

ELOY ÁLVAREZ PELEGRY  
(Coord.)

# **HACIA UNA ECONOMÍA BAJA EN CARBONO**

## **EXPERIENCIAS INTERNACIONALES**

Eloy Álvarez Pelegry  
José Luis Curbelo  
Alberto Gago Rodríguez  
Jorge Karacsonyi  
Xavier Labandeira Villot

Juan Láriz  
Emiliano López Atxurra  
Daniel López  
Iván Martín Uliarte  
Yeray Pérez

ORKESTRA - INSTITUTO VASCO DE COMPETITIVIDAD  
FUNDACIÓN DEUSTO  
Marcial Pons

MADRID | BARCELONA | BUENOS AIRES  
2012

## *Índice*

	<u>Pág.</u>
PRESENTACIÓN, por Emiliano López Atxurra .....	9
INTRODUCCIÓN: COMPETITIVIDAD Y ENERGÍA, por José Luis Curbelo.	17
1. HACIA UNA ECONOMÍA CON MENOS EMISIONES DE GEI: ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL, por Iván Martén Uliarte, Daniel López, Eloy Álvarez Pelegry y Juan Láriz .....	21
2. MERCADOS ELÉCTRICOS Y ENERGÍAS RENOVABLES, por Eloy Álvarez Pelegry .....	71
3. UN ANÁLISIS DE LOS PRECIOS DE LA ELECTRICIDAD: IMPACTO DEL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES, por Jorge Karacsonyi y Yeray Pérez.....	117
4. UN NUEVO MODELO DE REFORMA FISCAL VERDE PARA UNA ECONOMÍA SOSTENIBLE, por Alberto Gago Rodríguez y Xavier Labandeira Villot .....	197
RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	217

## ***Presentación***

**Emiliano López Atxurra**

Presidente del Comité de Patronos de la Cátedra de Energía de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad

Como Presidente del Comité de Patronos de la Cátedra de Energía de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad, y en nombre de todos los patronos, es una satisfacción presentar los trabajos recogidos en el libro *Hacia una economía baja en carbono: experiencias internacionales*, que el lector tiene en sus manos.

Este libro refleja diferentes estudios elaborados en el seno de la Cátedra a lo largo de su escaso primer año de andadura. Y da continuidad a nuestra primera publicación, presentada en abril del 2011, sobre *Los retos del sector energético*, y en el que se recogían las ponencias presentadas en el «Primer Foro de Energía» que organizó el Instituto Vasco de Competitividad en mayo de 2010.

Antes de presentar los diversos trabajos que se incluyen en el libro, me permito realizar algunas reflexiones previas, que de alguna manera, espero, sirvan de guión para enmarcar la oportunidad de los temas tratados.

Entiendo que la primera reflexión es considerar la sostenibilidad y las energías limpias como vector estratégico para el equilibrio entre desarrollo y medio ambiente en un planeta de 7.000 millones de seres humanos que buscan sus oportunidades vitales.

Estas dos últimas décadas han puesto de manifiesto que no es posible trasladar la intensidad del consumo energético del mundo desarrollado a la totalidad del planeta y en consecuencia la necesidad de transitar a nivel global hacia una economía más baja en carbono y por tanto a un modelo energético más eficiente y sostenible. A tal fin, la comunidad internacional

visualizó, en 1992, esta nueva estrategia, en la Cumbre de Río y posteriormente con el Protocolo de Kioto en 1997. Este Protocolo es uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes destinados a luchar contra el cambio climático y sobre todo contiene los compromisos asumidos por países industrializados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Con dicho Protocolo se inició el primer periodo de compromiso que se extiende desde el 2008 al 2012.

El objetivo parece estar ahora centrado en alcanzar un acuerdo sobre el régimen post 2012, tal y como estableció el Plan de Acción de Bali en 2007. En este sentido cabe recordar los dos últimos acuerdos que han tenido lugar: Cancún en 2010 y Durban en 2011. El Acuerdo de Cancún (COP16) fue clave para definir los cimientos y reglas del futuro régimen; constató la certidumbre de que el objetivo ambiental es limitar el calentamiento del planeta en 2 °C y reforzó el marco multilateral de Naciones Unidas como foro en el que formular una solución global. Al hilo de esta estrategia vemos cómo en el IV Informe del Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC) publicado en 2007, se establece que para asegurar una estabilidad climática a largo plazo es necesario limitar el aumento de la temperatura global por debajo de los 2 °C respecto a los niveles preindustriales, lo que implica no superar concentraciones de CO<sub>2</sub> de 450 ppm y en última instancia volver a las concentraciones preindustriales. Sin embargo, el camino está lleno de dificultades porque los nuevos desafíos de la energía exacerban las tensiones económicas y geopolíticas. Así vemos cómo recientemente la conferencia de Durban se ha celebrado en un contexto muy complejo (nuevo escenario geopolítico internacional, crisis económica y financiera, informes alertando de la urgencia y gravedad del tema) que quizá hayan dificultado, si cabe aún más, llegar a un acuerdo que extienda el primer periodo del Protocolo y que los distintos países la ratifiquen. No obstante, el acuerdo logrado en Durban asume, por primera vez, el compromiso de construir un régimen climático internacional de naturaleza vinculante para todos los países.

