

Patrocinador principal



Patrocinador



Energía y Geostrategia • 2020



# Energía y Geostrategia 2020

Instituto Español de Estudios Estratégicos  
Comité Español del Consejo Mundial de la Energía  
Club Español de la Energía







Patrocinador principal



Patrocinador



## Energía y Geoestrategia 2020

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**  
<https://cpage.mpr.gob.es>

Edita:



<https://publicaciones.defensa.gob.es/>

© Autores y editor, 2020

NIPO: 083-16-249-2 (edición papel)

ISBN: 978-84-9091-470-0 (edición papel)

Deposito Legal: M-6433-2020

Fecha de edición: mayo 2020

Maqueta e imprime: Ministerio de Defensa

NIPO: 083-16-250-5 (edición libro-e)

NIPO: 083-18-071-7 (edición en pdf)

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad de los autores 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% libre de cloro procedente de bosques gestionados de forma sostenible.

# ÍNDICE

	Página
<b>Introducción</b> .....	9
<i>Claudio Aranzadi*</i>	
<b>Entrevista con el vicepresidente senior de Energía Global y Relaciones Internacionales para IHS Markit, Carlos Pascual</b> .....	25
<b>Capítulo primero</b>	
<b>La rivalidad estratégica entre China y EE. UU. en el área de la energía</b> .....	39
<i>Isidoro Tapia Ramírez</i>	
<b>Primera parte. Un mapa de la energía en China</b> .....	45
Introducción .....	45
Mix energético de China.....	46
Sector del carbón .....	48
Sector del petróleo .....	50
Sector del gas natural.....	57
Sector de energías renovables .....	61
Compromisos medioambientales .....	64
Planificación energética .....	65
Conclusiones.....	68
<b>Segunda parte. La geopolítica de la energía</b> .....	69
Las grandes transiciones energéticas .....	71
La nueva geopolítica de la energía .....	78
Conclusiones.....	86
<b>Tercera parte. La rivalidad entre China y EE. UU.</b> .....	87
El expansionismo energético chino. ¿Tenemos algo que temer? .....	87
El <i>Wei qi</i> energético: ¿China en el papel de EE. UU. o en el de Arabia Saudí? .....	93
Del compromiso a la amenaza: la guerra comercial y las relaciones China-Estados Unidos.....	97
La crisis del Covid-19 .....	100
Consideraciones finales .....	102

## Capítulo segundo

<b>Geopolítica en el Mediterráneo Oriental: algo más que gas</b> .....	105
<i>Felipe Sánchez Tapia</i>	
<b>Introducción</b> .....	111
<b>Primera parte - La geopolítica del Mediterráneo Oriental</b> .....	113
Influencia de la conflictividad en Oriente Medio: la crisis de refugiados.....	117
El mar Egeo.....	119
Delimitación de zonas económicas exclusivas (ZEE) y plataforma conti-	
nental .....	122
Grecia - Turquía .....	124
Chipre - Turquía .....	126
Israel - Líbano .....	127
Israel - Autoridad Palestina (franja de Gaza) .....	128
Siria - Turquía / Siria - Líbano.....	129
El factor energético .....	129
Los países productores: Egipto, Israel, Chipre .....	133
Conflictividad de la exploración .....	140
Posibilidades de exportación .....	146
<b>Segunda parte - Relaciones de poder y política de contención en el Mediterráneo</b>	
<b>Oriental</b> .....	151
El poder militar regional en el Mediterráneo Oriental.....	152
Poder naval .....	152
Poder aéreo .....	154
Equilibrio de poder regional .....	157
La geopolítica de las grandes potencias: oportunidades para la contención	
global.....	160
Rusia .....	160
China .....	162
Estados Unidos.....	164
Francia y Reino Unido.....	165
Conclusiones .....	166

## Capítulo tercero

<b>La seguridad de los sistemas eléctricos europeos</b> .....	171
<i>Alberto Carbajo Josa</i>	
<b>Primera parte</b> .....	177
<b>La seguridad del sector eléctrico en España</b> .....	177
<b>Introducción</b> .....	177
Los servicios de ajuste y servicios complementarios .....	179
Regulación primaria.....	180
Regulación secundaria.....	181
Disponibilidad o banda de regulación.....	182
Energía utilizada de regulación secundaria.....	182
Regulación terciaria .....	183
Gestión de desvíos.....	184
Control de tensión de la red de transporte .....	184
Reposición del servicio .....	185
Las protecciones eléctricas.....	186
La transición energética .....	187

	Página
Las energías renovables .....	189
El sistema eléctrico europeo .....	192
Las interconexiones eléctricas.....	193
<b>Segunda parte.....</b>	<b>196</b>
La digitalización.....	196
La ciberseguridad eléctrica.....	202
Las amenazas y ciberataques .....	206
Las tendencias para el futuro .....	211
Las actuaciones y normativa comunitaria.....	211
La cooperación internacional en ciberseguridad.....	214
Diseño de protecciones de ciberseguridad.....	220
Medidas de ciberseguridad a un sistema de control existente .....	224
El Blockchain.....	226
Aplicación de Blockchain en el sector energético.....	228
Conclusiones.....	229
Referencias bibliográficas .....	231
<b>Capítulo cuarto</b>	
<b>Sostenibilidad energética en sector de defensa y seguridad - Con- texto global, europeo y OTAN.....</b>	<b>233</b>
<i>Manuel Francisco Arribas Tiestos</i>	
<i>David Martín Borreguero</i>	
Contexto global en relación con la eficiencia energética y el cambio cli- mático .....	239
Acuerdo de París.....	239
Contexto europeo en relación con la eficiencia energética y el cambio climático .....	243
Marco europeo para el clima y la energía: política y estrategia energéti- ca. La Unión de la Energía.....	243
Objetivos y marco legislativo 2020 de la UE sobre clima y energía.....	246
Objetivos y marco legislativo 2030 de la UE sobre clima y energía.....	247
Directiva de eficiencia energética (Directiva 2018/2002) .....	248
Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (Directiva 2018/844) ..	249
Directiva de fomento del uso de energía procedente de fuentes re- novables (Directiva 2018/2001) .....	250
Reglamento sobre la Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima (Reglamento 2018/1999) .....	250
Actos legislativos (4) para el diseño del mercado eléctrico .....	251
Estrategia a largo plazo para 2050 .....	251
Sostenibilidad energética en el contexto del sector de la defensa euro- pea .....	252
Participación del Ministerio de Defensa en iniciativas del sector de defensa en sostenibilidad energética a través de la Agencia Europea de la De- fensa (EDA) .....	253
Programa de Energía y Medio Ambiente de la EDA .....	253
Proyecto Smart Blue Water Camps (SBWC).....	254
Proyecto Smart Energy Camp Technical Demonstrator (SECTD) .....	256
Proyecto Data Collection and Analysis and Sharing (DCAS) .....	259
Proyecto Defence Energy Managers Course (DEMS) .....	260
Proyecto Total Energy and Environment Military Capability Assess- ment Framework (TEEMCAF).....	261



	Página
Agenda Global Estratégica de Investigación (OSRA) y Plan de Desarrollo de Capacidades (CDP).....	261
Foro consultivo sobre sostenibilidad energética en el sector de la seguridad y la defensa .....	263
Objetivos, estructura y dinámica del foro consultivo .....	263
Logros alcanzados .....	265
Resultados, lecciones aprendidas y buenas prácticas.....	266
Gran reforma del edificio de la sede central de Isdefe, Agencia del Ministerio de Defensa de España .....	271
Proyecto de maximización de la eficiencia energética a través de cambios en el comportamiento. Ministerio de Defensa del Reino Unido. ....	273
Base de datos de consumo energético a través de contadores inteligentes, Ministerio de Defensa de Austria .....	274
El CF SEDSS como incubadora de ideas para futuros proyectos colaborativos.....	275
Contexto OTAN en relación con la eficiencia energética y el cambio climático .....	276
Concepto de energía inteligente (Smart Energy) .....	276
Marco de la defensa verde (Green Defence Framework).....	280
Ejercicios «Capable Logistician» de la OTAN.....	283
Participación del Ministerio de Defensa en iniciativas y proyectos I+D+i en el entorno OTAN .....	285
Grupo de investigación SAS-083. Power and Energy in Military Operations (DGAM).....	285
Grupo de investigación SET-173. Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter.....	286
Proyecto IUFCV (Improving efficiency and operational range in low-power unmanned vehicles through the use of hybrid fuel-cell power systems) .....	287
Contexto nacional en relación con la eficiencia energética y el cambio climático .....	288
Participación del Ministerio de Defensa y Fuerzas Armadas en iniciativas y proyectos I+D+i a nivel nacional.....	291
Proyectos del programa COINCIDENTE (DGAM).....	292
Proyecto ATHEMTO.....	292
Proyecto ALPAM .....	292
Proyectos de innovación de ejércitos.....	292
PC VERDE.....	292
Grupo electrógeno de velocidad variable y cogeneración.....	293
Oficina de Campaña Antártica.....	293
Grand Smart Box .....	293
Proyectos de INTA.....	294
Proyectos Subdirección General de Sistemas Aéreos / Área de Energía.....	294
Proyectos Subdirección General de Sistemas Terrestres.....	294
Proyecto ENERGYSIS.....	294
Proyecto MAGYSTER.....	294
Conclusiones.....	295
<b>Composición del grupo de trabajo .....</b>	<b>297</b>

## Introducción

Claudio Aranzadi\*

En este séptimo número de *Energía y Geoestrategia* se presentan los siguientes artículos: «La rivalidad estratégica entre China y EE. UU. en el área de la energía», de Isidoro Tapia; «Geopolítica en el Mediterráneo Oriental: algo más que gas», de Felipe Sánchez Tapia; «La seguridad de los sistemas eléctricos europeos», de Alberto Carbajo; y «Sostenibilidad energética en el sector de defensa y seguridad. Contexto global, europeo y OTAN», de Manuel Francisco Arribas y David Martín Borreguero.

I. Tapia, en su artículo en gran medida complementario del que el mismo autor escribió en «Energía y Geoestrategia 2017» dedicado a la política energética de los EE. UU., examina en detalle el perfil actual del sector energético en China, después de más de cuatro décadas de altísimo crecimiento económico del país, analizando el impacto geopolítico de algunos de sus rasgos dominantes (elevado volumen de sus importaciones de hidrocarburos, estrategia inversora en el exterior, dimensión energética de su iniciativa Belt and Road, potencial inexplorado de *shale gas*, detención de la principal capacidad de producción global de materiales de tierras raras necesarias en las tecnologías de transición energética, avan-

\* Esta introducción fue redactada en febrero de 2020, con anterioridad al estallido de la COVID-19.

ces en la curva de aprendizaje de tecnologías descarbonizadoras, como la generación eléctrica nuclear, paneles solares, baterías, coche eléctrico, etc.) y su interrelación con el nuevo posicionamiento energético de EE. UU. (convertido en exportador neto de hidrocarburos y en país pivotal en el mercado de crudo). Todo ello en un marco de negociación comercial bilateral inacabada y de una creciente importancia de la competencia tecnológica entre ambos países. F. Sánchez Tapia, analiza en su trabajo, la compleja interrelación geoestratégica entre factores políticos, militares y energéticos en un área geográfica que el autor considera encaja en el concepto de «cinturón de quiebra» (espacio geográfico que abarcaría Egipto, Israel, Líbano, Siria, Turquía y Grecia, además de la isla de Chipre y los cuellos de botella del canal de Suez y los estrechos turcos). En esta área, el descubrimiento de importantes reservas de gas natural ha introducido un nuevo factor desencadenante de conflictos (por ejemplo, en la aceptación de las respectivas zonas económicas exclusivas) y de comunidades parciales de intereses (favorables, por ejemplo, en el terreno energético a una mayor cooperación Egipto-Israel-Chipre-Grecia). El artículo también examina con detalle, las diferentes estrategias de implicación en el área de Rusia, China y EE. UU. y la repercusión del nuevo escenario de la región en Europa. A. Carbajo, expone en su artículo, los nuevos desafíos para la definición y desarrollo de una estrategia de seguridad en el sector eléctrico europeo. Para ello, analiza las características específicas que desde el punto de vista institucional y tecnológico caracterizan al sector eléctrico en su empeño de alcanzar un determinado estándar de «fiabilidad del sistema»; además analiza las exigencias derivadas de la innovación tecnológica y de los imperativos de la transición energética dirigida a la plena descarbonización del sector. En este propósito, como señala el artículo, el intenso avance en la digitalización y en la integración eléctrica europea (con avances en el acoplamiento de mercados nacionales y aumento de interconexiones) son, al mismo tiempo, un factor de eficiencia y seguridad, pero también un generador de nuevos riesgos y amenazas a los que la estrategia de ciberseguridad (a la que el artículo dedica un análisis detallado) deberá hacer frente. Por último, M.F. Arribas y D. Martín, exponen la nueva visión que supone la integración en la política de seguridad y defensa de los objetivos de política energética y climática, trascendiendo la visión tradicional de la energía como una *commodity*, aunque *input* esencial para la operación militar. Desde una perspectiva europea es especialmente ilustrativa la referencia en el artículo a las conclusiones del Consejo Europeo de

junio de 2019 relativas a la seguridad y defensa en el contexto de la Estrategia Global de la Unión Europea, en las que se reconoce el trabajo y los resultados alcanzados por el Foro Consultivo sobre Sostenibilidad Energética en el Sector de la Seguridad y Defensa, iniciativa de la Comisión Europea gestionada por la Agencia Europea de Defensa.

El panorama geopolítico de la energía, desde la publicación del número precedente de «Energía y Geoestrategia», sigue estando protagonizado por los efectos de las decisiones del ejecutivo de EE. UU. La guerra comercial EE. UU.-China, la evolución del conflicto con Irán después del abandono por parte norteamericana del acuerdo nuclear 5+1 y la confirmación de la retirada de EE. UU. del Acuerdo de París, continúan marcando de forma destacada la agenda geoestratégica relevante para las decisiones de los principales agentes estatales y empresariales en el espacio energético global, y son factores decisivos en la configuración del riesgo geopolítico con incidencia en el área energética. Resulta problemático, sin embargo, deslindar, en la estrategia del presidente Trump, los aspectos más erráticos de los que responden a un patrón de conducta más sistemático (determinado por opciones políticas ya anunciadas con anterioridad o por intereses, por ejemplo electorales, más fácilmente discernibles); ambos, además, suelen aparecer mezclados en sus iniciativas. No es posible, seguramente, excluir en Trump un impulso en alguna de sus decisiones tendente a diferenciar su imagen de las de su predecesor (tanto en relación al Acuerdo de París, al acuerdo nuclear con Irán y, probablemente, al atentado contra el general Soleimani); los impulsos idiosincrásicos de Trump no corregidos suficientemente por su entorno institucional seguirán teniendo en el futuro un valor explicativo de las decisiones del presidente de los EE. UU., pero con un componente elevado de aleatoriedad. Ahora bien, también existen en Trump patrones sistemáticos de comportamiento ligados a su ideología antiambientalista y proteccionista, y a su desconfianza en el multilateralismo y los procedimientos cooperativos; lógicamente la existencia de estos patrones sistemáticos permitirían anticipar el futuro con mayor potencial predictivo.

El juego entre ambos condicionantes del comportamiento del ejecutivo norteamericano tiene relevancia para prever el recorrido futuro del conflicto EE. UU./Irán, de gran importancia como determinante de la evolución del riesgo geopolítico y del impacto de este en los mercados energéticos. La estrategia de «máxima presión» por parte de EE. UU., con una nueva intensificación de las sancio-

nes a Irán después de la respuesta militar limitada de este país al atentado contra el general Soleimani, dirigida a lograr un acuerdo nuclear más amplio que incluya el programa balístico de Irán y la contención de su política intervencionista en la región, no parece tener altas posibilidades de éxito a corto plazo. Pero independientemente de sus efectos colaterales de desestabilización política de Irán, (que difícilmente conducirán a un cambio de régimen, pero sí pueden propiciar el resultado no deseado de su radicalización), el endurecimiento de las sanciones que ya ha afectado decisivamente a la producción y a las inversiones en la industria petrolera de Irán, puede extender su impacto a Irak (teatro agravado de confrontación Irán/EE. UU. después de los recientes atentados en este país que también incluyeron al líder de la principal milicia chiita en Irak); pero Irak, como señala la AIE en su informe *Oil Market Report. January 2020* es ya el tercer exportador de OPEP+ y el segundo de la OPEP (con una exportación de crudo del orden de 4 M/b.d. habiendo duplicado esta en la última década), por lo que el efecto multiplicador en la oferta global de crudo puede ser sensible y añadirse así a otras disrupciones asociadas a tensiones geopolíticas como la que afecta a Venezuela y con menos intensidad a Libia. Es cierto que la propia AIE prevé que el primer semestre de 2020 se caracterizará por un exceso de oferta de crudo, por lo que a corto plazo este riesgo político no afectaría a los precios del petróleo e incluso aliviaría los requerimientos de nuevas reducciones en la oferta por parte de la OPEP+. A medio plazo, sin embargo, con mercados más tensos, ese riesgo geopolítico podría manifestarse si no se contiene su progresión. Es en este sentido en el que pueden jugar un papel los patrones sistemáticos de comportamiento de Trump. Su aislacionismo, su reluctancia a implicarse en conflictos militares (que ya parece haberse manifestado en su comportamiento en relación a Venezuela y en su contención ante la posible escalada con Irán), y cálculos electoralistas (elección presidencial en noviembre 2020), podrían contribuir, al menos hasta las elecciones, a distender la situación y rebajar el riesgo político asociado al conflicto norteamericano-iraní, al menos en lo que a la alimentación del mismo originada en EE. UU. se refiere.

La utilización de este marco interpretativo conduce sin embargo a previsiones ambiguas en relación al futuro de la guerra comercial EE. UU./China. El cierre de la primera fase del acuerdo comercial entre ambos países tendrá probablemente un efecto positivo en el crecimiento mundial, (pudiendo incluso frenar la tendencia global a la desaceleración del mismo), lo que se traduciría en una revisión al alza de las previsiones de demanda de petróleo de

efectos inciertos sobre los mercados (en función de la reacción de la OPEP+, la respuesta de la oferta de *tight-oil* de EE. U.U., etc.). En todo caso, el logro de esta primera fase del acuerdo comercial puede interpretarse como una victoria de Trump y el posible freno a la desaceleración económica global sin duda tendría un impacto positivo en sus expectativas electorales. Todo ello debería conducir a una posición favorable a completar cuanto antes la segunda fase de la negociación. Sin embargo, también puede ocurrir que Trump interprete el logro de este primer acuerdo como una demostración de lo correcto de una estrategia de negociación energética contaminada de presión política y centrada en el bilateralismo (algo que su actuación en relación con la OMC está demostrando) y pretenda aumentar la dosis en la segunda fase. Si esta fuese la conjetura correcta, no solo consolidaría el deterioro del multilateralismo en la ordenación del comercio internacional, sino que podría suponer un paso más en el deterioro de una institución fundamental como la OMC. Además, es difícil imaginar que en esa segunda fase de la negociación, China vaya a ceder en alguna de las reclamaciones básicas pendientes de EE. UU. (y de otros países), por ejemplo la relativa al uso de ayudas públicas (a través de mecanismos directos e indirectos) para ganar competitividad en los mercados globales, ya que considera su capitalismo de estado como una pieza fundamental de su identidad institucional. Un fracaso en el cierre definitivo del acuerdo comercial llevaría probablemente a una crisis económica internacional.

Otros acontecimientos del reciente año han contribuido a añadir incertidumbre en el escenario geopolítico de la energía, como es el caso de la crisis venezolana o libia. En Libia, donde el reforzamiento de la presencia en los bandos opuestos de la guerra civil de Rusia y Turquía parecía añadir nuevas turbulencias al conflicto, la Conferencia de Berlín en Alemania (enero 2020) podría, sin embargo, mediante el acuerdo de alto el fuego permanente y de embargo de ayuda militar a los contendientes, suponer un inicio del proceso de estabilización del país. En Venezuela, sin embargo, la incertidumbre es enorme, además en un contexto de tensión del ciclo político en la mayor parte de los países latinoamericanos.

Por otro lado, con una perspectiva de medio y largo plazo comienza a suscitar una atención creciente el riesgo asociado al cambio climático que el Bank of England<sup>1</sup> descompone en tres

---

<sup>1</sup> BANK OF ENGLAND. «The impact of climate change on the U.K. insurance sector». B. of E. /Prudential Regulation Authority, 2015.

tipos de riesgo [asociados respectivamente, a los impactos físicos del calentamiento global, a los efectos de la transición energética necesaria para minimizar esos impactos, y a las responsabilidades (*liabilities*) vinculadas a los riesgos anteriores] y que incluye, cada vez más, ingredientes geopolíticos. El Acuerdo de París de diciembre de 2015 fue un hito de la diplomacia multilateral (al incorporar como partes a 195 países) que configuraba el marco cooperativo internacional adecuado para enfrentar una externalidad negativa global como la constituida por el calentamiento climático. Pero su ejecución exige un desarrollo dinámico que incluye aspectos procedimentales [en los que la COP 24 de Katowice, con los acuerdos (incompletos) relativos al Libro de Reglas, supuso un gran avance] y una adaptación continua a las nuevas evidencias factuales y técnicas que los científicos especializados en el cambio climático aporten. En este sentido, la publicación del informe IPCC (2018)<sup>2</sup> está propiciando una inflexión más estricta en las metas de reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y poniendo de manifiesto la existencia de un enorme *gap* entre la trayectoria de emisiones consistente con el agregado de compromisos nacionales en la actualidad de los países participantes del Acuerdo y la trayectoria necesaria para alcanzar el objetivo fijado en París (orientado en conseguir un crecimiento de la temperatura global significativamente inferior a 2°C y continuar los esfuerzos para limitar el aumento de temperatura a 1,5°C sobre los niveles preindustriales), siendo este *gap* todavía mayor si se consolidase un objetivo de reducción de emisiones más consistente con el informe IPCC (2018) conducente a respetar estrictamente el límite de aumento de temperatura a 1,5°C y, por consiguiente, a alcanzar la neutralidad de emisiones (emisiones netas cero) en 2050. Como el informe de IPCC señala, los actuales compromisos nacionales anunciados hasta 2030, son consistentes con un aumento de la temperatura de 3°C, lo que indica la intensidad de la corrección exigida en las nuevas versiones de los mismos si se pretende retomar una senda de reducción de emisiones compatible con los objetivos de la política climática.

En el WEO 2019<sup>3</sup> de la Agencia Internacional de la Energía, se muestran las diferencias entre la senda de reducción de emisiones consistente con el objetivo de limitación de la temperatura

<sup>2</sup> INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (Special Report). «Global warming of 1,5°C». 2018.

<sup>3</sup> INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. «World Energy Outlook, 2019».

sensiblemente por debajo de 2°C y la trayectoria compatible con el respeto estricto de un límite de 1,5°C. En el primer caso, que coincide como el escenario más estricto en términos ambientales del WEO 2019 (escenario de Desarrollo Sostenible), su definición se realiza sobre la base de un aumento de la temperatura de 1,8°C (con un 66 % de probabilidad) sin contar con emisiones negativas de CO<sub>2</sub>, o 1,65°C (con un 50 % de probabilidad), lo que conduciría a un nivel cero de emisiones CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía en 2070; sin embargo, la AIE considera que este escenario deja abierta la posibilidad (en la hipótesis de una trayectoria de emisiones negativas en la segunda parte del siglo) de que el límite de 1,5°C pudiese ser alcanzado (con una probabilidad del 50 %) en 2100. Ahora bien, según el WEO 2019, respetar el límite de 1,5°C, sin recurrir a las emisiones negativas, exigiría un nivel de emisiones cero en 2050, lo que, en estimación de la Agencia, supondría una reducción anual de emisiones, a partir de 2018, de 13 Gt., cuantía aproximadamente equivalente a las emisiones evitadas con el cierre de 299 Gw de capacidad de generación eléctrica con carbón (el 14 % de la capacidad instalada global de centrales de carbón) o con el reemplazo del 40 % de la flota de vehículos de pasajeros para coches eléctricos. Aunque la propia Agencia Internacional de la Energía señala que el escenario más estricto (límite de 1,5°C) no se ha analizado con detalle, los datos precedentes expuestos en WEO 2019, indican que una aparentemente pequeña diferencia en los límites de aumento de la temperatura aceptados se traduce en significativas divergencias en las sendas de emisiones de CO<sub>2</sub> que implican, y que las dificultades para alcanzar un nivel cero de emisiones en 2050 (sin emisiones negativas) son notables.

Incluso sin tener en cuenta el escenario más riguroso (1,5°C), la enorme desviación de la senda definida por las políticas climáticas asociadas por los partícipes del Acuerdo de París y los objetivos del mismo, se pone de manifiesto comparando, en el WEO 2019, el escenario central (*Stated Policies*), que refleja la trayectoria consistente con las políticas anunciadas por el conjunto de países y el escenario de Desarrollo Sostenible, consistente con los objetivos explícitos del Acuerdo de París (temperatura sensiblemente por debajo de 2°C) y cuyas bases de definición se han mencionado en páginas precedentes. Dos ejemplos, tomados de WEO 2019, como los relativos al sector petrolero y al sector del carbón bastan para ilustrar las diferencias. En el primer caso, la AIE estima que en el escenario *Stated Policies*, el «pico de demanda» de crudo no se produce antes de 2040 y que la demanda



global de petróleo en ese año ascendería a los 106 M/bd., mientras que dichas demandas en el escenario de Desarrollo Sostenible serían de 67 M/bd. (menos de 40 M/bd. en el escenario con límite estricto de aumento de la temperatura a 1,5°C<sup>4</sup>). Es decir, en las próximas décadas deberían ponerse en práctica nuevas políticas para corregir una deriva que en 2040 podría representar un exceso de la demanda de petróleo en relación a lo exigido por los objetivos de política climática del orden de 40 M/b.d. (más de 65 M/bd. en el escenario correspondiente al límite de 1,5°C).

Una impresión similar causan las cifras relativas a la capacidad de generación eléctrica con carbón. De los 2.080 Gw de capacidad instalada global en la actualidad, en el escenario *Stated Policies* de WEO 2019 se prevé el cierre de 600 Gw (centrales que cumplen 50 años de vida), mientras en el escenario Desarrollo Sostenible habría unos cierres adicionales del orden de 500 Gw (centrales de vida operativa inferior a 50 años), 240 Gw experimentarían la readaptación a combustión conjunta con biomasa o la instalación de la tecnología de captura y confinamiento de CO<sub>2</sub>, y alrededor de 720 Gw reducirían su operación al funcionar como oferentes de servicios de firmeza y flexibilidad en el sistema eléctrico. Es decir, la casi totalidad de la flota actualmente existente de centrales de carbón experimentaría, en el escenario de Desarrollo Sostenible, el cierre o algún tipo de reconversión. Hay que señalar, además, que, en función de los datos aportados en WEO 2019, dado que la capacidad global de generación con carbón se encuentra fundamentalmente en Asia (sobre todo China) y que en los países en desarrollo asiáticos la edad media de las plantas de generación eléctrica con carbón es de 12 años, estos países se verían seriamente afectados y China e India, cuya contribución a la descarbonización global es crucial, se enfrentarían a unas exigencias de reestructuración adicional notables.

La estimación al alza de los impactos físicos del cambio climático (como se hace en los informes de IPCC) y el aumento de los costes de mitigación asociados a la intensa corrección que deberán registrar las políticas climáticas para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, implica un crecimiento de los tres tipos de riesgo climático evocados por el Bank Of England<sup>1</sup>. También implican una potencial redistribución de los esfuerzos suplementarios de mitigación entre las partes del Acuerdo de París, lo que se plasmará en un complejo regateo geopolítico, en el que la

---

<sup>4</sup> INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. «WEO 2016».

reflexión sobre una transición energética justa, hasta ahora focalizada preferentemente en un ámbito doméstico, se extenderá de forma creciente al dominio internacional (Aranzadi 2019)<sup>5</sup>. Es cierto que un gran número de países, con Europa a la cabeza, se han mostrado dispuestos a asumir el objetivo de neutralidad de emisiones para 2050, pero los resultados de la COP25 (Chile) en Madrid (donde no se han registrado compromisos concretos de corrección en la orientación de los compromisos nacionales ni acuerdos en el desarrollo del artículo 6 del Acuerdo de París) muestran que los países industrializados con voluntad política de impulsar una activa política climática, con el liderazgo de la Unión Europea, deberán articular una agenda geopolítica que propicie una inflexión en la posición de países como EE. UU., China, India, Rusia, etc., grandes emisores y con capacidad de entorpecer el logro de un nuevo marco cooperativo más exigente en la política climática global. Dado que está previsto que la actualización de los compromisos nacionales (*Nationally Determined Contributions*) tenga lugar en el COP 26 de Glasgow (2020), el margen temporal para un reajuste multilateral de los esfuerzos suplementarios de reducción de emisiones no parece precisamente amplio.

La dificultad para llegar en la COP 25 de Madrid a un acuerdo en relación al desarrollo del artículo 6 del Acuerdo de París, cerrando así el Libro de Reglas, es otro indicador del complejo reto geopolítico que supone articular nuevos equilibrios cooperativos para avanzar en la instrumentación de la política climática global. En el número precedente de «Energía y Geoestrategia» se hacía referencia a los modelos de interacción entre heterogéneas políticas climáticas dirigida a alcanzar una mayor eficiencia global en Mehling, Metcalf y Stavins (2017)<sup>6</sup>, análisis completado por estos mismos autores<sup>7</sup> con una mayor focalización en el desarrollo del artículo 6.2. del Acuerdo de París. Como estos autores señalan, dada la diferencia en los costes marginales de reducción de emisiones entre países y áreas geográficas, la transferencia de esfuerzos de mitigación entre países (propiciando un proceso de convergencia) facilita una reducción del coste total

<sup>5</sup> ARANZADI C. «Lecciones de la política de reconversión industrial para una transición energética justa». *Papeles de Energía*. Funcas, junio 2019.

<sup>6</sup> MEHLING, M. A.; METCALF, G. E.; STAVINS, R. N. «Linking heterogeneous climate policies» (WP). MIT Center for Energy and Environmental Policy Research.

<sup>7</sup> MEHLING, M. A.; METCALF, G. E.; STAVINS, R. N. «Linking Climate policies to advance global mitigation». *Science* 359.

de mitigación. Mehling<sup>8</sup>, sin embargo, muestra la complejidad del diseño de un marco de gobernanza que minimice la pérdida de eficiencia asociada a una insuficiente garantía de integridad medioambiental, pérdida de ambición y fallos regulatorios. Con un sistema de transacciones de esfuerzos de mitigación (ventas de derechos de emisión por quienes son más rigurosos que sus compromisos y adquisición de los mismos por quienes no cumplirían con los mismos) se puede crear un incentivo perverso al laxismo en la asunción de compromisos de mitigación aunque este efecto no es considerado importante por Mehling, quien sin embargo insiste en la importancia de articular un marco regulatorio equilibrado, que evite una posible sobrerregulación y el correspondiente incremento de costes de transacción y riesgo para las inversiones.

Las discusiones sobre el desarrollo del artículo 6 del Acuerdo de París siguen manteniendo abierto el debate, objeto de examen en números precedentes de «Energía y Geoestrategia», relativo a las ventajas respectivas de los tres principales mecanismos de mitigación (impuesto, *cap and trade* y establecimiento de estándares tecnológicos u operativos) y están principalmente focalizadas en la eficiencia del marco de gobernanza que se vaya a pactar. Sin embargo, como señala Linares (2019)<sup>9</sup>, los aspectos redistributivos del marco establecido son de particular importancia (lo que supone un argumento supletorio a favor de un impuesto pigouviano, ya que permitiría la articulación de un «doble dividendo» nutriendo por ejemplo, el Fondo de Adaptación), al igual que lo es la atención a otros pilares del Acuerdo de París (adaptación, transferencia de tecnología y reforestación) que estarían siendo relegados por una excesiva focalización en la mitigación.

Es claro que el riesgo climático es asimétrico. En primer lugar, el coste social evitado del calentamiento climático (daños futuros actualizados) por la política de descarbonización es claramente superior a los costes de mitigación; en un análisis coste-beneficio, el bienestar neto obtenido por la política climática es obviamente muy positivo (se evitan daños catastróficos). Pero los costes, tanto los asociados al impacto físico del calentamiento, como los costes de mitigación, tienen una distribución desigual. Los daños físicos provocados por el calentamiento climático ya

<sup>8</sup> MEHLING, M. A. «Governing cooperative approaches under the Paris Agreement» (WP). M.I.T. Center for Energy and Environmental Policy Research.

<sup>9</sup> LINARES, P. «En torno a la COP (III); ¿Habrà acuerdo sobre el artículo 6?». Economics for Energy Blog. Dic. 2019.

están mostrando efectos muy diferenciados entre áreas geográficas y grupos poblacionales. En el caso de los costes de mitigación, a las asimetrías sociales y geográficas, se añaden las asimetrías entre empresas y sectores productivos y su perfil temporal (los costes de mitigación se concentran en el corto y medio plazo, mientras que los beneficios de la limitación del aumento de la temperatura lo hacen en el medio y largo plazo). En el primer caso, (minimización de daños físicos provocados por el calentamiento) el principal eje de actuación serán las políticas horizontales de adaptación. En el segundo (corrección de los impactos asimétricos entre sectores productivos de las políticas de mitigación) la vía más adecuada de intervención debería ser la política industrial<sup>5</sup>.

El riesgo climático asociado a la incertidumbre y coste de la transición energética tendrá una relevancia creciente en el sector del petróleo. En números precedentes de «Energía y Geoestrategia» se ha señalado que, de acuerdo con las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía, en un horizonte a muy largo plazo, el volumen de recursos globales de petróleo supera ampliamente las necesidades de crudo en un escenario de demanda compatible con los objetivos de descarbonización del Acuerdo de París. El riesgo más patente a largo plazo consistiría, por tanto, en la incertidumbre relativa al calendario y cuantía de la desvalorización de dichos recursos. La principal señal de cambio, (en palabras de Dale y Fattouh<sup>10</sup>) desde el tradicional paradigma de escasez de crudo a un paradigma de abundancia sería la consolidación en las expectativas de un «pico de demanda» en la serie histórica del mercado global de petróleo. Estos autores<sup>10</sup> coinciden con la mayor parte de los analistas en considerar que habrá que esperar décadas para que este «pico de demanda» se materialice (de hecho la propia AIE, en su escenario central de WEO 2019, no espera que se produzca con anterioridad a 2040). Como ya se ha señalado en párrafos precedentes, sin embargo, para la propia AIE en su escenario compatible con los objetivos del Acuerdo de París, el «pico de demanda» tendría lugar en los próximos años y la demanda de petróleo en 2040 debería situarse entre 40 y 67 M/b.d. (frente a los 106 M/b.d. que la propia Agencia estima para 2040 en su escenario central). Este *gap*, además de exigir una notable inflexión de la política climática, es un indicador de la extraordinaria incertidumbre sobre los efectos a largo plazo

<sup>10</sup> DALE, S.; FATTOUH, B. «Peak oil demand and long-run oil prices». The Oxford Institute for Energy Studies», 2018 January.

de la transición energética sobre el mercado de petróleo y, por consiguiente, de la cuantía del riesgo climático a largo plazo que gravita sobre el mismo.

Es probable, en todo caso, que como sostienen Dale y Fattouh<sup>10</sup>, los países con gran volumen de recursos y bajo coste de producción, demoren la puesta en práctica de una estrategia de «alto volumen, bajo precio» consistente con ese escenario más competitivo a largo plazo, hasta que sus estrategias de diversificación disminuyan sus exigencias de un precio mínimo del crudo que permita hacer frente a sus «costes sociales», manteniéndose por tanto a largo plazo una tendencia en los precios de crudo alejada de los costes marginales de producción «físicos» a largo plazo de los países de bajos costes y más alineada con sus «costes sociales» de producción. Sin embargo, como señalan Fattouh, Poudineh y West<sup>11</sup> la anticipación de un escenario de abundancia en el mercado de petróleo sí se está incorporando a la evaluación por parte de los inversores del riesgo de los proyectos petroleros. Según estos autores<sup>11</sup> los tipos de descuento considerados son más elevados y los *paybacks* requeridos más cortos, tendiendo a provocar un desplazamiento desde las fases con más riesgo del ciclo productivo (por ejemplo, la exploración) hacia las operaciones menos arriesgadas, una presión cortoplacista sobre el horizonte inversor, un impacto sobre el valor de las empresas y un incremento del riesgo de insuficiente inversión para cubrir la demanda prevista.

El peligro de incurrir en «inversiones varadas» (*stranded investments*) aparece minimizado en publicaciones recientes de la AIE, mencionadas en números precedentes de «Energía y Geoestrategia», para horizontes a corto y medio plazo, dada la necesidad de reposición de pozos agotados. Es claro que con los escenarios manejados por la mayor parte de los analistas (o en el escenario central de WEO 2019), una prudente estrategia inversora puede minimizar el riesgo de «inversiones varadas» a corto y medio plazo y que la evolución de los precios del crudo en esos horizontes seguirá mostrando una tendencia más acorde, como se señalaba en párrafos precedente, con el coste marginal de producción a largo plazo (social) que con la anticipación de la condición de «activos varados» (*stranded assets*) que calificaría a una parte de los

---

<sup>11</sup> FATTOUH, B.; POUDINEH, R.; WEST, R. «Energy Transition, Uncertainty, and the Implications of Change in the Risk Preferences of Fossil Fuels Investors». The Oxford Institute for Energy Studies, 2019 January.

recursos de crudo existentes. En cuanto a la previsión de los precios a corto plazo del crudo, la evolución reciente de los mercados muestra la complejidad creciente de los factores que los determinan. El comportamiento de los «fundamentales» (exceso de demanda y costes marginales de producción) está sometido no solo a las decisiones estratégicas de la OPEC+ (esencialmente de Rusia y sobre todo Arabia Saudí) difíciles de definir en entornos cambiantes como el actual, sino que dependerá también de las respuestas a las señales del mercado de la oferta del *tight-oil* de EE. UU. cuyas características estructurales, operativas y financieras están sometidas a discusión<sup>12</sup> y de una evolución errática del riesgo geopolítico. Parece que en este horizonte de corto plazo, el efecto del riesgo climático sobre los precios del petróleo sería poco relevante, pero si los escenarios de evolución de la demanda de crudo a medio plazo se van ajustando a los requerimientos que exige el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París, el riesgo asociado a los efectos de la transición energética tendería a hacerse más patente.

El riesgo climático en el sector gasístico tiene rasgos muy diferentes de los que caracterizan al riesgo en el sector petrolero, a pesar de tratarse de un combustible fósil. En primer lugar, la sustitución de carbón por gas natural en la generación eléctrica puede tener un papel transitorio significativo en el proceso de descarbonización de países como China e India, donde el ajuste en el uso de carbón será más radical. El gas natural emite un 40 % menos de CO<sub>2</sub> que el carbón (un 20 % menos que el petróleo) por unidad de energía producida y, por otro lado, la generación eléctrica supone el 40 % del consumo de gas natural y el 60 % del consumo de carbón (WEO 2019), lo que indica que el potencial de la sustitución en términos de reducción de emisiones es notable; a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> se añadiría además la reducción de emisiones de partículas, SO<sub>2</sub> y óxidos de nitrógeno, que en algunos países es una reclamación social más intensa. El uso del gas natural a la generación eléctrica como alternativa de transición tendrá además recorrido temporal por la necesidad de una mayor oferta de firmeza y flexibilidad en el sistema eléctrico (derivada de la sustitución creciente de capacidad de generación convencional por capacidad de generación renovable), mientras se consolidan en términos de coste y operatividad las nuevas tecnologías de almacenamiento (sobre todo baterías)

---

<sup>12</sup> FATTOUH, B.; ECONOMOU, A. «The Dilemma Continues: OPEC choices amidst high uncertainty». The Oxford Institute for Energy Studies, 2019 November.

y aumenta la presencia como oferentes de los servicios de firmeza y flexibilidad de la demanda y las interconexiones.

Puede considerarse como una variante de riesgo climático inherente al gas natural, la incertidumbre relativa al futuro del gas bajo en carbono (esencialmente un nuevo mix con presencia de biometano y sobre todo hidrógeno). La AIE (WEO 2019) considera que existe un potencial importante en el hidrógeno a través de su utilización en la edificación, transporte, industria y generación eléctrica. Pero sobre el desarrollo del importante papel que se asigna al hidrógeno en la política de descarbonización, gravitan todavía incertidumbres tecnológicas (al menos sobre la pendiente de su curva de aprendizaje). La producción de hidrógeno utilizando metano depende de la maduración de una tecnología como la captura y confinamiento de CO<sub>2</sub> que sigue sin dar el salto a su operación comercial y la producción de hidrógeno por electrólisis para ser utilizado en las pilas de combustible (como alternativa al vehículo eléctrico con baterías) depende para su competitividad del acceso a un precio de la electricidad suficientemente bajo (utilización de vertidos en la generación eléctrica renovable, por ejemplo). La alternativa de un gas «descarbonizado» es, sin duda, una extraordinaria oportunidad estratégica que permitiría, como señala la AIE, un salto cualitativo en la política de descarbonización de áreas del transporte o la industria donde hasta ahora existían barreras tecnológicas casi infranqueables; pero sobre esta alternativa gravita un significativo riesgo climático en la forma de riesgo tecnológico.

La potencial intensificación del riesgo climático, al igual de lo que ocurre con el riesgo geopolítico, tiende a provocar una merma en el valor de los activos de los agentes implicados en la geoestrategia de la energía (sean actores empresariales o estatales); en ambos tipos de riesgo, además, es difícil de modelizar formalmente la relación de causalidad (tanto la intensidad como los decalajes temporales) entre la magnitud del riesgo y sus efectos económicos (la relación entre riesgo geopolítico y precios del petróleo es un ejemplo claro), lo que conduce generalmente a apreciaciones de carácter cualitativo. En otros aspectos, sin embargo, las características de ambos tipos de riesgo difieren. El riesgo geopolítico suele estar inextricablemente vinculado a un contexto de rivalidad entre Estados (tensiones diplomáticas o militares), mientras que el riesgo climático es compatible con la presencia de un marco esencialmente cooperativo (como el configurado por el Acuerdo de París). En el caso del riesgo climático existen

factores naturales y tecnológicos que no afectan directamente al riesgo geopolítico, aunque ya se han señalado los desafíos de carácter geopolítico que el desarrollo y ejecución del Acuerdo de París plantea en estos momentos a los países firmantes (en concreto el inevitable regateo geopolítico que tendrá lugar entre los principales países emisores para distribuir los esfuerzos complementarios en la corrección de los compromisos nacionales si se pretende alcanzar los objetivos de la política climática). A la Unión Europea le corresponde un papel relevante en la estrategia de minimización de ambos riesgos; es sintomático, en este sentido, que dos de las principales prioridades de la nueva Comisión de la Unión Europea sean su voluntad de fortalecimiento de la presencia geopolítica de la Unión y el *European Green Deal* como guía para su estrategia medioambiental (esencialmente para su contribución a la política global de descarbonización).





**Entrevista con el vicepresidente senior de Energía  
Global y Relaciones Internacionales para IHS Markit,  
Carlos Pascual**

***¿Cuál ha sido el impacto combinado del COVID-19 sobre la demanda global de energía y sobre el exceso de suministro de petróleo derivado de la guerra de precios entre Arabia Saudí y Rusia?***

Quizá esta sea la primera vez que hayamos podido observar el doble impacto de un colapso en la demanda de petróleo combinado con un aumento de la oferta, por la guerra de precios iniciada entre Arabia Saudí y Rusia. Su intención podría ser causar un colapso en la producción de petróleo de los EEUU y dañar de forma permanente el futuro de los productores de petróleo de esquisto. Aunque a corto plazo todos los países puedan resultar perjudicados.

Los acontecimientos que desataron la guerra del petróleo entre Arabia Saudí y Rusia parecen estar ya claros. Arabia Saudí buscaba un recorte en la producción de 1,5 millones de barriles al día. Rusia no consideró que este recorte favoreciera los intereses de los productores que buscaban el crecimiento del suministro y nuevas inversiones. Rusia parecía asimismo preocupada de que un recorte en el suministro durante un periodo de intensa comprensión de la demanda no tendría gran impacto sobre la estabilización de los precios. Rusia abandonó las negociaciones. Arabia

Saudí recortó sus Precios de Venta Oficiales y se comprometió a aumentar la producción hasta 12 millones de barriles por día. Esto dio lugar a un único resultado: se espera que la producción de los EEUU en 2020 caiga en al menos 1 millón de barriles por día.

El impacto combinado del colapso en la demanda y el aumento de la oferta puede generar un exceso de petróleo de entre 4 y 7 millones de barriles por día en 2020. En el primer trimestre de 2020, la demanda de petróleo cayó en 3,9 millones de barriles al día. La producción puede aumentar de 1 a 2 millones de barriles por día. Los precios del petróleo, como era de esperar, se han derrumbado al nivel de 30 USD. Los excedentes de inventario en los mercados mundiales podrían alcanzar niveles de entre 700 y 1.000 millones de barriles. Para comparación, en el bienio 2016-17 los excedentes de inventario fueron de 400 millones de barriles, lo que tardó 2 años en hacerse desaparecer.

Ante estos escenarios, es inevitable que un mayor número de empresas se vean presionadas para reducir sus costes. Algunos productores de petróleo pueden verse privados a corto plazo de carísimas estrategias de diversificación energética. El coronavirus ha dado un nuevo sentido a la transición energética.

***Con lo que hemos visto en los últimos foros internacionales, como la COP 25 celebrada en Madrid el año pasado, o en las intervenciones durante el Foro de Davos 2020. ¿Cree que las negociaciones internacionales son el mejor proceso posible para lograr frenar el aumento de las temperaturas? ¿Qué lecciones aprendidas podemos extraer de ellas? ¿Qué impacto tienen estas negociaciones en las relaciones internacionales?***

El consenso global que llevó al Acuerdo de París en 2015 ha estallado en mil pedazos. China y los Estados Unidos se hallaban en el centro de ese alineamiento internacional. Europa se sumó también al esfuerzo por avanzar hacia una economía de más bajo contenido en carbono. Este consenso entre los principales actores logró el apoyo del G77.

Hoy, sin embargo, los Estados Unidos y otros países se encuentran en proceso de abandonar el Acuerdo de París. China, India y la mayoría de los países del Sudeste Asiático están aumentando el uso de carbón. La Unión Europea, moviéndose en dirección contraria, se ha comprometido a lograr unas emisiones netas

cero en 2050. Las economías emergentes están perplejas ante la orientación que parece van a tomar en el futuro las políticas climáticas globales y ante lo que este colapso del consenso significa para ellas.

Al mismo tiempo, el mundo ha sido testigo de una explosión de activismo «*bottom-up*» cada vez mayor por parte de estados, municipios y grupos ecologistas en todo el planeta. El sector financiero ha convertido la sostenibilidad en un factor central en cualquier decisión de inversión. Aunque de vez en cuando aparecen presiones «*bottom-up*» que llevan a señales conflictivas para la aplicación de normas y regulaciones en jurisdicciones sub-federales, pudiendo esto resultar muy caro a la hora de ponerlo en práctica. Dado el carácter existencial del cambio climático, se podría idealmente conseguir una mayor coherencia entre las políticas gubernamentales federales y las medidas tomadas a nivel sub-federal.

La lección que hemos aprendido de todo este proceso es que el mundo necesita acciones consistentes a tres niveles. El primero es la claridad entre las políticas gubernamentales nacionales, a fin de enviar señales e incentivos de mercado consistentes a inversores y operadores. El segundo es la importancia de mantener una presión local, idealmente coordinada, para conducir a los políticos y la política, por supuesto para lograr una mayor eficiencia y un mayor impacto. Lo tercero es la necesidad de dar señales fuertes y consistentes en cuanto a inversiones en nuevas tecnologías.

El proceso de innovación puede llevar desde años hasta décadas. Los inversores necesitan entender con absoluta claridad cómo enfocar las inversiones tecnológicas para lograr el máximo impacto. El mundo necesita que sea la tecnología la que impulse la carrera para reducir las emisiones.

***Está claro que los distintos países van a diferentes ritmos y tienen diferentes objetivos. China, India y Estados Unidos fueron los responsables del 85% del aumento de las emisiones en 2018. ¿Qué escenario se presenta en las futuras negociaciones mundiales sobre el clima, teniendo en cuenta factores clave como son la retirada de Estados Unidos de los compromisos del Acuerdo de París, la reticencia de China a abandonar el carbón o la imposibilidad de India de embarcarse en un proceso de descarbonización sin una ingente ayuda externa de carácter económico? La***

***presión internacional que existe sobre estos países para que reduzcan sus emisiones ¿puede tener algún coste geopolítico?***

Las naciones toman decisiones basadas en primer lugar en los intereses nacionales, no necesariamente en base a presiones geopolíticas globales. Respecto al cambio climático, las perspectivas nacionales varían muchísimo. El fuerte consenso político que existe en Europa respecto a la sostenibilidad llevó al desarrollo del Nuevo Pacto Verde (*Green New Deal*). En los Estados Unidos se ha producido una gran batalla política, a menudo emocional y generacional, entre aquellos que ven el cambio climático como una amenaza existencial y aquellos que disminuyen su importancia a corto plazo. Asia y África están preocupadas con el precio de la energía y el acceso a la misma – y, en algunos centros urbanos, con la contaminación. En Latinoamérica el cambio climático tiene un impacto significativo sobre las precipitaciones y el suministro errático de energía hidráulica, pero todavía está lejos de constituir un foco central. En conjunto, estamos todavía muy lejos de que las presiones geopolíticas exteriores cambien la posición nacional sobre el cambio climático.

***¿Qué impacto pueden tener todas las medidas que se están promoviendo en el ámbito financiero relacionadas con las inversiones sostenibles, en la producción y consumo energético mundial?***

El sector financiero tiene la posibilidad de estimular un giro masivo de la inversión energética hacia la sostenibilidad. En los últimos meses hemos visto cómo inversores institucionales y privados de capital respondían a las presiones de las partes interesadas para que la sostenibilidad fuera un factor central en sus decisiones de inversión. Los inversores, cada vez más, buscan guía en los índices medioambientales, sociales y de gobernabilidad (índices ESG) para evaluar el cumplimiento de las empresas con las consideraciones relativas a la sostenibilidad.

En cualquier caso, aún no estamos ante el nacimiento de una revolución. Los retornos de las inversiones en energías renovables y tecnologías limpias (*Clean Tech*) se mantienen relativamente bajos – entre el 8 y el 10%, y los inversores son escépticos. Hasta que apareció el COVID-19, el capital se movía hacia tecnologías de la información, farmacéuticas y bienes de consumo, donde los retornos son habitualmente entre 10 y 20 veces más grandes.

La Geografía también es importante. Pese a que Asia es la única parte del mundo en la que están creciendo tanto la demanda de energía como las emisiones GEI, los inversores aún no se decantan por esa región. Una razón es la limitada competitividad en Asia de las renovables y del gas, respecto al carbón. Los inversores siguen mirando a los gobiernos a la espera de que pongan en vigor medidas políticas (por ejemplo, subsidios al crédito) a fin de reforzar la demanda de combustibles más limpios y las inversiones en tecnologías limpias. La resolución de este enigma en Asia será fundamental para el impacto que el sector financiero pueda tener en la reducción de las emisiones a nivel global.

***¿Qué papel considera podrían tener tecnologías como el hidrógeno o la captura, transporte y utilización de carbono en el cumplimiento de los objetivos climáticos?***

La tecnología es cada vez más importante para hacer frente al cambio climático, pues los Estados muestran poca capacidad para crear un consenso en lo que se refiere a acción climática, mediante la política y la diplomacia.

Los estudios demuestran casi unánimemente que para sacar el carbono de la industria y de las emisiones del sistema eléctrico, será necesaria alguna forma de captura de carbono. Sin esa capacidad de extraer carbono, los estudios climáticos indican que las temperaturas globales se elevarán muy por encima de los objetivos en el Acuerdo de París. La reducción del coste de las baterías y del almacenamiento es crítica tanto para los vehículos eléctricos como para mitigar la intermitencia eólica y solar. En Europa, donde el gas es la principal fuente para la calefacción, el hidrógeno es esencial para encontrar una alternativa de calefacción que elimine o reduzca el uso de combustibles fósiles. Los vehículos eléctricos están en una posición alta en la agenda global de reducción de la demanda de petróleo en el transporte, pero la eficiencia de este tipo de vehículos obviamente depende de si los sistemas eléctricos que los soportan pueden además incluir la descarbonización. El mundo ha dedicado todavía poca atención a la descarbonización de la agricultura, que supone aproximadamente el 25% de las emisiones, aunque ya sabemos que al prevenir la deforestación y al invertir en repoblación forestal se puede extraer carbono de la atmósfera.

***La creciente importancia y el indudable peso específico que la tecnología ha adquirido en la transición energética***

***es un hecho incuestionable a día de hoy. Esto conlleva que el poder lo ostentará ahora quien posea la supremacía tecnológica. ¿Hasta qué punto este hecho ha supuesto una pérdida de relevancia geoestratégica para Europa y Oriente Medio?***

La capacidad tecnológica es clave para la productividad, competitividad y poder económico de un país. Pero la fortaleza tecnológica se deriva normalmente de una serie de factores distintos: buena política económica, niveles educativos y diversificación de la mano de obra. Una dotación fuerte de recursos naturales siempre es una ayuda. Con el tiempo, los factores demográficos serán ciertamente críticos. El pico de población juvenil en África, por ejemplo, podría cambiar radicalmente la posición de este continente como centro de fabricación para el mundo entero, especialmente si se beneficia de las importaciones de tecnología de otros países. También se pueden mencionar factores externos, en esta era del coronavirus, que ha causado un impacto masivo diezmando la demanda de consumo, el crecimiento económico y las cadenas de suministro. La tecnología es clave para el futuro económico de cualquier país, no obstante la tecnología sola no es una garantía de prosperidad económica.

***El papel de Estados Unidos en el campo energético ha cambiado radicalmente en los últimos 10 años. La revolución del shale, el levantamiento de la prohibición de las exportaciones de petróleo, la sustitución del carbón por gas...Estados Unidos se convierte en un exportador neto de crudo y productos petrolíferos. ¿Qué consecuencias geopolíticas tiene?***

La revolución del esquisto ha supuesto una transformación para los Estados Unidos y el mundo. Lo que es quizá más importante, ha permitido al gas de bajo coste sustituir al carbón, reduciendo las emisiones GEI de los EEUU a niveles de los años 1990. A nivel global, el desarrollo de los suministros de gas de EEUU ha ayudado a estimular un mercado de GNL global con impactos geopolíticos y económicos globales. En Europa, por ejemplo, el GNL ha contribuido a un mercado de gas competitivo que ha forzado a los suministradores de gasoductos a mantener sus precios a niveles consistentes con la competencia global internacional. Hoy día el gas es una materia prima internacional, mientras que en otra época los gasoductos regionales entre un vendedor y un compra-

dor creaban relaciones monopolísticas a las que podía también acompañar una influencia geopolítica.

La capacidad de los Estados Unidos para exportar petróleo también se ha convertido en un factor económico y geopolítico crítico. Hoy, los Estados Unidos, Rusia y Arabia Saudí, son los tres mayores suministradores de petróleo del mundo. Entre los tres han rediseñado la dinámica del mercado global del petróleo. El rol de los EEUU en los mercados de petróleo globales se separa significativamente del de Rusia y Arabia Saudí. El gobierno de los EEUU no toma decisiones que afecten a la producción. Son miles de productores más bien los que toman decisiones basadas en sus motivaciones económicas.

Incluso con la emergencia de EEUU como exportador neto de petróleo y gas, es importante recordar que el petróleo y el gas son materias primas globales. Ningún país domina individualmente estos mercados. Los cambios en las condiciones de la oferta y la demanda pueden afectar a todos los países, incluso a aquellos que sean exportadores netos. La crisis del corona virus ha sido un doloroso recordatorio de que la contracción de la demanda económica global puede afectar a todos los países, sin importar como son de grandes sus recursos o la fuerza de sus fundamentos internos.

***Después del Acuerdo Comercial alcanzado por los Gobiernos de China y USA el pasado 15 de enero de 2020, ¿Cómo ha quedado establecido el sistema de aranceles recíprocos, herramienta clave esgrimida en la guerra comercial entre las dos mayores economías del mundo? ¿Cómo podría evolucionar este asunto? ¿A raíz de ello, cómo se verán afectados los equilibrios geopolíticos entre Asia y América?***

El Acuerdo Fase I (*Phase One Agreement*) entre los EEUU y China se basó en los intereses comerciales de ambos países a corto plazo. Para los EEUU, la guerra comercial con China había desestabilizado los mercados de capital domésticos, afectando en un año electoral a pensionistas a lo largo y ancho de los Estados Unidos, y había empezado a interferir en las cadenas de suministro en todo el país. Para China, los aranceles impuestos por los EEUU tenían un gran impacto en su capacidad exportadora al mercado de importación más importante del mundo. Para los Estados Unidos, una consideración importante era el posible impacto de una guerra comercial en las elecciones norteamericanas. Ciertamente, el presidente Trump tenía muy poco interés en ver como los aranceles



les de importación afectaban a los bolsillos de los consumidores justo antes de las elecciones.

Irónicamente, y trágicamente a la vez, la llegada del COVID-19 ha tenido un impacto mucho más destructivo en China y en los Estados Unidos que la propia guerra comercial. La actual compresión de la demanda económica ha alcanzado a todos los países del mundo, diezmando el mercado petrolero, destruyendo el valor de los capitales, y sobrevalorando la capacidad de los sistemas de salud para cuidar de los infectados. En estas condiciones, es poco probable que ni los EEUU ni China puedan cumplir los compromisos que han tomado bajo el Acuerdo Fase I. A pesar de ello, también es improbable que los incumplimientos desaten otra guerra comercial. El tema hoy es recuperarse del impacto del COVID-19. La realidad mañana será que las tensiones entre los Estados Unidos y China –ataques cibernéticos, derechos de propiedad intelectual, el Mar del Sur de China, y la batalla por la influencia global que se refleja en la iniciativa *Belt and Road* de China – serán pospuestas hasta pasadas las elecciones presidenciales de los EEUU.

A largo plazo, tanto los Estados Unidos como China se necesitan el uno al otro. China necesita a los EEUU como mercado para sus productos. La economía China está orientada hacia los compromisos y el comercio internacionales. China simplemente no puede vivir sin disfrutar de acceso a la mayor economía del mundo. Para los Estados Unidos, China ha demostrado ser en sí misma un elemento clave (y difícil de reemplazar) de la cadena de suministro global. Ambos países continuarán enfrentándose a incentivos para reducir la dependencia del uno sobre el otro. Aun así, ambos tendrán que luchar con la interdependencia a la que parecen destinados. Sus futuros no estarán desprovistos de conflicto, pero buscarán alguna forma de coexistencia a pesar de las tensiones que subyacen en su relación.

***La extracción del 70% de las tierras raras se concentra en China (país que, al mismo tiempo, concentra el 37% de las reservas mundiales). Dada la importancia de estos metales para el sector tecnológico, ¿cuál puede ser su peso en la «guerra comercial» entre China y USA? ¿Cómo se reflejaría un encarecimiento de estos elementos químicos en los precios finales de los productos que los contienen (en pequeñas cantidades) en caso de un bloqueo de este***

***mercado por parte del gigante asiático? ¿En qué grado afectaría al consumidor final?***

El tema de las cadenas de suministro de tierras raras y otros minerales preciosos es un asunto de importancia global. China se encuentra en el centro de esta ecuación, porque es el suministrador del 70% de las tierras raras a nivel mundial. Congo es otro ejemplo de un país crítico que suministra el 80% del cobalto mundial. Semejante concentración puede dar lugar a vulnerabilidad en las cadenas globales de suministro. China podría utilizar su control sobre estos recursos para adelantar su posición competitiva como fabricante. Hay un segundo factor que actúa sobre la agenda más extensa de los derechos humanos, si los países y las empresas sienten que no pueden honestamente abordar las prácticas políticas domésticas de China.

A pesar de todos estos puntos, hay una última consideración que es crucial: China es una nación exportadora. Necesita acceder a las economías más grandes del mundo y en particular acceder a la economía norteamericana. Ese será siempre un factor de restricción en cuanto a su comportamiento internacional. Ello no significa que China, los Estados Unidos y otros países estén necesariamente de acuerdo sobre asuntos claves relacionados con el comercio, la seguridad, y los derechos humanos, pero si sugiere que todos ellos tienen un incentivo mutuo de coexistir y encontrar una forma de trabajar conjunta en un entorno global en vez de estar en un permanente estado de conflicto.

***Las dos grandes potencias energéticas, China y EE.UU., siguen apostando por el carbón como una de las energías primarias clave en su mix energético. ¿Se debe a razones de seguridad del suministro, a razones de competitividad o quizá a ambas?***

Un factor común en el uso continuado de carbón por China y los Estados Unidos es el empleo. Existen importantes concentraciones de población en ambos países, que tienen muy pocas alternativas económicas y, por ello, los gobiernos federales, con objeto de proteger los puestos de trabajo en esas regiones, mantienen un incentivo al uso del carbón.

Sin embargo, también existen factores potencialmente más importantes. En China, una consideración clave ha sido el coste de producir energía y su impacto en la competitividad del país como fabricante internacional. Para China, la seguridad energé-

tica también es un factor. El carbón está fácilmente disponible y es abundante en el país; las importaciones de petróleo y gas por China la exponen a riesgos internacionales.

El carbón en los Estados Unidos ha sido sostenido por consideraciones políticas. Hay importantes núcleos políticos que apoyan el carbón, en Estados como West Virginia, Kentucky, Pennsylvania y Ohio, los cuales pueden jugar un papel importante en la política norteamericana, concretamente en las elecciones presidenciales.

Un factor diferenciador para los Estados Unidos ha sido el gas de esquisto. El gas natural en los Estados Unidos es más barato que el carbón y se ha convertido en el combustible dominante para la generación de electricidad. A la larga, las consideraciones económicas a nivel nacional pueden constituir el impulso más importante respecto a las fuentes de combustible que se utilizan en cualquier país. En los Estados Unidos el gas natural ha sido, respecto al carbón, más barato y limpio. Eso lo ha convertido en la fuente principal de generación de electricidad en el país.

***Europa busca ser el primer continente en neutralizar sus emisiones para 2050. Recientemente ha presentado su Pacto Verde Europeo no solo como Estrategia climática sino como la Estrategia Económica de la UE. ¿Cómo de compatible es el desarrollo económico y la descarbonización de la economía? ¿Qué factores no se deben perder de vista para que así sea? ¿Piensas que habrá alguna otra región que le acompañará en este camino que ha emprendido?***

El Nuevo Pacto Verde (*Green New Deal*) en Europa, presenta una oportunidad en las aspiraciones por transformar sus sectores energético, industrial y agrícola para mejora de la sostenibilidad. Ningún otro continente ha asumido este reto a escala tan global. Esta ambición va a dar lugar inevitablemente a un número de desafíos.

Para conseguir emisiones netas cero en 2050, aunque muchos de los desafíos para Europa no sean exclusivos, sí pueden carecer de precedentes en cuanto a su escala y la urgencia para lograr sus objetivos: equilibrar la intermitencia en la generación de electricidad de origen solar y eólica, corregir la limitada competitividad en la soluciones de almacenamiento para reducir la intermitencia, sustituir el gas por un combustible libre de carbono para la calefacción, crear un mercado del carbono que incentive la sostenibilidad pero no reduzca la competitividad nacional.

Sobre una base a nivel de todo el sistema, un objetivo de emisión neta cero podría incrementar el coste total del suministro de energía en toda Europa, al menos durante una fase de transición, causando un impacto negativo en la industria, los trabajadores y los consumidores. En algunos casos, las industrias podrían desplazarse en busca de un clima económico más competitivo. Todos estos factores pueden impactar a nivel nacional sobre el empleo. Europa debe ser sensible también a las cadenas de suministro para los insumos requeridos para fabricar productos *CleanTech* esenciales.

Estos desafíos no disminuyen la importancia de alentar el compromiso de Europa respecto a las emisiones netas cero. Será importante, sin embargo, tratar estos asuntos a través de una alianza fuerte entre el gobierno y la industria a fin de asegurar que las soluciones son efectivas, competitivas, y que pueden lograr los resultados que se persiguen.

***¿Cuál es su punto de vista sobre el interés mostrado por algunos países, como EE.UU. o Rusia, en la explotación de los recursos naturales que subyacen bajo el permafrost ártico? ¿Cómo considera que evolucionará la gobernanza mundial en este tema respecto a las posturas de las distintas potencias?***

La explotación del Ártico plantea un reto de gran alcance para el cambio climático y la seguridad internacional. Hay muchas partes del Ártico que son hoy día navegables pero que hace diez años no permitían el tránsito. Hay una preocupación generalizada de que esta explotación podría acelerar el cambio climático. También surgen temas relativos a la competencia en el Ártico. Sigue siendo una de las áreas con mayor coste de extracción de los recursos naturales. La explotación de los recursos del Ártico puede requerir subsidios nacionales; en la medida en la que las economías que no son de mercado puedan ocultar estos subsidios, se podrían crear ventajas competitivas injustas.

Durante décadas, el acceso al territorio Ártico ha planteado cuestiones de sostenibilidad y seguridad que han llamado la atención de las grandes potencias mundiales. El gobierno de estos desafíos ha estado bajo la responsabilidad del Consejo del Ártico (*Arctic Council*). El Consejo del Ártico es un foro intergubernamental de alto nivel, autónomo, que actúa como medio para el tratamiento de asuntos de carácter común entre los Estados Árticos. Esta cooperación incluye los ocho Estados Árticos: Cana-

dá, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Rusia, Suecia y los Estados Unidos, además de seis organizaciones de los pueblos indígenas y unos 40 estados no-Árticos y organizaciones internacionales con estatus de Observadores. Su misión está enfocada en la protección del medio ambiente Ártico y el desarrollo sostenible. No existe ninguna organización que sea específicamente responsable de los asuntos de seguridad en el Ártico, tales como el tránsito de submarinos nucleares.

Un punto esencial para una organización como el Consejo del Ártico será comprobar si el mismo será capaz de mantener una honestidad, transparencia y exigibilidad en sus políticas, especialmente en un momento en que existen tensiones importantes entre los Estados Unidos y Rusia y entre los Estados Unidos y China. Estas tensiones han dado lugar a un colapso de los acuerdos EEUU-Rusia de control de armas, mientras China ha rechazado tomar en consideración las Conversaciones sobre la Reducción de Armas Estratégicas (START), lo que habría podido derivar en la aceptación por EEUU y Rusia de la expiración del actual tratado START. Sin un marco global efectivo sobre el control de las armas nucleares, eso solo complicará los posibles problemas de seguridad en el Ártico.

Que exista el Consejo del Ártico y que proporcione mecanismos para el diálogo sobre problemas que necesiten ser resueltos sobre una base global, es positivo para el mundo. Sin embargo, en un momento en el que las organizaciones internacionales están bajo presión, no sería realista creer que el Consejo del Ártico, o cualquier otro mecanismo multilateral, pueda controlar efectivamente intereses nacionales conflictivos en el Ártico si las naciones deciden poner su seguridad o sus intereses comerciales individuales por encima de las normas internacionales.

***Se suele hablar poco de África, pero... ¿qué papel juega este continente en el tablero energético mundial?***

La demografía empezará a cambiar la percepción mundial de África. En 2050, África tendrá el mayor número de jóvenes del mundo, casi doblando la población joven de Sur Asia, Sudeste Asiático, Asia Oriental y Oceanía. Esas cifras demográficas impondrán que el desarrollo sostenible de África sea clave para el crecimiento económico global. África podría hipotéticamente pasar a ser el futuro centro de fabricación del mundo y exigiría cambios significativos en los modelos comerciales y cadenas de suministro globales. También se incrementarán los riesgos del

cambio climático. La desertificación causará impacto sobre la salud y la emigración desde África; emigración que tendrá un impacto directo sobre Europa.

A la vista del crecimiento poblacional de África, se producirá una presión internacional para ayudar a África a crecer, sin poner mayor énfasis en las emisiones globales. Aun así, dentro de África el foco estará en el acceso a la energía y su coste para estimular el desarrollo económico del continente. En algunas partes del mundo se tiene una visión negativa del gas debido a sus emisiones de GEI, aunque sean muy inferiores a las del carbón. Dentro de África, muchos países ven el gas como una alternativa a la desertificación, que se acelera por el uso de la madera y biomasa para cocinar. El gas natural puede ser también un sustituto del diésel, que es muchísimo más caro y produce emisiones mucho más altas que el gas. El futuro del petróleo en África estará determinado inevitablemente por los mercados globales. Eventualmente, el mundo se enfrentará a una demanda pico de petróleo. En ese punto, los suministradores más competitivos del mundo continuarán captando mercados de consumidores. A pesar de lo doloroso que pueda llegar a ser la pérdida de cuota para los países de África, la economía competitiva determinará nuevas realidades de mercado.

El futuro de África puede ser brillante. Muchos países han demostrado que pueden poner en práctica nuevas políticas que adelanten la prosperidad económica, el acceso y la calidad educacionales y el acceso a la energía. Con objeto de asegurar que su floreciente mano de obra va a ser capaz de suministrar a las cadenas de suministro internacionales, África debe resolver un enorme problema educativo. Para tener éxito, la energía es un factor clave en esta ecuación. Sin duda, África debería idealmente satisfacer una parte significativa de su demanda de energía a través de fuentes renovables o de bajo contenido en carbono. En África, el gas no debería descartarse -como un combustible importante que ayudaría a resolver desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad tales como la desertificación y el consumo excesivo de diésel.



## Capítulo primero

### La rivalidad estratégica entre China y EE. UU. en el área de la energía

*Isidoro Tapia Ramírez*

#### Resumen

El crecimiento de la demanda ha convertido a China en el mayor consumidor mundial de energía, con importantes repercusiones geopolíticas. China ha alcanzado una posición clave en regiones como África Occidental y América Central y del Sur; en Oriente Medio, China está reemplazando el papel que tradicionalmente desempeñaba EE. UU., al combinarse el crecimiento chino con la retirada de EE. UU., tras alcanzar la autosuficiencia en los productos derivados del petróleo.

La transición geopolítica coincide además con la evolución en el sector energético hacia sistemas con una mayor relevancia de las tecnologías en detrimento de los recursos primarios, de las energías renovables a costa de los combustibles fósiles, y un mayor peso de la electricidad en el mix energético. Los análisis de riesgos sobre estos cambios pecan a menudo de un excesivo optimismo. Más allá de los efectos transicionales, el cambio de paradigma energético tendrá importantes efectos geopolíticos, con riesgos que serán distintos más que menores.

Dentro de este nuevo paradigma, se analizan las relaciones entre China y EE. UU. en el sector de la energía y sus diferen-



tes subsectores (petróleo, gas natural, energías renovables, o infraestructuras de interconexión, a través del «Belt and Road Initiative»). La crisis inducida por la propagación del Covid-19 podría acelerar algunos de estos cambios y ralentizar otros.

La coincidencia en el tiempo de la evolución en los sistemas energéticos con la transición geopolítica de mayor calado del último siglo, convierte las próximas décadas en un periodo de alta densidad histórica. Frente a los agoreros del fin de la historia, la encrucijada se presenta más formidable que nunca.

### Palabras clave

Geopolítica, seguridad energética, hidrocarburos no convencionales, China, Estados Unidos, energías renovables, Oriente Medio, Donald Trump, Xi Jinping.

### Abstract

*A growth in demand has made China the world's largest energy consumer, and this is having major geopolitical consequences. China now occupies a key place in regions such as West Africa, Central & South America and the Middle East, where the country is now taking over the role traditionally played by the USA, as Chinese growth is combining with the USA's withdrawal from those regions, after having become self-sufficient in petroleum by-products.*

*The geopolitical transition is also coinciding with developments in the energy sector, which is moving towards systems where technology is playing a greater part, to the detriment of primary resources, a move towards renewable energies and away from fossil fuels, and a greater weight of electricity in the energy mix. Risk analyses examining these changes are often too optimistic. Apart from the transitional effects, shifts in the energy paradigm will have major geopolitical effects, which will make the risks different rather than lower.*

*Relations between China and the USA are analysed within this new paradigm, not only in the energy sector but also in its numerous subsectors (oil, natural gas, renewable energies or interconnection infrastructures, in the context of the «Belt and Road Initiative»). The crises induced by the Covid-19 outbreak could accelerate some of these geopolitical shifts and slowdown others.*

*The fact that energy systems are evolving at the same time as the most far-reaching geopolitical transition in the past century occurs, means that the coming decades will be a period of major historical importance. Despite what the prophets of doom might say, the crossroads we are now standing at constitute a challenge that is more formidable than ever before.*

### **Keywords**

*Geopolitics, energy security, unconventional hydrocarbons, China, the United States, renewable energy, the Middle East, Donald Trump, Xi Jinping.*

# IMPORTANCIA DE CHINA EN LOS MERCADOS DEL PETRÓLEO Y MINERALES DE TIERRA



**RUSIA**

 72%  
 46% PALADIO

**TURQUÍA**

 38% BORATO

**TAILANDIA**

 32% CAUCHO NATURAL

**SINGAPUR**

 0,1%

**EAU**

 12%

**ARABIA SAUDÍ**

 67%

**KWAIT**

 23%

**IRAK**

 47%

**RWANDA**

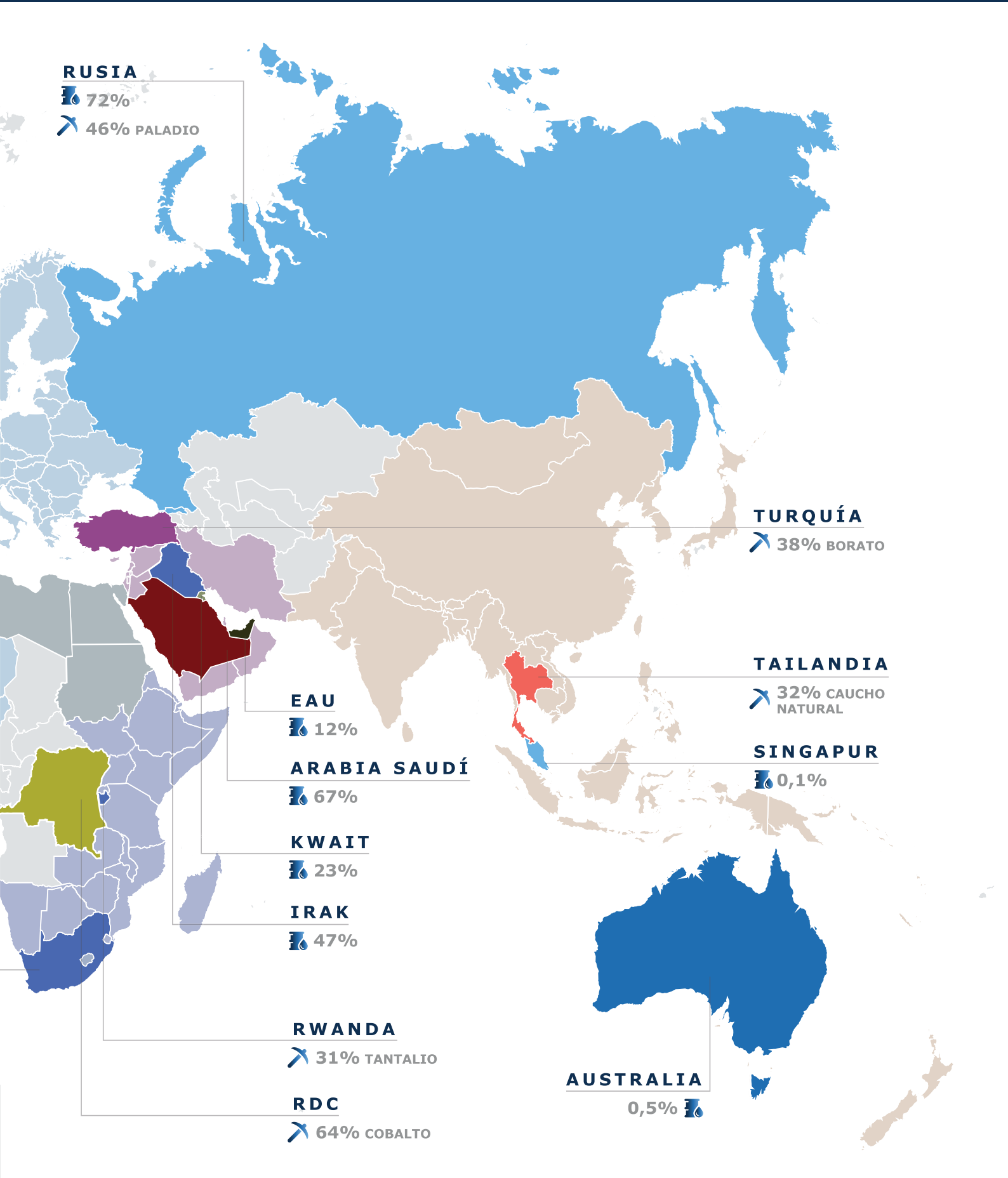
 31% TANTALIO

**RDC**

 64% COBALTO

**AUSTRALIA**

0,5% 





## Primera parte. Un mapa de la energía en China

### Introducción

No parece necesario extenderse demasiado al señalar la importancia de China en el mapa geopolítico mundial. Con 1.400 millones de habitantes y más de ciento cuarenta ciudades superando el millón de personas, China es ya la segunda economía mundial<sup>1</sup>. Desde la apertura de su economía a finales de los setenta, el crecimiento del PIB chino se ha situado, en media, en el 10 por ciento anual, y se calcula que en este periodo más de 850 millones de personas, casi el 60 por ciento de la población china, ha salido de la pobreza<sup>2</sup>.

La importancia de China es todavía mayor en el sector energético. Desde 2009, China se ha convertido en el principal consumidor de energía a nivel mundial<sup>3</sup>. Si el PIB chino representa el 16,2 por ciento del total mundial<sup>4</sup>, y su población el 18,3 por ciento<sup>5</sup>, su consumo de energía primaria alcanza el 23,6 por ciento, y sus emisiones de CO<sub>2</sub> el 27,2 por ciento<sup>6</sup>. En algunos subsectores, de hecho, su peso es incluso mayor: China absorbe más del 50 por ciento del consumo mundial de carbón y es también el mayor importador de petróleo crudo, además del segundo mayor consumidor, después de EE. UU.

Dicho de otra manera: en términos geopolíticos, el sector energético chino se encuentra una década por delante, en el sentido de que China tiene el peso que le corresponderá en el resto de sectores económicos hacia el año 2030, si se mantienen las tendencias actuales.

El rápido crecimiento es uno de los rasgos más acusados del sector energético chino. Entre 2000 y 2018, la demanda total de energía primaria se incrementó casi un 175 por ciento, a una tasa

<sup>1</sup> Según el WEO de octubre de 2019 del FMI, en 2019, el PIB chino ascendió a 14,1 billones de dólares corrientes, frente a 21,4 de EE. UU.

<sup>2</sup> <https://www.worldbank.org/en/country/china/overview>.

<sup>3</sup> Según el BP Statistical Review 2019, el consumo de energía primaria en China ascendió a 3.273,5 Mtoe frente a 2.300,6 en EE. UU., el segundo mayor consumidor.

<sup>4</sup> FMI, World Economic Outlook 2019, en moneda corriente.

<sup>5</sup> World Bank.

<sup>6</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2019/06/chart-of-the-day-these-countries-create-most-of-the-world-s-co2-emissions/>.

anual de alrededor del 6 por ciento<sup>7</sup>, no obstante por debajo del crecimiento medio de la economía, del 10 por ciento.

La intensidad del crecimiento se ha dejado notar en casi todos los subsectores energéticos. China se ha convertido en el principal importador de petróleo crudo a nivel mundial, y en el cuarto mayor importador de gas natural. En el sector eléctrico, China absorbió más del 40 por ciento del crecimiento de la capacidad instalada a lo largo de la pasada década, con una media de 108 Gw por año<sup>8</sup>. Es decir, China añadió cada año a su sistema eléctrico el equivalente al conjunto de la potencia instalada en España.

En los últimos años, sin embargo, el crecimiento de la demanda de energía se ha atenuado, situándose desde 2012 por debajo del 5 por ciento anual, y alcanzando sus valores mínimos en 2015 y 2016 (con un crecimiento de apenas el 1,1 por ciento), aunque desde entonces ha repuntado al hilo de la reactivación de los sectores industriales.

Pese al fuerte crecimiento, el consumo de energía per cápita en China es solo la mitad de la media de los países industrializados. La situación de China, muy rezagada en algunos indicadores, como el número de vehículos por habitante, anticipa que las fuentes de crecimiento de la demanda están todavía muy lejos de agotarse.

### Mix energético de China

El mix energético chino presenta rasgos muy singulares. Si lo comparamos con la media de los países industrializados, destaca el mayor peso del carbón (58,2 por ciento frente a 15,2 por ciento), a pesar de reducirse en casi diez puntos en los últimos años.

Un segundo rasgo característico es el menor peso del petróleo, que en China asciende a prácticamente la mitad que en la media de los países de la OCDE (19,6 frente a 38,9 por ciento). El menor número de vehículos por persona, como ya se ha apuntado, es la principal explicación.

Respecto a los demás combustibles, destaca el menor peso del gas natural (7,4 frente a 26,6 por ciento) y de la energía nuclear (2,0 frente a 7,9 por ciento), aunque ambos están creciendo rá-

<sup>7</sup> Agencia Internacional de la Energía, World Energy Outlook 2017 y 2019.

<sup>8</sup> World Energy Outlook, 2017, IEA.

pidamente, compensando así la caída del carbón. En el caso de las renovables, su fuerte crecimiento ha puesto a China prácticamente al nivel de los países más desarrollados (4,4 frente a 5,8 por ciento), por encima en algunos casos puntuales como la energía hidráulica, gracias al aprovechamiento por China de sus inmensos recursos hídricos.

Otra característica del sistema energético chino es el enorme desequilibrio dentro del país entre las zonas costeras del este (donde se concentra la mayor parte de la población y la actividad económica) y las del oeste (donde se acumulan las reservas energéticas). Como se ha señalado, si se traza una línea imaginaria entre la ciudad de Heihe en el norte y Tengchong en el sur<sup>9</sup>, dividiendo el territorio chino en dos mitades, la parte occidental, con el 60 por ciento del territorio, alberga apenas al 6 por ciento de la población china, mientras la oriental concentra el 94 por ciento de la población.

La distribución de los recursos energéticos, en cambio, es justamente la contraria. Las provincias de Mongolia Interior, Shaanxi y Shaxi (todas centrales u occidentales), situadas lejos de los centros de consumo en la costa, concentran casi el 60 por ciento de la producción de carbón. La producción de petróleo está algo más repartida: en el este se sitúan los campos petrolíferos más maduros (el campo de Daqing, en la provincia de Heilongjiang y el de Shengli en la provincia de Shandong), y en el oeste los más recientes, en las provincias de Shaanxi y Xinjiang. Por su parte, la extracción de gas natural se concentra también mayoritariamente en las provincias del oeste.

