

NOVIEMBRE 2015

# ENERGÍA NUCLEAR Y CAMBIO CLIMÁTICO

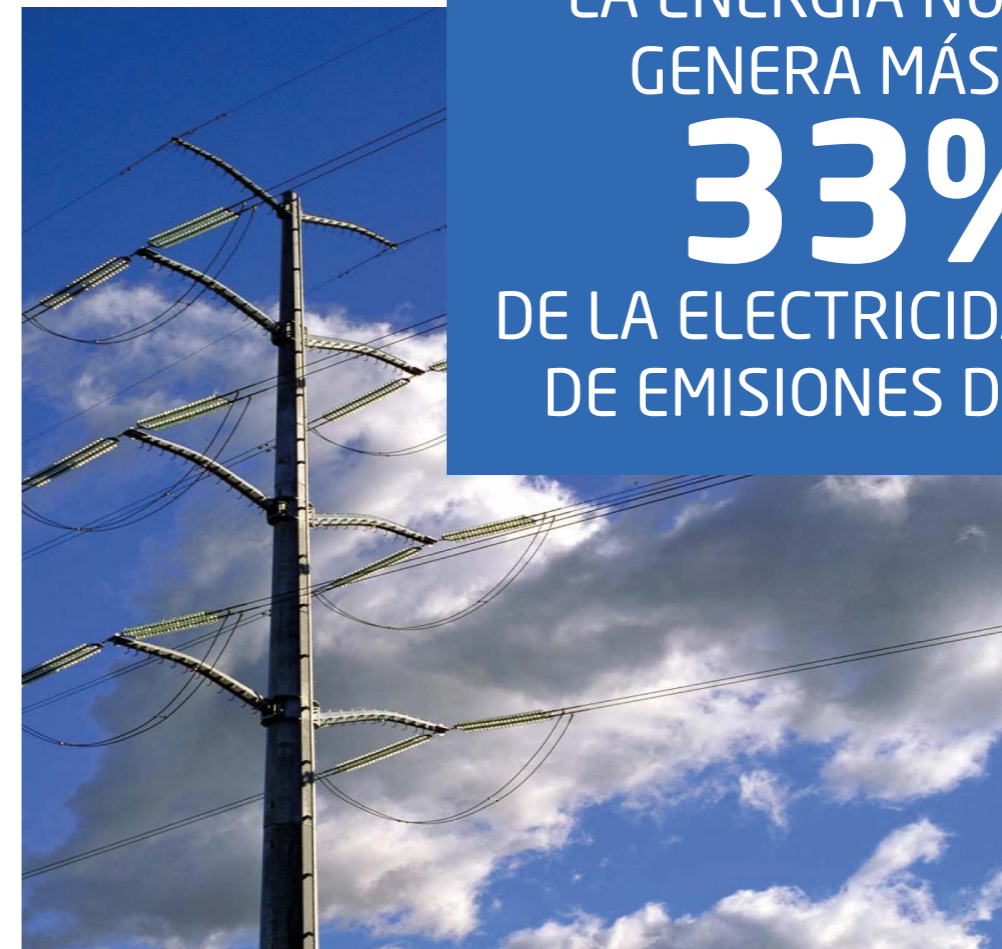


## /1 ¿QUÉ ES FORO NUCLEAR?

Foro de la Industria Nuclear Española es una asociación empresarial que representa al 100% de la producción eléctrica de origen nuclear y al 85% de las principales empresas del sector a nivel nacional.

La energía nuclear genera más del 20% de la producción eléctrica del país con el 7% del total de la potencia instalada. Los reactores españoles tienen indicadores de funcionamiento por encima del 85%, superiores a la media mundial.

Nuestra asociación representa a más de 50 empresas españolas, que en su conjunto suponen cerca de 27.500 empleos.



LA ENERGÍA NUCLEAR  
GENERA MÁS DEL  
**33%**  
DE LA ELECTRICIDAD LIBRE  
DE EMISIONES DEL PAÍS

## 12 RESUMEN EJECUTIVO

La evidencia científica confirma que las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de las distintas actividades humanas provocan grandes cambios en el clima de la Tierra. Existe consenso en que los impactos del cambio climático derivados de un incremento superior a 2 °C en la temperatura anual media global por encima del nivel pre-industrial pueden ser ampliamente negativos en los sistemas ecológicos y socioeconómicos del planeta.

### La energía nuclear es una de las tecnologías que puede contribuir a satisfacer los retos climáticos existentes

Según los distintos escenarios contemplados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, para poder mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de 2 °C, es necesario mantener la concentración de CO<sub>2</sub> eq en la atmósfera en valores de 450 ppm en volumen en el año 2100, por lo que las emisiones globales de gases de efecto invernadero en 2050 tendrán que ser de entre el 40% y el 70% inferiores a las de 2010, y nulas o incluso negativas en el año 2100.

Al objeto de corregir los efectos indeseados del calentamiento global, las Partes de la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas se han centrado en el sector energético, ya que, según la Agencia Internacional de la Energía, la demanda global de energía va a seguir incrementándose a medio y largo plazo, previéndose un crecimiento del 50% hasta el año 2040. Además, históricamente ha sido el mayor emisor de gases de efecto invernadero, con un peso porcentual superior al 75% a nivel

mundial y del 75% en el caso de España. Las centrales de carbón y de gas emiten cantidades relevantes de gases de efecto invernadero a la atmósfera, mientras que las renovables y la energía nuclear, que en su ciclo completo de vida producen electricidad con muy bajas emisiones, son cruciales para alcanzar el compromiso vinculante de la Unión Europea en su conjunto de reducción de las emisiones en un 40% para 2030, con un objetivo del 80%-95% para 2050, lo que implica una eliminación casi completa de las del sector eléctrico.

Las negociaciones internacionales para conseguir la reducción de emisiones necesaria han tenido escaso resultado hasta el momento. En la próxima Conferencia de las Partes de la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas de diciembre de 2015 en París (COP21), la comunidad internacional debería alcanzar un acuerdo jurídico vinculante para no superar el límite de aumento de la temperatura global planetaria por encima del consenso científico de 2 °C, lo que podría evitar consecuencias catastróficas. Para ello deben establecerse objetivos de reducción de las emisiones en los horizontes 2035 y 2050, las medidas de mitigación y adaptación necesarias y los mecanismos de financiación adecuados.

