 Actores armados no estables: retos a la seguridad

153 Proliferacion de ADM y de tecnología avanzada

154 La defensa del futuro: innovación, tecnología e industria

154 B The Defence of the Future: Innovation, Technoligy and Industry

155 La Cultura de Seguridad y Defensa. Un proyecto en marcha

156 El gran Cáucaso

157 El papel de la mujer y el género en los conflictos

157 B The role of woman and gender in conflicts

158 Los desafíos de la seguridad en Iberoamérica

159 Los potenciadores del riesgo

160 La respuesta del derecho internacional a los problemas actuales de la seguridad global

161 Seguridad alimentaria y seguridad global

161 B Food security and global security

162 La inteligencia económica en un mundo globalizado

162B Economic intelligence in global world

163 Islamismo en (r)evolución: movilización social y cambio político

164 Afganistán después de la ISAF

165 España ante las emergencias y catástrofes. Las Fuerzas Armadas en colaboración con las autoridades civiles