El desequilibrio entre el este y el oeste de China introduce una exigencia adicional en términos de infraestructuras. Habitualmente el carbón se transporta por ferrocarril desde su lugar de extracción hasta los puertos marítimos del noreste, para desde allí distribuirse en barco a lo largo de la costa. Aparte de las infraestructuras necesarias, solo el coste de transporte puede añadir hasta veinticinco dólares por tonelada, incrementando así el coste total del carbón para los consumidores<sup>10</sup>.

Un rasgo distintivo de la economía china, que explica en gran parte las singularidades de su sistema energético, es el enorme peso de la actividad industrial. El sector industrial representa el 40 por

<sup>9</sup> World Energy Outlook 2017, capítulo 12.

<sup>10</sup> World Energy Outlook 2017, capítulo 12.



ciento del PIB total chino, cuando en la mayoría de los países de la OECD se sitúa en la mitad de esta cifra, alrededor del 20 por ciento, o incluso por debajo. El enorme peso del carbón en China no se explicaría sin el tamaño del sector industrial. Conforme se produzca la tercerización de la economía china, tanto el peso del carbón como de la actividad industrial se reducirán en paralelo. Con un importante matiz: si en el resto de países esta transición ha ido acompañada de una importante mejora de la intensidad energética (al ser los servicios muchos menos intensivos energéticamente que la industria), este resultado estará más diluido en China, debido a los notables esfuerzos realizados por las autoridades en los últimos años para imponer estándares de eficiencia en la actividad industrial. El punto de partida del que parte China, en este sentido, es de una intensidad energética mucho menor que la que, históricamente, han tenido el resto de economías cuando sus sectores industriales tenían un tamaño comparable al de ahora en China.

### Sector del carbón

Como ya se ha indicado, el carbón ha sido la principal fuente para alimentar el fortísimo crecimiento de la demanda de energía en China durante las pasadas décadas. El consumo total de carbón se ha multiplicado por cuatro en los últimos treinta años. Incluso mirando el pasado más reciente, el crecimiento ha sido muy intenso. Su consumo total pasó de 700 Mtoe en el año 2000 a 1.900 Mtoe en 2011. Sin embargo, desde 2011 su crecimiento ha sido nulo, y es probable que nunca más vuelva a alcanzar estos niveles.

El sector ha experimentado también un interesante ejercicio de desregulación, con fuertes oscilaciones en los precios y en la actividad que han provocado el cierre de muchas plantas. A futuro, el principal reto para China es acomodar los efectos socioeconómicos de la estabilización y, más adelante, la reconversión del sector extractivo del carbón, que en la actualidad emplea a más de cuatro millones de trabajadores.

Como se indicaba, aproximadamente hacia el año 2002-2003, coincidiendo con una intensificación de la fase expansiva del ciclo económico, se aceleran fuertemente en China tanto la actividad industrial como la demanda de carbón. Para acomodar este intenso crecimiento, el Gobierno decreta la desregulación completa del sector, de forma que en la actualidad no hay un único precio del carbón,

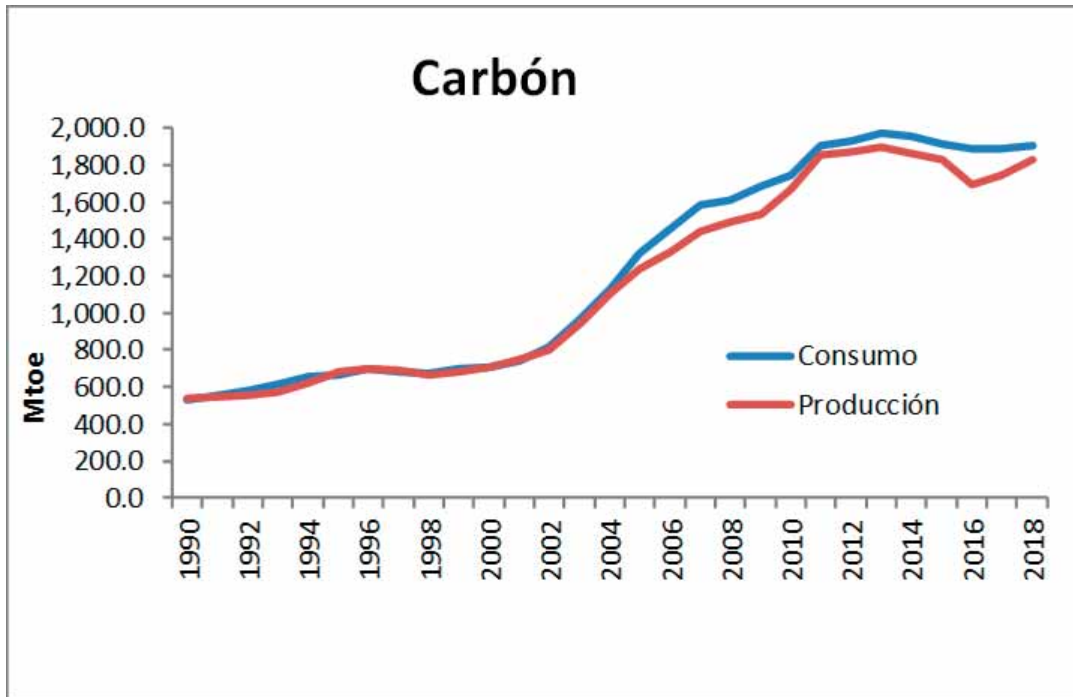


Figura 1. Producción y consumo de carbón en China. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

aunque sí existen tres índices que se toman como referencia<sup>11</sup>. La desregulación de los precios, junto con el fuerte crecimiento de la demanda, condujo a un boom de la actividad de producción, que no obstante fue insuficiente para atender la demanda, convirtiendo a China por primera vez en un país importador de carbón, principalmente de India, Rusia y Australia. Como es habitual, el boom se propagó a lo largo de toda la cadena productiva, incrementando los costes totales de extracción en más de un 50 por ciento, lo que a su vez hizo todavía más competitivo el carbón importado. Tras la ralentización de la economía mundial a raíz de la crisis financiera internacional, se puso de manifiesto que el incremento de la capacidad de extracción había estado muy por encima de la demanda, poniendo en dificultades a muchas empresas locales. Como gran parte del crecimiento de la actividad se había financiado con deuda bancaria, y para evitar una crisis financiera además de social, el Gobierno se puso al frente de la reestructuración del sector, primero cerrando las minas más improductivas, y posteriormente estableciendo medidas para salvaguardar los empleos pese al recorte de la producción, como la reducción del número de días anuales de trabajo en el sector de 330 a 276. Gracias a estas medidas, el

<sup>11</sup> Datong, South China y Quinhuangdao, este último también utilizado como referencia en las transacciones internacionales. WEO 2017.

sector se ha estabilizado, aunque se estima que solo hacia 2020 se habrá absorbido por completo el exceso de capacidad generado durante los años del boom.

El gran reto para el sector a partir de ahora es acomodar la previsible caída de la demanda durante los próximos años: la AIE estima que la demanda se reducirá en un 15 por ciento hasta 2040. Los dos principales sectores de consumo de carbón son el industrial, sobre todo la industria pesada como la fabricación de cemento y acero, y el sector eléctrico. Entre los sectores industriales, se prevé que solo el sector químico incremente su consumo de carbón en los próximos años, debido a la mayor eficiencia y la progresiva ralentización de las actividades industriales. Por su parte, en el sector eléctrico, pese al fuerte incremento de las tecnologías no fósiles, como la renovable y la nuclear, la demanda de carbón seguirá creciendo hasta 2030, fecha a partir de la cual se espera que inicie su descenso.

Las importaciones de carbón de China, como se indicaba, aunque ascendieron en 2018 a 146 Mtoe (aproximadamente el 8 por ciento del consumo total del país) han sido muy volátiles en los últimos años, en función de las oscilaciones de los precios internacionales. Desde un punto de vista geopolítico, el abastecimiento de carbón en China se encuentra en todo caso asegurado por la sobrecapacidad existente en el mercado interior. Es más: el extraordinario peso de China en este sector, hace hasta cierto punto artificial la distinción entre el mercado local chino y el internacional, dada la estrecha interrelación entre ambos.

### Sector del petróleo

El sector del petróleo tiene un mayor interés geopolítico. El crecimiento de la demanda, aunque menos intenso que en el caso del carbón (la media de los últimos diez años se sitúa en el 5,4 por ciento anual, y en el 5,9 por ciento para los últimos veinte años), ha provocado un desequilibrio mucho mayor entre consumo y producción, ante el perfil plano de la producción local, convirtiendo a China en el mayor importador de petróleo a nivel mundial. El consumo chino asciende a 13,5 millones de barriles diarios, frente a una producción que apenas alcanza los 3,8 millones.

Además, y al contrario que el carbón, la demanda de petróleo está lejos de estabilizarse en China, al partir desde niveles mucho más bajos. Hasta no hace mucho tiempo, China era conocido como el país de las bicicletas. Todavía, pese a los profundos cambios de

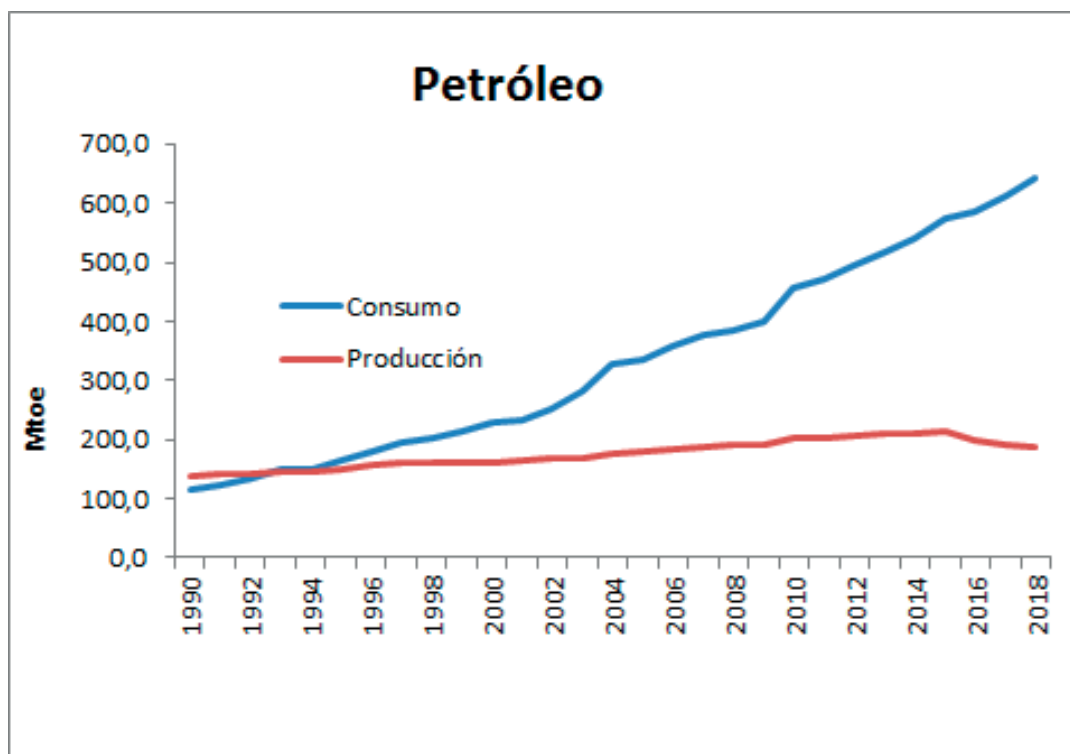


Figura 2. Producción y consumo de petróleo en China. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

los últimos años, en cierto modo sigue siéndolo, sobre todo en algunas partes del país: si en Pekín el número de vehículos por habitantes es aproximadamente de 200 por cada 1.000 (un nivel similar al de Argentina), en las provincias del interior, esta ratio baja hasta el 80 por 1.000 (un nivel parecido al de Ghana)<sup>12</sup>.

En las grandes ciudades se implementó en Shanghai en los ochenta, consiguiendo mantener la ratio por debajo de 90 por mil, pese a ser una de las ciudades más ricas de China.

Los vehículos eléctricos se han convertido en una apuesta estratégica. China constituye ya el principal mercado para los mismos, y uno de los objetivos de las autoridades chinas es desarrollar la capacidad manufacturera tanto en la fabricación de los vehículos como de las baterías, dentro del programa «Made in China 2025». Aun así, los vehículos de combustión interna seguirán teniendo una cuota significativa de la demanda: la AIE estima, incluso en un escenario agresivo de penetración de los vehículos eléctricos, que alrededor de un quinto de las ventas de coches en 2025 sean eléctricos. Aun así, en 2050, la mayoría de vehículos en circulación seguirían siendo de combustión interna.

<sup>12</sup> WEO 2017, capítulo 14.

Durante los últimos años, el transporte por carretera, tanto de pasajeros como de mercancías, ha alimentado la demanda de petróleo. El crecimiento de la demanda se mantendrá en las próximas décadas, no solo por el incremento del número de vehículos, sino también por el desplazamiento de la población hacia las ciudades y la expansión general de la actividad económica. A pesar de tener unos notables recursos por explotar, la producción de petróleo crudo en China apenas ha aumentado en los últimos años, debido a la complejidad y a los costes relativamente altos para su extracción. Se calcula que unos precios del petróleo en el entorno de los 50-60 dólares por barril hacen prácticamente inviables la gran mayoría de las reservas chinas todavía por explotar. Las principales compañías petroleras (CNPC, Sinopec y CNOOC<sup>13</sup>), además, han reorientado sus actividades de exploración hacia el gas natural en los últimos años. A ello se une la maduración de los campos petrolíferos existentes, la gran mayoría de los cuales ha sobrepasado los treinta años de operación.

Las importaciones chinas de petróleo crudo, por tanto, se incrementarán de forma significativa en los próximos años. La AIE estima que la demanda se incremente en algo más de 4 millones de barriles diarios hasta 2040, un aumento que casi en su totalidad tendrá que ser abastecido por crudo importado. Esta presión conllevará importantes derivadas geopolíticas.

China ha conseguido una notable diversificación de sus proveedores de petróleo: Oriente Medio, con un 30 por ciento del total de las importaciones chinas (del cual Arabia Saudí e Irak, 10 por ciento cada uno, Kuwait 5 por ciento y el resto de países<sup>14</sup> de la región otro 15 por ciento), Sur y Centro América casi un 20 por ciento, África (principalmente Angola y Nigeria) y Rusia, 15 por ciento cada uno. La situación es muy diferente a la de hace apenas unos años: en 2010, Oriente Medio y África representaban más del 75 por ciento de las importaciones chinas, y se estimaba que alrededor del 80 por ciento de las mismas llegaban a China a través del estrecho de Malacca.

Otra forma de analizar los efectos geopolíticos es exactamente la inversa: es decir, cuánto representan las importaciones chinas en la matriz de exportaciones de los diferentes países. En este sen-

---

<sup>13</sup> China National Petroleum Corporation (CNPC), China Petroleum and Chemical Corporation (Sinopec) y China National Offshore Oil Corporation (CNOOC).

<sup>14</sup> Sin incluir a Arabia Saudí, Irak y Kuwait.

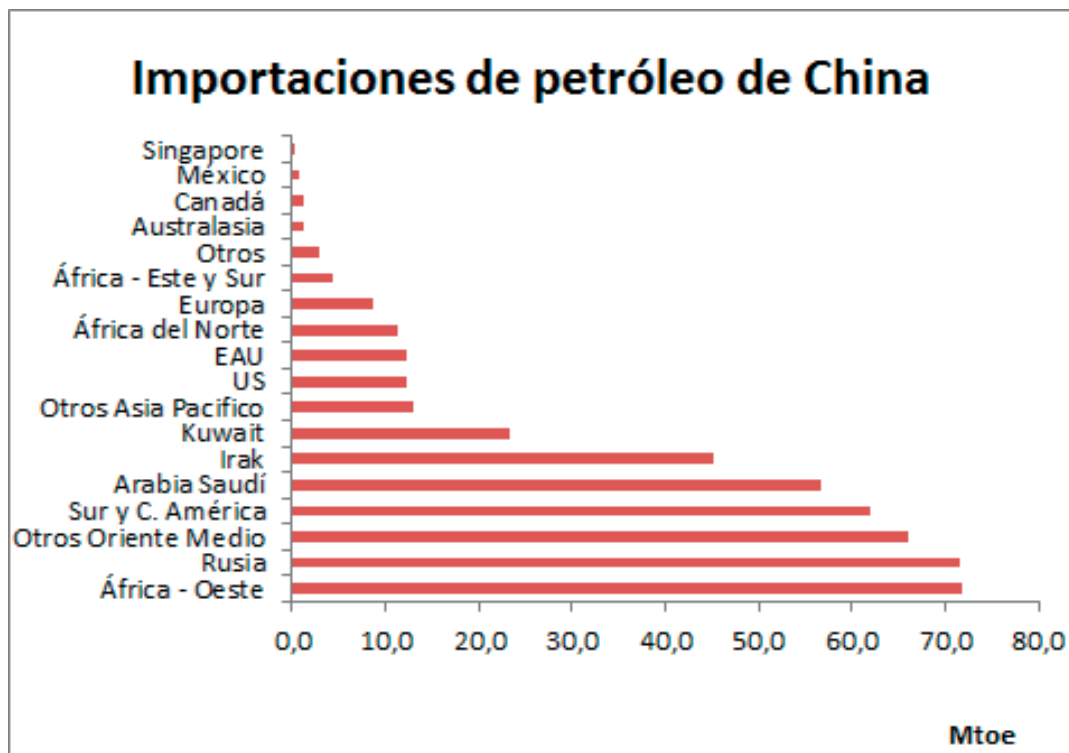


Figura 3. Importaciones de petróleo con destino a China. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

tido se observa que el peso adquirido por China es extraordinario en algunos casos, cercano al 60 por ciento en algunas partes de África y por encima del 40 por ciento en Sudamérica. En Rusia supera el 25 por ciento, el 22,5 por ciento en Kuwait e Irak, y el 15 por ciento en Arabia Saudí.

China recibe también más de un millón de barriles diarios a través de los ductos procedentes de Rusia, Kazajstán y Myanmar, construidos durante la última década para diversificar sus fuentes de suministro y reducir las importaciones procedentes de las vías marítimas, especialmente a través del congestionado estrecho de Malacca<sup>15</sup>.

El crecimiento de China en la matriz de estos países ha sido paralelo a la caída de las exportaciones con destino en EE. UU., tras dispararse la producción de petróleo no convencional de este país. De hecho, la situación de China y EE. UU. es exactamente la opuesta en cuanto al petróleo crudo: mientras en China la demanda crece y la producción cae, en EE. UU. ocurre lo contrario.

<sup>15</sup> WEO 2017.



Figura 4. Peso de China en exportaciones de petróleo con origen en distintos países. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

Esta tendencia ha permitido a EE. UU. convertirse, desde el pasado mes de septiembre, en exportador neto de crudo y productos petrolíferos (las importaciones netas de crudo han sido superadas por las exportaciones netas de productos petrolíferos). Se puede decir que EE. UU. ha alcanzado la «independencia energética», un objeto totémico en la política energética estadounidense desde el famoso «proyecto independencia», enunciado por el presidente Nixon en un discurso en noviembre de 1973, a raíz de la primera crisis del petróleo. Esta nueva independencia estratégica de EE. UU. ha dado más grados de libertad a su política exterior en zonas como Oriente Medio, y a su vez el carácter del presidente Trump ha hecho más imprevisible la utilización de estos grados de libertad, como se ha observado en el ataque y ejecución del general iraní Qasem Soleimani en enero de 2020. Mientras esto ocurría, China reemplazaba a EE. UU. como principal importador de crudo en Rusia y la mayoría de países de Oriente Medio. Curiosamente, como se abordará en el capítulo 3, es ahora China quien actúa como garante de la estabilidad en Oriente Medio, mientras EE. UU. constituye uno de los factores más impredecibles en el nuevo escenario geoestratégico.

El crecimiento de las importaciones desde China se ha proyectado también en una intensa actividad de adquisiciones por las empresas chinas<sup>16</sup>. La estrategia ha evolucionado desde el fallido intento por adquirir el gigante americano Unocal en 2005. Desde entonces, las empresas chinas se han concentrado en países con mayor riesgo político (Rusia, Kazakstán, Angola o Mozambique) y en un mayor número de operaciones, aunque de menor tamaño.

Inicialmente, la salida de las empresas chinas se inscribía en la estrategia del Gobierno chino conocida como *Going abroad*, que a partir de 2013 se reformuló, adoptando unos objetivos más concretos en la denominada «Belt and Road initiative (BRI)», un ambicioso programa de infraestructuras inspirado en la histórica «ruta de la seda» de hace más de dos mil años, un corredor que conectó China con el Mediterráneo a través de Eurasia a lo largo de siglos. La iniciativa BRI prevé seis corredores (cinco terrestres y uno marítimo) para conectar Asia con Europa y África, con un volumen total de inversiones que podría alcanzar el billón de dólares en un total de 152 países. La iniciativa contempla importantes inversiones en el sector energético, y en este sentido las empresas energéticas chinas han emprendido importantes inversiones en el exterior, principalmente en los sectores *upstream* como la exploración y producción de hidrocarburos, pero también en las infraestructuras de conexión como ductos y almacenamientos, fortaleciendo la conectividad regional, y en diferentes eslabones de las cadenas de suministro de las tecnologías.

Tanto el programa BRI como la *super-grid* eléctrica denominada «Global Energy Interconnection» (GEI), son apuestas estratégicas de China para reducir su vulnerabilidad energética, mejorando en este caso las interconexiones y reduciendo los flujos a través de los denominados *chokepoints*, como el estrecho de Malacca o el mar de la China meridional.

África ha sido un destino prioritario de las inversiones chinas, no solo en hidrocarburos sino también en otros sectores energéticos. Por ejemplo, en el África subsahariana, en más del 30 por ciento de los nuevos proyectos de generación eléctrica de los últimos cinco años, el contratista principal era una empresa china. Inversores chinos están presentes en prácticamente todos

---

<sup>16</sup> WANG, Q.; KRETZSCHMAR, G. «China vs. The Rest: A New Era of Global Energy Dealmaking».



los sectores energéticos en la región, como petróleo, gas natural, carbón, y renovables, con especial atención a los proyectos hidroeléctricos.

El «petronacionalismo» chino, o la seguridad energética como objetivo prioritario de la política energética, ha tenido también otras manifestaciones: por ejemplo, el Banco de Desarrollo de China (CDB) ha extendido líneas de crédito por un total de 65 mil millones de dólares a las compañías energéticas y los gobiernos de Brasil, Ecuador, Rusia, Turkmenistán y Venezuela<sup>17</sup>. Muchos de estos controvertidos «préstamos por petróleo» se repagaban directamente en crudo.

Un subsector diferente es el refino y elaboración de productos petrolíferos. China ha incrementado su capacidad de refino de forma sostenida en las últimas décadas. Los retos para el sector en el medio plazo son dos: por un lado, el cambio en la composición de la demanda china, hasta ahora concentrada en destilados medios como el diésel (debido a la demanda de maquinaria pesada y el transporte de gran tonelaje), que progresivamente irá desplazándose hacia los destilados más ligeros

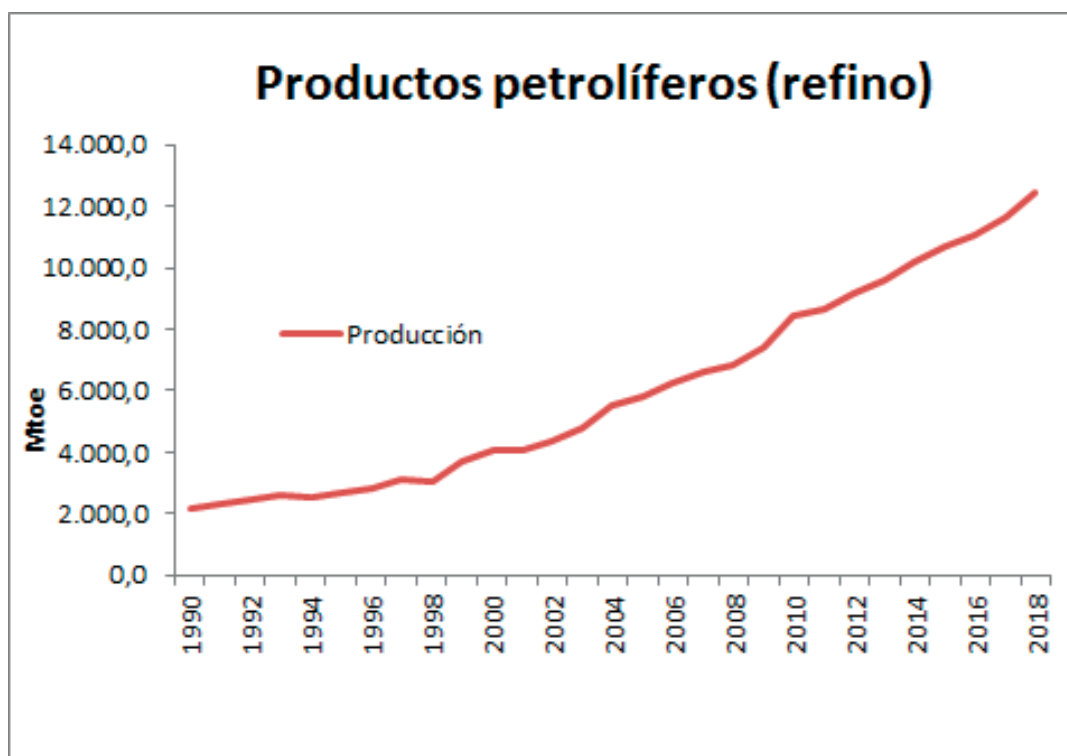


Figura 5. Producción de productos petrolíferos en China. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

<sup>17</sup> Ídem.

como la gasolina, debido al incremento de la demanda de vehículos particulares<sup>18</sup>.

Este cambio supondrá un reto para muchas refinerías chinas, configuradas para atender la demanda de diésel y productos pesados. De hecho, es previsible que como efecto de este desajuste entre la oferta y la demanda, China se convierta en exportador neto de ciertos productos petrolíferos (como el diésel) e importador neto de otros (gas licuado de petróleo en el corto plazo y gasolina en el medio). En cualquier caso, parece claro que entre 2030 y 2040, China se convertirá en el país con mayor capacidad de refino a nivel mundial, superando a EE. UU., que en la actualidad cuenta con una capacidad de 18,7 millones de barriles diarios frente a los 15,7 de China.

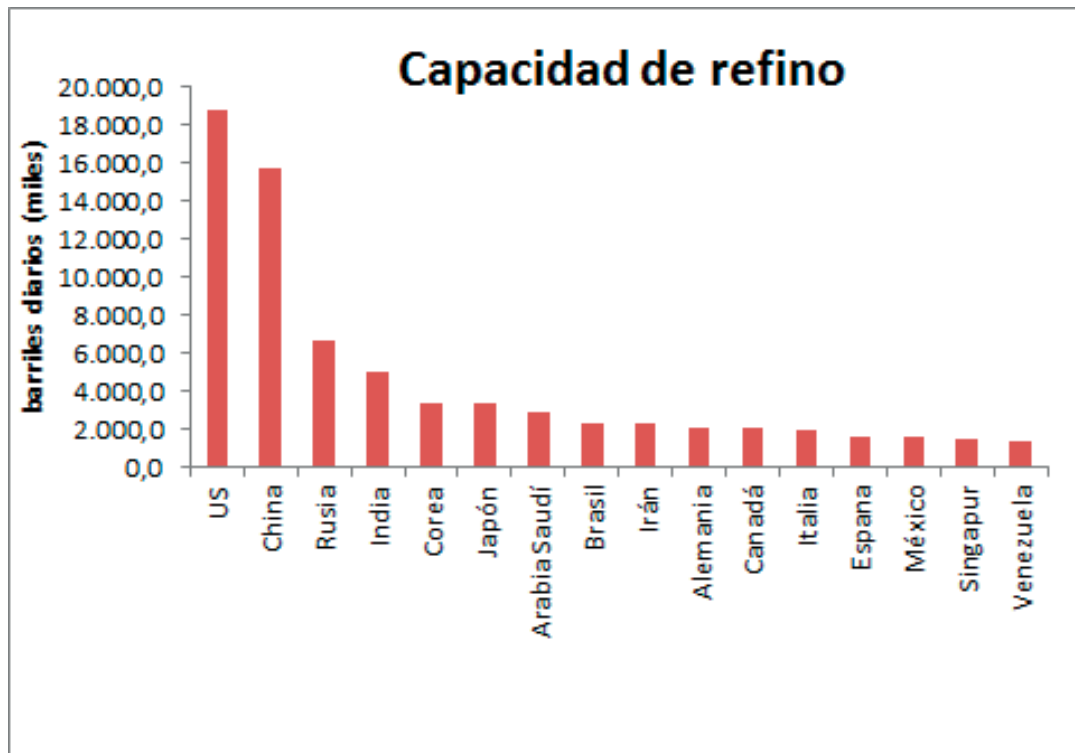


Figura 6. Capacidad de refino en distintos países. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

### Sector del gas natural

El sector del gas natural ha sufrido también importantes cambios, que se multiplicarán en los próximos años. El gas natural registró el crecimiento más rápido entre las fuentes de energía primaria:

<sup>18</sup> WEO 2017.

en los últimos diez años se incrementó, en media, un 13,4 por ciento anual (y si miramos a los últimos veinte, supera el 14 por ciento). En poco más de diez años, el consumo de gas natural en China se ha multiplicado por cuatro, y en la actualidad supera los 280 bcm.

Aun así, el crecimiento previsto en los próximos años sigue siendo muy alto. Aunque pueda haber cierta ralentización en el consumo de la industria, en el sector residencial (aproximadamente el 25 por ciento del consumo), alrededor de 300 millones de personas usan gas, con una tasa de acceso al gas de solo el 40 por ciento. En el sector eléctrico (también alrededor del 25 por ciento del consumo), la participación del gas en el mix de generación es muy baja (por debajo del 5 por ciento), y está previsto que desplace progresivamente al carbón hasta alcanzar el 10 por ciento.

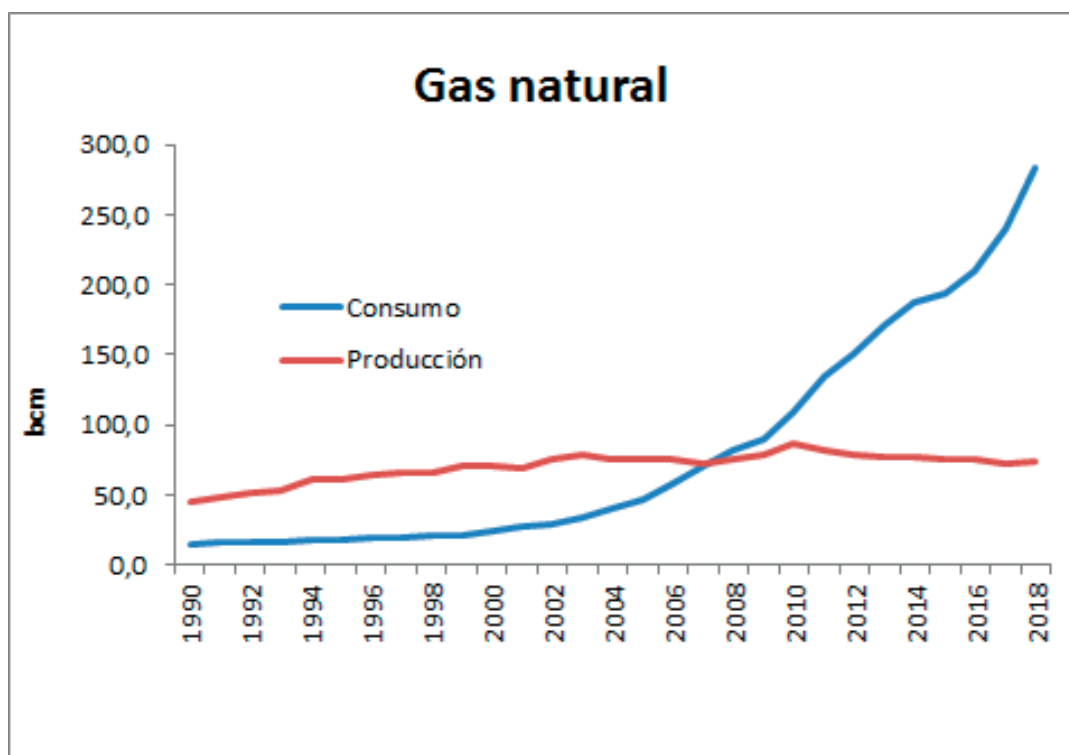


Figura 7. Producción y consumo de gas natural en China. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

El crecimiento de la demanda no se ha visto acompañado por la producción, que ha mantenido un perfil plano durante los últimos años. Sin embargo, al contrario que en el caso del petróleo, China tiene unas gigantescas reservas de gas natural, que se estiman<sup>19</sup>

<sup>19</sup> WEO 2017. Capítulo 14.

en 50 billones de metros cúbicos (tcm), la mayoría de los cuales serían reservas no convencionales (aproximadamente el 15 por ciento de las reservas mundiales de gas no convencional se encuentran en China). Las cuencas de Tarim (en la provincia occidental de Xinjiang) o la de Sichuan (en la provincia del mismo nombre) constituyen algunos de los yacimientos más importantes.

En la actualidad, la producción convencional de gas representa más del 70 por ciento del total, pero se prevé que los recursos no convencionales sean el principal dinamizador de la oferta en los próximos años. La AIE estima que la producción convencional podría caer hasta representar apenas el 30 por ciento del total en 2040.

Sin embargo, hasta ahora, los recursos no convencionales no han estado a la altura de las expectativas. El 13<sup>er</sup> Plan quinquenal, que se analizará en detalle más adelante, establecía un objetivo de producción no convencional de 110 bcm en 2020, objetivo que no se va a alcanzar. Las razones son múltiples: por un lado, los costes de perforación y extracción del gas no convencional siguen siendo muy altos, y algunos yacimientos como la cuenca de Tarim resultan particularmente complejos desde el punto de vista técnico. Existen también restricciones de tipo medioambiental y social, ya que las reservas se encuentran en zonas densamente pobladas. Pero uno de los motivos más importantes es que, hasta ahora, el gas natural licuado (GNL) ha constituido una alternativa muy competitiva, debido a las condiciones de los mercados internacionales y a la cercanía de las plantas de regasificación a los centros de consumo. También debe señalarse que el mercado continúa estando muy regulado y concentrado en las tres empresas nacionales de hidrocarburos: CNPC, Sinopec y CNOOC (esta última orientada hacia la exploración *offshore*). Aunque la regulación del gas no convencional en teoría es más abierta, desde que en 2011 se estableciese su propio régimen regulatorio, en la práctica CNPC y Sinopec tienen los derechos de exploración sobre las áreas con mayor potencial de desarrollo. Al contrario que en EE. UU., donde la revolución del gas no convencional ha estado liderada por empresas de pequeño tamaño en un mercado muy desconcentrado, China todavía no ha conseguido transformar su industria del gas no convencional.

Otro de los obstáculos para el desarrollo de la industria es la capacidad de la red de gasoductos, con todavía mucho margen para incrementar su capilaridad: por ejemplo, la red de ductos de larga distancia asciende a un total de 68.000 kilómetros, mientras

que en EE. UU. (con una superficie terrestre parecida) superan los 500.000 kilómetros<sup>20</sup>. Otra de las barreras para el desarrollo de las reservas chinas de gas son las limitaciones para los nuevos entrantes en el acceso a la red, objetivo hacia el que se dirigen algunas de las reformas del mercado actualmente en marcha.

El intenso crecimiento de la demanda, unido al estancamiento de la producción, ha provocado un fuerte aumento de las importaciones. Fue en 2007 cuando China se convirtió en importador neto de gas natural, pero desde entonces las importaciones han aumentado rápidamente, ascendiendo en la actualidad a más de 120 bcm, por encima del 40 por ciento de la demanda de gas natural.

Aproximadamente el 60 por ciento de las importaciones adopta la forma de GNL, frente al 40 por ciento que llega a través de gasoductos. La matriz de GNL se encuentra muy concentrada en el sudeste asiático (Australia 45 por ciento, Malasia 10 por ciento, Indonesia 10 por ciento) y Qatar (20 por ciento). Las importaciones con origen en EE. UU. son todavía reducidas (4,1 por ciento), aunque se espera que crezcan rápidamente en los próximos años, tras la flexibilización de las restricciones a las mismas por parte de la Administración Trump.

En cuanto a las importaciones a través de gasoductos, proceden en su mayoría de las exrepúblicas soviéticas del centro asiático fronterizas con China: principalmente Turkmenistán (70 por ciento), y en menor medida Uzbekistán (13,2 por ciento) y Kazajstán (11,3 por ciento). China también está conectada por ducto con Myanmar (6 por ciento).

Actualmente, está en construcción la ruta este del gasoducto «Poder de Siberia», que conectará por primera vez Rusia y China en los primeros años de la próxima década. También está prevista una segunda conexión (posiblemente a través de la denominada ruta Altai), y un cuarto gasoducto con Turkmenistán.

En cuanto a las instalaciones de GNL, China cuenta en la actualidad con dieciocho terminales de regasificación con una capacidad total superior a los 70 bcm. Sumando los proyectos en construcción, la capacidad total de regasificación china se acercará en los próximos años a los 100 bcm. La irrupción china en el mercado internacional de GNL ha sido un importante revulsivo, permitiendo la absorción

---

<sup>20</sup> WEO 2017. Capítulo 14.

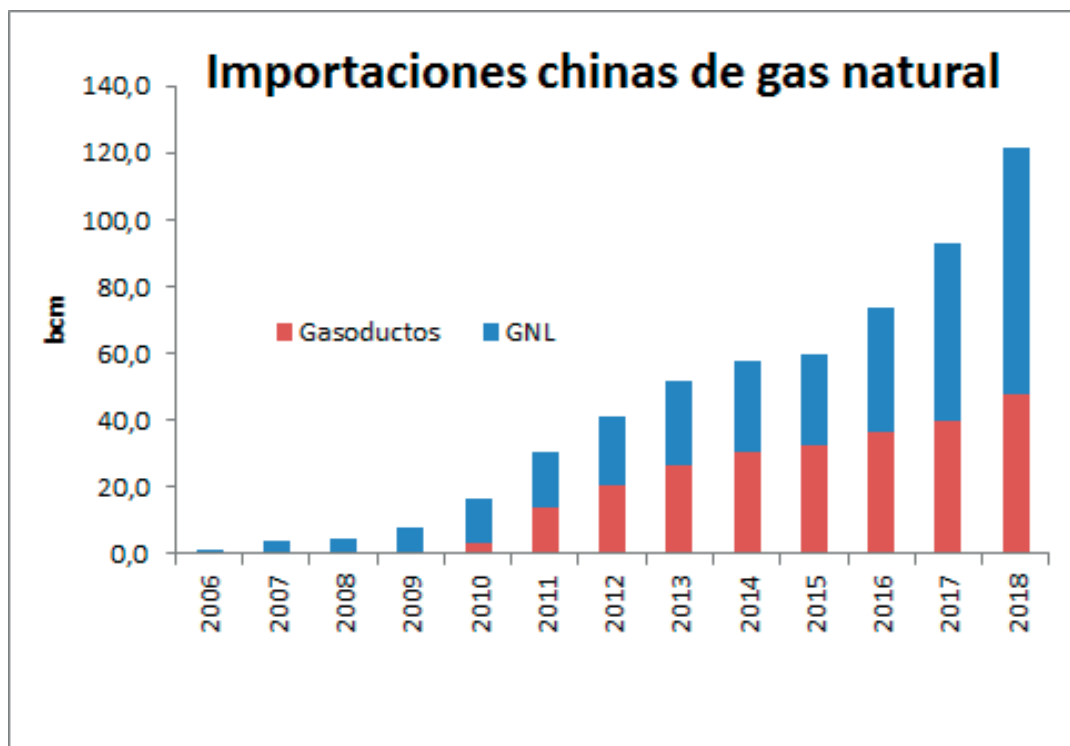


Figura 8. Importaciones de gas natural con destino a China. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

del gas con origen en EE. UU., todavía de forma limitada, pero con visos de crecer rápidamente durante los próximos años.

La intensa actividad corporativa de las principales compañías chinas de hidrocarburos no se ha limitado al sector del petróleo sino que se ha extendido también al gas natural, en ocasiones, como en el caso de varias áreas de exploración situadas en las aguas territoriales de Vietnam, mezcladas con reclamaciones sobre la soberanía de las mismas<sup>21</sup>.

### Sector de energías renovables

China es ya el mayor mercado para las energías renovables a nivel mundial, superando al conjunto de la UE y duplicando la potencia renovable instalada en EE. UU. El crecimiento en los últimos años es sencillamente espectacular. En la actualidad, las renovables representan alrededor del 25 por ciento de la generación eléctrica. La energía hidráulica ha crecido a lo largo de las últimas décadas, pero tanto la eólica como la solar han concentrado su

<sup>21</sup> «China and Hong Kong: the ultimate test of authoritarian rule». *Financial Times*. 4 de octubre 2019.

incremento en los últimos años, haciéndolo a un ritmo vertiginoso, con un aumento medio anual cercano al 40 por ciento. La AIE prevé que la producción de renovables siga creciendo a un fuerte ritmo hasta superar a la producción a partir de combustibles fósiles alrededor del año 2030, alcanzando una participación en el parque total de generación del 60 por ciento en el año 2040.

En los últimos cinco años, el crecimiento eólico e hidráulico ha sido de 20 Gw de nueva capacidad por año, y de 30 Gw para la energía solar. En el sector hidráulico, la capacidad total instalada asciende a 350 Gw (incluyendo la presa de las Tres Gargantas, en la provincia de Hubei, que con una capacidad de 22,5 Gw es la mayor instalación hidráulica mundial). El último análisis realizado del potencial hidráulico técnica y económicamente aprovechable lo cifra en 660 Gw, es decir, casi el doble de la capacidad instalada actual<sup>22</sup>.

En el caso de la energía solar fotovoltaica, su rapidísimo crecimiento la ha convertido en uno de los pilares del mix eléctrico chino en apenas unos años. La capacidad total instalada en el país se estima en alrededor de 175 Gw, muy superior al objetivo establecido en el 13<sup>er</sup> Plan quinquenal, 105 Gw de capacidad instalada en 2020. La AIE estima que la energía solar fotovoltaica podría llegar a representar hasta el 10 por ciento de la generación eléctrica en China en el año 2040 (frente al actual uno por ciento). China también está apostando, además de por la fotovoltaica, por otras tecnologías solares, como la solar térmica y la solar de concentración.

China domina algunos de los eslabones más importantes de la cadena de valor de las tecnologías solares, como la fabricación de los paneles, mercado en el que las empresas chinas han tenido un papel decisivo en la reducción de costes en los últimos años. Las exportaciones chinas de módulos solares se estiman en más de 20 Gw anuales. Las empresas chinas también se han posicionado en otros sectores renovables como la fabricación de turbinas eólicas, las baterías eléctricas o los vehículos. Según IRENA, China es el país con el mayor número de patentes en los sectores renovables (alrededor del 30 por ciento mundial) seguido, a gran distancia, por EE. UU. (18 por ciento), Japón y la UE (14 por ciento).

La fortaleza de las empresas chinas en este mercado debe, no obstante, ponerse en perspectiva: se trata de un mercado con

---

<sup>22</sup> WEO 2017. Capítulo 14.

pequeñas barreras de entrada, un altísimo nivel de competencia en precios, y donde los compradores disfrutaran de un elevado poder de negociación, debido a la estandarización del producto. Es decir, siendo cierto que el liderazgo alcanzado por las empresas chinas en el mercado fotovoltaico tiene un alto valor económico y comercial, debido al fuerte crecimiento que se prevé en las próximas décadas, desde un punto de vista geopolítico, el valor estratégico es más relativo, al tratarse de una tecnología fácilmente replicable y sobre la que es difícil apropiarse de las rentas generadas.

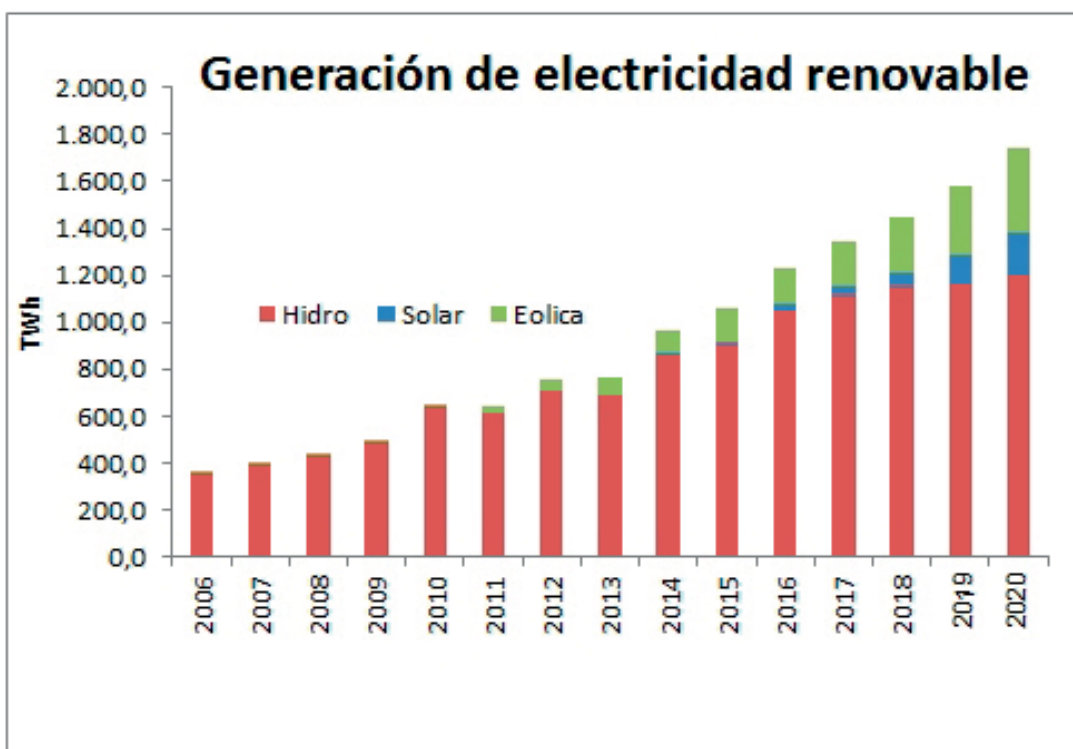


Figura 9. Producción de electricidad en China a partir de fuentes renovables. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

También la energía eólica ha crecido rápidamente en los últimos años. En 2018, se instalaron en China alrededor de 21 Gw de nueva capacidad, aproximadamente el 46 por ciento de la capacidad total instalada a nivel mundial<sup>23</sup>. Como en el caso de la solar, la mayor parte de las plantas eólicas se sitúan en el oeste del país (en provincias como Xinjiang, Mongolia interior o Gansu), debido a la mayor riqueza del recurso, pero lejos de los principales centros de consumo. Este hecho, junto a las limitaciones de la red eléctrica existente, han provocado la desconexión puntual

<sup>23</sup> <https://gwec.net/china-wind-power-2019/>.



de muchas plantas a lo largo de los últimos años, debido a las dificultades para integrar la electricidad producida en la red.

Al contrario que en otros países, la energía nuclear sigue creciendo en China, lo que puede convertir a China en la primera potencia nuclear en 2030, pasando de los actuales 35 Gw a 145 Gw en 2040. En China se localiza un tercio de los aproximadamente 65 Gw de potencia nuclear en construcción a nivel mundial. Para la provisión de uranio, la política del Gobierno es obtener un tercio de la oferta local, otro tercio de participaciones de empresas chinas en minas en el exterior, y el último tercio de los mercados internacionales.

En paralelo a la expansión nuclear, la tecnología china ha progresado rápidamente en los últimos años. La compañía estatal CGNPC ha construido cinco reactores en Pakistán utilizando la segunda generación de reactores PWR, y está construyendo otros dos utilizando la tercera generación de reactores. CGNPC también ha firmado un contrato en Argentina para la construcción de dos reactores, y colabora con EDF en el proyecto de Hinkley Point en el Reino Unido, con una participación del 33,5 por ciento<sup>24</sup>.

### Compromisos medioambientales

Los compromisos internacionales en materia de cambio climático constituyen otra pieza fundamental de la política energética china. El sector energético chino emite más de 11 Gt de CO<sub>2</sub> cada año (alrededor del 30 % del total mundial), siendo el mayor emisor mundial, duplicando al siguiente en la lista. China está inmersa en un proceso de desarrollo económico y urbanización todavía muy lejos de detenerse. Se prevé que la población urbana china crezca en más de 300 millones hasta 2030, siendo el consumo medio de energía en las ciudades tres veces superior al consumo rural. Si a ello sumamos el crecimiento industrial, el desarrollo del transporte y de otras partidas, el incremento previsto de la demanda energética en China hasta 2030 se sitúa entre un 25% y un 40%. Las emisiones de CO<sub>2</sub>, por tanto, seguirán creciendo en China durante los próximos años, y no se prevé que se estabilicen hasta el año 2030.

En una interesante manifestación de la nueva geopolítica mundial (sobre la que ahondaremos en el siguiente capítulo), China y EE. UU. anunciaron en noviembre de 2014 un acuerdo bilateral

---

<sup>24</sup> WEO 2017.

por el que ambos países se comprometían a reducir sus emisiones durante las dos próximas décadas, compromiso que fue la antesala del posterior acuerdo de París.

Como parte de este acuerdo, China adquirió los siguientes compromisos medioambientales: alcanzar un pico en sus emisiones de CO<sub>2</sub> en 2030, con el objetivo de alcanzarlo antes de esta fecha; reducir la intensidad de CO<sub>2</sub> de su PIB entre el 60 y 65 por ciento por debajo de sus niveles de 2005; incrementar la participación de combustibles no fósiles en el mix energético hasta el 20 por ciento, y finalmente incrementar el volumen de bosques en 4,5 bcm, comparado con los niveles de 2005.

### Planificación energética

Los ejercicios de planificación energética son habituales en casi todos los países. En China revisten un interés especial, dado que las autoridades tienen un bagaje muy positivo en el cumplimiento de sus objetivos.

Desde principios de los cincuenta, el Gobierno chino ha aprobado sucesivos planes quinquenales, en su comienzo concebidos como piezas básicas de planificación de una economía dirigida y, más adelante, a raíz de la apertura económica, como instrumentos para establecer los objetivos estratégicos y las políticas generales del Gobierno.

En diciembre de 2016, la Comisión para la Reforma y el Desarrollo Nacional (NDRC, por sus siglas en inglés) y la Administración Energética Nacional (NEA), de facto el ministerio de energía chino, hicieron público el 13<sup>er</sup> Plan quinquenal (2016-2020) en el sector energético. Este documento básico debe analizarse conjuntamente con los análisis preparatorios del 14<sup>o</sup> Plan quinquenal (2021-2025), que se encuentran ya avanzados<sup>25</sup>.

La agenda energética se perfiló a grandes rasgos en la llamada a una «revolución energética» hecha por el presidente chino en 2014, base para la elaboración de los sucesivos planes quinquenales, y también para la «Estrategia para una Revolución en la Producción y el Consumo de Energía» (2016-2030), publicada conjuntamente por NDRC y NEA en 2017. De manera adicional, se

---

<sup>25</sup> Por ejemplo, la compañía de hidrocarburos más grande de China, CNPC, hizo público el pasado mes de agosto su Outlook a 2050, una pieza fundamental del trabajo de la NEA para el nuevo plan quinquenal.

han aprobado planes sectoriales para los diferentes subsectores energéticos<sup>26</sup>. Estos documentos dibujan una transformación radical del sector energético chino durante la próxima década. Algunos de los principales objetivos de estos planes son los siguientes.

En el horizonte 2020:

- Mantener el consumo total de energía primaria por debajo de los 5.000 Mtce<sup>27</sup> (en 2018 fue de 4.681,5 Mtce).
- Los combustibles no fósiles alcanzarán el 15 por ciento en el mix de energía primaria (en 2018 representaron el 14,7 por ciento).
- La intensidad energética de la economía se reducirá un 15 por ciento sobre el nivel de 2015 (hasta 2018 se ha reducido un 13,2 por ciento), y la intensidad de CO<sub>2</sub> un 18 por ciento (la reducción hasta 2018 es del 19,7 por ciento).
- La autosuficiencia energética alcanzará al 80 por ciento (de acuerdo con algunas estimaciones ya se habría alcanzado).
- Otros objetivos sobre el control de las emisiones en las plantas de generación eléctrica a partir de carbón.

En el horizonte 2030:

- Garantizar el acceso energético en las áreas rurales.
- Mantener el consumo total de energía primaria por debajo de los 6.000 Mtce.
- Los combustibles no fósiles alcanzarán el 20 por ciento en el mix de energía primaria.
- El gas natural alcanzará el 15 por ciento en el mix de energía primaria (en la actualidad es del 7,5 por ciento).
- El incremento adicional de energía primaria será satisfecho «principalmente» por energías limpias.
- La intensidad energética de la economía se acercará a los niveles promedio mundiales.
- La participación de las fuentes no fósiles en el mix de generación eléctrica alcanzará el 50 por ciento (en la actualidad el 30 por ciento).

<sup>26</sup> Los hay para el carbón, petróleo, gas, energías renovables, gas no convencional, metano, nuclear, hidroeléctrica, eólica, biomasa solar, geotérmica e innovación.

<sup>27</sup> Millones de toneladas equivalentes de carbón.

Como se puede observar, China se encuentra muy cerca de cumplir con la mayoría de objetivos establecidos en su estrategia energética. Con casi todos, salvo uno: el de las emisiones de CO<sub>2</sub><sup>28</sup>. En los escenarios energéticos de CNPC para la elaboración del 14 Plan quinquenal, el escenario medioambientalmente más sostenible prevé que la demanda de energía primaria en 2050 se sitúe en los niveles de 2035. Sin embargo, para que China cumpliera con sus compromisos medioambientales de París, debería caer hasta los niveles de 2017<sup>29</sup>. CNPC prevé que la demanda de petróleo sigue creciendo hasta 2030 (con un incremento de entre 2 mb/d y 3 mb/d respecto a los niveles actuales, aproximadamente la mitad del incremento de la pasada década), y que la demanda de energía primaria siga creciendo un 2 por ciento anual, estabilizándose hacia 2040. En términos sectoriales, el transporte representará la mitad de la demanda de petróleo, mientras los usos industriales, en línea con los cambios estructurales de la economía china, disminuirán su participación desde el 25 por ciento actual hasta poco más del 10 por ciento en 2030. Respecto al carbón, aunque su participación en el mix energético seguirá cayendo, CNPC prevé que todavía represente un tercio en 2050. Una de las novedades del ejercicio de planificación de CNPC es el limitado crecimiento que prevé para el gas natural en los próximos años: después de años de extraordinario crecimiento, en 2019 las cifras fueron más modestas y, en parte como resultado, CNPC ha revisado a la baja sus previsiones de crecimiento de la demanda, especialmente en la industria.

Un importante matiz es que mientras en casi todos los países desarrollados la electrificación de las economías es sinónimo de descarbonización, en China constituye en la práctica un paso atrás, debido al peso del carbón en la matriz de generación eléctrica.

Otro de los sectores clave, como ya se ha indicado, es el del transporte. CNPC coincide con la AIE en que, a pesar de la notable ralentización de la venta de vehículos de combustión interna y la rápida penetración de los eléctricos (además de los híbridos, y los sistemas de transporte compartido), los vehículos de combustión seguirán representando dos tercios de la flota en

<sup>28</sup> LIU, Qilin a; LEI, Qi b; XU, Huiming c; YUAN, Jiahai d, e. «China's energy revolution strategy into 2030». *Resources, Conservation and Recycling* Volume 128. January 2018, pp. 78-89.

<sup>29</sup> MEIDAN, Michal. «Glimpses of China's energy future». The Oxford Institute for Energy Studies, septiembre 2019.

circulación en 2030. El pasado mes de julio, se produjo cierta confusión después de que el Ministerio de Industria e Información Tecnológica (MIIT) publicase una respuesta en su página web a una petición del Parlamento chino, solicitando un calendario para prohibir la venta de vehículos de combustión. MIIT respondió que consideraría el establecimiento de zonas experimentales «libres» de vehículos convencionales, lo que podría abrir la puerta a una estrategia más ambiciosa en el 14 Plan quinquenal.

## Conclusiones

El crecimiento de la demanda de energía china en las últimas décadas ha convertido al gigante asiático en el mayor consumidor mundial de energía. En el caso del carbón, China es el mayor productor y consumidor mundial, hasta el punto que los mercados internacionales se mueven en paralelo al mercado interno chino. En el petróleo, el fuerte crecimiento de la demanda no se ha visto acompañado por una expansión parecida de la producción, convirtiendo a China en el principal importador mundial. Algo semejante ha ocurrido con el gas natural, aunque en este caso China dispone de gigantescas reservas, que podrían desarrollarse en los próximos años. El impacto medioambiental se ha convertido en una variable clave de la política energética china, especialmente a raíz del deterioro de la calidad del aire en sus ciudades.

Estos vectores han tenido profundas implicaciones geopolíticas, que se abordaran de manera más detallada en los próximos capítulos. A través de sus inversiones en el sector energético, y del crecimiento de sus importaciones, China ha alcanzado un peso geopolítico muy elevado en regiones como África Occidental y América Central y del Sur; en otras, como Oriente Medio, China está sustituyendo progresivamente el papel que tradicionalmente desempeñaba EE. UU., al combinarse el crecimiento chino con la retirada de EE. UU., gracias al fuerte crecimiento de su producción de petróleo y gas no convencionales, y a la orientación en política exterior de la Administración Trump. China no se limita a participar en el sector *upstream*, sino que, en consonancia con la evolución de los sectores energéticos, con una importancia menor de las fuentes primarias y cada vez mayor de las tecnologías (como se analizará en el siguiente capítulo), China ha desarrollado un potencial clave en sectores clave, como la fabricación de paneles solares, o el abastecimiento de minerales y tierras raras, necesarios para la manufacturación de componentes clave de estas tecnologías.

Para entender las implicaciones geopolíticas, es necesario examinar con mayor profundidad los cambios asociados a los sectores energéticos (capítulo 2), lo que nos permitirá preguntarnos de manera más concreta cómo han afectado, tanto estos cambios como la evolución en los sectores tradicionales, a la relación geopolítica entre China y EE. UU., (capítulo 3).

### Segunda parte. La geopolítica de la energía

A lo largo de la historia, han existido pueblos y sociedades que extendieron su influencia económica, cultural, política y militar, allende sus fronteras originales, hasta formar verdaderos imperios. Tanto las razones que provocan el ascenso como las que agotan la hegemonía de las naciones, han sido desde siempre objeto de estudio pormenorizado. Desde las explicaciones «smithianas» centradas en las dotaciones de recursos naturales<sup>30</sup>, pasando por las «weberianas» que subrayan las convenciones sociales o culturales<sup>31</sup>, como las «acemogliananas» que ponen el énfasis en los aspectos institucionales<sup>32</sup>, diversas disciplinas han ofrecido explicaciones alternativas, a veces también complementarias, sobre uno de los interrogantes más apasionantes de la historia: la persistencia en el tiempo de diferentes niveles de poder económico, político o militar entre los países.

Cuando a principios de los noventa, el profesor de la Universidad de Harvard Joseph Nye<sup>33</sup> estableció su famosa distinción entre las fuentes de «poder duro» y de «poder blando», formulaba también la siguiente hipótesis: la mayor importancia de las segundas al hilo de la globalización y la digitalización de las economías. Es discutible, sin embargo, que así haya sucedido a lo largo de las dos últimas décadas, especialmente tras la crisis económica y financiera de finales de la década de los 2000. La severa interrupción de los flujos de liquidez y crédito, que en algunos casos bordeó el colapso del sistema financiero internacional, junto con la contracción simultánea de las principales economías mundiales, devolvió las fuentes de «poder duro» a la primera línea, entre ellas la competencia por los recursos ener-

<sup>30</sup> LANDES, David. *The Wealth and Poverty of Nations*. O la más clásica de SMITH, Adam. *La riqueza de las naciones*.

<sup>31</sup> WEBER, Max. *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*.

<sup>32</sup> ACEMOGLU, Daron; ROBINSON, James A. *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty*.

<sup>33</sup> *Bound to Lead: The Changing Nature of American Power*.

géticos, objeto de este artículo, junto con otras fuentes «duras» de segunda generación, como el comercio internacional (cuyas derivadas proteccionistas se han manifestado en los últimos años), la política monetaria (reinventada desde entonces) o la regulación fiscal (especialmente sobre las grandes compañías multinacionales), que han ocupado el centro de la discusión internacional.

Más que hacer prevalecer las fuentes «blandas», podría decirse que la era de Internet ha difuminado los contornos entre el poder «duro» y el «blando»: ¿dónde situar, por ejemplo, los ciberataques?, ¿o las *fake news* y los intentos de influir en los procesos electorales de otros países? Se trata de actuaciones que, por sus objetivos y ámbito de actuación, entrarían dentro de las fuentes «duras» de Nye, pero que, en cambio, debido a los métodos utilizados, encajan mejor entre las «blandas».

En cualquier caso, resulta útil partir de la seminal distinción de Nye para trazar un somero repaso a la evolución de las relaciones de poder a lo largo de la historia. Porque mientras las fuentes de «poder blando» han sido caleidoscópicas, y sus trazos más sinuosos, las de «poder duro» han sido más lineales y por tanto más fáciles de recapitular: así, los grandes imperios de la antigüedad, como el macedonio, el mongol o el romano, se forjaron en gran medida sobre ventajas perfectamente identificables en la estrategia militar o en la organización política. Más adelante, la era de las navegaciones náuticas dio lugar a una transformación radical tanto de la tecnología de combate, como de las relaciones económicas y comerciales. Con ellas, cambiaron también las fuentes de poder «duro», convirtiéndose el control de las rutas marítimas en el principal factor detrás del auge del Imperio español (entre los siglos xv y xvii) y posteriormente del británico (en el xvii y xix).

La revolución industrial representó un nuevo desplazamiento de las fuentes de «poder duro». Aunque la energía ya ocupaba un lugar destacado, su papel hasta entonces era secundario, tanto en la navegación náutica (mayoritariamente a vela) como en la acción militar (donde la fuerza mecánica era fundamentalmente de origen animal). Es a raíz de la revolución industrial cuando la energía, al sustituir a estas otras fuentes, pasa a tener un lugar protagonista. Conviene señalar que el cambio fue doble: no solo se desplazó el ingrediente básico del sistema (que pasó a ser la energía) sino que también, al hacerlo, se multiplicó exponencialmente su tamaño. Según las estimaciones de Angus Maddison, la renta per cápita mundial entre el año 1 y 1820 se incrementó

de forma mínima, pasando apenas de 467 a 666 dólares anuales en términos constantes. Es decir, se necesitaron 1.800 años para que la renta se incrementase en doscientos dólares. Tras el comienzo de la revolución industrial en 1820, la renta per cápita mundial necesitó solo cincuenta años para recorrer el mismo camino. En 1870, ya se situaba en 884 dólares. Y a partir de ese año, el crecimiento fue vertiginoso. En la actualidad, la renta per cápita mundial crece cada año en más de doscientos dólares. Es decir, cada año recorreremos el mismo camino por el que la humanidad se demoró casi dos mil años.

Este gigantesco crecimiento económico no fue gratuito. Para conseguirlo, la humanidad se embarcó en un proceso de transformación de la energía en una escala sin precedentes. El desarrollo de la industria textil, la introducción de la máquina de vapor de James Watt en la industria, su aplicación a las comunicaciones a través de los ferrocarriles y los barcos, el descubrimiento de la electricidad o la invención de los motores de combustión interna, son algunos de los grandes hitos de la época industrial. Todos ellos implicaban un volumen de transformación de la energía desconocido hasta entonces. El rasgo más característico de la era postindustrial es el salto gigantesco en el consumo de energía, y por tanto en su transformación.

### Las grandes transiciones energéticas

En 1850, el consumo energético de EE. UU. era de apenas 2,1 billones de BTU, casi en su totalidad madera. En el año 2010, el consumo de madera era similar. La diferencia es que el consumo total en EE. UU. era de 91,1 billones de BTU, con una participación mayoritaria del petróleo, seguido por el carbón, el gas natural, la energía nuclear y la hidroeléctrica. En la era industrial, la humanidad aprendió a domesticar todas estas fuentes de energía.

Al ocupar la energía este lugar preeminente entre las fuentes de «poder duro», la geopolítica energética se convirtió en una disciplina en sí misma en las relaciones de poder internacionales. Y las grandes transformaciones energéticas tuvieron desde entonces profundas implicaciones geopolíticas. Nos detendremos en hacer un breve recorrido por las más importantes.

La madera fue el principal combustible mundial hasta mediados del siglo XVIII. Aunque puntualmente se produjeron situaciones de escasez (por ejemplo, en la década de 1620 los británicos impor-



taron madera, primero desde los países bálticos y escandinavos, y más adelante desde las colonias de América del Norte), no fue hasta el siglo xvii cuando esta escasez comenzó a hacerse crónica en algunos países.

Las revoluciones industriales del siglo xviii, y el vertiginoso crecimiento en el consumo de energía, dieron paso a la primera gran transición energética, desde la madera hacia el carbón, que empezó a utilizarse de manera generalizada como combustible para calefacción, el sector industrial y el transporte. Al final de la guerra civil americana en 1865, la madera representaba el 80 por ciento del consumo de energía primaria en EE. UU., frente a solo un 20 por ciento el carbón. Solo unos años después, hacia 1900, la situación se había invertido casi por completo: el carbón constituía el 75 por ciento del consumo mientras la madera apenas llegaba al 20 por ciento<sup>34</sup>.

En lo que se refiere a la disponibilidad de los recursos, sin embargo, madera y carbón tienen rasgos muy similares, como no puede ser de otro modo, ya que el segundo se forma normalmente, desde el punto de vista geológico, a partir del primero. Tanto la distribución de madera y carbón por la geografía mundial como las necesidades de transporte y almacenamiento, presentan patrones muy parecidos. En ese sentido, puede decirse que la primera gran transición energética (de la madera al carbón), desde el punto de vista geopolítico, no representaría una discontinuidad importante.

Todo lo contrario puede decirse de la segunda, la transición entre el carbón y el petróleo durante las primeras décadas del siglo xx. Es archiconocida la decisión adoptada por Winston Churchill, al poco de ser nombrado primer lord del Almirantazgo, en los albores de la Primera Guerra Mundial, de sustituir el carbón por el petróleo en la flota de la Armada británica, una decisión que se ha considerado arriesgada, en cuanto reemplazaba un combustible autóctono y relativamente abundante en el territorio británico como el carbón, por otro importado como el petróleo. De algún modo aquella decisión marca el momento a partir del cual la seguridad energética, es decir, la necesidad de garantizar el suministro ininterrumpido de energía a unos precios accesibles, pasa a ocupar un espacio destacado en el tablero geopolítico, lugar que ya no abandonaría hasta el presente.

---

<sup>34</sup> «The Geopolitical Implications of Future Oil Demand».

¿Qué efectos geopolíticos tuvo la transición entre el carbón y el petróleo? Un elemento de la decisión de Churchill que a menudo se obvia (alrededor de Churchill existe una especie de bruma mitológica, que tiñe de prescientes casi todas sus decisiones, sin perjuicio de que muchas de ellas efectivamente lo fuesen), es que en realidad la decisión de Churchill fue más obvia de lo que aparentaba. Porque, por un lado, las ventajas de apostar por el petróleo eran evidentes, ya que la carrera tecnológica entre el carbón y el petróleo se estaba dirimiendo rápidamente a favor del segundo, sobre todo tras la invención del motor de combustión interna y su aplicación en masa a la naciente industria del automóvil, junto con la revolucionaria cadena de montaje de Henry Ford, que dispararía el consumo de petróleo desde las primeras décadas del siglo xx. En cambio, los costes (o riesgos) de apostar por el petróleo, como la mayor vulnerabilidad energética a la que aludíamos, no eran todavía evidentes. De hecho, en las primeras décadas del siglo xx, desde el punto de vista geopolítico, el petróleo no era muy diferente del carbón o la madera. Veamos brevemente por qué.

A menudo se dice, equivocadamente, que la singularidad del petróleo viene de la concentración de sus reservas en unos pocos países<sup>35</sup>. Los datos, sin embargo, desmienten esta afirmación. La concentración de las reservas mundiales de carbón, por ejemplo, es mayor que la de petróleo (medida por el porcentaje de las reservas de los cinco —o también de los diez— principales países). Utilizando una medida estándar de la concentración de un mercado, como el índice de Herfindahl-Hirschman<sup>36</sup>, se llega a la misma conclusión: la concentración de las reservas internacionales de carbón es mayor que la del petróleo, situándose este de hecho más cerca de la relativa dispersión de la madera.

Herfindahl-Hirschman - Concentración de reservas	HHI
Madera	727.8
Petróleo	1,056.1
Carbón	1,431.9

Figura 10. Concentración de reservas por países (2019). Fuente: BP Statistical Review y elaboración propia.

<sup>35</sup> Así se dice, por ejemplo, en STEVENS, Professor Paul. «The Geopolitical Implications of Future Oil Demand». Chatham House.

<sup>36</sup> El Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) es una medida sobre la concentración de un mercado. Se calcula elevando al cuadrado la cuota de mercado de cada agente, en este caso país, y sumando esas cantidades. El resultado máximo es 10.000, en caso de monopolio, y el valor del índice se reduce conforme las cuotas de mercado se distribuyen de forma más uniforme.

Si no es la concentración geológica de las reservas, ¿qué hace diferente al petróleo, al que se han atribuido la mayor parte de los conflictos que han tenido lugar en el siglo xx<sup>37</sup>? En realidad, como apuntábamos, los mercados internacionales del petróleo fueron parecidos a los del carbón hasta entrada la década de los cincuenta (por ese motivo la decisión de Churchill fue relativamente sencilla). Es solo a raíz del proceso de descolonización posterior a la Segunda Guerra Mundial cuando se produce la nacionalización de los recursos petroleros<sup>38</sup>. Más concretamente, fue a raíz de la crisis de Suez cuando estos episodios, infructuosos hasta entonces (como el del primer ministro iraní Mohamed Mossadeq en 1951, que dio lugar a un boicot internacional seguido de un golpe apoyado por EE. UU. y Gran Bretaña, que lo depuso en 1953), cosecharon un mayor éxito. La segunda ola de nacionalizaciones de los recursos petroleros comienza en la década de los sesenta, en un contexto internacional más favorable, en el marco del pos-colonialismo que siguió a la crisis de Suez, cuando EE. UU. rompió amarras con las viejas potencias coloniales europeas, tras advertir el riesgo de que la influencia soviética (o maoísta, tras el triunfo de la revolución china) se mezclase con las reivindicaciones de descolonización en muchos países del entonces llamado Tercer Mundo.

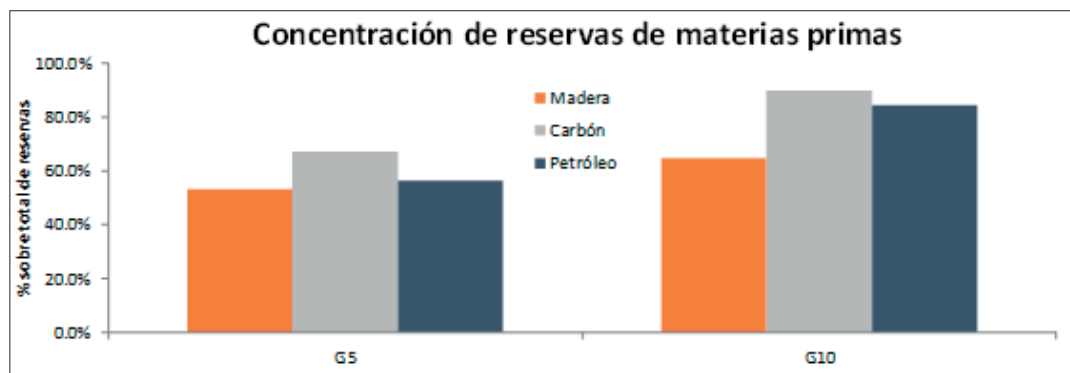


Figura 11. Concentración de reservas en cinco principales productores (G5) y diez respectivamente (G10). Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

Como ejemplos de la nacionalización de los recursos petroleros puede señalarse la creación por Kuwait de su compañía nacional (KNPC) en 1960, o de Arabia Saudí en 1962, que posteriormente

<sup>37</sup> YERGIN, 1991.

<sup>38</sup> TAPIA RAMÍREZ, Isidoro. «La política energética de los EE. UU. y sus implicaciones geoestratégicas». *Energía y geoestrategia* 2017.

nacionalizaría Aramco pagando compensaciones a grandes rasgos apropiadas. Irak también crea su propia compañía en 1967 (INOC). El tablero petrolero se reconfigura en estos años, perdiendo influencia las grandes petroleras internacionales, las llamadas «siete hermanas<sup>39</sup>», a favor de las pujantes empresas nacionales del petróleo (NOC).

Es sobre este nuevo terreno de juego, cuando la hegemonía de varias décadas de las «siete hermanas» empieza a estar en discusión frente a la pujanza de las compañías nacionales, cuando tienen lugar las dos crisis del petróleo de la década de los setenta (la primera, en 1973 a raíz de la guerra del Yom Kipur, y la segunda en 1979 tras la revolución iraní). El efecto combinado de estas crisis sería doble: por un lado, la cartelización de la oferta petrolera, tras la guerra de Yom Kipur. Por otro, el papel pivotal de Arabia Saudí, decisivo para entender la dinámica del mercado mundial del petróleo desde que la revolución iraní de 1979 sustrajese a este país de los mercados internacionales.

La cartelización de la oferta, en realidad, debe ponerse en perspectiva, porque su eficacia a lo largo del tiempo ha sido solo parcial. En general, la OPEC ha sido capaz de preservar la cuota agregada de sus integrantes en niveles relativamente estables. Solo en algunos periodos, como a principios de la década de los ochenta, coincidiendo con el descubrimiento de los yacimientos petroleros en Alaska y el mar del Norte, o a finales de los noventa, a raíz de la disputa entre Arabia Saudí y Venezuela, las cantidades producidas dentro de la OPEC han sido objeto de discordia. En cambio, el éxito ha sido mucho menor sobre la estabilidad de los precios del petróleo que han sufrido grandes oscilaciones durante estos años. Aunque es posible que el precio-objetivo haya también evolucionado a lo largo del tiempo (por ejemplo, el gasto público necesario para preservar la paz social se ha incrementado desde las revoluciones en el mundo árabe de principios de esta década), los datos sugieren que la OPEC ha sido un instrumento eficaz para preservar la cuota agregada de sus integrantes, pero mucho menos en lo que respecta al precio, confirmando una regla económica básica, de inspiración walrasiana: que no se puede establecer un objetivo simultáneo sobre cantidades y precios, sino solo sobre

---

<sup>39</sup> Standard Oil of California (actual Chevron), Standard Oil of New Jersey (Esso/Exxon) y Standard Oil Company of New York (Socony) (conocida como Mobil, ahora parte de ExxonMobil), además de Texaco (posteriormente fusionada con Chevron), Gulf Oil, Anglo-Persian Oil Company (actual BP) y Royal Dutch Shell.

uno de ellos, ya que la determinación del segundo se produce de forma automática a través del vaciado de los mercados.

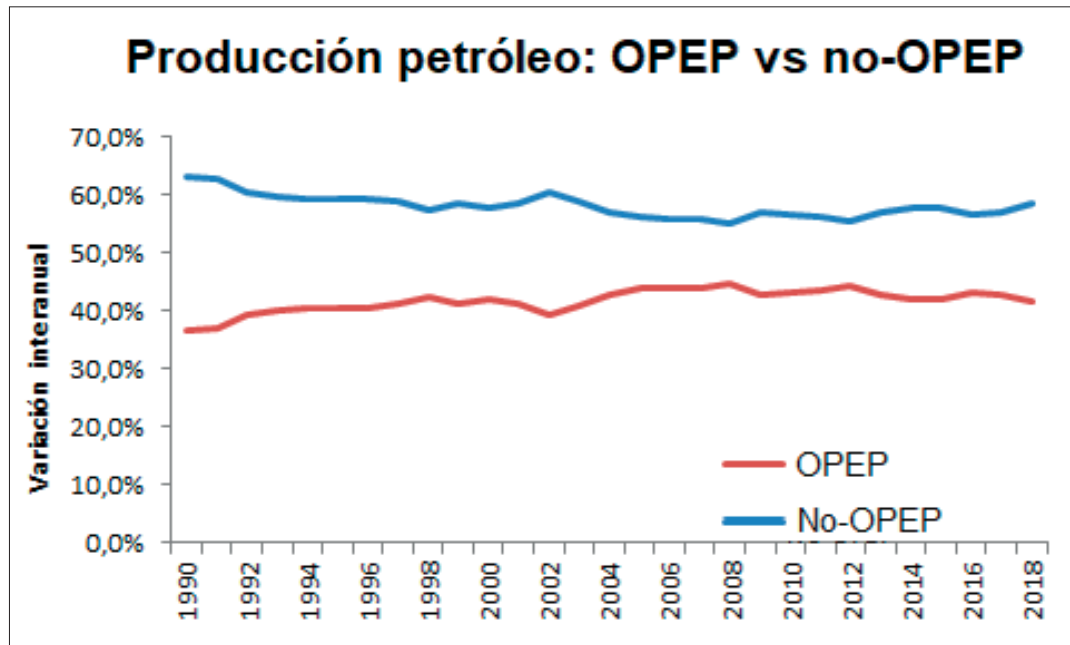


Figura 12. Producción de petróleo por grupo de países. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

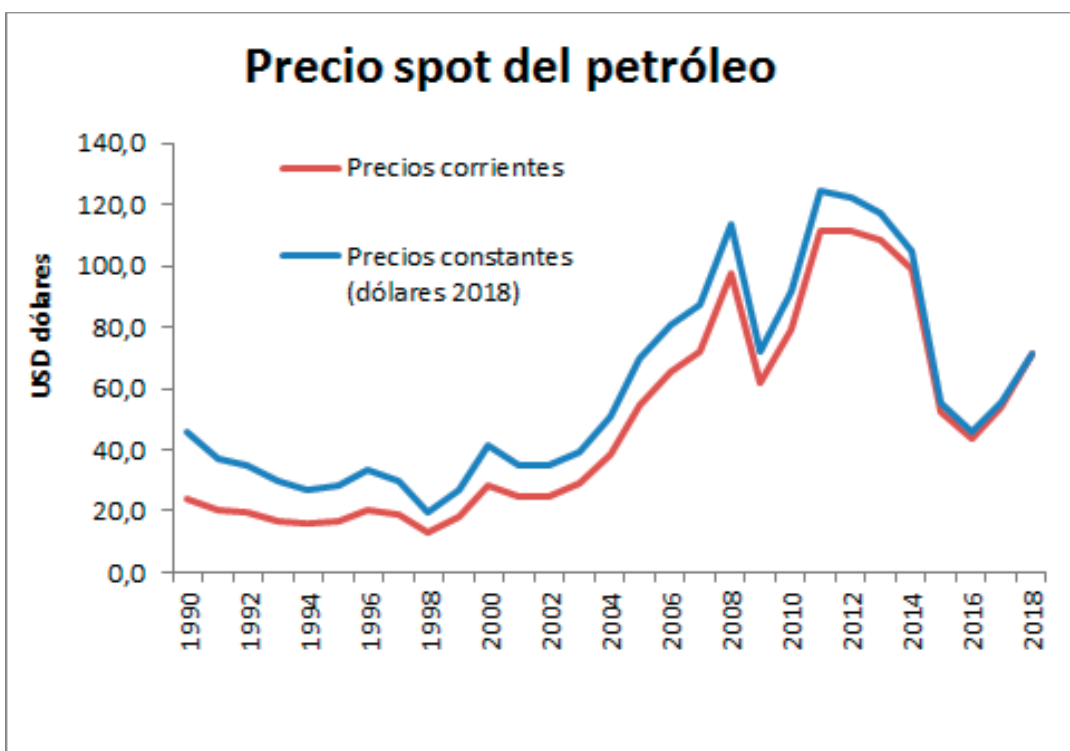


Figura 13. Precio spot del barril de Brent. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

El segundo rasgo del mercado, ya apuntado, es el papel pivotal de Arabia Saudí, que salvo el episodio descrito a finales de los noventa, ha mantenido una política energética previsible y muy constante en las últimas décadas. Recientemente, esta estabilidad se ha puesto en cuestión, tras la muerte del rey Abdalá bin Abdelaziz, y la consiguiente sustitución del todopoderoso ministro saudí del petróleo Ali al-Naimi en 2016, después de dos décadas en el cargo, cambios que han conducido a la histórica decisión de cotizar en los mercados de capitales un 1,5 % de la compañía nacional Aramco, una decisión que no obstante se ha corregido a la baja frente a las pretensiones iniciales de vender hasta un 5 % de la compañía en alguna de las principales plazas financieras mundiales —como Nueva York o Londres— en lugar de en el mercado local saudí, como finalmente ha sucedido. Aunque las repercusiones de esta decisión están todavía por verse, la decisión saudí parece más bien motivada por un intento de modernizar la gobernanza y el funcionamiento interno de Aramco, después de varias décadas aisladas de cualquier tensión competitiva, así como de diversificación de los recursos, haciendo caja con el valor en libros de la compañía, más que de una reorientación general de la política energética saudí.

Entonces, volviendo a la pregunta inicial, ¿qué es lo que realmente caracteriza al mercado del petróleo? Se ha señalado que el petróleo ha sido la única *commodity* cuyo precio no se redujo en términos reales en el siglo xx, pese a existir cárteles activos en otros productos como el estaño, el café o el azúcar<sup>40</sup>. La razón de esta fortaleza no es, como se ha señalado, la mayor concentración de sus reservas, ni tampoco la cartelización de la oferta, ya que solo de forma secundaria el precio ha sido un objetivo de la política seguida por la OPEC; la explicación más convincente es la solidez de la demanda de petróleo, que aunque con menos volatilidad que en el pasado, sigue registrando tasas positivas de crecimiento, gracias sobre todo a la pujanza de los países en desarrollo, y también en los últimos años al boom registrado en EE. UU.

La larga perífrasis anterior, sobre el mercado del petróleo, resulta necesaria para entrar de lleno en la pregunta que propiamente constituye el objeto de este apartado: ¿cuáles serían las conse-

---

<sup>40</sup> STEVENS, Professor Paul. *The Geopolitical Implications of Future Oil Demand*. Chatham House.

cuencias geopolíticas si, en las próximas décadas asistimos a una nueva transición energética, en la que las fuentes renovables desplazan a los combustibles fósiles?