Existe consenso entre los distintos organismos internacionales de que la energía nuclear es una de las tecnologías energéticas disponibles que puede contribuir a satisfacer los retos climáticos existentes.

Según el informe *Climate Change and Nuclear Power 2015* del Organismo Internacional de Energía Atómica, el parque nuclear mundial, formado por 441 reactores en 31 países, evita la emisión anual de unos 2.000 Mt CO<sub>2</sub> y desde 1970 ha evitado la emisión de más de 65 Gt CO<sub>2</sub> a la atmósfera, casi dos veces las emisiones

totales de cualquier actividad, y el 41% del total de las emisiones evitadas por las fuentes bajas en carbono (hidráulica, nuclear y otras renovables). Según los distintos escenarios de crecimiento de la potencia nuclear mundial en el futuro, la energía nuclear podrá evitar la emisión de entre 3.300 y 9.000 Mt CO<sub>2</sub> anuales en el horizonte de 2050. Si se restringiese su participación o si quedase excluida de cualquiera de los escenarios establecidos para la mitigación del cambio climático, los costes de los mismos se verían aumentados y la eficacia de las políticas puestas en marcha reducida.

### En COP21, la comunidad internacional debería alcanzar un acuerdo jurídico vinculante para no superar el límite de aumento de la temperatura por encima de 2 °C

En el caso de España, el parque nuclear evita cada año la emisión de entre 45 y 55 Mt CO<sub>2</sub>, representando más del 33% de la electricidad libre de emisiones generada en nuestro sistema eléctrico. Esta cantidad de emisiones evitada por el parque nuclear español supone un 14% del total de las emisiones producidas en España en el año 2013 (319,7 Mt CO<sub>2</sub> eq, un aumento del 10,9% respecto al nivel de referencia del año 1990 del Protocolo de Kioto). Un eventual abandono de la energía nuclear en nuestro país provocaría que las emisiones de CO<sub>2</sub> eq en España fuesen un 24,9% superiores al nivel de referencia, por lo que España estaría muy alejada en el cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos.

De ahí la importancia del mantenimiento del parque nuclear español en el mix de generación de electricidad y de la consideración de su operación a largo plazo. De forma global, la energía nuclear debe seguir considerándose como una tecnología medioambientalmente eficiente, y debería incluirse en el acuerdo que se alcance en la Conferencia de las Partes COP21 en París en diciembre de 2015.

### /3 INTRODUCCIÓN

El cambio climático global ha dominado las agendas medioambiental y energética internacionales en las dos pasadas décadas. La evidencia científica indica que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del uso de combustibles fósiles, provocan cambios en la atmósfera que alteran el clima terrestre. Existe consenso entre la comunidad científica de que los impactos del cambio climático provocados por un incremento superior a 2 °C en la temperatura anual media global por encima del nivel pre-industrial puedan ser ampliamente negativos en sectores clave como ecosistemas, biodiversidad, agricultura, abastecimiento de agua y salud humana en la mayor parte de las regiones del planeta.

Según los distintos escenarios contemplados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), para poder mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de 2 °C, es necesario mantener la concentración de CO<sub>2,eq</sub> en la atmósfera en valores de 450 ppm en volumen en el año 2100.

El doble reto de la sociedad mundial será, por un lado, asegurar e incrementar el abastecimiento energético para satisfacer el desarrollo socioeconómico de una población en aumento y, por otro, mitigar las emisiones de GEI.

**La energía nuclear puede realizar una importante contribución en la reducción de GEI, al tiempo que produce grandes cantidades de energía necesarias para garantizar el suministro y el desarrollo socioeconómico futuro.** Las centrales nucleares no producen GEI u otros gases contaminantes en su operación, y tan sólo muy bajas emisiones cuando se considera su ciclo de vida completo.

Las ventajas de la energía nuclear para la mitigación del cambio climático, entre otras, son la razón por la que muchos países han decidido introducir la energía nuclear en sus sistemas eléctricos o ampliar su participación, manteniéndola como una opción principal en sus cestas energéticas. Cualquier país tiene el derecho y la oportunidad de utilizar la tecnología nuclear con fines pacíficos, así como el deber y la responsabilidad de hacerlo de forma segura.

## /4 LOS FUNDAMENTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Quinto Informe de Evaluación del IPCC ha adoptado un nuevo enfoque para proyectar el cambio climático antropogénico durante los próximos siglos. Olvidando la senda tradicional de monitorizar los cambios debidos a las emisiones de GEI a través de las concentraciones atmosféricas y el forzamiento radiativo<sup>1</sup>, la temperatura y las precipitaciones, las nuevas proyecciones se basan en hipótesis alternativas acerca de los valores de forzamiento radiativo para el año 2100.

### Se requerirá una rápida descarbonización del sistema energético

Los nuevos escenarios incluyen las cuatro llamadas sendas representativas de concentración (RCP) para explorar a corto y largo plazo la implicación de las distintas emisiones antropogénicas de todos los GEI, aerosoles y otros modificadores del clima.

La figura 1 recoge el escenario base de continuidad (sin la aplicación de ninguna política climática) y las distintas sendas de mitigación consideradas. Para poder seguir la senda de mitigación RCP2.6 (forzamiento radiativo de 2,6 W/m<sup>2</sup> en el

año 2100 respecto al año 1750) y mantener la concentración de CO<sub>2,eq</sub> en la atmósfera en valores de 450 ppm en volumen en el año 2100, las emisiones globales de GEI en 2050 tendrán que ser de entre el 40% y el 70% inferiores a las de 2010, y nulas o incluso negativas en el año 2100.

Para poder conseguirlo, se requerirá de una rápida descarbonización del sistema energético aplicando la captura y secuestro de carbono a una gran parte de las plantas que queman combustibles fósiles, el uso de biocombustibles y un incremento drástico de las fuentes bajas en carbono. La energía nuclear podría realizar una contribución creciente al abastecimiento energético sin emisiones, pero aún existen algunas barreras que lo dificultan. El informe indica que se está investigando en nuevos ciclos del combustible y nuevos diseños de reactores, que intentan solventar dichas barreras, y que se ha realizado un gran progreso en la I+D relativa a la seguridad nuclear y a la gestión de los residuos.