A pesar de las opiniones contrapuestas sobre estas cumbres, lo que ya casi nadie pone en duda es la necesidad de seguir el camino emprendido para migrar hacia una economía baja en carbono. La cuestión es que ante la falta de consenso, los distintos países del mundo han optado por establecer sus propios mecanismos de lucha, sus agendas y calendarios.

Sin embargo, la senda del futuro está marcada y los esfuerzos de los países más dinámicos del planeta están enfocados a desarrollar tecnologías que suministren energías limpias y lograr la excelencia en el uso eficiente y sostenible de las energías convencionales.

Europa ha emprendido este camino porque como señala la Comisión Europea en su Comunicación del 30/1/2011[COM (2011)31 final], la eficiencia energética y la energía procedente de fuentes renovables es esencial para cualquier avance hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Y esto supone la apuesta por la innovación tecnológica y la modernización industrial. Éste es el gran escenario estratégico en el que se

desenvuelve la apuesta europea de los próximos años por una economía de bajas emisiones de CO<sub>2</sub>. Y en este contexto tanto las Instituciones Comunitarias, lideradas por la Comisión, como los distintos países que configuran la Unión han ido estableciendo unos planteamientos y políticas para limitar el volumen máximo de emisiones permitido «*Cap and Trade*» y/o cargar un precio por emisión «*Carbon Tax*». En 1990 Finlandia se convirtió en el primer país en implantar el «*Carbon Tax*». Le sucedieron Suecia y Dinamarca que en 1991 y 1992, respectivamente, implantaron los suyos. Posteriormente, el comercio de emisiones o «*Emission Trading Scheme*» de la Unión Europea (EU ETS) tuvo una primera fase de implantación que comenzó en 2005 a la cual sucedió una segunda fase en 2008 y una tercera que comenzará en 2013. El sistema «*Cap and Trade*» que persigue establecer pretende reducir las emisiones de 2005 un 21% en 2020.

A pesar de ello, dicho sistema no ha resultado ser lo efectivo que debiera a la hora de inducir o facilitar un cambio de la estructura energética hacia tecnologías más bajas en CO<sub>2</sub>. También hemos visto otros planteamientos e implantaciones. Así, Irlanda introdujo en 2010 un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> sin reciclaje de ingresos. Sin embargo, en Francia, el programa para implantar el «*Carbon Tax*» fue cancelado en diciembre de 2009, planteándose de otro modo su estrategia cara a la reducción de emisiones, poniendo el acento en la transición sustentada en la modernización industrial y tecnológica permanentemente.

De otro lado es pertinente apuntar que a diferencia del sistema «*Cap and Trade*», mediante el cual Europa pretende reducir parte de las emisiones correspondientes a la generación eléctrica, en algunos estados de EEUU se están implementando otro tipo de mecanismos que poco tienen que ver con mecanismos más comunes en Europa, como son el «*Feed in Tariffs*» (FIT), la cual cuenta con eficacia demostrada en Alemania. En su lugar, EEUU dispone de varios mecanismos federales y estatales simultáneamente, por lo que su operatividad es compleja.

Volviendo al escenario internacional, vemos cómo en la cumbre de Copenhague (2009) se puso de manifiesto la vital importancia de no sobrepasar el umbral máximo de 2 °C de aumento de la temperatura media, lo cual equivale a no superar los 450 ppm de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Teniendo claro este objetivo la pregunta es ¿qué sectores son más susceptibles para reducir emisiones? Los estudios realizados por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) señalan que dada la magnitud del problema, es necesario contar con todas las tecnologías disponibles para hacer frente al mismo. Esto ya nos indica que estamos ante la necesidad de medidas multinivel. El Escenario 450 del último *World Energy Outlook*, publicado en 2011, recoge que la eficiencia energética, las renovables y los biocombustibles deberían aportar respectivamente el 72%, 17% y 2% de la reducción de emisiones del 2020 y el 44%, 21% y 4% el 2035. De hecho, las medidas de eficiencia energética representan la mitad de la reducción acumulada de CO<sub>2</sub> alcanzada en el Escenario 450 respecto al Escenario de Nuevas Políticas, que plantea la IEA.