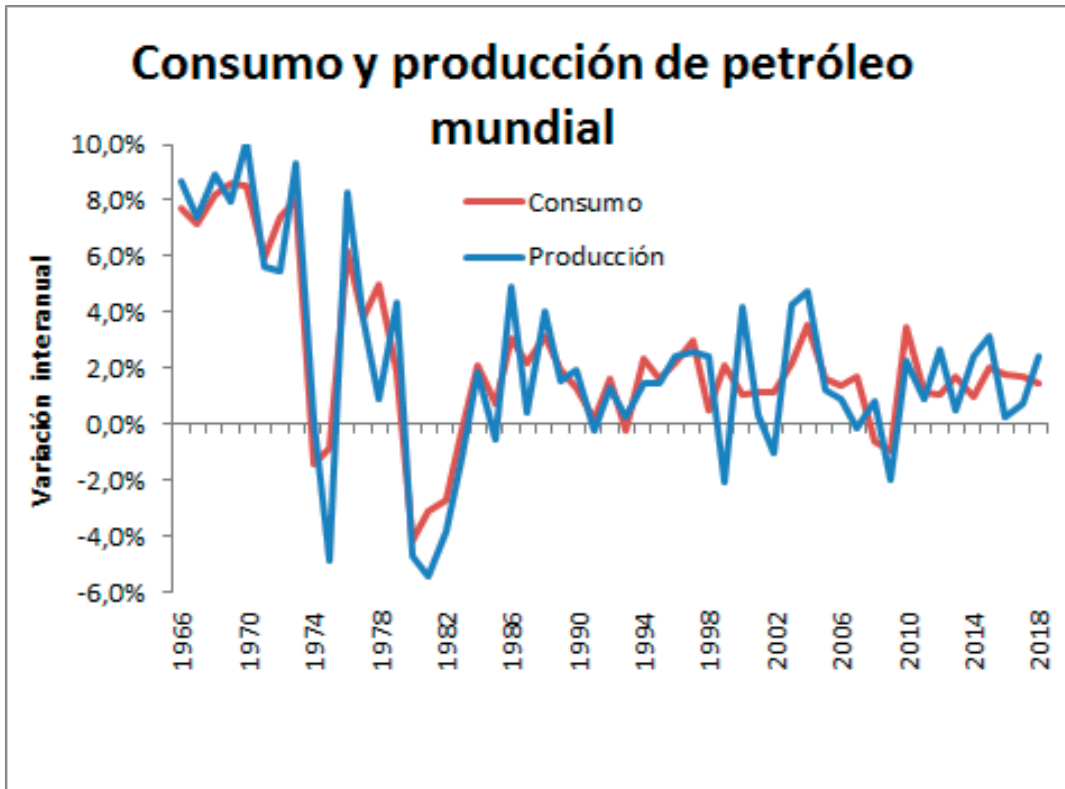


Figura 14. Tasa de crecimiento del consumo y producción de petróleo a nivel mundial. Fuente: BP Statistical Review 2019. Elaboración propia.

### La nueva geopolítica de la energía

Como paso previo a valorar sus consecuencias geopolíticas, debemos caracterizar con mayor precisión la transición energética planteada como objeto de análisis: ¿de qué transición estamos hablando?

Un posible ejercicio sería el siguiente: ¿qué consecuencias geopolíticas, en un horizonte a 2040 o 2050, tendría cumplir con los compromisos adquiridos en el acuerdo de París, de limitar el crecimiento de la temperatura mundial «muy por debajo» de los 2°C respecto a los niveles preindustriales, buscando limitar el aumento a 1,5 °C? Para ello, deberíamos elegir un escenario energético determinado en el año 2040 o 2050 (por ejemplo, el de la Agencia Internacional de la Energía), ya que existen varios caminos alternativos para cumplir con los objetivos medioambientales de París (puede lograrse apostando por la energía nuclear o por las renovables, por ejemplo; o

también con el carbón, en función del desarrollo tecnológico de la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, de hecho, lo más previsible es que se necesite una combinación de todos ellos, aunque la importancia relativa puede ser muy distinta según el escenario).

Una vez caracterizado el escenario, podríamos preguntarnos por sus consecuencias geopolíticas: qué implica, por ejemplo, que el petróleo disminuya su participación del 31 al 23 por ciento, o que lo haga el carbón del 27 al 11 por ciento, etcétera.

Sin embargo, las limitaciones de un ejercicio de este tipo son evidentes: podría ocurrir que los países avancen en la dirección de París, pero no alcancen los objetivos allí acordados (por ejemplo, que la disminución de los combustibles fósiles en el mix energético se quede a medio camino del escenario de la AIE), o que los objetivos se logren a través de otros mecanismos, por ejemplo, una menor contribución de las fuentes renovables pero un mayor avance en la eficiencia energética (o más nuclear, o más carbón con captura). Las implicaciones geopolíticas en unos casos y otros serían muy diferentes.

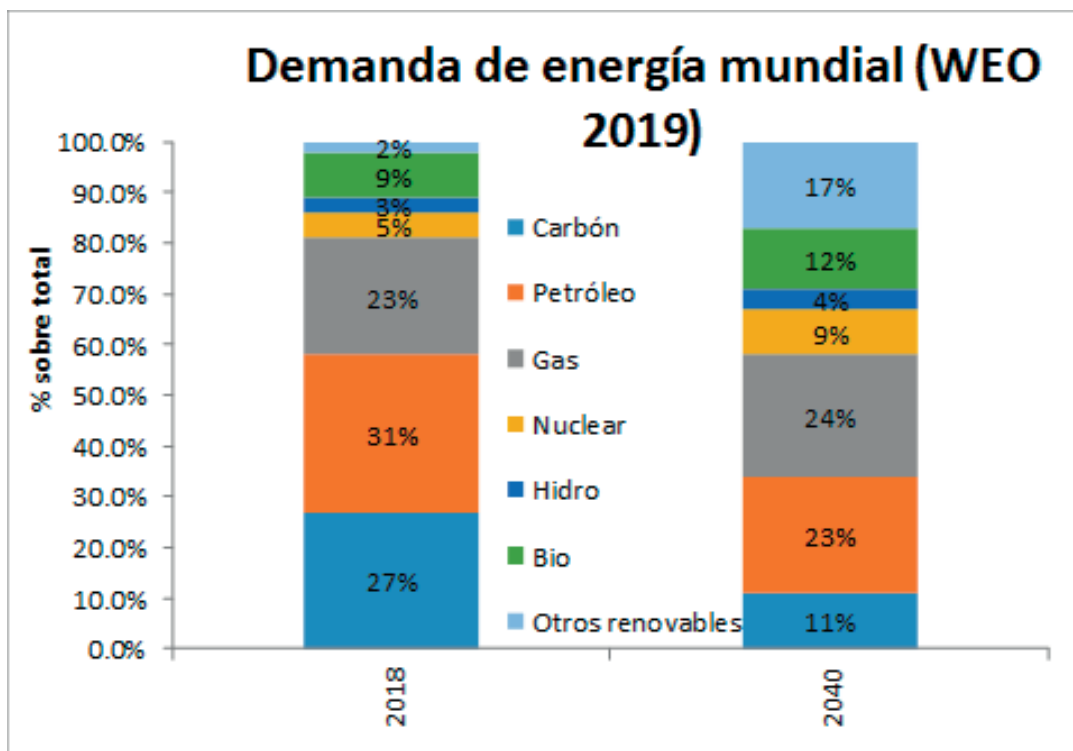


Figura 15. Mix energético en 2018 y 2040. Fuente: Agencia Internacional de la Energía, escenario SDS (World Energy Outlook 2019).

Por este motivo, parece oportuno ampliar el foco del análisis, en lugar de ceñirnos a un escenario determinado. En este sentido,



hay una serie de características comunes en casi todos los escenarios compatibles con los acuerdos climáticos. Vectores hacia los que se desplazarán los sistemas energéticos en los próximos años, con independencia de que llegemos o no al destino final marcado en París:

1. Crecimiento de las energías renovables en detrimento de los combustibles fósiles, especialmente el carbón y el petróleo. Este desplazamiento ya se ha materializado en el sector eléctrico, donde desde 2012 la mayor parte de la nueva capacidad instalada ha sido renovable.
2. La electrificación de los sistemas energéticos. La electricidad representa en la actualidad alrededor del 19 % del consumo total de energía. Su importancia en el mix se incrementará en el futuro, debido al mayor peso de la electricidad tanto en el transporte (a través del incremento de los vehículos eléctricos) como en el sector de la calefacción/refrigeración (mediante las bombas de calor eléctricas).
3. La eficiencia energética. En el siglo xx, la tasa de crecimiento de la demanda final de energía fue, en media, del 3 por ciento, prácticamente la misma que el ritmo de crecimiento de la economía. Sin embargo, durante las últimas décadas este vínculo se ha roto, ya que la demanda final de energía ha crecido por debajo del promedio de la economía: desde el año 2000 a 2009 (antes de la crisis económica), la mejora en la intensidad energética fue del 1,8 por ciento cada año (es decir, la demanda de energía creció 1,8 puntos menos que la actividad económica), y entre 2010-2015 se superó incluso el 2 por ciento anual<sup>41</sup>, aunque este ritmo se ha ralentizado recientemente (en 2018 fue de solo el 1,3 por ciento). Son varios los motivos que explican esta tendencia: los mayores precios de la energía y la imposición de estándares mínimos regulatorios (sobre el consumo de los vehículos en circulación, sobre los electrodomésticos o más recientemente sobre la calificación energética de los edificios), el progreso tecnológico, y la tercerización de las economías, con una reducción del peso del sector industrial, más intensivo en el consumo de energía que los servicios. En general, todos estos factores, junto con las obligaciones derivadas de los compromisos medioambientales, sugieren que la mejora de

---

<sup>41</sup> IEA. «Energy Efficiency 2019».

la eficiencia energética se mantendrá, e incluso acelerará, durante los próximos años.

Este, por tanto, es el sector energético que se dibuja a futuro: uno en el que las energías renovables desplazarán en parte a los combustibles fósiles, un sistema energético más electrificado y también más eficiente. Ahora sí: ¿cuáles son las implicaciones geopolíticas de estos cambios?

Una primera apreciación es que, aunque conviene analizarlos en planos separados, tan importantes son los efectos transicionales como los estructurales. Ambos pueden tener derivadas geopolíticas importantes. Por ejemplo, aquellos países con un peso importante del petróleo en su matriz de exportación y en sus ingresos públicos<sup>42</sup>, pueden sufrir tensiones fiscales, que en algunos casos deriven en brotes de inestabilidad social o política, si no son capaces de diversificar sus estructuras económicas de forma preventiva. Basta señalar que la caída del precio del petróleo en la década de los ochenta fue uno de los factores que contribuyeron al colapso del bloque soviético. Gestionar los potenciales episodios de inestabilidad en Oriente Medio, pero también en América Latina (Bolivia, Ecuador o Venezuela) o África (Nigeria, Angola o Mozambique) será uno de los elementos clave en el nuevo mapa geopolítico. Como señala IRENA<sup>43</sup> «la aparición de un vacío de poder en los actuales petro-estados es potencialmente uno de los mayores riesgos geopolíticos de la transición energética».

Otro de los factores a tener en cuenta será la velocidad de la transición energética. Tradicionalmente, se asocia al sector energético con largos periodos de maduración de las infraestructuras. Las redes de transporte y distribución eléctrica o los gasoductos se diseñan para varias décadas; las centrales nucleares tienen vidas de diseño de cuarenta años, y en la práctica algunas superarán los sesenta años de funcionamiento. Los edificios no se renuevan antes de transcurridos casi cincuenta años, e incluso los vehículos, con una vida más limitada, se sustituyen solo transcurridos quince años. Por eso tienen tanto interés los ejercicios de planificación a largo plazo en el sector energético. Pese a ello, las

<sup>42</sup> En los siguientes países, la exportación del petróleo y sus derivados tiene un peso superior al 25 por ciento en el total de las exportaciones: Iraq, Nigeria, Angola, Argelia, Kuwait, Azerbaiyán, Brunei, Qatar, Arabia Saudí, Irán, Kazakstán, Omán, Noruega, Bahrein, Colombia, Trinidad, Rusia, Surinam, Bolivia, Ecuador, Australia, Mongolia, Samoa, Mozambique, Myanmar.

<sup>43</sup> *A New World. The Geopolitics of the Energy Transformation*. IRENA, 2019.

transiciones energéticas han sido mucho más rápidas de lo que a priori pudiera pensarse, completándose en algunos casos en apenas una decena de años. El rápido crecimiento del petróleo a principios del siglo xx, ya comentado, sería un ejemplo, como también la expansión de la energía nuclear en los años setenta (paradigmático fue el caso francés al respecto) o el denominado *dash for gas* de la década de los noventa. La explicación más convincente es que la difusión de las tecnologías suele seguir la denominada curva de Everett Rogers: por lenta que sea al principio la adopción, si una tecnología presenta claras ventajas competitivas, su difusión se acelera exponencialmente, debido a la existencia de bucles que se retroalimentan. Por ejemplo, si el petróleo retrocede en el consumo total de energía, los países productores tendrán fuertes incentivos para acelerar la extracción de sus reservas (al tener expectativas de menores precios en el futuro), inundando el mercado de oferta de petróleo y provocando una caída todavía mayor en los precios actuales, lo que a su vez acelerará la espiral negativa.

La velocidad de la transición energética amplifica los factores de riesgo, al dificultar la adaptación «suave» de los petro-estados, y multiplica los ganadores y perdedores, ya que una transición acelerada provoca que algunos países apuesten por tecnologías o mixes energéticos que a la postre se demuestren menos competitivos.

Otro de los efectos geopolíticos de mayor interés vendrá causado por la siguiente mutación de los sistemas energéticos: al perder importancia los combustibles fósiles a favor de las energías renovables, el eje se moverá de los recursos primarios a las tecnologías. A menudo se dice que, en contraste con la concentración de los combustibles fósiles en unos pocos países, la relativa abundancia de recursos renovables primarios (como el sol o el aire), implica automáticamente una desconcentración del acceso a los recursos. La realidad es algo más compleja: en efecto, la disponibilidad sobre los recursos primarios renovables es mucho más horizontal, pero sin embargo seguirán existiendo restricciones en las cadenas de suministro. Por ejemplo, así ha ocurrido con la provisión de ciertos metales, como el cobalto, utilizado en la fabricación de turbinas y en las baterías para vehículos eléctricos (se calcula que más del cincuenta por ciento de toda la demanda de cobalto se destina en la actualidad a la fabricación de baterías). Más del sesenta por ciento del suministro mundial de cobalto proviene de la República Democrática del Congo. De 2016

a 2018, el precio del cobalto se multiplicó por tres, pasando de alrededor de 26.000 dólares por tonelada a más de 90.000. Sin embargo, en 2019, el precio sufrió una severa corrección y algunas compañías como Glencore anunciaron importantes ajustes en su producción.

La preocupación por el suministro de algunos de estos materiales, ha llevado a la UE a crear una lista de materias primas clave<sup>44</sup>, identificando su origen y las reservas mundiales sobre las mismas. Es muy destacado que, para más de la mitad de los 27 productos identificados en la lista, las principales reservas internacionales se encuentran en China. Volveremos sobre este punto más adelante, al analizar la posición estratégica china, y también la evolución más reciente de su política exterior y energética.

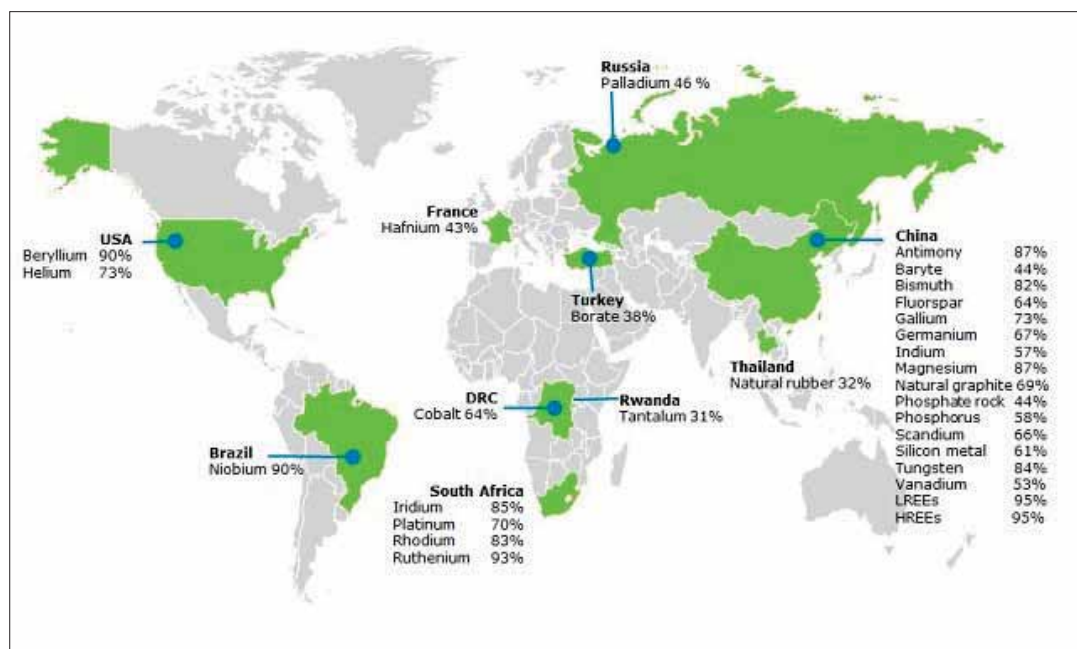


Figura 16. Mapa de recursos de minerales de tierras raras. Fuente: IRENA.

Con todo, las restricciones que puedan producirse sobre estos materiales, pese a la notable concentración de sus reservas, son de un orden inferior a los riesgos asociados al suministro de combustibles fósiles. La mayoría de estas materias primas clave pueden ser sustituidas por otros materiales (aunque a un coste superior), y la posibilidad de su reciclaje (al contrario que para los combustibles fósiles) atenúa también las posibles interrupciones sobre su oferta.

<sup>44</sup> [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en).

Los riesgos sobre la interrupción del suministro energético en los próximos años no estarán tanto en el acceso a los recursos, como hasta ahora, sino en otro de los vectores de evolución ya identificados: la electrificación. Como se ha indicado, la electricidad representa en la actualidad alrededor del 20 por ciento del consumo final de energía. Todos los escenarios de decarbonización implican un sustancial incremento de la participación del sector eléctrico<sup>45</sup>. De hecho, la estrategia seguida por la mayoría de países hasta ahora ha sido la de descarbonizar primero el sector eléctrico, para a continuación electrificar sectores como el transporte o la calefacción/refrigeración.

La vulnerabilidad de los sistemas eléctricos es de dos tipos: por un lado, su trazado en malla los hace más vulnerables a ciberataques que la distribución del petróleo y el resto de combustibles fósiles, en cambio más frágiles a las interrupciones físicas en los denominados *chokepoints* (como el estrecho de Ormuz). A menudo se describe a las energías renovables como un «poderoso vehículo de democratización, al permitir descentralizar el suministro de energía, empoderar a los ciudadanos, a las comunidades locales y las ciudades<sup>46</sup>. Sin embargo, a día de hoy, en tanto el desarrollo de las baterías no permita una desconexión completa y segura de la red eléctrica, el crecimiento de la electricidad en el mix energético se traduce en una vulnerabilidad de otro tipo más que en su desaparición: el riesgo ahora tiene forma de malla más que de cuello de botella. ¿Cuál de los dos es más grave? Depende obviamente de las potenciales amenazas: seguramente, en un futuro en el que los ciberataques constituyan una amenaza mayor que las disrupciones físicas, lo sea el primero.

Una segunda vulnerabilidad de los sistemas eléctricos, esta compartida con los grandes oleoductos o gasoductos, es la contestación social a los proyectos de interconexión, como la *super-grid* planeada en China o el proyecto «Desertec» para utilizar la generación solar en el Norte de África para abastecer Europa.

La mejora en la denominada «independencia energética», es decir, el abastecimiento de la demanda de energía a partir de fuentes autóctonas, es a menudo también citada como otro de los efectos de la transición energética. Cambiar moléculas de pe-

---

<sup>45</sup> La Agencia Internacional de la Energía prevé que la electricidad crezca hasta un rango de entre el 30 por ciento («Current Policies Scenario») y el 36 por ciento («Sustainable Development Scenario») en 2040.

<sup>46</sup> *A New World. The Geopolitics of the Energy Transformation*. IRENA, 2019.

tróleo saudí o de gas ruso por electrones producidos a partir de la radiación solar, se dice, mejora automáticamente la ratio de autoabastecimiento de los países.

Sin embargo, es discutible, que esta mejora de la tasa de dependencia se traduzca en una reducción automática de los riesgos geopolíticos. Las grandes infraestructuras de interconexión, como los oleoductos, los gasoductos o las redes de transporte eléctrico, actúan también como grilletes de los intereses nacionales, alineándolos en la misma dirección. Y ello con independencia de que en su origen sean concebidas como instrumentos de hegemonía política, como el oleoducto Druzhba, que a lo largo de 4.000 kilómetros conecta Rusia, con Ucrania, Bielorrusia, Polonia, Hungría, Eslovaquia, Chequia y Alemania. O más recientemente con el denominado «Corredor Sur», que conectará las reservas de gas en Azerbaiyán con Turquía y Europa.

Es evidente que una excesiva dependencia energética se traduce en una alta vulnerabilidad (en el pasado, por ejemplo, Ucrania adquiriría la práctica totalidad de su consumo de gas natural de Rusia). Pero también que una excesiva renacionalización de los suministros energéticos puede tener el efecto contrario, al limitar los proyectos de interconexión internacional, que exigen la cooperación entre países y anclan sus intereses en el medio y largo plazo.

Otro de los efectos más importantes de la transición energética será sobre la estabilidad de precios. Las oscilaciones en el precio de los combustibles fósiles, como ya se ha indicado, ha sido uno de los principales factores de volatilidad de la economía mundial desde los años setenta. La existencia, en algunos casos, de *shocks* inflacionarios en las economías internas, con independencia de los movimientos en los precios internacionales del crudo, llegó a bautizarse como la «enfermedad de la OCDE».

En cambio, un sector energético con menor participación del petróleo y el gas, y mayor peso de las energías renovables, tendrá menores oscilaciones en los precios, ya que los costes de operación de las tecnologías renovables son muy bajos, y la mayor parte de sus costes son fijos, y por tanto estables a lo largo del tiempo una vez entran en funcionamiento. De nuevo aquí debe hacerse un matiz: tradicionalmente, se atribuyen a la inflación de precios riesgos altos, debido a sus efectos distorsionadores. Sin embargo, podría ocurrir que en las próximas décadas el riesgo mayor sea el contrario: que debido a la laxitud de las condicio-

nes monetarias y el envejecimiento de la población (que provoca mayores tasas de ahorro), el riesgo mayor para las economías estuviese por el lado contrario, el de la deflación, el estancamiento secular de los precios o incluso su reducción. Si este fuese el caso, la presunta ventaja de pasar de un modelo energético con alta volatilidad en los precios de los factores a otro con mayor estabilidad de precios, serían mucho menores.

Esta diferente composición entre costes fijos y variables de las tecnologías de aprovechamiento renovable, introduce otro factor a considerar en términos geopolíticos: las necesidades de financiación. La transición energética exige unas necesidades de inversión muy altas, sobre infraestructuras con altos costes iniciales. La eficiencia económica sugiere que estas infraestructuras sean financiadas a través de deuda, no solo por su composición entre costes fijos y variables, sino también porque su retorno beneficiará a las generaciones futuras. El acceso a fuentes de financiación asequibles para estos grandes proyectos se ha convertido en un elemento geopolítico de primer orden<sup>47</sup>, como demuestra la creación, auspiciada por China, del Asian Infrastructure Investment Bank (AIIB), y en donde cobra interés la decisión del Banco Europeo de Inversiones (BEI) adoptada en noviembre de 2019, de dejar de financiar proyectos de combustibles fósiles no alineados con los acuerdos de París.

## Conclusiones

Desconocemos en todo su detalle cómo será el sistema energético del futuro, al estar condicionado por diferentes factores de incertidumbre, política, tecnológica y de mercado, que pueden dar lugar a escenarios muy diversos. Sin embargo, existen una serie de tendencias estilizadas hacia las que, con una probabilidad muy alta, se moverán la mayoría de sistemas energéticos en el futuro: mayor participación de las energías renovables en detrimento de los combustibles fósiles, mayor electrificación y mayor eficiencia. ¿Qué consecuencias geopolíticas tendrán estos cambios?

Los análisis de riesgos sobre estos cambios pecan a menudo de un excesivo optimismo. El cambio de modelo energético tendrá

---

<sup>47</sup> «The New Era of Energy Transition: Challenges, Investment Opportunities and Technological Innovations». Guest editors: Kostas Andriosopoulos and Spiros Papaefthimiou.

efectos transicionales importantes, y la pérdida de riqueza, actividad económica e ingresos fiscales en muchos petro-estados, puede provocar brotes de inestabilidad política y social. Es previsible, además, que la velocidad de los cambios sea de un calibre que impida una transición ordenada en estas economías.

Más allá de los efectos transicionales, el cambio de paradigma energético tendrá importantes efectos geopolíticos. Sin embargo, no necesariamente se tratará de riesgos menores, sino más bien de riesgos de una naturaleza distinta. La competencia por el acceso a los recursos será sustituida por la competencia en el acceso a las tecnologías. Disminuirán los riesgos de interrupción física del suministro en los *chokepoints*, pero a cambio se incrementarán las disrupciones sistémicas en las grandes redes eléctricas, al menos hasta que el desarrollo de las baterías y de sistemas de almacenamiento permita la creación de mini-redes eléctricas.

Los sistemas energéticos tendrán una interdependencia menor, beneficiando a los países más vulnerables, pero al mismo tiempo limitando las oportunidades de cooperación que anclan los intereses nacionales en el medio y largo plazo. La volatilidad de precios será menor. Y las necesidades de financiación multiplicarán el valor estratégico de los bancos de inversión multilaterales y el acceso a las fuentes de financiación.

En el siguiente capítulo analizaremos, para finalizar, a partir de este mapa geopolítico, la situación estratégica de China y su relación con EE. UU, centrando el análisis en el ámbito energético, tanto en su situación actual, como en la previsible evolución en los próximos años.

### Tercera parte. La rivalidad entre China y EE. UU.

El expansionismo energético chino. ¿Tenemos algo que temer?

En 2008, China restringió la venta de minerales de tierras raras a compradores extranjeros. Los mercados internacionales entraron en pánico, dado el control chino sobre sus reservas, como hemos visto en el capítulo anterior. Sin embargo, con el paso de los meses, las tensiones en los mercados se disiparon. También lo hicieron, aunque llevó más tiempo, las tensiones geopolíticas. La Administración Obama acudió a la Organización Mundial del Comercio, que resolvería en contra de China; tras esta decisión,



China eliminaría las cuotas a la exportación, origen de la disputa. En todo este periodo, aunque hubo fluctuaciones en los precios, estos materiales no han constituido un cuello de botella para la expansión de las diferentes tecnologías renovables. ¿Cuál fue la motivación de China? ¿Fue proporcionada la respuesta de los mercados internacionales?

Henry Kissinger, uno de los mayores expertos en los intrincados laberintos de la diplomacia china, después de que el presidente Nixon le encomendase, como consejero de Seguridad Nacional, una aproximación discreta que culminaría en el restablecimiento de las relaciones diplomáticas entre China y EE. UU. a principios de los setenta, ha representado las diferentes estrategias en las relaciones internacionales entre China y los países occidentales, a partir de dos juegos: el *Wei qi* y el ajedrez<sup>48</sup>. El primero, muy popular en China, tiene como objetivo ocupar más espacio que el rival en un tablero. Se juega con piedras (también blancas y negras). Los jugadores colocan, por turnos, las piedras en las intersecciones vacantes. Una vez que se colocan en el tablero, las piedras no se pueden mover, aunque se eliminan si son «capturadas» por el oponente. La captura se produce cuando una piedra es rodeada, en todas las casillas adyacentes, por otra del color contrario. Donde el ajedrez es vertical, el *Wei qi* es horizontal. Uno tiene un objetivo claro y directo: atrapar al rey. Más que de movimientos directos, el *Wei qi* es un juego de rodeos. Como escribe Kissinger, si el ajedrez enseña «el concepto clausewitziano del centro de gravedad» (todas las partidas de ajedrez empiezan por una batalla por conquistar el centro del tablero), el *Wei qi* se basa en el arte del «cerco estratégico», en la paciente acumulación de pequeñas ventajas relativas. El ajedrez genera «determinación», el *Wei qi*, «flexibilidad».

Como casi todas las potencias, la política exterior de China ha oscilado a lo largo de la historia entre el retraimiento interno y la expansión internacional. En la década de los setenta, por ejemplo, el maoísmo mostró su rostro más expansionista: en 1971 la ayuda directa procedente de China con destino a otros países alcanzó el 6,92 por ciento del PIB<sup>49</sup>, muy superior a la de EE. UU. o la propia URSS. China intervino de forma activa en Camboya, Indonesia, India o Perú; también hubo inspiraciones

<sup>48</sup> KISSINGER, Henry. *On China*. 2011.

<sup>49</sup> *Maoism. A global history*.

maoístas en los movimientos universitarios en EE. UU. contra la guerra de Vietnam, o en el mayo del 68 francés, antes de que el fracaso de la Revolución Cultural obligase a las autoridades chinas a volver la mirada hacia el interior del país. Pero incluso durante estas fases expansivas, la estrategia china siempre fue oblicua, lateral, más propia del *Wei qi* que del ajedrez. Casi siempre, también, tuvo una segunda característica: fue defensiva, como decía el expresidente Obama en la cita que abre este capítulo. Quizás, como señala Kissinger, porque China siempre ha considerado su civilización superior al resto, como la heredera del «Imperio del Centro», una civilización cuyo origen ni siquiera puede determinarse.

Existe una razón evidente por la que China siempre ha seguido una estrategia defensiva: su posición geopolítica no precisa expandirse, sino consolidar su vastísimo territorio. China siempre se ha visto en el centro del tablero (el «Imperio del Centro»): su misión histórica era protegerlo, no expandirlo. Por ejemplo, durante la dinastía Song (960-1279), a pesar de ser la potencia más avanzada en el dominio de la tecnología náutica, China no se lanzó a la conquista ni la exploración del globo, ni adquirió colonias de ultramar, sino que concentró sus esfuerzos en mantener el control de sus extensas fronteras. Después del siglo de humillaciones por «las potencias extranjeras», transcurrido entre 1850 y 1950 (un trauma en el subconsciente colectivo chino semejante al de la década de los treinta en Alemania), tras la victoria del Partido Comunista en la revolución de 1949, China centraría otra vez sus esfuerzos en recuperar el control de su territorio, gravemente maltrecho en los años anteriores. Como dice la frase inicial de uno de los libros favoritos de Mao, «lo que ha estado largo tiempo dividido, debe ahora ser unido»<sup>50</sup>. Tras su victoria, las nuevas autoridades chinas rápidamente advertirían que, Taiwán aparte, y postrado Japón tras su derrota en la II Guerra Mundial, la mayor amenaza para sus intereses procedía de la Unión Soviética. La clarividencia china fue encomiable, porque la afinidad ideológica entre ambos regímenes comunistas empujaba de forma natural en la dirección contraria. China advirtió con dos décadas de antelación lo que la diplomacia estadounidense solo empezaría a intuir a finales de los sesenta: que los intereses de China y la Unión Soviética colisionaban más que coincidían.

---

<sup>50</sup> *The Romance of the Three Kingdoms*.

La política exterior de China durante las primeras décadas del régimen comunista se dirigió (de forma exitosa) a contener la amenaza de la Unión Soviética sobre sus fronteras. En ocasiones, esto le llevó a participar en conflictos regionales, en Vietnam, Indonesia o Camboya, aunque siempre lo hizo con una estrategia muy medida. En 1962, China atacó los enclaves fronterizos con India; después de conquistarlos, se retiró inmediatamente a su línea de defensa previa. Una estrategia tan ponderada que, a veces, tuvo una difícil comprensión por el resto de potencias. Como le dijo Kruschchev a Mao en la crisis de Taiwán en 1958: «si lanzas misiles, entiendo que quieres conquistar las islas».

El declive del bloque soviético coincidió con el verdadero salto adelante chino, que se produce a partir de las reformas introducidas sobre su economía en la década de los setenta, tras la retirada y fallecimiento de Mao. El ascenso de China en las últimas décadas del siglo xx tiene lugar a través del crecimiento económico, no del desarrollo militar, como Alemania a principios del siglo xx, o de su supremacía dentro de un área de influencia, como la Unión Soviética más adelante. El ascenso chino también ha tenido otros rasgos singulares: la China comunista nunca ha reivindicado una ideología inherentemente opuesta a la coexistencia con la otra gran potencia, EE. UU, al contrario que el régimen soviético<sup>51</sup>. El Partido Comunista Chino, con todos los matices, ha sido siempre más nacionalista que internacionalista (desde luego, mucho más que el soviético). Un «rodeo estratégico» que ha convertido a China en una amenaza más seria para la hegemonía de EE. UU.: a lo largo del último siglo, ninguna otra economía mundial superó el 60 por ciento del PIB americano. China alcanzó esta cifra en 2014; en 2019, ya superaba 65 por ciento<sup>52</sup>. Como se ha escrito, China es una potencia más «formidable económicamente, más sofisticada diplomáticamente y más flexible ideológicamente»<sup>53</sup> de lo que nunca lo fue la Unión Soviética (cuyo PIB osciló entre el 20 y el 50 por ciento del de EE. UU.<sup>54</sup> durante la Guerra Fría).

<sup>51</sup> WESTAD, Odd Arne. «The Sources of Chinese Conduct». *Foreign Affairs*. September/October 2019.

<sup>52</sup> En dólares corrientes. Medido por paridad de poder de compra, el PIB chino ya se encuentra por delante del de EE. UU.

<sup>53</sup> CAMPBELL, Kurt M.; SULLIVAN, Jake. «Competition Without Catastrophe». *Foreign Affairs*.

<sup>54</sup> «Maddison Project Data».

Seguramente por ello, la respuesta de los países occidentales a la Unión Soviética fue mucho más simple: la estrategia de la «contención», formulada por vez primera por George Kennan, encargado de negocios de la embajada americana en Moscú. El gigante soviético, razonaba Kennan, «alberga las semillas de su propia destrucción». Las contradicciones del sistema soviético, sobre todo las económicas y las nacionales, eran de tal envergadura que antes o después caería por su propio peso. La estrategia de la contención consistía en evitar, en el periodo hasta que esta caída se produjese, cualquier acontecimiento sin retorno, como una conflagración nuclear entre las grandes potencias.

En cambio, la estrategia seguida frente a China (o, mejor dicho, «ante» el ascenso chino) es mucho más compleja en su concepción y ejecución. Y por eso precisamente ha oscilado entre los extremos: de la convergencia a la rivalidad, pasando por la «competencia estratégica». De la interdependencia económica al *decoupling*. Algo que no solo en EE. UU., como analizaremos más adelante. En marzo de 2019, la Comisión Europea describió a China por primera vez como un «rival sistémico»<sup>55</sup>.

Durante un tiempo, Occidente siguió una especie de versión bis de la estrategia de «contención». Si en el caso soviético se consideraba que las contradicciones eran sobre todo económicas, y las costuras se romperían por este lado, respecto a China se pensaba que las contradicciones eran de tipo político, y que el crecimiento económico acabaría conduciendo de forma «natural» hacia una transformación de sus instituciones políticas, una transición ordenada que aunque no necesariamente condujese a un sistema político equivalente a las democracias liberales occidentales, se movería en esta dirección. El fortalecimiento de las relaciones económicas y comerciales con China (el *engagement*, la receta prescrita por la práctica totalidad de las cancillerías occidentales en las pasadas décadas), tenía un objetivo último y colateral: la transición política china.

En la práctica, en cambio, ha ocurrido lo contrario. La etapa de Xi Jinping al frente del liderazgo chino se ha caracterizado por un retroceso en la «liberalización» de sus instituciones. Acaso haya disminuido la distancia entre el sistema político chino y el de los países occidentales, pero si lo ha hecho ha sido precisamente al contrario de lo esperado: porque en muchos países de

<sup>55</sup> SENDAGORTA, Fidel. «The Trinagle in the Long Game».

Occidente se ha dado un paso atrás en los pilares institucionales predominantes hasta ahora, como la separación de poderes o la independencia judicial, o se ha producido una mutación silenciosa de los sistemas parlamentarios, convirtiéndose en presidencialistas.

Ha sido al despertar de esta especie de sueño de una «segunda contención», cuando tanto EE. UU. como Europa han comenzado a replantearse la estrategia global de sus relaciones con China. La sombra china, también debe reconocerse, es el reto geoestratégico más complejo de las últimas décadas: al margen de la Unión Soviética (que nunca superó el 50 por ciento del PIB estadounidense, como hemos visto), el resto de países que expandieron su poder económico en la segunda mitad del siglo xx fueron muy cómodos geopolíticamente para EE. UU.: Alemania y Japón, cuyo progreso se limitó al ámbito industrial y comercial, ya que su influencia geopolítica se encontraba constreñida por su derrota militar previa; y el de Corea del Sur, situada bajo la influencia de EE. UU. desde su decisiva participación en el conflicto militar que partió la península coreana en dos mitades en los años cincuenta. El ascenso de China, en cambio, es mucho más incómodo para EE. UU. desde el punto de vista geopolítico.

La pregunta pertinente ante el ascenso chino no es si se puede contener, una pregunta cada vez más retórica y melancólica, sino si hay motivos para temerlo. Esta es una pregunta demasiado amplia para abordarla en este artículo; por eso, en el siguiente epígrafe, nos centramos en el sector energético.

Antes de hacerlo, para terminar este, conviene recuperar unas sucintas líneas que Deng Xiaoping dejó escritas al retirarse de la vida pública, que saldrían a la luz tras los episodios de la plaza de Tiananmen en 1989. Conocida como la «Estrategia de las 24 palabras», decía lo siguiente: «Observa con cuidado; asegura nuestra posición; haz frente a los asuntos con calma; esconde nuestra capacidad y espera nuestro tiempo; mantén un perfil bajo; y nunca reclames liderazgo». Como si ya anticipase el advenimiento de Twitter, Deng Xiaoping también dejó escrita una versión todavía más corta: «Las tropas enemigas están a las puertas del muro. Son más fuertes que nosotros. Deberíamos estar principalmente a la defensiva».

¿Ha cambiado la estrategia china desde que Deng Xiapoing escribiese estas palabras? ¿O acaso, sin haberlo hecho, están EE. UU. y Europa malinterpretando esta estrategia?

### El *Wei qi* energético: ¿China en el papel de EE. UU. o en el de Arabia Saudí?

El crecimiento de China durante las pasadas décadas ha sido espectacular, con pocos precedentes en la historia. En el sector energético, China ha absorbido el 40 por ciento del incremento mundial de la demanda de energía desde 1990. Como si se tratase de una partida de *Wei qi*, China ha aprovechado este fuerte viento de cola para colocar una piedra en prácticamente todas las casillas del tablero energético. En el mercado del petróleo, convirtiéndose en el principal importador mundial, y expandiendo su capacidad de refinado y procesamiento, ante las dificultades técnicas y económicas para incrementar su producción interna de crudo. En el gas natural, la irrupción de China ha transformado el mercado mundial del GNL; la evolución de la demanda y la oferta china serán los factores determinantes a nivel mundial en la próxima década. El mercado del carbón ya se puede decir que es básicamente un mercado chino. Al mismo tiempo, China ha apostado por el desarrollo nuclear, y se encamina a convertirse en la principal potencia nuclear mundial, posición que ya ocupa en las tecnologías renovables eléctricas, tanto en capacidad instalada como en el posicionamiento clave de sus empresas en la investigación y desarrollo de patentes, así como en la manufacturación de las tecnologías (son empresas chinas seis de los diez principales fabricantes de paneles solares y cuatro de los principales fabricantes de turbinas). Como también en otros sectores clave en el sector energético, como la integración de la red eléctrica, las baterías eléctricas o la inteligencia artificial. La situación de China es además privilegiada en el control de los minerales de tierras raras, muchos de ellos decisivos para la fabricación de estas nuevas tecnologías. Los esfuerzos dirigidos desde el Estado chino para adquirir una posición estratégica en casi todos los eslabones de la cadena de estas tecnologías, a través del programa «Made in China 2025» y la gigantesca red de infraestructuras previstas en el «Belt and Road Initiative», constituyen los elementos geoestratégicos más importantes en el sector energético en los próximos años<sup>56</sup>. Para la mayoría de países de África, pero también de Oriente Medio, Latinoamérica o Europa, la proposición china es difícilmente resistible: «tecnologías a bajo coste» con atractivas condiciones de financiación, ya sea en la construc-

<sup>56</sup> CHEN WEISS, Jessica. «A World Safe for Autocracy? China's Rise and the Future of Global Politics».

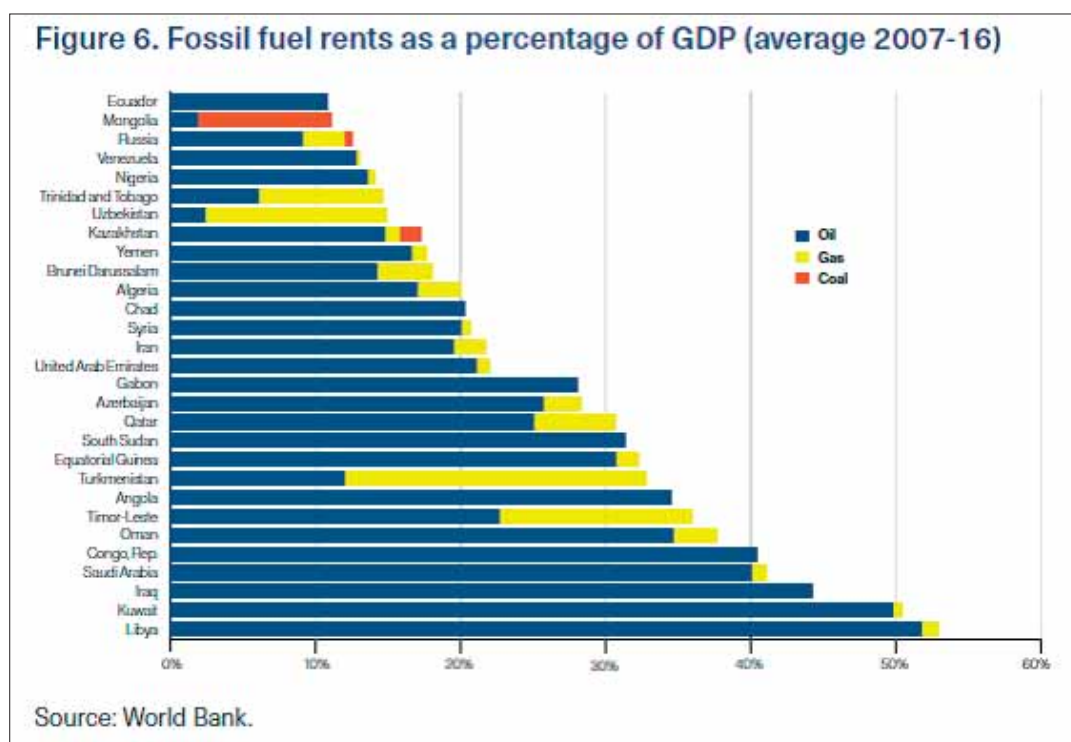
ción de centrales eléctricas, redes de transporte de energía, o de 5G. Y sin ninguna de las ataduras o condicionamientos, laborales, medioambientales o de transparencia, exigidas cuando las inversiones proceden de otros países.

China ha dado sobradas muestras de un entendimiento profundo de la transición energética que viene: garantizándose el acceso a los recursos primarios en el presente y futuro más inmediato, pero apostando al mismo tiempo por el desarrollo de las tecnologías descarbonizadas, colocando de esta forma piedras en casi todas las casillas del tablero del *Wei qi* energético. A pesar de su posición de dominio en algunos mercados (como el carbón o la importación de petróleo crudo), China sabe que no está en condiciones, por sí sola, de frenar la transición energética en marcha, y ha optado por diversificar preventivamente su desarrollo industrial. Si el sector energético en el pasado se parecía al juego del ajedrez, pues en cada momento, había una figura ganadora (el carbón, el petróleo, la generación nuclear o el gas natural), en los próximos años la transición hacia un sistema energético descarbonizado, moverá el eje desde los recursos primarios hacia las tecnologías. Y por eso cobra sentido una estrategia como la de China, que busca, en lugar de asaltar la casilla ganadora, distribuir sus piezas a lo largo del tablero.

Los movimientos de China en el mapa de acceso a los recursos energéticos han transformado ya el orden geopolítico energético. Las ventas de crudo desde América Latina y África a China han crecido tan rápido como la influencia china en estas regiones, aunque existen dudas sobre la capacidad de ambas de incrementar la producción de forma adicional, por motivos geológicos y de riesgo político. La conexión con ductos tanto con Rusia como con Kazakstán, actualmente en expansión, representan un cambio pivotal en las relaciones de poder en Asia, estrechando los lazos entre el viejo gigante soviético y el nuevo gigante chino, una entente podría tener efectos tectónicos en Europa. Tanto Canadá como EE. UU. también incrementarán sus exportaciones a China, aunque las largas distancias establecen un límite a las mismas.

Quizás el cambio geopolítico más importante se está produciendo ya en Oriente Medio: China y los países de Oriente Medio han alcanzado un nivel de mutua interdependencia que seguirá incrementándose en los próximos años. China es ya el principal importador de crudo en la mayoría de países, en una región en la que las rentas procedentes del petróleo mantienen un peso muy alto en las economías (el 40 por ciento del PIB en Arabia Saudí, el 45

en Irak o el 50 por ciento en Kuwait). Las relaciones entre China y estos países van más allá de lo estrictamente comercial: Aramco participa en el capital de la refinería de Fujan, y Abu Dhabi ha otorgado a consorcios chinos participaciones importantes en las principales concesiones petroleras. En cierto modo, China está reemplazando el papel que tradicionalmente había desempeñado EE. UU. como el principal agente en la región y por ende en el ancla de la estabilidad geopolítica en la misma.



**Figura 17. Renta procedente de los hidrocarburos en total PIB. Fuente: IRENA.**

Este nuevo papel de China, además, se ha visto retroalimentado por otros dos cambios, ya apuntados: el incremento de la producción de crudo no convencional en EE. UU., que lo ha convertido en exportador neto en el agregado de crudo y productos petrolíferos; y, en paralelo, el giro en política exterior de la Administración Trump, que ha llevado a EE. UU. a explorar la mayor libertad de movimientos de la que ahora disfruta, aun a costa de poner en riesgo las alianzas estratégicas históricas en la región.

Varios brotes de inestabilidad en Oriente Medio en los últimos meses permiten dibujar el escenario más previsible para los próximos años. Basta repasar los incidentes más graves: los ataques a las refinerías saudíes en septiembre de 2019, presuntamente



con origen de Irán (y la incertidumbre sobre si EE. UU. o Arabia Saudí responderían a los mismos, que provocó fuertes vaivenes en los mercados internacionales), la decisión de EE. UU., pocas semanas después, de imponer sanciones a seis empresas chinas por transportar petróleo procedente de Irán, incluida una subsidiaria de COSCO Shipping Energy —la mayor empresa de cargo de crudo del mundo—, y finalmente el ataque de EE. UU. en suelo iraquí que acabaría con la vida del general iraní Qasem Soleimani. Todos estos episodios, concentrados en un intervalo de apenas tres meses, han involucrado, de una manera o de otra, a EE. UU., un hecho sin precedentes en las últimas décadas, en las que EE. UU. siempre mantuvo una estrategia constante en búsqueda de mantener la estabilidad en la región (solo rota con motivo de la segunda guerra de Irak). En paralelo, la contención demostrada por China durante los mismos, particularmente en el segundo episodio, que afectaba directamente a empresas chinas, demuestra que la transición de roles en Oriente Medio es un fenómeno geopolítico de enorme envergadura que ya se está produciendo.

Existe además una derivada adicional, que puede incluso incrementar el papel estratégico de China en la región. Durante las últimas décadas, como hemos visto, la demanda de petróleo internacional crecía de manera sostenida, y eran las oscilaciones de la oferta las que provocaban los vaivenes en los mercados internacionales. Es lo que técnicamente se conoce como un mercado de un solo lado (*one-sided*). En los próximos años, esta configuración del mercado del petróleo crudo va a cambiar. Lo previsible es que la demanda de crudo se estabilice primero para empezar a disminuir después. Y, en cambio, sea la oferta la que venga dada, debido a que los países productores intentarán dar salida a sus reservas cuanto antes. Podría ocurrir, de hecho, que acabemos en la situación exactamente contraria: que sigamos estando ante un mercado «de un solo lado», pero en el que el protagonismo se encuentre en la demanda y no en la oferta. El *peak oil* cada vez tiene menos adeptos, pero en cambio empieza a hablarse con cierto fundamento del *peak demand*. ¿Y si la oferta de petróleo nunca fuese a agotarse, como predecía la famosa curva de Hubbert, porque en cambio se agote antes la demanda de crudo? Desde el punto de vista geopolítico, las implicaciones de este cambio es que China, como principal consumidor mundial de crudo, no se convertiría en el equivalente a EE. UU. Pasaría a desempeñar el papel que durante las últimas décadas le ha correspondido a Arabia Saudí.

La victoria del Partido Comunista Chino en 1949 se vivió en EE. UU. como una derrota, tras décadas asistiendo al Gobierno nacionalista de Chiang Kai-shek. En EE. UU. se hablaba de «la pérdida de China». La incomunicación de las dos siguientes décadas fue el efecto, por el lado chino de las prioridades geoestratégicas para la consolidación del nuevo régimen, pero por el lado americano, de una incorrecta comprensión de la fisonomía del nuevo Estado chino. Porque como demostrarían las décadas posteriores, la coexistencia entre China y EE. UU. no solo era posible, sino también deseable. Al menos, hasta que las relaciones empezasen a saltar por los aires en los últimos años.

#### Del compromiso a la amenaza: la guerra comercial y las relaciones China-Estados Unidos

El conflicto comercial abierto entre China y EE. UU. en los últimos años está lejos de ser un episodio aislado: marca una nueva pauta en las relaciones entre ambos países. Como señala Fareed Zakaria en un reciente artículo, normalmente una «paloma» en política exterior, un nuevo consenso se ha abierto paso en la diplomacia estadounidense, transversal a las formaciones políticas: China se ha convertido en una «amenaza vital» para EE. UU., tanto económica como estratégicamente<sup>57</sup>. La era del «compromiso» ha dejado paso a la «confrontación activa». Lo que realmente se discute es definir en qué consiste esta confrontación.

Se trata de un posicionamiento, además, que no solo ha permeado a la clase política estadounidense, sino también a su opinión pública: según el Pew Research Centre, un sesenta por ciento de los americanos tienen una visión desfavorable de la República Popular China, el porcentaje más alto desde que se empezó a preguntar al respecto en 2005. La retirada de EE. UU. del Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica, decidido por Trump en 2017 pero herido de gravedad desde mucho antes, y la guerra comercial entre la Administración americana y el Gobierno chino, serían manifestaciones de un movimiento de mucho mayor calado: China ha empezado a ser vista como un «adversario» por los estrategas americanos. La denominada «trampa de Tucídides» (en referencia a la obra del autor griego sobre la guerra del Pelo-

<sup>57</sup> «The New China Scare. Why America Shouldn't Panic about Its Latest Challenger». *Foreign Affairs*. Enero 2020.

poneso), es decir, el choque entre una potencia emergente y otra hegemónica, estaría viviendo sus prolegómenos.

La guerra comercial entre EE. UU. y China comenzó formalmente en julio de 2018, cuando el presidente Trump anunció un arancel comercial del 25 por ciento sobre un conjunto de productos chinos por un valor de importación de 50.000 millones de dólares (antes, a principios de año, EE. UU. había implementado tarifas específicas sobre los paneles solares, las lavadoras, el aluminio y el acero).

China respondió poco tiempo después, contraatacando a su vez EE. UU. con otro arancel (del 10 por ciento) sobre una cesta de productos más amplia, de hasta 200.000 millones, y la amenaza de incrementarlo hasta el 25 por ciento. La tregua acordada por los presidentes Trump y Xi Jinping en la reunión del G-20 de Buenos Aires en diciembre de 2018 desescaló la guerra, dando a las partes noventa días para alcanzar un acuerdo, plazo posteriormente ampliado, aunque de forma infructuosa, ya que en el mes de mayo las negociaciones colapsaron, provocando un incremento de los aranceles que los llevó por encima del 20 por ciento (ponderados por su peso en la cesta de exportación), un nivel desconocido en décadas. El reciente acuerdo firmado en enero de 2020, conocido como «fase uno», ha reducido ligeramente el arancel efectivo, y de momento ha evitado que la conflagración entrase en una espiral irreversible.

Como parte de las represalias comerciales, China impuso una tarifa del 25 por ciento en los productos petrolíferos procedentes de EE. UU., además del 10 por ciento en el GNL, incrementado después hasta el 25 por ciento, en junio de 2019. La venta de productos petrolíferos a China desde EE. UU. es limitada; en todo caso, se ha reducido casi por completo. También han caído las ventas de petróleo crudo, ante el temor de que se extiendan las restricciones. El impacto potencial más grave es en el mercado del GNL: en 2018 las exportaciones de EE. UU. a China fueron solo de 3 bcm (sobre un total de 70 bcm importados por China). Pero se prevé que las importaciones chinas se dupliquen en 2025, alcanzando los 150 bcm, mientras la capacidad de exportación de EE. UU. pase de los actuales 30 bcm a 130 bcm en 2025. Todos los análisis a futuro coinciden en la creciente interdependencia entre una China masivamente importadora y un EE. UU. masivamente exportador de gas natural. Aunque de momento la guerra comercial no ha alcanzado de lleno a este sector, la posibilidad de que ambas partes lo utilicen en la dis-

puta, aunque sea a costa de su propia seguridad energética, está sobre la mesa. Por el momento, las autoridades chinas han vuelto su mirada a las políticas de contención de la demanda: la ralentización económica, especialmente acusada en el sector industrial (cuya tasa de crecimiento se encuentra en mínimos de los últimos veinte años), la rebaja en los planes de conversión del carbón a gas, a los que se podría sumar una eventual reducción del objetivo de participación del gas en el mix energético futuro (actualmente en el 15 por ciento) están atemperando los escenarios futuros de crecimiento del gas, como hemos visto en los trabajos preparatorios del futuro plan quinquenal. Todo ello, aunque en la «fase uno», del acuerdo alcanzando entre las dos potencias, se anunció que China adquiriría 18.500 millones de dólares en productos energéticos en 2020, y 34.000 millones en 2021, aunque de momento no se ha anunciado la relajación del arancel impuesto sobre el GNL y el resto de productos energéticos. El FMI ha cifrado en 0,5 puntos de crecimiento económico mundial en 2020 el impacto de la guerra comercial, y la OCDE en entre 0,2 y 0,3 puntos sobre el crecimiento tanto de China como de EE. UU., valorando solo las medidas que entraron en vigor el pasado mes de junio.

La guerra comercial, como indicábamos, es solo una cara de un complejo rompecabezas. Aunque China no importa de EE. UU. lo suficiente como para responder, dólar a dólar, a las tarifas impuestas por la Administración Trump, puede recurrir a otras medidas, igualmente lesivas para la economía estadounidense, como la devaluación de su moneda, alterar los mercados de renta fija o restringir las exportaciones de productos básicos en las cadenas de valor como los minerales de tierras raras, como ya hizo hace años. Sin embargo, todas estas medidas también tendrían efectos muy negativos sobre la propia economía china.

También EE. UU. ha recurrido a medidas de «diplomacia bruta» más allá de las comerciales, como el *bullying* ejercido contra la empresa china Huawei, al que de momento no se han unido otros países como Canadá o Europa, demostrando la falta de alternativas realistas en algunos campos, como el desarrollo de la tecnología 5G, y la influencia adquirida por las empresas chinas en los mismos.

El enfrentamiento comercial, la disputa tecnológica, las acusaciones sobre la manipulación de divisas o la insuficiente protección de la propiedad intelectual en China, entre otros episodios, han conducido a un deterioro de las relaciones entre ambos países

que ya ha sido bautizado (seguramente de forma prematura) como un nuevo «telón de acero económico». Más allá de la reconducción en los próximos meses de la controversia, sus consecuencias en el medio y largo plazo serán importantes: se ha abierto una nueva fase en las relaciones entre China y EE. UU, más conflictiva e incierta que la que ha presidido la diplomacia entre ambos países desde la década de los setenta.

### La crisis del Covid-19

A finales de 2019, cuando este artículo estaba prácticamente camino de la imprenta, el virus SARS-CoV, responsable de la enfermedad COVID-19, provocó el que seguramente sea el shock exógeno que un plazo más breve ha provocado un derrumbe más pronunciado de la economía mundial en su conjunto.

El carácter altamente contagioso del virus -de acuerdo con las estimaciones preliminares, el paciente medio de COVID-19 infecta a entre 1.6 y 3.9 personas en ausencia de medidas de distanciamiento social- y la hiperconectividad de las sociedades modernas, provocó una acelerada propagación del mismo, obligando a las autoridades de distintos países a adoptar medidas drásticas de confinamiento social y de paralización de las economías.

Debido a las muchas incertidumbres que existen sobre la evolución de la pandemia del COVID-19 (así declarada por la OMS el pasado 12 de marzo de 2020), sus efectos económicos y en particular sobre los mercados de la energía son igualmente inciertos. Muchos de los efectos podrían ser pasajeros o permanentes en función de la duración de las medidas más drásticas, de la existencia de rebrotes de la enfermedad en los próximos meses, de la simetría o asimetría de su impacto en los diferentes países, y del perfil de la reactivación económica, que podría ser más favorable en aquellos países con un alto peso de la actividad industrial (como China) en detrimento de otros con un mayor peso del sector servicios, especialmente de actividades como el turismo, el comercio o el transporte, que previsiblemente sufrirán los efectos de manera más duradera.

Los efectos en los mercados energéticos han sido muy pronunciados: la práctica paralización del transporte (responsable del 30 por ciento del consumo de energía mundial<sup>58</sup>) y la más suave, pero

---

<sup>58</sup> World Energy Outlook 2019.

también importante caída de la actividad industrial (que absorbe otro 30 por ciento del consumo), ha provocado una caída sin precedentes en el consumo de combustibles, principalmente petróleo crudo y sus derivados, así como del carbón y el gas natural.

A esta abrupta caída de la demanda se han unido desavenencias entre los principales países productores de petróleo, singularmente Arabia Saudí y Rusia, sobre la manera de responder a la coyuntura, provocando una caída del precio del barril hasta niveles que no se habían registrado desde principios de la década de 2000.

El mercado del petróleo es seguramente el más complejo de analizar: la relativa menor participación de China en el consumo agregado (debido al menor peso del transporte), y la previsible recuperación más rápida de la economía china, por las razones ya apuntadas, podrían apuntalar la tendencia descrita en este artículo, acelerando la predominancia de China en el mercado mundial del petróleo. Sin embargo, una caída prolongada en el precio del barril podría tener consecuencias severas también por el lado de la oferta, en particular sobre la producción de crudo no convencional en EE. UU., arrebatando a la economía americana de la condición de exportador neto de productos petrolíferos, que recientemente ha adquirido. No obstante, la resiliencia demostrada por la producción no convencional en EE. UU. en los últimos años, en los que ha demostrado una capacidad de reducción de costes mayor que la anticipada por la mayoría de analistas, y el previsible impacto de la crisis por el lado de la demanda, seguramente compense ambos efectos en términos netos.

Los efectos sobre el mercado de gas natural son igualmente inciertos. La anticipada normalización del mercado en los próximos años descansa en gran medida en el dinamismo de la demanda china de gas natural. Un retraso inducido por un menor crecimiento económico podría desplazar en el tiempo algunas de las infraestructuras ya planeadas, y comprometer la viabilidad de las existentes.

Un tercer abanico de consecuencias que se han señalado, también de forma prematura, se refieren al impacto que podría tener una crisis económica mundial en los compromisos internacionales de acción contra el cambio climático y el desarrollo de energías alternativas. Sin embargo, la experiencia más reciente, durante la crisis financiera de 2009-2010, sugiere que ni el proceso de calentamiento global ni la respuesta de las autoridades se vio

severamente afectada por la coyuntura económica. Durante los últimos años, la acción climática ha tenido un comportamiento más dependiente de factores políticos que económicos, y más globales que nacionales. Es de esperar que así siga sucediendo.

En definitiva, pese a las notables incertidumbres que todavía rodean la crisis del Covid-19, en lo que se refiere a su impacto en los mercados de energía, lo más previsible es que algunas de las tendencias descritas en este artículo se aceleren, especialmente en el mercado del petróleo, retrasando las relativas al mercado del gas natural, y sin una incidencia destacada en el avance de la electrificación y las energías renovables.

### Consideraciones finales

Desde el punto de vista energético, existen dos grandes transiciones en marcha: la primera es el cambio climático. La segunda, la transición de los sistemas energéticos para tratar de evitarlo. Son dos transiciones que no transcurren en paralelo, sino dándose relevos: cuanto más rápido sea uno, más lento será el otro.

Sus potenciales consecuencias geopolíticas son muy distintas: algunos países, como Australia, el Caribe u Oriente Medio, se verán afectados por ambas. Otros, como Rusia o Canadá, sobre todo por la segunda. Ambas tienen efectos transicionales muy acusados, que pueden provocar severas disrupciones en las transformaciones de las economías. Sea cual sea la transición que predomine, habrá ganadores y perdedores. El mapa geopolítico sufrirá profundas transformaciones en los próximos años.

Al mismo tiempo, estos cambios coinciden con un momento «tucidiano» en la historia: China amenaza la hegemonía económica mundial de EE. UU. de una forma más estrecha de lo que ninguna otra potencia lo ha hecho a lo largo del último siglo. Se trata, no obstante, de un desafío con rasgos singulares: por un lado, ideológicamente menos agresivo que el que representó la Unión Soviética. Por otro, mucho más incómodo desde el punto de vista geopolítico de otros episodios de fuerte crecimiento económico, como el que experimentaron en la segunda mitad del siglo xx Japón, Alemania o Corea del Sur.

En este artículo, hemos analizado un vértice muy concreto de estos movimientos geopolíticos: el de las relaciones entre China y EE. UU. en el sector de la energía. Por sus profundas implicaciones, en cierto modo el sector energético apunta la dirección en

la que se desplazarán los intereses geopolíticos en los próximos años.

En el sector del petróleo, China y EE. UU. se encuentran en situaciones exactamente opuestas: mientras en China la demanda crece y la producción cae, en EE. UU. ocurre lo contrario. En consecuencia, China está sustituyendo la influencia geopolítica que tradicionalmente había tenido EE. UU. en zonas como Oriente Medio (con consecuencias que ya se están dejando notar), y en menor medida África y América Latina. Al mismo tiempo, China está estrechando sus relaciones con Rusia, en un movimiento que podría tener importantes consecuencias en Europa.

El sector del gas natural estaba llamado a actuar como un polo que alinease los intereses de China y EE. UU. en las próximas décadas. El fuerte crecimiento de la demanda en China y de las exportaciones en EE. UU., constituían el escenario perfecto para alimentar una mutua interdependencia entre ambos países. Sin embargo, la escalada de la tensión comercial entre ambos países, unida a la ralentización de la actividad industrial en China, amenaza seriamente las relaciones futuras.

En las nuevas energías renovables, China está moviéndose de manera más decidida que EE. UU. El fuerte crecimiento chino le está permitiendo adoptar una estrategia diversificada, apostando por un amplio rango de fuentes primarias. China también busca estar presente en todos los eslabones de la cadena de valor, desde la extracción de minerales de tierras raras, a la fabricación de paneles solares, turbinas eólicas o baterías eléctricas. De este modo, China desplaza progresivamente su centro de gravedad desde los recursos primarios a las tecnologías, en paralelo a lo que sucede en los sistemas energéticos.

China también está actuando de forma decidida en otras dimensiones, como las infraestructuras de interconexión con otros países, a través del «Belt and Road Initiative», de la intensa actividad de muchas de sus empresas en el exterior, o de la provisión de fuentes de financiación a largo plazo a través de instituciones multilaterales, algunas de las variables clave en la evolución futura de los sistemas energéticos.

Incluso si se completa una profunda transición energética en las próximas décadas, las tensiones geoestratégicas no se disiparán, sino que mudarán en su forma. La imperiosa necesidad de actuar decididamente en el sector energético para limitar su impacto en el cambio climático, no puede conducir a la complacencia geoes-



tratégica. Los riesgos serán diferentes, pero seguirán existiendo. Los retos sociales de la transición son formidables, ya que tanto el cambio climático como las políticas adoptadas para combatirlo, tienen efectos en muchos casos regresivos, más graves sobre las poblaciones más débiles. La coincidencia en el tiempo de las transiciones energéticas, ya apuntadas, con la transición geopolítica de mayor calado del último siglo, convierte las próximas décadas en un periodo de alta densidad histórica. Frente a los agoreros del fin de la historia, la encrucijada se presenta más formidable que nunca. La energía es solo una de muchas variables. Pero ciertamente una que descifra algunos indicios sobre el camino de la historia.

## Capítulo segundo

### Geopolítica en el Mediterráneo Oriental: algo más que gas

*Felipe Sánchez Tapia*

#### Resumen

Situada en la confluencia de tres continentes, el valor estratégico de la cuenca oriental del Mediterráneo ha sido reconocido desde tiempo inmemorial, lo que la ha convertido en escenario de conflictos entre imperios y civilizaciones que han dedicado considerables esfuerzos, bien a dominarlo o bien a impedir que sus rivales lo hiciesen. En la actualidad, esta parte del Mediterráneo presenta una marcada fragmentación geopolítica que no es sino el resultado de diferencias históricas, culturales, religiosas, etc., que se ven enormemente acentuadas por el descubrimiento de ingentes reservas de hidrocarburos.

Los potenciales beneficios económicos de su explotación han despertado el interés de todos los Estados ribereños, que, en buena lógica, pretenden ejercer sus derechos sobre ellos, reavivando de esta manera viejas disputas relativas a la delimitación de los espacios de soberanía y elevando la tensión entre las partes a niveles preocupantes. Esta situación, en sí misma difícil, se complica aún más por la intervención de actores externos. A la rivalidad existente entre Turquía, por un lado, y Grecia, Chipre, Egipto e Israel, por otro, se superpone el interés de países europeos,

como Italia, Francia o el Reino Unido, cuyas grandes corporaciones energéticas participan en la explotación de estos recursos. Un juego de intereses a múltiples bandas que ofrece magníficas oportunidades para que las potencias globales, EE. UU., Rusia y China, escenifiquen la competitividad estratégica por la hegemonía mundial que caracteriza el escenario geopolítico actual. La consecuencia es una creciente inestabilidad en el Mediterráneo Oriental que incita a los países implicados a incrementar su presencia militar, aumentando con ello las probabilidades de enfrentamientos armados.

La irrupción de la COVID-19 ha impuesto cierta ralentización en las actividades en estas aguas. Aún resulta prematuro anticipar la profundidad con que esta crisis afectará a la estabilidad regional. Pero, por el momento, todo apunta a que lo más probable es que se trate tan sólo de un paréntesis. En realidad, asistimos ya a un conflicto multidimensional en el que la huella militar es todavía limitada, pero que, de no actuar para evitarlo, tenderá a ganar en intensidad.

### Palabras clave

Chipre, Egipto, gas natural, geopolítica, Grecia, Israel, mar Egeo, Mediterráneo Oriental, plataforma continental, Turquía, zona económica exclusiva.

### Abstract

*The strategic value of the Eastern Mediterranean Basin, located at the confluence of three continents, has been recognised since time immemorial, being a scenario for conflicts between empires and civilisations, which made great efforts either to dominate it or, at least, to prevent their rivals from doing so. In the present days and from a geopolitical perspective, this part of the Mediterranean is considerably fragmented, this being a consequence of historical, cultural and religious differences, all of which have been greatly accentuated by the discovery of huge hydrocarbon reserves.*

*The potential economic benefits of exploiting these reserves have aroused the interest of all the Coastal States, which have logically attempted to exert their rights to these deposits, thus rekindling old disputes regarding the demarcation of sovereign space and raising the tension between the parties to alarming levels.*

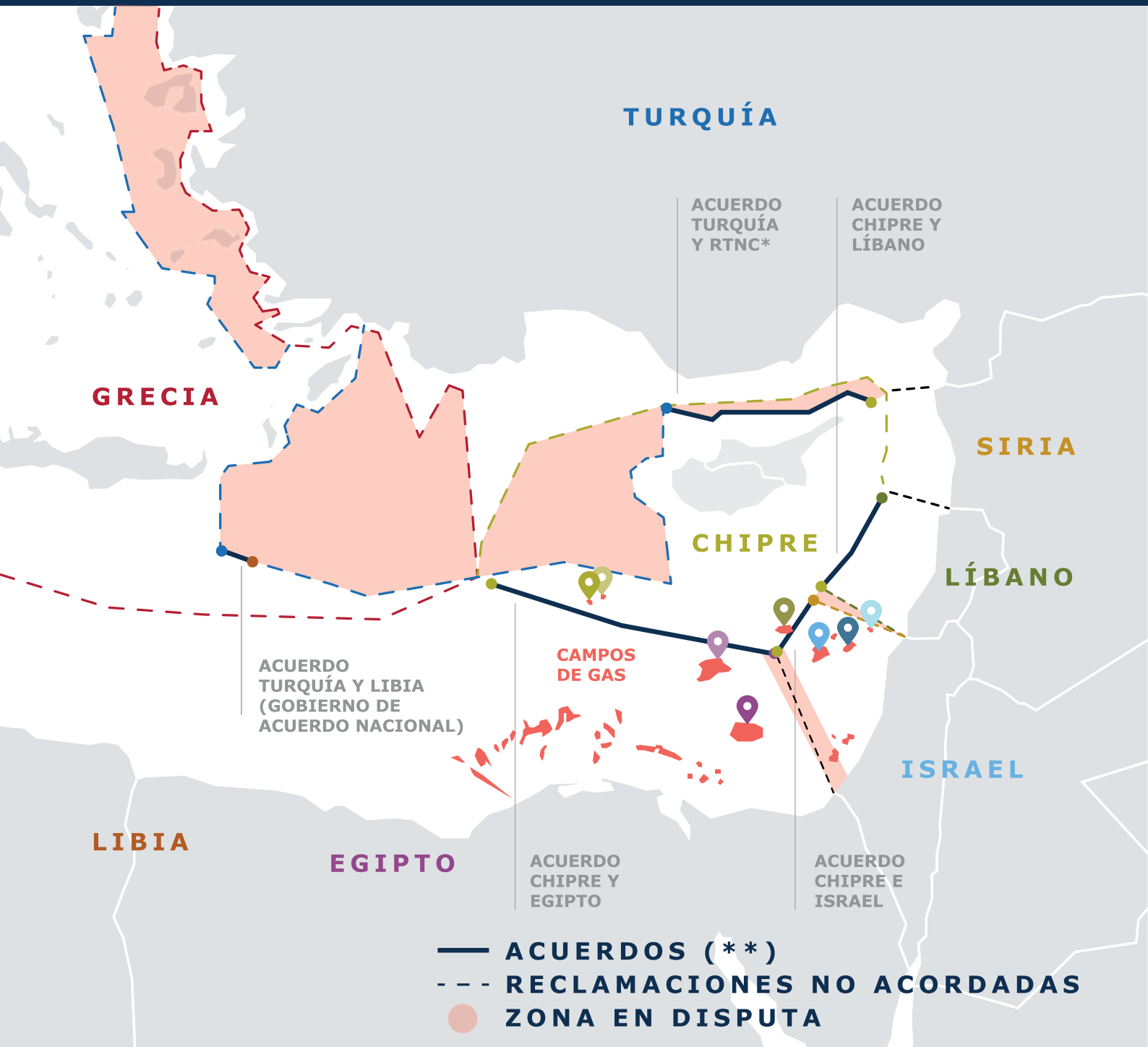
*This situation, which is in itself difficult, is further complicated by the involvement of external stakeholders. The interests of European countries like Italy, France or the United Kingdom, with large energy companies participating in the exploitation of those resources, are added to the rivalry existing between Turkey, on the one hand, and Greece, Cyprus, Egypt and Israel, on the other. It is a game of interests played by many groups, which offers magnificent opportunities to the global powers, the United States, Russia and China, to stage the strategic competitiveness for world domination that characterises the current geopolitical scene. The consequence is a growing instability in the Eastern Mediterranean that encourages the countries involved to increase their military presence, thus heightening the likelihood of armed clashes.*

*The COVID-19 outbreak has resulted in a temporary suspension of drilling activities. It is still too early to fully assess the impact of the pandemic on the regional stability. But it seems that it might well be a brief interlude. In fact, we are already witnessing a multidimensional conflict where the military footprint is still limited. However, if no action is taken to prevent it, it will tend to gather momentum.*

### **Keywords**

*Cyprus, Egypt, Natural gas, Geopolitics, Greece, Israel, Aegean Sea, Eastern Mediterranean, Continental Shelf, Turkey, Exclusive Economic Zone.*

# RECLAMACIONES SOBRE ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA Y PLATAFORMA CONTINENTAL



## PRINCIPALES YACIMIENTOS DE GAS

(\*) LA REPÚBLICA TURCA DEL NORTE DE CHIPRE NO ESTÁ RECONOCIDA INTERNACIONALMENTE  
 (\*\*) LOS ACUERDOS BILATERALES SEÑALADOS NO IMPLICAN SU RECONOCIMIENTO POR TERCEROS PAÍSES

- 📍 **ZOHR**  
RESERVAS ESTIMADAS: 318 BCM
- 📍 **NOOR**  
RESERVAS ESTIMADAS: 850 BCM
- 📍 **TAMAR**  
RESERVAS ESTIMADAS: 318 BCM
- 📍 **LEVIATÁN**  
RESERVAS ESTIMADAS: 605 BCM

- 📍 **KARISH**  
RESERVAS ESTIMADAS: 50 BCM
- 📍 **AFRODITA**  
RESERVAS ESTIMADAS: 129 BCM
- 📍 **CALYPSO 1**  
RESERVAS ESTIMADAS: 169-226 BCM
- 📍 **GLAUCUS 1**  
RESERVAS ESTIMADAS: 142-227 BCM

# FORO GASÍSTICO DEL MEDITERRÁNEO ORIENTAL - EAST MED GAS FORUM



## ● PAÍSES EAST MED GAS FORUM

EL EAST MED GAS FORUM FUE ESTABLECIDO EN ENERO DE 2019 EN EL CAIRO COMO FORO POLÍTICO DE COOPERACIÓN EN MATERIA ENERGÉTICA ENTRE PAÍSES PRODUCTORES Y CONSUMIDORES EN EL MEDITERRÁNEO ORIENTAL, INCLUYENDO A EGIPTO, CHIPRE, GRECIA, ISRAEL, ITALIA, JORDANIA Y LA AUTORIDAD PALESTINA A LOS QUE PODRÍAN UNIRSE FRANCIA Y, EN CALIDAD DE OBSERVADOR, ESTADOS UNIDOS.

## FUENTES DE CONFLICTO

- 🇸🇵 DELIMITACIÓN DE LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA
- 💧 AGUAS TERRITORIALES EN EL MAR EGEO
- 🔍 EXPLORACIÓN/EXPLOTACIÓN DE RECURSOS ENERGÉTICOS
- 👤 REFUGIADOS Y FLUJOS MIGRATORIOS



## Introducción

En 1963, el profesor de Geografía Saul Bernard Cohen desarrollaba en su obra *Geografía y política en un mundo dividido* las peculiaridades que presentaban ciertas regiones del globo «estratégicamente situada[s], que está[n] ocupada[s] por cierto número de Estados en conflicto y presa de los intereses opuestos de grandes potencias contiguas» para referirse a ellas como *cinturones de quiebra*<sup>1</sup>. Este concepto, desarrollo de las *zonas de quebrantamiento* que otros geógrafos como James Fairgrieve habían propuesto con anterioridad, resultaba aplicable, en el contexto de la Guerra Fría, a la zona de Oriente Medio y el Sureste asiático, zonas de fricción entre el poder de la Unión Soviética y lo que él denominaba mundo marítimo dependiente del comercio, que englobaba, entre otros, a lo que hoy solemos denominar mundo occidental.

El término en sí mismo, sin necesidad de explicación adicional, resulta evocador y transmite inequívocamente la idea de encontrarnos ante espacios de confluencia y colisión de intereses diversos, idea que el retorno de la competitividad estratégica entre EE. UU., por un lado, y las «potencias revisionistas»<sup>2</sup>, por otro, ha vuelto a poner de actualidad.

Siguiendo a Cohen, los cinturones de quiebra presentan unas características que los hacen particularmente interesantes desde el punto de vista de esta renovada competitividad. En primer lugar, contienen recursos que resultan de vital interés para el mundo marítimo. Y aunque otras regiones pueden contener recursos incluso en cantidades mayores, la fragmentación política, cultural y económica dificulta la unidad de acción, lo que los hace proclives a que las potencias, tanto regionales como globales, traten de explotar las diferencias en su propio beneficio. Pero además, y esto resulta especialmente importante en el momento actual, estas zonas ofrecen «gran libertad de acción para ejercer diversas formas de contención» al tiempo que presentan posibilidades para el establecimiento de bases desde las que «se puede tener en jaque a zonas contiguas». La actuación de las potencias externas para aprovechar

<sup>1</sup> COHEN, Saul B. *Geografía y política en un mundo dividido*. Madrid: Ediciones Ejército, 1980, pp. 136 y ss.

<sup>2</sup> Terminología utilizada en la Estrategia de Seguridad Nacional de los EE. UU. – *NATIONAL SECURITY STRATEGY of the United States of America, December 2017*.



estas posibilidades actúa como círculo vicioso, provocando, a su vez, una mayor fragmentación regional causa de una mayor conflictividad.

Aunque la analogía dista de ser perfecta, esas son las circunstancias que observamos en un área que, como el Mediterráneo Oriental (MEDOR), no es sino una extensión del Oriente Medio: una marcada fragmentación geopolítica, producto de diferencias históricas, culturales, religiosas, etc., que se ven enormemente acentuadas por el descubrimiento de ingentes reservas de hidrocarburos sobre las que todos los Estados ribereños pretenden ejercer sus derechos y que han atraído el interés de las potencias globales, incluyendo a EE. UU. y Rusia, además de países europeos como Francia e Italia, que han arrastrado a la Unión Europea (UE) en su conjunto. Y, como no, tampoco China, con su proyecto de la Franja y la Ruta, es indiferente a lo que acontezca en esta parte del Mediterráneo. Todas estas circunstancias aumentan la complejidad de los problemas presentes desde hace décadas, haciendo del MEDOR un área de creciente inestabilidad.

Este trabajo pretende aportar elementos que ayuden a comprender cuáles son los factores que afectan al complicado equilibrio geopolítico del MEDOR, articulándose en dos grandes partes. En una primera sección, titulada «La geopolítica del Mediterráneo Oriental», efectuaremos un análisis somero de los factores geopolíticos que afectan a la cuenca más oriental del Mediterráneo, incluyendo las cuestiones históricas que desde hace décadas son origen de enfrentamientos de mayor o menor intensidad entre los actores geopolíticos y dedicando una especial atención al factor energético, cuestión que abordaremos desde tres puntos de vista diferenciados: (1) la producción; (2) la exploración de yacimientos adicionales; y (3) la exportación de los recursos al objeto de su rentabilización.

En una segunda parte, titulada «Relaciones de poder y política de contención en el Mediterráneo Oriental», nos adentraremos en los recursos de poder a disposición de los actores geopolíticos con intereses en la región, especialmente militares, o *hard power*, por utilizar la terminología propuesta por Joseph Nye, y de qué manera estos están siendo utilizados para alcanzar sus respectivos objetivos. Todo ello nos permitirá comprender las razones que están llevando a unos y otros a incrementar su presencia militar en el Mediterráneo y las consecuencias que todo ello tiene sobre la estabilidad de la región.

### Primera parte - La geopolítica del Mediterráneo Oriental

Para los geógrafos, la cuenca oriental del Mediterráneo corresponde a las aguas situadas al este de la línea imaginaria formada por la península itálica, Sicilia, Malta y las costas de Túnez. Sin embargo, la zona a la que nos referimos en este documento como MEDOR es algo más restringida, considerando únicamente los espacios situados al este de la línea que une el cabo Matapán, en el extremo meridional de la península de los Balcanes, con las costas de Egipto, incluyendo el mar Egeo y los países ribereños: Grecia, Turquía, Siria, Líbano, Israel y Egipto (figura 1).



Figura 1. Mediterráneo Oriental (MEDOR).

Varias son las peculiaridades geográficas y circunstancias históricas que confluyen en el Mediterráneo Oriental y que, ineludiblemente, deben tenerse en cuenta a la hora de abordar cualquier análisis relativo a la conflictividad actual: por un lado, los cuellos de botella que suponen el canal de Suez y los estrechos turcos y, por otro, la isla de Chipre, cuyo control ha sido y sigue siendo clave aún hoy en la lucha por el dominio de las rutas comerciales.

1. *El canal de Suez.* Su apertura en 1860 permitió el comercio por rutas marítimas alternativas a las descubiertas por españoles y portugueses en siglos anteriores, lo que lo convirtió en objeto de deseo de la potencia marítima del momento: Inglaterra. Los intereses británicos fueron inicialmente asegurados mediante la adquisición en 1875 de

casi la mitad de las acciones de la compañía propietaria y el establecimiento, *de facto* en 1882 y formalmente en 1889, del protectorado de Egipto, colisionando frontalmente con los intereses de un Imperio otomano en decadencia. El control británico sobre el canal finalizó tras su nacionalización por Nasser en 1956 y, desde entonces, el canal es gestionado por la Autoridad del Canal de Suez, organismo dependiente del Gobierno egipcio. Su importancia para el comercio mundial resulta evidente, como demuestran las más de 1.100 millones de toneladas de mercancías que transitan por él anualmente<sup>3</sup>.

La Convención de Constantinopla de 1888 es el instrumento internacional que actualmente regula el régimen jurídico del canal. En lo referido a la navegación, se basa en tres principios: a) libertad de navegación en todo tiempo; b) libertad de paso para buques de guerra a condición de no hacer paradas; c) neutralización del canal, que impide ser atacado o bloqueado en tiempo de guerra<sup>4</sup>.

2. *Los estrechos turcos: Bósforo y Dardanelos*. Constituyen la vía de acceso desde el Mediterráneo hacia el mar Negro y, desde allí, a la masa continental euroasiática. Su gran valor estratégico en la actualidad se lo confiere el hecho de que, desde los primeros momentos de la expansión del imperio ruso, los estrechos han constituido la única salida a mar abierto que su flota tenía disponible durante el periodo invernal. No debe extrañarnos, por tanto, que su control haya sido durante siglos una prioridad estratégica para Rusia. Fue precisamente el intento de la Unión Soviética de asegurarse el control de los estrechos tras la II Guerra Mundial lo que llevó a Turquía a buscar apoyo en los EE. UU. y a unirse a la Alianza Atlántica en 1952.