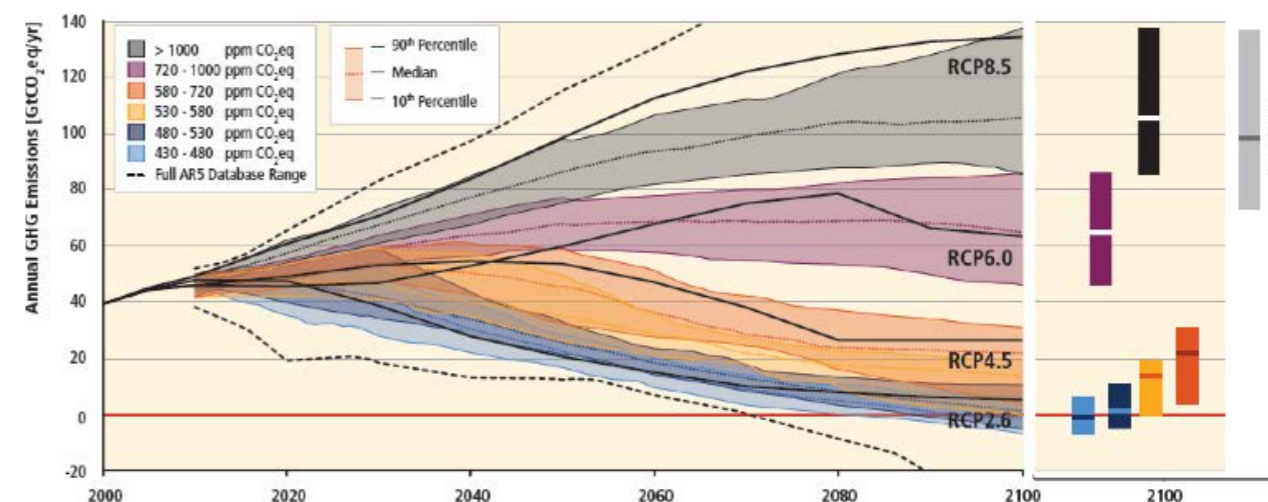


Fig. 1: Sendas representativas de concentración de gases de efecto invernadero 2000-2100. Escenarios contemplados en el Quinto Informe de Evaluación  
Fuente: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers*. Contribución del Grupo de Trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del IPCC (abril 2014)

<sup>1</sup> El forzamiento radiativo es el cambio en el flujo energético causado por diferentes drivers (sustancias y procesos naturales y antropogénicos que alteran el presupuesto energético de la Tierra). Se mide en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>) y se calcula en la tropopausa (zona de transición entre la troposfera y la estratosfera) o en la parte más alta de la atmósfera.

## /5 POLÍTICAS GLOBALES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El primer paso de la comunidad internacional para hacer frente a la amenaza del cambio climático fue la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC), que se adoptó en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro de 1992 y entró en vigor en 1994. El Artículo 2 especificaba el objetivo último: *“la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que pudiera evitar la peligrosa interferencia antropogénica con el sistema climático”*. La tercera reunión de la Conferencia de las Partes (**COP3**) adoptó el Protocolo de Kioto a la UNFCCC en 1997, en el que los países industrializados (recogidos en el Anexo I del Protocolo) se comprometían a reducir sus emisiones conjuntas de GEI en el periodo 2008-2012 en al menos un 5,2% respecto a los niveles del año 1990.

Las negociaciones de la UNFCCC sobre las siguientes etapas comenzaron en 2005, pero fracasaron en la consecución de un acuerdo para una acción cooperativa de largo plazo sobre mitigación, adaptación y financiación en la fecha límite de 2009.

En **COP15** (Copenhague, 2009) se alcanzó el Acuerdo de Copenhague, que reconocía el enfoque científico de que el incremento en la temperatura media global debía estar por debajo de 2 °C, y proporcionó un marco de actuación para una reducción voluntaria de las emisiones de GEI en el horizonte de 2020, pero no supuso compromisos firmes.

**COP17** (Durban, 2011) estableció la enmienda formal para un segundo compromiso en el ámbito

del Protocolo de Kioto y puso en marcha un Grupo de Trabajo Ad-Hoc con la Plataforma de Durban para la Acción Mejorada (ADP), con el mandato de desarrollar un nuevo protocolo, un instrumento legal o un acuerdo conjunto con validez legal aplicable a todas las Partes para su aprobación en 2015 y entrada en vigor en 2020.

**COP19** (Varsovia, 2013) mostró grandes diferencias entre las posiciones de los países desarrollados y en desarrollo acerca de las preferencias sobre el carácter legal del acuerdo y sobre la diferenciación de obligaciones. La decisión de COP19 sobre ADP invitaba a todas las Partes a iniciar o intensificar los preparativos para sus contribuciones nacionales previstas, para conseguir el objetivo de la Convención tal como se establecía en el Artículo 2 y para su comunicación mucho antes de **COP20** (Lima, 2014), de manera que se facilitase la transparencia, la claridad y el entendimiento de las contribuciones previstas, sin perjuicio de la naturaleza legal de las mismas.

**En la próxima Conferencia de las Partes de la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas de diciembre de 2015 en París (COP21), la comunidad internacional debería alcanzar un acuerdo jurídico vinculante para no superar el límite de aumento de la temperatura media planetaria por encima del consenso científico de 2 °C**, lo que podría evitar consecuencias catastróficas. Para ello deben establecerse objetivos de reducción de las emisiones en los horizontes 2035 y 2050, las medidas de mitigación y adaptación necesarias y los mecanismos de financiación adecuados.

La aplicabilidad del Acuerdo de Bonn y los Acuerdos de Marrakech –que en la práctica excluyen a la energía nuclear de dos de los mecanismos de flexibilidad internacionales del Protocolo de Kioto (el mecanismo de desarrollo limpio y la implementación conjunta)- en la consecución del nuevo acuerdo permanece incierta.

