

# LA ENERGIA NUCLEAR EN LA TRANSICION ENERGETICA (28-2-2019)

## INTRODUCCIÓN

Tras alcanzarse un amplio consenso por parte de la comunidad científica de que la emisión de los denominados " gases de efecto invernadero ( GEI )" es responsable del calentamiento de la Tierra, se han firmado sucesivos acuerdos internacionales sobre medioambiente auspiciados por Naciones Unidas, el último el Acuerdo de París, firmado en diciembre de 2015, cuyo principal objetivo es mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C respecto a los niveles existentes antes de la revolución industrial, lo que compromete a los países firmantes a fijar objetivos concretos para la reducción de dichas emisiones.

Para ello, la UE se propuso reducir los niveles de emisión en 2030 en, al menos, el 40% con respecto a los existentes en 1990 en el Marco sobre Energía y Clima 2030, aprobado por el Consejo en 2014. Para el 2050 este objetivo fue de un 80-95%. Este Marco también contemplaba una participación de las energías renovables de, al menos, el 27% en la energía final de la UE en 2030 y un ahorro del 27% en materia de Eficiencia energética (EE) respecto al tendencial de 1990. No obstante, en la fase de discusión del paquete legislativo " Energía limpia para todos los europeos", presentado por la Comisión en 2016, el pasado mes de junio se acordó incrementar estos porcentajes hasta el 45% en emisiones, el 32% en renovables y el 32,5% en EE (no vinculante).

Este tránsito hacia una economía que apenas emita CO<sub>2</sub> ha abierto el debate sobre lo que se ha venido en denominar "Transición Energética".

## INFORME DE LA COMISION DE EXPERTOS

El Gobierno español, en julio de 2017, acordó la creación de una Comisión de Expertos encargada de elaborar un Informe en el que se analizasen aquellas propuestas que permitan contribuir a la definición de la estrategia española para lograr el cumplimiento de los objetivos perseguidos en la transición energética, garantizando la competitividad de la economía, el crecimiento económico, la creación de empleo y la sostenibilidad ambiental.

El Informe elaborado por la Comisión propone un amplio conjunto de propuestas de política energética que pueden contribuir a facilitar este proceso de transición. Su parte fundamental se refiere a la simulación de un conjunto de escenarios sobre la evolución del sector energético con el horizonte del 2030.

Esta simulación se lleva a cabo a dos niveles, uno de ellos contempla específicamente el sector eléctrico, dada su importancia en la transición energética, y el otro incluye todos los usos de la energía en España (industria, transporte, residencial, comercial) y todos los vectores energéticos, incluyendo la electricidad. Estos escenarios no presuponen una previsión sobre la evolución del sector energético en 2030, sino en qué medida distintas sendas de evolución de la oferta y demanda energética pueden permitir alcanzar los objetivos planteados para esa fecha y una referencia de cómo se alteran los resultados cuando se modifican algunos de los parámetros que intervienen en el análisis, más allá del conocimiento del valor concreto de las mismas.

En el nivel correspondiente al sector eléctrico, en los escenarios se evalúan diferentes combinaciones en las fuentes de generación eléctrica (nuclear, carbón, ciclos combinados, cogeneración y renovables, incluyendo la hidráulica) y se consideran distintas intensidades en términos de electrificación y eficiencia, junto a diferentes niveles de interconexión y costes. Ello permite comprobar para cada una de las combinaciones el nivel de emisiones de CO2 resultante, el grado de penetración de renovables y el impacto económico para el consumidor.

A modo de referencia previa, se indican a continuación los datos más relevantes de la generación eléctrica en 2018.

. la potencia instalada fue de 104GW y la demanda máxima instantánea fue de 41GW el 18 de febrero.

. la demanda de energía eléctrica fue de 267TWh (un incremento del 0,6% respecto a 2017). En los intercambios internacionales, se produjo un saldo importador de 10,5TWh.

. la energía nuclear generó el 21,4% de la generación total, siendo la primera fuente de generación, seguida de la eólica con un 19,8%. A continuación, el carbón generó el 14,5%, la hidráulica el 13,7% y los ciclos combinados el 10,8%. La solar contribuyó con un 3% para la fotovoltaica y el 1,7% para la solar térmica.