La utilización internacional de los estrechos se rige por la Convención de Montreux (1936), que da a Turquía pleno control sobre ellos (seguridad, regulación del tráfico, etc.) al tiempo que garantiza la libertad de tránsito para el tráfico comercial internacional, estableciendo ciertas limitaciones tanto en tonelaje como en tiempo de permanencia en el mar

---

<sup>3</sup> Datos de 2018, Suez Canal Authority, disponible en <https://www.suezcanal.gov.eg/English/Pages/default.aspx>. Consultado en octubre de 2019.

<sup>4</sup> *Manual del Derecho del Mar*. Vol. I. Publicaciones del Ministerio de Defensa, 2016, p. 113.

Negro para los buques de guerra y auxiliares de los Estados no ribereños.

3. *La isla de Chipre.* Estratégicamente situada a 50 millas de la costa turca y a otro tanto de las sirias, esta isla ha sido desde tiempo inmemorial utilizada como plataforma o base avanzada para el acceso al Medio Oriente y para el control de la navegación en toda la zona. Es precisamente por este motivo que el Reino Unido ocupó la isla en 1878 tras la derrota de los otomanos en la guerra ruso – turca (Congreso de Berlín), ocupación que se extendió hasta la independencia de Chipre en 1960 y que aún mantiene en la actualidad, pues se aseguró la retención de dos bases militares de soberanía: Acrotiri y Dhekelia (figura 2).



Figura 2. Isla de Chipre.

Tras la independencia, la elevada tensión entre las comunidades de origen griego y turco de la isla desembocó en julio de 1974 en un golpe de Estado urdido contra el Gobierno del arzobispo Makarios y que provocó la intervención de Turquía, lo que, *de facto*, dividió el país en dos. Desde entonces, la República de Chipre (RdC), que goza del reconocimiento internacional y es miembro de la Unión Europea, solo ejerce control efectivo sobre la parte sur de la isla; al norte, la comunidad turco-chipriota ha autoproclamado la República Turca del Norte de Chipre (RTNC), únicamente reconocida por Turquía y que debe su existencia a la presencia permanente del

Ejército turco<sup>5</sup>. Además del Reino Unido, tanto Grecia como Turquía fueron designados por el Tratado de Garantías (1960) como garantes (*guarantor power*) del estatus de la isla<sup>6</sup>, aunque *de facto* ambos se han posicionado como valedores de los intereses de las respectivas comunidades.

No se presenta fácil la solución del contencioso. Por el momento, la única opción oficialmente contemplada es la de la constitución de dos zonas y dos comunidades integradas en un único Estado federal (parámetros acordados por representantes de ambas comunidades ante NN. UU. en 1977 y 1979), versando el debate en torno a la delimitación de competencias del Gobierno federal, la cuestión territorial, el retorno de las propiedades a sus legítimos dueños, los desplazados internos y, sobre todo, la cuestión de las garantías y presencia de tropas en la isla<sup>7</sup>. En los últimos años y auspiciadas por NN. UU. se han llevado a cabo varias rondas de negociaciones, la última de ellas en la localidad Suiza de Crans-Montana en el verano de 2017, sin apenas progresar en la resolución de esas cuestiones.

En una reciente reunión trilateral en Berlín (noviembre de 2019) con participación de representantes de ambas comunidades y de NN. UU. se pudo alcanzar el compromiso de reanudar negociaciones a lo largo de 2020 en formato «a 5», esta vez incluyendo también a Grecia y Turquía, en su papel de garantes de las comunidades, además del Reino Unido. Pero la previsión de elecciones presidenciales en el norte de la isla en abril de este año, ahora pospuestas *sine die* por el estallido de la COVID-19, ha impedido la determinación de una fecha concreta para su realización.

Sobre estas cuestiones, que podemos calificar de históricas, la seguridad en el MEDOR se ve afectada por la confluencia de, al menos, cuatro dinámicas interrelacionadas entre sí y que, brevemente, abordamos a continuación: la conflictividad en Oriente Medio y los flujos migratorios que de ella se derivan; la rivalidad entre Grecia y Turquía por la distribución de las aguas territoriales en el mar Egeo; la rivalidad entre los países ribereños por

<sup>5</sup> En la actualidad en torno a 40.000 soldados.

<sup>6</sup> *Treaty of Guarantee*, Nicosia, 16 de agosto de 1960, disponible en <https://peacemaker.un.org/cyprus-greece-turkey-guarantee60>. Consultado en febrero de 2020.

<sup>7</sup> Entrevista del autor con la Embajada de Chipre en Madrid el 29 de noviembre de 2019.

la delimitación de sus respectivas zonas económicas exclusivas (ZEE) y plataformas continentales; y, por último, la exploración y la explotación de recursos energéticos.

### Influencia de la conflictividad en Oriente Medio: la crisis de refugiados

Una de las formas en que las tensiones originadas por el conflicto de Siria se trasladan a las de por sí complicadas relaciones regionales es a través de los más de 5.600.000 refugiados que se han visto obligados a abandonar su país de origen<sup>8</sup>. Más de un 65 % de ellos, unos 3.676.000, han encontrado refugio en la vecina Turquía y, al margen de la tragedia humanitaria que ello supone, el impacto sobre la sociedad turca que los acoge es considerable. Muchos de ellos han hecho de ciertos países de la Unión Europea el destino final elegido, lo que ha provocado a lo largo de los años una creciente corriente de refugiados que, en algunos casos de manera legal pero mayoritariamente ilegal, trataban de alcanzar territorio europeo, especialmente a través de las islas griegas en el Egeo, dada su proximidad a las costas turcas.

Las tensiones internas en la UE sobre esta cuestión pusieron de manifiesto los límites reales de la cohesión europea, provocando una crisis política sin precedentes. Crisis que únicamente pudo superarse mediante el acuerdo alcanzado entre la UE y Turquía en 2016, por el que esta última se comprometía a aceptar la devolución de quienes entraban ilegalmente en la UE a cambio de financiación de proyectos de apoyo a los refugiados en su territorio<sup>9</sup>. Ciertamente ingenioso en su diseño, el acuerdo tuvo efectos inmediatos, reduciendo el flujo de ilegales hasta prácticamente interrumpirlo<sup>10</sup> (figura 3).

<sup>8</sup> Datos de ACNUR, Operational Portal, octubre de 2019, disponible en <https://data2.unhcr.org/en/situations/syria>. Consultado en octubre de 2019.

<sup>9</sup> La UE comprometió una financiación directa de proyectos de apoyo a refugiados dividida en dos tramos: 3.000 M€ en el periodo 2016-2017 y otros 3.000 M€ en el periodo 2018-2019.

<sup>10</sup> El acuerdo, firmado en marzo de 2016 preveía que por cada sirio que se devuelva a Turquía desde las islas griegas después de cruzar irregularmente, la UE se haría cargo de un sirio procedente de Turquía que no haya intentado hacer este viaje de forma irregular. Los efectos del acuerdo se dejaron notar con carácter inmediato. Desde un máximo de alrededor de 7.000 personas al día en octubre de 2015, el número medio de llegadas se redujo a 47 al día a finales de mayo de 2016. Oficina de Comunicaciones de la UE, disponible en <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/1aa55791-3875-4612-9b40-a73a593065a3/language-es>. Consultado en octubre de 2019.

Pero con el tiempo, su aplicación ha ido poniendo de manifiesto sus puntos débiles y, sobre todo, dos formas distintas de ver el problema. Turquía aprecia falta de cumplimiento de lo comprometido por parte de la UE (carencias en la financiación<sup>11</sup>, denegación de exención de visados para ciudadanos turcos, apertura de nuevos capítulos en el proceso de adhesión, etc.) y ello es motivo para hacer de la posibilidad de una relajación en las medidas de control fronterizo un asunto recurrente<sup>12</sup>.

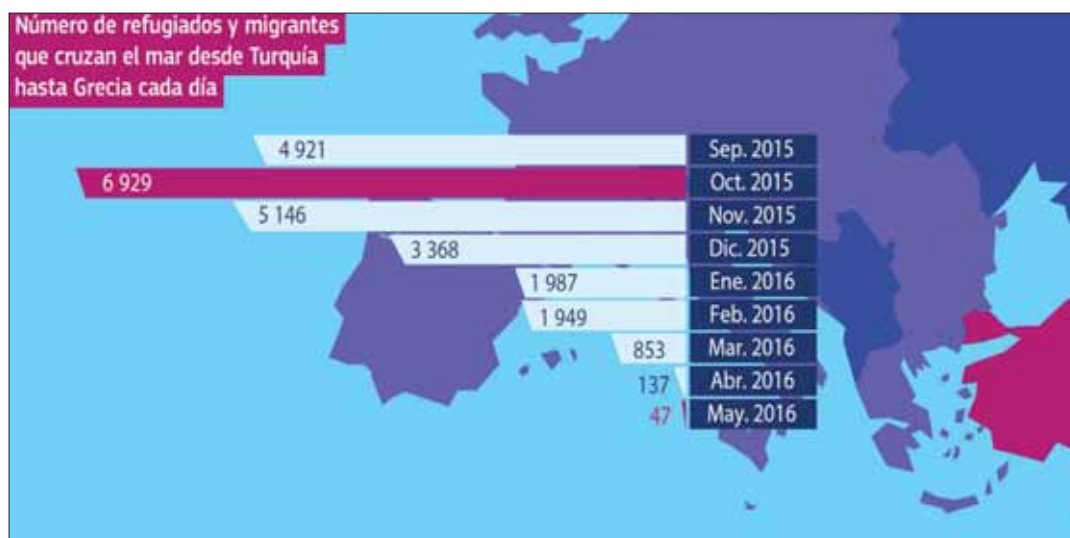


Figura 3. Flujos migratorios hacia la UE. Fuente: Comisión Europea – Dirección General de Migración y Asuntos de Interior.

Buena prueba de ello es la gestión del flujo de refugiados sirios hacia Europa promovido por el Gobierno turco en febrero de 2020 a raíz del recrudecimiento de la guerra de Siria en la zona de Idlib, en el noroeste del país. Como se percibe, el aumento de la presión migratoria sobre Grecia, en particular, y sobre la UE, en general, tiene efectos inmediatos y la agudización de las tensiones internas en la UE por esta causa resulta inevitable.

No obstante, ya con anterioridad a estos hechos se había experimentado un inquietante repunte en el número de refugiados que alcanzan las costas griegas desde Turquía en cantidades que, aun

<sup>11</sup> A fecha 30 de septiembre de 2019, de los 6.000 M€ comprometidos se han planificado proyectos por valor de 5.800 M€, de los que se han contratado por valor de 4.200 M€ y se han desembolsado 2.700 M€. Fuente de datos: Comisión Europea en [https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/facility\\_table.pdf](https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/facility_table.pdf). Consultado en noviembre de 2019.

<sup>12</sup> *EU has not fulfilled all its promises: Turkish FM*. Agencia Anadolu, 23 de enero de 2020. Disponible en <https://www.aa.com.tr/en/europe/eu-has-not-fulfilled-all-its-promises-turkish-fm/1710836>. Consultado en febrero de 2020.

siendo considerablemente inferiores a las experimentadas en 2015 y 2016, activaron señales de alarma (figura 4).

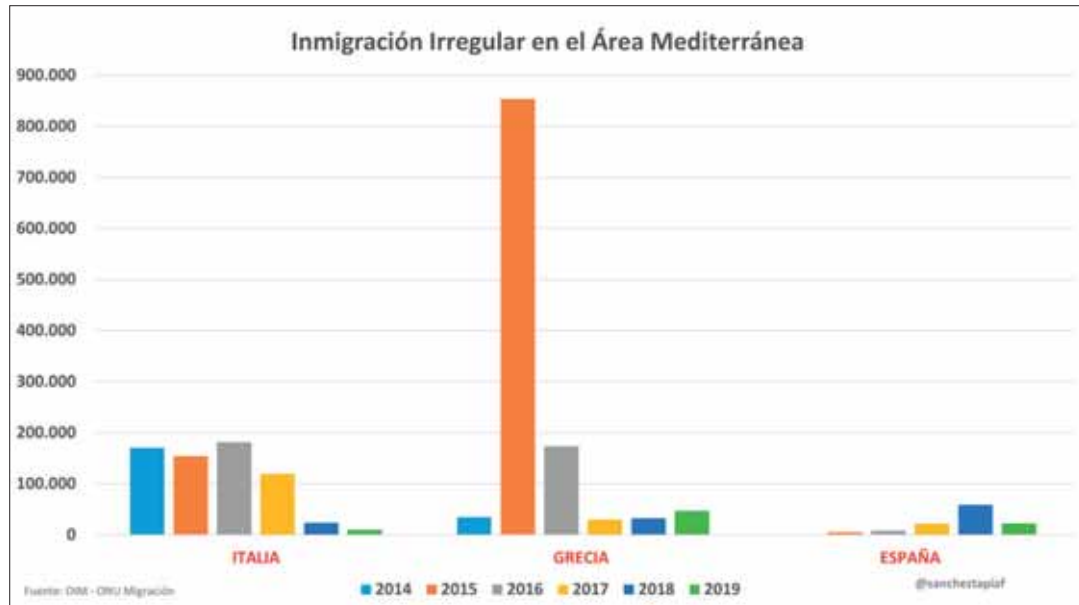


Figura 4. Inmigración irregular en el área mediterránea. Fuente: ONU Migración. Elaboración propia.

Un factor íntimamente ligado a esta cuestión es la posible infiltración entre las oleadas de refugiados de terroristas procedentes de Oriente Medio. Aunque la posibilidad no puede excluirse por completo, la disminución en el flujo migratorio limita las posibilidades de explotación de esta vulnerabilidad por las redes terroristas. Por el momento, aunque se ha observado el uso puntual de estas rutas con este fin, el procedimiento no puede calificarse de sistemático<sup>13</sup>.

### El mar Egeo

El mar Egeo es la parte del Mediterráneo situada al norte del arco que forman las islas de Creta, Kasos, Kárpatos y Rodas entre el extremo meridional peninsular de Grecia y las costas turcas.

La conflictividad en esta zona del Mediterráneo es extremadamente elevada y se deriva de dos interpretaciones diferentes respecto a la distribución de los espacios de soberanía: aguas territoriales y espacio aéreo, sin excluir las respectivas reclamaciones sobre la ZEE y plataforma continental.

<sup>13</sup> EUROPOL. *Terrorism Situation and Trend Report 2019*. 27 de junio de 2019, p. 42.





Figura 5. Mar Egeo.

El derecho internacional, a través de la Convención de las Naciones Unidas del Derecho del Mar (CNUDM)<sup>14</sup>, fija los criterios de delimitación de los espacios marítimos de soberanía de los Estados, estableciendo con carácter general en 12 millas náuticas (NM, por sus siglas en inglés) la amplitud de las aguas territoriales en las que un Estado ejerce soberanía plena. Por razones históricas, este criterio general no se ha aplicado en esta parte del Mediterráneo y la extensión de las aguas territoriales de Grecia y Turquía ha quedado limitada a 6 NM. El intento de Grecia de ampliar los límites de sus aguas territoriales a 12 NM durante el proceso de ratificación de la CNUDM en 1995<sup>15</sup>, provocó la airada reacción de Turquía, que declaró *casus belli* esta

<sup>14</sup> Disponible en [http://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/convemar\\_es.pdf](http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf). Consultado en octubre de 2019.

<sup>15</sup> Ministerio de Asuntos Exteriores de la República Helénica, disponible en <https://www.mfa.gr/en/issues-of-greek-turkish-relations/relevant-documents/territorial-sea-casus-belli.html>. Consultado en octubre de 2019.

cuestión<sup>16</sup>. De materializarse la ampliación, el Egeo se convertiría *de facto* en un mar griego, limitando el acceso de Turquía a aguas internacionales (figura 6).

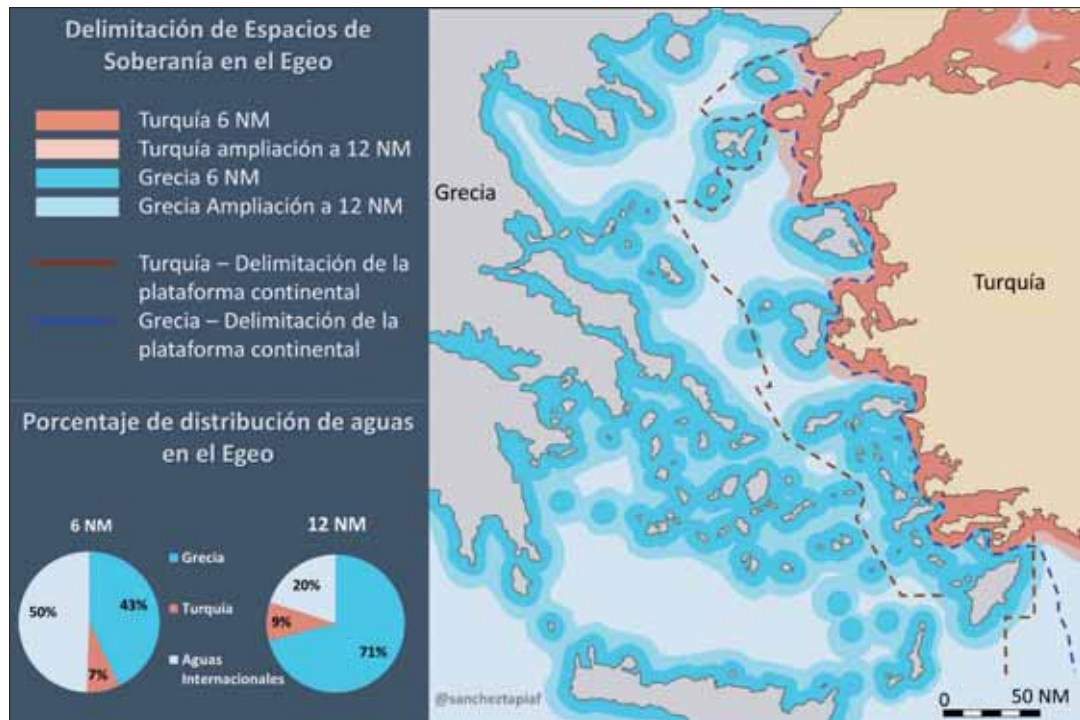


Figura 6. Delimitación de aguas territoriales en el Egeo. Fuentes diversas. Elaboración propia.

En cuanto al espacio aéreo, es la Convención de Chicago de 1944 la que lo define como la región de la atmósfera terrestre situada sobre el territorio de soberanía plena de los Estados, incluyendo sus aguas territoriales, pero no fuera de ellas. Y también en este aspecto el Egeo reviste sus peculiaridades. Por razones diversas, desde 1931 Grecia extiende unilateralmente su espacio aéreo de soberanía hasta las 10 NM, no circunscribiéndolo a las 6 NM de su mar territorial, circunstancia insólita en el derecho internacional que nunca ha sido aceptada por Turquía, cuya Fuerza Aérea lleva a cabo deliberadamente vuelos en esa zona con habitualidad.

Además de denuncias diarias por la violación de lo que Grecia considera su espacio aéreo, esta situación ha provocado numerosos incidentes y momentos de elevada tensión, incluyendo enfrentamientos armados que, en ocasiones, se han saldado con bajas mortales. Nos encontramos ante un conflicto bilateral en

<sup>16</sup> Resolución de la Asamblea Nacional Turca de 8 de junio de 1995, otorgando al Gobierno turco autoridad plena y permanente para declarar la guerra en caso de que Grecia decidiese extender sus aguas territoriales más allá de las 6 NM.

el que otros actores, en especial Rusia y EE. UU., han evitado implicarse de forma directa. A ninguno de ellos favorece una alteración del *statu quo*, en el que Grecia y Turquía se contienen mutuamente, evitando una excesiva «nacionalización» por uno u otro de los accesos al mar Negro. Por otro lado, la pertenencia de ambos países a la OTAN constituye un poderoso factor moderador de la conflictividad. Las posibilidades de que se produzcan incidentes aislados son elevadas, pero es poco probable que se permita que el conflicto degenera en un enfrentamiento a gran escala<sup>17</sup>.

### Delimitación de zonas económicas exclusivas (ZEE) y plataforma continental

Al igual que ocurría con las aguas territoriales, es la CNUDM la que establece en un máximo de 200 NM la extensión de la ZEE y de la plataforma continental de un Estado, si bien para el segundo caso se admite la posibilidad de extensión hasta un máximo de 350 NM bajo determinadas circunstancias (figura 7).

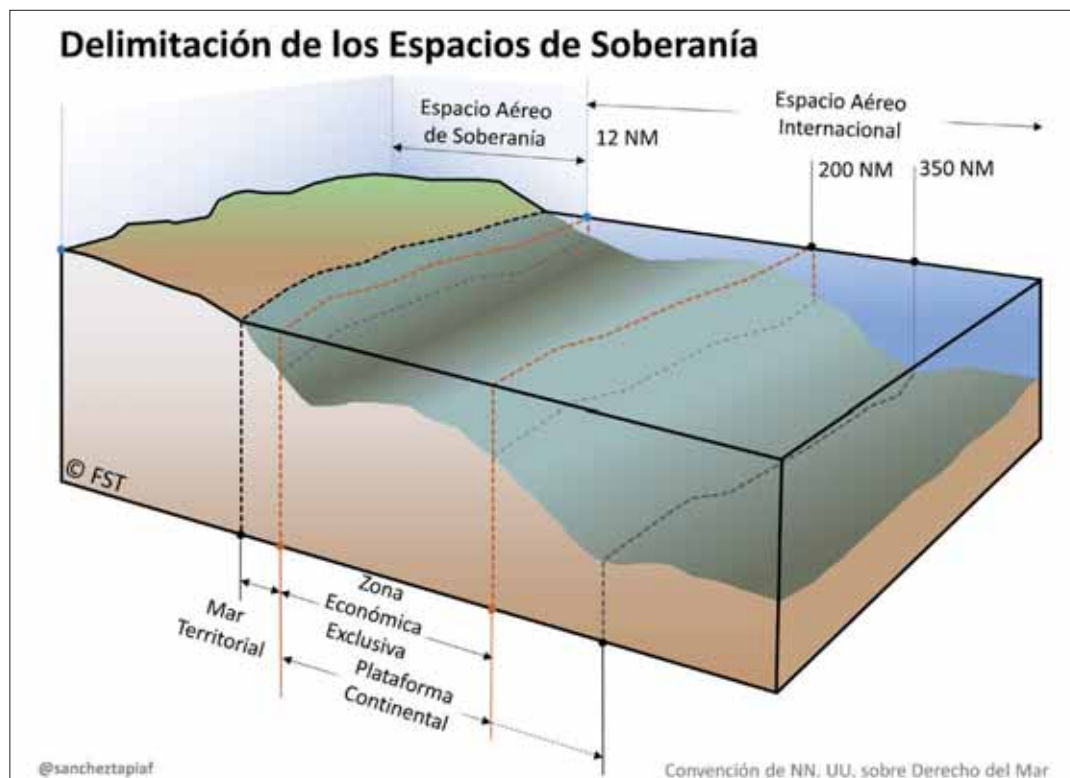


Figura 7. Delimitación de espacios de soberanía de acuerdo con la CNUDM. Elaboración propia.

<sup>17</sup> SÁNCHEZ TAPIA, Felipe. «Geopolítica del gas y militarización del Mediterráneo Oriental». Documento de Análisis IEEA 05/2019.

La distinción entre plataforma continental y zona económica no resulta sencilla, pues se refiere a dos instituciones jurídicas establecidas simultáneamente sobre un mismo espacio: las 200 NM. La plataforma continental incluye el lecho marino y el subsuelo, y establece derechos soberanos del Estado a que pertenece sobre los recursos que allí se encuentran, con independencia de su declaración expresa. La ZEE, en cambio, incluye, además del propio lecho y subsuelo, las aguas suprayacentes. Pero, a diferencia de la plataforma continental, un Estado debe hacer una reclamación expresa sobre ella para ejercer los «...derechos de soberanía para los fines de exploración y explotación, conservación y administración de los recursos naturales...» que considera le corresponden (art. 56). En la práctica, esta distinción resulta poco trascendente a la hora de analizar la conflictividad en el MEDOR, pero puede resultar de gran importancia en caso de intentar resolver una disputa de estas características por vía judicial o en caso de recurrir al uso legítimo de la fuerza.

La distribución de estos espacios, en general, es un asunto difícil en el que confluyen múltiples intereses encontrados. Pero hacerlo en aguas del MEDOR, por dos razones fundamentales, resulta especialmente problemático. En primer lugar, porque las dimensiones del Mediterráneo en esta zona excluyen la aplicación automática del criterio de las 200 NM, viéndose obligados los Estados ribereños a establecer estos límites de común acuerdo. Y en segundo lugar, porque no siendo todos los países ribereños signatarios de la CNUDM (Turquía, Israel y Siria no lo son), no resulta posible el recurso a las instancias de resolución de controversias en ella previstas<sup>18</sup>. No queda otra opción que la búsqueda de soluciones negociadas entre las partes que, actuando en el espíritu de «comprensión y cooperación» que señala la Convención, hagan «todo lo posible por concertar arreglos provisionales de carácter práctico y, durante ese periodo de transición, [se abstengan de hacer] nada que pueda poner en peligro u obstaculizar la conclusión del acuerdo definitivo» (art. 74).

Nada de esto ha ocurrido y los descubrimientos de hidrocarburos que más adelante tratamos añaden dificultad a esta cuestión pues, es precisamente esta la causa que ha impulsado a ciertos países a declarar unilateralmente, o mediante acuerdos bilaterales donde esto ha sido posible, sus respectivas ZEE. El

---

<sup>18</sup> Tribunal Internacional del Derecho del Mar o arbitraje comercial obligatorio. Además, en ocasiones se ha recurrido a la Corte Internacional de Justicia.

criterio generalmente aplicado para ello es el de establecer una línea equidistante entre las costas de ambos Estados (principio de equidistancia). Pero este principio no es universalmente aceptado, pues la Convención en su artículo 59 determina que «...el conflicto debería ser resuelto sobre una base de equidad y a la luz de todas las circunstancias pertinentes...» (principio de equidad). En opinión de ciertos Estados, equidad no equivale a equidistancia y para asegurarla deben tenerse en cuenta otras particularidades, como la longitud respectiva de sus costas. Esta visión adquiere especial relevancia en el caso de enfrentar los derechos que generan los territorios insulares frente al territorio continental y, a este respecto, debe considerarse que la jurisprudencia de la Corte Internacional de Justicia existente tiende a favorecer a los segundos frente a los primeros<sup>19</sup>. Aquí está el origen de las controversias que analizamos a continuación.

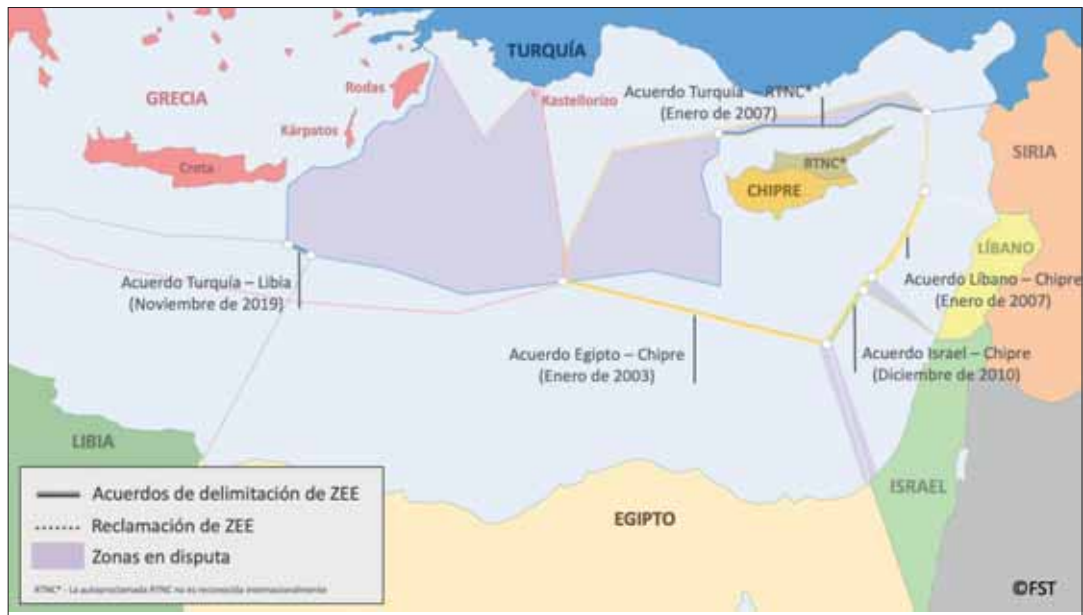
#### Grecia - Turquía

Las diferencias entre ambos Estados fuera del mar Egeo revisiten características similares a las dificultades ya mencionadas. Grecia aplica el principio de equidistancia para delimitar su plataforma continental, mientras Turquía defiende que un territorio insular no puede en ningún caso generar los mismos derechos que la masa continental. Como puede apreciarse en la figura 8, la diferencia de aplicación de uno u otro criterio es significativa, lo que convierte ambas posturas en prácticamente irreconciliables.

Ni Turquía ni Grecia han declarado sus respectivas ZEE de manera expresa en esta zona del Mediterráneo, aunque sí lo han hecho de manera indirecta al detallar los límites de lo que consideran su plataforma continental en numerosas comunicaciones oficiales (notas verbales) con el secretario general de Naciones Unidas (NN. UU.) a lo largo de los años. Pero la firma el 27 de noviembre de 2019 de un Memorándum de Entendimiento (MoU, por sus siglas en inglés) entre los Gobiernos turco y el internacionalmente reconocido en una Libia dividida, el Gobierno de Acuerdo Nacio-

---

<sup>19</sup> Fallos de la Corte Internacional de Justicia de 24 de febrero de 1982, caso relativo a la plataforma continental, Túnez contra la Jamahiriya Árabe Libia y de 3 de junio de 1985, caso relativo a la plataforma continental, Jamahiriya Árabe Libia contra Malta – Resúmenes de los fallos, opiniones consultivas y providencias de la Corte Internacional de Justicia 1948-1991, p. 159, p. 198, respectivamente. En ambos casos la Corte resuelve en contra del principio de equidistancia. Disponible en [http://legal.un.org/iccsummaries/documents/spanish/st\\_leg\\_serf1.pdf](http://legal.un.org/iccsummaries/documents/spanish/st_leg_serf1.pdf). Consultado en diciembre de 2018.



**Figura 8. Delimitación de la plataforma continental: acuerdos y litigios.**  
 Fuente: Ministerio de AAEE de la República de Turquía, Ministerio de AAEE de la Rdc, Ministerio de AAEE de República Helénica.

nal (GAN), acordando la delimitación de sus respectivas plataformas continentales y ZEE en un tramo de 18,6 NM (figura 8) vino a romper esta costumbre.

De acuerdo con la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados, de 23 de mayo de 1969, este MoU fue oficialmente registrado ante el secretario general de NN. UU. el 11 de diciembre aunque, como es lógico, NN. UU. ha rehusado pronunciarse sobre la legalidad de esta declaración, pues carecen de la capacidad para hacerlo<sup>20</sup>. Pero más allá de los efectos jurídicos que esta declaración pueda tener, lo cierto es que la definición expresa de los límites de su ZEE en una zona directamente en conflicto con territorio griego (isla de Creta) supone un cambio de estrategia. Un cambio de estrategia que se ha visto acompañado por el despliegue de tropas en Libia en apoyo del GAN que refuerza el carácter de Turquía como potencia regional con la que resulta imprescindible negociar y a la que no se puede marginalizar. En palabras del vicepresidente turco, Fuat Oktay, «...ningún plan en la región que excluya a Turquía tiene posibilidades de éxito»<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> *Daily Press Briefing by the Office of the Spokesperson for the Secretary-General*. 11 de diciembre de 2019, web de NN. UU. Disponible en <https://www.un.org/press/en/2019/db191211.doc.htm>. Consultado en diciembre de 2019.

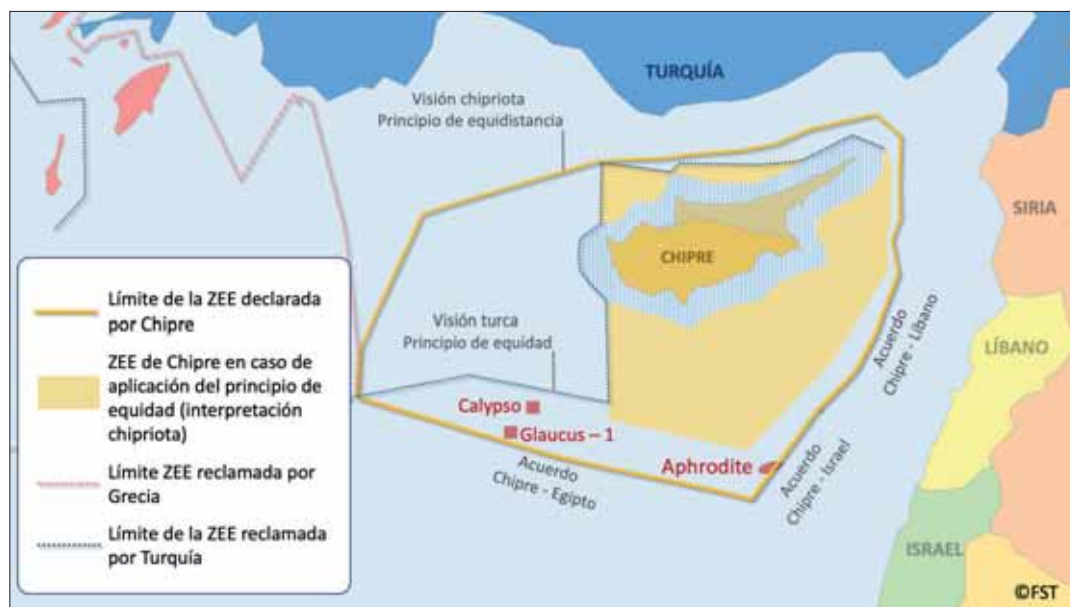
<sup>21</sup> «Vice-president: No plan in region without Turkey will succeed». *Middle East Monitor*. 1 de enero de 2020. Disponible en <https://www.middleeastmonitor.com/20200101-vice-president-no-plan-in-region-without-turkey-will-succeed/>. Consultado en enero de 2020.

Como era de esperar, este gesto provocó la airada reacción de Grecia, que ha expulsado al embajador libio en Atenas<sup>22</sup>. Pero tampoco Egipto se ha dejado tentar, por el momento, negándose a reconocer el acuerdo.

Como se demuestra, cualquier intento de alguna de las partes de alterar el inestable *statu quo* es fuente de gran tensión, sin poder excluir enfrentamientos armados de alcance, en principio, limitado.

Chipre - Turquía

No menos problemática resulta la delimitación de la plataforma continental entre Turquía y Chipre, y por razones similares. Chipre, considerando que en ausencia de un acuerdo por las partes únicamente resulta aceptable el principio de equidistancia, declaró su ZEE por Ley 64(1)/2004 y Ley 97(1)/2014, comunicando las coordenadas de la misma al secretario general de NN. UU. en reiteradas ocasiones<sup>23</sup>. Una vez más, la interpretación de Turquía del principio de equidad da lugar a dos visiones difíciles de armonizar. Para Chipre, de aceptarse las tesis turcas, su ZEE quedaría drásticamente reducida (figura 9).



**Figura 9. Valoración chipriota sobre posibles pérdidas en su ZEE en caso de aplicación del criterio de equidad propuesto por Turquía. Fuente: Ministerio de AAEE de la RdC.**

<sup>22</sup> «Greece to expel Libyan ambassador over maritime border MoU». *Ekathimerini.com*. 6 de diciembre de 2019. Disponible en <http://www.ekathimerini.com/247268/article/ekathimerini/news/greece-to-expel-libyan-ambassador-over-maritime-border-mou>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>23</sup> La última comunicación se efectúa por Nota Verbal de fecha 7 de mayo de 2019.

Apoyándose en el criterio de equidistancia entre costas, la RdC ha establecido acuerdos de delimitación con Egipto (17 de enero de 2003), Líbano (17 de enero de 2007) e Israel (17 de diciembre de 2010). En principio, ninguno de ellos entra en conflicto con las aspiraciones de Turquía, pero en este caso la no participación de la comunidad turco-chipriota en su negociación ha llevado a Turquía a considerarlos nulos, expresando oficialmente su no aceptación. De hacerlo, se argumenta, la comunidad turco-chipriota se vería privada de los potenciales beneficios de explotación de unos recursos que les pertenecen en condiciones de igualdad que a la comunidad greco-chipriota.

Su rol de garante de los derechos de la comunidad turco-chipriota ha permitido alcanzar con facilidad un acuerdo de delimitación de sus respectivas ZEE entre Turquía y la autoproclamada RTNC (2011), esta vez basado en el principio de equidad, acuerdo obviamente no reconocido por la RdC (figura 8).

Israel - Líbano

Por Decreto N.º 6433 de 1 de octubre de 2011 Líbano declaró oficialmente su ZEE, depositando las coordenadas de la misma en NN. UU. en noviembre de ese mismo año<sup>24</sup>. Como es lógico, las coordenadas aportadas son coincidentes con las incluidas en el acuerdo entre Líbano y Chipre de enero de 2007. Por su parte, Israel, no siendo signatario de la CNUDM, ha evitado efectuar una declaración oficial de ZEE, pero sí lo ha hecho indirectamente al acordar con Chipre la delimitación de sus ZEE. Este acuerdo de diciembre de 2010 supone, *de facto*, una declaración encubierta. El problema es que el límite norte de la ZEE de Israel no coincide con el límite sur de la ZEE declarada por Líbano, dando lugar a una zona de solape de unos 860 Km<sup>2</sup> reclamada por ambas partes (figura 8).

EE. UU. ha actuado como mediador en esta disputa, pero sin éxito, en parte debido a la presencia de Hezbollah en el Gobierno libanés y a la desconfianza mutua entre EE. UU. y este grupo. De esta manera, la frontera marítima se ha convertido en una causa añadida al conflicto entre ambos países que de manera casi permanente los enfrenta desde la creación del Estado de Israel en 1946. Israel y Líbano no mantienen relaciones diplomáticas y por

<sup>24</sup> Decree 6433, Delineation of the boundaries of the exclusive economic zone of Lebanon, 1 de octubre de 2011. Disponible en [https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATION-ANDTREATIES/PDFFILES/lbn\\_2011decree6433.pdf](https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATION-ANDTREATIES/PDFFILES/lbn_2011decree6433.pdf). Consultado en diciembre de 2019.



razones de política interna en ambos países las circunstancias del momento son poco propicias para que una u otra parte realice cesiones de manera voluntaria.

Israel - Autoridad Palestina (franja de Gaza)

Recientemente, la Autoridad Palestina (AP) ha puesto en marcha actuaciones encaminadas a obtener un reconocimiento formal de sus derechos sobre el mar territorial y ZEE de acuerdo con la CNUDM, de la que es signatario desde enero de 2015 como Estado observador en NN. UU. La AP ya ha llevado a cabo una primera reunión de coordinación con Egipto (junio de 2016) y tras designar una comisión interna para estudiar la delimitación de sus aguas presentó en NN. UU. en septiembre de 2019 los mapas de las zonas marítimas reclamadas y un listado de sus coordenadas, en las que además del mar territorial se reclama una ZEE que se extiende hasta donde lo permiten los acuerdos entre Chipre e Israel<sup>25</sup> (figura 10).



**Figura 10. Espacios de soberanía reclamados por la Autoridad Palestina.**  
Fuente: Ministerio de AAEE y expatriados del Estado Palestino.

<sup>25</sup> «Declaration of the State of Palestine regarding its maritime boundaries in accordance with the UN Convention on the Law of Sea». Disponible en <https://www.un.org/>

No obstante, la división interna entre Hamas y Fatah, hábilmente explotada por Israel, se traduce en una falta de control efectivo de la AP sobre la franja de Gaza, lo que, de momento, obstaculiza las aspiraciones palestinas sobre los recursos marítimos. En noviembre de 2019 se han revelado intenciones de llevar a cabo elecciones en los territorios palestinos, incluida Gaza. Si finalmente se celebran y consigue consensuarse un Gobierno entre Hamas y Fatah, las reclamaciones de la AP sobre su ZEE cobrarán renovado vigor.

Siria - Turquía / Siria - Líbano

Aunque Siria ha manifestado su intención de ejercer sus derechos sobre su ZEE, por el momento se ha abstenido de definirla con precisión<sup>26</sup>. A ello ha contribuido en gran medida la guerra civil que, desde 2011, asola el país. Sin embargo, Siria no se ha privado de reaccionar ante declaraciones unilaterales de sus vecinos. En 2011 lo hizo respecto a la declaración libanesa de ZEE que ya hemos mencionado (Decreto N.º 6433 de 1 de octubre)<sup>27</sup>. Y otro tanto hizo en 2018 ante una comunicación de Turquía especificando las coordenadas geográficas de lo que considera límite noreste de su plataforma continental<sup>28</sup>. Conforme el conflicto se acerque a su final, no podemos descartar que este asunto vaya cobrando mayor protagonismo.

### El factor energético

Aunque la explotación de los primeros yacimientos de gas en el MEDOR comenzó a mediados de los años 90 en la cuenca del delta del Nilo, en las proximidades de la costa egipcia, fue el descubrimiento en 2009 del yacimiento Tamar, en aguas de Israel, lo que atrajo el interés de toda la industria energética mundial. Un informe del servicio U.S. Geological Survey (USGS)

---

Depts/los/LEGISLATIONANDTREATIES/PDFFILES/PSE\_Deposit\_09-2019.pdf. Consultado en noviembre de 2019.

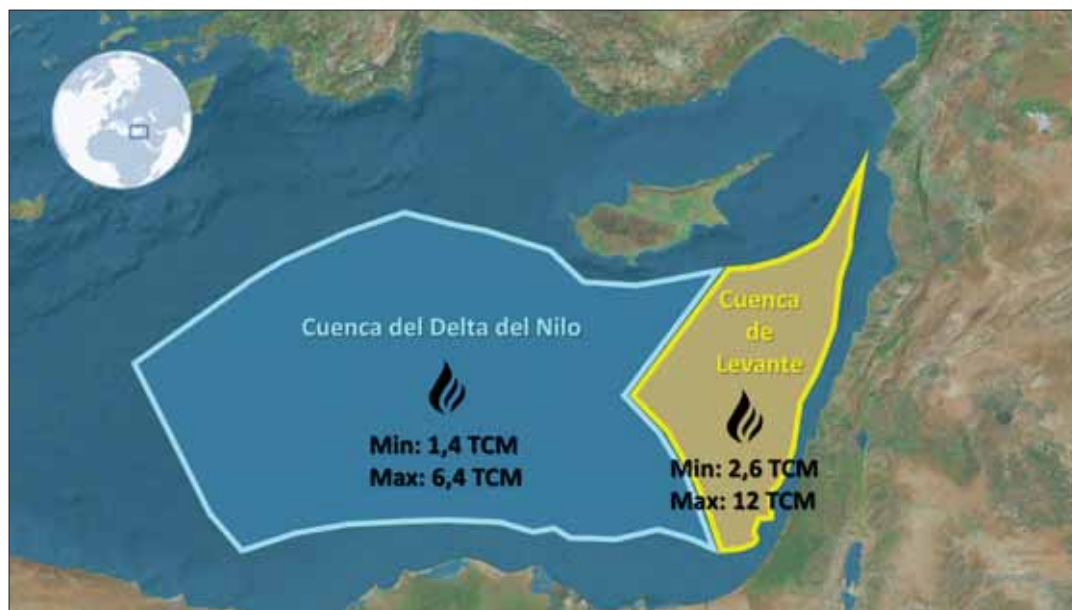
<sup>26</sup> Ley No. 28, de 19 de noviembre de 2003. Disponible en [https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATIONANDTREATIES/PDFFILES/syr\\_2003e.pdf](https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATIONANDTREATIES/PDFFILES/syr_2003e.pdf). Consultado en noviembre de 2019.

<sup>27</sup> Nota verbal de la Representación Permanente de la República Árabe de Siria ante NN. UU. de 19 de octubre de 2011. Disponible en [https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATIONANDTREATIES/PDFFILES/communications/syria\\_note\\_eng.pdf](https://www.un.org/Depts/los/LEGISLATIONANDTREATIES/PDFFILES/communications/syria_note_eng.pdf). Consultado en diciembre de 2019.

<sup>28</sup> Carta al SG de NN. UU. de 10 de septiembre de 2018. Disponible en <https://undocs.org/en/A/73/388>. Consultado en noviembre de 2019.

de marzo de 2010 estimaba en 3,5 TCM<sup>29</sup> el volumen probable de gas que la cuenca levantina del MEDOR podría albergar, cantidad estimada como media en un rango de entre un mínimo de 1,4 TCM y un máximo de 6,4 TCM<sup>30</sup>. En mayo de ese mismo año, un segundo informe del USGS, esta vez referido a la cuenca del delta del Nilo, estimaba un rango de entre 2,6 y 12 TCM, con una media de unos 6,3 TCM, el volumen de gas que esta zona podría contener<sup>31</sup> (figura 11). Consideradas con sus valores máximos, ambas cuencas podrían contener gas natural en cantidad suficiente para, al ritmo actual de consumo<sup>32</sup>, satisfacer las necesidades del continente europeo durante más de 30 años.

Ambos estudios indican también potenciales descubrimientos de petróleo en ambas cuencas (un total de 3.400 millones de barri-



**Figura 11. Cuencas gasísticas en el MEDOR. Fuente: US Geological Survey. Elaboración propia.**

<sup>29</sup> Salvo indicación en contra, a lo largo de este documento se utilizan las unidades de medida norteamericanas: 1 TCM = 1 billón de m<sup>3</sup> (10<sup>12</sup> m<sup>3</sup>); 1 BCM= 1.000 millones de m<sup>3</sup> (10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>).

<sup>30</sup> «Assessment of Undiscovered Oil and Gas Resources of the Levant Basin Province, Eastern Mediterranean». *US Geological Survey*, marzo de 2010. Disponible en <https://pubs.usgs.gov/fs/2010/3014/pdf/FS10-3014.pdf>. Consultado en octubre de 2019.

<sup>31</sup> «Assessment of Undiscovered Oil and Gas Resources of the Nile Delta Basin Province, Eastern Mediterranean». *US Geological Survey*, mayo de 2010. Disponible en <https://pubs.usgs.gov/fs/2010/3027/pdf/FS10-3027.pdf>. Consultado en octubre de 2019.

<sup>32</sup> «549 BCM en 2018». *BP Statistical Review of World Energy 2019*, 68th Edition.

les), pero aún no se ha encontrado yacimiento alguno con posibilidades de ser explotado comercialmente.

Era de esperar que la posibilidad de rentabilizar estos recursos incentivara la exploración, como efectivamente ha ocurrido, y los descubrimientos efectuados hasta la fecha en ambas cuencas han cubierto las expectativas. Como puede comprobarse en la tabla 1, hasta el momento se han descubierto yacimientos con un volumen estimado de unos 2,5 TCM, lo que invita a pensar que aún quedan cantidades considerables por descubrir.

La ubicación de estos yacimientos puede verse en la figura 12.

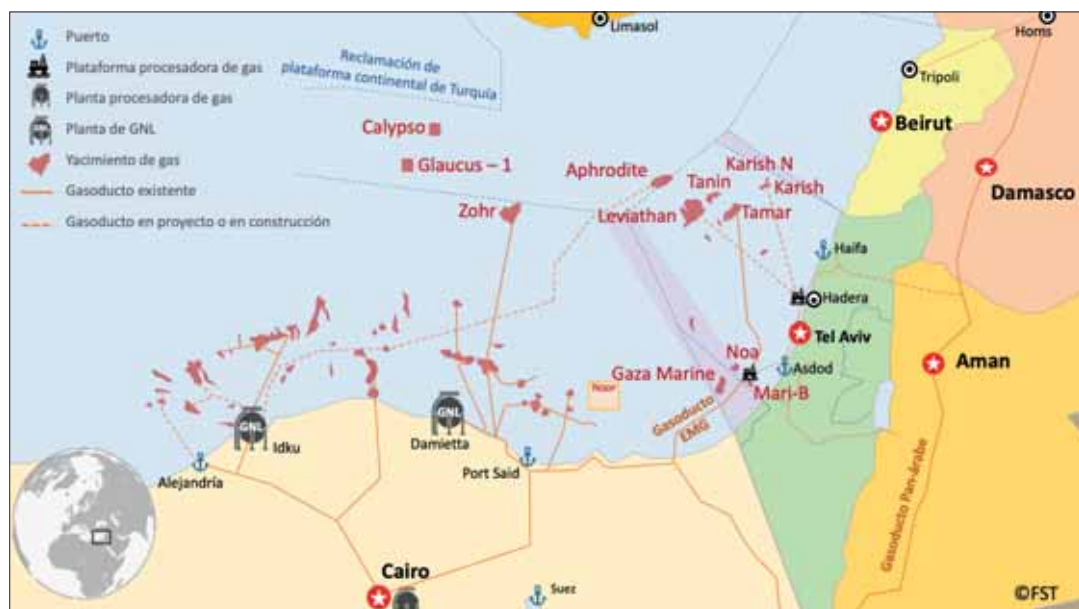


Figura 12. Principales yacimientos de gas. Fuentes diversas. Elaboración propia.

Un análisis más detallado debería invitar a la prudencia pues, por el momento, tan solo Egipto e Israel han sido capaces de comenzar la explotación comercial de estos yacimientos. Pero, en cualquier caso, lo cierto es que los potenciales beneficios son el factor que mayor influencia ha tenido en las relaciones regionales durante la última década. Cada uno de los actores ha ido articulando su política energética en la manera que mejor se acomoda a sus intereses, dando lugar a novedosos alineamientos estratégicos y reavivando viejos enfrentamientos.

Conviene, como haremos en los siguientes párrafos, analizar brevemente las implicaciones geopolíticas del factor energético desde los tres puntos de vista diferenciados que ya en la introducción hemos adelantado: (1) la producción, por parte de aque-

llos países que ya explotan, *de facto*, los yacimientos de gas del MEDOR y aquellos que aspiran a hacerlo; (2) la exploración de yacimientos adicionales, en la que todos los países se muestran activos; y (3) la exportación de los recursos al objeto de su rentabilización. En ellos trataremos de identificar las oportunidades de cooperación que, indudablemente surgen, y las posibles causas de enfrentamiento.

País	Yacimiento	Año	Reservas estimadas (BCM)	Capacidad de Producción (BCM / año)	Operadores
<b>Egipto</b> Reservas probadas 2,1 TCM (1)	Zohr	2015	849 (2)	31 (2)	ENI (Italia) 60 % Rosneft (Rusia) 30 % BP (Reino Unido) 10 %
	Noor	2015	850 (3)	12 (2) -	ENI (Italia) 40% BP (Reino Unido ) 25% Mubdala Petr. (Abu Dahbi) 20 % Tharwa Petroleum (Egipto) 15%
<b>Israel</b>	Tamar	2009	318 (4)	9,3 (5)	Delek Drilling (Israel) 22 % Noble Energy (E.E. U.U.) 32,5 % Isramco (Israel) 28,75 % Tamar Petroleum (Israel) 9,25 % Dor Gas (Israel) 4 % Everest (Nepal) 3,5%
	Leviatán	2010	605 (4)	En desarrollo. Previsto 21 (4)	Noble Energy (EE. UU.) 39,66 % Ratio (Israel) 15 % Delek Drilling (Israel) 45,34 %
	Tanin	2012	34 (6)	En desarrollo (6)	Energian Oil & Gas (UK) 100%
	Karish	2013	50 (6)	8,2 en 2021 (6)	Energian Oil & Gas (UK) 100%
	Karish North	2019	33,7 (6)	A partir de 2022 (6)	Energian Oil & Gas (UK) 100%

País	Yacimiento	Año	Reservas estimadas (BCM)	Capacidad de Producción (BCM / año)	Operadores
<b>Gaza</b>	<i>Gaza Marine</i>	2001	28,3 (7)	Paralizado (7)	British Gas (UK) 60% (8) Palestinian Investment Fund (PIF) 30% Consolidated Contractors Company (CCC) 10%
<b>Líbano</b>	-		En exploración		Asignados bloques 4 y 9. En licitación 1, 5, 8 y 10 (9)
<b>Chipre</b>	<i>Afrodita</i>	2011	129 (4)	Prevista en 2025 (4)	Delek Drilling (Israel) 30 % Noble Energy (E.E. U.U.) 35 % British Gas (UK) 35 % (8)
	<i>Calypso 1</i>	2018	169-226 (10)	En evaluación	ENI (Italia) 50% TOTAL (Francia ) 50%
	<i>Glaucus 1</i>	2019	142 -227 (11)	En evaluación	ExxonMobil (EE. UU.) 60 % Qatar Petroleum (Qatar) 40 %

(1) Fuente: *BP Statistical Review of World Energy, 67th Edition – June 2018.*

(2) Fuente: EnergyEgypt (<https://energyegypt.net>). Estimación de posible capacidad de producción basada en datos diarios (octubre 2019) actualizados.

(3) ENI ([https://www.eni.com/en\\_IT/operations/upstream/exploration-model/zohr-egypt.page](https://www.eni.com/en_IT/operations/upstream/exploration-model/zohr-egypt.page) )

(4) Fuente: Delek Drilling Co. (<https://www.delekdrilling.co.il>).

(5) Fuente: Ministerio de Energía de Israel (<http://www.energy-sea.gov.il/> ).

(6) Fuente: Energean Oil & Gas (<https://www.energean.com/operations/israel/karish/>)

(7) Fuente: Offshore Technology (<https://www.offshore-technology.com/>) La AP concedió licencia de exploración a BG en 1999.

(8) En febrero de 2016 British Gas fue adquirida por Royal Dutch Shell.

(9) Fuente: *Lebanese Petroleum Administration* (<https://www.lpa.gov.lb/index.php>).

(10) República de Chipre

(11) ExxonMobil

**Tabla 1: Principales yacimientos de gas en el MEDOR**

Los países productores: Egipto, Israel, Chipre

### *Egipto*

Como ya se ha señalado, Egipto comenzó hace ya algunas décadas la explotación de sus recursos energéticos en la zona inme-

diata a la costa del delta del Nilo, con niveles de producción que le permitieron ya en 2003 convertirse en exportador neto de gas. Las exportaciones, inicialmente limitadas al ámbito regional a través de gasoducto (Jordan Gas Transmission Pipeline), ampliaron su alcance con la entrada en servicio a partir de 2004 de sus dos plantas de licuefacción: Damietta, con una capacidad de procesamiento de 7,56 BCM anuales<sup>33</sup> e Idku, con una capacidad de 10 BCM anuales<sup>34</sup>. Sin embargo, una caída considerable en la producción (un 33 % entre los años 2009 y 2016<sup>35</sup>), incapaz de hacer frente a una creciente demanda interna espoleada por una política gubernamental de subsidios, obligó a aumentar importaciones y reducir exportaciones hasta su paralización total en 2015, de manera que desde ese momento y hasta la actualidad, Egipto se ha convertido en importador neto de esta materia prima.

Desde entonces, el Gobierno egipcio trata de revertir la situación y, en este sentido, el descubrimiento en 2015 del gigantesco yacimiento de Zohr no pudo llegar en mejor momento. Su entrada en servicio a finales de 2017 ha permitido a Egipto incrementar su producción para acercarse en 2018 a los niveles de 2009, lo que supone un incremento de un 45 % desde los mínimos de 2016<sup>36</sup>. En octubre de 2019, con una producción de 84 mmc/d, el yacimiento ha alcanzado los niveles máximos de producción previstos<sup>37</sup>.

Otro tanto se puede decir del yacimiento Noor, descubierto igualmente en 2015 y que el pasado año 2019 alcanzó una producción de 32 mmc/d<sup>38</sup>. Datos que, junto a las previsiones de iniciar en breve la producción en nuevos pozos en otras zonas (desierto

<sup>33</sup> Participada por Unión Fenosa Gas (UFG) en un 80 % y las egipcias EGPC (Egyptian General Petroleum Company) y EGAS (Egyptian Natural Gas Holding) que ostentan el 20 % restante. UFG está participada al 50 % por ENI y Naturgy. [https://www.unionfenosagas.com/es/Negocio/\\_Licuefaccion\\_](https://www.unionfenosagas.com/es/Negocio/_Licuefaccion_). Consultado en diciembre de 2019.

<sup>34</sup> Operada por la joint venture Egyptian Liquefied Natural Gas (ELNG), integrada por las egipcias EGPC (Egyptian General Petroleum Company) y EGAS (Egyptian Natural Gas Holding), Royal Dutch Shell, PETRONAS y Engie. <https://www.egyptianlng.com/>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>35</sup> La producción se redujo desde un máximo de 60,9 BCM en 2009 hasta los 40,3 BCM producidos en 2016. *BP Statistical Review 2019*, 68th Edition.

<sup>36</sup> *Ibíd.*

<sup>37</sup> «Zohr field's natural gas production to exceed 3 bcf/d this month – IEOC Chief». *ENERGY EGYPT*. 16 de octubre de 2019. Disponible en <https://energyegypt.net/zohr-natural-gas-production-to-exceed-3-bcf-d-this-month/>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>38</sup> «Eni strengthens record production from Nooros field offshore Egypt». *ENI*. Disponible en [https://www.eni.com/en\\_IT/media/2018/03/eni-strengthens-record-production-from-nooros-field-offshore-egypt](https://www.eni.com/en_IT/media/2018/03/eni-strengthens-record-production-from-nooros-field-offshore-egypt). Consultado en noviembre de 2019.

occidental, golfo de Suez), permiten al Gobierno egipcio albergar esperanzas de que a lo largo del presente año 2020 la producción pueda superar nuevamente a la demanda interna (figura 13).

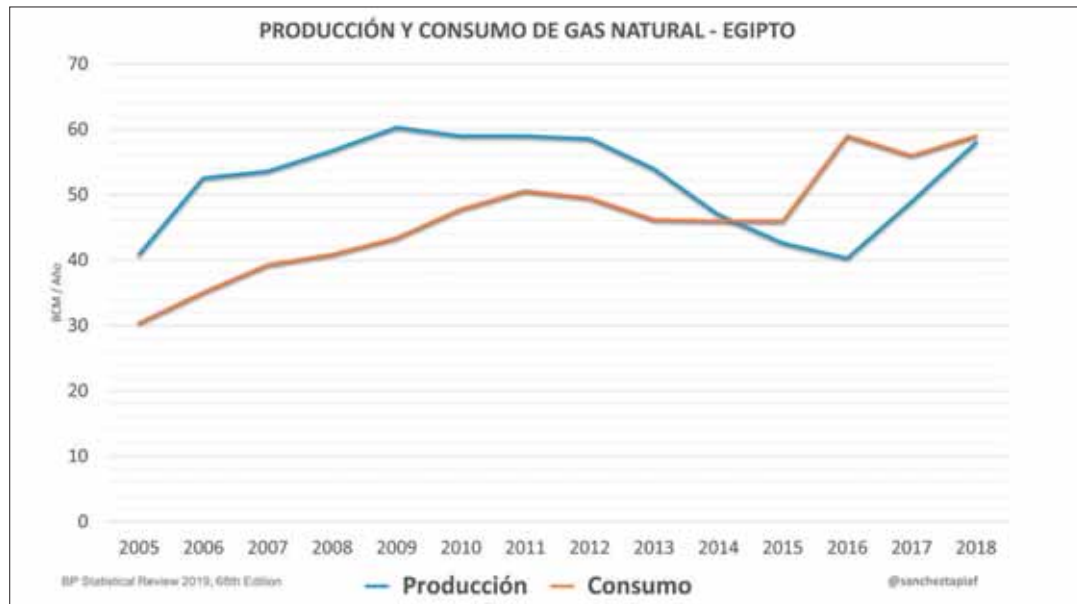


Figura 13. Producción vs. Consumo – Egipto. Fuente: BP Statistical Review 2019, 68th Edition. Elaboración propia.

Se consiga el objetivo o no, lo cierto es que estos descubrimientos han permitido la reactivación de la planta de licuefacción de Idku, cuya actividad había ido disminuyendo paulatinamente desde 2011 hasta su total paralización en 2014. La reanudación de exportaciones de GNL a partir de 2016 ha hecho posible que ya desde el pasado año 2019 Idku haya vuelto a operar al 100 % de su capacidad<sup>39</sup>.

Pero no se puede decir lo mismo de Damietta, que, por las mismas razones que Idku, se ha visto forzada a detener su actividad. En este caso, la interrupción unilateral del suministro a la planta en 2013 dio lugar a una demanda de su propietaria (UFG) contra el Gobierno egipcio ante el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias relativas a Inversiones (CIADI) por las pérdidas generadas, demanda resuelta a favor de UFG, que deberá recibir una indemnización de 2.013 millones de dólares<sup>40</sup>.

<sup>39</sup> «Egyptian LNG to return to full operation – Petroleum Economist». *ENERGY EGYPT*. 22 de septiembre de 2019. Disponible en <https://energyegypt.net/egyptian-lng-to-return-to-full-operation-petroleum-economist/>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>40</sup> «UFG y Egipto mantienen conversaciones para el restablecimiento del suministro a la planta de Damietta». Nota de prensa de UFG de 18 de febrero de 2019. Dis-



Pero la aplicación de este laudo por el Gobierno egipcio no está resultando fácil y las negociaciones con UFG se han prolongado durante más de un año hasta alcanzar lo que en febrero de 2020 parecía un acuerdo definitivo<sup>41</sup>. Pero una vez más, el incumplimiento de lo acordado por parte del Gobierno egipcio, en parte a consecuencia del SARS-CoV-2, ha llevado a la española Naturgy a finales de abril a reclamar la ejecución del laudo del CIADI<sup>42</sup>. De esta manera, la falta de actividad en Damietta anticipa cierta congestión en las exportaciones que puede dificultar el objetivo egipcio de recuperar su *status* de exportador neto y convertirse en auténtico *hub* energético regional.

### *Israel*

El siguiente productor de gas es Israel, país con las segundas reservas de la región, después de Egipto. Habiendo iniciado la exploración en sus aguas en los años 70 del pasado siglo sin grandes resultados, son los yacimientos de Tamar y Leviatán, descubiertos respectivamente en 2009 y 2010, los que, junto con otros yacimientos de menor capacidad descubiertos posteriormente, garantizan el suministro autóctono a largo plazo. Esta situación ha permitido al Gobierno israelí diseñar una política energética que armoniza de manera óptima las necesidades de consumo interno y las posibilidades de exportación.

Por razones más relacionadas con la seguridad energética que con el medio ambiente, el gas natural ha irrumpido con fuerza en la composición del mix energético israelí en sustitución del carbón, combustible del que carece y que se ve obligado a importar en su totalidad. Si en 2009 la participación del gas en la generación eléctrica era del 33 %, en 2018 este combustible supuso el 73 % y llegará, aproximadamente, al 83 % en 2030, momento en que se abandonará definitivamente el uso del carbón<sup>43</sup>. En

---

ponible en <https://www.unionfenosagas.com/CarpetaCompartida/Comunicacion/Noticias/20190218-PR-UFG-Egypt-Negotiations-still-ongoing-No-agreement-yet-esp.pdf>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>41</sup> «Naturgy recupera 1.700 millones en gas tras llegar a un acuerdo final con Egipto». *El Confidencial*. 13 de febrero de 2020. Disponible en [https://www.elconfidencial.com/empresas/2020-02-13/naturgy-recupera-1700millones-gas-acuerdo-egipto\\_2452891/](https://www.elconfidencial.com/empresas/2020-02-13/naturgy-recupera-1700millones-gas-acuerdo-egipto_2452891/). Consultado en febrero de 2020.

<sup>42</sup> «Naturgy da por incumplido el acuerdo con Egipto y Eni sobre Damietta», *Cinco Días*, 23 de abril de 2020, disponible en [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/04/23/companias/1587648171\\_603149.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/04/23/companias/1587648171_603149.html). Consultado en mayo de 2020.

<sup>43</sup> Las energías renovables (eólica, solar y biomasa) cubrirán a partir de 2030 el 17 % restante.

conjunto, una vez añadidos los sectores industria y transporte, en los próximos 25 años el consumo interno de gas experimentará un crecimiento de más de un 130 %, pasando de los 10,9 BCM en 2018 a más de 25 BCM en 2042<sup>44</sup>. Basándose en estas estimaciones, el Gobierno ha reservado 500 BCM para consumo nacional, liberando para exportación el resto de la producción<sup>45</sup>.

Israel realizó sus primeras exportaciones tímidamente en 2015, y aunque han ido aumentando paulatinamente, la deficiente infraestructura la han limitado hasta la fecha al ámbito regional: Jordania y Egipto. Pero con el suministro interno garantizado y unas prometedoras perspectivas de hallar nuevas reservas, el Gobierno alberga objetivos más ambiciosos y aspira a convertirse en exportador neto de gas en un plazo relativamente corto de tiempo. Para ello necesita el pleno desarrollo de la explotación comercial de Leviatán, que dio comienzo oficialmente el pasado 31 de diciembre de 2019<sup>46</sup>.

Cabe también plantearse la cuestión de la explotación de recursos en la ZEE reclamada por la Autoridad Palestina (AP), frente a la franja de Gaza. En este caso, la disputa sobre los recursos energéticos se ve afectada por las dinámicas propias del conflicto palestino-israelí, por un lado, y por el propio conflicto interno en los territorios palestinos entre Hamas, dueño y señor de la franja de Gaza, y la AP, por otro. Con unas reservas estimadas de 28,3 BCM, equivalentes al consumo de gas de España en 2015, la explotación del yacimiento de Gaza Marine (figura 12) podría contribuir de manera decisiva a alcanzar la independencia económica que con afán persigue la AP y de la que la independencia energética es parte esencial. Gaza Marine podría aportar 2.400 M\$ en royalties e impuestos a la AP en los años que durase su explotación, al tiempo que supondría un ahorro adicional de 560 M\$ al año si se consiguen suprimir las importaciones energéticas desde Israel<sup>47</sup>.

<sup>44</sup> Ministerio de Energía de Israel. Disponible en [https://www.gov.il/en/departments/ministry\\_of\\_energy](https://www.gov.il/en/departments/ministry_of_energy). Consultado en noviembre de 2019.

<sup>45</sup> Decisión gubernamental N.º 4442, de 6 de enero de 2019. Disponible en <http://www.energy-sea.gov.il/English-Site/Pages/Regulation/Adiri%20Committee%20Government%20Decision%20no4442.pdf>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>46</sup> «Israel gets first gas from Leviathan with exports to follow». *REUTERS*. 31 de diciembre de 2019. Disponible en <https://www.reuters.com/article/us-israel-natgas-leviathan-idUSKBN1YZ0H9>. Consultado en enero de 2020.

<sup>47</sup> *OFFSHORE Technology*. Disponible en <https://www.offshore-technology.com/projects/gaza-marine-gas-field/>. Consultado en noviembre de 2019.

Pero el conflicto abierto entre Hamas y la AP dificulta a esta última la adopción de estrategias efectivas. Además del marcado interés económico en mantener la dependencia energética de los territorios palestinos, la mera posibilidad, por remota que sea, de que parte de los beneficios de su explotación acaben en manos de Hamas lleva a Israel a poner trabas a su desarrollo. Y mientras tanto, resulta urgente asegurar un suministro eléctrico mínimo a la franja de Gaza. Esta circunstancia ha llevado a la AP a aceptar la construcción de un gasoducto por valor de 88 M\$ financiado por Qatar que permita operar a la central eléctrica de la franja con gas suministrado desde Israel<sup>48</sup>, lo que, *a priori*, juega en contra de los intereses palestinos a largo plazo, amén de las dudas que la continuidad del suministro israelí plantea.

### *Chipre*

A pesar de tener que cubrir el 90 % de sus necesidades energéticas mediante la importación de derivados del petróleo, Chipre es el tercer país a considerar bajo la óptica de la geopolítica de los productores de gas natural. Las reservas de este hidrocarburo descubiertas en las aguas declaradas como ZEE han permitido al Gobierno desarrollar una política energética en armonía con la de la UE que pretende hacer de Chipre no solo un país autosuficiente energéticamente, sino un suministrador esencial de gas al mercado europeo.

Al menos así parecía cuando en 2011 la estadounidense Noble Energy anunciaba el descubrimiento del yacimiento de Afroditá en aguas situadas a unos 160 Km al sur de la isla. Pero la euforia inicial pronto se transformó en prudencia. Situado a más de 5.000 m de profundidad bajo el nivel del mar, las dificultades técnicas de su explotación, además de la ausencia de infraestructuras para su exportación, plantearon serias dudas sobre la viabilidad del proyecto. Unos costes de explotación sensiblemente mayores de los inicialmente previstos forzaron a operadores (Noble Energy, BG y Delek Drilling) y Gobierno chipriota a renegociar el porcentaje de beneficios que corresponderían a cada una de las partes. El Gobierno no tuvo más remedio que moderar sus expectativas para poder llegar a un acuerdo, lo que finalmente se consiguió en noviembre de 2019,

---

<sup>48</sup> ADNAN ABU AMER. «With Qatar's money, Israeli gas set to bring Gaza light». *AL MONITOR*. 15 de noviembre de 2019. Disponible en <https://www.al-monitor.com/pulse/originals/2019/11/palestine-qatar-israel-natural-gas-pipeline-gaza-power-cuts.html#ixzz65cEzADpk>. Consultado en noviembre de 2019.

con unas previsiones de dar comienzo a la producción no antes de 2025<sup>49</sup>.

En el plano geopolítico y pese al acuerdo alcanzado, existen aún ciertas dificultades que salvar. En primer lugar, Afrodita se extiende hacia la ZEE de Israel sin que ambos países hayan conseguido ponerse de acuerdo sobre la cantidad que corresponde a cada uno de ellos ni en las posibles modalidades de explotación. En mayo de 2018 los medios de comunicación informaban de la intención de ambos países de someter esta disputa a arbitraje internacional, pero nada se ha avanzado desde entonces<sup>50</sup>. En ausencia de acuerdo, Israel se opone al inicio de una actividad comercial que, considera, puede dañar irreparablemente sus intereses.

Y en segundo lugar, Turquía, como garante de la comunidad turco-chipriota, se opone a la explotación de estos recursos mientras no haya acuerdo entre ambas comunidades sobre su administración, gestión y reparto de beneficios, habiendo incluso amenazado con el uso de la fuerza militar si fuese necesario<sup>51</sup>. A largo plazo y siguiendo el modelo noruego, Chipre ha establecido por ley un fondo soberano nacional para salvaguardar los intereses de todos los chipriotas, especialmente de futuras generaciones con independencia de la comunidad a que pertenezcan, que será dotado con los ingresos procedentes de la futura explotación de hidrocarburos<sup>52</sup>.

Pero mientras el conflicto de la división de la isla se resuelve, la distribución inmediata de los potenciales beneficios es objeto de permanente controversia. Los líderes de ambas comunidades (presidente de la RdC, Nicos Anastasiades, y Mustafá Akinci y Ersin Tatar, de la autoproclamada RTNC) han intercambiado propuestas sobre la gestión temporal de estos beneficios, pero

<sup>49</sup> «Cyprus OKs Aphrodite development plan. Grants exploitation license». *OFFSHORE ENERGY TODAY*. Disponible en <https://www.offshoreenergytoday.com/cyprus-oks-aphrodite-development-plan-grants-exploitation-license/>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>50</sup> «Cyprus-Israel gas dispute poised for international arbitration». *CyprusMail*. 2 de mayo de 2018. Disponible en <https://cyprus-mail.com/2018/05/02/cyprus-and-israel-dispute-over-aphrodite-gas-going-to-international-arbitration/>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>51</sup> «Turkey threatens to use force in gas dispute, Cyprus says». *AHVAL News*. 23 de febrero de 2018. Disponible en <https://ahvalnews.com/cyprus/turkey-threatens-use-force-gas-dispute-cyprus-says>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>52</sup> Ministerio de AAEE de la RdC.

la ausencia de la comunidad turco-chipriota en la gestión y administración de estos recursos ha impedido la consecución de cualquier acuerdo<sup>53</sup>.

Con las expectativas de explotación de Afrodita desinfladas, los recientes descubrimientos de los yacimientos de Calypso (2018) y Glaucus – 1 (2019) han aportado renovado optimismo a la política energética del Gobierno. Pero aunque las estimaciones realizadas hasta la fecha sobre la capacidad de estos yacimientos resultan prometedoras, ambos se encuentran aún en fase de desarrollo y no hay previsiones fiables sobre cuándo podría dar comienzo la producción.

#### Conflictividad de la exploración

Con la excepción de Siria, envuelta en su conflicto interno, el resto de países ribereños han puesto en marcha actividades de exploración en lo que consideran sus ZEE con un elevado potencial de conflictividad. En el caso de Egipto, la ausencia de litigios con el resto de países ribereños hace que estas actividades se realicen sin dificultad, pero todos los demás se ven envueltos de una u otra manera en disputas derivadas de la falta de acuerdo sobre la delimitación de las aguas que más arriba hemos descrito.

Como puede apreciarse en la figura 14, Líbano e Israel han dividido sus respectivas ZEE en bloques de exploración que han ido ofertando a compañías interesadas en esta actividad. Y como es natural, son los bloques que se solapan con la zona en litigio entre ambos países los que resultan problemáticos.

Israel, respetando las licencias de explotación que ya había concedido con anterioridad, dividió en 2012 su ZEE en un total de 69 sectores para exploración de unos 400 km<sup>2</sup> cada uno. 18 de ellos ya han sido adjudicados en dos rondas sucesivas (2017 y 2019) a Energean Israel, a un consorcio de 4 compañías indias<sup>54</sup> y a Capricorn Offshore Exploration, estando prevista una tercera

<sup>53</sup> «President offered Turkish Cypriots a share of gas funds in return for Turkey's recognition of Cyprus' EEZ». *Cyprus Mail*. 4 de septiembre de 2019. Disponible en <https://cyprus-mail.com/2019/09/04/president-offered-turkish-cypriots-a-share-of-gas-funds-in-return-for-turkeys-recognition-of-cyprus-eez/>. Consultado en octubre de 2019 y «Greek Cyprus offers 30 pct of gas income to Turkish Cyprus». *HURRIYET Daily News*. 6 de septiembre de 2019. Disponible en <http://www.hurriyetdailynews.com/greek-cyprus-offers-30-pct-of-gas-income-to-turkish-cyprus-146356>. Consultado en octubre de 2019.

<sup>54</sup> ONGC Videsh, Bahrat Petro Ressources, Indian Oil y Oil of India.



Figura 14. Exploración en las ZEE de Líbano e Israel. Fuente: Ministerio de Energía e Infraestructuras de Israel y Administración Petrolera Libanesa. Elaboración propia.

ronda de licitaciones que dará comienzo en 2021<sup>55</sup>. Ninguno de los bloques adjudicados por Israel se sitúa sobre la zona en disputa con Líbano, aunque sí lo hacen varios de ellos sobre la zona reclamada por la Autoridad Palestina.

Por su parte, el Gobierno libanés asignó en 2018 licencias de exploración y explotación de sus bloques 4 y 9, este último en la zona en disputa, al consorcio formado por la italiana ENI, la francesa TOTAL y la rusa NOVATEK, que preveían el inicio de perforaciones antes de finalizar 2019<sup>56</sup>. Con cierto retraso, las perforaciones en el bloque 4 no pudieron dar comienzo hasta febrero de 2020, sin que por el momento hayan dado resultados positivos, mientras que en el bloque 9 la expansión de la COVID-19 ha impedido el inicio de las actividades al menos hasta el tercer o cuarto trimestre de este año<sup>57</sup>. Está abierta una segunda ronda de licitaciones correspondientes a los bloques 1, 2, 5, 8 y 10 que podría resolverse a finales del presente 2020. En ella, los bloques 8 y 10 incluyen áreas igualmente en disputa.

<sup>55</sup> Ministerio de Energía de Israel. Disponible en [https://www.gov.il/en/departments/general/gas\\_oil\\_history](https://www.gov.il/en/departments/general/gas_oil_history). Consultado en noviembre de 2019.

<sup>56</sup> Lebanese Petroleum Administration. Disponible en <https://www.lpa.gov.lb/first%20licensing%20round%20results.php>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>57</sup> Lebanon's first ever well comes up dry: Update, *Argus Media*, 27 de abril de 2020, disponible en <https://www.argusmedia.com/es/news/2100012-lebanons-first-ever-well-comes-up-dry-update>. Consultado en mayo de 2020.

El Gobierno libanés, del que Hezbollah es parte integrante, tiene un marcado interés en la explotación de potenciales recursos en esta zona, pues necesita desesperadamente financiación. La existencia de los yacimientos israelíes de Karish y Karish Norte en la zona contigua a las aguas en disputa hace presagiar que puedan extenderse por el subsuelo hacia aguas libanesas, lo que incrementa el interés sobre esta zona. No puede descartarse que, una vez se inicien las actividades en el bloque 9 a finales de este año y presionado por el Gobierno libanés, el consorcio adjudicatario de la exploración lleve a cabo perforaciones en la zona conflictiva, lo que podría dar lugar a incidentes.

Técnicamente, ambos países continúan en guerra y esta situación no facilita las cosas. La tensión militar en la zona es elevada y la marina israelí realiza con frecuencia incursiones en estas aguas<sup>58</sup>. La respuesta de Hezbollah tampoco se hace esperar y su líder, Hasan Nasrallah, ha amenazado en anteriores ocasiones con atacar directamente las plataformas israelíes<sup>59</sup>. Para ello, Hezbollah dispone, aparentemente, de misiles anti buque Yakhont, de fabricación rusa, y C-802, de fabricación china, en su variante iraní conocida como Noor, este último con alcance suficiente (300 Km) para llegar a cualquier punto de la ZEE de Israel<sup>60</sup>.

La segunda de las disputas que mayor conflictividad ha presentado es la latente entre Chipre y Turquía. El Gobierno de la RdC dividió su (declarada) ZEE en 12 bloques para su exploración y explotación que ha ido ofertando en licitación a diversas compañías europeas (TOTAL, ENI y British Gas), estadounidenses (ExxonMobil y Noble Energy) y otras no occidentales (la coreana KOGAS, la catari Qatar Petroleum y la israelí Delek Drilling). Y otro tanto ha hecho la autoproclamada RTNC, de manera que parte de los 7 sectores por ella definidos se solapan con los anteriores. Además, parte de los bloques 4, 5, 6 y 7 coinciden con la reclamación turca sobre la plataforma continental (figura 15).

Esta circunstancia ha sido, y sigue siendo, un factor desestabilizador con un enorme potencial de escalada en el que el uso de

<sup>58</sup> «Israeli Navy ship crosses into Lebanese waters – report». *TIMES of Israel*. 15 de julio de 2019. Disponible en <https://www.timesofisrael.com/israeli-naval-ship-crosses-into-lebanese-waters-report/>. Consultado en octubre de 2019.

<sup>59</sup> «Hezbollah issues fresh threat against Israel's offshore gas rigs». *The TIMES of Israel*. 18 de febrero de 2018. Disponible en <https://www.timesofisrael.com/hezbollah-threatens-to-strike-israels-offshore-gas-platforms/>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>60</sup> *MISSILETHREAT, CISIS Missile Defence Project*. Disponible en <https://missilethreat.csis.org/country/hezbollahs-rocket-arsenal/>. Consultado en noviembre de 2019.

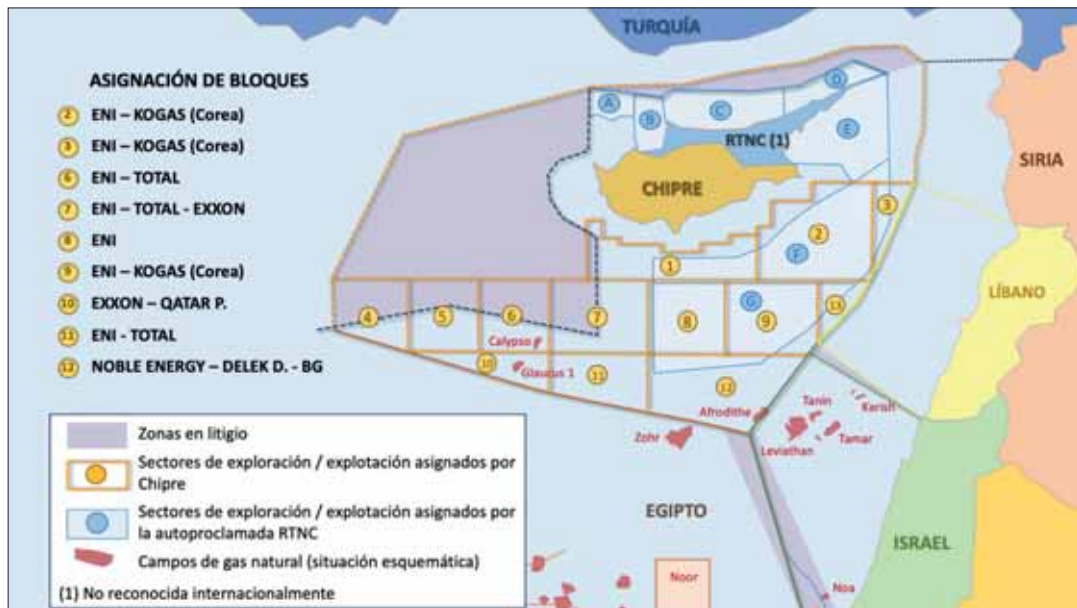


Figura 15. Asignación de sectores de exploración y explotación. Fuentes: Ministerio de AAE de Turquía, Ministerio de AAE de la RdC. Elaboración propia.

la fuerza militar ha pasado a ser un factor a considerar. A este respecto, ya se han expuesto los argumentos del Gobierno turco para impedir la actividad económica en la zona en disputa y evitar hechos consumados y, pasando del dicho al hecho, ha puesto en marcha una diplomacia coercitiva con participación activa de su Marina que parece estar dando réditos. En febrero de 2018, el buque perforador Saipem 12000, de la italiana ENI, interceptado en el bloque N.º 6 por la marina turca, fue obligado a interrumpir sus actividades y a abandonar la zona<sup>61</sup>. Y más recientemente, ENI y TOTAL han suspendido sus proyectos de exploración en el bloque 7 ante la posibilidad de que Turquía utilice la fuerza para oponerse a ello<sup>62</sup>.