## /6 POLÍTICAS DE LA UNIÓN EUROPEA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

En marzo de 2007, el Consejo Europeo respaldó la Revisión Estratégica de la Energía de la Comisión Europea y acordó una reducción unilateral del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea (UE) en el año 2020, en relación a los niveles del año 1990. El compromiso anterior era una reducción del 8% en el año 2012, según el Protocolo de Kioto. Esto requería un reforzamiento y una ampliación de los acuerdos de comercio de carbono, así como el desarrollo de una tecnología baja o no emisora de carbono. El Consejo Europeo también respaldó el objetivo de conseguir una reducción del 30% en las emisiones de GEI en 2020 en el caso de que otros países desarrollados se comprometiesen a una reducción comparable y que los países en desarrollo más avanzados (India, Brasil y China) contribuyesen de forma adecuada de acuerdo con sus responsabilidades y capacidades.

El Consejo Europeo también estableció un objetivo de satisfacer el 20% de las necesidades energéticas de la UE con renovables en 2020, dejando a cada país miembro decidir su política, de tal manera que se permitiese a la energía nuclear formar parte de sus cestas energéticas. El Consejo indicó “la evaluación de la Comisión Europea de la contribución de la energía nuclear para satisfacer la preocupación creciente respecto a la seguridad del suministro y la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>”, y reconoció el papel de la energía nuclear como una fuente energética baja en carbono. De esta manera, en 2008 quedó aprobada la Directiva 20/20/20 que establecía una reducción del 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub>,

un 20% en el consumo final de energía procedente de fuentes renovables y un 20% de mejora en la eficiencia energética en 2020.

El Marco de Actuación de la Unión Europea en materia de clima y energía hasta el año 2030, aprobado por el Consejo Europeo en octubre de 2014, hace mayor hincapié en la confianza en las energías renovables para conseguir los objetivos de reducción de emisiones y reconoce el alcance de la energía nuclear para jugar un papel mayor. Se focaliza en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, no en los medios para su consecución, y presta mayor atención a la relación coste-beneficio.

**El Marco de Actuación de la UE en clima y energía para 2030 reconoce el papel de la energía nuclear**

El objetivo central es una reducción vinculante del 40% de las emisiones de GEI en el año 2030 en comparación con el nivel de referencia del año 1990 para el conjunto de la UE, lo que requerirá un mayor compromiso por parte de los estados miembros. Implica una reducción del 43% del CO<sub>2</sub> respecto a 2005 en los sectores contemplados por el Esquema de Comercio de Emisiones de la UE (ETS). También se establecen, globalmente para el año 2030, un objetivo vinculante del 27% para las energías renovables y un objetivo indicativo de mejora de la eficiencia energética de un 27%. No se contemplan objetivos nacionales en ninguno de los tres ámbitos de actuación, por lo que cada estado miembro es soberano para utilizar la tecnología que considere más adecuada. En todo caso, no se fijarán hasta la celebración de COP21 en París en diciembre de 2015.

# 17 EL PAPEL DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las centrales nucleares producen energía eléctrica mediante un proceso físico, la fisión del átomo de uranio. Esto significa que en su operación no emiten a la atmósfera gases de efecto invernadero ni otros productos de combustión.

Actualmente, el parque nuclear mundial está formado por 441 reactores en 31 países, que generan alrededor del 11,5% de la electricidad consumida en el planeta, unos 2.400 TWh anuales. En 13 de los países, la energía nuclear suministra más del 30% de sus necesidades eléctricas, alcanzando en algunos de ellos valores superiores al 50%.

## 17.1 CONTRIBUCIÓN A EVITAR LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El sector de la energía ha sido históricamente el mayor emisor de GEI. Según el informe *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change* del Grupo de Trabajo III del IPCC, publicado en abril de 2014, las emisiones anuales totales en el mundo por cualquier actividad son de 49 Gt CO<sub>2</sub> eq, de las cuales más del 75% corresponden a la producción y el uso de la energía (ver figura 2).

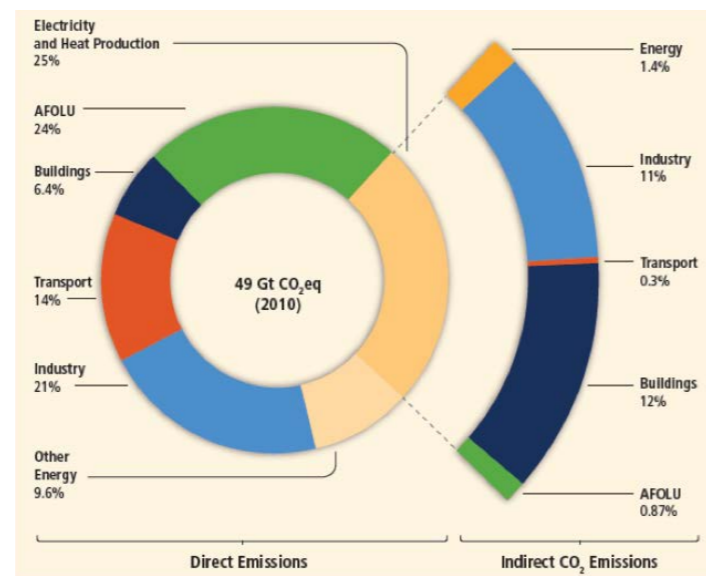


Fig. 2: Emisiones de gases de efecto invernadero por sectores económicos Fuente: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers*. Contribución del Grupo de Trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del IPCC (abril 2014)

Según el informe *Climate Change and Nuclear Power 2015* del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), durante los últimos 45 años, la utilización de la energía nuclear ha evitado la emisión de más de 65 Gt CO<sub>2</sub> a la atmósfera en todo el mundo, casi dos veces las emisiones totales por cualquier actividad, y el 41% del total de las emisiones evitadas por las fuentes bajas en carbono (hidráulica, nuclear y otras

renovables). Esto se demuestra mediante el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por la energía nuclear, la hidroeléctrica y otras fuentes renovables en la producción eléctrica global. Según los distintos escenarios de crecimiento de la potencia nuclear mundial en el futuro, la energía nuclear podrá evitar la emisión de entre 3.300 y 9.000 Mt CO<sub>2</sub> anuales en el horizonte de 2050.