. Las energías renovables en su conjunto contribuyeron al 40% de la producción eléctrica (un incremento del 6,7% respecto a 2018 debido, básicamente, a la mayor hidroelectricidad). Se espera que en 2019 se instalen 8 nuevos GW de potencia eólica y fotovoltaica.

. las tecnologías que no emiten CO<sub>2</sub> representaron, aproximadamente, el 60% de la generación eléctrica del año.

Volviendo al Informe, en el escenario base en el que se desarrollan la mayor parte de los ejercicios de simulación con el horizonte del 2030, se asume, básicamente, el mantenimiento del parque nuclear actual (7,1GW) y de los ciclos combinados (26GW), un descenso del carbón (0,85GW frente a los 9,5GW a finales de 2017) y un notable incremento de la generación eólica y , particularmente, de la fotovoltaica ( 31 y 47GW frente a 23 y 4,5GW actuales), así como un incremento de las tecnologías de almacenamiento, particularmente, baterías ( el 5% de la potencia fotovoltaica instalada ). Considerando las restantes fuentes de generación, se alcanza una potencia total instalada de unos 150GW.

Se estiman 2,4M de vehículos eléctrico e híbridos y que la demanda final de electricidad crece a una tasa del 1,2% anual, hasta alcanzar unos 300TWh, y un precio de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 50€/tCO<sub>2</sub> (frente a los 7,5 €/tCO<sub>2</sub> cuando se desarrollaron las simulaciones y actualmente alrededor de 20€/tCO<sub>2</sub>).

Se considera una capacidad térmica mínima acoplada de 5.500MW. La garantía de suministro y calidad del servicio requieren la aportación de inercia, regulación de potencia y frecuencia, que es proporcionada por los generadores síncronos, ligados a las plantas nucleares, térmicas e hidráulicas.

En este escenario base, las emisiones de CO<sub>2</sub> se reducen drásticamente respecto de las actuales, como consecuencia de la mayor penetración de renovables, de forma que el sector eléctrico experimentaría una reducción muy superior al 40% respecto al año 2005 (este porcentaje equivale a unas 50 MtCO<sub>2</sub> en 2030, mientras que el valor alcanzado en este escenario sería de 12,6MtCO<sub>2</sub> considerando una hidraulicidad media). La participación de renovables en la generación eléctrica sería del 62% (en 2018 el 40%) y en energía final se sitúa por encima del 27%. Como referencia indicativa, se precisa algo más del doble en porcentaje de generación renovable sobre el total de generación eléctrica para alcanzar un determinado nivel de renovable en energía final y a partir de un valor del 47% de renovable respecto a la energía final sería necesaria una producción eléctrica 100% renovable.

Es previsible que con una alta generación renovable con costes variables muy bajos se reduzcan los precios de la energía eléctrica en los mercados mayoristas de energía y se reduzcan las horas de funcionamiento de las tecnologías de respaldo, lo que podría exigir en un futuro la adopción de determinadas medidas para poder recuperar las inversiones en instalaciones renovables, así como la rentabilidad de las tecnologías térmicas

necesarias para proporcionar esa energía de respaldo que garantice la operación segura del sistema eléctrico. En este contexto el incremento de la capacidad de almacenamiento (importancia del bombeo) sería muy importante.

Asimismo, se ha simulado el efecto del cierre de 5 reactores y del cierre del parque total para 2030. En el último supuesto, el coste marginal del sistema se incrementa cerca de 3€/MWh respecto al escenario base debido a la sustitución de la energía nuclear por generación térmica de coste más elevado (ciclos combinados). Adicionalmente, su cierre hace necesaria la programación de grupos térmicos para garantizar en todo momento un valor mínimo de potencia síncrona acoplada y generación firme de respaldo a la renovable. Como resultado, el valor final del coste variable de generación de electricidad se incrementa en 10€/MWh (equivale, aproximadamente, al 20%).