Este tipo de actuaciones se complementa con una estrategia activa de exploración en zonas que la RdC ha declarado como ZEE. Para ello, la petrolera estatal turca, TPAO, dispone de dos buques de investigación sísmica, el BARBAROS Hayreddin Paşa y el ORUC REIS, y dos plataformas de perforación, el FATIH y el YAVUZ, que

<sup>61</sup> «Report: Eni moving drillship to Morocco after Turkish navy 'threatens force' in Cyprus». *Offshore Energy Today.com*. 23 de febrero de 2018. Disponible en <https://www.offshoreenergytoday.com/report-eni-moving-drillship-to-morocco-after-turkish-navy-threatens-force-in-cyprus/>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>62</sup> «ENI-TOTAL consortium back down from field 7 in Cyprus in face of Turkish threats». *New Greek TV*. 4 de noviembre de 2019. Disponible en <http://www.newgreektv.com/news-in-english-for-greeks/world/item/30776-eni-total-consortium-back-down-from-field-7-in-cyprus-in-face-of-turkish-threats>. Consultado en noviembre de 2019.



operan habitualmente en estas aguas. Una tercera perforadora, el KANUNI, ha sido adquirida recientemente por TPAO y se incorporará a esta flotilla una vez se normalice la situación tras la crisis de la COVID-19<sup>63</sup>. Su presencia, siempre acompañados de buques de la marina turca, se ha hecho notar en los bloques 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 12 y 13, en ocasiones a poco más de 35 NM de la costa chipriota, lo que ha provocado las protestas del Gobierno de la RdC (figura 16).

Estas protestas no han caído en saco roto y, significativamente, han provocado la reacción de la UE. Declaradas ilegales en reiteradas ocasiones por el Consejo Europeo<sup>64</sup>, en julio de 2019 se adoptaron medidas punitivas en contra de Turquía<sup>65</sup>.

Estas medidas se han visto más recientemente (noviembre de 2019) complementadas con la imposición de sanciones consistentes en la prohibición de viajar a la UE y la inmovilización de bienes a entidades y personas responsables en estas actividades o que colaboren con las mismas<sup>66</sup>.

En este escenario de tensión creciente, los efectos de la pandemia originada por el SARS-CoV-2 ya se han dejado notar en estas aguas. La caída de la demanda europea, que a mediados de abril superaba el 20 % en países como España o Francia respecto al mismo periodo del año anterior y la crisis en los precios de la energía<sup>67</sup>, han obligado a las grandes corporaciones a reconsiderar sus inversiones. Consecuentemente, ExxonMobil, ENI y TOTAL han anunciado retrasos en sus operaciones en aguas de la ZEE reclamada por la RdC, a la espera de que la recuperación de la crisis económica les permita su

<sup>63</sup> «Turkey procures its third drillship: Report». *Hürriyet Daily News*. 9 de febrero de 2020. Disponible en <https://www.hurriyetcailynews.com/turkey-procures-its-third-drillship-report-151887>. Consultado en febrero de 2020.

<sup>64</sup> El Consejo se ha expresado en esos términos en, al menos, 6 ocasiones: 22 de marzo de 2018, 20 de junio de 2019, 15 de julio de 2019, 14 de octubre de 2019, 18 de octubre de 2019 y 8 de noviembre de 2019.

<sup>65</sup> Conclusiones del Consejo de 15 de julio de 2019. Disponibles en <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2019/07/15/turkish-drilling-activities-in-the-eastern-mediterranean-council-adopts-conclusions/>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>66</sup> Decisión del Consejo de 8 de noviembre de 2019. Disponible en <https://www.consilium.europa.eu/media/41313/st13262-en19.pdf>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>67</sup> *Global Energy Review 2020*, *International Energy Agency (IEA)*, abril de 2020, disponible en <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020/natural-gas#abstract>. Consultado en mayo de 2020.

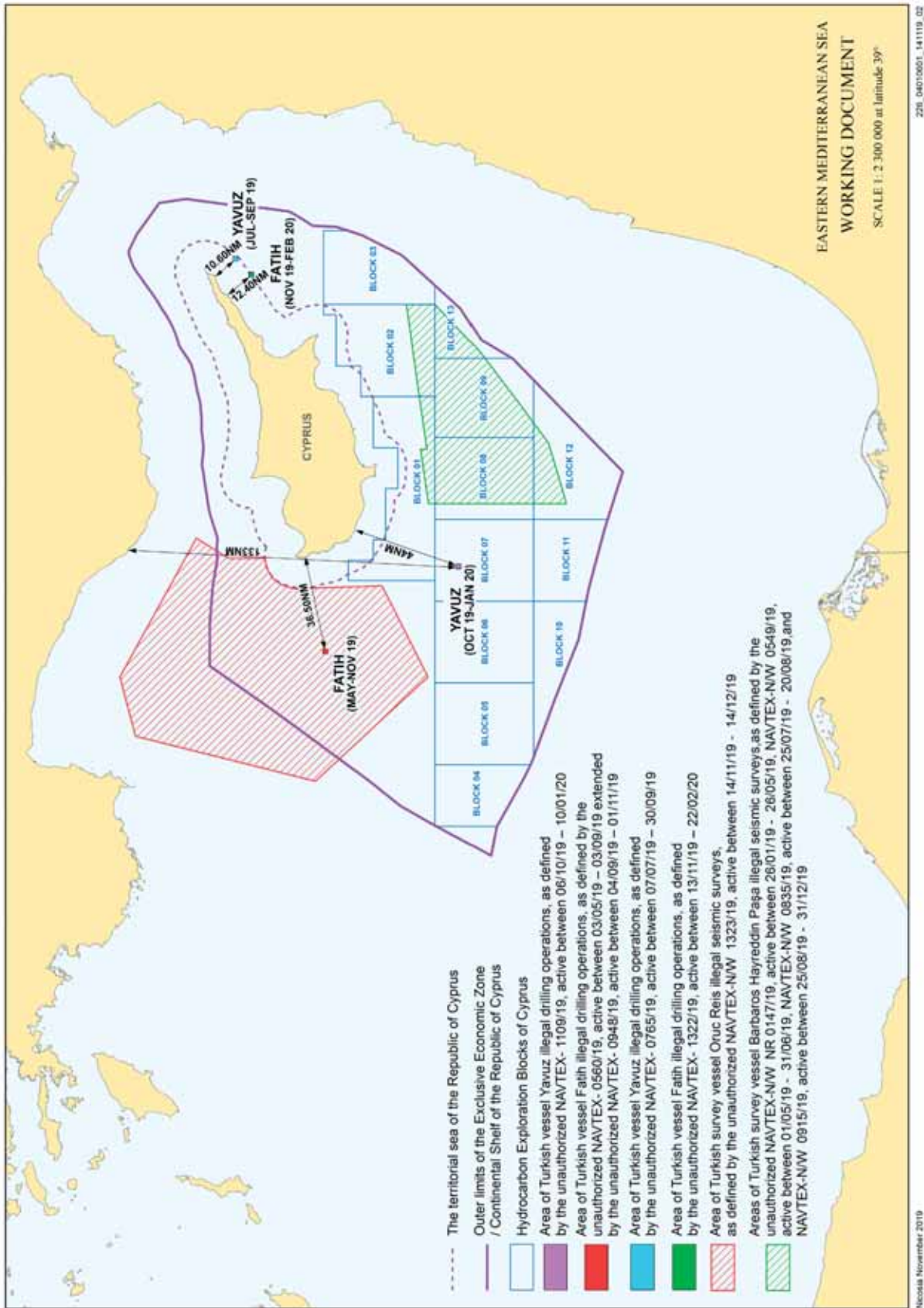


Figura 16. Actividades de los buques de exploración turcos. Fuente: Ministerio de AAEE de la RdC.

reanudación<sup>68</sup>. Esto, en principio, debería abrir un paréntesis y relajar la tensión. Pero lo cierto es que, simultáneamente y al margen de la evolución de la COVID-19, Turquía mantiene el ritmo de las actividades de perforación en la zona, lo que, una vez más, ha desatado las críticas de la RdC, Grecia, Israel y Egipto<sup>69</sup>.

#### Posibilidades de exportación

Si el impacto de las actividades de explotación y exploración se acaba manifestando esencialmente en la conflictividad regional, la búsqueda de soluciones para la exportación de los recursos estimula la cooperación, facilitando el alineamiento estratégico de los países que comparten intereses.

A nivel regional, Israel ha concluido acuerdos para exportación a Jordania: 1,8 BCM durante 15 años procedentes de Tamar (enero de 2017) y 45 BCM durante 15 años procedentes de Leviatán (septiembre de 2016)<sup>70</sup>, aunque estos acuerdos han sido causa de fuertes enfrentamientos en el parlamento jordano. Pero es preciso reconocer que las opciones del mercado regional son limitadas, por lo que el mercado europeo se convierte en el objetivo prioritario de las exportaciones desde el MEDOR (figura 17).

La primera de las opciones disponibles para monetizar estos recursos es la denominada estrategia triangular, que implica la exportación hacia Europa de gas israelí y potencialmente chipriota a través de las plantas de licuefacción egipcias de Idku y Damietta.

En el marco de esta estrategia, ya se han establecido acuerdos entre la israelí Deelk Drilling y la egipcia Dolphinus Holding para la exportación de un total de, inicialmente 64 BCM de Tamar y Leviatán, ampliados posteriormente a 85,3 BCM, durante 15 años. Para ello, Delek Drilling y Noble Energy, operadores de los yacimientos, se han asegurado el uso del gasoducto EMG, con una

<sup>68</sup> EXXONMOBIL POSTPONES CYPRUS DRILLING: REPORT, *Natural Gas World*, 13 de abril de 2020, disponible en <https://www.naturalgasworld.com/exxonmobil-postpones-cyprus-drilling-report-78031> y Eni, Total Postpone Drilling In Block 6 Offshore Cyprus, *Eastern Mediterranean Monitor*, 5 de mayo de 2020, disponible en <http://east-medmonitor.com/?p=2935>. Consultado en mayo de 2020.

<sup>69</sup> Turkey intensifies E. Med. drilling despite COVID-19, *Agencia ANADOLU*, 4 de mayo de 2020, disponible en <https://www.aa.com.tr/en/economy/turkey-intensifies-e-med-drilling-despite-covid-19/1828274>. Consultado en mayo de 2020.

<sup>70</sup> *Delek Drilling*. Disponible en <https://www.delekdrilling.com/natural-gas/national-security-foreign-relations>. Consultado en diciembre de 2019.

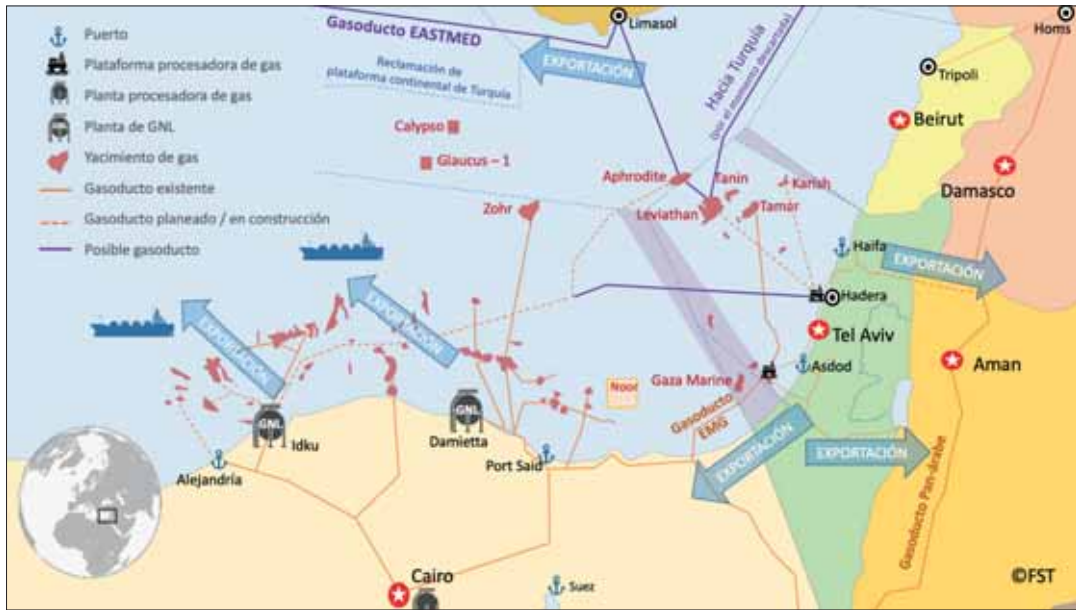


Figura 17. Posibilidades de exportación en el MEDOR. Fuentes diversas. Elaboración propia.

capacidad de 7 BCM/año, posiblemente ampliables hasta 9 BCM/año, mediante la adquisición en octubre de 2019 de un 39 % de sus acciones<sup>71</sup>. El gas procedente de los yacimientos israelíes comenzó a fluir por este gasoducto a mediados de enero de 2020<sup>72</sup>. Esta opción, no obstante, presenta riesgos de seguridad por la inestabilidad endémica de la región del Sinaí por la que el EMG transcurre.

Chipre por su parte, ha barajado varias opciones para la futura exportación, pero finalmente ha optado también por la vía egipcia. Previamente al acuerdo sobre explotación de Afrodita, el Gobierno había establecido un Memorandum de Entendimiento (MOU) con Egipto para la exportación del gas de Afrodita a través de la planta de GNL de Idku. Pero ello requiere la construcción previa del correspondiente gasoducto que, con una capacidad prevista de 8 BCM / año, enlace los más de 300 Km que separan el yacimiento de la planta. En estas condiciones, y si todas las dificultades consiguen salvarse, la explotación comercial de este yacimiento podría dar comienzo en 2025, casi 15 años después de su descubrimiento.

<sup>71</sup> Delek Drilling.

<sup>72</sup> «In milestone, Israel starts exporting natural gas to Egypt». *The Times of Israel*. 15 de enero de 2020. Disponible en <https://www.timesofisrael.com/in-milestone-israel-starts-exporting-natural-gas-to-egypt/>. Consultado en enero de 2020.

Pero esta estrategia presenta, al menos, dos puntos débiles. El primero de ellos es el desacuerdo entre Chipre e Israel por el reparto del gas de Afrodita entre uno y otro lado de la divisoria de sus respectivas ZEE, que requiere resolverse como condición previa a la explotación comercial del yacimiento por cualquiera de las partes. Como ya se ha avanzado, algunos informes apuntan a la posibilidad de someter esta disputa a arbitraje internacional, lo que podría alargar de manera imprevisible su resolución<sup>73</sup>.

El segundo, una vez resuelto el anterior, es la limitada capacidad de las plantas egipcias. De acuerdo con los datos, la cantidad total suministrada a Egipto procedente de Chipre e Israel podría elevarse en 2025 a 13 – 17 BCM/año<sup>74</sup>. A ello cabría añadir gas procedente de los yacimientos de Calypso y Glaucus, aunque el horizonte temporal en que esto podría ocurrir es desconocido. De acuerdo con sus respectivas capacidades, sería necesario que tanto Idku (10 BCM/año), como Damietta (7,56 BCM/año) operaran próximas al 100 % de sus posibilidades, circunstancia que en el momento actual únicamente se da en Idku. La resolución del contencioso entre el Gobierno egipcio y los propietarios de Damietta resulta, por tanto, esencial para el desarrollo satisfactorio de esta estrategia. La construcción de un tercer tren en Idku podría también aliviar la saturación de sus posibilidades.

El segundo proyecto promotor de la cooperación regional es el gasoducto EASTMED, en el que Israel, Chipre, Grecia, Italia y la UE han manifestado interés y que con una longitud de unos 2.000 Km y una capacidad inicial de 10 BCM/año (aproximadamente un 2 % del consumo europeo anual) pretende transportar gas procedente de las cuencas en Israel y RdC hacia Grecia para, desde allí, en cooperación con IGI Poseidon, distribuirlo hacia Italia y, a través de la red IGB (Interconnection between Greece and Bulgaria), a los países en el sureste europeo<sup>75</sup>. El

---

<sup>73</sup> STERGIU, Andreas. *GEOPOLITICS AND ENERGY SECURITY IN THE EASTERN MEDITERRANEAN: THE FORMATION OF NEW «ENERGY ALLIANCES»*. Cap. 2 del Informe *The New Geopolitics of the Eastern Mediterranean – Trilateral partnerships and regional security*, Peace Research Institute Oslo (PRIO) y Friedrich-Ebert-Stiftung, 2019.

<sup>74</sup> En las condiciones contractuales actuales, 5,68 BCM/año procederían de Israel y 8 BCM/año desde Chipre. Si estas cantidades fueran incrementadas para emplear la capacidad total del gasoducto EGM, podrían fluir a las plantas egipcias unos 17 BCM/año.

<sup>75</sup> IGI Poseidon. Disponible en <http://www.igi-poseidon.com/en/eastmed>. Consultado en noviembre de 2019.

proyecto cuenta con el apoyo de los Gobiernos de Israel, Chipre y Grecia, cuyos jefes firmaron en enero de 2020 un acuerdo para su construcción y entrada en servicio en 2025<sup>76</sup>, al tiempo que la UE ha declarado su desarrollo como Proyecto de Interés Común (PIC), financiando estudios de viabilidad hasta 2021 por un importe de 69 M€<sup>77</sup>.

A pesar del impulso político, las posibilidades reales del EASTMED forman parte, por el momento, del campo especulativo, pues las dificultades técnicas para su realización son considerables, especialmente en el tramo que deberá discurrir entre Chipre y Creta, donde el lecho marino alcanza profundidades superiores a los 3.000 m. El coste estimado del gasoducto es de unos 7.000 M\$, pero la mayoría de expertos considera que será notablemente superior, llegando a alcanzar incluso los 10.000 M\$. Con estas perspectivas es obligado moderar el optimismo. Considerando que ciertas estimaciones sitúan el precio medio del gas suministrado por diferentes vías a los mercados europeos en torno a los 6 – 6,5 \$/mmbtu a mediados de la presente década, momento de entrada en servicio de EASTMED, la competitividad del gas comercializado por esta vía queda en entredicho y con ello la viabilidad del proyecto<sup>78</sup>.

A ello debemos añadir las dificultades derivadas de la imperativa utilización de la plataforma continental reclamada por Turquía. En principio y según la CNUDM (art. 79), la plataforma continental es de libre utilización por cualquier Estado para el tendido de cables y tuberías submarinas, pero el Estado ribereño puede, y debe, asegurar su protección medioambiental para su preservación. Siempre se pueden argumentar motivos de protección del medioambiente, lo que, en la práctica, otorga capacidad de veto.

Para coordinar e impulsar estas iniciativas se creó en El Cairo en enero de 2019 el Foro Gasístico del Mediterráneo Oriental (Eastern Mediterranean Gas Forum, EMGF), foro político de coo-

<sup>76</sup> «Greece, Israel, Cyprus sign EastMed gas pipeline deal». *REUTERS*. 2 de enero de 2020. Disponible en <https://www.reuters.com/article/us-greece-cyprus-israel-pipeline-idUSKBN1Z10R5>. Consultado en enero de 2020.

<sup>77</sup> Innovation and Networks Executive Agency, EastMed Pipeline Project – Development Phase. Disponible en <https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-energy/7.3.1-0023-CYEL-S-M-17>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>78</sup> ELLINAS, Charles. «EastMed gas pipeline increasingly doubtful». *Cyprus Mail*. 2 de diciembre de 2018. Disponible en <https://cyprus-mail.com/2018/12/02/east-med-gas-pipeline-increasingly-doubtful/>. Consultado en noviembre de 2019.

peración en materia energética entre países productores y consumidores en el MEDOR, incluyendo a Egipto, Chipre, Grecia, Israel, Italia, Jordania y la Autoridad Palestina a los que podrían unirse Francia y, en calidad de observador, Estados Unidos<sup>79</sup>. La creación del EMGF parece íntimamente conectada con los aspectos económicos del llamado «Deal of the Century» que la Administración norteamericana ha propuesto ante la AP con la intención de poner fin al sempiterno conflicto palestino-israelí. La presencia simultánea de Israel y la Autoridad Palestina en el mismo avalaría esta hipótesis. Además, para EE. UU., el EMGF resulta un instrumento de gran interés para el desarrollo de alternativas que puedan limitar la hegemonía de Rusia en el suministro de gas hacia territorio europeo. Está por ver la eficacia del EMGF en la consecución de uno u otro de estos objetivos, pero, por el momento, el efecto inmediato resulta más bien desestabilizador: Turquía, la autoproclamada RTNC, Líbano y Siria lo consideran excluyente, en el mejor de los casos, si no directamente como articulado en contra de sus intereses.

En otros momentos Israel consideró seriamente la posibilidad de exportar su gas a través de Turquía, aunque el distanciamiento político entre ambos países hace que, a día de hoy nadie considera esta posibilidad como realista. Turquía, carente de recursos energéticos significativos y cuyo consumo depende en un 46 % de las importaciones de gas ruso<sup>80</sup>, aspira a convertirse en *hub* energético, canalizando hacia territorio europeo el gas procedente de Rusia, el Cáucaso sur y el Caspio e Irán. En palabras de Fatih Birol, director de la Agencia Internacional de la Energía, «Si tenemos en cuenta la situación geográfica de Turquía, rodeada de productores de gas y próxima a los consumidores en Europa, así como el reciente desarrollo de ampliación de infraestructura de GNL, el objetivo de convertirse en un *gas trading hub* no resulta lejano»<sup>81</sup>. La puesta en servicio de los gasoductos TANAP, cuyo tramo europeo se inauguró en noviem-

<sup>79</sup> «France asks to join Eastern Mediterranean Gas Forum». *REUTERS*. 16 de enero de 2020. Disponible en <https://www.reuters.com/article/us-egypt-gas/france-asks-to-join-eastern-mediterranean-gas-forum-idUSKBN1ZF1V2>. Consultado en enero de 2020.

<sup>80</sup> *BP Statistical Review of World Eenergy 2019*, 68th Edition.

<sup>81</sup> «Turkey to leverage strengthened LNG infrastructure in gas trade». *Daily Sabah*. 22 de marzo de 2019. Disponible en <https://www.dailysabah.com/energy/2019/03/22/turkey-to-leverage-strengthened-lng-infrastructure-in-gas-trade>. Consultado en diciembre de 2019.

bre de 2019<sup>82</sup>, y Turkstream, inaugurado en enero de 2020, han reforzado estas aspiraciones. Llegado el momento y si Turquía es capaz de consolidar este rol, Israel podría nuevamente verse interesado en explorar posibilidades para el desarrollo de esta opción.

## Segunda parte - Relaciones de poder y política de contención en el Mediterráneo Oriental

Como anticipábamos en la introducción, todas las circunstancias hasta aquí descritas convierten al MEDOR en una extensión del cinturón de quiebra de Oriente Medio en el que la tensión en constante aumento se ha traducido en una ostensible militarización, con el consiguiente aumento de la frecuencia con que se producen incidentes con implicación de fuerzas navales o aéreas de los países ribereños.

Aunque la fuerza haya perdido relativa importancia frente a otros recursos de poder propios de la época actual, disponer de un aparato militar poderoso y eficaz continúa siendo, quizás, el primer requisito para una nación con aspiraciones a ejercer poder en el contexto internacional. Y esto resulta especialmente cierto en esta zona del mundo.

Es por ello que, para comprender la complejidad de la geopolítica regional del MEDOR resulta imprescindible analizar, al menos brevemente, el poder militar presente en la zona y tratar de establecer las relaciones de poder existentes entre los diferentes actores geopolíticos. A estos efectos, debemos tener en cuenta que los alineamientos estratégicos a que más arriba nos hemos referido, agrupando a Egipto, Israel, Grecia y Chipre, por un lado, e individualmente, Turquía, Siria y Líbano, por otro, son simplemente asociaciones y foros de cooperación que no establecen una vinculación fuerte entre ellos, lejos de los compromisos y obligaciones que los unirían en caso de haber establecido una alianza formal. Por ello, y sin perder de vista la existencia de estos alineamientos, resulta adecuado proceder al análisis del poder militar en la zona manteniendo a los países de forma individual. A ello dedicamos esta sección del documento.

---

<sup>82</sup> «Turkey and Azerbaijan mark completion of TANAP pipeline to take gas to Europe». EURACTIV. 2 de diciembre de 2019. Disponible en <https://www.euractiv.com/section/azerbaijan/news/turkey-and-azerbaijan-mark-completion-of-tanap-pipeline-to-take-gas-to-europe/>. Consultado en enero de 2020.



## El poder militar regional en el Mediterráneo Oriental

## Poder naval

Una rápida ojeada a las respectivas unidades navales disponibles para cada uno de los países nos lleva a la conclusión de que entre todas las marinas regionales, la turca es, sin duda, la más potente (tabla 2).

	<i>PATRULLEROS</i>	<i>BUQUES DE COMBATE DE SUPERFICIE (Fragatas / Corbetas)</i>	<i>PLATAFORMAS AÉREAS</i>	<i>SUBMARINOS</i>
<b>EGIPTO</b>	61	9	2	6
<b>GRECIA</b>	33	13	-	11
<b>ISRAEL</b>	45	4*	-	5
<b>TURQUÍA</b>	52	19	1*	12
<b>SIRIA</b>	32	-	-	-
<b>LÍBANO</b>	13	-	-	-
<b>CHIPRE</b>	6	-	-	-
<b>JORDANIA</b>	7	-	-	-

\* En construcción. Podrían entrar en servicio a lo largo de 2020.

**Tabla 2. Medios navales. Fuente: Balance Militar 2019.**

Turquía no solo posee más buques de guerra con capacidad de combate (corbetas, fragatas y submarinos) que el resto de los países, sino que estos han sido recientemente modernizados y mejorados. A principios de la pasada década, Turquía puso en marcha un ambicioso programa de construcción naval que pretende en el horizonte 2030 desarrollar una fuerza naval sin parangón en la región, apoyada por una poderosa industria de defensa autóctona que le garantice su independencia en esta materia. Parte esencial de este programa es la incorporación a su inventario de un buque de proyección estratégica, el ANADOLU, réplica del buque de asalto anfibio español Juan Carlos I, actualmente en construcción por el astillero turco SEDEF con apoyo

de la española Navantia, y que podría ser entregado a la marina turca a finales del presente año<sup>83</sup>. Con este ambicioso programa, Turquía pretende garantizar su superioridad en el MEDOR, a lo que contribuye sustancialmente su presencia militar en el norte de la isla de Chipre, que podría incrementarse con el establecimiento de una base en Famagusta que le facilite las operaciones navales en la zona<sup>84</sup>.

Tradicionalmente limitada a misiones de vigilancia costera (patrulleros), la Marina israelí ha incrementado estos últimos años sus capacidades para hacer frente a las amenazas derivadas del nuevo entorno estratégico, lo que incluye la protección de sus instalaciones energéticas frente a ataques de Hezbolá desde Líbano o Hamás desde la franja de Gaza. Israel pretende dotar a sus fuerzas navales de la capacidad de combate en superficie de la que ahora carece, habiendo adquirido 4 corbetas de fabricación alemana, clase Saar-6, que debían entrar en servicio a lo largo de 2020, aunque la COVID-19 está retrasando ligeramente su entrega<sup>85</sup>. Una flota de 5 submarinos clase Dolphin, igualmente de fabricación alemana y con capacidad para transportar armas nucleares, complementan sus capacidades navales<sup>86</sup>.

Grecia dispone, en opinión de IHS Jane's, de una marina bien equipada y que goza de una magnífica reputación. A pesar de ello, el número de unidades navales la sitúa algo por detrás de la turca, con quien habitualmente debe medirse tanto en el Egeo como en el MEDOR. La crisis económica que Grecia padece excluye, por el momento, cualquier posibilidad de revertir esta situación.

---

<sup>83</sup> «Turkish Navy's flagship to enter service in 2020». *Agencia de noticias Anadolu*. 21 de noviembre de 2019. Disponible en <https://www.aa.com.tr/en/science-technology/turkish-navys-flagship-to-enter-service-in-2020/1652082>. Consultado en enero de 2020.

<sup>84</sup> «Turkey plans to establish naval base in Cyprus». *Daily Sabah*. 25 de diciembre de 2019. Disponible en <https://www.dailysabah.com/politics/2019/12/25/turkey-plans-to-establish-naval-base-in-cyprus>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>85</sup> Arrival of first Sa'ar 6 corvette delayed due to coronavirus, *The Jerusalem Post*, 2 de mayo de 2020, disponible en <https://www.jpost.com/israel-news/arrival-of-first-saar-6-corvette-delayed-due-to-coronavirus-626660>. Consultado en mayo de 2020.

<sup>86</sup> La Marina israelí podría firmar en 2020 un segundo contrato para la adquisición de otros tres submarinos adicionales antes de 2030 «Israel Submarine Capabilities». *NTI*. 16 de octubre de 2019. Disponible en <https://www.nti.org/analysis/articles/israel-submarine-capabilities/>. Consultado en mayo de 2020.

Egipto también ha dado pasos en los últimos cinco años para incrementar las capacidades de una marina tradicionalmente relegada a un segundo plano, tratando de constituir dos flotas capaces de operar independientemente en el mar Rojo y en el Mediterráneo, sobre la base de dos LHD clase Mistral suministradas por Francia en 2016, a los que se añadirán algún buque de procedencia rusa<sup>87</sup>, fragatas francesas<sup>88</sup> y 4 submarinos alemanes clase 209/1400<sup>89</sup>. Además, en colaboración con la francesa *Naval Group*, Egipto ha puesto en servicio tres corbetas clase Gowind 2500, construidas localmente<sup>90</sup>. Las adquisiciones en materia de defensa son muestra de la estrategia egipcia de diversificación de proveedores y, sobre todo, de sustitución, en la medida de lo posible, de EE. UU. como principal proveedor de armamento, lo que abre importantes nichos para la competencia de otras potencias. Rusia y los países europeos tratan de aprovechar esta oportunidad.

Las fuerzas navales del resto de países son testimoniales, reduciéndose a unos cuantos patrulleros de vigilancia costera.

### Poder aéreo

Las características de los aviones de combate modernos son tan diferentes de un modelo a otro que resulta difícil efectuar análisis comparativos entre ellos. Estas diferencias resultan especialmente significativas a la hora de comparar aviones de combate (aviones de caza o cazabombarderos) que son, verdaderamente, la base sobre la que descansa el poder aéreo de un país. Para simplificar la tarea, la tabla 3 agrupa a estos últimos en cuatro grandes grupos, o generaciones, cada uno de los cuales representa un salto tecnológico cualitativo con respecto a la generación anterior<sup>91</sup>. Se

<sup>87</sup> Lancha porta – misiles clase Tarantul.

<sup>88</sup> Para renovar su vieja flota de fragatas, Egipto firmó con Francia en 2015 un contrato de adquisición de fragatas francesas de la clase *Aquitaine* de las que ese mismo año se entregó una primera unidad. De momento es la única recibida, desconociéndose el número de fragatas adicionales que Egipto podría adquirir.

<sup>89</sup> TRAN, Pierre. «French Naval Group and Germany's ThyssenKrupp square off in Egyptian warship deal». *Defense News*. 12 de septiembre de 2018. Disponible en <https://www.defensenews.com/naval/2018/09/12/french-naval-group-and-germanys-thyssenkrupp-square-off-in-egyptian-warship-deal/>. Consultado en enero de 2020.

<sup>90</sup> «Egypt launches its third Gowind 2500 corvette in Alexandria». *NAVALTODAY.COM*. 13 de mayo de 2019. Disponible en <https://navaltoday.com/2019/05/13/egypt-launches-its-third-gowind-2500-corvette-in-alexandria/>. Consultado en enero de 2020.

<sup>91</sup> También en este aspecto son múltiples las clasificaciones existentes a nivel mundial. Para este trabajo se ha tomado como referencia la clasificación en generaciones

trata de una mera relación numérica que no refleja, ni pretende, la auténtica capacidad de las respectivas fuerzas aéreas, para lo que resultaría imprescindible entrar a valorar cuestiones clave como son el mantenimiento de la flota, la preparación técnica y moral de los pilotos, etc. Pero en cualquier caso constituye una base a partir de la cual tratar de estimar la posición relativa de los países en lo que al poder aéreo se refiere.

<b>AVIONES DE COMBATE</b>							
	<i>Ante- riores a 1980</i>	<i>4ª Ge- neración (1)</i>	<i>4,5 Gene- ración</i>	<i>5ª Gene- ración</i>	<b>TRANS- PORTE</b>	<b>REPOSTAJE EN VUELO</b>	<b>MISIONES ESPECIALES</b>
<b>EGIPTO</b>	75	246	24		59		11
<b>GRECIA</b>	33	200 <sup>(1)</sup>			15		8
<b>ISRAEL</b>		428		18 <sup>(2)</sup>	15	10	23
<b>TURQUÍA</b>	48	270			66	7	7
<b>SIRIA</b>	146	71					
<b>LÍBANO</b>	9						
<b>CHIPRE</b>			11				

(1) 85 de estos aparatos podrían ser mejorados a generación 4,5.

(2) En proceso de entrega hasta completar 33 aparatos F-35I en 2021.

**Tabla 3. Medios aéreos. Fuente: World Air Forces 2020 (FlightGlobal). Los datos relativos a las flotas de F-16 de Egipto, Grecia, Israel y Turquía se han tomado de la web F-16.net (<http://www.f-16.net/>).**

El análisis de las fuerzas aéreas sitúa a Israel en cabeza entre los países ribereños. Además del gran nivel técnico de sus pilotos<sup>92</sup>, la fuerza aérea israelí es la única que cuenta con aviones F-35I, versión israelí conocida como «Adir» (poderoso, en hebreo) del ultramoderno avión de combate de 5.ª generación fabricado por un consorcio multinacional liderado por Lockheed Martin en el que, además de EE. UU., participan Turquía, Reino Unido, Italia, Dinamarca, Países Bajos, Australia, Canadá y Noruega<sup>93</sup>. Estos aparatos ya han sido empleados con éxito en operaciones en Si-

propuesta por la prestigiosa revista especializada *Airforce Magazine* en el artículo de HEBERT, Adam J., «Fighter Generations», de abril de 2008. Disponible en <https://www.airforcemag.com/article/0908issbf/>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>92</sup> IHS Jane's.

<sup>93</sup> Lockheed Martin. Disponible en <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/f-35.html>. Consultado en diciembre de 2019.

ria<sup>94</sup>. Si el programa no sufre retrasos, Israel dispondrá de dos escuadrones (33 unidades) de F-35I antes de 2021, a los que se añadirá un tercer escuadrón con 17 unidades adicionales a lo largo de la década.

Egipto dispone de una fuerza aérea nada desdeñable, considerada como la más potente de todo el norte de África<sup>95</sup>. En los últimos años, su fuerza aérea ha llevado a cabo considerables esfuerzos para la modernización y mejora de su inventario, al que recientemente ha añadido 21 aparatos de fabricación francesa Rafale, de 4,5 generación, lo que confirma la política de alejamiento de EE. UU. en adquisiciones de defensa. Más interesante aún, Egipto ha alcanzado recientemente un acuerdo con Rusia para la adquisición de más de 20 aviones de 4,5 generación Su-35s, cancelando proyectos anteriores para la adquisición del F-35, lo que ha expuesto a Egipto a la posibilidad de la aplicación de sanciones de Washington<sup>96</sup>.

Ante este panorama, la incorporación a su inventario de aparatos de 5.ª generación en un futuro inmediato se ha convertido para Turquía en una prioridad estratégica, pues de no hacerlo su fuerza aérea quedará considerablemente rezagada respecto a las de Israel y Egipto.

Con esa finalidad, los planificadores turcos decidieron la incorporación de su país al consorcio fabricación del F-35 con la intención de adquirir 100 unidades de este aparato, de los que unos 35 serían de la versión B, con capacidad de despegue vertical y que podrían ser desplegados en su buque de proyección estratégica ANADOLU. Ello hubiera convertido a la fuerza aérea turca en la más poderosa de la región. Pero la adquisición del sistema de misiles de defensa aérea de fabricación rusa S-400 ha provocado su expulsión, al menos temporal, del consorcio.

Aunque las negociaciones entre Turquía y EE. UU. por esta cuestión se mantienen abiertas y no puede excluirse una readmisión en el mismo, Turquía se ha embarcado en el desarrollo autóctono de un avión de combate igualmente de 5.ª generación, el TF-X, cuyo

---

<sup>94</sup> Lockheed Martin. Disponible en <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/f-35/f-35-global-partnership/f-35-israel.html>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>95</sup> IHS Jane's.

<sup>96</sup> «Egypt risks U.S. sanctions over Russian fighter jet deal: U.S. oficial». *REUTERS*. 18 de noviembre de 2019. Disponible en <https://www.reuters.com/article/us-emirates-airshow-usa-egypt/egypt-risks-u-s-sanctions-over-russian-fighter-jet-deal-u-s-official-idUSKBN1XS203>. Consultado en enero de 2020.

primer prototipo pretendía hacer volar en 2023, centenario de la fundación de la república. Pero dificultades sobrevenidas podrían hacer naufragar el proyecto que, de momento, ha anunciado un retraso en la fecha prevista para sus primeros vuelos a 2030<sup>97</sup>.

Con estas perspectivas, Turquía busca alternativas y una de ellas la encuentra, una vez más, en la industria rusa de defensa, habiendo mostrado interés por aparatos de fabricación rusa (SU-57 y SU 35)<sup>98</sup>. Por irrealista que parezca esta opción, si llega a materializarse dispararía la tensión entre Turquía y sus socios de la OTAN, en particular EE. UU., a niveles que podrían incluso provocar una ruptura definitiva.

Para Grecia, la crisis económica ha afectado negativamente a los planes de modernización de su fuerza aérea, que se ha visto obligada a posponer, por no cancelar, sus planes de adquisición de aviones de combate de 5.ª generación. Grecia ha tenido que contentarse con una modernización limitada a 85 aparatos de su flota de aviones de caza F-16 a su versión más avanzada, la F-16V Block 70/72, conocida como «Viper»<sup>99</sup>, considerados de generación 4,5.

### Equilibrio de poder regional

En geopolítica, el concepto de poder, más que en términos absolutos, resulta de utilidad en términos relativos y adquiere valor únicamente una vez que entra en comparación con el poder que ostenta el oponente. No es un ejercicio fácil, y requiere, además del análisis cuantitativo, una valoración cualitativa incluyendo otros factores determinantes en la eficacia de una fuerza armada, como son la disponibilidad de recursos financieros a través del presupuesto de defensa, sistemas de formación y adiestramiento del personal, moral, experiencia, capacidades logísticas, desarrollo de la industria nacional de defensa, desarrollo tecnológico del país, etc. Afortunadamente, existen múltiples índices a nivel mundial que valoran estos aspectos para establecer una cla-

<sup>97</sup> «Homegrown fighter jet to fly with domestic engine by 2023». *Daily Sabah*. 10 de enero de 2020. Disponible en <https://www.dailysabah.com/defense/2020/01/10/homegrown-fighter-jet-to-fly-with-domestic-engine-by-2023>. Consultado en enero de 2020.

<sup>98</sup> «Turkey says purchase of Russia's Su-35 and Su-57 fighter jets possible». *Agencia TASS*. 29 de agosto de 2019. Disponible en <https://tass.com/defense/1075503>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>99</sup> «Greece to upgrade 85 F-16 fighter jets to Viper configuration». *The Defense Post*. 28 de abril de 2018. Disponible en <https://thedefensepost.com/2018/04/28/greece-upgrade-85-f-16-fighter-jets-viper/>. Consultado en enero de 2020.

sificación relativa del poder militar. La tabla 4 incluye la posición de los países del MEDOR en algunos de estos índices que valoran aspectos relacionados con el *hard power*<sup>100</sup>, o poder coercitivo.

<b>HARD POWER</b>							
	PODER MILITAR (1)	PODER AÉREO (2)	PODER NAVAL (1)	PRESUPUESTO DE DEFENSA (3)	CINC (4)	EXPORTACIONES INDUSTRIA DE DEFENSA (5)	US NEWS POWER (6)
Turquía	9	22	12	15	12	12	16
Siria	50	52	48	N.E.	40	N.E.	N.E.
Libano	118	N.E.	47	52	93	N.E.	N.E.
Israel	17	8	37	17	46	9	8
Egipto	12	24	6	51	22	N.E.	29
Chipre	N.E.	N.E.	N.E.	97	144	N.E.	N.E.
Grecia	28	33	22	36	45	46	41

POSICIÓN MUNDIAL 1 170 N.E. No Evaluado @sancheztapiaf

- (1) Global Fire Power (<https://www.globalfirepower.com/>).
- (2) World Directory of Modern Military Aircraft (<https://www.wdmma.org/>).
- (3) Military Balance 2019 (International Institute for Strategic Studies).
- (4) Composite Index of National Capability (CINC).
- (5) SIPRI.
- (6) U.S. NEWS Power Index.


**Tabla 4. Posición mundial de los países del MEDOR según diferentes índices de Hard Power. Fuentes diversas. Elaboración propia.**

Salvo aspectos puntuales, en términos de *hard power*, apreciamos un equilibrio entre Israel y Turquía, seguidos de cerca por Egipto, aunque es de señalar que Turquía goza de una clara superioridad sobre Israel en poder naval mientras que Israel lo hace sobre Turquía al referirnos al poder aéreo. Existe también un claro desequilibrio en cualquiera de los índices elegidos favorable a Turquía frente al tándem Grecia – Chipre, lo que resulta consistente con el recurrente uso de la fuerza naval por parte de Turquía en las actividades de exploración que lleva a cabo en las aguas en disputa con Chipre.

<sup>100</sup> Los conceptos de *hard power* y *soft power* fueron introducidos por Joseph Nye en los años 90 (*Bound to Lead: The Changing Nature of American Power*, 1990). Generalmente *hard power* y *soft power* se traducen en español como poder duro y poder blando, respectivamente. Consideramos esta traducción insatisfactoria, pues no refleja la esencia del concepto que los términos engloban, por lo que en este texto se utilizará en adelante la versión original en inglés.

Pero, como bien sabemos, el poder de un Estado en el contexto internacional actual no se ve limitado al *hard power*. Desgraciadamente, medir el *soft power* de un Estado, siquiera en términos exclusivamente comparativos, resulta extremadamente difícil. En la tabla 5 se han seleccionado, debemos admitir que de forma ciertamente subjetiva, algunos índices o clasificaciones que nos permiten ordenar a los países del MEDOR en función de sus capacidades que pueden ser empleadas como fuentes de *soft power*, o que, como la tecnología y capacidades cibernéticas, refuerzan sus posibilidades en el ejercicio del poder en cualquiera de sus formas. Cada uno de ellos por sí solo difícilmente resulta concluyente. Lo relevante aquí es que las relaciones de poder según los parámetros seleccionados presentan un cuadro muy similar al que hemos observado en términos de *hard power*.

	CAPACIDADES TECNOLÓGICAS Y CIBERNÉTICAS				SOFT POWER				
	BLOOMBERG INNOVATION INDEX 2014 (1)	GLOBAL INNOVATION INDEX 2019 (2)	CYBER GCI 2017 (3)	IDTC 2017 (4)	US NEWS (5)	SOFT POWER INDEX (6)	GLR (7)	PIB (2019) (8)	PIB PPA (2019) (8)
Turquía	35	49	43	69	20	29	26	19	13
Siria	N.E.	N.E.	102	120	N.E.	N.E.	103		
Libano	N.E.	88	119	61	50	N.E.	88	82	90
Israel	5	10	20	30	8	N.E.	13	33	53
Egipto	N.E.	92	14	97	23	N.E.	43	45	29
Chipre	N.E.	N.E.	61	53	N.E.	N.E.	92	110	125
Grecia	29	41	64	40	18	25	34	52	56

POSICIÓN MUNDIAL  1 170

N.E. No Evaluado @namhertapia

(1) BLOMBERG Innovation Index 2014 (<https://www.bloomberg.com/graphics/2015-innovative-countries/>).

(2) Global Innovation Index 2019 (<https://www.globalinnovationindex.org/home>).

(3) Global Cybersecurity Index 2017 - International Telecommunication Union (ITU) ([https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2017-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2017-PDF-E.pdf)).

(4) Índice de Desarrollo de Tecnologías de la Comunicación 2017 - International Telecommunication Union (ITU) (<https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html>).

(5) Influencia Internacional (US News) (<https://www.usnews.com/news/best-countries/best-international-influence>).

(6) Soft Power 30 (<https://softpower30.com/>).

(7) Global Leadership Ranking 2018 – WorldPR Agency – Western Perception Index 2018 (<https://docs.zoho.com/file/60eu68264879adb814e65b82fae32f7576e4e>).

(8) Producto interior bruto - Fondo Monetario Internacional (FMI).

**Tabla 5. Posición mundial de los países del MEDOR según diferentes índices de desarrollo tecnológico y soft power. Fuentes diversas. Elaboración propia.**



Una vez más, la balanza se decanta del lado de Israel, claramente por delante del resto de países, especialmente en el campo de la innovación y la tecnología. Y eso en el mundo de hoy es una capacidad determinante. Israel dispone de un consorcio de empresas y agencias estatales que dedican considerables recursos al estudio de aplicaciones civiles y militares de nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial (IA); el desarrollo de constelaciones de nanosatélites que incrementarán exponencialmente sus capacidades de reconocimiento y alerta temprana; o el desarrollo de láseres interceptadores de alta potencia, este último con apoyo estadounidense<sup>101</sup>, por citar tan solo algunas tecnologías que en el horizonte 2030 tendrán un peso considerable en la determinación de la superioridad militar de una nación<sup>102</sup>. Es de esperar, en consecuencia, que durante la presente década Israel no vea sino aumentar su ventaja militar.

Grecia y Turquía muestran cierto equilibrio en el campo de la innovación y la tecnología, y otro tanto puede decirse en términos de *soft power*, aunque aquí Grecia disfruta de cierta ventaja. La pertenencia de Grecia a la UE otorga a este país un «extra de poder» respecto a Turquía. En cierto modo, Grecia es capaz de arrastrar a la UE en su conjunto en apoyo de sus intereses en la zona. Es de esperar, por tanto, que mientras Turquía tienda a apoyarse en el uso de la fuerza en sus contenciosos con Grecia y Chipre, estos últimos traten de maximizar la influencia que ejercen en las relaciones internacionales a través de su pertenencia a instituciones como la UE.

### La geopolítica de las grandes potencias: oportunidades para la contención global

El panorama geopolítico actual ha llevado la renovada competencia entre las grandes potencias globales, EE. UU., Rusia y China, al cinturón de quiebra del MEDOR, área de especial interés para todos ellos, aunque no por las mismas razones.

#### Rusia

Para Rusia, el principal interés por el control de esta región se deriva de sus necesidades en materia de seguridad, habida cuenta

<sup>101</sup> H.R. 6725 (115th): United States-Israel Directed Energy Cooperation Act. Disponible en <https://www.govtrack.us/congress/bills/115/hr6725/text>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>102</sup> LEÓN, Gonzalo. *Repercusión geoestratégica del desarrollo tecnológico*. Instituto Español de Estudios Estratégicos, marzo de 2020.

del importante papel que estas aguas ejercen en los accesos al mar Negro y al canal de Suez, una constante geopolítica desde la época de los zares. Pero su papel como principal suministrador de gas a Europa le impide permanecer impasible ante el desarrollo de los recursos energéticos del MEDOR. A pesar de haber hecho intentos de intervenir con sus compañías en el mercado regional, únicamente ha tenido éxito parcial en Egipto, donde Rosneft opera junto con ENI, BP y Mubadala Petroleum en el yacimiento Zohr<sup>103</sup>, y en la exploración de las aguas de Líbano, con recursos aún por descubrir. En Israel apenas ha conseguido penetración, debiendo Gazprom conformarse con la firma en octubre de 2017 de un MoU no vinculante con Delek Drilling para el estudio de nuevos proyectos en el país<sup>104</sup>, pero quedando excluida de las adjudicaciones para la explotación de Leviatán, a pesar de haber presentado en su momento la oferta económicamente más ventajosa<sup>105</sup>. Y eso es todo. Por el momento, las limitadas posibilidades reales de desarrollo de opciones de exportación han permitido a Rusia mantener un perfil discreto, pero esto puede cambiar si alguna de ellas se materializa, en cuyo caso es de esperar una mayor implicación.

Si Rusia no consigue participar directamente en los beneficios de la explotación de estos recursos, hará todo lo posible para evitar una competencia perjudicial para sus intereses. Y para ello se ha posicionado convenientemente en la región, especialmente en Siria, donde ha establecido dos bases permanentes: la base aérea de Latakia y la base naval de Tartus<sup>106</sup>, con capacidades A2/AD<sup>107</sup> que le permiten proyectar poder sobre los accesos al canal de Suez y al mar Negro (figura 18).

<sup>103</sup> ROSNEFT. Disponible en <https://www.rosneft.com/>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>104</sup> «National Security and Foreign Relations». *Delek Drilling*. Disponible en <https://www.delekdrilling.com/natural-gas/national-security-foreign-relations>. Consultado en enero de 2020.

<sup>105</sup> BARKAT. «Amiram. Gazprom bids highest for Leviathan Partnership». *GLOBES, Israel's Business Arena*. 16 de octubre de 2012. Disponible en <https://en.globes.co.il/en/article-1000790600>. Consultado en enero de 2020.

<sup>106</sup> «Iranian ambitions for the Syria's Mediterranean coast». *PortsEurope*. 19 de noviembre de 2019. Disponible en <https://www.portseurope.com/iranian-ambitions-for-the-syrias-mediterranean-coast/>. Consultado en diciembre de 2019.

<sup>107</sup> Del inglés Anti-Access/Area Denial, concepto operativo por el que se trata de impedir el acceso a un adversario a una región determinada y limitar en ella su libertad de acción. Habitualmente incluye capacidades antiaéreas, antibuque y otras armas ofensivas de teatro, como misiles balísticos, armas inteligentes, etc.

La ventaja estratégica que una base en Egipto proporcionaría para completar su estructura A2/AD resulta evidente. Y por esa razón Rusia ha mostrado un marcado interés en mejorar sus relaciones diplomáticas y comerciales con Egipto, así como la cooperación militar, como ya hemos constatado al analizar las fuerzas aéreas y navales egipcias. La política egipcia de diversificación de adquisiciones de armamento ofrece magníficas oportunidades para profundizar las relaciones con un país que ya durante la guerra fría fue un socio preferente de la Unión Soviética y que, dado su papel de liderazgo africano, puede servir igualmente de puente para la penetración de Rusia en África.



Figura 18. Presencia rusa en el Mediterráneo Oriental. Fuentes diversas. Elaboración propia.

Cuanto mayor sea la influencia que Rusia ejerce sobre Egipto, mayor será su capacidad de influir en el desarrollo de las estructuras de cooperación energética regional que se están desarrollando, y en este aspecto puede llegar a tener intereses coincidentes con Turquía, con quien también ha establecido una relación pragmática.

## China

La presencia de China también se deja notar en esta parte del mundo, aunque en este caso su carácter no es, de momento, militar. Su iniciativa de la Franja y la Ruta hace uso de las vías terrestres y marítimas regionales y está en proceso de establecer

una densa red de inversiones y relaciones comerciales con finalidad estratégica que son vistas con suspicacia desde Occidente<sup>108</sup>. Compañías chinas ya controlan los puertos de Kumport, el tercero en importancia de Turquía, en las proximidades de Estambul<sup>109</sup>, El Pireo<sup>110</sup>, en Grecia y se ha hecho cargo en 2018 de la gestión del puerto de Haifa, en Israel<sup>111</sup>. El interés por este último país no se reduce a cuestiones comerciales y su avanzado desarrollo como potencia tecnológica ha estimulado las inversiones chinas hasta alcanzar, en palabras de Benjamin Netanyahu, un tercio del total de inversiones en este sector<sup>112</sup>.

El control sobre el canal de Suez hace de Egipto un socio clave en el proyecto de la Franja y la Ruta, razón por la que las relaciones diplomáticas entre ambos países se sitúan en el más alto nivel. Para Egipto, China es desde 2012 el primer socio comercial, habiendo incrementado espectacularmente la inversión directa en el país, en el que ha comprometido 20.000 millones de dólares para la financiación del megaproyecto de construcción de la nueva capital administrativa de El Cairo<sup>113</sup>.

Hasta ahora, al margen de esporádicas visitas a puertos de su marina, el poder militar chino ha estado prácticamente ausente del Mediterráneo Oriental. Pero antes o después, China podría sentir la necesidad de proporcionar seguridad a su cada vez más tupida red de intereses, por lo que su presencia naval en el Mediterráneo podría hacerse habitual. China ya está construyendo

---

<sup>108</sup> Para más detalle, ver SÁNCHEZ TAPIA, Felipe. «El dragón y la media luna: una aproximación a la presencia de China en Oriente Medio». Documento de Análisis IEEE 16/2019. Disponible en [http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_analisis/2019/DIEEEA16\\_2019FELSAN-ChinaOM.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2019/DIEEEA16_2019FELSAN-ChinaOM.pdf).

<sup>109</sup> «Chinese consortium buys into Turkish port with USD 940 million investmen». Nota de prensa de Invest in Turkey de 28 de septiembre de 2015. Disponible en <http://www.invest.gov.tr/en-US/infocenter/news/Pages/280915-cosco-pacific-buys-turkish-kumport.aspx>. Consultado en enero de 2020.

<sup>110</sup> GEORGIPOULOS, Georg. «China's Cosco acquires 51 pct stake in Greece's Piraeus Por». *Reuters*. 10 de agosto de 2016. Disponible en <https://www.reuters.com/article/greece-privatisation-port-idUSL8N1AR252>. Consultado en enero de 2020.

<sup>111</sup> HAREL, Amos. «Israel Is Giving China the Keys to Its Largest Port – and the U.S. Navy May Abandon Israel». *Haaretz*. 17 de septiembre de 2018. Disponible en <https://www.haaretz.com/us-news/.premium-israel-is-giving-china-the-keys-to-its-largest-port-and-the-u-s-navy-may-abandon-israel-1.6470527>. Consultado en enero de 2020.

<sup>112</sup> ABRAMS, Elliott. «What's behind Israel's growing ties with China?». *Council on Foreign Relations*. 21 de junio de 2018. Disponible en <https://www.cfr.org/expert-brief/whats-behind-israels-growing-ties-china>. Consultado en enero de 2020.

<sup>113</sup> WOOD, Davis. «Egypt Loves China's Deep Pockets». *Foreign Policy*. 28 de agosto de 2018.

una base en Yibuti<sup>114</sup>, desde donde podrá fácilmente proyectar la fuerza naval con capacidad oceánica que está poniendo a punto, para lo que ya dispone de un portaviones en su inventario<sup>115</sup>, estando en construcción al menos dos o tres más<sup>116</sup>.

## Estados Unidos

Tampoco EE. UU. ha permanecido indiferente a los acontecimientos en el MEDOR. En abril de 2019 y en el contexto de unas relaciones turco-estadounidenses considerablemente deterioradas por diferentes cuestiones, los senadores Bob Méndez (D) y Marco Rubio (R) presentaban una iniciativa legislativa en la que, entre otras consideraciones, proponen no solo el refuerzo del dialogo estratégico con la RdC, Grecia e Israel, sino la imposición de sanciones a Turquía, además del incremento de su presencia militar en aguas del Mediterráneo y la creación de un Centro Conjunto EE. UU.-MEDOR para la energía al objeto de desarrollar la cooperación en esta materia<sup>117</sup>.

Esta iniciativa no deja de ser un proyecto que aún debe superar un largo proceso hasta convertirse en ley, si es que finalmente lo hace. Pero la actividad reciente de la diplomacia norteamericana confirma la tendencia. Durante la visita del secretario de Estado Mike Pompeo a Grecia (5-7 de octubre de 2019)<sup>118</sup> ambos países firmaron un protocolo de ampliación del acuerdo de cooperación mutua en materia de defensa que incluye una mayor presencia militar estadounidense en el país (base naval de Souda, Creta, y base aérea de Larisa) y la posibilidad de empleo del puerto de Alejandrópolis.

---

<sup>114</sup> Aunque esta base tendría capacidad para el atraque de cualquiera de los buques de su flota, más que una base en la que China pretenda estacionar fuerza militar, constituye una base de apoyo logístico a su limitado despliegue militar en la región y en África.

<sup>115</sup> El *Liaoning*, de origen ruso. Balance Militar 2019.

<sup>116</sup> «The Secret of China's Aircraft Carriers». *The National Interest*. 28 de noviembre de 2019. Disponible en <https://nationalinterest.org/blog/buzz/secret-chinas-aircraft-carriers-100852>. Consultado en enero de 2020.

<sup>117</sup> «H.R.2913 - Eastern Mediterranean Security and Energy Partnership Act of 2019». Disponible en <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/2913/text>. Consultado en noviembre de 2019.

<sup>118</sup> «Joint Statement Regarding the Second United States-Greece Strategic Dialogue 2019». US Department of State. 7 de octubre de 2019. Disponible en <https://www.state.gov/joint-statement-regarding-the-second-united-states-greece-strategic-dialogue-2019/>. Consultado en diciembre de 2019.

Este acuerdo, en cuya conclusión el incremento de la tensión en el MEDOR ha tenido un peso considerable, tiene profundas implicaciones estratégicas, pues marca sin género de dudas el alineamiento de EE. UU. en esta parte del Mediterráneo en armonía con sus intereses globales. Nótese que, siendo la contención de China y Rusia los objetivos prioritarios de la Estrategia Nacional de Seguridad de los EE. UU., su postura en el MEDOR debe en primera instancia contribuir a ese propósito. De esta manera, el refuerzo de sus relaciones con Grecia y Chipre, además de satisfacer intereses de sus grandes corporaciones en materia energética, garantiza una presencia militar reforzada en el área y asegura los accesos vía terrestre (desde Grecia) a países que son clave en la contención de Rusia en el escenario europeo, como son Rumanía, Hungría y, más al norte, Polonia.

La presencia militar norteamericana en la zona puede ser necesaria, igualmente, para ejercer la contención sobre Irán que prevé su estrategia de seguridad. Irán expande su influencia por estas costas a través de sus aliados en Líbano (Hezbollah) y el régimen sirio, tratando de establecer un corredor que enlace su territorio con las costas mediterráneas a través de Iraq y Siria. En este último país, Irán ha sentado las bases para un posicionamiento estratégico en sus costas firmando un acuerdo de *leasing* de la terminal de contenedores del puerto de Latakia, desde donde podría directamente amenazar intereses israelíes y norteamericanos<sup>119</sup>.

Las actuaciones estadounidenses en la región no se producen, no obstante, a coste cero y, consecuencia de lo anterior, sus relaciones con Turquía, socio igualmente clave en su estrategia de contención no solo en Europa sino también en Oriente Medio, se ven seriamente afectadas.

#### Francia y Reino Unido

Las potencias europeas, cuyas empresas participan de la explotación de los recursos, como ya hemos visto, se encuentran igualmente presentes en la región. Francia, que se ha posicionado inequívocamente en apoyo de la asociación formada

<sup>119</sup> «Iran to lease Syrian container port of Latakia». *PortsEurope*. 8 de abril de 2019. Disponible en <https://www.portseurope.com/iran-to-lease-syrian-container-port-of-latakia/>. Consultado en enero de 2020.

por Grecia, Chipre, Israel y Egipto<sup>120</sup>, ha mantenido tradicionalmente fuerzas navales permanentes en estas aguas<sup>121</sup>. Más recientemente, además, Chipre ha garantizado a Francia el uso de su base naval de Evangelos Florakis, a cuyo fin está siendo actualmente ampliada<sup>122</sup>. Para dejar constancia de esta relación privilegiada, la marina francesa lleva acabo de cuando en cuando algún ejercicio naval con las marinas egipcia, griega y chipriota<sup>123</sup>. Y en cuanto al Reino Unido, ya se ha mencionado la existencia y presencia militar permanente en sus dos bases militares «de soberanía».

## Conclusiones

La última década ha sido testigo de cambios significativos en la geopolítica de una región que, como el Mediterráneo Oriental, tradicionalmente ha sido escenario de la competitividad de las potencias regionales y globales. Los descubrimientos de yacimientos de gas en aguas de Chipre, Israel y Egipto en cantidades significativas, especialmente en estos dos últimos, han creado expectativas en estos países no solo de alcanzar la independencia energética, sino de obtener sustanciosos beneficios de la exportación de unos recursos que, aún en plena transición ecológica, es previsible continúen siendo demandados a gran escala en las décadas venideras.

Lanzados a la búsqueda de estos potenciales recursos, los países ribereños se han encontrado con un factor de conflictividad añadido que se superpone a unas relaciones geopolíticas de por sí complicadas por razones históricas, agudizando viejas

<sup>120</sup> «Meeting of the Foreign Ministers of Egypt, France, Cyprus and Greece - Final Communiqué (Cairo, 8 January 2020)». Ministerio de Asuntos Exteriores de la República Francesa. Disponible en <https://www.diplomatie.gouv.fr/en/country-files/cyprus/news/article/meeting-of-the-foreign-ministers-of-egypt-france-cyprus-and-greece-final>. Consultado en enero de 2020.

<sup>121</sup> «Marine Nationale, Opérations permanentes». Disponible en <https://www.defense.gouv.fr/marine/missions3/operations-permanentes/operations-permanentes>. Consultado en enero de 2020.

<sup>122</sup> «Cyprus plans Mari naval base expansion to host French Navy ships». *NAVAL NEWS*. 23 de mayo de 2019. Disponible en <https://www.navalnews.com/naval-news/2019/05/cyprus-plans-mari-naval-base-expansion-to-host-french-navy-ships/>. Consultado en enero de 2020.

<sup>123</sup> «France, Italy and Cyprus to Conduct Joint Naval Exercises in Eastern Mediterranean». *Greek Reporter*. 11 de diciembre de 2019. Disponible en <https://greece.greekreporter.com/2019/12/11/france-italy-and-cyprus-to-conduct-joint-naval-exercises-in-eastern-mediterranean/>. Consultado en enero de 2020.

rivalidades. De esta manera, los conflictos existentes entre Turquía y Grecia en el Egeo; entre comunidades en la isla de Chipre, con consecuencias que se dejan notar no solo dentro de la isla, sino en las relaciones entre Grecia y Turquía y, de forma extensiva, en las relaciones entre Turquía y la UE; entre Israel y el Líbano; y entre israelíes y palestinos, por señalar los más evidentes, han pasado a incorporar la dimensión energética como uno de los factores que, imperativamente, influyen en su desarrollo y, consecuentemente, deben ser tenidos en cuenta para su resolución.

La explotación de estos recursos ha fomentado la cooperación entre los países que comparten intereses, como son Grecia, Chipre, Israel y Egipto, que han creado mecanismos y foros de cooperación que gozan del apoyo de la UE y de los EE. UU., como el Foro Gasístico del Mediterráneo Oriental o el consorcio para la construcción del gasoducto EASTMED. Pero el alcance de estas estructuras es limitado. En primer lugar porque la vinculación que establece entre los países que participan en ellos es de carácter débil, lejos de los compromisos que alianzas formales exigen. Y, en segundo lugar, porque quienes han quedado fuera los juzgan no solo excluyentes, sino articulados en contra de sus intereses.

Turquía se perfila como la potencia regional en mayor medida perjudicada por estos desarrollos, viéndose impelida a demostrar que, sea cual sea la evolución de acontecimientos, sus intereses deben ser considerados. No puede descartarse que para minar la cohesión de la UE utilice recursos a su alcance, como la gestión de los flujos migratorios procedentes de los conflictos en su vecindad. Pero, dada su superioridad naval, es previsible que, además, tienda a apoyar su política exterior con un recurrente uso de la fuerza militar.

El temor a verse enfrentados a hechos consumados y a perder la iniciativa está llevando a estos países a acometer, en la medida de sus posibilidades, programas de modernización y mejora de las capacidades militares que les permiten proyectar poder a distancia de sus costas, en especial marinas y fuerzas aéreas, lo que se refleja en una creciente militarización de esta zona del Mediterráneo que está dando lugar a un inquietante incremento de enfrentamientos e incidentes, de momento de carácter limitado, pero que presentan cierto potencial de escalada.

Las grandes potencias con alcance global no permanecen ajenas a los acontecimientos que tienen lugar en esta parte del mundo.



Movida por razones relacionadas con su propia seguridad y por intereses energéticos, Rusia desarrolla en la zona una política exterior pragmática que, evitando el aventurismo, no desperdicia oportunidades. De forma remarcable Rusia ha conseguido establecerse firmemente en la región, manteniendo relaciones fluidas con prácticamente todos los actores regionales y convirtiéndose en la potencia con quien resulta imprescindible tratar. Su penetración en la explotación de estos hidrocarburos ha sido hasta la fecha limitada, en gran parte debido a que las opciones de exportación desde Israel, Egipto y, en un futuro, Chipre, hacia los mercados europeos distan de ser, por el momento, una amenaza seria a su posición dominante como principal exportador de gas a Europa.

China también ha irrumpido en el Mediterráneo con su iniciativa de la Franja y la Ruta, y aunque su presencia militar es por el momento prácticamente inexistente no puede excluirse que en el futuro se vea obligada a recurrir a ella para proteger sus cada vez mayores intereses.

Los intereses de EE. UU., que cuenta con una considerable presencia militar en el Mediterráneo, se vislumbran con menos claridad. Por un lado pretende contener la expansión de sus potencias rivales, Rusia y China, en primera instancia, e Irán, en segundo lugar, para lo que necesitaría la cooperación de Turquía. Pero esto entra en contradicción con los intereses de sus grandes corporaciones, que participan activamente en la explotación de los recursos energéticos en aguas de Egipto, Israel y Chipre, con quienes mantiene, o trata de mantener, relaciones de carácter prioritario. A su vez, las relaciones bilaterales con Turquía no pasan por su mejor momento, lo que ha ocasionado un acercamiento entre Turquía y Rusia. Esta situación en nada beneficia a EE. UU., que, antes o después, podría verse en la necesidad de equilibrar sus relaciones con Turquía.

Tanto las dinámicas regionales como las globales están haciendo del Mediterráneo Oriental una región de creciente inestabilidad en la que el potencial militar presente no deja de aumentar. No es de extrañar que el clásico recurso al uso de la fuerza como *última ratio regis* sea cada vez más habitual. Las actuales estructuras de cooperación se muestran insuficientes para gestionar la creciente conflictividad, que difícilmente podrá limitarse si no se establecen nuevas arquitecturas de seguridad que involucren a todos los Estados de la región de manera inclusiva. Foros de diálogo equiparables a la Organización de Seguridad y Cooperación en Europa

(OSCE) en el ámbito de la seguridad europea y que jugó un papel fundamental durante la guerra fría, o, la iniciativa de diálogo 5+5 que agrupa a países de las riberas norte y sur del Mediterráneo Occidental (España, Francia, Portugal, Italia y Malta, por lado europeo, y Marruecos, Mauritania, Argelia, Túnez y Libia, por lado africano) pueden servir de modelo a tal fin.

Las aguas del Mediterráneo Oriental comienzan a agitarse de manera preocupante, presagio de una tormenta que se avecina. Pero, afortunadamente, el futuro no está escrito. En esta ocasión no son las fuerzas de la naturaleza quienes causan las turbulencias, y en la mano del hombre está calmar las aguas. Veremos si hay voluntad de hacerlo.



## Capítulo tercero

### La seguridad de los sistemas eléctricos europeos

*Alberto Carbajo Josa*

#### Resumen

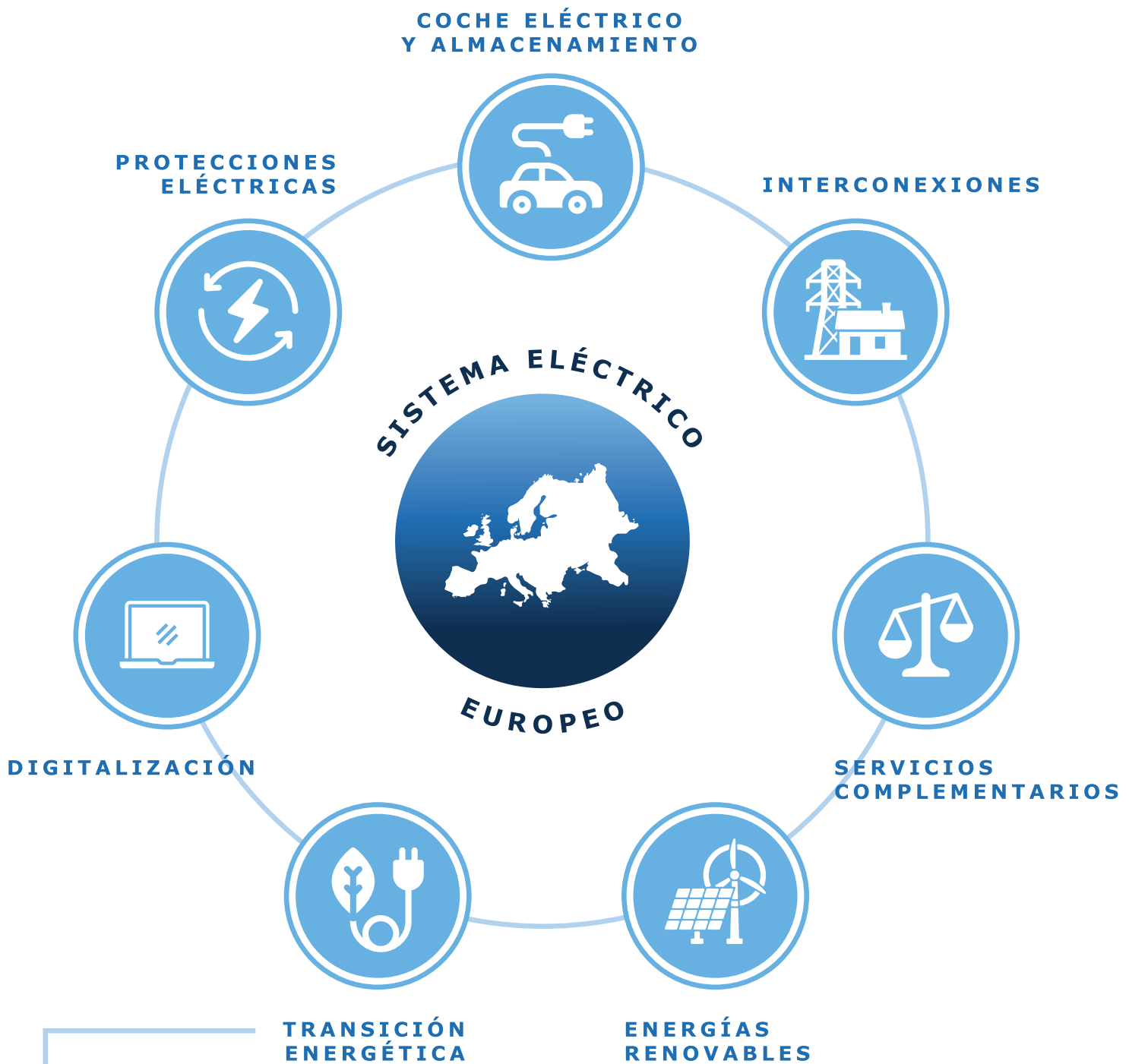
La electricidad como tal no se puede almacenar, por eso hay que producir la misma cantidad que se consume y mantener un equilibrio en forma dinámica entre generación y demanda. En el reto del cambio climático, dada la mayor responsabilidad del sector energético, en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero, debe procederse a un cambio de modelo energético. Afortunadamente los avances tecnológicos de las instalaciones de producción eléctrica con fuentes de energía renovable posibilitan esta transición energética. Sin embargo, su producción es aleatoria e imprevisible por lo que se precisa los servicios complementarios, para mantener el equilibrio mencionado y mantener la seguridad de suministro. Las fuentes de energías renovables se encuentran dispersas por el territorio por lo que habrá que desplegar redes que permitan la recolección de esta energía y el dotar al productor y al consumidor de un papel más activo en el suministro. Los avances tecnológicos de las comunicaciones, con equipos que reflejan la digitalización de vanguardia y dispositivos con redes inteligentes con un doble flujo de energía e información, serán la base sobre la cual se asentarán las decisiones de los consumidores. Los avances en digitalización y el incremento

de información facilitan este proceso, pero uno de los grandes riesgos a los se enfrenta la digitalización es la ciberseguridad en materia de protección de la información y vulnerabilidad de la infraestructura crítica ya que hablamos de una posible afectación a los servicios esenciales a la ciudadanía. Dejar sin luz durante unas pocas horas a una región o incluso un país es algo que, sin duda, tiene grandes repercusiones. El cibercrimen pretende atacar las infraestructuras críticas de organizaciones y Estados, debiendo abordar por éstos, costosos procesos de ciberseguridad.

## Abstract

*Electricity as such cannot be stored, that is why it is necessary to produce the same quantity as is consumed and keep a dynamic balance between generation and demand. A change in the energy model must be accomplished, as part of the climate change challenge, in view of the energy sector's larger responsibility for greenhouse gas emissions. Fortunately, technological breakthroughs affecting electricity production facilities using renewable energy sources make this energy transition possible. However, its production is random and unpredictable, so supplementary services are required to keep the aforementioned balance and guarantee the supply's security. Renewable energy sources are scattered throughout the land, so networks will have to be laid that enable this energy to be collected, providing the producer and the consumer with a more active role in the supply. Technological breakthroughs in communications, with equipment that features state-of-the-art digitalisation and smart network devices with a dual flow of energy and information, will constitute the basis on which the consumers' decisions are made. Digitalisation breakthroughs and an increase in the information available make this process easier, but one of the major risks faced by digitalisation is cybersecurity in matters concerning data protection and vulnerabilities affecting critical infrastructure, because we are talking about the possibility of citizens' essential services being affected. Leaving a region, or even a whole country, without electricity for just a few hours undoubtedly has serious consequences. Cybercrime attempts to attack the critical infrastructures of organisations and States, which these then have to face through costly cybersecurity processes.*

# OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EUROPEO



**DESCARBONIZACIÓN**  
ELIMINACIÓN DEL CO<sub>2</sub> RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN

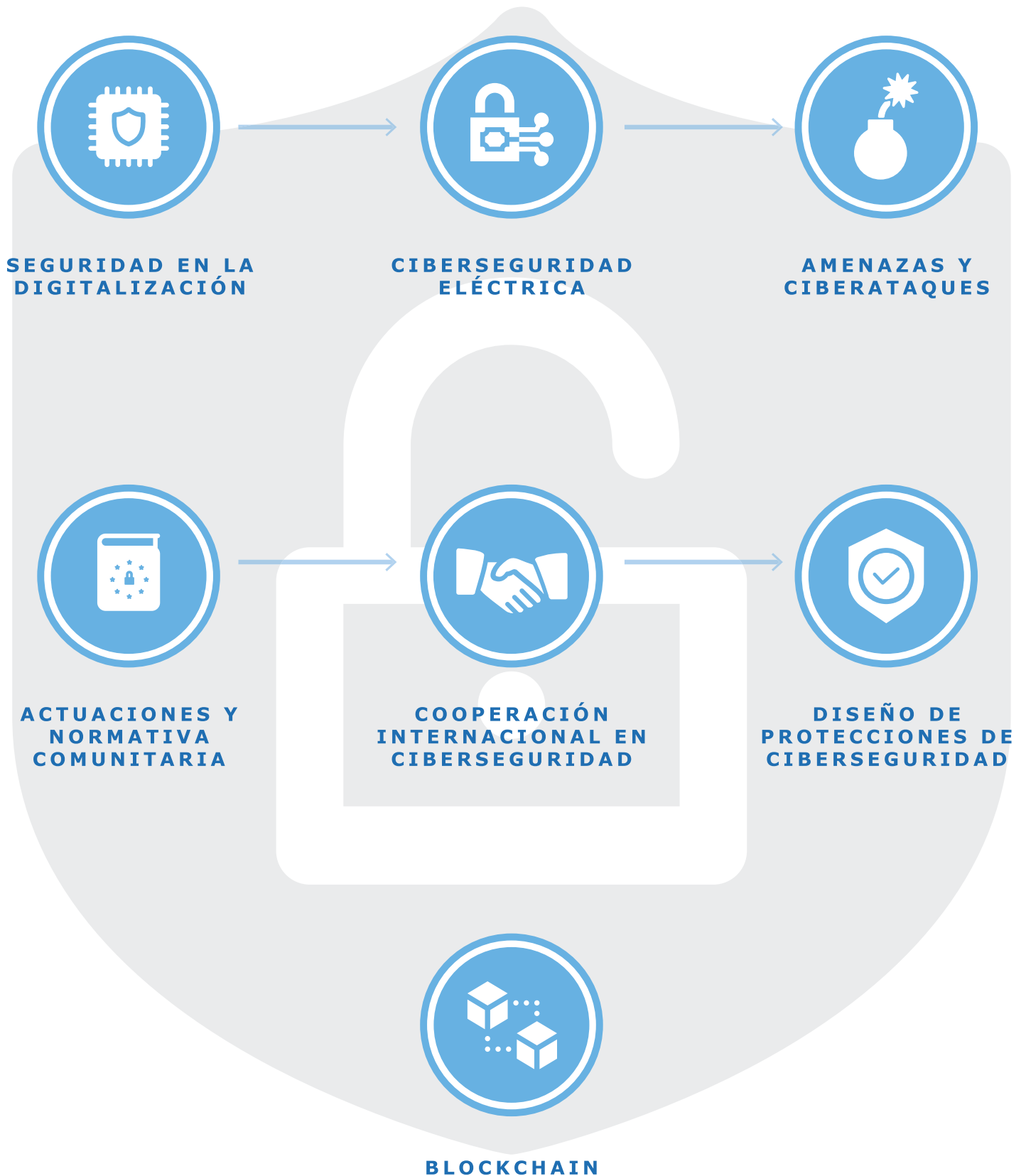


**DISTRIBUCIÓN**  
LA ENERGÍA RENOVABLE ESTÁ DISTRIBUIDA POR EL TERRITORIO



**DIGITALIZACIÓN**  
FACILITA EL DESARROLLO DE LAS RENOVABLES, A LA VEZ QUE REPRESENTA RIESGOS

# LOS RIESGOS CIBERNÉTICOS Y LA MITIGACIÓN DE LOS MISMOS







## Primera parte

### La seguridad del sector eléctrico en España

#### Introducción

En nuestra sociedad cada día más «electrificada», la garantía y fiabilidad del suministro eléctrico es un factor clave para el correcto funcionamiento de la misma. La interrupción del suministro eléctrico tiene un elevado coste económico y social y prueba de ello son las consecuencias de los últimos «apagones» registrados en grandes urbes.

La sociedad actual demanda índices de calidad de suministro cada vez más elevados, si bien es necesario valorar esto también desde el punto de vista económico y encontrar el óptimo entre la calidad de suministro y el coste económico, que en última instancia siempre repercute en los propios ciudadanos, por ello, hay que gestionar adecuadamente el binomio coste-fiabilidad.

El sistema eléctrico europeo es un sistema maduro y fiable, en el que son escasos los grandes incidentes, pero para ello, la garantía de suministro debe ser planificada y gestionada por las autoridades competentes en el largo, medio y corto plazo con adecuadas políticas energéticas que conlleven un suficiente plan de inversiones: la incorporación masiva de energía renovable en el sistema, cuyas fuentes primarias de energía no son gestionables por su alta variabilidad y su difícil previsión, es un factor de riesgo adicional al que tienen que hacer frente hoy en día los operadores del sistema; la moratoria nuclear alemana, consecuencia del incidente de la central nuclear de Fukushima, que conllevará el cierre de más de 8.000 MW de centrales nucleares, será sin duda un reto para el sistema eléctrico alemán que puede repercutir en su garantía de suministro y por tanto en el suministro eléctrico europeo; las medidas de ahorro energético y las actuaciones en el ámbito de la gestión de la demanda son actuaciones que mejorarán los márgenes de cobertura y, por ello, implicarán una mejora en los índices de garantía de suministro.

La disminución del margen de cobertura en el sistema no solo redundará en una disminución de la fiabilidad de suministro, sino también en un encarecimiento de la producción en el mercado eléctrico, al tener que disponer de las centrales más caras para cubrir las puntas de demanda.

La electricidad no es un bien almacenable (no al menos «a gran escala» y, de momento, no de forma económicamente viable). Eso implica que se necesite sobrecapacidad (necesitamos tener más capacidad de generar electricidad que consumo pico) y que su gestión se tenga que realizar en tiempo real (generación = consumo).

Esto supone que para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico debe existir un equilibrio dinámico y permanente entre producción y consumo. Cualquier desequilibrio entre demanda y generación se traduce en un desvío de frecuencia respecto a su valor nominal, -50 Hz en Europa. Este desvío es tanto mayor cuanto mayor sea el desequilibrio generación-demanda y menor sea la inercia del sistema.

La electricidad se negocia en un mercado donde, diariamente y para cada hora, los generadores presentan ofertas de venta en el mercado eléctrico y los consumidores ofertas de compra. Este mercado es gestionado por el operador del mercado, en España, «OMIE» (Operador del Mercado Ibérico, polo español). El mercado tiene una sesión diaria, seis interdiarias y un intradiario continuo que funciona de forma similar a la bolsa de valores. En la sesión diaria, se negocia la mayor parte de la energía, mientras que, en las subastas intradiarias, se ajustan algunas cantidades programadas una vez ya fijado el mercado diario. Ambos tipos de sesión funcionan de forma similar. En el mercado eléctrico diario, los generadores (hidráulica, nuclear, térmica, renovables) presentan diariamente sus ofertas de venta para cada una de las horas del día siguiente. A su vez, comercializadoras y grandes consumidores (domésticos e industriales) presentan sus ofertas de compra, es decir, la energía que prevén consumir en cada una de esas horas. La capacidad de las interconexiones internacionales también se incluye como una variable más del mercado. Si nuestra energía es más cara que la francesa o la marroquí, importamos; si es más barata, exportamos.

De forma horaria, el operador del mercado OMIE ordena las ofertas de generación de menor a mayor según el precio de venta (oferta) y de mayor a menor según el precio de compra (demanda). El precio de la electricidad y la cantidad de energía que va a vender y/o comprar cada uno de los agentes se determina a partir de un punto de equilibrio entre la oferta y la demanda. El encargado de calcular ese punto de equilibrio para cada una de las horas del día siguiente y teniendo en cuenta todas las variables

(incluyendo interconexiones con el resto de mercados europeos) es un algoritmo llamado EUPHEMIA. Como dato importante cabe resaltar que el mercado eléctrico es un mercado marginalista, es decir, independientemente del precio al que haya ofertado un productor, éste recibirá el precio del último productor que haya entrado en el mercado.

Este sistema, desde el punto de vista físico, funciona en tiempo real mediante un principio de solidaridad que las leyes físicas imponen entre los diferentes subsistemas —países— que lo componen, minimizando la repercusión de los posibles incidentes al apoyarse mutuamente entre ellos. En todo este sistema síncrono el valor de la frecuencia es el mismo.

Ante un incidente eléctrico, los generadores síncronos de todos los países vecinos reaccionan, automáticamente, modificando su producción para compensar las variaciones sufridas en el país donde tuvo lugar el incidente. Transcurrido un tiempo establecido corresponde a las instalaciones de este país asegurar, nuevamente, el equilibrio de generación – demanda.

### Los servicios de ajuste y servicios complementarios

Para mantener el equilibrio citado, que puede verse alterado por variaciones en el sistema de producción o en el consumo, en la operación del sistema eléctrico, en cada momento, se dispone de las resoluciones de las restricciones técnicas (se producen por las limitaciones técnicas del sistema que no hacen factible el programa de casación obtenido en el mercado eléctrico) y de los servicios complementarios, todo ello comporta lo que se llama los servicios de ajuste.