Lógicamente, las cantidades evitadas dependen de las hipótesis sobre las tecnologías y sus proporciones que hubieran reemplazado a las tecnologías con bajo contenido en carbono.

En los últimos 45 años, la energía nuclear ha evitado la emisión de más de 65 Gt CO<sub>2</sub> en el mundo

La figura 3 muestra la evolución histórica de las emisiones globales del sistema eléctrico mundial y las emisiones evitadas por las diferentes tecnologías bajas en carbono. La altura total de las columnas muestra cuáles habrían sido las emisiones totales sin las tres fuentes bajas en carbono. Los segmentos amarillo, azul y naranja oscuro muestran las emisiones anuales evitadas por la energía nuclear, la energía hidroeléctrica y las otras renovables. En el año 2012, la energía nuclear evitó 1.980 Mt CO<sub>2</sub> (el 33,9% del total de las emisiones evitadas), la energía hidroeléctrica 2.960 Mt CO<sub>2</sub> (50,5%) y las otras renovables 920 Mt CO<sub>2</sub> (15,6%).

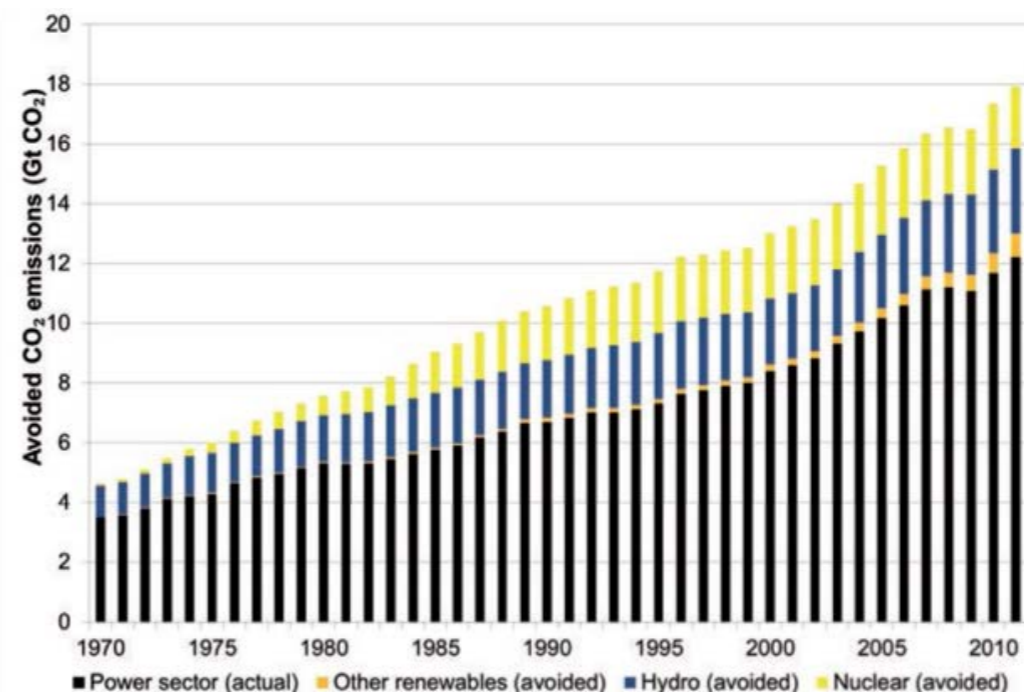


Fig. 3: Emisiones de CO<sub>2</sub> globales en el sector eléctrico mundial y emisiones evitadas por las tecnologías bajas en carbono Fuente: *Climate Change and Nuclear Power 2015*. Organismo Internacional de Energía Atómica (octubre 2015)

Por otra parte, el informe *Energy Technology Perspectives 2015* de la Agencia Internacional de la Energía, publicado en mayo de 2015, indica que la intensidad energética del producto interior bruto y la intensidad de emisión de carbono de energía primaria deberán reducirse, a escala mundial, en torno a un 60% de aquí a 2050, con respecto al nivel actual. Esto significa que el índice anual de reducción de intensidad energética mundial deberá más que duplicarse -pasando del 1,1% actual a un 2,6% en 2050-. Los recientes avances hacia el escenario 2DS (aumento máximo de la temperatura media global de 2 °C) son positivos, pero insuficientes. Los avances en aquellas áreas que se mostraban fuertemente prometedoras -como los vehículos eléctricos y las tecnologías de energías renovables excepto la solar fotovoltaica- ya no están en vías de lograr los objetivos del 2DS.

Con una proporción del 26% en el consumo energético final, la electricidad constituye el mayor vector energético final de aquí a 2050, superando ligeramente a los productos petrolíferos. El mayor desafío subyace en conseguir un gran cambio hacia la producción de electricidad baja en emisiones de carbono. Para alcanzar los objetivos del 2DS, es preciso reducir la intensidad de carbono global de la producción de electricidad en más de un 90%. Mejorar la eficiencia del consumo de electricidad garantiza un 12% de reducción acumulada de emisiones.

La figura 4 muestra cómo la **energía nuclear puede contribuir con cerca del 20% en la reducción de emisiones en el sistema eléctrico mundial en el año 2050, según el escenario 2DS.**