Las emisiones de CO2 se incrementarían en unos 15 Mt con hidraulicidad media, es decir, se duplicarían aunque seguirían estando claramente por debajo del límite. Aumentaría en un punto la participación de renovables como consecuencia de su sustitución por generación térmica con un funcionamiento más flexible y se reducen los vertidos de renovables en un 25%. La necesidad de potencia adicional firme para garantizar el índice de cobertura en situación extrema se incrementaría en 7,1GW (desde 4,7GW hasta los 11,8GW).

En el nivel correspondiente al sector energético en su conjunto, en el escenario central para el 2.030 se considera un incremento relevante del peso del gas y de las tecnologías renovables, especialmente la fotovoltaica, y una reducción significativa del petróleo, mientras que las centrales nucleares se mantienen en el mix y el carbón desaparece prácticamente.

Los resultados obtenidos indican que el grado de cumplimiento de los límites de emisiones referenciados a 2005 es muy elevado en los escenarios analizados para 2030. Hay escenarios más ambiciosos en los que se supone, por ejemplo, la incorporación de actuaciones de rehabilitación de edificios, mientras que en otros se estima un precio inferior de petróleo, en los que se ven afectadas sustancialmente las emisiones en 2030. Evidentemente, un aumento del precio de CO2 implica una reducción de emisiones, pero también impacta en los costes de suministro energético con el consiguiente efecto negativo para la industria y hogares. Si el objetivo de reducción de emisiones para 2050 fuera finalmente del 95%, se necesitaría un mayor esfuerzo.

El objetivo de penetración del 27% de las renovables depende del supuesto sobre la electrificación de la demanda final y del nivel de eficiencia y consumo. No basta con una mayor introducción de renovables en el sector eléctrico, que ya es intensa en los

escenarios considerados. Es necesario, además, la reducción de la demanda final de energía, una mayor participación de renovables térmicas en los consumos no eléctricos, bombas de calor en edificios y mayor cuota de vehículos eléctricos. Lógicamente, estos elementos serían fundamentales con el objetivo de renovables del 32%.

En consecuencia, un factor fundamental a la hora de establecer las estrategias de descarbonización es el Ahorro y Eficiencia Energética (AyEE). Si bien, se ha considerado que la demanda de electricidad aumentará como consecuencia del aumento de la electrificación de la demanda final, esta demanda, a pesar de un incremento de la demanda de servicios energéticos, puede descender en España en 2015-2030 mediante la penetración de tecnologías más eficientes.

El objetivo de ahorro para el 2030 de, al menos, el 27% respecto al tendencial de 1990, al que me he referido, se cumple en todos los escenarios. No obstante, existen factores no controlables, como una reducción del precio del petróleo, que conllevaría un incremento de la demanda.

En todo caso, la elevación del objetivo de EE al 32,5% implica reforzar las actuaciones de EE en los sectores residencial, industria y transporte, que tienen un gran potencial de ahorro.

El sector residencial es causante del 11% las emisiones directas de CO<sub>2</sub> de origen energético y el consumo de renovables representó el 12%, casi en su totalidad biomasa. Casi los 2/3 de los inmuebles existentes fueron construidos antes de 1990 y se caracterizan por su elevado consumo lo que, unido al bajo nivel de rehabilitación energética llevado a cabo hasta la fecha, hace que más del 85% del parque actual tenga una calificación energética E o inferior (escala de A, más eficientes, a G).

El gobierno aprobó la Estrategia 2.014-2.020 para la rehabilitación en el sector de la edificación que contempla un nivel de rehabilitación anual de 200.000 viviendas (aproximadamente el 1% del parque) en este periodo. Sin embargo, el número de viviendas con licencia de rehabilitación fue de unas 7.500 en 2.016. Hay que tener en cuenta que las rehabilitaciones profundas en medidas de ahorro conllevan largos periodos de recuperación de la inversión y garantías de financiación, lo que hace necesaria contar con los adecuados instrumentos de apoyo.