Los servicios complementarios, gestionados por el operador del sistema, tienen por finalidad adaptar los programas de producción resultantes de la contratación de energía para garantizar el cumplimiento de las condiciones de calidad y seguridad requeridas para el suministro de energía eléctrica.

Los procedimientos de operación, que son resoluciones administrativas, recogen respectivamente las características de los servicios complementarios de regulación primaria, secundaria y terciaria en el sistema eléctrico, que se diferencian entre otras cuestiones en los distintos periodos de tiempo de actuación, que consiguen mantener ese equilibrio y por tanto el valor de la frecuencia.

En España, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1454/2005, los servicios de ajuste del sistema están constituidos por: la resolución de restricciones técnicas, identificadas en los programas resultantes de la contratación bilateral física y los mercados de producción (diario e intradiario), así como todas aquellas restricciones técnicas que puedan presentarse durante la propia operación en tiempo real, y por los servicios complementarios, que son aquellos servicios necesarios para asegurar el suministro de energía eléctrica en las condiciones de seguridad, calidad y fiabilidad requeridas y que se clasifican en:

- los asociados a la regulación frecuencia-potencia (reserva primaria, secundaria y terciaria),
- el control de tensión de la red de transporte,
- la reposición del servicio post incidente.

El proceso de gestión de los desvíos entre generación y consumo, como medio imprescindible para garantizar el equilibrio entre la producción y la demanda, debe asegurar la disponibilidad en todo momento de las reservas de regulación requeridas. En términos económicos, el conjunto de servicios de ajuste del sistema tiene una incidencia muy reducida sobre el coste del suministro eléctrico, sin embargo, como ya se ha comentado, son vitales para garantizar la seguridad y la calidad del suministro eléctrico.

#### Regulación primaria

Tiene por objeto la corrección automática de los desequilibrios instantáneos que se producen entre la generación y el consumo. La regulación primaria es aportada por los reguladores de velocidad con los que están equipados los generadores. Su horizonte temporal de actuación alcanza hasta los 30 segundos. Es un servicio complementario de carácter obligatorio y no retribuido de forma explícita.

La regulación primaria de los grupos generadores debe permitir establecer un estatismo en su regulador de manera que puedan variar su carga en un 1,5 % de la potencia nominal. La variación de potencia resultante debe realizarse en quince segundos ante perturbaciones que provoquen desvíos de frecuencia inferiores a 100 megaherziops (mHz) y linealmente entre quince y treinta segundos para desvíos de frecuencia entre 100 y 200 mHz. La insensibilidad de los reguladores de los grupos debe ser inferior a  $\pm 10$  mHz y la banda muerta voluntaria nula (ver figura 1).

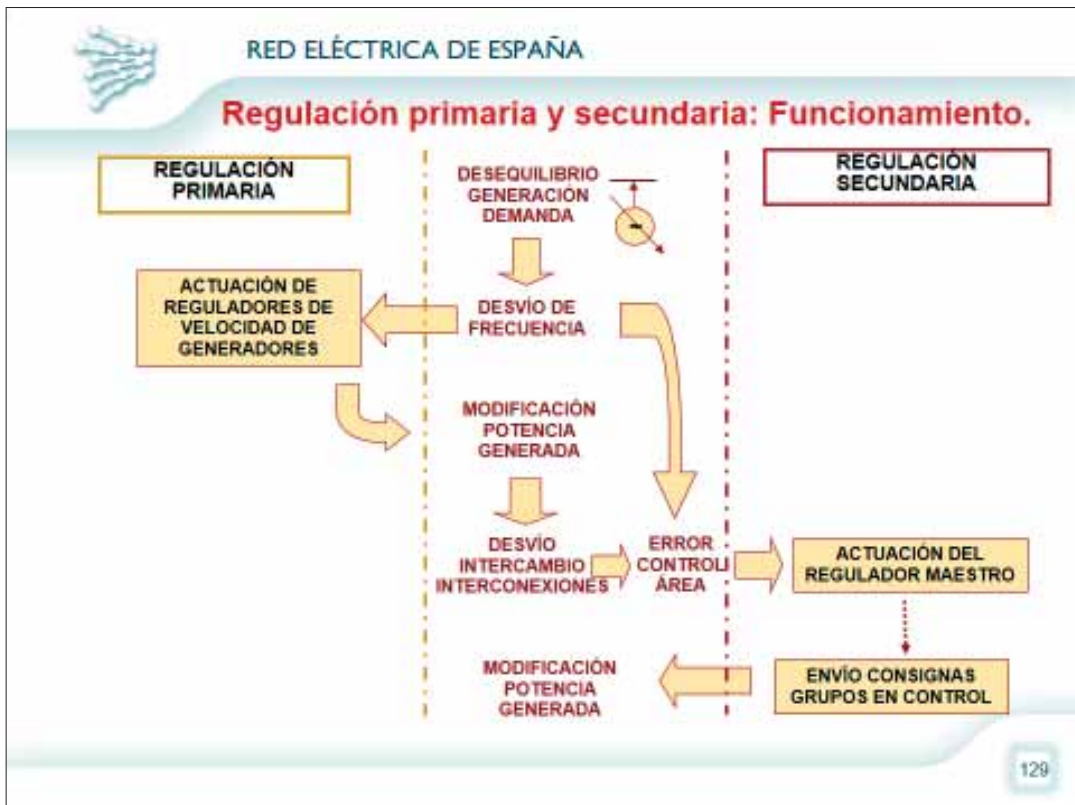


Figura 1. Funcionamiento de la regulación primaria y secundaria.

## Regulación secundaria

Tiene por objeto el mantenimiento del equilibrio generación-consumo, corrigiendo los desvíos respecto a los programas de intercambio previstos en la interconexión entre España y Francia, y las desviaciones de la frecuencia, respecto al valor de consigna establecido. Es un servicio complementario de regulación frecuencia-potencia centralizado que actúa entre los 20 segundos y 15 minutos del desbalance. En este punto los «generadores» ya no hacen «la guerra por su cuenta» como en la regulación primaria, sino que la consigna de regulación es calculada por un sistema central llamado RCP (regulación compartida peninsular) gestionado por Red Eléctrica SAU, que tiene como misión mantener la frecuencia objetivo de la red y los intercambios de energía programados en las interconexiones internacionales con otros países.

La regulación secundaria es aportada por los generadores, cuyas ofertas son seleccionadas mediante mecanismos competitivos. La consigna de regulación necesaria a nivel peninsular para ajustar la frecuencia y el balance con Francia y Portugal se reparte en diferentes valores (CRR en la figura 2) entre diferentes agrupa-

ciones de productores dentro de lo que se denominan zonas de regulación (AGC en la figura 2). Cada zona está constituida por una agrupación de centrales con capacidad de prestar el servicio de regulación secundaria. Las zonas son comandadas por el regulador maestro del operador del sistema, denominado RCP. Cada una de estas zonas reparte a su vez la consigna de regulación del regulador maestro para cumplir con las solicitudes en el tiempo requerido. El requerimiento de respuesta dinámica de cada zona de regulación es el correspondiente a una constante de tiempo de 100 seg. La demanda, por el momento, no participa en este servicio.

El día anterior al suministro y tras el mercado diario y el proceso de restricciones técnicas, los productores habilitados ofertan su banda de fluctuación de potencia disponible, obteniendo una retribución por ella. El coste de la provisión de la banda de regulación secundaria recae sobre la demanda y es uno de los principales costes de los servicios de ajuste del sistema. El uso de esa potencia que se utiliza lo pagan la demanda y generadores que causan la necesidad por desviarse respecto a lo programado en el mercado. El servicio de regulación secundaria es complementario de carácter potestativo, retribuido por dos conceptos: disponibilidad (banda) y utilización (energía).

#### Disponibilidad o banda de regulación

Cada día, el operador del sistema publica los requerimientos de reserva de regulación secundaria, tanto a subir como a bajar, para la programación del día siguiente. Los productores ofertan una banda de regulación para cada unidad de programación habilitada para la prestación de este servicio complementario. Se asignan las ofertas, aplicando criterios de mínimo coste, hasta cubrir los requerimientos, estableciéndose un precio marginal de banda en cada hora.

#### Energía utilizada de regulación secundaria

El uso de esa potencia también se le retribuye al productor. La utilización de energía de regulación secundaria se realiza, de forma automática, basándose en la asignación de banda establecida por el del el día anterior a través del correspondiente mercado.

La energía de regulación secundaria utilizada como consecuencia del seguimiento en tiempo real de los requerimientos de regula-

ción se valora, al precio marginal de la energía de regulación terciaria que hubiera sido necesario programar en cada hora, tanto a subir como a bajar, para sustituir a la energía.

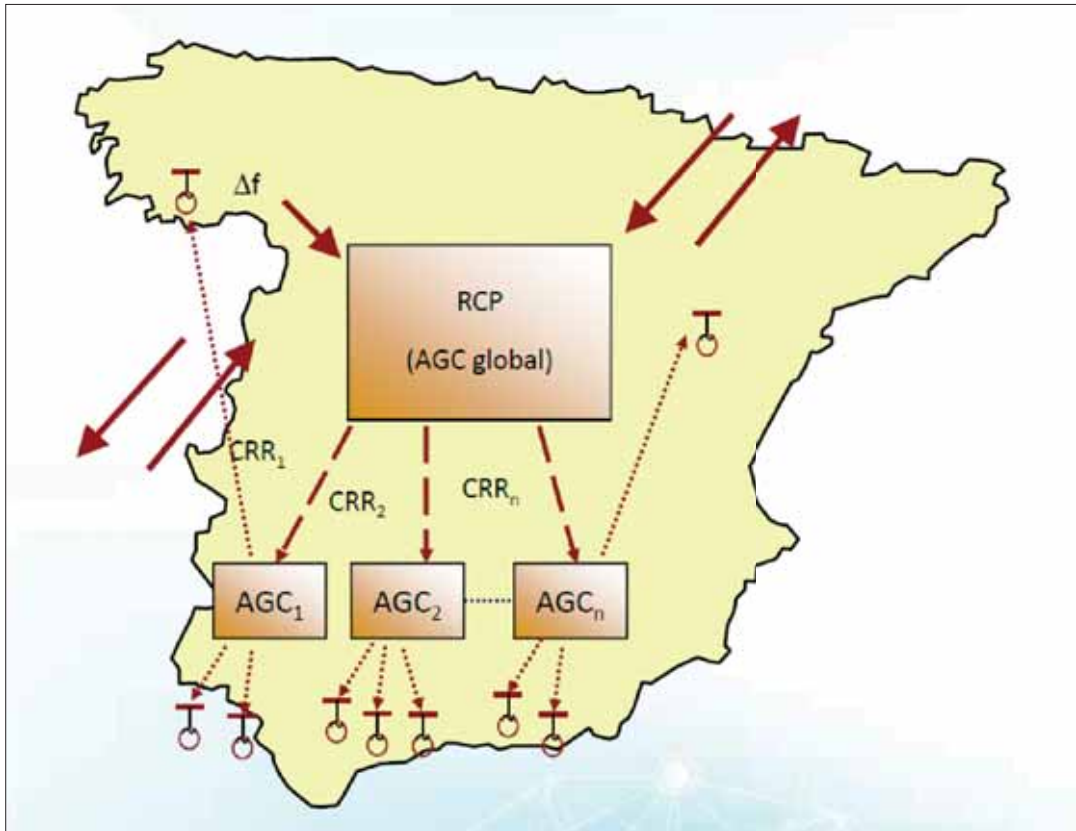


Figura 2. Regulación compartida peninsular.

Cabe destacar, dentro de la apuesta de la Unión Europea por la integración real y efectiva de mercados y la implantación del mercado único europeo, que se está trabajando muy activamente dentro de las organizaciones europeas de reguladores —ACER— y Operadores del Sistema —ENTSO-E— en el establecimiento de mecanismos transfronterizos de energías de balance y reserva entre los Estados miembros que redunden en un mercado eléctrico más competitivo. Los servicios transfronterizos de balance permitirán, entre otras cosas, una mayor y más segura integración de energías renovables.

#### Regulación terciaria

Tiene por objeto la restitución de la reserva de regulación secundaria que haya sido utilizada. Es aportada mediante la actuación manual de subida o bajada de potencia de las centrales de generación o de consumo de bombeo que la oferten al menor precio,



en el caso de energía a subir, o a un mayor precio de recompra en el caso de energía a bajar. La reserva terciaria se define como la variación máxima de potencia que puede efectuar una unidad de producción o de consumo de bombeo en un tiempo no superior a 15 minutos, y que puede ser mantenida durante, al menos, 2 horas. La regulación terciaria es un servicio complementario de oferta obligatoria y retribuido a través del correspondiente mercado de operación. En caso de resultar necesario, se asigna el servicio de regulación terciaria con base en las ofertas enviadas a tal fin por las unidades de producción; el precio del servicio es fijado por la última oferta asignada en cada dirección, subir y bajar, en cada hora.

### Gestión de desvíos

Tiene por objeto resolver los desvíos entre generación y consumo que pudieran aparecer con posterioridad al cierre de cada sesión del mercado intradiario y hasta el inicio del horizonte de efectividad de la siguiente sesión.

La gestión de desvíos cumple una función de nexo entre la regulación terciaria, y los mercados intradiarios, dotando al operador del sistema de un mecanismo de mayor flexibilidad para poder solventar los desequilibrios entre generación y demanda, sin poner en riesgo la disponibilidad de las reservas de regulación secundaria y terciaria requeridas. Para ello, antes de cada hora se evalúan los desvíos comunicados y/o previstos en el horizonte hasta la próxima sesión del mercado intradiario y, en caso de identificarse desvíos de magnitud superior a 300 MWh, mantenidos varias horas, se convoca el correspondiente mercado de gestión de desvíos.

La asignación se basa en las ofertas de incremento y reducción de generación y de consumo de bombeo presentadas a dicha convocatoria. La valoración de las modificaciones programadas para la resolución de los desvíos se realiza al precio marginal de las ofertas asignadas en cada periodo horario.

### Control de tensión de la red de transporte

Tiene por objeto garantizar el adecuado control de la tensión en los nudos de la red de transporte, de forma que la operación del sistema se realice en las condiciones de seguridad y fiabilidad requeridas, el suministro de energía a los consumidores finales

se efectúe con los niveles de calidad exigibles y las unidades de producción puedan funcionar en las condiciones establecidas para su operación normal. Son proveedores de este servicio complementario los grupos generadores, de potencia neta no inferior a 30 MW y con conexión directa, o a través de línea dedicada, a nudos de la red de transporte, las empresas transportistas, los consumidores cualificados no acogidos a tarifa, con potencia contratada no inferior a 15 MW y conectados directamente a la red de transporte, y los gestores de las redes de distribución.

#### Reposición del servicio

Tiene por objeto reponer el suministro en caso de una perturbación de ámbito nacional o regional. Se basa en la capacidad que tienen determinados grupos generadores para arrancar sin alimentación exterior en un tiempo determinado tras un cero de tensión general en la instalación y mantenerse generando de forma estable durante el proceso de reposición del servicio, o bien de mantenerse en funcionamiento en isla sobre sus servicios auxiliares, preparados para servir de punto de envío de tensión y energización tras la perturbación. Este servicio complementario está aún en fase de desarrollo.

Recientemente, ocho operadores de sistemas eléctricos (TSO) europeos han lanzado la plataforma europea de energías de balance TERRE que permite gestionar de forma coordinada en el ámbito europeo el equilibrio entre la generación y la demanda de electricidad, tras los ajustes de los programas en el mercado intradiario.

Esta plataforma apoyada en las interconexiones internacionales, permitirá una gestión aún más eficiente de las energías de balance, al sustituir los mercados nacionales de balance y los mecanismos bilaterales de intercambio de energías de balance entre sistemas interconectados vecinos, por un sistema multilateral de ámbito europeo.

Su uso contribuirá a reducir el precio final de la energía y optimizará la integración de la generación renovable en Europa. Supone así, un paso decisivo en la implantación del mercado interior de la electricidad en Europa.

En resumen, los mercados de ajuste gestionados por el operador del sistema tienen por finalidad adaptar los programas de producción resultantes de la contratación bilateral física y de los

mercados diario e intradiario para garantizar el cumplimiento de las condiciones de calidad y seguridad requeridas para el suministro de energía eléctrica.

### Las protecciones eléctricas

El sistema eléctrico está constituido por una serie de instalaciones, la mayoría de intemperie, conectadas de superficie, sobre el territorio y por ello está sometido a continuas agresiones algunas de ellas accidentales, como caída de rayos o de árboles que producen cortocircuitos que necesitan ser aislados para que no afecten al suministro de los consumidores o por el contrario, malintencionadas provocadas para causar averías que afecten de forma generalizada al suministro.

Por ello, los sistemas se dotan de unos mecanismos denominados protecciones, cuya misión es o bien proteger al personal o a la aparamenta de las consecuencias de los cortocircuitos o bien aislar la zona donde éste se ha producido para evitar que las consecuencias se propaguen a lo largo de toda la red.

El Operador del Sistema establece, con la colaboración de los agentes afectados, los criterios de coordinación de los sistemas de protección de la red gestionada, así como de éstos con los sistemas de protección de las instalaciones de distribución conectadas directamente a la dicha gestionada. La red de transporte está interconectada con la red mallada de distribución de AT en múltiples puntos, mediante transformadores transporte (220, 400 kV) – distribución mallada (30, 45, 50, 66, 110 y 132 kV, típicamente), que son el elemento frontera. Por otra parte también hay transformadores entre la red de transporte y la red de distribución no mallada o también llamada radial. En cuanto a los sistemas de protección, para aislar las faltas mencionadas, se pueden distinguir dos grandes grupos. En un primer grupo se encuadran aquellos sistemas cuyo objetivo es la protección unitaria o de funcionamiento «cerrado» (protecciones sensibles única y exclusivamente a faltas eléctricas ubicadas entre transformadores de intensidad) cuya naturaleza, a efectos de coordinación, les confiere independencia total respecto al resto de sistemas de protección. Tales sistemas no precisan análisis de coordinación propiamente dicho. El segundo grupo lo constituyen los sistemas de protección de funcionamiento «abierto», sensibles a faltas eléctricas ubicadas tanto en el propio elemento a proteger como más allá del mismo. Su característica principal es la interdepen-

dencia y, por tanto, estos sistemas requieren coordinación entre ellos para obtener la selectividad necesaria.

Para cada elemento del sistema eléctrico analizado, líneas y cables, transformadores, barras y acoplamientos de barras, hay que establecer los criterios básicos de coordinación, para cada uno de los diferentes tipos de falta eléctrica, así como los intervalos de ajuste admisibles. Para cada función se formulan los límites, inferior y superior impuestos a los ajustes en función de la ubicación de la falta, es decir, si actúa como protección principal o protección de apoyo remoto.

### La transición energética

El cambio climático consiste, entre otras manifestaciones, en el calentamiento global de la tierra debido al efecto invernadero provocado por la elevada concentración de CO<sub>2</sub> alcanzada en la atmósfera. En esta elevada concentración influye de manera notable la utilización de combustibles fósiles en la generación de electricidad y en el transporte y movilidad.

En la Unión Europea, la necesidad de protección medioambiental y la política energética ha llevado a establecer en el paquete «Energía limpia para todos los europeos», del también llamado «paquete de invierno», los siguientes objetivos para el horizonte del año 2030:

- Reducción del 40 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> con relación a las habidas en el año 1990.
- Presencia en el mix de energía final de 32 % de energía procedente de fuentes renovables.
- Incremento de la eficiencia energética del 32,5 %.

La nueva Comisión Europea está en la línea de profundizar en los objetivos de reducción de CO<sub>2</sub>, pero esta mayor ambición va a necesitar de una más alta flexibilidad para poder alcanzar lo propuesto ya que, por primera vez, la obligación política va por delante de la tecnología.

La consecución de estos objetivos precisará de un incremento profundo de la electrificación de la economía para conseguir un modelo energético híbrido basado en la electrificación y la utilización de gases descarbonizados y/o renovables (siempre que los avances tecnológicos hagan viable económicamente la producción de hidrógeno y la captura y confinamiento de CO<sub>2</sub>).

Para ello, se presentan ya unas tendencias claras hacia la generación renovable y el almacenamiento de energía a través de bombes y baterías, a la respuesta de la demanda, a la generación de respaldo (tan limpia como sea posible) y a las interconexiones energéticas. Es necesario un amplio consenso para definir el trayecto hacia un mix de generación más sostenible.

La penetración de la electricidad en la economía se verá algo mitigada con los resultados que se obtengan de la aplicación de medidas de eficiencia energética, pero si hay crecimientos de demanda eléctrica importantes, el cierre paulatino de las centrales de generación basada en el carbón, que debe tender a su desaparición, deberá conciliarse con la necesidad de potencia firme por los incrementos de demanda.

En el sector de la movilidad, otro sector que se encuentra entre los principales responsables de las emisiones contaminantes, la utilización del automóvil eléctrico y del vehículo con gases descarbonizados será la clave para poder reducir de una manera drástica el nivel de las mismas, siempre que la producción de la electricidad se realice mediante fuentes no emisoras de CO<sub>2</sub>.

Por otra parte, los Estados han venido basando los objetivos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> fundamentalmente en la actividad de generación eléctrica, sector en el que el coste marginal de reducción es más elevado y el riesgo de deslocalización más reducido. Pero también se exige reducción de emisiones a sectores de la industria básica que sí están sujetos a ese riesgo, por lo que se aplican compensaciones por los costes de adquisición de derechos de emisión para reducir el riesgo de deslocalización.

Para conseguir una reducción de emisiones en el sector eléctrico y en el sector industrial, se ha establecido un mercado de emisiones de modo que se asignan unas determinadas cantidades de emisiones permitidas, que son llamados derechos de emisión, que son decrecientes en el tiempo. Si las emisiones reales de cada instalación son superiores a sus derechos, puede acudir al mercado a aprovisionarse de los derechos faltantes donde estarán los derechos excedentarios de CO<sub>2</sub> de las empresas con emisiones reales inferiores a la cantidad asignada.

La electricidad es, pues, un vector energético que por sus características desempeña un papel fundamental con participación creciente en el consumo final de energía. La producción de electricidad se ha de desenvolver en un triple compromiso entre seguridad de suministro, sostenibilidad medioambiental y competitividad eco-

nómica. En efecto, la producción de electricidad tiene unas implicaciones medioambientales cuyo análisis riguroso requiere evaluar estas, en todas y cada una de las fases del ciclo de vida del kWh. Nos centramos aquí exclusivamente en las emisiones contaminantes resultado de la actividad de generación eléctrica.

Las principales emisiones contaminantes derivadas de la actividad de generación eléctrica son resultado de la utilización, mediante combustión, en las centrales de combustibles fósiles. Las emisiones de gases de CO<sub>2</sub> tienen un efecto global, aunque inocuo para la salud humana, uno de los principales causantes del efecto invernadero. Las emisiones de gases acidificantes y eutrofizantes como los NO<sub>x</sub> (gases precursores del ozono troposférico), el SO<sub>2</sub> y las emisiones de partículas sólidas tienen efectos locales y regionales.

Las emisiones de carácter ácido, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, se pueden controlar de manera casi total empleando combustibles más limpios y, sobre todo, instalando plantas limpiadoras de gases. El único problema es el incremento de los costes de producción debido a los costes de inversión y de los productos a adicionar con la consiguiente pérdida de competitividad relativa.

### Las energías renovables

El desarrollo de energías renovables constituye uno de los puntos principales en la política energética en España, marcada por la necesidad de disminuir la dependencia energética del exterior (importamos un 80 % de nuestras necesidades en energía primaria, mientras que la media europea está en el entorno del 55 %), así como de disminuir las emisiones de carbono y de cumplir con los compromisos medioambientales y de eficiencia contraídos (Kioto y objetivos 20-20-20 motivados por la Directiva 28/CE/2009) y del paquete «Energía limpia para todos los europeos».

Las energías renovables se han implantado de manera significativa en el sistema eléctrico español, en especial la generación eólica, que con una potencia instalada a finales del año 2019 de 25.310 MW es la segunda tecnología con mayor potencia instalada en el sistema eléctrico peninsular español, tan solo por detrás de las centrales de gas de ciclo combinado. Por otra parte, no hay que olvidar que la generación hidráulica convencional, con una potencia instalada a finales del año 2019 de 17.085 MW es la tercera tecnología de generación en potencia instalada, aunque no ha ha-

bido aumentos significativos en los últimos años y a la que habría que sumar 3.329 MW de hidráulica de bombeo. Otras tecnologías renovables, a finales del año 2019, como la solar fotovoltaica con 8.454 MW de potencia instalada o la solar térmica con 2.304 MW, han adquirido relevancia en el parque generador. El resto de tecnologías renovables implantadas en España tienen mucho menor peso en el mix de producción. Estas tecnologías son la biomasa, la mini-hidráulica o la incineración de residuos de naturaleza renovable. La capacidad de generación de origen renovable permitió que el 38,9 % de la generación neta anual península en el año 2019 (247.002 GWh) fuese renovable, contribuyendo la eólica en un 21,5 %, la hidráulica convencional en un 10,0 %, la solar en un 5,7 %, y el resto de renovables en un 1,5 %. La energía producida sin emisiones de CO<sub>2</sub> ha ascendido a 151.918 GWh lo que supone el 61,5 del total. Se espera que en el año 2030 cerca del 40 % de la energía primaria consumida sea de origen renovable.

El objetivo de estas tecnologías, eólica y solar fotovoltaica, es transformar en energía eléctrica el máximo producible con las condiciones de sol o viento disponibles, y lo hacen con independencia de las necesidades del sistema eléctrico en ese momento. Desde el punto de vista de la integración en el sistema eléctrico, la característica principal es que su régimen de funcionamiento depende exclusivamente de las condiciones meteorológicas existentes en cada momento en el emplazamiento.

Estas condiciones meteorológicas locales son muy variables, lo que se traduce en que la generación que depende de ellas es también variable. Un parque eólico puede permanecer parado debido a la falta de viento y pocas horas más tarde puede producir su potencia nominal debido a un aumento del viento. Esto ocurre con mayor regularidad en el caso de la generación solar fotovoltaica, que durante la noche no produce energía y en días soleados produce prácticamente su potencia máxima en las horas centrales del día. Una consecuencia de este comportamiento es que el factor de utilización de estas tecnologías, como relación entre la energía producida durante un periodo de tiempo determinado y la energía que se hubiera producido si la instalación hubiera generado a plena potencia durante el mismo periodo de tiempo, es bajo. En el caso de la generación eólica es de alrededor del 25 % en los parques españoles y también, con los avances tecnológicos, en la fotovoltaica es de alrededor del 25 %.

Un factor de utilización bajo implica que para conseguir una penetración determinada en términos de energía se debe instalar

una potencia más alta que para tecnologías con factor de utilización alto. Sin embargo, en determinadas situaciones, dada la alta potencia instalada, se producirá una simultaneidad en la producción de una tecnología, momentos con situaciones de alto viento en toda la península para la generación eólica o días soleados de verano para la energía solar fotovoltaica, con lo que la producción a integrar en esos momentos será muy alta pudiendo dificultar esta integración, especialmente si la demanda es reducida, como puede ocurrir en horas nocturnas o en las mañanas de determinados domingos o festivos.

Las tecnologías de generación se clasifican fundamentalmente dependiendo de su gestionabilidad. La definición de gestionabilidad se establece en el RD 661/2007, estableciendo como generación no gestionable «aquella cuya fuente primaria no es controlable ni almacenable y cuyas plantas de producción asociadas carecen de la posibilidad de realizar un control de la producción, siguiendo instrucciones del operador del sistema, sin incurrir en un vertido de energía primaria, o bien la firmeza de la previsión de producción futura no es suficiente para que pueda considerarse como programa». En principio, y tal como se establece en el anexo XI del mencionado Real Decreto, se consideran como no gestionables los generadores de régimen especial con tecnología eólica, solar (térmica y fotovoltaica), geotérmica, de las olas y mareas, de las rocas calientes y secas, oceanotérmica, de las corrientes marinas, así como los generadores hidráulicos fluyentes con potencia instalada inferior a 50 MW, salvo valoración específica gestionable, a realizar por el operador del sistema, de una planta generadora con la consecuente aplicación de los requisitos o condicionantes asociados a dicha condición.

Es decir, para la integración de las energías renovables, por su alta variabilidad y su difícil predictibilidad se precisan, para asegurar en todo momento el equilibrio dinámico entre la generación y el consumo, de instalaciones que puedan almacenar la energía excedentaria en momento de menor demanda y recurrir a ellas cuando la demanda fuera mayor que la energía que, en ese momento, ofrezcan las plantas de energías renovables. Estas instalaciones de almacenamiento son o bien de bombeo o, cuando la tecnología ofrezca soluciones de almacenamiento no solo diario si no también estacional, de baterías, que hoy están alcanzando un gran desarrollo a la espera de su escalación cuando alcance la viabilidad económica. A este respecto, puede jugar un papel im-



portante el H<sub>2</sub> cuando su producción con los diferentes métodos que hoy se están investigando, la hagan viable.

Entre tanto, además de los bombeos y baterías, la variabilidad de las renovables puede ser compensada con generación firme pero flexible, es decir, de respuesta rápida, donde las plantas hidroeléctricas y las centrales de ciclo combinado consumiendo gas natural (con menor emisión específica de CO<sub>2</sub> que las actuales centrales de carbón) jugaran un papel muy importante durante las primeras décadas de la transición energética pudiendo ser desplazadas cuando los almacenamientos (bombeos y baterías) hayan alcanzado su viabilidad económica y estén operativos.

### El sistema eléctrico europeo

El sistema eléctrico peninsular español forma parte del sistema interconectado europeo que abarca la mayor parte de la Europa Continental hasta Polonia y Grecia, y también está conectado con Marruecos, Argelia y Túnez a través de dos cables submarinos de 400 kV bajo el estrecho de Gibraltar. Dentro de esta área regional el sistema eléctrico europeo es conducido por los operadores de los sistemas (TSO) que están asociados en ENTSO-E, cuyas áreas fundamentales de cooperación son el desarrollo de la red europea de infraestructuras eléctricas y la coordinación del sistema eléctrico europeo así como el trabajo conjunto en materia de innovación y desarrollo tecnológico. Además, a esta asociación se le ha confiado por la Comisión de la Unión Europea, el desarrollo de los códigos de red actualmente en vigor y es el principal grupo asesor técnico en materia de energía eléctrica por las instituciones europeas. Su implicación es fundamental para afrontar los retos que plantea la reducción de emisiones, la integración de energías renovables a gran escala, la flexibilidad o las nuevas tecnologías.

#### Datos de tamaño del sistema (2018)

<b>Sistemas eléctricos</b>	<b>Potencia MW instalada</b>	<b>Generación neta TWh</b>	<b>Producción con bombeo TWh</b>	<b>Demanda TWh</b>
ENTSO-E	1.083.705,0	3.659,20	46,3	3.328,80
Continental	868.944,5	2.913,85	41,7	2.862,55
Nórdico	100.328,5	385,95		381,05
Báltico	9.214,0	20,00	0,7	28,20
G. Bretaña	90.207,0	285,80	3,4	304,00

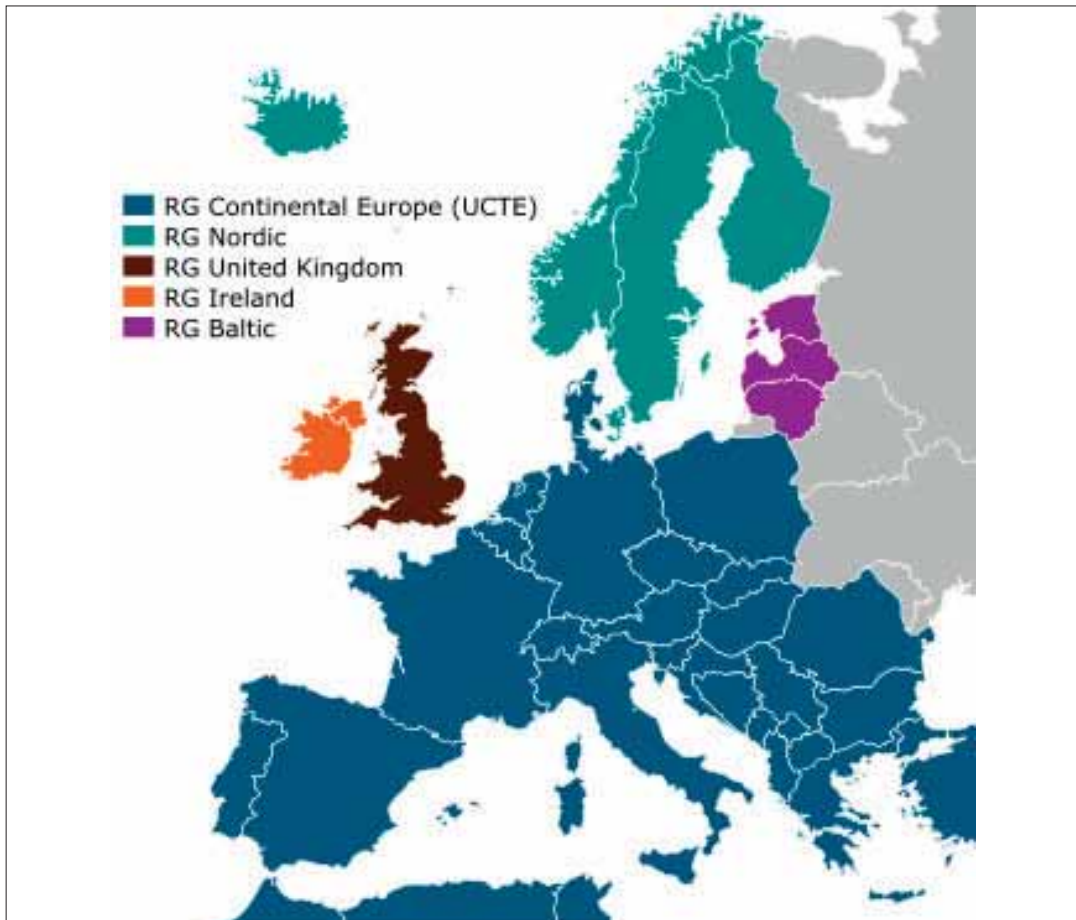


Figura 3. Alcance de los sistemas eléctricos europeos.

### Las interconexiones eléctricas

Las interconexiones internacionales que se representan en la figura 3 generan una serie de ventajas en los países conectados. La principal es la contribución a la seguridad y a la continuidad del suministro eléctrico en los sistemas interconectados, gracias a los intercambios de energía en caso de necesidad. Las interconexiones son el respaldo instantáneo más significativo a la seguridad de suministro.

La segunda ventaja de las interconexiones, que se ve supeditada a la primera, es el aumento de la eficiencia de los sistemas interconectados. Con la capacidad que queda vacante en las líneas, después de la capacidad ocupada por razones de seguridad de los sistemas eléctricos de los países, se establecen diariamente intercambios comerciales de electricidad aprovechando las diferencias de precios de la energía entre los sistemas eléctricos. Estos intercambios permiten que la generación de electricidad se realice con las tecnologías más efi-

cientes fluyendo la energía desde donde es más barata hacia donde es más cara.

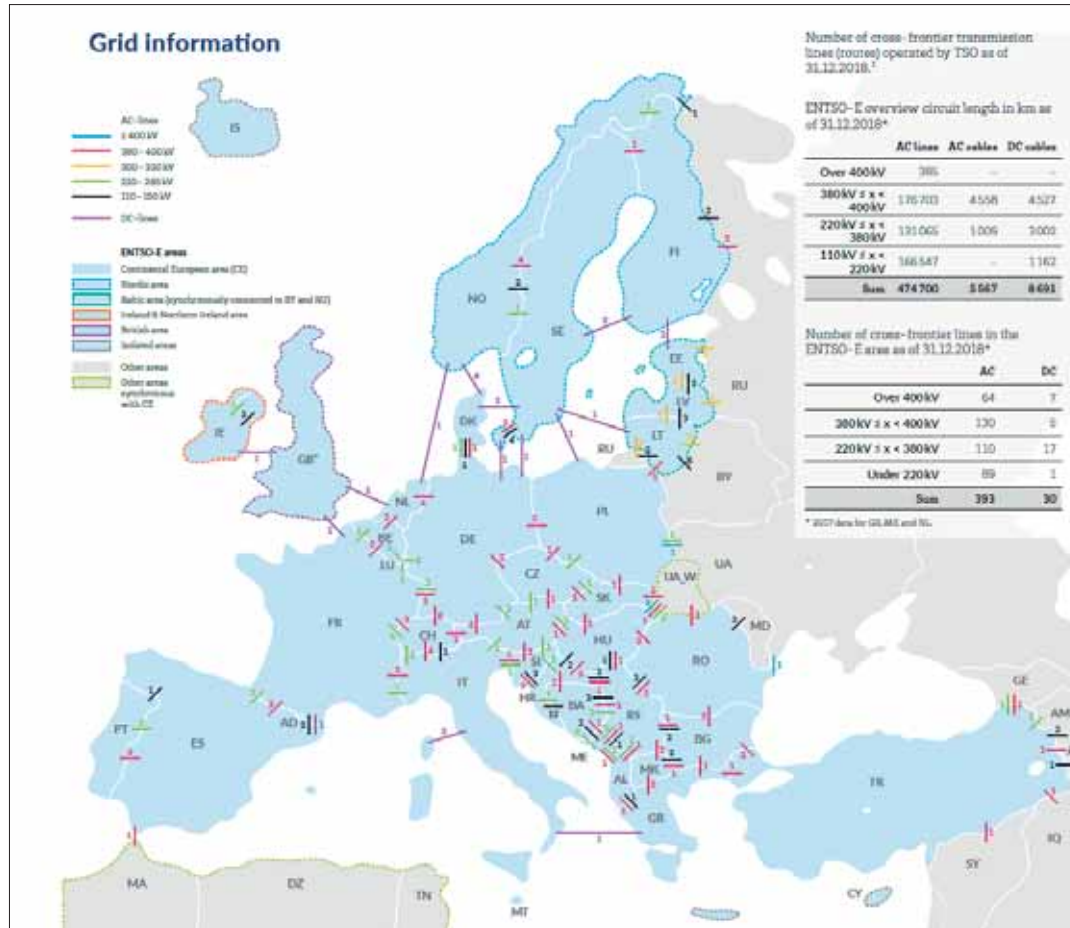


Figura 4. Las interconexiones eléctricas en Europa.

Hay además una tercera ventaja: el aumento de la competencia entre sistemas vecinos. Las importaciones de energía de otros países obligan a los agentes del propio país a tener propuestas más competitivas si quieren que sus ofertas resulten aceptadas, generando una reducción del precio de la electricidad a nivel mayorista.

En resumen, las interconexiones presentan los siguientes beneficios para los sistemas eléctricos:

- Contribuyen a la seguridad del suministro, facilitando funciones de apoyo entre sistemas vecinos. Las interconexiones son el respaldo instantáneo más significativo a la seguridad de suministro.
- Aportan mayor estabilidad y garantía de la frecuencia en los sistemas interconectados.

- Proporcionan un mejor aprovechamiento de las energías renovables.
- Facilitan los intercambios comerciales de energía, aumentando la competencia al aprovechar las diferencias de precios de la energía en los sistemas eléctricos interconectados. Las interconexiones juegan un papel fundamental en el llamado Mercado Interior de la Electricidad en Europa (MIE), que busca integrar el conjunto de los mercados existentes a día de hoy en la Unión Europea en un solo mercado.

Por todo lo anterior, las interconexiones tienen un papel fundamental en la integración de los mercados de energía eléctrica. Este es el objetivo que se persiguió con el Mercado Interior de la Electricidad en Europa (MIE), que buscaba integrar el conjunto de los mercados existentes en la Unión Europea en uno, si bien las capacidades limitadas de las interconexiones suponen una restricción importante en muchas ocasiones a la consecución de ese objetivo.

La capacidad de intercambio se define como el valor máximo de potencia eléctrica instantánea que se puede importar o exportar entre dos sistemas eléctricos manteniendo los criterios de seguridad de cada uno de ellos.

Para calcular esta capacidad, el operador de cada sistema realiza estudios coordinados con los operadores vecinos donde se tienen en cuenta las previsiones de generación y demanda, y los períodos de mantenimiento de las instalaciones, además de realizar simulaciones teniendo en cuenta el fallo de los distintos elementos de red. Todos estos estudios se realizan en diferentes horizontes temporales, desde previsiones anuales hasta diarias, para así poder realizar los máximos intercambios comerciales posibles respetando siempre los criterios de seguridad.

Para que cada país alcance las ventajas enumeradas anteriormente, es fundamental mantener un elevado nivel de capacidad de intercambio. En este sentido, la Unión Europea recomienda que, en el año 2030, represente al menos el 15 % de la capacidad de producción instalada en cada uno de ellos.

Tradicionalmente la planificación del desarrollo de las interconexiones entre dos sistemas nacionales la realizaban de forma bilateral los dos países en cuestión. Sin embargo, esta situación está cambiando en los últimos años debido al objetivo marcado por la Unión Europea de la creación del MIE. La planificación de la red

se está trasladando del ámbito nacional al europeo, ya que todo desarrollo de la red de transporte, y en particular de las interconexiones, tiene influencia en el funcionamiento de otros sistemas y mercados eléctricos. Con esta visión, ENTSO-E (la asociación de los operadores y propietarios de la red de transporte europea) publica cada dos años el *Ten Year Network Development Plan* (TYNDP) que identifica cuáles deben ser los desarrollos de la red de transporte europea en el horizonte de 10 años.

La corriente continua europea es ya una tendencia entre las infraestructuras identificadas en los TYNDP. Inglaterra, por ejemplo, que ya está interconectada con Francia, Holanda e Irlanda con enlaces de este tipo, tiene previsto, además de reforzar estos, conectarse con Bélgica y Noruega. Otros enlaces que ya están funcionando son los que unen en el mar del Norte Noruega con Dinamarca y Holanda, y Suecia con Dinamarca y Alemania; en el mar Báltico Suecia con Polonia, y Finlandia con Suecia y Estonia, y en el Mediterráneo Italia y Grecia. En el ámbito ibérico, están planificados e iniciados los estudios del suelo marino, la construcción de un enlace submarino desde Gatica (cerca de Bilbao) a Coubnezais (cerca de Burdeos) especialmente para reforzar la capacidad de intercambio con Francia, que se verá reforzada, además, por otras interconexiones a través de los Pirineos.

## Segunda parte

### La digitalización

El mundo se ha vuelto totalmente dependiente de un suministro estable de electricidad. Las redes eléctricas forman parte de las infraestructuras críticas de un país al igual que lo son los principales hospitales, aeropuertos, etc. Es por esto que, las interrupciones de suministro eléctrico sean inaceptables y a menudo conlleven sanciones de los gobiernos a los operadores de la red. La frontera entre lo que se ha llamado OT (*Operational Technology*) e IT (*Informational Technology*) es inexistente. Las subestaciones eléctricas del futuro, digitalizadas, requerirán de una mayor interoperabilidad entre múltiples vendedores, no solo los clásicos vendedores de OT, y vendrán con conceptos nuevos como virtualización de sensores, *machine learning* y otros conceptos anteriormente solo vistos en otras industrias.

La transformación digital puede ser una tarea desalentadora y algo arriesgada en este sector. Las eléctricas han heredado sis-

temas de IT altamente complejos y obsoletos, y deben seguir trabajando con ellos, al tiempo que afrontan los desafíos que les plantea la regulación. Históricamente, estas empresas han adoptado las nuevas tecnologías de manera tardía. Ahora que se cierne sobre ellas una ola de productos y servicios digitales, sienten la urgencia de embarcarse en grandes procesos que llegan tarde, como la mejora de la gestión del trabajo, de los almacenes o la facturación a clientes. A su vez, estos cambios generan riesgos, como la falta de coordinación o la adopción de soluciones tecnológicas a corto plazo que no son tan óptimas. El posicionamiento digital debe ajustarse a cada empresa teniendo en cuenta su tamaño, geografía, arquitectura y beneficios previstos.

Los líderes del sector en Europa y Estados Unidos han desarrollado estrategias de mejora continua, diferenciando los esfuerzos operativos o de *back-office*, de los orientados al cliente.

Es preciso desarrollar una mentalidad multifuncional en toda la empresa. En la mayor parte de las *utilities* se espera que la función de IT impulse la transformación digital de la compañía —lo cual resulta lógico, dada su naturaleza y su relación intrínseca con las tecnologías de la información y las comunicaciones—. No obstante, la llegada de activos inteligentes y conectados implica que la tecnología ya no solo es un facilitador de las transacciones. Más bien, se ha convertido en la esencia del modo en que las compañías operan y hacen llegar su servicio.

Desgraciadamente, muchas unidades de negocio no ven su relación con IT como algo estratégico, sino meramente transaccional y táctico. Y, aunque IT tome las riendas del proceso, son los operadores de las plantas eléctricas, los empleados de a pie, y los directivos, los que deben hacer efectiva la transformación. Son ellos los que deben cambiar la forma de operar de sus plantas y emplear sistemas de control y administración de la red de última generación para impulsar el valor del servicio.

En el desarrollo de su agenda digital, las compañías eléctricas deben considerar todas las palancas de valor a su alcance. Por un lado, las tecnologías como *Blockchain* pueden reducir significativamente los costes *transaccionales*. Además, los costes operativos también pueden recortarse gracias a proyectos de modernización —como el control avanzado de la red, la automatización, el almacenamiento de energía y las microrredes— y mejorar así la rentabilidad de la generación y distribución de energía. Y, por último, a medida que los modelos de negocio se

alejan de la venta de productos básicos hacia recursos energéticos distribuidos, los clientes se integran en la cadena de valor y los sistemas de distribución realizan transacciones de energía en tiempo real, las *utilities* deben invertir en capacidades digitales que habiliten e impulsen los ecosistemas emergentes.

Otra posibilidad que se está abriendo es la Inteligencia Artificial (IA) que ha demostrado ser útil a la hora de predecir desastres naturales, o bien podrá ser utilizada en la predicción climática y por tanto también en las previsiones de funcionamiento de la plantas de energía renovable cuyos recursos, altamente variables y difícilmente predictibles, escapan al control humano. Pero ya se han detectado algunos problemas que manifiesta la IA, y en particular, sus algoritmos, las reglas que rigen a la máquina, que se ven influidos por los sesgos y tendencias del desarrollador o la posibilidad de que las máquinas se descontroren y supongan una amenaza relevante para el suministro eléctrico. Por ello, el desarrollo de la IA se puede sintetizar en tres preguntas clave *como* podemos enseñar a las máquinas a ser inteligentes, *qué* les enseñamos y *porqué*.

Tanto los humanos como las máquinas necesitamos altas dosis de información para entender lo que pasa a nuestro alrededor. Las máquinas son capaces de representar el mundo exterior a través de paquetes de datos. El contenido de estos datos es vital para la construcción de la «mente artificial» por ello las propias características cognitivas y morales del matemático desarrollador del algoritmo, pues de ellas depende la conciencia de la IA. Esto puede representar un problema pues los sesgos de los desarrolladores pueden acabar trasladándose a la IA.

Los algoritmos utilizados permiten que la IA identifique, clasifique, categorice y generalice mediante los métodos de *machine learning* (aprendizaje automático) y de *deep learning* (aprendizaje profundo), más sofisticado. El primero trata de alimentar a la máquina con altas dosis de datos predefinidos y categorizados por el humano para que la máquina los reconozca en el futuro y reequilibre su modelo de análisis según la experiencia para reducir el margen de error. El segundo, más preciso, hace pasar la información por múltiples «capas», que se asemejan , a una red neuronal, y permite a la IA fijarse en más detalles y crear sus propios modelos de referencia.

El desarrollador, usando machine learning tiene que predeterminar las características principales del objeto, para que así la máquina

sea capaz de comprender qué es, y así poder identificarlo más tarde. En el proceso de deep learning, a través de las múltiples capas, la máquina es capaz de definir patrones a partir de imágenes y obtener las características que definen el objeto por sí mismo. Este método también hace posible que la IA reconozca diferencias sustanciales entre las fotografías y que sea capaz de, por ejemplo, distinguir entre diferentes objetos aunque estos sean similares.

Según la capacidad de identificación y correlación de datos que tenga, la inteligencia artificial se divide en varias categorías. La IA «estrecha» o «débil» se encarga de una tarea automáticamente, haciendo clasificaciones de acuerdo con unos parámetros predeterminados que va puliendo según la cantidad de datos disponible. Se trata de tareas rutinarias y técnicas. El segundo tipo de IA, todavía más teórico que real, es la llamada IA «general» o «fuerte». Supone capacidad de abstracción, reflexión, afán creativo e improvisación.

Para muchos analistas, China tiene todas las ventajas de la carrera por el dominio de la inteligencia artificial. Es un país con un territorio más grande y más diverso en climas y paisajes que sus competidores. Además, poblacionalmente es mucho mayor y la cultura asiática tiene una concepción de privacidad diferente a la occidental. Mayor población significa más datos con los que alimentar a los algoritmos, mientras que la diversidad geográfica supone variedad de escenarios en los que entrenarlos.

La fragilidad de algunas tecnologías de inteligencia artificial se convertirá en una preocupación creciente en el futuro. De alguna manera, el surgimiento de sistemas críticos de IA como objetivos de ataque cibernéticos comenzará a reflejar la secuencia que se vio hace 20 años en internet, lo que atrajo rápidamente la atención de los delincuentes.

Recíprocamente, los defensores dependerán cada vez más de la IA para contrarrestar los ataques, identificar las vulnerabilidades y fortalecer sus sistemas ante posibles ataques. Con el tiempo, esta inteligencia artificial dirigida a la seguridad también podría ayudar a las personas a comprender mejor las concesiones de entregar información personal a cambio del uso de una aplicación u otro beneficio adicional.

La tecnología 5G y el «Internet de las cosas» está ya listo para su difusión comercial. Si bien tomará tiempo que estas redes, los teléfonos y otros dispositivos se implementen de manera generalizada, el crecimiento se producirá rápidamente.



Aunque los teléfonos inteligentes son el foco de interés para la tecnología 5G, es probable que la cantidad de teléfonos con esta capacidad sea limitada durante el año 2020. Sin embargo, con el tiempo, más dispositivos IoT se conectarán directamente a la red 5G en lugar de a través de un enrutador Wifi. La adopción de 5G ampliará la superficie de ataque y hará que los dispositivos sean más vulnerables al ataque directo. Para los usuarios domésticos, también hará que sea más difícil monitorizar todos los dispositivos IoT. En términos generales, la capacidad de realizar copias de seguridad o transmitir fácilmente volúmenes masivos de datos a almacenamientos basados en la nube dará a los atacantes nuevos objetivos.

Estas tecnologías: el blockchain, la inteligencia artificial y el 5G se basan en el flujo de datos con que se alimentan, por ello la digitalización es la clave que va a permitir su desarrollo.

La digitalización debe marcar el paso hacia un aumento tangible del valor de la empresa a través del mayor flujo de efectivo, la reducción de riesgos y la mejora del servicio. Para ello, los cambios digitales deben integrarse en una arquitectura empresarial basada en una sólida comprensión de los costes, los beneficios y la tecnología. Esta estructura define las actividades a realizar y cómo agruparlas y conectarlas. Cualquiera que sea el objetivo, una arquitectura robusta permitirá evitar costosos errores, ofrecer una mayor flexibilidad y actualizarse conforme avanza la tecnología.

Las industrias más avanzadas en digitalización han aplicado con éxito métodos ágiles que acortan los tiempos y siguen la filosofía de «pensar en grande, pero empezar en pequeño, fallar barato, escalar rápido». Pero el sector eléctrico aún está en una etapa temprana de adopción de estos principios. Para comprender la incertidumbre intrínseca a los nuevos modelos de negocio, las empresas deben atravesar un cambio cultural y educar y asesorar a los equipos sobre los riesgos y ventajas de una implementación ágil.

No es fácil para cualquier organización realizar cambios profundos en su estrategia y en su cultura. Pero, para ser competitivas en el siglo XXI, las empresas del sector eléctrico no deben dejar escapar las capacidades y oportunidades que ofrecen las tecnologías digitales.

En la actualidad, el desarrollo y la implementación de la tecnología digital en el sector energético está resultando esencial para

avanzar hacia un nuevo modelo energético sostenible, eficiente y seguro. El sector energético está experimentando un profundo cambio debido a la necesidad de la *descarbonización*, lograr una mayor *descentralización* de la generación de electricidad y facilitar la *digitalización*.

Estas 3 D caracterizan la transición energética que está comenzando a tener algunos efectos profundos en los sistemas eléctricos de todo el mundo. Los dos primeros aspectos, el mayor uso de recursos renovables limpios pero variables y su característica descentralizada, implican el uso de una mayor y generalmente más compleja infraestructura de redes y por consiguiente una mayor cantidad de datos, ya que estas fuentes se ubican normalmente lejos de los centros de consumo eléctrico y el tamaño típico de la planta es mucho menor que el de las centrales térmicas tradicionales.

La digitalización de la totalidad de la cadena de valor del sector energético implica la operación de redes cada vez más complejas y sofisticadas. Las continuas acciones encaminadas a mitigar el cambio climático, la entrada en juego de nuevas tecnologías en el ámbito de las baterías, las energías renovables o el creciente uso del vehículo eléctrico, necesitan de un despliegue paralelo de las redes inteligentes para su respaldo.

El modelo energético futuro, como ya se ha indicado, se puede beneficiar de los avances tecnológicos tanto en la generación, con el desarrollo masivo de las energías renovables, como en las tecnologías de la información, lo que va a permitir el objetivo buscado de centrar el protagonismo en el consumidor. La dispersión de las fuentes renovables y la ubicación de los consumidores reflejará un modelo energético muy descentralizado. Los avances tecnológicos de las comunicaciones, con equipos que reflejan la digitalización de vanguardia y dispositivos inteligentes, harán una realidad las redes inteligentes con un flujo bidireccional de energía e información que se cruzará entre los generadores y clientes, ambos dispersos, con los operadores de distribución y, a su vez, de stos con el operador del sistema.

El desarrollo de la digitalización ha dado lugar a una civilización hiperconectada, que propicia un acelerado progreso tecnológico al tiempo que abre multitud de posibilidades en todos los ámbitos y sectores de actividad. Sin embargo, el proceso de digitalización del sector energético no está exento de riesgos, pues también puede acarrear nuevas amenazas, entre las cuales la ciberdelin-

cuencia es la más evidente. El sector de la energía no es ajeno a esta problemática, dada las graves afecciones que estas acciones de delincuencia pueden acarrear al sistema eléctrico en su conjunto y a las consecuencias económicas que de ellas se derivan. Uno de los grandes riesgos a los que se enfrenta la digitalización es la ciberseguridad en materia de protección de la información y vulnerabilidad de la infraestructura crítica. Un ejemplo de ataque cibernético fue la paralización de Telefónica causada por la infección por el *ransomware Wannacry* en el 2017.

### La ciberseguridad eléctrica

Los Sistemas de Control Industrial (ICS) han sido víctimas frecuentes de ataques no dirigidos, infectando con ransomware estaciones de trabajo de operadores u otros componentes de control. Los vectores de entrada fueron, principalmente, correos de phishing y soportes extraíbles, aunque también se evidenciaron casos en los que la infección se produjo como resultado de la utilización de sistemas de mantenimiento remoto configurados incorrectamente. En todos los casos, el código dañino explotó vulnerabilidades conocidas de software obsoleto y una inadecuada segmentación entre las redes de oficina y las redes de producción. Todo parece apuntar que este tipo de incidentes continuará representando una amenaza significativa para los ICS en los próximos años

En Europa, el número de subestaciones eléctricas excede de los 4 millones (Pavla Mandatova 2013 Eurelectric) y estas, a ojos de un atacante, son 4 millones de entradas posibles a la red eléctrica. En las nuevas redes inteligentes, se conectarán nodos sin ninguna medida de ciberseguridad con subestaciones digitalizadas, sistemas de información geográfica, etc. El nivel de seguridad de la nueva red inteligente estará comprometido por el eslabón más débil de la cadena y por este motivo, los operadores se verán obligados a reemplazar por completo esos nodos obsoletos a nivel de ciberseguridad o bien, realizar un proceso de actualización de los mismos.

En general, y cuando los ataques tienen éxito, el plazo para que se vea comprometido el sistema de información sigue siendo muy corto. El tiempo que media entre la primera acción hostil hasta el compromiso de un activo se mide, frecuentemente, en términos de segundos o minutos. Sin embargo, el plazo para su descubrimiento o detección, que depende en gran medida del

tipo de ataque, suele expresarse en días, semanas o meses. Para la consultora PriceWaterhouse en su área de ciberseguridad «el riesgo tecnológico cada vez tiene más peso y hay un punto clave: además de prepararse para proteger sus activos, ahora la empresa tiene que estar preparada para responder. Es importante que sea resiliente a un ataque, que sepa actuar y remediarlo cuanto antes, porque el tiempo es fundamental».

Si bien parece difícil parar a estos ataques avanzados, es necesario poner todos los medios posibles para detectar intrusiones y parar las acciones que puedan comprometer las infraestructuras críticas de un país o de una organización. Para combatir los ataques a las redes eléctricas, existen estándares de seguridad para el intercambio de información e interoperabilidad en las redes eléctricas y para definir el nivel de seguridad y cómo evaluar los riesgos y amenazas de un sistema de control, y qué requisitos de seguridad debe cumplir para alcanzar un nivel de seguridad avanzado.

A medida que los sistemas de control son cada vez más esenciales en la cadena de valor del sector eléctrico (generación, transmisión y distribución) y que los sistemas de tecnología de la información están cada vez más conectados a los sistemas de tecnología operativa, aumentan los riesgos para la ciberseguridad. Según el Foro Económico Mundial, los ciberataques plantearon el riesgo tecnológico más importante en 2018 y el tercero más probable. Por estas razones, el Consejo Mundial de la Energía recomienda que las empresas energéticas consideren los riesgos cibernéticos como riesgos empresariales fundamentales. Las empresas deben cooperar para evaluar, comprender y crear una fuerte resistencia a estos riesgos, que amenazan la continuidad del servicio, los datos y los sistemas, y por tanto la reputación. Los factores técnicos y humanos deben mejorarse, y todas las partes interesadas deben elaborar normas y mejores prácticas para hacer frente a estas amenazas actuales.

Pero cuando hablamos del impacto que puede tener un ciberataque en infraestructuras críticas, y en particular en los sistemas eléctricos, hablamos de una posible afectación a los servicios esenciales a la ciudadanía. Dejar sin luz durante unas pocas horas a una región o incluso un país, es algo a lo que no estamos acostumbrados y sin duda tiene grandes repercusiones, no solo a nivel empresarial, sino a nivel social.

Es por esta razón por la que el sector eléctrico, junto con otros servicios esenciales como el agua, el gas, etc., se están convir-

tiendo cada vez más en el objetivo de los cibercriminales, especialmente cuando lo que se busca es notoriedad y provocar daños importantes a nivel estatal. Y de aquí la relevancia de los organismos públicos que proporcionan una coordinación a nivel nacional de la seguridad en los activos críticos.

Según el Informe Tendencias y Amenazas en 2019 del Centro Criptológico Nacional (CCN-CERT) IA-13/19 se entiende por soberanía digital el impulso de un país para recuperar el control sobre sus propios datos y los de sus ciudadanos. Los Estados, y los grupos patrocinados por ellos, y sus acciones contra otros países siguen representando la ciberamenaza más significativa. El objetivo perseguido por este tipo de ataques es siempre el mismo: sustraer información para mejorar su posición estratégica, política, económica o innovadora y aprovecharse de las vulnerabilidades humanas de la víctima, de la que recaban información sensible o confidencial para un ataque posterior.

En los últimos años, los ataques contra los datos personales se han incrementado, y no solo por parte de ciberdelincuentes o grupos hacktivistas, sino también por Estados. El objetivo perseguido suele ser la comisión de ciertos delitos, el robo de identidad (credenciales), la suplantación o el espionaje. Elementos facilitadores de los ataques. La incesante conexión de nuevos dispositivos IoT a Internet, propiciando con ello la distribución de código dañino o participando en ataques (distribuidos de denegación de servicio) DDoS, constituye también un significativo elemento facilitador de esta problemática.

El número de activistas de las amenazas ha aumentado significativamente debido, en parte, al fácil acceso a nuevas herramientas de ataque y a la dificultad permanente para probar la autoría. Se ha evidenciado un incremento en el uso de código dañino por parte de los Estados, dirigido a explotar vulnerabilidades de los sistemas de información de las infraestructuras críticas. Frecuentemente, el objetivo de tales ataques ha sido obtener información sobre el grado de implantación de las medidas de seguridad de las organizaciones, al objeto de poseer datos suficientes que les permita planificar ataques futuros. Esta actividad se ha detectado, especialmente, contra objetivos europeos. El Instituto Nacional de Ciberseguridad (Incibe) gestiona más de 100.000 incidentes al año de empresas y particulares, de los que unos 700 corresponden a operadores estratégicos (desde eléctricas hasta empresas de telecomunicaciones, puertos...). El incremento de ataques a empresas españolas es bastante alto e inversamente

proporcional al gasto que realizan para garantizar la confidencialidad de los datos. Una inversión que a menudo es pobre, dispersa y casi siempre tiene un sentido de urgencia que la hace inútil para construir una verdadera estrategia de negocio. Es el mal de este tiempo: sociedades más digitalizadas y a la vez más desnudas ante el ciberdelito. Quizá por ello las encuestas muestran un derroche de voluntad. Un estudio realizado por Willis Towers Watson y ESI ThoughtLab, cita que organizaciones de todo el mundo quieren aumentar sus inversiones en ciberseguridad un 34% durante el próximo año, y cerca del 12% lo harán en más de un 50%. Pero quien crea que el dinero arregla el problema se equivoca. Sin soluciones integrales en todos los niveles del negocio la respuesta fallará, según los expertos.

La monetización de la información capturada, la propaganda y el reclutamiento son los objetivos principales de este grupo de agentes de las amenazas. No obstante, dada la disponibilidad del *Crime-as-a-Service* y el potencial sabotaje de dispositivos IoT, el atacante podría dejar el dispositivo fuera de servicio o limitar sus funcionalidades.

Los *hacktivistas* siguen activos en la divulgación de información confidencial recabada en los sitios web atacados, en el desarrollo de acciones DDoS y en la desfiguración de páginas web, con el objetivo de llamar la atención de los medios sin perseguir en general, por el momento, la monetización de sus acciones. Los análisis internacionales muestran que el ciberterrorismo aumentará significativamente en los próximos años.

Hay también una fuente de incidentes de carácter interno. La mayor parte del daño parece ser causado por acciones no intencionadas de los empleados que pueden materializarse con ataques a la cadena de suministro de datos.

Así, también, debe considerarse defectuoso desde la perspectiva de seguridad IT un producto que contiene vulnerabilidades conocidas públicamente en el momento de la compra. El mantenimiento del *software* por parte del fabricante, incluida la eliminación de vulnerabilidades, no solo debe ser el procedimiento habitual y el mecanismo para satisfacer la normativa legal aplicable, sino que también debe ser solicitado por el consumidor, como parte del servicio.

La ciberseguridad está en la agenda de todos los gobiernos y de cualquier industria, también en la de los operadores de la red eléctrica. Para un operador de la red eléctrica, perder el servicio

de un nodo de su red puede afectar a los clientes conectados a ese nodo, o si fuese una infraestructura crítica para su operación, podría afectar a millones de clientes ya que el impacto potencial de un incidente de ciberseguridad, en el que se tome control de la red que intercomunica las diferentes subestaciones y el centro de control, puede tener consecuencias devastadoras.

La creciente utilización de numerosos tipos de dispositivos denominados «inteligentes», combinado con la necesidad de dar soporte a las redes de comunicación que hay detrás, pone de manifiesto la necesidad de creación de nuevos mecanismos de seguridad. Por ello, se erigen como fundamentales, a la hora de abordar potenciales problemas, la implementación de medidas y mecanismos tales como:

- una autoridad a cargo de la ciberseguridad en el sector energético;
- la obligatoriedad de remitir informes de incidentes en el sistema;
- la información al consumidor de los riesgos a los que se enfrenta el sistema en este nuevo contexto.

Todas estas medidas, según indica el informe *Cyber Security Strategy for the Energy Sector*, publicado por el Parlamento Europeo, se deben llevar a cabo bajo unos estándares de seguridad comunes y en armonía con los requerimientos ya establecidos por la UE.

### Las amenazas y ciberataques

Las amenazas han pasado de tener objetivos particulares: robo de credenciales, sustracción de información, uso ilegítimo de los activos de la organización, etc., a pretender afectar a lo esencial de un país; así lo recoge el último informe de amenazas del Centro Criptológico Nacional (CCN-CERT) «el objetivo perseguido por este tipo de ataques es [...] sustraer información para mejorar su posición estratégica, política, económica o innovadora (espionaje). A este objetivo se ha unido el intento de influir en la opinión pública de los países atacados o interrumpir la normal prestación de servicios esenciales (sabotaje)». Y aparecen nuevos conceptos como la «ciberguerra» o «guerra informática» entre países donde los campos de operaciones ya no son tierra, mar o aire, sino el ciberespacio y las tecnologías de la comunicación, y que

tienen como objetivo alterar o causar perjuicio a una nación atacando sus recursos esenciales, como la electricidad.

En el sector eléctrico, un ejemplo de ello fue el incidente ocurrido en Ucrania con el apagón que sufrieron diversas centrales eléctricas del país, en un ataque con virus informáticos. Un gran número de personas se quedaron sin electricidad durante 6 largas horas, abandonadas al frío del 23 de diciembre de 2015. El mismo virus hizo saltar las alarmas unos días más tarde, al ser detectado en la red que controla el tráfico aéreo del aeropuerto de Ucrania.

El virus se llama BlackEnergy y es el primero en la historia involucrado en un apagón eléctrico generalizado. Antes que él, el virus Stuxnet, obra de Israel y Estados Unidos, dañó seriamente diversas centrales nucleares iraníes, pero no dejó a nadie sin luz.

BlackEnergy es solo una de las piezas usadas en el ataque, llevado a cabo por mercenarios informáticos del más alto nivel. Ucrania, después de dos años de guerra con Rusia, no dudó en señalar a este país como culpable, entendiéndolo que buscaban sembrar el caos y demostrar su fortaleza ante el país vecino, aunque no se pudo afirmar categóricamente porque los atacantes habían borrado muy bien sus huellas. Fue un ataque sofisticado realizado por un equipo de expertos informáticos que usaron armas diversas de carácter cibernético. Parece que los atacantes tenían un plan, estaban coordinados y sabían cómo usar virus y programas de acceso remoto para cegar las defensas del sistema y provocar cambios no deseados en su infraestructura.

El incidente se desarrolló de la siguiente manera: un empleado de una central eléctrica de Ucrania recibió un mensaje de correo electrónico que le animaba a pinchar en un documento adjunto. Al hacerlo, el adjunto instaló un código malicioso en el equipo que abrió una puerta trasera que utilizaron los atacantes para desplegar, de forma silenciosa, el virus «BlackEnergy» en multitud de equipos de la empresa. Este virus se quedó esperando, en silencio, espiando y aprendiendo todos los movimientos de la central. En un momento dado, los atacantes lo activaron e instalaron a distancia un nuevo módulo a BlackEnergy, llamado KillDisk que está programado para destruir archivos vitales de los ordenadores de una central eléctrica. Después manipularon remotamente los ordenadores para provocar los apagones y los operadores veían impotentes cómo se iban apagando subestaciones mientras ellos no podían recuperar el control de los equipos. Acabado el



trabajo, activaron KillDisk, que destruyó los discos duros borrando así las huellas de los hackers en el sistema.

Para provocar más confusión, orchestaron un bombardeo cibernético de los sitios web y centrales telefónicas de la compañía, de forma que los clientes no podían llamar a la misma ni ser informados por web sobre lo que había pasado. A través del ciberrataque se consiguió tomar el control de los sistemas de 3 de las principales distribuidoras regionales de electricidad. Este altercado afectó a subestaciones de 100 y 35 kV y provocó cortes de luz que afectaron a un conjunto de 225.000 habitantes.

En el caso de Ucrania, la capacidad de resiliencia fue crítica para recuperar el servicio en aproximadamente 6 horas al existir un sistema paralelo de emergencia que permitió recuperar el control manual.

El módulo KillDisk ha sido adaptado ahora para atacar sistemas industriales, es el icono de un mundo en el que las infraestructuras críticas, medios de comunicación incluidos, se han convertido en principal objetivo.

Posteriormente, el troyano BlackEnergy fue detectado otra vez en Ucrania, en un ordenador del aeropuerto. No pasó nada y el virus fue eliminado, pero elevó las alertas al máximo pues nadie sabía el alcance de la plaga, si había más escondidos en otros ordenadores o si podrían afectar a comunicaciones ferroviarias u otros puntos críticos.

Pasaron los años y BlackEnergy fue modificado para ampliar clientela. Ha sido el responsable en fraudes bancarios o distribución de correo basura, hasta llegar a la más alta meta de un virus troyano: el espionaje electrónico con motivación política. En 2014, BlackEnergy fue detectado en más de 100 organizaciones gubernamentales y empresariales de Polonia y Ucrania. También en ordenadores de la OTAN, la burocracia europea, una universidad norteamericana y un proveedor francés de telecomunicaciones.

La Corporación de Energía Nuclear de la India (NPCIL, por sus siglas en inglés) ha confirmado que recientemente la mayor y más moderna planta nuclear del país fue atacada con un *software* maligno. El virus empleado se ha encontrado anteriormente en ciberataques vinculados a grupos de Corea del Norte.

El ciberataque se conoció públicamente cuando la web VirusTotal publicó un envío de datos que parecía apuntar a una falla en el sistema de la planta, localizada en Tamil Nadu, en el sur del

país. Los datos indicaban la presencia de un *dtrack*, un programa maligno, aunque los responsables de la planta nuclear publicaron un desmentido, pero según expertos podría existir una brecha de seguridad.

El Equipo de Emergencias Cibernéticas tuvo conocimiento del ataque y el problema fue investigado inmediatamente por especialistas del Departamento de Energía Atómica.

El sector nuclear es uno de los más importantes de la India. El NPCIL opera 22 reactores en siete puntos del país.

Según un informe de Naciones Unidas publicado el pasado agosto, los grupos cibernéticos de Corea del Norte (muchos de los cuales operan bajo control directo del Gobierno) se han extendido gracias a su «creciente sofisticación» y han aportado a Pyongyang unos 2.000 millones de dólares (unos 1.800 millones de euros) que ha empleado en su programa de armamento de destrucción masiva.

La política india, es llevar Internet a la vasta población del país en el marco del programa India digital, criticado por la ausencia de leyes de ciberseguridad y marco legal actualizado. Delhi anunció licitaciones para que empresas privadas preparen la mayor red de reconocimiento facial del mundo, que se unirá al sistema biométrico nacional en el que ya están inscritos más de mil millones de ciudadanos, a pesar de las continuas filtraciones de datos privados de sus usuarios.

El *dtrack* fue usado en un ataque de 2016 en el que fue robada información financiera de millones de indios, señalan los expertos. La empresa de ciberseguridad Kaspersky ha asegurado que el virus guarda «similitudes con la campaña DarkSeoul», un programa de espionaje a bancos y medios de comunicación surcoreanos atribuidos al Grupo Lazarus, conectado con grupos ciberterroristas de Corea del Norte.

En septiembre de 2017, la misma empresa Kaspersky reportó lo que se ha denominado Dragonfly 2.0 —una serie de intrusiones en *utilities* de todo el mundo. Durante los últimos seis años, estos atacantes se han infiltrado en el control de las redes eléctricas de varios países, entre ellos EE. UU.

Existen precedentes de otros ataques de grupos organizados sobre importantes infraestructuras críticas. Esta es hoy en día una de las grandes preocupaciones de gobiernos de todo el mundo: las graves inseguridades que presentan muchos sistemas críti-

cos, como plantas nucleares, centrales eléctricas o sistemas de control del tráfico. Las infraestructuras críticas tienen debilidades y en estos momentos hay grupos recolectando información sobre ellas en casi todos los países.

Según una reciente encuesta a las industrias del gas y el petróleo, los ataques informáticos a estas instalaciones se han incrementado de forma generalizada. La mitad de encuestados aseguran que el aumento ha sido de entre el 50 y el 100 %.

Un incidente como el de Ucrania nos demuestra que, con un simple clic en un adjunto de correo electrónico, se puede iniciar un desastre que deje a hospitales e industria seis horas sin energía eléctrica. Debemos buscar la visibilidad total e integrada de lo que está pasando en nuestras infraestructuras y correlacionar todos los eventos de forma integrada.

El enfoque clásico para protegerse las organizaciones contra los ciberataques se basaba en la defensa del perímetro; consistía en segmentar las redes y poner barreras de seguridad para impedir que los atacantes externos pudieran acceder a los sistemas internos de las compañías. En el caso de los sistemas eléctricos, se aislaban totalmente del resto de redes internas y externas, con lo que quedaban menos expuestos a posibles intrusiones.

Esta estrategia está siendo cada vez menos efectiva, dado que con la digitalización y las nuevas tecnologías, las nuevas formas de trabajo en las empresas exigen a las compañías adaptar sus sistemas para ser accesibles desde un mayor número de dispositivos y desde diversas ubicaciones, para poder explotar mejor la información de la compañía. En el caso concreto de los sistemas eléctricos, la proliferación de arquitecturas de tipo *IoT* (Internet de las cosas) para poder recopilar datos de sensores, o el uso de grandes soluciones de *Big Data* están llevando a las compañías a abordar nuevos métodos para proteger adecuadamente los sistemas críticos de acuerdo con los retos que se presentan en estos escenarios.

En este desarrollo de nuevas arquitecturas también aparecen nuevas soluciones de seguridad para mitigar y evitar los nuevos ataques. Estas soluciones se apoyan en los avances de analítica, inteligencia artificial y *Big Data*, y facilitan la detección y la respuesta ante ataques de diversa índole.

La evolución de estos sistemas está despegando aunque, en las soluciones específicas para sistemas eléctricos debido a lo reciente del cambio de paradigma tecnológico, son en algunos casos solo experimentales.

### Las tendencias para el futuro

En el informe mencionado del CCN-CERT figuran las tendencias para futuro próximo, donde los agentes estatales continuarán realizando campañas de intrusión como parte de sus estrategias nacionales y es seguro que para ello utilizarán sus ciber capacidades.

Las entidades de los sectores del gobierno, la defensa, los *think tanks* y las ONG continuarán siendo los objetivos prioritarios de sus operaciones. Estas intrusiones, probablemente, serán respaldadas por proveedores de los sectores de telecomunicaciones y tecnología, y pueden incluir compromisos en la cadena de suministro, como se ha observado en los años precedentes. Es de esperar que los futuros ciberataques incrementen su volumen y su sofisticación. Los siguientes párrafos esbozan lo que cabe esperar del inmediato futuro:

- Aumentarán los ciberataques patrocinados por Estados;
- Ataques a la cadena de suministro;
- La nube como objetivo;
- Sofisticación del código dañino;
- Los ciberataques dirigidos a personas;
- Utilización de dispositivos inteligentes en ciberataques;
- Permanencia de los ataques DDoS y su relación con la IoT;
- Incremento del *Cripto jacking*;
- El código dañino será más engañoso;
- Aprendizaje automático para bloquear nuevas amenazas;
- IA como herramienta en los ciberataques;
- La adopción de 5G ampliará la superficie de ataque.

### Las actuaciones y normativa comunitaria

El estado actual de la ciberseguridad en el sector energético en la UE indica que todavía queda camino por recorrer. Los sistemas inteligentes de energía, englobados actualmente en las *Smart Grids*, requieren de avances en materia de consistencia para la totalidad de la UE, de cara a evitar daños en el sistema. Precisamente, es necesario tener en cuenta que el camino para una transición energética exitosa pasa por solucionar este tipo de in-

cidentes y evitar situaciones tales como la que ocurrió en Ucrania el pasado 23 de diciembre de 2015.

Las autoridades europeas son conscientes de los riesgos inherentes a cuatro grandes sectores «ciberdependientes», como son el transporte, la salud, las finanzas y la energía. La denominada «Internet de las cosas» —interconexión digital de los objetos cotidianos— es ya una realidad, y se prevé que en 2025 haya decenas de miles de millones de dispositivos digitales conectados en la UE. Al tiempo, los sistemas informáticos pueden verse afectados por incidentes de seguridad, desde fallos técnicos a virus, cada vez más frecuentes y difíciles de combatir.

Si nos ceñimos al sector energético europeo, este se encuentra en pleno proceso de transición hacia la «descarbonización», con un fuerte componente de descentralización de la generación. El progreso tecnológico y la digitalización están modificando las redes eléctricas y de gas europeas. Lo que comporta riesgos de exposición a ciberataques e incidentes que pueden poner en peligro la seguridad del suministro. De lo que se trata es de evaluar esos riesgos, y adoptar medidas para mitigarlos.

Por todo ello, ya en julio de 2016 en la Unión Europea, se aprobó la llamada Directiva SRI (sobre seguridad en las redes y sistemas de información), cuyo objetivo era incrementar la ciberseguridad en la UE desarrollando las capacidades nacionales en la materia, incrementando la cooperación a escala europea e introduciendo requisitos en materia de seguridad y de notificación de incidentes para los «operadores de servicios esenciales», que incluye la notificación obligatoria de incidentes en sectores como el de la energía.

Estos operadores de servicios esenciales deben tener en cuenta las directrices de un grupo de cooperación establecido por la Directiva SRI, integrado por representantes de los Estados, de la Agencia de la Unión Europea para la Ciberseguridad (Enisa) y de la Comisión. En junio de 2018, este Grupo creó una línea de trabajo específica sobre la energía. Teniendo en cuenta que cada sector de actividad económica se enfrenta a problemas específicos de ciberseguridad, se hace necesario desarrollar enfoques sectoriales en el marco más amplio de las estrategias generales de ciberseguridad.

El pasado 3 de abril, la Comisión de la Unión Europea publicó la Recomendación 2019/553 sobre ciberseguridad en el sector de la energía. A pesar de tratarse de un acto legislativo de rango me-

nor, el posicionamiento de la Comisión supone un reforzamiento de las numerosas iniciativas que se vienen sucediendo a favor del impulso a la seguridad informática.

La asociación de gestores de redes europeas de transporte de electricidad (ENTSO-E) está debatiendo un documento sobre esta materia. El documento de «ENTSO-E Cyber Security Strategy» está aún en elaboración. Este documento ha sido elaborado en el Digital Committee, que reconoce que con el aumento de los intercambios de información y conectividad entre TSO y DSO (operadores del sistema y de la distribución) de servicios (digitalización, Internet, etc.) respectivamente, se está incrementando el riesgo sobre la ciberseguridad. Por todo ello, es fundamental tener una estrategia común en cuanto a ciberseguridad que permita hacer frente a los riesgos que vengan, y de una forma menos costosa para los TSO (aprovechando sinergias y compartiendo conocimiento).

La estrategia se centra en tres pilares básicos:

- Seguro y resiliente: prevención y cumplimiento (seguro), monitorización, respuesta, recuperación (resiliente).
- Inter-TSO y DSO: se centra en aspectos comunes (la ciberseguridad de cada TSO queda a nivel nacional).
- Información, servicio e infraestructura: estrategia integral que abarca todos los niveles/aspectos.

En el borrador de documento figuran como temas estratégicos, 4 elementos que se consideran claves en el concepto de la ciberseguridad:

- *Gestión de riesgos*: Se trata de identificar los activos críticos de la red eléctrica europea (sobre todo los afectados por ENTSO-E), y hacer un plan de mitigación de riesgos asociados. Destacan la necesidad de cumplir con los estándares internacionales sobre identificación/gestión de riesgos de ciberseguridad, etc.
- *Arquitectura*: Es fundamental asegurar la ciberseguridad desde el inicio, desde el diseño/planificación, realizar tests de ciberseguridad y auditorías.
- *Apoyo y servicios centrales* (ENTSO-E): Esta organización quiere proporcionar soluciones comunes y plataformas para compartir información y mejores prácticas sobre identificación de amenazas, mecanismos de mitigación, etc. Destacan

además la importancia de impartir programas formativos en materia de ciberseguridad, ya que la clave no es el sistema sino la persona que lo usa.

- *Gobernanza*: El objetivo es que todos los TSO puedan tener madurez suficiente y conocimiento/compromiso sobre ciberseguridad. El Digital Committee de ENTSO-E sería el organismo supervisor del cumplimiento de la estrategia.

La Comisión Europea ha concedido a ENTSO-E (a través de un programa de fondos de la CE: Connecting Europe Facility) una partida para proyectos de innovación en materia de ciberseguridad. Esto permitirá optimizar costes de ENTSO-E y además va en línea y complementa la estrategia planteada.

Por último, es muy probable que la CE haga un código de red sobre ciberseguridad en el futuro. Por tanto, los TSO deben estar preparados para afrontar y cumplir los estándares exigidos por el futuro NC.

### La cooperación internacional en ciberseguridad

La cooperación y el intercambio de información son elementos clave en esta materia, y a tal efecto la Comisión ha puesto en marcha iniciativas como la Mesa Redonda (Roma, marzo de 2017) o la Conferencia de Alto Nivel (Bruselas, octubre de 2018) sobre ciberseguridad en el sector de la energía, además de haber impulsado entidades especializadas, como el Centro Europeo de Puesta en Común y Análisis de la Información Energética.

También se ha creado un marco europeo de ciberseguridad para la certificación de productos, procesos y servicios, que será válido en toda la Unión y reviste especial interés para el sector de la energía. Y existe el compromiso de la Comisión de revisar periódicamente sus recomendaciones en esta materia a partir de los progresos realizados «en concertación con los Estados miembros y las partes interesadas».

La iniciativa aprobada por el Ejecutivo europeo aspira, en definitiva, a orientar en materia de ciberseguridad a los Estados miembros y a las partes interesadas, «en particular a los operadores de redes y proveedores de tecnología», teniendo en cuenta tres condiciones específicas: los requisitos específicos de tiempo real del sector energético, los efectos en cascada, y la combinación de tecnologías tradicionales y de vanguardia.

En cuanto a los requisitos de tiempo real de los componentes de la infraestructura energética, se insta a los Estados miembros a velar por que las partes interesadas (operadores de redes de energía y proveedores de tecnología) apliquen medidas de preparación específicas, teniendo en cuenta que algunos elementos del sistema energético, como los relés y protecciones deben reaccionar en milisegundos, lo que dificulta introducir medidas de ciberseguridad.

De ahí que la recomendación europea apele a los operadores de redes de energía para que apliquen las normas de seguridad más recientes para las nuevas instalaciones y estudien medidas complementarias de seguridad física en instalaciones antiguas, además de garantizar una comunicación segura, en tiempo real, cuando haya disponibilidad de productos *ad hoc* en el mercado.

También se sugiere recurrir a redes privadas para programas de teleprotección con el fin de garantizar el nivel de calidad del servicio requerido para las restricciones de tiempo real, así como dividir el sistema general en zonas lógicas y, dentro de cada una, definir restricciones de tiempo y procesos.