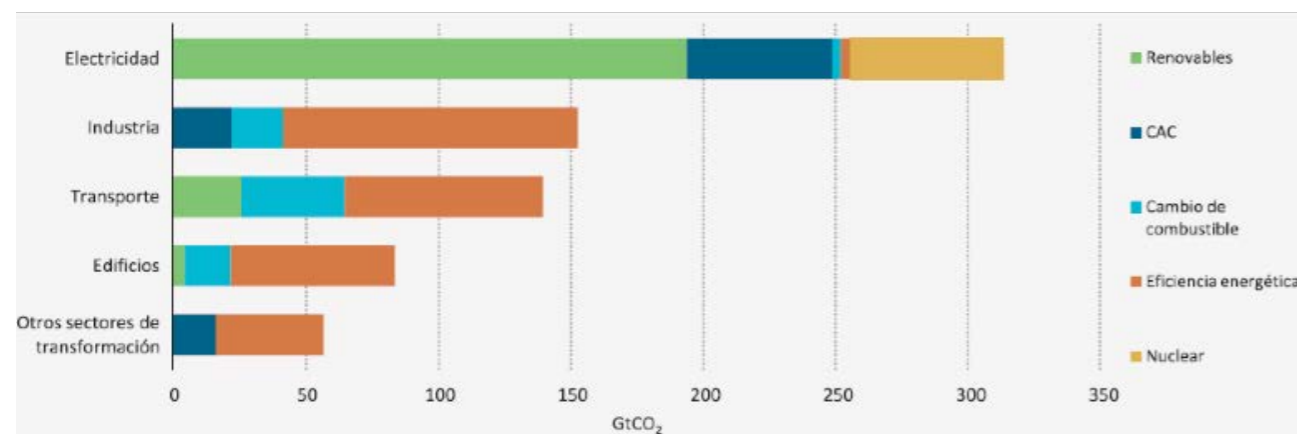


Fig. 4: Reducciones acumuladas de CO<sub>2</sub> por sector y tecnología en el Escenario 2DS para 2050  
Fuente: *Energy Technology Perspectives 2015*. Agencia Internacional de la Energía (mayo 2015)

## 17.2 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LAS DISTINTAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

El nuevo acuerdo de mitigación global que surja de la Conferencia de las Partes COP21 aumentará la importancia de las tecnologías energéticas que emiten pequeñas cantidades de GEI por unidad de energía producida. Debido a esta mayor importancia, las emisiones deben identificarse y evaluarse de forma precisa. El método más apropiado para cuantificar las emisiones totales de GEI es el análisis del ciclo de vida (LCA), sumando todas las emisiones de GEI de la infraestructura (desde la construcción al desmantelamiento de las centrales y todos los equipos, sistemas y componentes) y del ciclo de combustible asociado (desde la minería hasta el almacenamiento final de los residuos).

Las bajas emisiones de GEI del ciclo de vida de la energía nuclear la convierten en una importante opción para la mitigación del cambio climático

El informe *Climate Change and Nuclear Power 2015* del OIEA realiza un análisis exhaustivo de las emisiones de gases de efecto invernadero del ciclo de vida de distintas fuentes de generación

eléctrica, comparando y homogeneizando los resultados de distintos estudios realizados por organizaciones de varios países del mundo: Ecoinvent (Centre for life cycle inventories), NREL (United States National Renewable Energy Laboratory), CRIEPI (Central Research Institute of Electric Power Industry of Japan) y EPD (The International EPD System de Estocolmo).

El informe muestra que las centrales térmicas de carbón tienen las emisiones más altas entre todas las tecnologías. Aunque el gas produce menos emisiones, la biomasa, la nuclear, la hidráulica, la eólica y la solar fotovoltaica tienen emisiones en sus ciclos de vida significativamente inferiores a las centrales que se basan en la combustión de combustibles fósiles.

La tabla 1 recoge los valores inferior, superior y mediana, expresados en toneladas de CO<sub>2</sub> eq por GWh de electricidad producido, para cada una de las tecnologías consideradas, representándose gráficamente esta información en la figura 5. **Las bajas emisiones de GEI del ciclo de vida de la energía nuclear (3% de las del gas y sólo el 1,5% de las de las centrales térmicas de carbón) la convierten en una importante opción tecnológica en las estrategias de mitigación del cambio climático para muchos países.** Las cifras demuestran que la energía nuclear se encuentra en el mismo rango que la energía eólica, y sólo por encima de la energía hidráulica.

Fuente de energía	t CO <sub>2</sub> eq / GWh		
	Inferior	Superior	Mediana
Carbón	729	1.791	<b>1.025</b>
Gas	307	988	<b>492</b>
Carbón y gas con CAC	34	410	<b>167</b>
Geotérmica	N/D	N/D	<b>62</b>
Biomasa	N/D	N/D	<b>61</b>
Solar FV	N/D	N/D	<b>49</b>
Eólica	N/D	N/D	<b>16,4</b>
Nuclear	N/D	N/D	<b>14,9</b>
Hidráulica	N/D	N/D	<b>6,6</b>

Tabla 1. Emisiones de GEI del ciclo de vida de distintas tecnologías de generación de electricidad  
Fuente: *Climate Change and Nuclear Power 2015*. Organismo Internacional de Energía Atómica (octubre 2015) y Foro Nuclear