En todo caso, para superar el reto de la descarbonización en 2050, además de medidas de ahorro, como el aislamiento de los edificios, es necesario un peso creciente de la electricidad en los equipos consumidores. Asimismo, dada la necesidad de incrementar la cuota renovable conviene que una parte importante del consumo no eléctrico sea suministrado por fuentes de energías renovables térmicas en calefacción y agua caliente

sanitaria. Salvo la biomasa que supone el 90% de las renovables, la aportación de energía solar térmica es muy baja y la geotérmica despreciable.

Por su parte, la industria es responsable del 16% de las emisiones directas de CO<sub>2</sub> de origen energético y la participación de renovables supone el 7%, casi en su totalidad aprovechamiento de biomasa residual (sector del papel, transformación de madera...). La evolución del consumo en el periodo 2005-2015 indica que la industria ha sido el sector que más lo ha reducido (casi un 40%), a lo que ha contribuido el ahorro asociado a la caída de actividad económica ligada a la crisis (2008-2012). Por subsectores industriales, tres de ellos, minerales no metálicos, siderurgia y fundición y químico/petroquímico representan casi el 50% del consumo industrial y es en ellos donde han sido más intensos los descensos del consumo.

Sin embargo, el reto al que se enfrenta el sector industrial para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> es mayor que el que puede tener cualquier otro sector ya que los cambios no son sencillos en todos los subsectores industriales debido a condicionamientos derivados del propio proceso productivo, la vida útil de los equipos existentes o la rentabilidad de las inversiones necesarias para la transformación. Hay que tener en cuenta que puede haber inversiones en AyEE que no sean rentables frente a otros costes de oportunidad, existiendo un nivel óptimo para ellas que no sea necesariamente el máximo nivel alcanzable.

La cogeneración sigue siendo una de las áreas de actuación importante. De los, aproximadamente, 6 GW de potencia instalada actualmente de esta tecnología, el 90% pertenece al sector industrial. No hay que olvidar el papel fundamental que juega la energía de cara a reforzar la competitividad de las empresas y, en consecuencia, en el crecimiento económico y el empleo.

En cuanto al transporte, en 2015 emitió, aproximadamente, la cuarta parte del total de las emisiones brutas de CO<sub>2</sub> (total 335Mt). La mayor parte (95%) provienen del transporte por carretera, que es el gran responsable del incremento de las emisiones globales de GEI en España en el periodo 1990-2015.

Medidas como la mejora en las emisiones de los motores de combustión o el desarrollo de los vehículos a gas ayudarán al cumplimiento de los objetivos durante la transición, pero el mayor potencial para la descarbonización está en el vehículo eléctrico. En 2017 la cuota de vehículos eléctricos matriculados fue del 0,53%. Evidentemente, su grado de penetración vendrá condicionado, fundamentalmente, por su coste y el desarrollo de nuevas baterías con mayor capacidad de carga y mayor rapidez y ciclos de recarga.

Sin embargo, la descarbonización del transporte de mercancías por vías terrestres se

enfrenta a retos distintos al transporte vehicular de personas. El uso de camiones eléctricos para el tráfico ligero de mercancías, de camiones propulsados por gas para tráfico más pesado y el traspaso de parte de la carga desde camiones al medio ferroviario contribuyen a este objetivo. Se estima que las emisiones de CO<sub>2</sub> son 3,5 veces inferiores por tonelada-km en el medio ferroviario con respecto al transporte por carretera. El aumento de la cuota modal por ferrocarril ha sido un objetivo constante en nuestro país ya que se sitúa en torno al 5%, mientras que la media en la UE se aproxima al 20%. Esto es debido a varios factores, entre ellos, la fuerte competencia del transporte por carretera al disponer de una extensa red de autovías, además de una flota de camiones muy amplia y competitiva. Parece necesario fomentar la competencia del transporte ferroviario mediante la entrada de nuevas empresas y llevar a cabo actuaciones como desdoblar las vías, facilitar el acceso a zonas industriales, incrementar el parque de locomotoras eléctricas, etc. La inversión ferroviaria en los últimos años ha sido intensa pero orientada fundamentalmente a potenciar el transporte de viajeros.