Cuando sea posible, los operadores de redes de energía también deberían elegir un protocolo de comunicación segura teniendo en cuenta los requisitos de tiempo real, así como introducir un mecanismo de autenticación adecuado para la comunicación de máquina a máquina, en el que se aborden esos mismos requisitos.

Los denominados «efectos en cascada» hacen referencia al hecho de que las redes eléctricas y los gasoductos están fuertemente interconectados en toda Europa, y un ciberataque que provoque una interrupción o la interrupción de una parte del sistema energético podría desencadenar serias consecuencias en cualquier parte del sistema.

También se recomienda a los Estados miembros velar por que operadores de redes de energía y proveedores de tecnología apliquen medidas de preparación adecuadas, previa evaluación de la interdependencia y la condición más o menos crítica de los sistemas de generación de electricidad y de demanda flexible, las subestaciones y líneas de transmisión y distribución, y las partes que se verán afectadas (también en situaciones transfronterizas) ante la eventualidad de un ciberataque o un ciberincidente.

Asimismo, los Estados miembros también deben velar por que los operadores de redes de energía dispongan de un marco de



comunicación estructurado para compartir señales de alerta temprana y cooperar en la gestión de crisis. Las medidas concretas que la Comisión Europea recomienda a los operadores de redes de energía incluyen velar por que los nuevos dispositivos (como los del «Internet de las cosas») mantengan un nivel de ciberseguridad adecuado. Asimismo, tendrán que considerar los efectos ciberfísicos al establecer y revisar periódicamente los planes de continuidad de las actividades y establecer criterios de diseño y una arquitectura para una red resiliente, que contenga, al menos, los siguientes aspectos:

- Medidas de defensa en profundidad en cada sitio, adaptadas por emplazamiento y adaptadas a su criticidad.
- Identificación de los nodos cruciales, tanto en términos de capacidad de producción de energía como de repercusión para el cliente.
- Colaboración con otros operadores y proveedores de tecnología para evitar efectos en cascada.
- Diseño y creación de redes de comunicación y control que permitan confinar los efectos de los posibles fallos de equipos y sistemas a partes limitadas, y garantizar medidas de mitigación rápidas y adecuadas.

A este respecto, es importante, que siempre que sea posible, incorporar a la normativa, las normas de ciberseguridad internacionalmente aceptadas, y a que tanto las partes interesadas como los clientes, al conectar dispositivos a la red, adopten este enfoque.

Los proveedores de tecnología deberían aportar soluciones ya experimentadas, tanto en tecnologías tradicionales como de vanguardia, de forma gratuita y tan pronto como se tenga conocimiento del problema. Y a los operadores de redes se les insta a adoptar una serie de medidas en sus operaciones, entre las cuales cabe destacar las siguientes:

- Analizar los riesgos de conectar dispositivos tradicionales con otros del «Internet de las cosas».
- Tomar las medidas necesarias contra ataques malintencionados procedentes de dispositivos de consumo controlados de forma maliciosa.
- Establecer una capacidad automatizada de seguimiento y análisis de problemas de seguridad (intentos fallidos de iniciar sesión, alarmas de apertura de puertas...).

- Llevar a cabo periódicamente análisis específicos del riesgo de ciberseguridad en todas las instalaciones tradicionales, especialmente cuando se conectan tecnologías antiguas y nuevas. Mantener actualizado el *software* y el *hardware* de los sistemas tradicionales y del «Internet de las cosas».
- Considerar la ciberseguridad al redactar licitaciones. Colaborar con los proveedores de tecnología para sustituir los sistemas tradicionales cuando sea preciso.

El reciente informe *Cybersecurity Report on Europe's Electricity and Gas Sectors*, publicado por el Consejo Europeo de Reguladores Energéticos (CEER por sus siglas en inglés) se centra en examinar la ciberseguridad, una de las prioridades más importantes de los distintos Estados Miembros de la Unión Europea, ya que actualmente están trabajando para cumplir con los plazos establecidos por la legislación vigente, especialmente con respecto a la Directiva sobre Seguridad de las Redes y Sistemas de Información. En los últimos años, varias vulnerabilidades de seguridad cibernética se han hecho más que visibles en el sector energético resaltando la necesidad de seguir trabajando activamente en la consolidación de nuevas medidas de resistencia ante este tipo de amenaza. Con el objetivo de superar esta problemática, y tomando en cuenta los esfuerzos en curso para implementar la regulación relacionada con la seguridad cibernética ya existente, los autores del informe ofrecen una serie de recomendaciones que contribuyen a reducir la brecha entre la situación actual y la situación óptima de ciberseguridad en el sector energético.

Las recomendaciones propuestas hacen referencia a la necesidad de aumentar la participación de los reguladores europeos de energía, activar la colaboración entre las partes involucradas y proporcionar una mejor orientación sobre los tipos de medidas y actuaciones a seguir. Para ello, se hace necesario identificar los diferentes actores que juegan, o pueden jugar en el futuro, un papel activo en la compleja resolución de los problemas de ciberseguridad para el sistema energético. Según los autores del informe, aunque no se trata de una lista cerrada, entre los agentes descritos destacarían TSO, DSO, proveedores, generadores y operadores de mercado. Otra tarea prioritaria resaltada en el informe, pasa por dar un papel más relevante a CEER y ACER (Agencia para la cooperación de los reguladores de energía de la Unión Europea), ya que ambos organismos pueden contribuir significativamente al establecimiento de una cultura de ciberseguridad internacional y respaldar y complementar el trabajo de

las Agencias nacionales de regulación. De las evidencias anteriores, los autores concluyen que la cooperación entre los distintos miembros será de vital importancia para contribuir a la creación de un ecosistema homogéneo y seguro, que permita el desarrollo de una cultura adecuada para una mayor innovación y digitalización en el sector energético.

El fortalecimiento de la ciberseguridad y el impulso a nuevas tecnologías como *Blockchain* no conocen fronteras. La cooperación internacional en esta materia es necesaria por los beneficios que pueda reportar el poner en común experiencia y conocimientos. La colaboración se articula mediante las áreas de asuntos internacionales y de vinculación institucional donde se identifican oportunidades de colaboración y se instrumentan programas de trabajo para desarrollar regulaciones más eficaces y operaciones más confiables en el Sistema Eléctrico Nacional y el Mercado Eléctrico Mayorista.

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo, el cibercrimen le cuesta al mundo hasta 575 mil millones al año, lo que representa 0,5 % del producto interno bruto global. En ese sentido, diseñar, mejorar y fortalecer los sistemas eléctricos, es una tarea estratégica, ya que de ello dependen distintas actividades económicas, y servicios indispensables que garantizan la seguridad y el bienestar de la población. Es por ello que México publicó en 2017 la *Estrategia Nacional de Ciberseguridad* con la visión al año 2030, y desde la parte regulatoria, su comisión reguladora publicó el *Código de Red*.

México y Alemania pretenden ser socios estratégicos en la cooperación dirigida al sector energético. Por encargo del Gobierno Federal de Alemania, la Cooperación Alemana para el Desarrollo Sustentable (GIZ) apoya a las instituciones mexicanas para aumentar la sostenibilidad del sistema energético a través del impulso de las fuentes de energía renovable y la eficiencia energética. Para alcanzar dichos objetivos e impulsar sistemas y mercados energéticos más seguros, confiables y ambientalmente sostenibles, la GIZ implementa programas y actividades de fomento y divulgación, de capacitación, de intercambio de mejores prácticas y de sensibilización y asesoría especializada.

En el marco de esta colaboración, se realizaron foros con participación de expertos del sector público, privado y la academia, la conclusión fue que México debe aprovechar la digitalización para mejorar la confiabilidad y la ciberseguridad en el sector eléctrico.

Se celebraron dos eventos para impulsar el diálogo sobre la digitalización en el desarrollo de sistemas eléctricos frente al desafío que representan los potenciales ciberataques a la infraestructura del sector. El primer evento, «Ciberseguridad en el sector eléctrico» fue implementado por la GIZ, en coordinación con la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y el Centro Nacional de Control de la Energía (CENACE). En dicho encuentro los asistentes tuvieron la oportunidad de adquirir e intercambiar conocimientos con expertos tanto de las instituciones organizadoras como de la Escuela de Regulación de Florencia, el Instituto de Investigaciones en Energía Eléctrica (EPRI), el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) y la Asociación Alemana de Energía e Industria del Agua (BDEW). De la misma manera, se presentaron casos prácticos de países como Alemania, Estonia y México, este último a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). En las sesiones se discutieron desafíos comunes, las políticas y regulaciones asociadas a la protección de infraestructura crítica que subyacen a la digitalización, y la seguridad cibernética en el sector eléctrico.

En el segundo evento, «Encuentro entre Blockchain y energía», además de la Alianza Energética y la CRE, participaron Blockchain Lab y DKT Solar, de la GIZ. En este evento, los asistentes conocieron la aplicación Blockchain para redes privadas a través de experiencias internacionales como la de Estonia, país precursor en el uso de esta tecnología para facilitar operaciones de gobierno; y Chile, quien ha iniciado la transformación en Latinoamérica con el uso de plataformas abiertas en el sector regulatorio de energía, así como el uso potencial para detectar ciberataques para darle mayor confiabilidad a la red eléctrica.

Las redes eléctricas, hoy en día, son cada vez más modernas, más inteligentes... y más conectadas. Anteriormente ya se ha mencionado que estamos encarando un nuevo mundo energético. Un mundo de generación energética descentralizada, de fuentes renovables intermitentes, como la solar y la eólica, así como un creciente compromiso por parte de los usuarios.

Pero con todas las ventajas de una red más flexible, dinámica y conectada, también entran en juego nuevos riesgos y amenazas de seguridad, en concreto, de ciberseguridad. Dada la importancia de esta debe existir una regulación y una vigilancia de su cumplimiento.

Las medidas de ciberseguridad deben cumplir con los estándares y con las normativas. Este enfoque beneficia al sector, au-

mentando la conciencia de los riesgos y los retos asociados a un ciberataque.

Las entidades reguladoras han previsto la necesidad de un enfoque estructurado de ciberseguridad. En Estados Unidos, los requerimientos de protección de infraestructuras críticas, de la Corporación de Seguridad Eléctrica Norteamericana (NERC CIP), establecen que cosas son necesarias para asegurar el sistema eléctrico en Norteamérica. El Programa Europeo para la Protección de las Infraestructuras Críticas (EPCIP) hace lo mismo en Europa.

Debido al cambio hacia plataformas de comunicación abiertas, como Ethernet e IP, los sistemas que gestionan las infraestructuras críticas se han vuelto cada vez más vulnerables. El enfoque informático de la ciberseguridad no siempre es apropiado con las limitaciones operacionales a las que se enfrentan las compañías eléctricas.

A medida que las compañías eléctricas experimentan una convergencia entre IT y OT, es cada vez más necesario desarrollar equipos multifuncionales para abordar retos únicos de tecnología segura que abarquen ambos mundos. Proteger contra las ciberamenazas actuales requiere una mayor colaboración entre ingenieros, responsables de las instalaciones críticas y responsables de seguridad, que deben compartir sus conocimientos para identificar los posibles problemas y ataques que afectan a sus sistemas.

#### Diseño de protecciones de ciberseguridad

Una protección adecuada requiere todo un conjunto de medidas, procesos, medios técnicos y una organización apropiada. Contar con una buena defensa contra ciberataques es un proceso continuo y requiere un esfuerzo constante.

Para establecer y mantener sus sistemas ciberseguros, las compañías eléctricas pueden seguir un enfoque basado en cuatro puntos:

- *Realizar una evaluación de riesgos.* El primer paso consiste en llevar a cabo una evaluación integral del riesgo basada en amenazas internas y externas. Al hacerlo, los especialistas en OT y otras partes interesadas de las compañías eléctricas podrán entender cuáles son sus puntos más vulnerables, y documentar la creación de políticas de seguridad y mitigación de riesgos.

- *Diseñar una política y procesos de seguridad.* La política de ciberseguridad de una compañía eléctrica proporciona un conjunto de reglas a seguir. Estas deben ir encabezadas por el conjunto de estándares de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y de la Comisión Electrotécnica Internacional, que proporcionan recomendaciones y buenas prácticas sobre gestión de la seguridad de la información. En ellas se describe la lista de activos que deben protegerse, identifica las amenazas a dichos activos, las acciones no autorizadas y la consiguiente responsabilidad en caso de violación de la política de seguridad. También es importantes contar con procesos de seguridad bien diseñados. Los procesos del sistema de ciberseguridad deben ser revisados y actualizados regularmente, para seguir esta evolución. Una de las claves es realizar una revisión una o dos veces al año.
- *Ejecutar proyectos que implementen el plan de mitigación de riesgos.* Es importante seleccionar una tecnología de ciberseguridad que se base en estándares internacionales, para asegurar que se puede seguir una política de seguridad apropiada y las acciones de mitigación de riesgo propuestas. Un enfoque de «seguridad desde el diseño» basado en estándares internacionales puede ayudar a reducir aún más el riesgo, al asegurar los componentes del sistema.
- *Gestionar el programa de seguridad.* Una gestión eficaz de los programas de ciberseguridad implica también la gestión de los ciclos de vida de los activos de información y comunicación. Para ello, es importante mantener una documentación rigurosa y «viva» sobre el *firmware* de los activos, los sistemas operativos y las configuraciones.

También requiere conocer de forma exhaustiva la previsión de las actualizaciones y de la obsolescencia tecnológica, además de ser consciente de las vulnerabilidades conocidas y los parches existentes. La gestión de la ciberseguridad también requiere que ciertos eventos provoquen una evaluación, como determinados puntos en los ciclos de vida de los activos o como las amenazas detectadas.

Una de las pautas que cobra más importancia, dadas las características de este tipo de incidentes, es la elaboración de un análisis exhaustivo de los *logs* de acceso. Este análisis debería ayudar a esclarecer los hechos y a sacar conclusiones con un fundamento más concreto, acerca de la intencionalidad, o no, del fallo en el servicio eléctrico.

Como conclusión más importante ante este tipo de situaciones se resalta la importancia que tiene el intercambio de información de ciberataques y el tratamiento que se da a los mismos. De esta manera, otras empresas podrán extraer lecciones aprendidas, como implementar procedimientos en el caso de sufrir un fallo, o detectar algún problema en la infraestructura de red, basándose en las acciones ejecutadas por otros.

En las compañías eléctricas, la seguridad es asunto de todos y no basta con instalar tecnología. También deben implementar procesos organizativos para hacer frente a los retos de una red descentralizada. Esto significa evaluar de forma regular y mejorar continuamente su proceso de ciberseguridad y seguridad física, para salvaguardar nuestro nuevo mundo energético.

Sin embargo, el análisis de riesgos de ciberseguridad o simplemente un análisis de las vulnerabilidades conocidas de un sistema de control todavía es una actividad poco demandada por las *utilities* en el sector eléctrico.

La evaluación de riesgos de ciberseguridad incorpora metodología del análisis de riesgos de seguridad tradicional, que se complementan y proveen seguridad (*safety*) y ciberseguridad desde las fases tempranas de un sistema.

Para la gestión de ciberseguridad es mejor definir los requisitos/medidas de ciberseguridad que un sistema debe cumplir en la fase de diseño y mantener el nivel de seguridad del sistema durante el ciclo de vida del proyecto. Esto aplica tanto a sistemas como a componentes del sistema.

Una vez que se ha realizado la estimación de los riesgos de ciberseguridad, hay que determinar las medidas necesarias y suficientes para alcanzar el nivel de seguridad deseado para el producto o sistema analizado. El objetivo es realizar un análisis de riesgos durante la fase de diseño. Se evalúa la seguridad desde el diseño en 4 aspectos:

- Plataformas seguras. Considerar la ciberseguridad desde la fase de diseño de un sistema o producto permite seleccionar el *hardware* y *software* más adecuado sobre el que se construirá la solución.

Medidas de seguridad como arranque seguro de un sistema, certificados de autenticación, etc., se basan en plataformas seguras y en algoritmos avanzados de criptografía. Definir los requisitos de seguridad desde la fase de diseño permitirá

identificar los componentes necesarios para alcanzar el nivel de seguridad deseado y evaluar la plataforma para evitar problemas de capacidad de cómputo o memoria.

- Aplicaciones seguras. Al realizar un análisis de riesgos e identificar las posibles amenazas en una fase anterior al diseño y codificación de una aplicación, se desarrollará pensando en contramedidas posibles para esas amenazas, mejorará los eventos, *logs* y evidencias que faciliten la investigación de un ataque y en definitiva será más robusta.
- Productos seguros. Un producto seguro se basa en plataformas y aplicaciones seguras. Se debe realizar un proceso de asegurar el sistema mediante la reducción de las vulnerabilidades del mismo, minimizando los permisos con los que corren las aplicaciones, configurando los servicios siguiendo las buenas prácticas de los fabricantes, minimizando los servicios instalados y los puertos accesibles desde interfaces seguras y no seguras.
- Arquitecturas seguras. Por último, también se debe considerar la definición de arquitecturas seguras durante la fase de diseño con la creación de diferentes zonas de seguridad, las cuales serán analizadas independientemente para ver el nivel de seguridad que deben alcanzar dependiendo de su criticidad, el número de amenazas presentes y la probabilidad de que ocurran.

Una vez hecha esta segregación por zonas, se debe identificar el tráfico entre zonas e implementar medidas de seguridad acordes, tal como, se refleja en la figura 5.

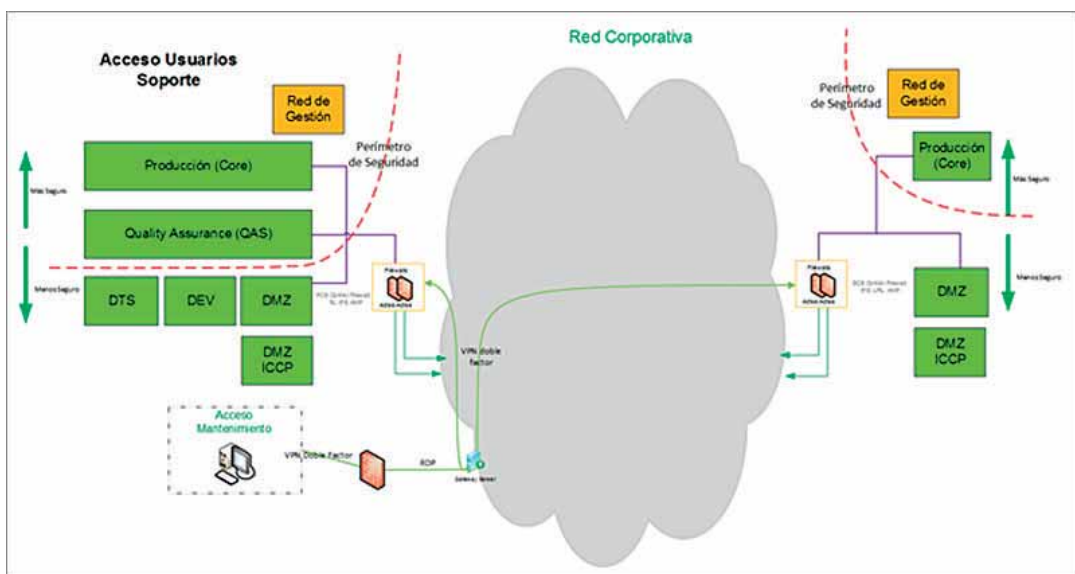


Figura 5. Segmentación y medidas de seguridad perimetral para un DMS avanzado.



La seguridad de un sistema se debe basar en procesos maduros para asegurar que las medidas definidas se consideren en cada etapa de la vida de un sistema. El estándar IEC-62443, que se expone en la figura 6, define 4 niveles de seguridad y describe qué requisitos funcionales debe cumplir un producto o un sistema para alcanzar el nivel deseado.

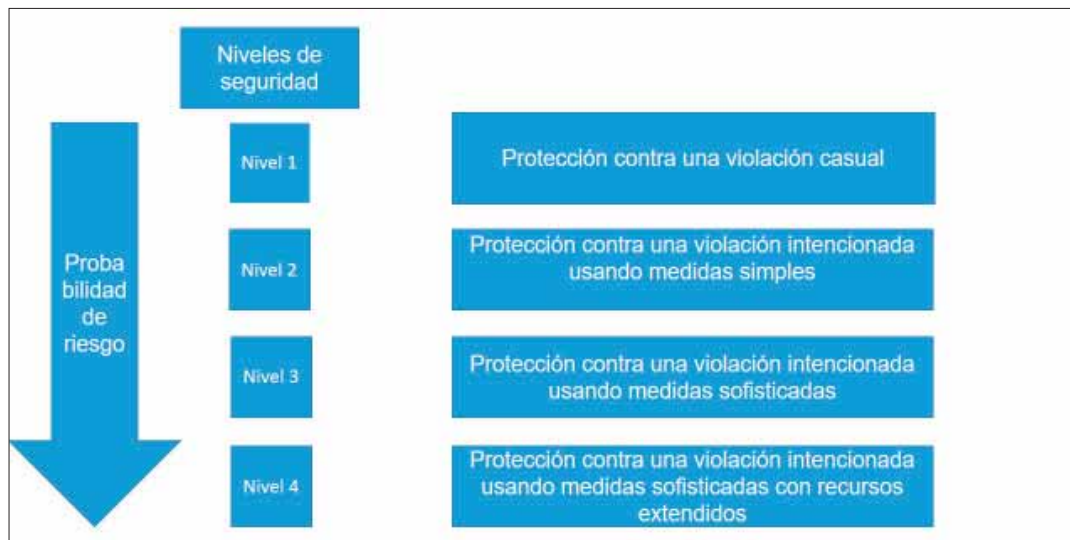


Figura 6. Niveles de seguridad definidos por IEC-62443.

### Medidas de ciberseguridad a un sistema de control existente

A continuación, se expone el proceso para incrementar el nivel de seguridad de un SCADA, un DMS o una subestación eléctrica. Para ello se va a seguir el estándar IEC-62443.

Para asegurar que se está listo para empezar la actualización del sistema y limitar el tiempo en el que el mismo estaría sin operar debido a estas actividades de actualización, se han marcado en azul los trabajos que se deben realizar *in situ* y en color naranja aquellos trabajos que se pueden llevar en oficina o sin influenciar en la operación del sistema.

El primer paso, ver figura 7, para defender un sistema es conocer qué se va a defender, algo básico, pero a veces olvidado. Tanto el dueño del activo como el responsable del proyecto de actualización del sistema debe realizar este ejercicio de colección de información *in situ*. Durante este proceso, un experto de ciberseguridad realizará tareas no intrusivas sobre el sistema para obtener información de todos los componentes del sistema, como tipo de dispositivo. Además, se llevarán a cabo entrevistas con el personal responsable para:



Figura 7. Flujo de trabajo de implementación de medidas de seguridad en un proyecto existente.

- Recolectar arquitectura de red del sistema y otros posibles subsistemas existentes.
- Inventarios existentes (activos, configuraciones).
- Políticas de seguridad o normativas aplicables.
- Evaluación de vulnerabilidades del sistema.

Este proceso se podrá hacer *in situ* o en *back-office* usando la información recogida. Dependiendo de la criticidad del sistema se optará por una manera o la otra.

El sistema se puede clasificar según su criticidad para la operadora eléctrica, el gobierno, etc., y definir el nivel de seguridad requerido o deseado para este sistema. Para este proceso la operadora eléctrica se puede apoyar en la definición de los niveles de seguridad hecha por IEC-62443 o por otras organizaciones como la americana NIST.

A continuación se pasa a listar y clasificar todas las amenazas existentes para el sistema, la probabilidad de que cada amenaza

ocurra en las diferentes zonas, o activos del sistema en estudio y el impacto de las mismas. Impacto no sólo económico sino también en el entorno y en las personas. Imaginemos por ejemplo el impacto de un apagón generalizado en un hospital o en una planta de tratamiento de aguas.

Con esto se pueden identificar los riesgos, ordenar por criticidad y analizar aquellos que se está dispuesto a asumir.

Una vez realizado el análisis de riesgos y definido el nivel de seguridad que se quiere alcanzar, el estándar IEC-62443 en su parte 3-3 define los requisitos funcionales que un sistema de control industrial o eléctrico debe implementar para alcanzar nivel de seguridad 1, 2 o 3.

Se identificarán los requisitos funcionales que son posibles implementar por criticidad o por facilidad de implementación en el sistema existente y mejora de la postura de seguridad general del sistema.

Una buena medida para minimizar el tiempo de interrupción del servicio y asegurar la buena aplicación de medidas a implementar es crear una plataforma espejo.

En esta fase, una vez se ha hecho una copia del sistema para asegurarnos que podemos volver a un estado anterior en caso de que sea necesario, se proceden a implementar las medidas diseñadas.

Antes de poner en ejecución el sistema, se deben probar:

- Las nuevas funcionalidades.
- La desaparición de vulnerabilidades/riesgos identificados en las fases iniciales.
- La correcta operación del sistema.

Por último, se procedería a realizar una copia del sistema ya actualizado, se creará una nueva línea base con el inventariado actualizado y se procederá a comenzar una nueva iteración para atacar nuevos riesgos que hayan podido aparecer o los ya identificados.

## El Blockchain

La tecnología Blockchain consiste en una plataforma virtual abierta y distribuida donde se realizan las transacciones económicas

de distinta índole entre los usuarios. Con esta tecnología se prescindiría de los intermediarios representados por las entidades bancarias y se evolucionaría hacia un sistema descentralizado donde los usuarios realizan los movimientos directamente. Las transacciones dejan de ser procesos opacos y pasan a ser información disponible por todos los usuarios, sin perder la confidencialidad. Por lo que Blockchain puede definirse como un gran libro de cuentas que contiene el historial de todas las operaciones realizadas desde su creación, organizadas en bloques y encriptadas por códigos de seguridad para que no se modifiquen de manera maliciosa (figura 8).

La utilidad de Blockchain no se reduce únicamente a las transacciones económicas, también se pueden llevar a cabo transacciones de otro tipo, como las energéticas. Otro concepto relacionado con esta tecnología son los contratos inteligentes, que son documentos disponibles en la plataforma que contienen las condiciones de un determinado contrato. La ventaja de estos contratos es que cuando se cumplan los requisitos especificados en el documento, Blockchain ejecuta automáticamente los términos del contrato entre los participantes, por ejemplo el intercambio de energía, aligerando el proceso y eliminando la existencia de impagos.



Figura 8. Ejemplo de funcionamiento de Blockchain. Fuente: Financial Times.

Actualmente, Blockchain todavía presenta algunas limitaciones. En primer lugar, la legislación de los países debe ajustarse al desarrollo de la tecnología y uniformizarse para todo el mundo. La descentralización del sistema conlleva que muchos usuarios estén intercambiando información y ejecutando algoritmos complejos al mismo tiempo, con lo cual se limita el número de transacciones y la velocidad de ejecución. En cuanto a la parcela de seguridad, los nombres privados de los usuarios pueden ser vulnerables ante los ciberataques. Además, la plataforma Blockchain no es del todo anónima, si bien es cierto que el nombre público no revela tu identidad, las transacciones son públicas y llegan a desvelar información confidencial. En resumen, las características principales de la tecnología Blockchain expuestas anteriormente, se pueden agrupar en los siguientes puntos:

- Red distribuida: cada usuario conforma un nodo y todos tienen los mismos privilegios.
- Transmisión directa entre usuarios: no existen intermediarios, las transacciones se hacen directamente entre los usuarios.
- Transparencia y pseudoanonimato: las transacciones se publican en el libro de cuentas con los nombres públicos de los usuarios.
- Registros inalterables: una vez se añade un bloque a la cadena, es prácticamente imposible modificar la información de las transacciones que contiene.
- Contratos inteligentes: contratos digitales que se ejecutan directamente cuando se cumplen las condiciones especificadas.

#### Aplicación de Blockchain en el sector energético

La irrupción de la tecnología Blockchain es una potente herramienta para facilitar la transición hacia las redes inteligentes. Una red inteligente se caracteriza por estar descentralizada, donde los usuarios pueden consumir y producir energía al mismo tiempo (prosumidores). Esto hace que el sistema tenga muchas dificultades para gestionarse desde un organismo central, como se hace actualmente. Además, en una red inteligente el flujo de información pasa a ser bidireccional a través de los contadores inteligentes y el vehículo eléctrico puede adoptar un papel clave en el aplanamiento de la curva de demanda (*Vehicle to Grid*).

Así pues, las oportunidades que ofrece la tecnología Blockchain se adaptan perfectamente a las necesidades del sistema energético del futuro, —descentralizado, flexible, transparente y abierto—. En un mercado energético funcionando bajo la tecnología Blockchain, la energía tendría un valor en *tokens*, los consumidores podrían intercambiar *tokens* por energía mediante transacciones.

## Conclusiones

El sistema eléctrico europeo es un sistema robusto y muy interconectado, ambas características facilitan los pasos para avanzar en la transformación energética hacia un sistema más respetuoso con el medio ambiente al utilizar masivamente energías renovables. Sin embargo, las características de este tipo de energías, su aleatoriedad y difícil predictibilidad, hacen compleja la integración de las mismas en condiciones de seguridad. Por ello los operadores de los sistemas eléctricos se han ido dotando de determinadas herramientas para garantizar la continuidad del suministro incluso con una presencia elevada de estas energías.

Por otra parte las redes eléctricas que discurren por el territorio, son en su gran mayoría infraestructuras de superficie sometidas a las agresiones de los fenómenos atmosféricos o accidentes naturales para lo cual deben estar dotadas de protecciones eléctricas coordinadas entre sí para despejar las posibles faltas o cortocircuitos que se produzcan.

Esta transformación del sector eléctrico consistente en una descarbonización, se hará realidad a través de las energías renovables que están distribuidas para lo que se necesitarán los avances que se están produciendo en digitalización aplicada al volumen inmenso de los datos que se produzcan al adquirir los consumidores un papel más activo en el suministro.

Pero a la vez que nos interconectamos a través de las redes inteligentes, incrementamos el riesgo de las actuaciones maliciosas de agentes que pretenden atacar las infraestructuras eléctricas buscando afectar a la continuidad del suministro.

Los sistemas de control han dejado de ser sistemas aislados, poco conocidos por atacantes. Han pasado a ser infraestructuras críticas para el buen funcionamiento de cualquier sociedad, gobierno o industria.

Implementar medidas de seguridad siempre será más eficiente en términos de tiempo y coste si se tiene en cuenta desde una

fase de diseño del sistema o producto. Los fabricantes están haciendo un esfuerzo para mejorar la seguridad de sus sensores y de los sistemas que integran, pero los operadores deben exigir la implementación de elementos de seguridad en los sistemas que operan basándose en marcos y estándares específicos para sistemas de control industrial y eléctrico.

Los sistemas existentes carecen de medidas de seguridad suficientes, si estos sistemas necesitan ser integrados con otros elementos de las nuevas redes eléctricas, deben pasar por un proceso de actualización y alcanzar un nivel de seguridad suficiente para evitar ser controlados por un atacante y/o ser usados para realizar un ataque a toda la infraestructura de red.

Por último, no podemos dejar de tener en cuenta que la mayoría de estos ataques tienen en común utilizar el eslabón más débil de la seguridad, las personas, y sistemas TI al alcance de todos, como son el correo electrónico o un dispositivo USB (o *Pendrive*) manipulado. El atacante logra ganarse la confianza de la víctima que hace que ejecute el *malware* o código dañino dentro de su ordenador.

Una línea de actuación que siguen muchas empresas para incrementar la seguridad es la formación, concienciación y sensibilización de todo el colectivo asociado con los procesos empresariales, ya que las personas pueden marcar la diferencia entre el rechazo de un ataque o su éxito. Dentro del colectivo afectado está tomando fuerza incluir a todos los actores de la cadena de suministro, desde colaboradores, proveedores, fabricantes de dispositivos, etc.

Con todo esto y con la rápida evolución de la tecnología y el ritmo de aparición de nuevas amenazas, sería un error pensar que los sistemas son inexpugnables y que existen medidas de seguridad que te mantienen protegido completamente contra cualquier ataque. Lo cierto es que los atacantes cada vez son más en número y tienen más recursos, muchos de ellos incluso estarán financiados por gobiernos, y por esta razón las compañías ya no solo invierten en protección, sino también en formación y sensibilización hacia sus colectivos y también en tener actualizados sus mecanismos de resiliencia para poder reaccionar ante un ataque exitoso.

En conclusión, ante una situación de incremento en los ataques que tienen como objetivo sistemas críticos, es vital la inversión económica y humana de forma continuada en seguridad; la im-

plantación de medidas técnicas, un adecuado gobierno y procesos de seguridad, la concienciación de las personas y los mecanismos de contingencia serán claves para mantener la estabilidad de los sistemas eléctricos.

#### Referencias bibliográficas

- ARTEAGA, Félix. «Ciberseguridad y seguridad integral en el sector energético». Real Instituto Elcano. 9/7/2019.
- AYERBE, Ana I. «Ciberseguridad: construyendo cadenas de suministro seguras y de confianza». Real Instituto Elcano. 10/9/2019.
- BARRERO, Óscar. Cinco pasos para la digitalización de las eléctricas. *Price Waterhouse*. 23 de noviembre de 2018.
- CIBERTIME CIBERSEGURIDAD Y TECNOLOGÍA. «Ciberseguridad: las tareas del sector eléctrico». 5/9/2018.
- CIER y BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID). «Taller de ciberseguridad en el sector eléctrico en América Latina y el Caribe». Montevideo: 25/10/2018.
- CIGRE CHILE. «Los desafíos de la ciberseguridad en el mercado eléctrico». Kennet Pugh.
- COUNCIL OF EUROPEAN ENERGY REGULATORS (CEER). «CEER Cybersecurity Report on Europe electricity and gas sector». 26/10/2018.
- ENERGÉTICA XXI. «Ciberseguridad en infraestructuras de telegestión de medidas de consumo en redes de distribución de energía eléctrica». N.º 152. Octubre 2015.
- ENERGÍA A DEBATE. «Dialogan sobre ciberseguridad en el sector eléctrico». 15/11/2018.
- ENERGIA Y SOCIEDAD. «El rol de la ciberseguridad en la digitalización de la red eléctrica».
- ESTRATEGIA NACIONAL DE CIBERSEGURIDAD 2019. Orden PCI/487/2019, de 26 de abril, por la que se publica dicha estrategia aprobada por el Consejo de Seguridad Nacional.
- EUROPEAN PARLIAMENT. «Directorate general for internal policies. Cybersecurity strategy for the energy sector». 2016.
- FUNDACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA Y MEDIOAMBIENTAL (FUNSEAM). «Ciberseguridad en el sector energético».
- INFORMES SITUACIÓN DE CIBERSEGURIDAD CERT.



- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA (IIT). «El sector eléctrico español del futuro. Retos y políticas». Diciembre 2018.
- INTERNET WIKIPEDIA. «European of Transmission System Operators for Electricity».
- JIMÉNEZ, Juan Carlos. «Ciberseguridad en el sector energético: el valor de la prevención». *Gas actual*. Abril 2019.
- KASPERSKY. «Ciberseguridad para infraestructuras eléctricas».
- MORALES CABELLO, Eduardo. «La ciberseguridad aplicada al monitoreo y control de los sistemas eléctricos de potencia». *Revista Electroindustria*. 11/9/2019.
- OBSERVATORIO DE LA CIBERSEGURIDAD DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. «¿Estamos preparados en América Latina y el Caribe?». Informe de ciberseguridad 2016.
- OJEA, Laura. «Los ciberataques al sector energético de todo el mundo aumentan alrededor de un 41 % en solo los seis primeros meses de 2019». *El periódico de la energía*. 4/10/2019.
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA. «Criterios de ajuste y coordinación de protecciones». Año 2016.
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA. «Interconexiones eléctricas. Un paso para el mercado único de la energía». Septiembre de 2012.
- REVISTA DE ENERGÍA. «La ciberseguridad en los sistemas eléctricos de potencia». Junio 2019.
- SCHEINER ELECTRIC. «Ciberseguridad: cómo pueden las empresas eléctricas reducir sus amenazas». Año 2016.
- SINC. La ciencia es noticia «La red eléctrica europea seguirá funcionando aunque el mundo se desmorone». 7/3/2019.
- SMARTCITY INFO. «China lanza una red nacional de servicios basados en Blockchain para el desarrollo de ciudades inteligentes». 12/11/2019.
- SMARTGRIDS INFO. «Análisis y evolución de ciberseguridad en el IoT de infraestructuras críticas eléctricas». Comunicación presentada en el IV Congreso SmartGrids.
- VINYES, Enric. «Ciberseguridad para la red eléctrica actual». Schneider Electric. 5/12/2017.

## Capítulo cuarto

### Sostenibilidad energética en sector de defensa y seguridad - Contexto global, europeo y OTAN

*Manuel Francisco Arribas Tiestos*

*David Martín Borreguero*

#### Resumen

En un entorno cada vez más complejo de organizaciones supranacionales y agencias multilaterales y nacionales, de múltiples conceptos y distintos enfoques, regulaciones, normativas y estándares con el objetivo común de lograr una transición ecológica justa de nuestra economía y modelos productivos actuales hacia un futuro medioambientalmente sostenible y libre de carbono, el sector de defensa se ha visto involucrado en esta última década y está adoptando un papel cada vez más activo y ejemplarizante en la sostenibilidad energética y medioambiental en sus operaciones.

El sector de defensa se encuentra inmerso en un proceso de transición cultural y de cambio de paradigma a través del cual el concepto de energía como producto básico, o *commodity*, está cambiando hacia un concepto de energía como capacidad militar.

El uso racional, eficiente y sostenible de la energía permite aumentar la resiliencia y reducir las vulnerabilidades no solo en operaciones de despliegue, en las que la reducción de la necesidad de abastecimiento y repostaje se traduce, en primer lugar y de vital importancia, en vidas humanas, a la vez que en un au-

mento de la autonomía y del alcance de las misiones, sino también en las operaciones diarias en instalaciones fijas en territorio nacional, al reducir los costes asociados al consumo energético y liberar parte del presupuesto no gastado para otros propósitos.

Progresivamente, el sector de la defensa está definiendo sus propias filosofías y políticas energéticas y medioambientales, y estableciendo estrategias y planes a largo plazo encaminados al logro de los objetivos nacionales y europeos de mejora de la eficiencia energética y reducción de las emisiones de carbono.

Si bien estos aspectos podrían de alguna manera resultar lejanos para el sector de defensa hace solo unos pocos años, los objetivos de eficiencia energética y de reducción del impacto medioambiental empiezan a resonar cada vez más en el entorno militar y a formar parte de las prioridades dentro de las políticas y estrategias globales de defensa.

### Palabras clave

Agencia Europea de la Defensa, sector de la defensa, sostenibilidad energética, transición energética.

### Summary

*In an increasingly complex environment of supranational organizations and multilateral and national agencies, of multiple concepts and different approaches, regulations, legislative packages and standards with the common goal of achieving a fair ecological transition of our economy and current production models towards an environmentally sustainable and carbon-free future, the defence sector has been involved in the last decade and is adopting an increasingly active and exemplary role in the energy and environmental sustainability of its operations.*

*The defence sector is immersed in a process of cultural transition and paradigm shift through which the concept of energy as a «commodity» is shifting towards a concept of energy as a «military capability».*

*The rational, efficient and sustainable use of energy results in an increase of the resilience and a reduction of the vulnerabilities not only in military deployment operations, in which first and foremost, reducing the need for supply and refuelling saves humans lives, as well as increases the autonomy and scope of their missions, but also in their daily operations in its homeland fixed*

*facilities, reducing the costs associated with energy consumption and freeing the unspent budget for other purposes.*

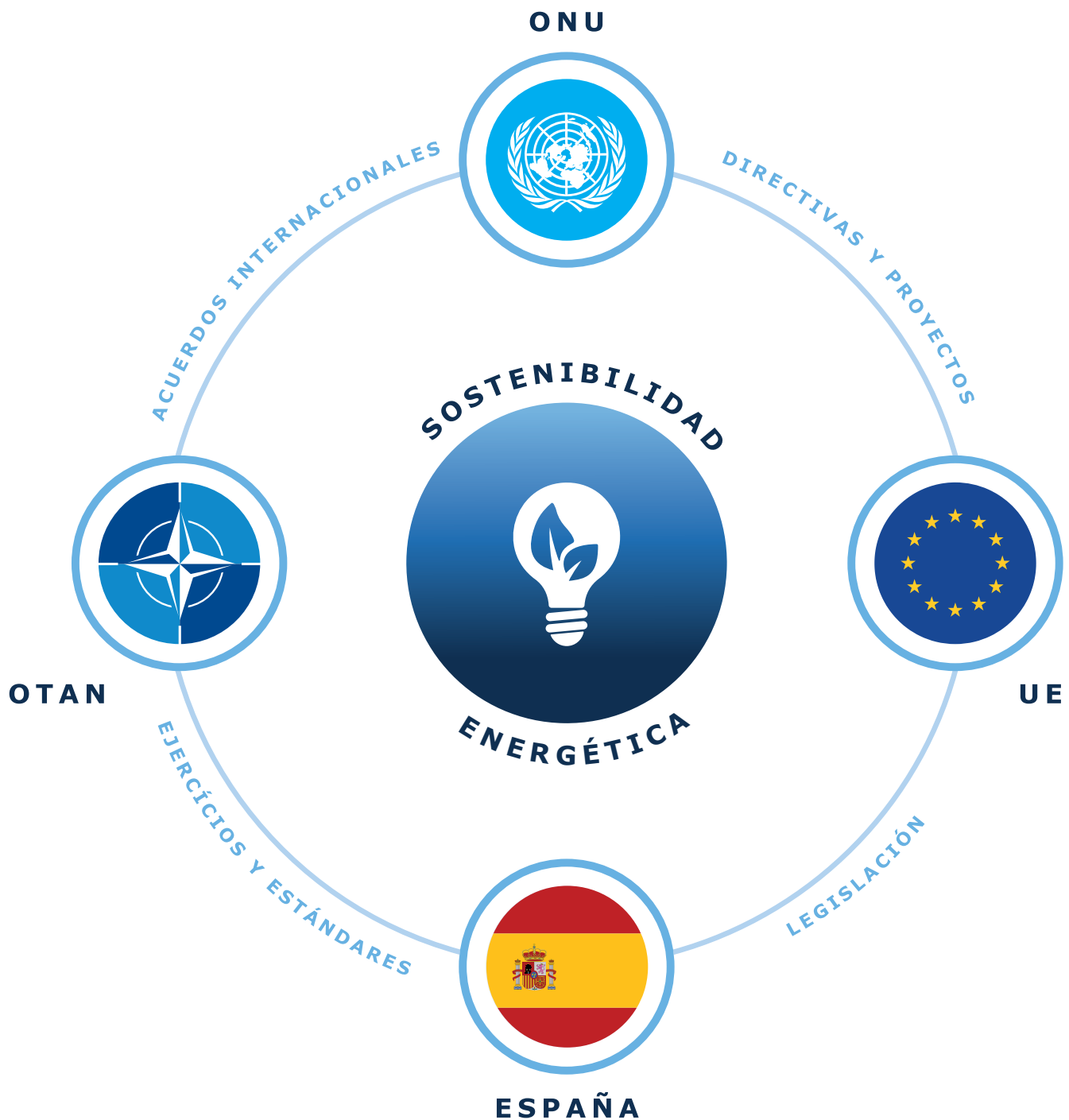
*The defence sector is progressively defining its own energy and environmental philosophies and policies, and establishing long-term strategies and plans aimed at achieving national and European objectives of improving energy efficiency and reducing carbon emissions.*

*While these aspects might be somehow distant from the defence sector only a few years ago, the objectives of energy efficiency and reduced environmental impact are increasingly resonating in the military environment, and progressively becoming part of the priorities established under the defence global policies and strategies.*

### **Keywords**

*European Defense Agency, Defense sector, energy sustainability, energy transition.*

# TRANSICIÓN DEL SECTOR DE LA DEFENSA HACIA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA



## ONU

PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC)

PROGRAMA PARA EL MEDIO AMBIENTE (UNEP)

## UE

AGENCIA EUROPEA DE LA DEFENSA (EDA)

FORO CONSULTIVO SOBRE LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE DEFENSA Y SEGURIDAD (CF SEDSS)

ESTADO MAYOR DE LA UNIÓN EUROPEA (EUMS)

## OTAN

CUARTEL GENERAL

PROGRAMA DE CIENCIA PARA LA PAZ Y SEGURIDAD (SPS)

CENTRO DE EXCELENCIA DE SEGURIDAD ENERGÉTICA (NATO ENSEC)

## ESPAÑA

MINISTERIO DEFENSA

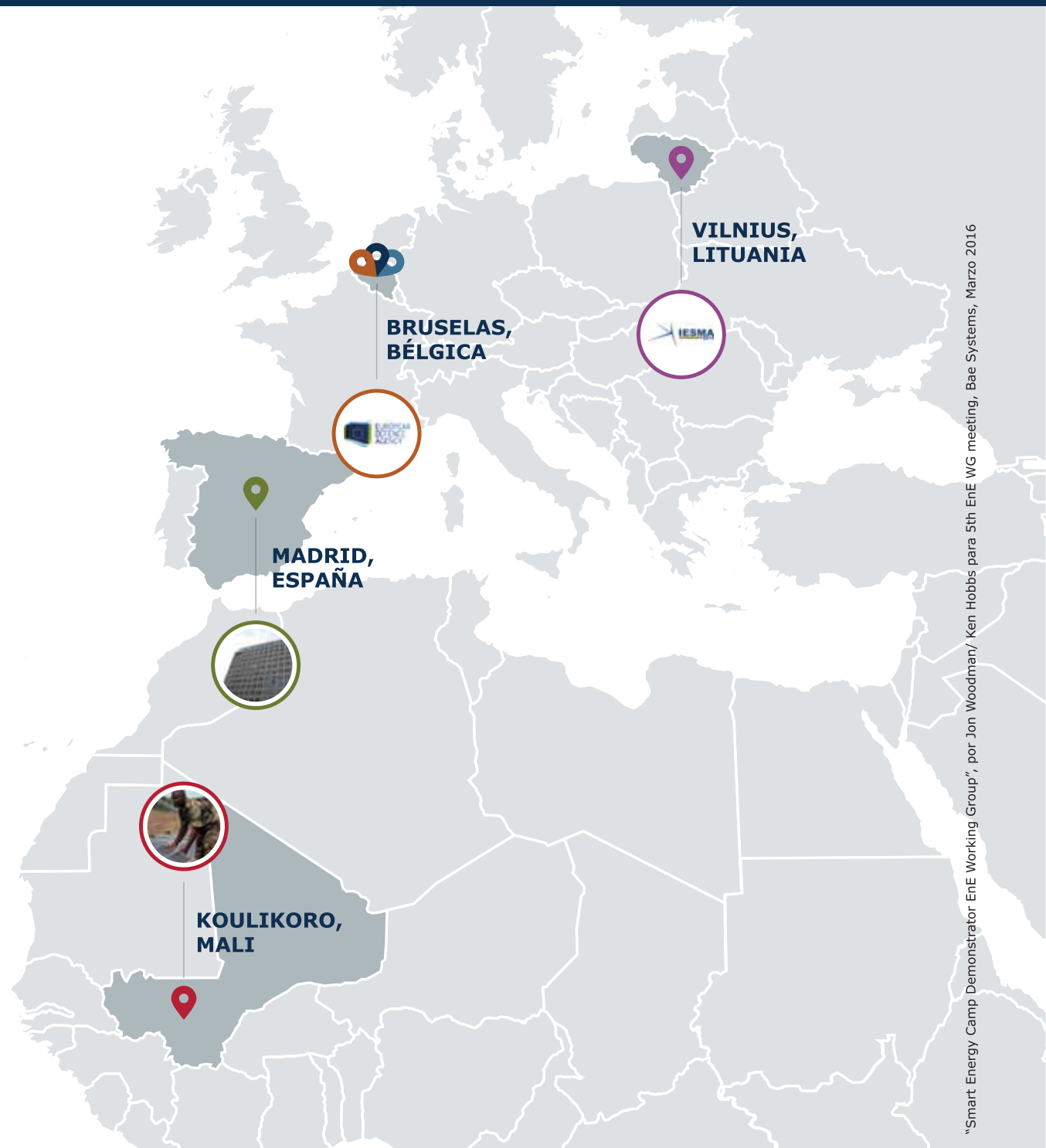
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

FUERZAS ARMADAS

INDUSTRIA

C. DE INVESTIGACIÓN

# PROYECTOS Y BUENAS PRÁCTICAS DE SOSTENIBILIBILIDAD A NIVEL MUNDIAL



"Smart Energy Camp Demonstrator EnE Working Group", por Jon Woodman/ Ken Hobbs para 5th EnE WG meeting, Bae Systems, Marzo 2016

- PROYECTOS:**
- 📍 REFORMA EDIFICIO ISDEFE
  - 📍 SMART ENERGY CAMP TECHNICAL DEMONSTRATOR (SECTD)
  - 📍 ANÁLISIS CONSUMO ENERGÉTICO DE DEFENSA EN UE
  - 📍 OSRA AND CAPABILITY DEVELOPMENT PLAN
  - 📍 INNOVATIVE ENERGY SOLUTIONS FOR MILITARY APPLICATIONS (IESMA)
  - 📍 FORO CONSULTIVO SOBRE LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE DEFENSA Y SEGURIDAD (CF SEDSS)



## Contexto global en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

### Acuerdo de París

La 21.<sup>a</sup> Conferencia de las Partes (COP21, por sus siglas en inglés) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), celebrada en diciembre del 2015 en París, marcó un punto de inflexión en la lucha global contra el cambio climático. El acuerdo alcanzado, conocido como Acuerdo de París, estableció por primera vez una causa común y compromisos vinculantes a todas las Partes firmantes, centrados en la implementación de las acciones necesarias para combatir el cambio climático y para adaptarse a sus efectos, estableciendo unos objetivos claros y medibles, además de un fondo y mecanismo de financiación que apoye solidariamente a los países en vías de desarrollo.

Una vez abierto a la firma en abril de 2016, el Acuerdo entró en vigor en noviembre del mismo año, 30 días después de cumplir con el doble criterio de ratificación por 55 países que representan al menos del 55 % de las emisiones mundiales<sup>1</sup>.

El Acuerdo de París se centra en la necesidad urgente de abordar y reforzar una respuesta coordinada a nivel mundial frente al desafío del calentamiento global y de un cambio climático que podría resultar trágico, o incluso catastrófico, y que a la vista de los eventos meteorológicos adversos y extremos que ya pueden ser observados en nuestros días, podría estar más cerca de lo que pensamos si no tomamos las decisiones correctas y actuamos en consecuencia.

El Acuerdo de París alcanzado por las Partes establece un plan de acción mundial con el objetivo a largo plazo de limitar el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C sobre el nivel preindustrial, continuando en sus esfuerzos para limitarla a 1,5°C. Las Partes se comprometen a alcanzar el techo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) lo antes posible, a partir del cual establecer una senda de reducciones que conduzcan a un equilibrio entre las emisiones antropógenas y la absorción por los sumideros de GEI en la segunda mitad del siglo XXI.

---

<sup>1</sup> <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>, consultado el 15 Noviembre 2019.



A tal efecto, el Acuerdo anima a las Partes a conservar y mejorar los sumideros y depósitos de GEI, incluidos los bosques, y establece compromisos vinculantes para todas las Partes para establecer y mantener unas contribuciones nacionalmente determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) de reducción de GEI, que deberá ser reportada cada cinco años, y que crecerá sucesivamente respecto a las anteriores hasta el mayor nivel de ambición posible, reconociendo en todo momento las mayores dificultades de los países en vías de desarrollo y el papel de liderazgo y de apoyo que deberán asumir los países más desarrollados. Para ello, se establecen objetivos de adaptación y reducción de vulnerabilidades frente al cambio climático a través de la cooperación internacional, transferencia de conocimiento y tecnología, y el refuerzo de la capacidad, sensibilización, educación y formación sobre el cambio climático.

El Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés), establecido en 2010 por los 194 países que actúan como Partes de la UNFCCC dentro del mecanismo financiero de la propia Convención, adquirió un papel crucial después de la firma del Acuerdo de París en 2015. Con el foco puesto en el apoyo a los esfuerzos e iniciativas de los países en vías de desarrollo para reducir sus emisiones de GEI y adaptarse al cambio climático, el fondo utiliza la financiación pública proveniente de las Partes, en forma de subvenciones, préstamos, participaciones en empresas y avales, con el objetivo de estimular y atraer un mayor volumen de inversión privada para la financiación de iniciativas conducentes a una transición del modelo de desarrollo actual, basado en la utilización de combustibles fósiles principalmente, hacia otros modelos de desarrollo sostenibles, de bajas emisiones y resilientes frente al clima, de una manera justa para todas las comunidades, y especialmente para las más vulnerables<sup>2</sup>.

En el año 2023, y cada cinco años a partir de ese momento, se evaluará el progreso colectivo y balance mundial alcanzado sobre los objetivos del Acuerdo, sirviendo de base para la corrección, refuerzo y mejora de las iniciativas puestas en marcha, y para el diseño de otras que ayuden a alcanzar la neutralidad climática para el año 2050.

Según los datos reflejados en el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio

---

<sup>2</sup> <https://www.greenclimate.fund/who-we-are/about-the-fund>, consultado el 15 Noviembre 2019.

Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1°C sobre el nivel preindustrial. Más aún, según la guía resumida de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) sobre dicho informe y con título *Cambio climático: calentamiento global de 1,5 °C*<sup>3</sup>:

- Actualmente, «la temperatura media global está aumentando a un ritmo de 0,2°C por década, alcanzando un calentamiento de 1,5°C entre 2030 y 2052».
- «El cumplimiento de los actuales compromisos de mitigación bajo el Acuerdo de París no es suficiente para limitar el calentamiento global a 1,5°C, incluso si viene complementado con medidas ambiciosas y a gran escala después de 2030. Con las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) bajo el Acuerdo de París se alcanzaría un calentamiento de alrededor de 3°C en 2100 respecto al nivel preindustrial».
- «En las sendas simuladas que limitan el calentamiento a 1,5°C, las emisiones de CO<sub>2</sub> se reducen a partir de 2020 hasta alcanzar emisiones netas cero alrededor de 2050. En las sendas que limitan el calentamiento a 2°C las emisiones netas cero se alcanzan alrededor de 2075».
- «Todas las sendas que limitan el calentamiento global a 1,5°C hacen uso de técnicas de captura de CO<sub>2</sub> para eliminar 100–1.000 GtCO<sub>2</sub> a lo largo del siglo XXI».

Por su parte, la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés), en su Boletín anual sobre los GEI publicado en noviembre de 2019<sup>4</sup>, alerta sobre el hecho de que los GEI que atrapan el calor en la atmósfera han alcanzado un nuevo récord sin precedentes en el año 2019. La concentración media mundial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) alcanzó las 407,8 partes por millón (ppm) en 2018, tras haber sido de 405,5 ppm en 2017, suponiendo un índice de aumento de 2,3 ppm/año y superando el crecimiento medio de los últimos diez años (índice de aumento del CO<sub>2</sub> de los decenios 1985–1995, 1995–2005 y 2005–2015 se

<sup>3</sup> AEMET y OECC 2018. *Cambio climático: calentamiento global de 1,5°C*. Madrid: Ministerio de Transición Ecológica, diciembre 2018. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/ipcc\\_informe\\_especial\\_15pdf\\_tcm30-485656.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf).

<sup>4</sup> <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentraci%C3%B3n-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atm%C3%B3sfera-alcanza>. Consultado el 15 noviembre 2019.

incrementó de 1,42 ppm/año a 1,86 ppm/año y a 2,06 ppm/año, respectivamente). Las concentraciones de metano y óxido nitroso se dispararon igualmente y también ascendieron en mayores cantidades que durante los últimos diez años.

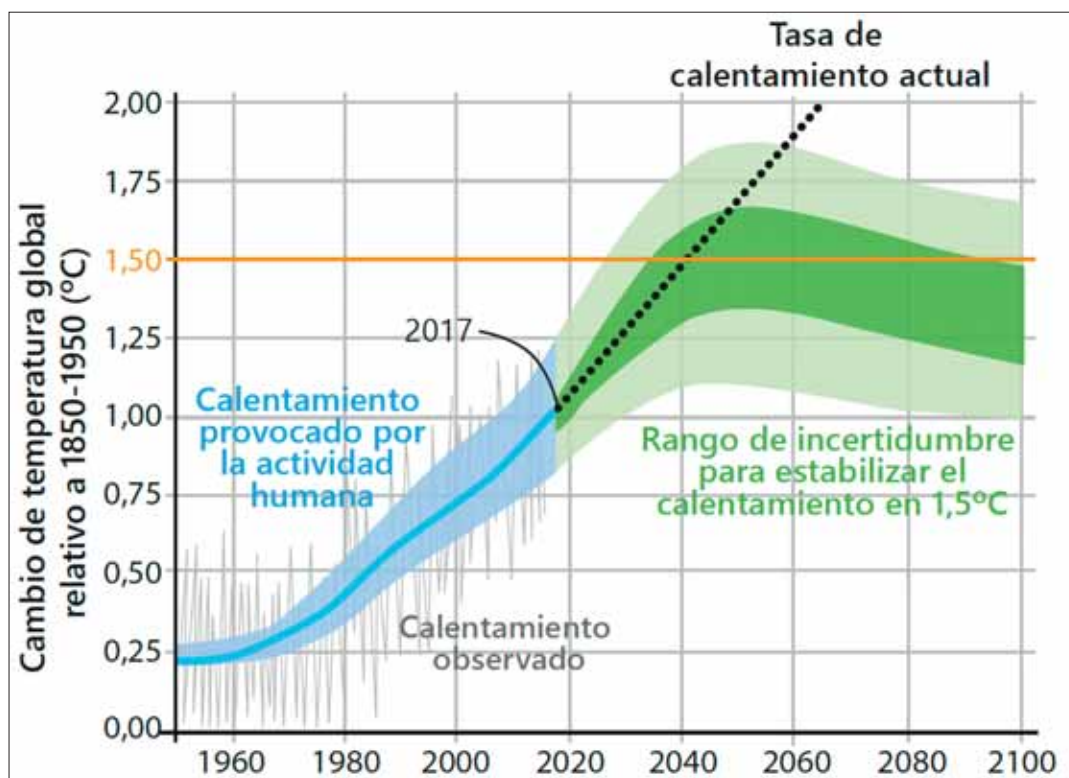


Figura 1. Proyección del aumento de la temperatura media global. (Fuente: AEMET y OECC 2018, Cambio climático: calentamiento global de 1,5°C, Madrid: Ministerio de Transición Ecológica, diciembre 2018).

Únicamente como referencia del impacto que el calentamiento global puede provocar, el secretario general de la WMO, el Sr. Petteri Taalas, recuerda en este boletín que «...la última vez que se dio en la Tierra una concentración de CO<sub>2</sub> comparable, fue hace entre 3 y 5 millones de años. En ese entonces, la temperatura era de 2 a 3 °C más cálida y el nivel del mar entre 10 y 20 metros superior al actual».

Por otro lado, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés), en su informe sobre la disparidad en las emisiones de 2019<sup>5</sup>, avisa de que los planes de reducción de gases actualmente aprobados por los países firmantes del Acuerdo llevarían a un incremento de, al menos 3,2°C, y que sus esfuerzos deberían multiplicarse por tres, para mantener la tempe-

<sup>5</sup> <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19ESSP.pdf?sequence=17>. Consultado el 15 noviembre 2019.

ratura media global por debajo de los 2°C, o por cinco, para mantener la temperatura media global por debajo de los 1,5°C respecto a los niveles preindustriales. Según datos de este mismo informe, se necesitarán reducciones anuales del 7,6 % en todo el planeta a partir del año 2020 para cumplir la meta del grado y medio.

No obstante, a pesar de las evidencias del cambio climático y de sus devastadoras consecuencias, que ya están siendo sufridas por millones de personas y ecosistemas en distintas y variadas regiones alrededor del planeta, de forma especialmente dura para los más vulnerables, la cumbre del clima conocida como COP25, bajo la presidencia de Chile y celebrada en Madrid en diciembre de 2019, acabó de una forma decepcionante, sin que sirviera para alcanzar grandes acuerdos sobre la implementación de medidas adicionales y revisar al alza los planes y objetivos nacionales, aplazando dichos acuerdos, una vez más, para la siguiente Conferencia de las Partes, que tendrá lugar en Glasgow en 2021.

### Contexto europeo en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

#### Marco europeo para el clima y la energía: política y estrategia energética. La Unión de la Energía

Desde un punto de vista económico, existen muchos ámbitos y aspectos en los que la actuación conjunta de la Unión Europea (UE) y de los Estados miembros, respetando siempre y en todo momento las competencias propias de cada Estado en línea con el principio de subsidiaridad que rige en la UE, es mucho más efectiva y eficaz que las actuaciones aisladas a nivel nacional<sup>6</sup>.

El marco legal base que rige las actuaciones y define las competencias de la UE en el ámbito energético es el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea<sup>7</sup> (TFUE). En su artículo 194, se recoge lo siguiente:

<sup>6</sup> «SEC(2011) 1566 final, EXECUTIVE SUMMARY OF THE IMPACT ASSESSMENT. Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. Energy Roadmap 2050». Bruselas: European Commission. 15 diciembre 2011.

<sup>7</sup> «VERSIÓN CONSOLIDADA DEL TRATADO DE FUNCIONAMIENTO DE LA UNIÓN EUROPEA». *Diario ES Oficial de la Unión Europea*. 30/03/2010. <https://www.boe.es/doue/2010/083/Z00013-00046.pdf>.

«1. En el marco del establecimiento o del funcionamiento del mercado interior y atendiendo a la necesidad de preservar y mejorar el medio ambiente, la política energética de la Unión tendrá por objetivo, con un espíritu de solidaridad entre los Estados miembros:

- a) garantizar el funcionamiento del mercado de la energía;
- b) garantizar la seguridad del abastecimiento energético en la Unión;
- c) fomentar la eficiencia energética y el ahorro energético así como el desarrollo de energías nuevas y renovables; y
- d) fomentar la interconexión de las redes energéticas».

Las competencias de la UE en el ámbito de lucha contra el cambio climático, incluyendo las reducciones de GEI en el sector energético y en otros sectores aparecen también en el TFUE, en los artículos 191 a 193. En concreto, el artículo 191.1 y 191.4 dicen respectivamente:

«1. La política de la Unión en el ámbito del medio ambiente contribuirá a alcanzar los siguientes objetivos:

- la conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente,
- la protección de la salud de las personas,
- la utilización prudente y racional de los recursos naturales,
- el fomento de medidas a escala internacional destinadas a hacer frente a los problemas regionales o mundiales del medio ambiente. y en particular a luchar contra el cambio climático».

«4. En el marco de sus respectivas competencias, la Unión y los Estados miembros cooperarán con los terceros países y las organizaciones internacionales competentes. Las modalidades de la cooperación de la Unión podrán ser objeto de acuerdos entre esta y las terceras partes interesadas. El párrafo precedente se entenderá sin perjuicio de la competencia de los Estados miembros para negociar en las instituciones internacionales y para concluir acuerdos internacionales».

Por otro lado, los artículos 192 y 193 describen los procedimientos legislativos y delimitan el alcance de las decisiones que se toman a nivel de UE y de Estado miembro.

Además, el TFUE incluye otras disposiciones que afectan a la política energética de la UE:

- seguridad del abastecimiento: artículo 122 del TFUE;
- redes energéticas: artículos 170 a 172 del TFUE;
- mercado interior de la energía: artículo 114 del TFUE;
- política exterior de la energía: artículos 216 a 218 del TFUE.

La UE, actuando como Parte de la UNFCCC, se ha comprometido y está liderando los esfuerzos más ambiciosos para luchar contra el cambio climático y alcanzar una sociedad, economía y modelo de producción neutros en carbono dentro de su territorio para el año 2050, a través de paquetes legislativos y políticas armonizadas muy ambiciosas, que abarcan múltiples ámbitos como energía, medio ambiente, cambio climático, comercio de derechos de emisiones, objetivos nacionales, economía circular, contratación verde, promoción de renovables, transportes, finanzas sostenibles, o innovación y desarrollo, entre otros. Además, trabaja activamente con terceros países fuera de la UE y proporciona financiación para países en vías de desarrollo para apoyar acciones que ayuden a lograr los objetivos del Acuerdo de París<sup>8</sup>.

En este sentido, la visión estratégica a largo plazo para 2050 de la Comisión Europea (CE) para una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra, llamada «un planeta limpio para todos» y aprobada en noviembre de 2018, abarca prácticamente todas las políticas de la UE y está alineada con el Acuerdo de París.

Partiendo de esta visión a largo plazo, la UE ha definido una «estrategia marco para una Unión de la Energía»<sup>9</sup>, y ha ultimado un marco regulador moderno, avanzado y eficiente para alcanzar sus objetivos de reducción de los GEI y lograr la transición socialmente justa a una economía y modelo productivo limpios, con el foco central puesto en la producción, uso eficiente y ahorro de energía, la cual es a día de hoy responsable de más del 75 % de las emisiones.

<sup>8</sup> [https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_es). Consultado el 15 octubre 2019.

<sup>9</sup> «COM(2015) 80 final. PAQUETE SOBRE LA UNIÓN DE LA ENERGÍA COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO, AL COMITÉ DE LAS REGIONES Y AL BANCO EUROPEO DE INVERSIONES». Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política climática prospectiva. Bruselas: Comisión Europea, 25/2/2015.

Dicha estrategia marco define cinco dimensiones o ejes directores estrechamente relacionados entre sí y que se refuerzan mutuamente, con el objetivo de impulsar la seguridad energética, la sostenibilidad y la competitividad, en concreto<sup>10</sup>:

- Seguridad energética, solidaridad y confianza: diversificación de las fuentes energéticas de la UE, a través de la solidaridad y cooperación entre Estados miembros.
- Un mercado europeo de la energía plenamente integrado: posibilitando la libre circulación de energía a través de la UE a través de infraestructuras adecuadas y de la eliminación de barreras técnicas y regulatorias.
- Mejora de la eficiencia energética: como contribución a la moderación de la demanda y de la dependencia de las importaciones de energía, a la reducción de emisiones y al crecimiento del mercado de trabajo y de la economía.
- Acción contra el cambio climático y para la descarbonización de la economía: compromiso con el Acuerdo de París y para mantener el liderazgo en el sector de las energías renovables.
- Foco en la investigación, innovación y competitividad: priorizando y fomentado el avance en tecnologías de producción de energías limpias como contribución a la transición energética y la mejora de la competitividad.

#### Objetivos y marco legislativo 2020 de la UE sobre clima y energía

Los objetivos fundamentales de este paquete de medidas para el 2020, establecidas por los dirigentes de la UE en 2007 e incorporadas a la legislación en 2009, y que formaban parte de la estrategia Europa 2020, eran tres:

- 20 % de reducción de las emisiones de GEI (en relación con los niveles de 1990), en los sectores de vivienda, agricultura, residuos y transportes (excluida la aviación), que suponen un 55 % de las emisiones de la UE.
- 20 % de energías renovables en el mix energético de la UE, y una cuota del 10 % de energías renovables en el sector del transporte.
- 20 % de mejora de la eficiencia energética.

<sup>10</sup> <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/energy-union-0>. Consultado el 15 octubre 2019.

Además, existía también un objetivo del 21 % de reducción de GEI (en relación con los niveles de 2005), en los sectores de la aviación y grandes instalaciones de los sectores industrial y eléctrico, que suponen un 45 % de las emisiones de la UE.

Para ello, la UE actuó en distintos ámbitos a través de distintos mecanismos y paquetes legislativos, que incluían:

- Régimen de comercio de derechos de emisión (ETS, por sus siglas en inglés), para la reducción de GEI del sector de la aviación y grandes instalaciones de los sectores industrial y eléctrico.
- Objetivos nacionales de reducción de las emisiones para los sectores de la vivienda, agricultura, residuos, transportes (excluida la aviación), que varían en función de la riqueza de los Estados miembros.
- Un plan de eficiencia energética y un paquete legislativo que incluye las directivas de eficiencia energética, de eficiencia energética de edificios, de fomento de las fuentes de energía renovables, de ecodiseño y de etiquetado energético.
- Un plan para la movilización de la inversión privada en eficiencia energética.
- Programas de financiación de tecnologías de energías renovables (NER300) y de investigación e innovación (Horizonte 2020).

#### Objetivos y marco legislativo 2030 de la UE sobre clima y energía

Los objetivos fundamentales de este marco para el periodo de 2021 a 2030, adoptado por el Consejo Europeo en octubre de 2014 y revisado en 2018, son tres<sup>11</sup>:

- al menos 40 % de reducción de las emisiones de GEI invernadero (con respecto a 1990); los sectores incluidos en el ETS tendrán que reducir sus emisiones en un 43 % con respecto a 2005, y los no incluidos tendrán que reducir sus emisiones en un 30 % con respecto a 2005, lo que se traduce en objetivos obligatorios para cada Estado miembro;
- al menos 32 % de cuota de energías renovables, con una revisión al alza del objetivo en 2023;

<sup>11</sup> [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es). Consultado el 15 noviembre 2019.



- al menos 32,5 % de mejora de la eficiencia energética, con una revisión al alza del objetivo en 2023.

Para ello, la Comisión Europea finalizó en diciembre de 2018 el conocido como «Paquete de Invierno» (Winter Package, en inglés) o «Paquete de energía limpia para todos los europeos» (Clean Energy for All European Package, en inglés)<sup>12</sup>, que posteriormente fue refrendado por el Consejo Europeo y el Parlamento Europeo a principios de 2019, y que consiste en una actualización de la política y marco energéticos en la UE.

Este nuevo marco legislativo energético comprende 8 actos legislativos (directivas y reglamentos nuevos o revisados), cuyas provisiones entraron en vigor a mediados del 2019 (y deben ser transpuestas por los Estados miembros a su legislación nacional en un plazo de 1 a 2 años) tiene como principal objetivo facilitar la transición ecológica de la UE en línea con los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París para la reducción de GEI.

A continuación se describen brevemente estos 8 actos legislativos, en base a la información reflejada en las páginas web correspondientes de la CE<sup>13</sup> y del IDAE<sup>14</sup>.

#### Directiva de eficiencia energética (Directiva 2018/2002)

La eficiencia energética sigue siendo un aspecto clave en este paquete legislativo, ya que no hay mejor ahorro, energético y presupuestario, que el que no se gasta, ni mejor reducción de CO<sub>2</sub> que la que no se emite.

Esta directiva, que actualiza e incluye nuevas provisiones respecto al texto y provisiones de la misma directiva en su versión original del año 2012 (Directiva 2012/27), establece un nuevo objetivo de eficiencia energética para la UE en 2030 del 32,5 %, que puede ser revisado al alza en el año 2023, y extiende la obligación de ahorros anuales en el consumo energético más allá del 2020. En general, los artículos nuevos o modificados de esta directiva afectan a distintas políticas y esquemas del ámbito energético a nivel de Estado miembro, aunque no al sector

<sup>12</sup> <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>. Consultado el 15 noviembre 2019.

<sup>13</sup> <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>. Consultado el 15 noviembre 2019.

<sup>14</sup> <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/marco-legislativo-2030-el-paquete-de-invierno>. Consultado el 15 noviembre 2019.

público de la defensa en particular. No cambian esencialmente, entre otras: las provisiones de la directiva original al respecto de la necesidad de definir estrategias de renovación de edificios a largo plazo (artículo 4), del papel ejemplarizante de la Administración pública en la acometida de medidas de mejora de la eficiencia energética, la tasa objetivo de renovación anual del 3 % de edificios públicos de Administración central, la necesidad de crear un inventario adecuado de los edificios públicos climatizados y las exenciones para el sector de la defensa (artículo 5), la contratación y compra de servicios y artículos de alta eficiencia energética, las exenciones para el sector de la defensa (artículo 6), las provisiones sobre auditorías energéticas y sistemas de gestión energéticos (artículo 8), o las de medición del consumo energético (artículo 9).

Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (Directiva 2018/844).

Los edificios son responsables del 40 % del consumo energético y del 36 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> aproximadamente, lo que les convierte en el sector de mayor consumo energético en Europa.

Esta directiva, que actualiza e incluye nuevas provisiones respecto al texto y provisiones de la misma directiva en su versión original del año 2010 (Directiva 2010/31), fomenta nuevos aspectos para lograr la descarbonización de la UE para el 2050, entre los cuales se incluyen varios que afectan en mayor medida al sector público de la defensa salvo en las exenciones contempladas por la Directiva de Eficiencia Energética, tales como la definición e implementación de estrategias de renovación de edificios por etapas y a largo plazo, o el uso de instalaciones y equipos de gestión, control y automatización inteligentes para la reducción del consumo energético. Incluye también provisiones para el apoyo a la electromovilidad en edificios, exigiendo la instalación de infraestructura de apoyo y puntos de recarga, y la definición de un «indicador de preparación para aplicaciones inteligentes» (Smart Readiness Indicator, SRI, en inglés), que mide la capacidad de un edificio para utilizar sistemas inteligentes que permitan adaptar la operación del edificio de acuerdo a las necesidades del usuario optimizando el consumo energético.

Las provisiones de la Directiva original al respecto de los requisitos mínimos de eficiencia energética en edificios nuevos o en

grandes reformas de edificios existentes (artículos 6 y 7), de los sistemas técnicos de edificios (artículo 8), edificios de consumo casi nulo (artículo 9), de los certificados de eficiencia energética (artículos 11, 12 y 13) o de la inspección de sistemas de aire acondicionado y calefacción (artículos 14, 15 y 16) no cambian esencialmente.

Directiva de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables  
(Directiva 2018/2001)

Esta directiva, que actualiza e incluye nuevas provisiones respecto al texto y provisiones de la misma directiva en su versión original del año 2009 (Directiva 2009/28), establece un nuevo objetivo del 32 % para la contribución de las energías renovables en el mix energético de la UE para el 2030.

La mejora del diseño y de la estabilidad de los esquemas de apoyo para las energías renovables, la simplificación de los procedimientos administrativos, y el marco regulatorio para el autoconsumo, podría tener un efecto positivo y fomentar de alguna manera la por ahora escasa penetración de las renovables en el sector de la defensa.

Reglamento sobre la Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción  
por el Clima (Reglamento 2018/1999)

El «Paquete de Invierno» incluye un sistema de gobernanza para la Unión de la Energía, a través del cual cada Estado miembro debe preparar un plan nacional integrado de energía y clima (PNIEC) para el periodo 2021-2030, que cubra las 5 dimensiones de la Unión de la Energía descritas anteriormente, y en donde los Estados miembros describan cómo van a alcanzar sus objetivos en cada una de estas 5 dimensiones, además de una estrategia a largo plazo para la descarbonización de la economía para el 2050.

Este sistema de gobernanza posibilita la comparabilidad de los planes nacionales de cada Estado miembro y sincroniza los periodos para la presentación de informes con los plazos establecidos en el Acuerdo de París, estableciendo un marco claro y sólido para asegurar el logro conjunto de los objetivos vinculantes de la UE en materia de eficiencia energética, penetración de energías renovables, y de interconexión del sistema eléctrico.

#### Actos legislativos (4) para el diseño del mercado eléctrico

Los elementos de este diseño del mercado eléctrico, cuyo objetivo es el de conseguir un mercado eléctrico más integrado, flexible, efectivo y mejor orientado a las nuevas realidades del mercado, consiste en cuatro actos legislativos: un reglamento sobre el mercado interior de la electricidad, una directiva sobre normas del mercado interior de la electricidad, un reglamento sobre la preparación frente a los riesgos en el sector de la electricidad y un reglamento por el que se crea la Agencia de la Unión Europea para la Cooperación de los Reguladores de la Energía (ACER, por sus siglas en inglés).

#### Estrategia a largo plazo para 2050

El 28 de noviembre de 2018, la Comisión Europea presentó su visión estratégica a largo plazo para una economía próspera, moderna, competitiva y neutra desde el punto de vista del clima de aquí a 2050 y mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 1,5°C, a través de la inversión en investigación y tecnologías, de la participación de todas las instituciones europeas, nacionales y locales, empresas, organizaciones no gubernamentales (ONG) y ciudadanos, y de políticas armonizadas que abarcan prácticamente todos los ámbitos.

Dicha estrategia descansa sobre siete componentes estratégicos principales:

1. Maximización de los beneficios de la eficiencia energética, en particular con edificios de cero emisiones.
2. Maximización del despliegue de las energías renovables y del uso de la electricidad para descarbonizar completamente el suministro energético de Europa.
3. Adopción de una movilidad limpia, segura y conectada.
4. Mejora de la competitividad de la industria de la UE y adopción de la economía circular como facilitadores esenciales para reducir las emisiones de GEI.
5. Desarrollo de una infraestructura adecuada de redes inteligentes e interconexiones.
6. Aprovechamiento de todas las ventajas de la bioeconomía y creación de sumideros esenciales de carbono.

7. Desarrollo e implantación de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono para combatir el resto de emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Sostenibilidad energética en el contexto del sector de la defensa europea

El 17 de junio de 2019, el Consejo de la Unión Europea (ministros de Asuntos Exteriores y ministros de Defensa) adoptaron las conclusiones del Consejo sobre seguridad y defensa en el contexto de la Estrategia Global de la Unión Europea<sup>15</sup>.

Por primera vez desde el inicio en el año 2016 del Foro Consultivo sobre Sostenibilidad Energética en el Sector de la Seguridad y Defensa<sup>16</sup> (CF SEDSS, por sus siglas en inglés), iniciativa de la CE gestionada por la Agencia Europea de Defensa (EDA, por sus siglas en inglés), el Consejo de la Unión Europea ha reconocido el trabajo y los resultados alcanzados por dicho Foro Consultivo, que reúne a delegados de los Ministerios de Defensa y Fuerzas Armadas (FFAA) de una mayoría de los Estados miembros de la UE, incluyendo perfiles más operativos de expertos en energía y de gestores energéticos y perfiles más estratégicos con responsabilidad sobre la definición de políticas y estrategias energéticas, para debatir e identificar los obstáculos y dificultades a las que el sector de defensa se enfrenta para implementar los paquetes de medidas diseñados por la Comisión Europea para la mejora de la gestión y eficiencia energética, el fomento de las energías renovables, y la protección de infraestructuras críticas energéticas en defensa, así como para compartir su conocimiento y buenas prácticas, e igualmente importante, crear una comunidad de expertos en energía dentro del sector de la defensa.

En la sección «Energy Challenges», en el párrafo 49, del documento de conclusiones del Consejo sobre seguridad y defensa del 17 de junio de 2019<sup>17</sup>, el Consejo llama al refuerzo de la cooperación para atajar los desafíos en seguridad energética, incluyendo a través de la eficiencia energética, soluciones de energía reno-

<sup>15</sup> <https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/fac/2019/06/17>. Consultado el 1 diciembre 2019.

<sup>16</sup> <https://eda.europa.eu/european-defence-energy-network/consultation-forum>. Consultado el 1 diciembre 2019,

<sup>17</sup> «Outcome of Proceedings. Subject: Council Conclusions on Security and Defence in the context of the EU Global Strategy - Council Conclusions (17 June 2019)». Luxembourg: Council of the European Union, 17 June 2019.

vable y la protección de infraestructuras críticas energéticas, e invita a los Estados Miembros, al Servicio de Acción Externa de la UE (EEAS, por sus siglas en inglés), a la CE y a la EDA a desarrollar modelos energéticos sostenibles y seguros en el sector de la defensa dirigidos al incremento de la resiliencia y de la eficiencia operacional, todo ello dentro del complejo contexto del cambio climático actual.

Más aún, el Consejo de la Unión Europea adoptó en junio de 2019 una nueva agenda global estratégica para la UE para los años 2019 a 2024 en la que se reconocen las consecuencias del cambio climático, tales como la desertificación, la degradación del terreno, la escasez de agua y de comida o la inseguridad energética, y el riesgo que dichas consecuencias suponen para los pueblos y sus territorios y también como origen de potenciales conflictos entre comunidades, haciendo énfasis en una aceleración de la transición hacia las fuentes de energía renovables, el incremento de la eficiencia energética, la reducción de la dependencia de fuentes energéticas externas, diversificación del suministro, e inversiones en soluciones de movilidad para el futuro.

Participación del Ministerio de Defensa en iniciativas del sector de defensa en sostenibilidad energética a través de la Agencia Europea de la Defensa (EDA)

#### Programa de Energía y Medio Ambiente de la EDA

El Programa de Energía y Medio Ambiente de la EDA tiene como objeto apoyar a las FFAA de los Estados miembros de la UE en su transición hacia un modelo operativo más sostenible, con bajas emisiones de carbono y bajo impacto medioambiental.

El Programa se centra en la recopilación y análisis de datos de consumo energético, eficiencia energética, utilización de energías alternativas y sostenibilidad en el sector de la defensa. Es gestionado por su propio grupo de trabajo de Energía y Medio Ambiente (EnE WG, por sus siglas en inglés), con participación de los puntos de contacto nacionales (NCP, por sus siglas en inglés) designados a tal efecto por los Ministerios de Defensa de los Estados miembros y del personal del Estado Mayor de la UE (EUMS, por sus siglas en inglés), coordinado por un oficial de proyecto de la EDA.

El Programa está diseñado para identificar áreas de interés común entre las FFAA europeas, con el fin de: crear y comprender un marco y enfoque integrales para la gestión energética, reducir su dependencia de los combustibles fósiles importados mediante la mejora de la eficiencia energética e integración de nuevas tecnologías energéticas en las capacidades militares, y entender los problemas culturales y de gestión que existen dentro del sector de la defensa y que limitan su sostenibilidad energética y resiliencia.

La Dirección General de Infraestructura (DIGENIN) del Ministerio de Defensa español participa en este grupo de trabajo activamente desde el año 2015. La actividad se centra en los varios proyectos que, bien financiados a través del presupuesto operativo de la EDA, o a través de las contribuciones de los Estados miembros participantes en cada proyecto (proyectos CAT A y CAT B), comprenden estudios prospectivos y/o de viabilidad, o proyectos de desarrollo o implantación de tecnologías, respectivamente, dentro de las líneas y objetivos marcados por el grupo de trabajo.

Estos proyectos son descritos a continuación con más detalle.

#### Proyecto Smart Blue Water Camps (SBWC)

Este proyecto aborda y analiza las limitaciones y problemas de Fuerzas Armadas europeas en lo referente a la utilización y gestión del agua en bases militares desde los puntos de vista de conservación, sostenibilidad e innovaciones tecnológicas, con los siguientes objetivos:

- Mejorar la seguridad en el suministro.
- Reducción del impacto ambiental (reducción del consumo y de emisiones de CO<sub>2</sub>).
- Ahorro de costes como resultado de la reducción del consumo y de los nuevos procesos de tratamiento del agua.
- Reducción de la dependencia de proveedores de agua potable.
- Aumento de la concienciación medioambiental en el personal militar.

España, junto con Grecia, Italia, Irlanda, Portugal y Chipre, ha participado en la primera fase de este proyecto, que finalizó en otoño del año 2017 y en la que se ha analizado la gestión del agua en el Acuartelamiento de la Guardia Real en lo que a la participación del Ministerio de Defensa español se refiere.