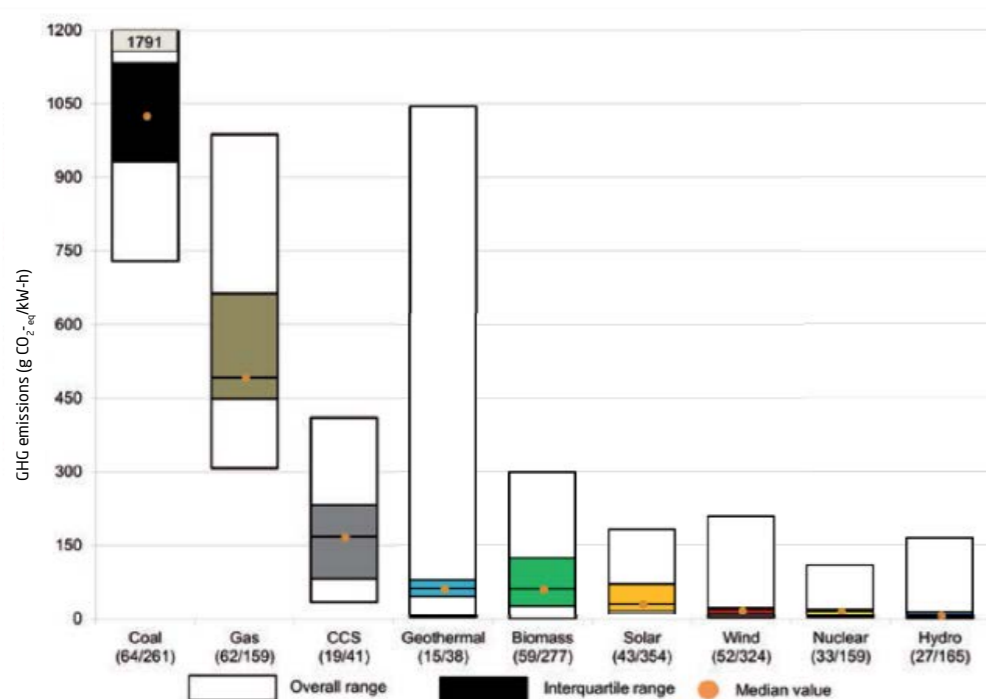


Fig. 5: Emissiones de GEI del ciclo de vida de distintas tecnologías de generación de electricidad  
Las cifras entre paréntesis indican el número de fuentes/estimaciones. El rango intercuartil incluye la mitad de los cálculos alrededor de la mediana del rango completo  
CCS: Carbón y gas con captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>  
Fuente: *Climate Change and Nuclear Power 2015*. Organismo Internacional de Energía Atómica (octubre 2015)

Las emisiones de GEI del ciclo de vida de la energía nuclear podrán disminuir ampliamente en el futuro debido a:

- 1.- Cambio en las tecnologías de enriquecimiento de uranio, pasando de la difusión gaseosa altamente intensiva en consumo eléctrico a las tecnologías de centrifugación o láser que tienen mucho menor consumo de electricidad.
- 2.- La mayor proporción de electricidad producida con tecnologías bajas en carbono utilizada en el enriquecimiento.
- 3.- Mejoras en la utilización del combustible, tales como el alcance de mayores grados de quemado, lo que reduce las emisiones por unidad de energía eléctrica producida asociadas al ciclo del combustible.
- 4.- La operación a largo plazo de las centrales nucleares, pasando de 40 a 60 años, con lo que se reducen las emisiones ligadas a la construcción y el desmantelamiento.

## /8 LA CONTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN ESPAÑA

Según los datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en los últimos cinco años España ha ido reduciendo paulatinamente sus emisiones totales de CO<sub>2</sub>eq, consiguiendo en el año 2013 (últimos datos oficiales disponibles) situarse por debajo del límite máximo de aumento del 15%, respecto al nivel de referencia del año 1990, compromiso adquirido con la ratificación del Protocolo de Kioto (ver figura 6).

Por los diferentes tipos de actividades considerados (uso de la energía, procesos industriales y uso de productos, agricultura, usos de suelo y silvicultura, y residuos), en el año 1990 España emitió 288,2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, alcanzando un máximo de 438,3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq en el año 2007. En el año

2013, la cantidad total fue de 319,7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, lo que representó un aumento del 10,9% respecto al año 1990 de referencia.

La reducción se ha debido en gran parte a la profunda crisis económico-financiera iniciada a finales del año 2007. También han influido los programas de eficiencia energética, completándose con la compra de derechos de emisión a otros países por un valor aproximado de 700 millones de euros.

El parque nuclear español evita cada año la emisión de entre 45 y 55 Mt CO<sub>2</sub> a la atmósfera

De los 319,7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq emitidos en el año 2013, el 75% correspondieron al uso de la energía, tanto por la combustión de combustibles como por las emisiones fugitivas de los mismos. Por otra parte, según Red Eléctrica de España, el sector de generación eléctrica emitió más de 60 Mt CO<sub>2</sub>, cerca del 20% del total y el 25% de las producidas por el uso de la energía.

El parque nuclear español, formado actualmente por 8 reactores en 6 emplazamientos, que genera el 20% de la electricidad consumida en el país, evita cada año la emisión a la atmósfera de entre 45 y 55 Mt CO<sub>2</sub>, representando más de una tercera parte de la electricidad libre de emisiones generada en el conjunto de nuestro sistema eléctrico.

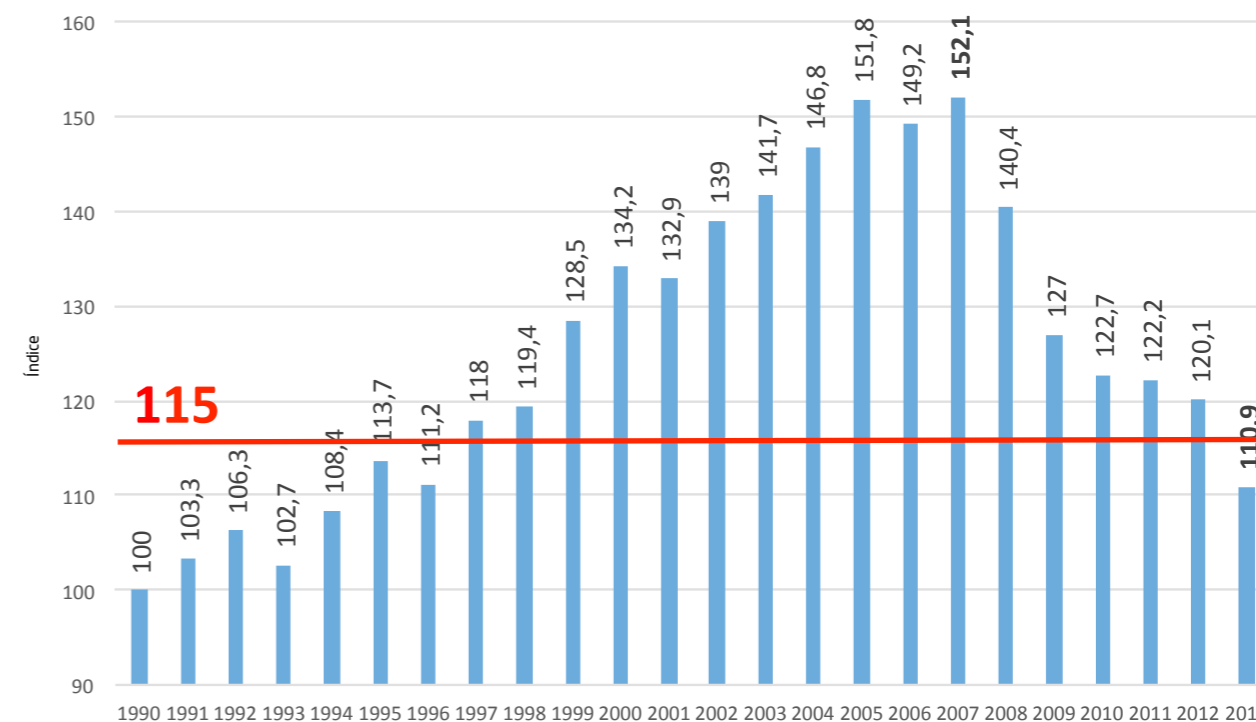


Fig. 6: Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en España  
Fuente: MAGRAMA y Foro Nuclear