Por último, el transporte marítimo también supone un impacto notable en la calidad atmosférica en términos de emisiones de NO<sub>x</sub>, partículas y SO<sub>x</sub>, asociadas a los tiempos de atraques de los buques en los puertos, en que siguen funcionando motores auxiliares. En este sentido, cabe destacar la incidencia de los grandes cruceros en un país turístico como España. La reducción de emisiones pasa por la sustitución de fueloil marino por gas natural y electrificación y, en todo caso, por el uso de combustibles menos contaminantes.

No obstante lo anterior, en última instancia son las empresas quienes toman las decisiones de sustituir tecnologías menos limpias por otras más respetuosas con el medio ambiente, y son los consumidores los que, de acuerdo con sus preferencias y en base a las señales de precio que reciben, deciden finalmente si optan por un coche eléctrico, de gas o de combustión interna, por una vitrocerámica o por una cocina de gas, etc. Cada una de estas decisiones afecta al proceso de descarbonización de la economía.

Por ello, según el Informe, resulta fundamental el establecimiento de las señales correctas de precios que deben percibir, tanto los consumidores, como las empresas. Con este fin, se considera conveniente, además de un diseño correcto de los peajes de acceso a las redes en el sector de la electricidad, una reforma fiscal que internalice adecuadamente los costes ambientales de la energía y una armonización fiscal en todo el territorio español que evite afectar a la competitividad relativa de las instalaciones de generación situadas en diferentes CC.AA.

En consecuencia, se propone la sustitución de los impuestos que gravan la energía por impuestos que internalicen daños ambientales asociados a la generación y consumo de energía. Para ello se plantean nuevos impuestos que graven, tanto las emisiones de CO<sub>2</sub>,

como otras emisiones contaminantes (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas), que recaerían sobre las instalaciones de generación de electricidad emisoras, así como sobre los consumidores finales de carbón, gas natural y derivados del petróleo. Asimismo, se propone que cada subproducto energético financie sus propias infraestructuras, de la misma forma que lo hacen los consumidores de electricidad y gas lo que distorsiona el precio de la electricidad frente a otras energías sustitutivas. Con este fin se podría crear un recargo al consumo de gasolina y gasóleo para el caso de las infraestructuras viarias.

### PREVISIONES DEL GOBIERNO

Por su parte, el Gobierno, según ha anunciado, tiene previsto aprobar un paquete sobre energía y clima que incluye el anteproyecto de Ley de cambio climático (no se dispondrá de tiempo material para su tramitación en las Cortes), el Plan nacional integrado de energía y clima (deberá ser enviado a la UE para su visto bueno) y la Estrategia para una transición justa.

El Plan prevé incrementar hasta los 157GW la potencia eléctrica instalada en el 2030, de los que: 50GW serán eólica, 37GW fotovoltaica, 27GW ciclos combinados, 16GW hidráulica, 7GW termosolar y 3GW nuclear. El carbón saldrá del mix energético en la próxima década.

La generación eléctrica renovable alcanzará el 74% de la generación eléctrica total (actualmente 40%) con el objetivo de alcanzar el 100% en el 2.050. También se prevé alcanzar un incremento de la capacidad de almacenamiento del 6% (bombeo más baterías).

La participación de las renovables en el uso final de la energía superaría claramente el 32% en el 2.030 (actualmente del orden del 17%) como consecuencia de la elevada penetración de las energías renovables eléctricas y térmicas y de la disminución del consumo final de energía debido a las mejoras en ahorro y eficiencia energética en el conjunto de los sectores.

La dependencia energética caerá un 15% (actualmente es del 74%, un 20% superior a la media comunitaria).

Se prevén actuaciones sobre la envolvente térmica en 1,2 Millones de viviendas en el periodo 2.020 a 2.030, así como la renovación de instalaciones térmicas (centralizadas e individuales) en más de 300.000 viviendas al año. Para ello se espera contar con financiación a través del Fondo nacional de eficiencia energética. Se estima que el sector

que más contribuirá al ahorro de energía final será el transporte, seguido de la industria y el residencial.

Desde el punto de vista económico, considera que todo ello implicará unas inversiones de 235.000 millones en la década, de los cuales el 80% se destinarán a renovables y eficiencia, y un incremento del PIB en el 2.030 del 1,8%. Asimismo, se espera una generación de empleo de unas 300.000 personas.