Los detalles del proyecto, indicadores para el análisis de datos y conclusiones de esta primera fase del proyecto se recogen en un informe final que recomienda, una vez analizados todos los riesgos, la instalación de un sistema de recolección de agua de lluvia y tratamiento de aguas grises para utilización en cisternas en los barracones y edificios de administración, que cubriría una demanda anual de agua de hasta 8.712 m<sup>3</sup>.

La siguiente figura muestra un análisis comparativo de los riesgos estudiados para el caso concreto del Acuartelamiento de la Guardia Real, entre la línea base (BAU), que representa las instalaciones actuales en el acuartelamiento, y la implementación de las mejoras propuestas de recogida de aguas de lluvia y de reciclaje de aguas grises (RWH+GWR, por sus siglas en inglés), en donde se observa una reducción del riesgo (incremento de la capacidad de respuesta) en aspectos como el suministro, reciclaje y reutilización de agua o resiliencia de las instalaciones frente al incremento del número de usuarios.

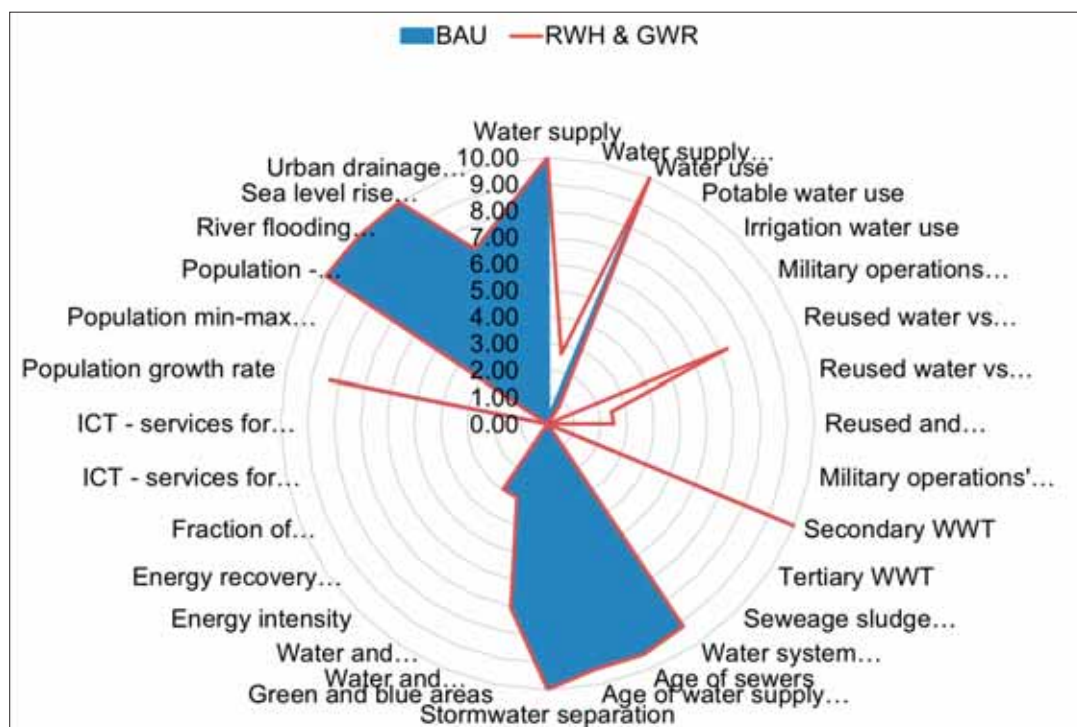


Figura 2. Análisis comparativo de riesgos tras la implementación de mejoras en las instalaciones de suministro y tratamiento de agua del Acuartelamiento de la Guardia Real.

(Fuente: Associate Professor Dr. Christos Makropoulos, Dr. Ifigeneia Koutiva, PhD Panagiotis Kossieris, Dr. Evangelos Rozos. SMART BLUE WATER CAMPS Final report, October 2017).

La fase II de este proyecto se centrará en la modelización informática de las intervenciones propuestas como resultado de la



fase I y el análisis de detalle del ciclo del agua y del impacto de las intervenciones propuestas.

En la fase III se procederá a la implementación y monitorización de los resultados obtenidos con las intervenciones propuestas en la fase I y modelizadas durante la fase II del proyecto.

Las próximas reuniones del EnE WG servirán para definir el alcance de estas dos fases en detalle y evaluar los costes de las mismas, que deberían ser financiadas a través de las contribuciones de los Estados miembros que decidan participar en ellas.

La participación en las fases II y III del proyecto supone una oportunidad para profundizar en el mejor conocimiento de la gestión completa del ciclo del agua, e investigar otras posibles actuaciones relacionadas y que pudieran implementarse como proyecto piloto en el propio Acuartelamiento de la Guardia Real, y en otras instalaciones de nuestras Fuerzas Armadas.

#### Proyecto Smart Energy Camp Technical Demonstrator (SECTD)

Este proyecto, en su primera fase, consistió en la instalación de equipos de generación y gestión energética en la misión de entrenamiento de la UE (EUTM, por sus siglas en inglés) en Koulikoro (Malí).



Figura 3. Información sobre la misión de entrenamiento de la UE (EUTM) en Koulikoro (Malí).

(Fuente: EUTM Mali Mission website, <http://eutmmali.eu/en/eutm-mali-mission/>).

El propósito fue analizar los beneficios resultantes de integrar nuevas tecnologías de generación, uso y gestión energéticas en las redes de distribución tradicionales de los campamentos militares. Los equipos instalados incluían placas fotovoltaicas fijas y portátiles, y equipos de control y monitorización para el consumo

eléctrico y de agua para la gestión de la demanda, en un solo edificio del campamento.

Los objetivos específicos de este proyecto fueron:

- Comprobar la eficiencia de distintos tipos de placas fotovoltaicas en las condiciones climáticas específicas de la zona.
- Experimentar con la integración de tecnologías de generación eléctrica renovable y de almacenamiento con baterías en un escenario de misión operativa de despliegue.
- Experimentar y evaluar el impacto de las tecnologías en la gestión de la demanda.
- Concienciar a las tropas sobre la eficiencia energética y la utilización de renovables, y la consideración de la energía como una capacidad militar operativa.
- Obtener datos reales y fiables de cara al desarrollo de modelos de planificación para operaciones de defensa y seguridad común en el marco de la UE.

En el marco de esta primera fase, que finalizó en el año 2016, se obtuvieron datos de consumo y utilización de agua, electricidad y producción de residuos, que pusieron de relieve los problemas y oportunidades que representan la integración de las nuevas tecnologías de eficiencia energética y de fuentes de energía renovables en operaciones de despliegue. Algunos de estos datos incluyen la caracterización y medida del consumo eléctrico en el campamento (71 % para el aire acondicionado, 12 % para iluminación, y 10 % para el agua caliente sanitaria), la medida de la contribución de los paneles solares rígidos (sobre techo) de un 80 % de la carga pico del edificio, o la reducción del consumo energético mediante medidas de gestión de la demanda, que incluían la reducción de la carga media instantánea mediante ciclos encendido/apagado en cada unidad de aire acondicionado, o la regulación (incremento) de la temperatura 20°C a 24°C en las propias unidades del aire acondicionado, que reducía la demanda de energía en un 50 %.

Así mismo, esta primera fase del proyecto sirvió para obtener valiosas conclusiones y recomendaciones, entre ellas, la de ampliar las intervenciones al resto del campamento, la de integrar otras tecnologías de gestión y producción de energía y analizar sus beneficios e impacto, y la de aumentar la potencia de generación energética en detrimento de un aumento de capacidad de almacenamiento con baterías, que resultaría en una intervención

menos eficiente en términos de disponibilidad de suministro eléctrico y de costes.



**Figura 4. Vista aérea del campamento de Koulikoro; edificio 55 en el campamento de Koulikoro; instalación de paneles fotovoltaicos flexibles por fuerzas desplegadas en el campamento de Koulikoro. (Fuente: Presentación «Smart Energy Camp Demonstrator EnE Working Group», por Jon Woodman/ Ken Hobbs para 5th EnE WG meeting, Bae Systems, marzo 2016).**

La fase II (SECTD-II) de este proyecto se divide a su vez en dos fases (en curso):

- La fase II-1, estudio de viabilidad (6 meses), con el propósito de realizar un estudio de viabilidad para la implementación y monitorización de un demostrador técnico que integre distintas tecnologías de una manera óptima e inteligente para la generación y consumo eficiente de energía, así como una gestión del consumo de agua y de los residuos más sostenible, cumpliendo en todo momento con los procedimientos operativos del campamento, y evaluando qué soluciones tecnológicas comercialmente disponibles (COTS) son adecuadas, o pueden adaptarse, para su utilización en un entorno militar de despliegue.

Este estudio de viabilidad, que se ha sufrido sucesivos retrasos debido a los graves problemas de seguridad en Malí, ha finalizado en el año 2019 y se está a la espera, mientras los autores escriben este artículo, de recibir el informe final, en el cual se definirá el alcance, costes e instrumentos de financiación de la fase II-2 del proyecto.

- La fase II-2, implementación (12 meses), está sujeta a la valoración positiva del estudio de viabilidad y aprobación por parte de los Estados miembros que quieran participar en ella, y tendrá el propósito de implementar las intervenciones definidas en la fase anterior, y de monitorizar los resultados obtenidos del demostrador técnico resultante, con el fin de demostrar sus capacidades reales para alcanzar los objetivos de reducción de consumo y eficiencia energética definidos y una mejor gestión del consumo y ciclo del agua y de los residuos.

Esta fase II del proyecto (SECTD-II) promete ofrecer datos y conclusiones muy interesantes y de gran valor tanto para Ministerio de Defensa como Fuerzas Armadas en sus misiones de despliegue, de cara a su reducción de consumo energético y aumento de su resiliencia y operatividad, pudiendo servir además para la visibilidad y beneficio de la industria española.

#### Proyecto Data Collection and Analysis and Sharing (DCAS)

A través de este proyecto, la EDA y Ministerios de Defensa de los Estados miembros tratan de recopilar los datos de consumo energético del sector de la defensa a nivel europeo, incluyendo el uso de energía para climatización de edificios e instalaciones y para transporte (terrestre, marítimo y aviación), principalmente, tanto de electricidad como de cualquier tipo de combustibles, bien sean fósiles, biocombustibles o combustibles sintéticos, así como la generación propia de electricidad a través de instalaciones de energías renovables, para su posterior estudio y análisis siempre de forma agregada, por la sensibilidad de la información.

Los objetivos específicos de esta iniciativa son los siguientes:

- Conocer el tipo y cantidad de energía consumida y generada por el sector de la defensa de los Estados miembros.
- Motivar al sector de la defensa para establecer procedimientos estándar operativos (SOP, por sus siglas en inglés) para el registro y análisis de datos de consumo energético.
- Establecer indicadores de rendimiento energético (EnPIs, por sus siglas en inglés) comunes entre los sectores de defensa de los distintos Estados miembros.
- Ayudar a los Ministerios de Defensa y a la EDA en la toma de decisiones sobre inversiones en infraestructuras y proyectos de investigación y tecnología (I+T).

- Justificar las recomendaciones del sector de la defensa a la CE para la revisión de directivas europeas y asignación de fondos europeos.

Hasta el momento, 22 Estados miembros están aportando sus datos de consumo energético para esta iniciativa, lo que supone un 97,5 % del gasto y un 90,1 % del personal de defensa de la UE, haciendo que esta información pueda ser considerada suficientemente representativa.

La información agregada de consumo energético de los Estados miembros se reporta a la Comisión Europea, con el fin de establecer un registro de consumo energético del sector de la defensa, y elaborar estrategias que puedan adaptarse a las particularidades del sector para su contribución a los objetivos nacionales y europeos de reducción de los GEI, ahorro en el consumo de energía, incremento de la eficiencia energética, y aumento en el uso de fuentes de energía renovables.

La DIGENIN del Ministerio de Defensa español participa activamente en esta iniciativa desde su inicio en el año 2016.

Los primeros resultados del análisis de datos consolidados desde entonces muestran unos repartos aproximados de consumo energético de un 35 % en edificios, un 15 % de consumo eléctrico en actividades relacionadas con operaciones militares, y un 50 % en transporte (del cual un 60 % corresponde a aviación).

Los datos comparados de 2016 y 2017 muestran una ligera reducción del consumo energético (incluyendo electricidad y combustibles fósiles), pasando de los 42,48 TWh a los 40,58 TWh, y ponen de manifiesto la escasa penetración de las energías renovables en defensa, así como una alta dependencia de las importaciones de gas natural.

#### Proyecto Defence Energy Managers Course (DEMS)

Esta iniciativa de la EDA surgió en el año 2016, con el fin de formar a los responsables de la gestión energética de los Ministerios de Defensa y Fuerzas Armadas interesados en los principios y en la implementación de sistemas de gestión energética (EMS, por sus siglas en inglés), enfocado a la ISO 50001 principalmente. La formación se imparte en formato semipresencial, impartiendo conocimientos teóricos de forma presencial en Bruselas (durante una semana), y lo más importante, tutorizando

y prestando apoyo después en la implementación del sistema de gestión energética en las instalaciones que cada ministerio decida.

Proyecto Total Energy and Environment Military Capability Assessment Framework (TEEMCAF)

Este estudio se centra en el desarrollo de una herramienta inteligente que, haciendo uso de inteligencia artificial y utilización de datos de todo tipo a nivel estratégico, operativo y táctico, sea capaz de analizar, priorizar y proporcionar soluciones tecnológicas innovadoras de diseño y gestión de generación, consumo y eficiencia energética, del ciclo del agua y de residuos, así como aspectos del comportamiento, que ayuden en la toma de decisiones encaminadas a la optimización de las operaciones militares y la reducción del impacto medioambiental.

Agenda Global Estratégica de Investigación (OSRA) y Plan de Desarrollo de Capacidades (CDP)

Tal y como se explica en el documento de presentación de esta iniciativa de la EDA<sup>18</sup>, la agenda global estratégica de investigación (OSRA por sus siglas en inglés) de la EDA constituye un nuevo enfoque para alinear las agendas estratégicas de investigación desarrolladas por cada área de capacidad tecnológica (CapTech) de la EDA con los requisitos y necesidades operacionales de los Estados miembros.

Dicha agenda estratégica establece, en definitiva, un procedimiento sistemático para promover la investigación colaborativa en el sector de la defensa a nivel europeo, que ya comenzó a rodar a través de la acción preparatoria para la investigación en defensa (PADR, por sus siglas en inglés) y continuará con la creación de un fondo europeo para la defensa dentro del Programa para la Investigación en Defensa (EDRP, por sus siglas en inglés) dentro del marco y como pilar principal del Plan de Acción de Defensa Europeo (EDAP, por sus siglas en inglés).

La OSRA sirve de nexo de unión entre el desarrollo de capacidades en defensa, de acuerdo con las necesidades y requisitos manifestados por los Estados miembros en el Plan de Desarrollo

---

<sup>18</sup> OSRA- Overarching Strategic Research Agenda and CapTech SRAs Harmonisation. Connecting R&T and Capability Development Plan, EDA.

de Capacidades (CDP, por sus siglas en inglés), y la investigación y desarrollo de tecnologías en distintos dominios dentro del sector, a través del concepto de «Technology Building Blocks (TBB)».

Estos «bloques» o «ladrillos» denominados TBB equivalen a niveles de desarrollo tecnológicos alcanzados a partir de los resultados de proyectos de investigación, desarrollo y tecnología que, de forma conjunta entre varios TBB, permiten la «construcción» o «desarrollo» de una funcionalidad o solución que responda a una capacidad militar requerida existente o prevista para el futuro y representada a través de las «General Military Tasks (GMT)» establecidas en el CPD ya mencionado.

Solo como ejemplo sencillo para que el lector se haga una idea mejor de esta relación, podríamos imaginar que el Estado Mayor Conjunto ha identificado la necesidad de contar con la capacidad de pilotar drones de vigilancia fabricados a partir de materiales totalmente degradables, y propulsados por sistemas híbridos de combustibles limpios y baterías también degradables, para su utilización en la Antártida en alguna misión científica, para cuya producción necesitaríamos contar con tecnologías desarrolladas y seguras (TBB) tales como materiales totalmente degradables para el chasis del drone y compatibles con los requisitos operativos del vehículo, turbinas y tanques de almacenamiento de hidrógeno, y baterías fabricadas con material biodegradable bajo los mismos requisitos operativos, tecnologías que habrían sido desarrolladas a partir de estudios y proyectos de investigación y desarrollo tecnológicos.

Dentro de la EDA, existen distintas áreas de capacidades tecnológicas (*CapTechs*), que reúnen a expertos de ministerios de defensa y fuerzas armadas, industria y academia de los Estados miembros, y que tienen un área de responsabilidad o dominio que define el alcance de su trabajo y sus líneas estratégicas de investigación y desarrollo de tecnologías en campos como la munición, CBRN y factores humanos, sistemas terrestres, navegación y control, sensores de radio frecuencia, materiales, o energía, reflejadas en sus propias agendas estratégicas de investigación (SRA, por sus siglas en inglés), así como sus hojas de ruta (*road-maps*) correspondientes para asegurar que estas tecnologías estén desarrolladas cuando sea requerido por nuestros ejércitos.

Todas estas agendas estratégicas, conjuntos de TBB y hojas de ruta de los distintos *CapTechs* son integrados en la Agenda Global Estratégica de Investigación (OSRA), suprimiendo duplicidades, y

analizando la transversalidad y las sinergias entre TBB definidos en distintos ámbitos militares.

Dentro del ámbito de energía y medio ambiente, se han definido los siguientes TBB para desarrollar en el periodo desde 2020 a 2027:

- TBB-01: Combustibles alternativos y sistemas de propulsión y distribución.
- TBB-02: Almacenamiento de energía: eléctrica, electroquímica, mecánica, estructural, térmica.
- TBB-03: Tecnologías eficientes para motores y sistemas de distribución de energía.
- TBB-04: Tecnologías de gestión energética: sistemas eficientes e innovadores.
- TBB-05: Generación solar (térmica y eléctrica).
- TBB-06: Militarización de tecnologías medioambientales: gestión del agua y aguas residuales.
- TBB-07: Tecnologías de recuperación de calor.
- TBB-08: Energía eólica.
- TBB-09: Integración de tecnologías energéticas y medioambientales.
- TBB-10: Militarización de tecnologías medioambientales: tecnologías de valorización energética.

#### Foro consultivo sobre sostenibilidad energética en el sector de la seguridad y la defensa

Este foro consultivo es, a los ojos de los autores, la plataforma que más activamente está trabajando y contribuyendo al avance del sector de la defensa hacia modelos energéticos más sostenibles en el ámbito de las infraestructuras fijas militares, normalmente de carácter dual (uso civil y militar), tales como edificios de oficinas, academias, hospitales, o cantinas, dejando el estudio e iniciativas sobre aspectos operativos puramente militares y misiones de despliegue al Grupo de Energía y Medio Ambiente de la EDA y OTAN.

Objetivos, estructura y dinámica del foro consultivo

La CE, mediante este foro consultivo sobre sostenibilidad energética en el sector de la seguridad y la defensa (CF SEDSS, por sus



siglas en inglés), pretende subrayar la relevancia del sector de la defensa en Europa por su importante consumo de energía de cara al logro de los objetivos a nivel nacional y de la UE de reducción de gases de efecto invernadero, ahorro y eficiencia energética, y uso de fuentes de energía renovables y de biocombustibles para 2020, 2030 y 2050.

El propósito principal de este foro consultivo es el de reunir y crear una comunidad de expertos en energía dentro del sector de la defensa, y apoyar al sector de la defensa europeo en su avance hacia un mayor conocimiento e implementación de proyectos de eficiencia energética y energías renovables en el ámbito de defensa. El foro consultivo actúa como plataforma para compartir casos de éxito y de buenas prácticas, y debatir e identificar las dificultades de las Fuerzas Armadas para la implementación (incluyendo las exenciones) de la Directiva de Eficiencia Energética (EED, por sus siglas en inglés), la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios (EPBD, por sus siglas en inglés), y la Directiva de Energías Renovables (RED, por sus siglas en inglés), a la vez que mejorar la resiliencia de las infraestructuras críticas energéticas de defensa en relación con la implementación de la Directiva Europea de Infraestructuras Críticas, identificando los obstáculos y barreras que impiden que el sector de la defensa se beneficie plenamente de la energía sostenible.

Siempre sin tratar de imponer ningún tipo de acción o normativa de ningún tipo al sector de la defensa, el foro consultivo pretende también explorar el potencial para establecer y desarrollar planes y proyectos concretos de energía en el sector de la defensa que le permitan reducir su huella energética y de carbono y sus costes, así como identificar las fuentes de financiación disponibles dentro de la UE u otros instrumentos de financiación adecuados.

La estructura de este foro consultivo ha ido evolucionando desde su inicio en el año 2016, articulándose en grupos de trabajo que se centran en las siguientes líneas de actuación concretas, siempre dentro de instalaciones militares fijas de carácter dual (civil – militar):

- Gestión y eficiencia energética en instalaciones militares:
  - Recopilación de datos energéticos, análisis.
  - Sistema de gestión energética.
  - Concienciación sobre la energía, factores humanos.
  - Financiación de proyectos de energía en el ámbito militar.

- Protección de infraestructura energética.
  - Estructura de edificios.
  - Sistemas eléctricos y mecánicos en la construcción.
  - Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), mediciones y gestión energética inteligente en edificios.
  - Renovación y reformas en los edificios militares existentes.
  - Edificios de balance energético cero.
- Energías renovables:
- Empleo de las energías renovables en los medios de transporte militar.
  - Almacenamiento de energía renovable.
  - Conversión de energía.
  - Utilización de zonas militares para la generación de energía renovable.

La DIGENIN del Ministerio de Defensa español participa activamente en estos grupos de trabajo, y comodera el grupo de trabajo relacionado con la eficiencia energética en edificios.

#### Logros alcanzados

Como resultado del trabajo realizado conjuntamente por todos los participantes del foro consultivo durante sus dos primeras fases, la primera desde octubre de 2015 hasta octubre de 2017 y la segunda desde octubre de 2017 hasta agosto de 2019, se ha profundizado en el conocimiento de la legislación aplicable y, mucho más importante aún, en las particularidades del sector de la defensa frente al sector civil, que de una manera u otra hace que la legislación existente no sea directamente aplicable, o que al menos deba ser adaptada en algunos escenarios para su debida implementación y cumplimiento.

Además, a través del esfuerzo de las personas involucradas en el foro, de la celebración de sucesivas conferencias y de la presentación e intercambio de experiencias y buenas prácticas, se ha conseguido crear, por primera vez y con mucho éxito, una comunidad de expertos en energía dentro del sector de defensa y una plataforma y herramientas de comunicación que permiten a dichos expertos comunicarse e intercambiar conocimiento.

Por último, el foro consultivo ha servido como incubadora de ideas para proyectos innovadores y colaborativos en el sector de defensa, tres de las cuales contaron con el apoyo necesario de los Estados miembros para ser desarrolladas a través de grupos de trabajo específicos, y se encuentran ahora mismo en fase de competición para la obtención de financiación europea, hecho insólito que hace solo unos años habría parecido muy improbable.

En base a todos estos hechos y resultados exitosos de las dos primeras fases, de los que se da cuenta a continuación, y con el fin de abordar los nuevos desafíos en el campo de la energía, la Comisión Europea lanzó en octubre de 2019 la tercera fase del foro consultivo, que se extenderá por un periodo de cuatro años hasta el 2023, y que añade el objetivo de conectar a las comunidades de defensa y de energía a nivel nacional y nivel europeo.

#### Resultados, lecciones aprendidas y buenas prácticas

Como resultado de las discusiones y experiencias compartidas durante el CF SEDSS entre todos los participantes, se han identificado una serie de dificultades y limitaciones comunes a todos los Estados miembros en el ámbito de la defensa, las cuales les impiden llevar a cabo la correcta, completa y eficiente implementación de las directivas europeas aplicables sobre eficiencia energética y fomento de las energías renovables y contribuir efectivamente a alcanzar el potencial del sector de defensa para el ahorro energético y reducción de emisiones de carbono.

Las principales dificultades y obstáculos que deben ser resueltos a tal efecto han sido identificadas y aparecen estructuradas en el documento final de conclusiones y recomendaciones de la fase II del CF SDESS<sup>19</sup> de la siguiente manera:

- Factores humanos:
  - Falta de compromiso, concienciación, motivación, comunicación y entrenamiento dentro del sector de defensa en general, y dentro de cada nivel de la escala jerárquica de la propia organización en particular, siendo especialmente crítico al nivel y en la función de toma de decisiones.

<sup>19</sup> EUROPEAN DEFENCE AGENCY. «GUIDANCE DOCUMENT CF SEDSS II Results and Recommendations for Sustainable Energy in the Defence and Security Sector». Bruselas: julio 2019. <https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/events/eden/phase-ii/guidance-document/cfsedssii-guidance-document.pdf>.

– Factores económicos y presupuestarios:

- Limitaciones en el presupuesto, o incluso falta de líneas presupuestarias para la implementación de medidas de mejora de la eficiencia energética; normalmente, la adopción de dichas medidas tiene lugar como actividades programadas de mantenimiento y de sustitución periódica de equipos en los edificios, que son financiadas a través de líneas presupuestarias distintas y ejecutadas por personal diferente perteneciente a otros departamentos distintos al de eficiencia energética, cuyos objetivos y prioridades son, a su vez, distintos a la mejora de la eficiencia energética.
- Limitaciones en el acceso a mecanismos de financiación externos, debido tanto a la naturaleza de las actividades y objeto general del sector, no contemplados en muchos de los programas de financiación europea, como a incompatibilidades legales dentro de la administración pública de cada Estado miembro.
- Conocimiento limitado, tanto de la existencia como de los procedimientos y requisitos establecidos por los distintos mecanismos de financiación externa disponibles.
- Periodos de retorno (*payback periods*) normalmente demasiado largos para conseguir materializar los beneficios económicos de las inversiones necesarias.

– Factores organizativos y culturales:

- Falta de compromiso y de concienciación real dentro de la organización. Se hace necesario un cambio cultural de la organización, que se extienda a todos los niveles jerárquicos y a los distintos perfiles profesionales y personales, cada uno con distintas motivaciones.
- La energía es percibida como un producto básico, o *commodity*, que se consume como otro producto básico cualquiera para realizar una actividad u operación, y no como un multiplicador de capacidades cuyo uso eficiente y efectivo permite el aumento de la autonomía y la reducción de vulnerabilidades y riesgos en esas mismas actividades u operaciones.
- No existe una visión clara o entendimiento de la conexión entre la mejora de la eficiencia energética y la mejora de capacidades y efectividad en las operaciones.

- La eficiencia energética no es considerada una prioridad, o al menos, se le asigna una prioridad más baja frente a la ejecución de otras actividades y funciones, sin tener en cuenta que la mejora en la primera puede resultar en una mayor efectividad de las segundas.
- Falta de capacidad: falta de recursos humanos, de conocimiento y de experiencia.
- Falta de elementos y motivos para la implementación de medidas de mejora de la eficiencia energética y ahorro energético como resultado de la desconexión entre líneas presupuestarias y planes para el suministro energético, la mejora de la eficiencia energética, el mantenimiento de instalaciones y campañas de concienciación.
- Falta de motivación para la implementación de medidas de mejora de la eficiencia energética como resultado de la desconexión entre las funciones operativa y presupuestaria en las organizaciones.
- No existe un único responsable senior y con experiencia, designado por la organización, para desempeñar la labor de gestor energético: normalmente, la función de gestión energética se percibe como una responsabilidad general de toda la organización y la responsabilidad se distribuye a través de varias de sus funciones, cada una de ellas con sus limitaciones y objetivos, y ninguna tomando la iniciativa.
- Ausencia de comunicación entre áreas y unidades dentro de la misma organización, impidiendo la diseminación de buenas prácticas.
- Cambios de destino y rotación frecuente del personal militar.
- Falta de un sistema de incentivos a largo plazo en la organización que reconozca y premie la toma de decisiones efectivas que resulten en ahorros energéticos y en costes.
- Existen políticas y estrategias con objetivos generales de alto nivel en la organización, que no se traducen en planes de implementación con acciones y objetivos concretos y específicos para cada unidad o área.
- Incertidumbre en la planificación a largo plazo sobre el uso y ocupación futuros de edificios e instalaciones, debido a reorganizaciones de las funciones y áreas dentro de los ministerios de defensa y fuerzas armadas.

– Factores de contexto:

- El sector de la energía es demasiado extenso; existe una gran abundancia de conceptos, normas, marcos legislativos y estándares, que pueden llevar a la confusión y hacen difícil para la organización definir un enfoque y filosofía sobre la mejora de la eficiencia energética concretos y adaptados a sus propias particularidades.
- Existe un continuo e intenso debate, aún sin concluir, acerca del alcance de los sistemas de gestión energética (EnMS, por sus siglas en inglés) y/o gestión medioambiental (EMS, por sus siglas en inglés) tales como la ISO 50001, la ISO 14001, o el Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS, por sus siglas en inglés), y si deberían incluirse o no las actividades operativas militares, y el impacto que dicha inclusión tendría sobre las capacidades operativas.

– Factores legislativos y normativos:

- En base al principio de subsidiariedad y proporcionalidad que rige en la legislación europea, los objetivos de mejora de la eficiencia energética, fomento del uso de energías renovables y combustibles alternativos y reducción de emisiones de carbono se establecen y comprometen a nivel nacional, entre cada Estado Miembro y la UE, siendo cada Estado miembro el que después decide cómo alcanzar dichos objetivos a través de distintas contribuciones de los distintos sectores dentro de su territorio. Por lo general, el sector de defensa de cada Estado miembro suele quedar eximido por su Gobierno central del cumplimiento de dichos objetivos, más allá de las propias exenciones reflejadas en las directivas europeas correspondientes, por lo que no existe un imperativo legal para su cumplimiento más allá de los requisitos mínimos de eficiencia energética impuestos por los respectivos códigos técnicos de edificación o a través de ley de contratación del sector público para el suministro de equipos eficientes.
- Además, en algunos casos, la aplicabilidad de las exenciones reflejadas en las directivas europeas al sector de la defensa está sujeto a interpretaciones, requiriendo de una labor jurídica y legal adicional para interpretar las provisiones de dichas directivas, con el consiguiente retraso en el compromiso de inversiones y posterior ejecución de los proyectos de mejora de la eficiencia energética.

- Existen obstáculos legales que impiden utilizar el dinero ahorrado a través de la mejora de la eficiencia energética para otros fines bajo otras líneas presupuestarias.
  - La normativa y procedimientos de contabilidad imponen grandes dificultades al sector público en general, y al sector de la defensa en particular, para la formalización de contratos de rendimiento energético (EPC, por sus siglas en inglés) con empresas de servicios energéticos (ESCO, por sus siglas en inglés), al establecer requisitos muy exigentes para las inversiones de capital iniciales a efectos contables. Además, existen muchas dificultades y desconocimiento sobre la redacción de este tipo de contratos, desde la definición de los indicadores de rendimiento energético necesarios para hacer un correcto seguimiento de los ahorros alcanzados por la empresa de servicios energéticos, hasta los aspectos e implicaciones sobre la propiedad y mantenimiento de los equipos.
- Factores técnicos y de gestión:
- Los inventarios de edificios son, en general, muy anticuados y no contienen la información adecuada para la correcta priorización y planificación de actuaciones de mejora de la eficiencia energética.
  - La creación y actualización de inventarios de edificios en defensa es muy complicada, ya que existe un elevado número de edificios (normalmente cientos de edificios), algunos sujetos a requisitos de protección de patrimonio histórico, en muchos casos de uso dual (civil y militar), e incluso en algunos otros de uso desconocido en algunos casos, sujetos a cambios en su utilización y ocupación a lo largo del tiempo.
  - No existen valores de referencia (*benchmarks*) de consumo energético específicos de defensa, los cuales son críticos para poder analizar el mejor o peor rendimiento de los edificios y priorizar las intervenciones de mejora de eficiencia energética.
  - La lectura de datos de consumo energético es muy limitada, haciéndose en general a través de contadores convencionales a nivel de base únicamente, sin capacidad de análisis del consumo energético por edificio dentro de la base, o incluso por tipo de instalación dentro de cada edificio a través de contadores inteligentes.

- Ausencia de planes para la lectura y seguimiento regular del consumo energético al nivel adecuado, debido a la falta de recursos humanos y/o materiales, así como a la externalización de los servicios de mantenimiento.
- Definiciones simplistas, o ausencia de indicadores de rendimiento energético (EnPI, por sus siglas en inglés), que normalmente se reducen a objetivos de reducción de kWh/soldado, sin tener en cuenta factores como el uso y la ocupación de los edificios, o la meteorología.
- Análisis del consumo energético y estimación y planificación de necesidades energéticas para el futuro normalmente simplistas o inadecuadas.
- Falta de estrategias y planes de renovación de edificios por etapas a largo plazo. La mayoría de las intervenciones tienen lugar cuando existe presupuesto disponible, y normalmente se hacen de una sola vez hasta donde alcance el presupuesto.

No obstante, a pesar de todas estas dificultades y obstáculos de diferente índole, el sector de la defensa europeo avanza indudablemente hacia un marco operativo más verde y respetuoso con el medio ambiente, y se encuentra inmerso en su propia transición ecológica hacia modelos operativos más sostenibles y eficientes. Prueba de ello son todas las iniciativas en las que se encuentra inmerso no solo dentro del marco de la EDA y de la OTAN, sino también en un contexto nacional en colaboración con la industria y centros de investigación nacionales, tal y como se describirá más tarde en este artículo, e incluso local a nivel de unidad o de base militar, en donde tienen lugar muchos pequeños proyectos y avances fruto de la iniciativa y esfuerzo personal de muchos militares.

Únicamente a modo de ejemplo y para que sirvan de referencia, se describen a continuación tres ejemplos de buenas prácticas de referencia en tres Estados miembros distintos, que han sido presentadas durante el CF SEDSS y cuyo impacto beneficioso ha sido reconocido.

Gran reforma del edificio de la sede central de Isdefe, Agencia del Ministerio de Defensa de España

Isdefe, la agencia del Ministerio de Defensa español, adquirió en 2010 un edificio para albergar la que hoy es su sede central y



corporativa en Calle Beatriz de Bobadilla, Madrid, y reunir a todos sus trabajadores en un mismo edificio después de un periodo de crecimiento intenso, que había resultado en la utilización de distintas oficinas en distintos edificios en Madrid.

Este edificio, completamente obsoleto, fue transformado en un edificio inteligente de alto rendimiento energético, fácil y rápidamente adaptable a un número variable de usuarios y usos, a través de intervenciones en la envolvente y en los componentes y materiales en el interior del edificio, y de la instalación de sistemas y de equipos técnicos de alta eficiencia energética, incluyendo soluciones de producción de energía solar fotovoltaica y térmica, y de cogeneración.

El proyecto de rehabilitación se realizó de acuerdo con la legislación vigente en España en materia de construcción y medio ambiente y con los requisitos de eficiencia energética e instalaciones térmicas exigidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE), con el fin de conseguir la calificación energética más alta posible (A o B) y también la producción propia más alta posible de energía para autoconsumo, cumpliendo a la vez con las más estrictas medidas de seguridad exigidas en el sector de la defensa, entre otras:

- División de zonas según niveles de seguridad y seguridad en los puntos de acceso.
- Seguridad en los puntos de control para documentación:
  - Puntos de control OTAN / UE / ESA.
  - Documentación clasificada NACIONAL / OTAN / UE / ESA.
  - Sala TEMPEST (espacio protegido contra emisiones electromagnéticas no intencionadas, producidas en equipos electrónicos y sistemas TIC).
- Sistemas de seguridad en el edificio.

Los requisitos para la distribución de los espacios dentro del edificio fueron similares a los exigidos para edificios de la misma tipología en el sector de la defensa, tales como el edificio del Ministerio de Defensa, o edificios de cuarteles generales y mandos logísticos de los tres ejércitos.

Todos los sistemas técnicos del edificio son monitorizados y controlados en tiempo real con un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés) centralizado que mantiene todo el edificio en los niveles de confort reque-

ridos con el consumo de energía más eficiente, demostrándose importantes ahorros energéticos y en costes, con periodos de amortización actualizados de 3,92 años para el sistema de iluminación (sistema de control de iluminación LUXMATE y balastos electrónicos DALI), o de 11 años para el sistema VRV (volumen de refrigerante variable) condensado por agua (que se espera que se acorten al realizarse ahorros adicionales en costes antes de llegar a los 11 años).



**Figura 5. Gran reforma del edificio de Isdefe S.A. (Fuente: Presentación «Isdefe Headquarters. From obsolete to efficient and smart building. A Defense example». CF SEDSS Fase 1, Isdefe, Ministerio de Defensa Español, Tesalónica 2017).**

Proyecto de maximización de la eficiencia energética a través de cambios en el comportamiento. Ministerio de Defensa del Reino Unido.

El comportamiento de los usuarios de un edificio comprende no solo sus hábitos y forma y capacidad para actuar y reaccionar frente a distintos hechos y estímulos; depende además de su propio conocimiento y concienciación sobre el problema en cuestión, y se ve influenciado por las normas subyacentes dentro de la cultura de la organización.

Distintas publicaciones y estudios estiman un ahorro energético potencial de entre el 5 % y el 20 % a través de cambios en las pautas del comportamiento.

El Ministerio de Defensa de Reino Unido lanzó este programa de estudio y actuación sobre el comportamiento de su personal en relación con la eficiencia energética, que está siendo llevado a

cabo por su agencia, Defence Science and Technology Laboratory (DSTL), centrándose en la simplificación de la amplia variedad existente de modelos y metodologías de cambio del comportamiento para encontrar un enfoque adecuado y eficaz para el sector de la defensa.

El enfoque propuesto se basa en lo que el Ministerio de Defensa de Reino Unido ha denominado modelo «COM-B» (comportamiento basado en la capacidad, la oportunidad y la motivación), y la aplicación de una metodología sistemática para identificar, en primer lugar, los distintos perfiles de comportamiento y las motivaciones que mueven a cada uno de estos perfiles, así como los cambios adecuados en su entorno para conseguir el cambio de comportamiento deseado, y en segundo lugar, los tipos de intervenciones que se estiman más efectivas (enfoque FISH).

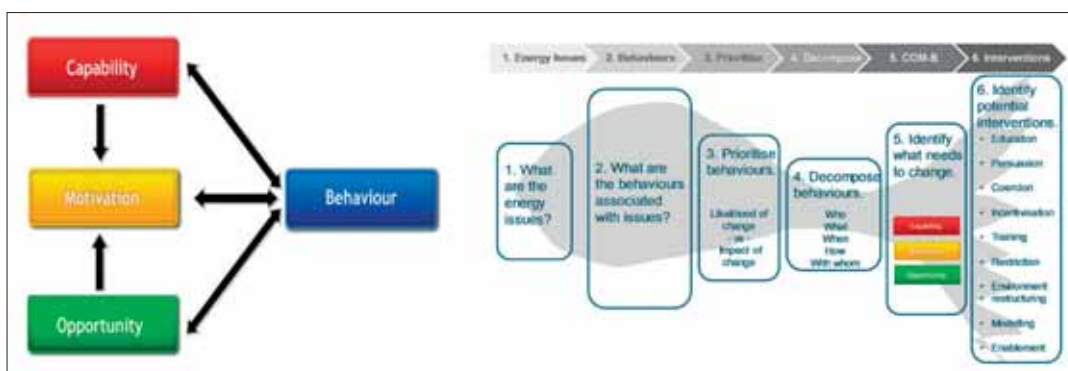


Figura 6. Modelo COM-B y metodología FISH, DSTL. (Fuente: Presentación «Maximising MOD's Energy Efficiency Behaviours (MMEEB)». CF SEDSS Fase 1, DSTL, Ministerio de Defensa de Reino Unido, Roma 2016).

Base de datos de consumo energético a través de contadores inteligentes, Ministerio de Defensa de Austria

El Ministerio de Defensa austriaco lanzó en 2018 un programa de sustitución de los miles de contadores convencionales de electricidad, agua y agua caliente, y gas natural, por contadores inteligentes en un 30 % de sus bases militares, con planes de expansión al resto de bases a un ritmo del 5 % anual hasta llegar al 75 % de sus instalaciones en 10 años. La lectura de los contadores convencionales, hecha de forma manual, supone un gran esfuerzo en horas hombre y da lugar a una alta tasa de errores. Por el contrario, la lectura de los contadores inteligentes se hace de forma automática, y la información es encriptada y enviada a través de una conexión *ethernet* a un nuevo sistema de *software* de gestión y análisis de datos centralizado.

Este sistema de gestión y análisis de datos permite la lectura y el almacenamiento de los datos de consumo energético, mostrar la información de consumo energético y costes de todo tipo de energía por cada unidad, edificio, departamento, etc., obtener valores de referencia de consumo energético, y comparar el consumo entre edificios de construcción similar, entre otras cosas, sirviendo además como interface con otras bases de datos y, muy importante, permite aumentar la visibilidad del consumo energético entre los usuarios.

Esta iniciativa permitió al Ministerio de Defensa de Austria valorar cual es la frecuencia y nivel adecuados para la lectura, monitorización y análisis de los datos de consumo de energía para identificar y actuar en aquellos equipos e instalaciones en donde existen ineficiencias en el consumo energético, y conseguir ahorros en energía y en costes.

A partir de los resultados obtenidos hasta la fecha, las Fuerzas Armadas de Austria han obtenido ahorros anuales del 3 % del coste en energía, y un periodo de retorno de la inversión de entre 5 y 7 años para su sistema.

El CF SEDSS como incubadora de ideas para futuros proyectos colaborativos

El CF SEDSS, además de actuar como punto de encuentro entre comunidades del sector de la defensa y del sector energético, y plataforma de debate y de intercambio de conocimiento y buenas prácticas en torno a las particularidades de defensa en lo referente a sostenibilidad energética, está sirviendo también como incubadora de múltiples ideas sobre iniciativas y proyectos colaborativos en el campo de la sostenibilidad energética en el sector de defensa de la UE.

Durante las dos primeras fases del CF SEDSS, se han identificado y cuentan cada una con el apoyo de distintos Estados Miembros un total de 28 ideas para el desarrollo de estudios y proyectos colaborativos en el ámbito de la energía, algo realmente sorprendente si tenemos en cuenta que esta comunidad energética en el sector de la defensa no existía hasta el inicio del CF SEDSS en el año 2016. Igualmente importante y relevante, gracias a la metodología y herramienta *identifunding* desarrollada por la EDA, se han logrado identificar distintos mecanismos de financiación europea aptos para cada una de estas ideas promovidas por el sector de la defensa, algo que hace solo unos años resultaba impensable.

El objetivo y alcance de estas ideas incluyen la creación de herramientas para el correcto análisis y gestión energética de edificios de defensa, la sustitución de sistemas de iluminación por tecnología LED en campamentos militares a través de ESCO, la correcta normalización del consumo energético y la definición de indicadores de rendimiento energético (EnPI), el desarrollo de capacidades en defensa para la realización de auditorías energéticas, mediciones y verificaciones, redacción de contratos de rendimiento energético, desarrollo de campañas de concienciación, reformas de edificios a estándares de consumo casi nulo, sistemas de climatización pasivos, sistemas de recuperación de energía, herramientas para la selección de las tecnologías óptimas de almacenamiento de energía, o despliegue de una infraestructura de producción y abastecimiento de hidrógeno para utilización como combustible y como vector energético.

#### Contexto OTAN en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

En línea con lo expuesto anteriormente, y al igual que en el resto de agencias supranacionales y multilaterales, existen dentro de la Alianza múltiples iniciativas, proyectos y soluciones tecnológicas sostenibles promovidos por cada uno de los aliados a nivel nacional, que deben ser aunados y coordinados en el seno de la Alianza a través del intercambio de conocimiento y de buenas prácticas.

La OTAN, como organización político-militar, no pretende convertirse en una plataforma de política medioambiental, sino más bien, concentrar sus esfuerzos en actividades que añaden valor operativo y aportan beneficios evidentes a las misiones militares a través de la puesta en común de enfoques multinacionales entre los aliados.

#### Concepto de energía inteligente (Smart Energy)

La Alianza concibe la energía como un «posibilitador» o «multiplicador» de las capacidades militares operativas, fundamental para la ejecución y el control de las operaciones de cada misión militar. Además, la eficiencia energética es una de las claves para garantizar la resiliencia operativa y reducir el impacto logístico y presupuestario que supone el mantenimiento de las misiones de despliegue para la OTAN.

Si bien el término «energía inteligente» (*Smart Energy*) no es un término definido formalmente por la OTAN, el sentido y definición prácticos usados dentro de la Alianza hace referencia a la energía inteligente como la «capacidad resultante de la planificación, gestión y uso optimizado de tecnologías para la generación, distribución y consumo de energía para mejorar la resiliencia, autonomía y movilidad de las fuerzas aliadas»<sup>20</sup>.

En 2011, la División de Desafíos Emergentes de Seguridad (ESCD, por sus siglas en inglés) del Cuartel General de la OTAN introdujo el concepto de eficiencia energética en el sector militar como «energía inteligente» (*Smart Energy*). En la Cumbre de Chicago de mayo de 2012, los jefes de Estado y de Gobierno aliados declararon su consenso en el concepto de energía inteligente, acordando «trabajar en pro de mejorar significativamente la eficiencia energética de nuestras fuerzas militares», consenso que fue reiterado durante la Declaración de la Cumbre de Gales en septiembre de 2014. Estas declaraciones impusieron a la OTAN el mandato de tratar los problemas de eficiencia energética en el sector de defensa, defendiendo un enfoque multinacional para ello.

La Declaración de la Cumbre de Gales también adoptó el «marco de la defensa verde», que engloba la eficiencia energética y la protección del medio ambiente con el objetivo global de mejorar la efectividad y eficiencia de las misiones OTAN.

El trabajo de la OTAN tras la Declaración de la Cumbre de Chicago, y a través de la iniciativa de la ESCD de la OTAN se centró principalmente en tecnologías para operaciones terrestres y campamentos militares, resultando en el examen y revisión de estrategias, políticas, cuadros de mando, procedimientos y comportamiento humano, con el objetivo de contribuir a la integración de la energía inteligente en el Proceso de Planificación de Defensa de la OTAN a medio y largo plazo.

Los obstáculos y barreras al avance de los ejércitos aliados en la mejora de la eficiencia y sostenibilidad energética en operaciones militares identificados por la OTAN durante estos años están en línea con los identificados en el CF SEDSS para las instalaciones militares fijas no operativas y de uso dual:

<sup>20</sup> MICHAELIS, Susanne. «Capable Logistician CL19 – NATO SMART ENERGY UNIT». Smart Energy Officer, NATO HQ. 28 mayo 2019. [http://www.natolibguides.info/Id.php?content\\_id=32333295](http://www.natolibguides.info/Id.php?content_id=32333295).

- Existencia de múltiples estrategias, políticas y normativas nacionales para el uso inteligente de la energía operativa entre los aliados, pero de forma aislada; además, existe una falta de esfuerzo cooperativo y de integración entre el sector de defensa, industria e investigación, y una falta de comunicación y colaboración entre las comunidades operativa y científica.
- En general, no existían requisitos de eficiencia energética en la adquisición de material militar, ni una terminología estandarizada, ni un nivel de conocimiento y de concienciación sobre eficiencia energética adecuados.
- La interoperabilidad entre ejércitos era, y sigue siendo en muchos casos, deficiente.
- Carencia de un marco o estrategia sobre energía inteligente y de un responsable que actúe como punto focal o de contacto para todos los asuntos relativos a la energía inteligente.

En base a estas conclusiones, los jefes de Estado y de Gobierno de la OTAN coincidieron en que sus fuerzas militares deberían ser más eficientes en el uso de la energía. Para ello, se recomendó el desarrollo e implantación de una estrategia energética inteligente en base a cuatro líneas de actuación: 1) formación y entrenamiento, 2) estándares y doctrina, 3) investigación y tecnología, y 4) metas y objetivos, así como la designación de responsables nacionales para la implementación de dicha estrategia y la creación de un grupo de trabajo o área funcional dentro de la estructura de OTAN dedicado a la energía inteligente.

Con el objetivo de superar estas dificultades y obstáculos, la OTAN diseñó y lanzó varias iniciativas encaminadas a la mejora de la sostenibilidad energética y de la eficiencia en el uso de los recursos en general en el ámbito operativo, tales como:

1. Un paquete de propuestas de proyectos concretos del ámbito de la «defensa verde» y del Programa Science for Peace and Security (SPS) para avanzar en soluciones energéticas inteligentes, mejorar la estandarización y la interoperabilidad, entre ellas:
  - «Campamento de pruebas y entrenamiento sobre energía inteligente (Smart Energy Training and Assessment Camp - SETAC)»: con el objetivo de establecer un campamento militar de pruebas en el que se pueda entrenar a las tropas, probar nuevas tecnologías y herramientas de generación,

ahorro, almacenamiento y gestión de la energía, agua y residuos, analizar el impacto de nuevos procedimientos operativos, y concienciar a las tropas sobre la importancia de la eficiencia energética, y todo ello para reducir la dependencia de los combustibles fósiles significativamente.

Las instalaciones de dicho campamento pueden ser divididas en «unidades logísticas integradas multinacionales» (MILU, por sus siglas en inglés) (unidad de tratamiento de residuos, unidad de tratamiento de aguas residuales, unidad de generación de energía, unidad de protección para la fuerza, etc.), y cada unidad puede ser utilizada por empresas o fabricantes para probar sus productos mientras dan servicio al campamento, siendo toda la información monitoreada y controlada desde un centro de control.

El concepto de SETAC del programa Smart Defence de la OTAN se lanzó en abril de 2017, con el objetivo de reunir al sector de la defensa, empresas y centros de conocimiento e investigación para facilitar el intercambio de información y animar a los aliados a acordar estándares comunes para las capacidades de la energía inteligente con el de mejorar la interoperabilidad.

- Conferencias y ferias tecnológicas sobre soluciones de energía para aplicaciones militares (Innovative Energy Solutions for Military Applications – IESMA)<sup>21</sup>: IESMA es un evento bianual organizado por el Centro de Excelencia de Seguridad Energética de la OTAN, en ocasiones en colaboración con centros de excelencia de países aliados, reúne a expertos de los sectores militar, industrial y académico y tiene como objetivo permitir el intercambio de conocimiento, buenas prácticas y lecciones aprendidas, y la demostración de tecnologías de energía inteligente para el avance de la eficiencia energética en el ejército. Otros objetivos de IESMA comprenden la aceleración de la transferencia de tecnologías energéticas innovadoras del sector civil al militar, la aplicación de tecnologías estándar sobre el terreno y la adaptación de tecnologías más innovadoras para su uso práctico en el ejército, esforzándose por mejorar la capacidad operativa de las fuerzas militares e incrementar su autonomía y resiliencia en entornos en donde la seguridad se ve comprometida y existen limitaciones en la logística.

<sup>21</sup> <https://www.iesma.info/>. Consultado el 1 de diciembre 2019.



- Propuestas de proyectos sobre tecnologías para almacenamiento de energía en baterías, dentro del programa SPS.
- 2. Estudios exhaustivos sobre necesidades energéticas de los aliados en actividades militares, centrándose en la comparación de la eficacia de distintos enfoques nacionales para reducir el consumo energético.
- 3. Revisión de metodologías, procedimientos operativos, normativa y políticas energéticas de los aliados y de la Alianza para progresar en el concepto de energía inteligente.
- 4. Incorporación de un componente de energía inteligente en los ejercicios «Capable Logistician», consistente en la demostración de funcionamiento e integración de soluciones de energía inteligente aportados por los aliados.
- 5. Visibilidad de los esfuerzos de los aliados para avanzar hacia una energía inteligente, incluyendo actividades y publicaciones de la OTAN.

#### Marco de la defensa verde (Green Defence Framework)

El Consejo de la OTAN, en su documento «*Green Defence Framework*»<sup>22</sup> de febrero de 2014, define el concepto de *Green Defence* como «un esfuerzo multifacético transversal a una amplia gama de actividades, incluida la eficacia operativa, la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible». Una «defensa verde» abarca múltiples ámbitos, entre los que se incluyen las operaciones, la logística, la ingeniería y la planificación de la defensa, e incluye una amplia variedad de actores: civiles y militares, aliados y socios, organizaciones internacionales y sector privado.

El marco de la defensa verde estructura sus esfuerzos e iniciativas en torno a tres ejes; el primero de ellos, en torno a la propia organización de la Alianza y de sus organismos, el segundo, en apoyo a los aliados, y el tercero, en torno a la colaboración internacional con otras agencias, organismos e industria internacionales.

En lo referente a la OTAN, como organización, aspira a mejorar la eficiencia en términos energéticos y de utilización de los re-

<sup>22</sup> NORTH ATLANTIC COUNCIL. «Green Defence Framework». Febrero 2014. [http://www.natolibguides.info/ld.php?content\\_id=25285072](http://www.natolibguides.info/ld.php?content_id=25285072). Consultado el 1 de diciembre 2019.

cursos, así como la sostenibilidad medioambiental, en todas sus actividades, sin afectar a su eficacia operativa. Para ello, existen distintos comités, grupos de trabajo y órganos de la OTAN trabajando sobre diferentes aspectos de la «defensa verde», como es el caso del Grupo de Trabajo sobre Seguridad Energética. Además, la OTAN mantiene contactos regulares con otras organizaciones de defensa, como es el caso de la EDA, para identificar y evitar duplicaciones, así como para explotar las sinergias que podrían surgir del trabajo conjunto.

En este sentido, la OTAN aplica los principios y normativas «verdes» a su Cuartel General, a sus estructuras de mando y a sus agencias, estableciendo una contabilidad «verde» y líneas base de consumo para poder medir el progreso. Por otro lado, y a través de sus centros de excelencia, estos principios y prácticas para la mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad medioambiental son también tenidos en cuenta e implantados en sus programas de formación, entrenamiento y ejercicios. Por último, la Organización de Ciencia y Tecnología (STO, por sus siglas en inglés) de la OTAN dedica parte de sus esfuerzos de investigación a sentar las bases de un futuro militar más ecológico para la Agencia a través de distintos grupos de investigación, alguno de los cuales se describe más adelante.

En lo que concierne al apoyo de la OTAN a los esfuerzos de sus aliados, la Agencia actúa como una plataforma para apoyar y fomentar la cooperación entre los aliados, a través de la cual las naciones puedan compartir sus conocimientos, buenas prácticas y tecnologías verdes, con el fin de contribuir a los esfuerzos de los aliados para mejorar la defensa verde a nivel nacional, y en sus operaciones de despliegue.

Las distintas iniciativas a nivel nacional e internacional que se han lanzado en los últimos años para explorar el desarrollo de soluciones tecnológicas y la adopción de nuevos enfoques y políticas que contribuyan a la reducción del consumo energético en operaciones militares son de vital importancia para evitar la pérdida de vidas humanas que ocurre durante el transporte del combustible y reducir vulnerabilidades de campamentos militares y sistemas de armas, que quedan desprotegidos durante el tiempo que duran las operaciones de repostaje. El grave riesgo que supone para las tropas el suministro de combustible en misiones de despliegue en entornos comprometidos, así como el elevado impacto económico para la misión y la alta ineficiencia en el uso de recursos y combustible, queda reflejado en unas estadísticas

tomadas de la biblioteca multimedia de la OTAN, en su sección dedicada a la «energía inteligente»<sup>23</sup>:

- «3.000 soldados de los EE. UU. resultaron muertos o heridos del año 2003 al 2007 como consecuencia de ataques a convoyes de combustible/agua en Afganistán/Iraq».
- «De media, se produce una baja por cada 24 convoyes de suministro en Afganistán/Iraq».
- «El coste del transporte de combustible a áreas peligrosas puede ascender a 600 USD por galón, o incluso más».
- «Solo un tercio del combustible quemado en un generador diésel convencional se convierte en electricidad. Los otros dos tercios se desperdician en forma de calor».
- «En Malí, la carretera para el transporte de suministros recibe el nombre de —carretera hacia el infierno—, debido a los ataques y accidentes».
- «Hoy en día, un soldado carga con una media de 7 baterías distintas que pesan en torno a un 20 % del total del peso de la carga que llevan con ellos».

Como resultado de estos esfuerzos conjuntos de los aliados a través de la Agencia, se ha desarrollado, en el ámbito de la logística, la «política de combustible único» de la OTAN, que promueve el uso de un combustible único para todas las aeronaves, vehículos y equipos terrestres, la «política de generación de energía para infraestructuras de fuerzas desplegadas», y la visión sobre «combustibles del futuro».

En el ámbito de los sistemas de armas, el Grupo de Armamento Naval se está ocupando de la contaminación marítima, la gestión de residuos y la eficiencia energética y generación de energía; el Grupo de Armamento del Ejército ha desarrollado una serie de proyectos que contienen elementos ambientales y de ahorro de energía; y el Grupo Consultivo sobre Industria está examinando la implementación de tecnologías ecológicas de doble uso (civil/militar) en el desarrollo de sus capacidades siempre que dicha implementación no vaya en detrimento de la eficacia operativa.

---

<sup>23</sup> NATO LIBGUIDES. «Smart Energy». Disponible en <http://www.natolibguides.info/smartenergy>. Consultado el 15 de diciembre de 2019.

En el ámbito de la protección del medio ambiente, la OTAN cuenta con una base sólida de principios, políticas y estándares (STANAG) sobre gestión medioambiental aplicable a sus operaciones.

Por último, en lo referente a la cooperación internacional, la OTAN aspira a proporcionar una plataforma para que los aliados se beneficien del conocimiento especializado, experiencia y mejores prácticas de países socios, de otras organizaciones internacionales y de la industria. Las líneas de investigación y actuación en OTAN son siempre coordinadas con las de estos otros actores externos con el fin de evitar duplicidades e identificar espacios de interés común y cooperación. En este sentido, se ha demostrado ya la utilidad y el beneficio mutuo resultante de la cooperación entre la Alianza y la industria a través de ejercicios OTAN que la industria utiliza como bancos de pruebas para la demostración de la eficacia e interoperabilidad de sus tecnologías de energía «inteligentes», como los ejercicios *Capable Logistician*.

#### Ejercicios «Capable Logistician» de la OTAN

Los ejercicios *Capable Logistician*<sup>24</sup> son ejercicios multinacionales realizados por los aliados y auspiciados por OTAN, llevados a cabo en distintas ubicaciones, con el objetivo principal de practicar y mejorar la planificación, gestión y ejecución de la logística multinacional en apoyo a la fuerza, en un escenario de cooperación entre fuerzas aliadas, y centrándose en la interoperabilidad y estándares OTAN.

Hasta la fecha de este artículo, se han llevado a cabo tres de estos ejercicios: el ejercicio CL13 (Eslovaquia, año 2013), el CL15 (Hungría, año 2015), y el CL19 (Polonia, año 2019). En los tres ejercicios, el Cuartel General de la OTAN estableció una unidad de energía inteligente con equipo y personal de los Estados miembros de la OTAN, cuyos objetivos generales eran:

- Demostrar el potencial de las tecnologías innovadoras para reducir las ineficiencias en uso del combustible en campamentos militares de despliegue.

<sup>24</sup> MICHAELIS, Susanne. « Capable Logistician CL19 – NATO SMART ENERGY UNIT». Smart Energy Officer, NATO HQ. 28 mayo 2019. [http://www.natolibguides.info/Id.php?content\\_id=32333295](http://www.natolibguides.info/Id.php?content_id=32333295).

- Demostrar el impacto positivo de las capacidades de energía inteligente sobre el aumento de la eficacia operativa.
- Probar la interoperabilidad y evaluar las normas de la OTAN a este respecto.

Aunque los generadores diésel seguirán siendo la principal fuente de energía en campamentos militares desplegados en ejercicios y misiones a lo largo de las próximas décadas, la OTAN estima que el malgasto de combustible podría reducirse entre un 5 y un 20 % a través de una mejor planificación y un mejor conocimiento de los flujos de energía en los campamentos militares desplegados, sin que ello suponga un gasto adicional ni la instalación de ningún nuevo equipo. Con una inversión moderada, se estima que el consumo de combustible podría reducirse hasta en un 80 % sin disminuir el confort de los soldados, y mejorando la eficacia operativa de los campamentos.

Las pruebas y demostraciones a lo largo de estos tres ejercicios CL fueron los siguientes:

- CL13: instalación de una tienda militar con aislamiento térmico y luces LED, una pila de combustible de hidrógeno y paneles fotovoltaicos para generación de energía sin combustible.
- CL15: instalación de más de 50 equipos [microrredes inteligentes, generadores de energía híbridos y tecnologías renovables] para suministrar energía inteligente a otras unidades logísticas, simulando escenarios de cortes del suministro eléctrico, contaminación por diésel y de destrucción de la infraestructura debido a inundaciones.
- CL19: despliegue de una unidad de energía inteligente con más de 30 equipos innovadores para la generación, almacenamiento, distribución y consumo de energía más inteligente, interaccionando con el resto de las unidades logísticas integradas multinacionales (MILU, por sus siglas en inglés).
  - Entre los equipos innovadores desplegados para la unidad de SE, había modernos generadores diésel, generadores híbridos, paneles fotovoltaicos, *software* de control de micro redes, tiendas aisladas térmicamente, aire acondicionado de alta eficiencia energética, iluminación LED, unidades de producción y purificación de agua atmosférica, soluciones de sombreado para las tiendas, *kits* de medición de consumo energético no in-

trusivos, y una herramienta para la simulación energética del campamento.

- La unidad de energía inteligente se centró en la mejora de la funcionalidad e interoperabilidad entre los equipos desplegados, y en la demostración de los beneficios de estos equipos para la reducción del consumo de combustible, que alcanzó un 80 %.

#### Participación del Ministerio de Defensa en iniciativas y proyectos I+D+i en el entorno OTAN

A través de la Organización para la Ciencia y la Tecnología (STO, por sus siglas en inglés) de la OTAN, distintas direcciones y organismos dependientes del Ministerio de Defensa español han participado en grupos de investigación como el SAS-083 «Power and Energy in Military Operations» (Dirección General de Armamento y Material - DGAM) o el SET-173 «Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter» (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial - INTA/Área de Energía).

Además, personal del Área de Energía del INTA ha formado parte del proyecto «Improving Efficiency and Operational Range in Unmanned Vehicles using Fuel Cells (IUFCV)» junto con el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) de Australia y la Universidad de Sevilla, financiado por el Programa de Ciencia para la Paz y la Seguridad (SPS), para el desarrollo de sistemas híbridos pasivos de pila de combustible y baterías para vehículos no tripulados.

#### Grupo de investigación SAS-083. Power and Energy in Military Operations (DGAM)

Tal y como describe el *Informe Anual 2013* de la STO<sup>25</sup>, este grupo de investigación se centró en «a) el análisis del impacto del necesario incremento de potencia y demanda energética en las operaciones militares, b) la definición de la línea base de consumo energético y potencia actuales, que permita conocer los requisitos mínimos de consumo y potencia en operaciones, y c) la

<sup>25</sup> NATO STO. «Science and Technology Organization 2013 Annual Report». Julio 2014. [https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/pdf\\_topics/20180522\\_STO\\_Annual\\_Report\\_2013.pdf](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_topics/20180522_STO_Annual_Report_2013.pdf).

definición de indicadores de rendimiento y de modelos que permitan llevar a cabo un análisis de escenarios para la optimización de la potencia y consumo energéticos».

Como resultado de esta investigación, las naciones aliadas participantes fueron capaces de identificar áreas de mejora en las operaciones y de comprender dónde y de qué manera actuar para mejorar la eficiencia energética y reducir costes, se desarrolló una metodología para calcular el coste total de la energía (FBCE, Fully Burdened Cost of Energy), que tiene en cuenta todos los gastos de personal, recursos y logística necesarios para el transporte y protección del combustible, y un modelo de predicción del consumo de combustible (FCPM, por sus siglas en inglés) para operaciones de despliegue, que integraba todos los factores operacionales en la cadena de suministro (transporte, infraestructuras, recursos humanos, mantenimiento, protección y almacenamiento de la energía).

La aplicación de estas metodologías y conocimiento por parte del ejército canadiense demostró el ahorro de más de 1 millón CAD (dólares canadienses) a través de la sustitución de generadores TQG (Tactical Quiet Generators) por la siguiente generación de generadores energéticamente más eficientes AMMPS (Advanced Medium Mobile Power Source) en una brigada de aviación de combate en Afganistán.

#### Grupo de investigación SET-173. Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter

Tal y como describe el informe final de este grupo de investigación<sup>26</sup>, y más resumidamente en el artículo «Frontline NATO: Energy, Science and the Warfighter» de la publicación *Journal of Energy Security*<sup>27</sup>, el grupo de investigación SET-173 se centró en la aplicabilidad de tecnologías de pila combustible y otras tecnologías emergentes de generación de energía para la alimentación de baterías recargables para los múltiples sistemas y aparatos electrónicos que proporcionan la superioridad en combate, tanto en uniformes de combate

<sup>26</sup> NATO STO. «Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter – Part I: Power Sources for Manportable / Manwearable Applications». Octubre 2014. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a616465.pdf>.

<sup>27</sup> HUSNIAUX, Albert; GHANMI, Ahmed y GIETTER, Marc. «Frontline NATO: Energy, Science and the Warfighter». *Journal of Energy Security*. 20 noviembre 2013. [http://www.ensec.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=468:frontline-nato-energy-science-and-the-warfighter&catid=139:issue-content&Itemid=425](http://www.ensec.org/index.php?option=com_content&view=article&id=468:frontline-nato-energy-science-and-the-warfighter&catid=139:issue-content&Itemid=425).

WT (Wearable Technology), como en sistemas portátiles y en sistemas dirigidos por control remoto, en sustitución de generadores convencionales, con sus problemas de mantenimiento y necesidad de suministro de combustible, y de pequeñas baterías no recargables, con una elevada huella logística y medioambiental.

Las pilas de combustible ofrecen muchas ventajas respecto a los generadores convencionales; son más silenciosas, tienen una firma térmica mínima, requieren de menos mantenimiento y pueden ser utilizadas en interiores, gracias a sus bajas emisiones. Su utilización para la carga de baterías recargables elimina la necesidad de suministro de baterías y, por lo tanto, simplifica la logística de la misión.

Aunque ya se han probado pilas de combustible de hidrógeno, metanol y propano en algunos ejercicios militares por varias fuerzas aliadas, existen aún muchas dificultades por resolver, tales como su vida útil, fiabilidad, sensibilidad a las temperaturas, su alto coste inicial y coste por kW, o la incapacidad por el momento para operar con combustibles convencionales como el JP8, línea en la que se está investigando y consiguiendo avances, aunque aún en entornos de laboratorio.

Proyecto IUFCV (Improving efficiency and operational range in low-power unmanned vehicles through the use of hybrid fuel-cell power systems)

El Área de Energía del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) ha formado parte del proyecto IUFCV junto con el CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) de Australia y la Universidad de Sevilla.

Este proyecto, financiado por el Programa de Ciencia para la Paz y la Seguridad (SPS), se centra en el desarrollo de sistemas híbridos pasivos de pila de combustible y baterías para vehículos no tripulados de acuerdo con las especificaciones de tres plataformas existentes: un vehículo submarino autónomo, y dos vehículos no tripulados terrestres, que serán probados en condiciones operativas.

Tal y como se explica en la propia página web del proyecto<sup>28</sup>, «la principal ventaja de los sistemas híbridos de generación de energía

<sup>28</sup> <http://iufcv.com/objectives/>. Consultado el 15 de diciembre de 2019.



con pilas combustible cuando se comparan con los sistemas que cuentan únicamente con baterías para almacenarla, es que pueden conseguir una energía específica y una densidad energética más altas, proporcionando un suministro de energía redundante que reduce la probabilidad de fallo, mejora el rendimiento y ofrece la posibilidad de usar diferentes tipos de combustibles para alimentar a la pila, tales como hidrógeno, metano, GLP, etc.».

### Contexto nacional en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

El marco legal de la política energética y climática en España encuentra sus raíces en la transposición del marco legislativo de la UE a la legislación nacional, que a su vez se encuentra fuertemente condicionado por los acuerdos y compromisos adquiridos a través del Acuerdo de París, ratificado por la UE en 2016 y posteriormente por España en 2017.

Las directivas europeas referentes a la mejora de la eficiencia energética y fomento de la utilización de energías renovables han sido transpuestas de forma parcial y dispersa, y a veces incompleta, a la legislación española a través de los siguientes reales decretos, reglamentos y códigos técnicos, principalmente:

- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios (transposición parcial de la Directiva 2010/31/UE).
- Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), (aprobado por Real Decreto 1027/2007 y modificado por Real Decreto 238/2013).
- Código Técnico de la Edificación (CTE), (aprobado por Real Decreto 314/2006 y modificado por Real Decreto 732/2019).
- Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

- Real Decreto 1597/2011, de 4 de noviembre, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos, el Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y el doble valor de algunos biocarburantes a efectos de su cómputo (transposición parcial de la Directiva 2009/28/CE).

Además, como resultado de las provisiones establecidas en las directivas y paquetes legislativos europeos, así como de los compromisos adquiridos a través del Acuerdo de París, existe una serie de planes, estrategias y programas nacionales, encaminados a la mejora de la eficiencia energética, fomento de las energías renovables y reducción de GEI, entre ellos:

- Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE) 2014-2020, resultante de la exigencia prevista en el artículo 24.2 de la Directiva 2012/27/UE, como herramienta central de la política energética española cuya ejecución permitirá alcanzar los objetivos establecidos en la directiva de eficiencia energética.
- Estrategia a Largo Plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE) 2014, en cumplimiento de la obligación prevista por el artículo 4 de la Directiva 2012/27/UE.
- Programa de renovación energética de edificios e infraestructuras existentes de la Administración general del Estado: cofinanciación de actuaciones integrales o parciales en edificios, infraestructuras y alumbrado exterior que consigan una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y del consumo de energía final, mediante la mejora de la eficiencia energética.
- Programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes (Programa PAREER-CRECE): cofinanciación de actuaciones de reforma que favorezcan el ahorro energético, la mejora de la eficiencia energética, el aprovechamiento de las energías renovables y la reducción de emisiones de dióxido de carbono, a través de mejora de la envolvente térmica, mejora de la eficiencia de instalaciones térmicas y de iluminación, y sustitución de energía convencional por biomasa o geotérmica en las instalaciones térmicas.
- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 (actualización borrador del 20 de enero de 2020), en respuesta a las obligaciones impuestas por el Reglamento de Gobernanza del llamado «paquete de invierno» de la UE, que

establece la estrategia y planes necesarios para alcanzar los objetivos de la UE y garantiza la coherencia y comparabilidad y transparencia de la información presentada por la Unión y sus Estados miembros a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y del Acuerdo de París.

Por último, y ya particularizando para el ámbito del sector público de la defensa, el Ministerio de Defensa español cuenta con una política energética y medioambiental cuyas líneas y directrices aparecen reflejadas en dos instrucciones:

- Instrucción 56/2011, de 3 de agosto, del Secretario de Estado de Defensa sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa, en la que quedan recogidos el fuerte compromiso del Ministerio de Defensa para desarrollar sus actividades y operaciones militares de manera respetuosa con la conservación del medio ambiente, para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y en el consumo energético, requiriendo del Ejército de Tierra, Armada y Ejército del Aire, así como de los órganos directivos y organismos autónomos del Departamento, que cumplan con los preceptos establecidos en esta instrucción e incorporaren los principios de ahorro y eficiencia energética y de utilización de fuentes de energía alternativas entre los principios generales de su actuación y en sus procedimientos de contratación.

Para ello, se opta por implementar el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 en sus bases, acuartelamientos y establecimientos, así como en el marco de las misiones y operaciones internacionales, en la medida de lo posible.

En operaciones OTAN, se adoptarán las recomendaciones del documento AJEPP-3 «Environmental Management System in NATO Operations», y se tendrán en cuenta las consideraciones ambientales del STANAG 7141 «Joint NATO Doctrine for Environmental Protection During NATO Led Military Activities» durante la planeación de dichas operaciones.

Para lograr los objetivos marcados por esta Instrucción, los ejércitos, órganos directivos y organismos autónomos del Departamento deberán emplear, al menos, la doceava parte del total de sus recursos de inversión en infraestructura a actuaciones relacionadas con la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética, y deberán asignar los recursos financieros, materiales y humanos que permitan mantener apropiadamen-

te los sistemas de gestión ambiental y programas de eficiencia energética implementados en sus respectivas estructuras orgánicas.

La Instrucción establece la aplicación gradual de los recursos de infraestructura desde la fecha de entrada en vigor hasta el 31 de diciembre de 2013 y con plena vigencia a partir del 1 de enero de 2014.

- Instrucción 59/2014, de 4 de diciembre, del Secretario de Estado de Defensa, que modifica la Instrucción 56/2011, de 3 de agosto, sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa, extendiendo la aplicación gradual de los recursos de infraestructura hasta el 31 de diciembre de 2016 y con plena vigencia a partir del 1 de enero de 2017, debido a la situación de recuperación económica en la que se encontraba el país.

Además, el Ministerio de Defensa cuenta con su sistema propio de gestión de la infraestructura, denominado SINFRADEF, que contiene información relacionada con el medio ambiente y la eficiencia energética de los recintos militares del Ministerio de Defensa.

Es importante resaltar aquí, por el impacto que puede tener para las políticas, estrategias y planes de acción energéticos del Ministerio de Defensa y los tres Ejércitos, que el borrador del «Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030» presentado por España a la CE no incluye ninguna referencia explícita a las exenciones al sector de la defensa, tal y como sí hacía el «Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020» a efectos de contabilización de los edificios propiedad de las Fuerzas Armadas o de la Administración central utilizados para fines de defensa para el inventario de edificios climatizados de la Administración central sujetos a la tasa de renovación del 3 % anual según la Directiva Europea de Eficiencia Energética.

#### Participación del Ministerio de Defensa y Fuerzas Armadas en iniciativas y proyectos I+D+i a nivel nacional

La política de I+D+i del Departamento, plasmada en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa 2015, define algunas metas tecnológicas relacionadas con el ámbito de la generación y eficiencia energética en operaciones.

Algunas metas, como la de «almacenamiento de energía», o la de «micro generación de energía eléctrica» tienen como objetivo desarrollar tecnología aplicable a defensa de forma horizontal, incluyendo tecnologías de almacenamiento en sus diversas variantes, pilas de combustible o energías renovables aplicables hasta una escala de micro red.

En su aplicación a sistemas, la mejora de la eficiencia energética pasa por metas como la de «generación y gestión de energía eléctrica en bases y campamentos» y metas de electrificación y mejora de propulsión en plataformas terrestres, navales y aéreas, así como la mejora en la eficiencia energética del sistema combatiente.

Algunos de los proyectos más destacados en este ámbito se describen de forma resumida a continuación.

#### Proyectos del programa COINCIDENTE (DGAM)

##### Proyecto ATHEMTO

Este proyecto, realizado por el INSIA-UPM con la colaboración del INTA, se centra en el desarrollo de un sistema de propulsión híbrida para un vehículo táctico (URO VAMTAC), que permite mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones contando además con importantes ventajas a nivel táctico (reducción de firma térmica y acústica, mejora del par de arranque, incremento del rango).

##### Proyecto ALPAM

Este proyecto, llevado a cabo por la empresa Albufera Energy, se centra en el desarrollo de una batería primaria de aluminio-aire, más ligera que las convencionales y más respetuosa con el medio ambiente. Si bien su aplicación estaba centrada en el sistema de combatiente o como apoyo al mismo, se trata de un primer paso en el desarrollo de baterías metal-aire para su uso en defensa.

#### Proyectos de innovación de ejércitos

##### PC VERDE

Ejército de Tierra, a través de la BRIAC (Brigada de Infantería Acorazada) y del MALE (Mando del Apoyo Logístico del Ejército)

realizaron el desarrollo de un sistema de generación y almacenamiento de energía renovable sobre vehículo TOA que permita alimentar a un puesto de mando móvil. El proyecto ha tenido dos fases de prototipo avanzado hasta la fecha, que ha sido probado en diversos ejercicios. Combina energía fotovoltaica y eólica con baterías de plomo-gel y un grupo electrógeno auxiliar.

#### Grupo electrógeno de velocidad variable y cogeneración

Desarrollado por personal del Parque y Centro de Mantenimiento de Material de Ingenieros (PCMMI), este grupo electrógeno permite la regulación de potencia a través de la variación en velocidad, lo que permite mejorar la eficiencia respecto a los grupos electrógenos convencionales en un 20 %, y generando agua caliente sanitaria o calefacción.

#### Oficina de Campaña Antártica

Dentro de los diversos proyectos de eficiencia energética realizados por la Oficina de Campaña Antártica (OCA) en la Base Gabriel de Castilla, cabe señalar la instalación de turbinas eólicas y el uso de grupos electrógenos de alta eficiencia (velocidad variable y cogeneración del proyecto anteriormente mencionado) en campañas pasadas. Actualmente se está desarrollando un proyecto en colaboración entre DGAM y la OCA para la instalación de sistemas de generación de energía mediante pilas de combustible de metanol, que permitan la generación distribuida para alimentar tanto la red de sensores distribuidos a lo largo de la isla en la que se sitúa la Base para el registro de datos ambientales y geológicos durante su operación normal, como la alimentación de estos mismos sensores y de los equipos de comunicación durante el invierno, cuando la Base se queda vacía.

#### Grand Smart Box

El sistema Grand Smart Box, un centro de gestión de fuentes de energía fue desarrollado para el Segundo Escuadrón de Apoyo al Despliegue Aéreo (SEADA) del Ejército del Aire. Permite un uso altamente eficiente de los grupos electrógenos en bases desplegables, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones asociadas. Se trata de un sistema de electrónica de potencia que permite la gestión inteligente de distintas fuentes de generación de energía, tanto grupos electrógenos de distintas potencias como de fuentes renovables.

## Proyectos de INTA

### Proyectos Subdirección General de Sistemas Aéreos / Área de Energía

La experiencia del Área de Energía en tecnologías limpias incluye el desarrollo del proyecto AVIZOR para el desarrollo de un vehículo aéreo no tripulado (UAV, por sus siglas en inglés) impulsado por pila de combustible, desarrollo de proyectos de I+D+i sobre baterías, supercondensadores y pilas de combustible, evaluación de sistemas de energía solar y el desarrollo de una microrred inteligente que integra sistemas de almacenamiento en batería y pila de combustible.

### Proyectos Subdirección General de Sistemas Terrestres

La experiencia del proyecto GREENMAR, para el desarrollo de un sistema de climatización por geotermia y aerotermia y soluciones modulares de construcción, experiencia posteriormente aprovechada para el desarrollo del hangar del A-400M en Sevilla y otras instalaciones del Ejército del Aire, ha hecho que la colaboración con las empresas participantes se extienda a otros proyectos para la mejora de la eficiencia energética (ENERGYSIS y MAGISTER).

#### Proyecto ENERGYSIS

Este proyecto, realizado en colaboración con industria española, se centra en el desarrollo de un sistema eficiente de generación de energía transportable que opere como una isla energética, a través del empleo de energías renovables y autónomas (geotérmica y solar térmica) y de una gestión sencilla de los recursos energéticos necesarios para climatización y agua caliente sanitaria (ACS) de estructuras modulares de baja demanda energética utilizadas en situaciones de crisis, áreas de difícil acceso o afectadas por catástrofes naturales, campos de refugiados y campamentos de militares en operaciones de despliegue.

#### Proyecto MAGYSTER

Tal y como se describe en la propia página del proyecto<sup>29</sup>, este proyecto se centra en la implementación de un sistema de edificación modular, incorporando una serie de nuevas tecnologías

<sup>29</sup> <https://gaptek.eu/proyecto-magyster/>. Consultado el 1 de diciembre 2019.

para conseguir la activación positiva de todos los elementos constructivos, envolventes, forjados, cimentaciones.

El objetivo final es la obtención de módulos arquitectónicos activos capaces de integrar geotermia y energías renovables, y que permitan conseguir una reducción del tiempo de montaje y ofrezcan la posibilidad de ser desmontado/montado en otra ubicación con la misma configuración o incluso con otra diferente.

## Conclusiones

Cambio climático, huella de carbono, mitigación, sostenibilidad ambiental, desarrollo sostenible, eficiencia energética, transición ecológica, son palabras clave / *key words*, que cada vez van a estar más presentes en nuestras vidas, e inevitablemente, en la sociedad en general.

El sector de defensa no es ajeno a todo lo anterior y tanto el Ministerio de Defensa como sus Fuerzas Armadas, están comprometidos con la protección del medio ambiente y la sostenibilidad energética formando parte de sus estrategias y políticas de defensa como consecuencia de la legislación y normativa, tanto nacional como internacional, que les afecta.

La sostenibilidad energética, el empleo eficiente y sostenible de la energía, constituyen un reto para los Ejércitos y la Armada, ya que en el ámbito operacional y en el desarrollo de sus actividades deben aunar el cumplimiento de los objetivos de la defensa nacional —el cumplimiento de la misión como decimos los militares— con los objetivos de sostenibilidad energética a los cuales el Gobierno de España se ha comprometido, así como los propios de la Unión Europea y de la OTAN.

La transición del sector de la defensa y la seguridad hacia la sostenibilidad energética concierne a todos los implicados, desde el propio Ministerio a la industria de defensa y a los organismos y centros de investigación. El esfuerzo conjunto y coordinado de todos estos actores permitirá y asegurará una transición energética y ecológica del sector hacia modelos operativos más sostenibles, y que nuestras Fuerzas Armadas sean una vez más un ejemplo a seguir, en este caso en sostenibilidad energética, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.





## Composición del grupo de trabajo

<i>Presidente</i>	<b>D. Claudio Aranzadi</b> <i>Ingeniero industrial y economista</i> <i>Exministro de Industria y Energía</i>
<i>Secretaria</i>	<b>D.ª Marta Camacho Parejo</b> <i>Directora de Relaciones Institucionales España y</i> <i>Asuntos Globales de Repsol</i>
<i>Vocal y coordinador</i>	<b>D. Felipe Sánchez Tapia</b> <i>Coronel del Ejército de Tierra</i> <i>Analista principal del IEEE</i>
<i>Vocales</i>	<b>D. Isidoro Tapia Ramírez</b> <i>Economista energético-Departamento de Finan-</i> <i>ciación de Proyectos</i> <i>Banco Europeo de Inversiones</i>
	<b>D. Alberto Carbajo Josa</b> <i>Ingeniero de Minas y Energía. Economista</i> <i>Consejero de Red Eléctrica Corporación S.A.</i>
	<b>D. Manuel Francisco Arribas Tiestos</b> <i>Teniente coronel del Ejército de Tierra</i> <i>Área de Eficiencia Energética de la Dirección</i> <i>General de Infraestructura del Ministerio de</i> <i>Defensa</i>
	<b>D. David Martín Borreguero</b> <i>Consultor de Energía para el Ministerio de</i> <i>Defensa</i> <i>Área de Consultoría Integral de Infraestructu-</i> <i>ras, Isdefe</i>