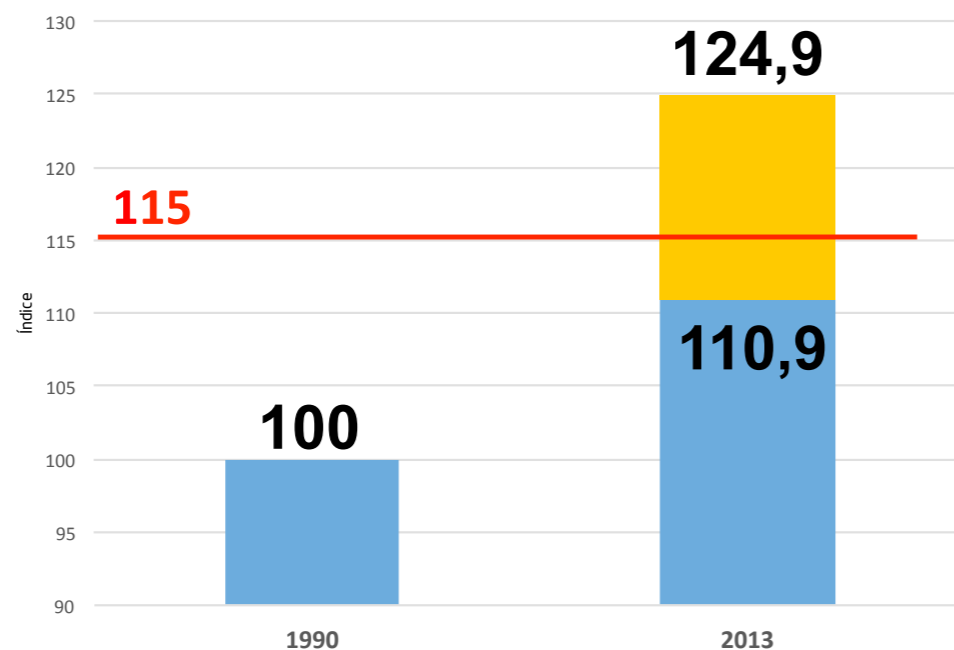


Fig.7: Emisiones de CO<sub>2</sub>eq en España. ■ Emisiones sin parque nuclear  
Fuente: MAGRAMA y Foro Nuclear

El valor inferior de emisiones evitadas por el parque nuclear español supone un 14% del total de las emisiones producidas en España en el año 2013. **Un eventual abandono de la energía nuclear en nuestro país provocaría que las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en España fuesen un 24,9% superiores al nivel de referencia del año 1990 del Protocolo de Kioto, por lo que España estaría muy alejada en el cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos** (ver figura 7).

Importancia del mantenimiento del parque nuclear español en el mix de generación de electricidad y de la consideración de su operación a largo plazo

De forma global, la energía nuclear debe seguir considerándose como una tecnología medioambientalmente eficiente, y debería incluirse en el acuerdo que se alcance en la Conferencia de las Partes COP21 en París en diciembre de 2015.

## /9 SIGLAS Y ACRÓNIMOS

**ADP:** Plataforma de Durban para la Acción Mejorada. Conferencia de las Partes COP 17 (Durban, 2011)  
**COP:** Conferencia de las Partes  
**ETS:** Esquema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea  
**GEI:** Gases de efecto invernadero  
**IPCC:** Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático  
**LCA:** Análisis del ciclo de vida  
**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico  
**OIEA:** Organismo Internacional de Energía Atómica de las Naciones Unidas  
**RCP:** Sendas representativas de concentración de gases de efecto invernadero  
**UE:** Unión Europea  
**UNFCCC:** Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas

## /10 SOCIOS ORDINARIOS

AMPHOS 21 · AREVA MADRID · CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ · CENTRAL NUCLEAR DE ASCO · CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES · CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO · CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLOS II · CENTRO TECNOLÓGICO DE COMPONENTES · COAPSA CONTROL · DYNAMIS CONSULTANTS & ENGINEERS · EDP · EMPRESARIOS AGRUPADOS · ENDESA · ENSA · ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS · ENWESA · EULEN · GAS NATURAL FENOSA · GD ENERGY SERVICES · GE HITACHI NUCLEAR ENERGY · GEOCISA · GHESA INGENIERIA Y TECNOLOGIA · IBERDROLA · INGENIERIA IDOM INTERNACIONAL · MEDIDAS AMBIENTALES · NUCLÉNOR · NUSIM · OMEXOM · PROINSA · RINGO VALVULAS · SENER · SIEMSA INDUSTRIA · TAIM WESER · TECNATOM · TECNICAS REUNIDAS · TEC-RATIO · UNESA · VIRLAB · WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN · WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES

## /11 SOCIOS ADHERIDOS

AEC (Asociación Española para la Calidad) · AMAC (Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares) · CEMA (Club Español del Medio Ambiente) · CONFEMETAL (Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal) · Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España · Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia · Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid · Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao · Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) · Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid · Fundación Empresa y Clima · OFICEMEN (Agrupación de Fabricantes de Cemento de España) · SEOPAN (Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras) · SERCOBE (Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo) · TECNIBERIA (Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos) · UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas)



**Foro de la Industria Nuclear Española**

Boix y Morer 6-3º. 28003 Madrid  
Tel.: +34 915 536 303

info@foronuclear.org  
@ForoNuclear  
**www.foronuclear.org**