Por último, mediante la Estrategia para la transición justa se pretende el desarrollo de la actividad económica y la creación de empleo en los territorios afectados por el cierre de las centrales de carbón y nucleares de manera que se compensen sus efectos. A este fin prevé destinar 422M€.

### CONTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Tras estas consideraciones relativas al ámbito energético en general, se procede a continuación a comentar algunas cuestiones específicas relacionadas con el parque nuclear.

Como recordatorio, España inició su andadura nuclear en el año 1968 con la entrada en operación de la central de José Cabrera (Zorita-Guadalajara), a la que se sumaron poco después la de Santa María de Garoña (Burgos) y la de Vandellós I (Tarragona).

Tras la crisis del petróleo de 1973 se puso en marcha un amplio programa nuclear que contemplaba la construcción de 24 reactores adicionales. Ello iba acompañado de una fuerte inversión para la creación de una industria que diese apoyo a dicho programa.

Posteriormente, en el Plan Energético Nacional (PEN) de 1978, este programa se redujo a 12 reactores: AlmarazlyII (Cáceres), LemónizlyII (Vizcaya), AscólyII (Tarragona), Cofrentes (Valencia), ValdecaballeroslyII (Badajoz), VandellósII (Tarragona) y TrilloIlyII (Guadalajara). Finalmente, en 1983 se declaró la moratoria nuclear que implicó la paralización provisional de la construcción de cinco de ellos (LemónizlyII, ValdecaballeroslyII y TrilloI), Esta paralización se declaró definitiva en 1994.

Como consecuencia de lo anterior, tras la finalización de la construcción del último reactor (Trillo I) en el año 1988, se pasó de ser país que construía centrales nucleares a ser únicamente operador de las mismas.

Entre las centrales que han estado operando, se ha producido el cierre de las tres más antiguas, Vandellós I en 1989, José Cabrera en 2006 y el pasado año Santa María de

Garroña. De esta forma, el parque nuclear actual lo integran 7 reactores situados en cinco emplazamientos diferentes.

Este parque, a pesar de que represente únicamente el 7% de la potencia eléctrica instalada, viene siendo la primera fuente de generación eléctrica en nuestro país (en 2018 el 21,4% de la energía eléctrica total, seguida de la eólica con el 20%). Ello es debido a sus altos índices de disponibilidad, tal como lo pone de relieve el factor medio de operación alcanzado por el parque nuclear que viene siendo de alrededor del 90%.

Adicionalmente a la contribución del parque nuclear a la descarbonización y a la reducción de los costes de electricidad que se pone de relieve en el Informe de la Comisión, al que me he referido anteriormente, a la hora de valorar el impacto del funcionamiento de las centrales nucleares en nuestro país conviene tener en cuenta, entre otras, las siguientes consideraciones:

- Desde el punto de vista de la garantía de suministro, los recursos de uranio se encuentran muy dispersos geográficamente y, básicamente, en países estables, estimándose unas reservas de uranio para más de 135 años de funcionamiento del actual parque nuclear mundial. Adicionalmente, los precios de los concentrados de uranio no se han incrementado significativamente durante los últimos 40 años (han pasado de, aproximadamente, 67€/Kg en 1980 a unos 88€/Kg en 2016).

- Dado el marco legal establecido actualmente para la financiación de las actividades que debe desarrollar la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) en relación con la gestión de los residuos radiactivos y el desmantelamiento de las centrales nucleares tras el cese de su operación, según el cual únicamente se aplican las tasas correspondientes a sus titulares mientras continúa la operación (actualmente 6,67€/MWh, lo que supone un total de unos 400M€ anuales), su continuidad permite incrementar los recursos correspondientes para hacer frente a dichas actividades, ya que el Fondo que las financia, actualmente deficitario, se nutre a través de dichas tasas y se incrementa con ello en mayor proporción que los costes adicionales imputables a dicha continuidad.

- Teniendo en cuenta que solo hay una diferencia de unos 5 años entre las fechas de inicio de explotación de los reactores nucleares actualmente en operación, en el caso de aplicar el mismo criterio a la hora de establecer la vida operativa de todos ellos y teniendo en cuenta que la duración estimada para el desmantelamiento de un reactor es de unos 10 años, se simultanearían en gran medida las tareas correspondientes. En consecuencia, previsiblemente habría que dilatar el inicio del desmantelamiento de algunos reactores por un espacio de tiempo muy superior al exigible por razones técnicas, al fin de poderlo acomodar a las capacidades técnicas y recursos disponibles, con las consecuencias

asociadas. Por tanto, parece razonable que cualquier planificación que se establezca en el futuro sobre el parque nuclear, contemple un cierre ordenado que lo tenga en consideración.

-Asimismo, dicha planificación debería ir acompañada de un análisis sobre el impacto que tendría para la industria nuclear, tratando de preservar, al menos, el empleo altamente cualificado y las capacidades con las que sea conveniente seguir contando en el futuro. Esta industria tiene un impacto económico de alrededor del 0,2 % del PIB nacional y genera un empleo directo de unas 8.500 personas e indirecto de unas 15.000. Se trata de un sector con un elevado nivel tecnológico, resultante de la experiencia y conocimientos adquiridos durante más de cincuenta años, lo que actualmente le permite exportar tecnología, productos y servicios a más de 40 países.

En este sentido, según recientes manifestaciones del Gobierno, las previsiones pasan por el cierre de todas las centrales nucleares entre el 2.025 y 2.035, de manera ordenada, sin imponer a las propietarias cual debe ser el orden de cierre. En todo caso, se deberá garantizar la seguridad de suministro y la disponibilidad financiera para gestionar los residuos radiactivos y el desmantelamiento.

Desde el punto de vista del panorama internacional, existen en el mundo unos 450 reactores en situación de operar, que generan, aproximadamente, el 11% de la generación total mundial y otros 60 se encuentran en fase de construcción. En la Unión Europea 130 reactores generan el 27% de la electricidad.

De cara al futuro, las perspectivas de nuevos desarrollos se centran, fundamentalmente, en Asia (un tercio de los nuevos proyectos en China) y Rusia. Sin embargo, estas perspectivas son escasas en la UE y EE.UU, bien sea por las políticas adoptadas en este ámbito por algunos países o por los crecientes costes de seguridad y deterioro de la rentabilidad de los proyectos. Adicionalmente, el tradicional potencial exportador de países como EE.UU., Japón o Francia ha ido cediendo frente a aquellos vendedores que, además de contar con un importante mercado interno, son participados por el Estado como sucede en China y Rusia, lo que les dota de una elevada capacidad de financiación.

Según señala el Plan Indicativo Nuclear de la UE, la energía nuclear tiene efectos positivos para las emisiones de CO<sub>2</sub>, la seguridad de abastecimiento, las importaciones de combustible y la experiencia en alta tecnología y consiguiente cualificación de puestos de trabajo. No obstante, no se deben olvidar las cuestiones relacionadas con la seguridad y gestión de residuos radiactivos que merecen una gran atención.

Finalmente, como se ha mencionado, del proceso de descarbonización se puede derivar un notable impulso del crecimiento económico y la creación de empleo (rehabilitación de

edificios, cambios tecnológicos en la industria, desarrollos asociados al vehículo eléctrico especialmente para un país como España en que la industria automovilística representa el 10% del PIB, etc.) y los países que lo afronten podrán beneficiarse de este proceso si son capaces de orientar sus políticas de I+D+i hacia los sectores que más esfuerzo inversor van a requerir y disponen de mano de obra adecuadamente formada para adaptarse a los cambios tecnológicos que vendrán.

No obstante, no se debe olvidar que el futuro está condicionado en gran medida por las incertidumbres asociadas a los cambios tecnológicos (cómo evolucionarán hasta el 2.050, por ejemplo, la captura y secuestro del carbono o la fusión de hidrógeno) o por los propios ciclos económicos y que cualquier sobreestimación puede conducir a un exceso de inversiones que acabaría implicando un sobrecoste para el consumidor.