A día de hoy, las emisiones de gases de efecto invernadero de origen energético tienen esencialmente su origen en cuatro tipos de fuentes: la generación eléctrica, el transporte, la industria y el sector residencial y terciario. En términos mundiales, las dos primeras son responsables de la emisión del 48% y del 20% de los gases de efecto invernadero, respectivamente. Por tanto, al tratar los objetivos y mecanismos de reducción de emisiones internacionales relacionados con la generación eléctrica y el transporte, se aborda más del 60% del problema.

Todos estos datos los debemos enmarcar en el contexto de la economía global. Y, por tanto, no menos importante que identificar las energías que entran en escena y los sectores que mayor potencial de reducción de emisiones presentan, es analizar el contexto internacional en el que operan las empresas de energía, dada la relevancia que las distintas áreas geográficas o países presentan en este escenario globalizado. Nuestro mundo occidental debe también considerar cómo las «economías emergentes» se están desarrollando y tienen la firme voluntad no sólo de desarrollarse sino de ser actores significativos en la economía mundial de las próximas décadas.

En los últimos veinte años, el crecimiento anual de emisiones de CO<sub>2</sub> energéticas ha sido del 2,1%, con un aumento total de aproximadamente el 50%, según la IEA. En especial en la última década, los países que más peso han tenido en este aumento han sido aquellos cuyas economías están creciendo más rápidamente. Así, cabe señalar el contraste entre la estabilidad que ha caracterizado a las emisiones europeas y el crecimiento del 172% de las asiáticas, mientras que el resto de continentes ha crecido alrededor de un 15% en estos veinte años.

Por consiguiente, parece lógico pensar que para planificar e implementar las debidas políticas es conveniente analizar las propuestas y acciones tomadas por otros países y valorar la eficacia de éstas en cuanto a los dos aspectos siguientes: competitividad de la economía y del sector productivo, y la creación de empleo. De ahí que sea preciso y urgente retomar la política tecnológica e industrial como vector estratégico de la energía. Y poner el acento cuando se trata de analizar los sistemas energéticos, en los que la energía, el medio ambiente, la tecnología y la industria están estrechamente ligados.

En este escenario estratégico, las Directivas han centrado sistemáticamente su esfuerzo para fomentar el desarrollo de las energías renovables, fundamentalmente mediante las «*Feed in Tariffs*». Si bien es cierto que éstas han supuesto un impacto positivo sobre algunas tecnologías, no deberían de aplicarse de forma indiscriminada sino más bien acompañadas por políticas que también contemplen la repercusión de las mismas en el precio final de la energía. En este sentido, contamos con la experiencia y resultados suficientes como para tratar de diseñar unas herramientas o instrumentos más eficaces para el futuro. Un somero análisis comparativo muestra que los FIT tienen un impacto positivo globalmente cuando éstos

se ligan a políticas tecnológicas e industriales sólidas y de futuro. En esta estrategia la maduración de las tecnologías y por ende la competitividad de las energías renovables, la modernización del tejido industrial y la eficiencia energética en el consumo urbano e industrial están servidas.

El libro que presentamos estudia los efectos que conlleva la implementación de energías renovables tanto en el sector de generación eléctrica como en el de transporte. Además, lo hace desde una perspectiva global, presentando las experiencias de regiones o países que puedan servir de referencia para establecer el modo más conveniente de integrar las renovables en los mercados eléctricos.

Los cuatro trabajos que se incluyen en este libro desarrollan, entre otros, el análisis de los aspectos que en esta breve presentación se han señalado sobre las medidas que desde su realidad han adoptado distintas regiones y países del planeta para reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

El primero de ellos, realizado por Iván Martín Uliarte, Daniel López y Juan Láriz del Boston Consulting Group, patrono de la Cátedra, y Eloy Álvarez Pelegrí de Orkestra, examina los aspectos sobre la generación eléctrica y el transporte por carretera en Alemania, Brasil y dos estados de EEUU: California y Texas. Es interesante señalar que a fecha de 2010 el 48% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> correspondían a la generación eléctrica mientras que otro 20% lo hacía al transporte. El interés por analizar estos dos sectores fuertes en emisiones se ve acentuada por el hecho de que ambas poseen un carácter dinámico que conlleva que se asimilen nuevas tecnologías con rapidez y, por consiguiente, se puedan depositar esperanzas para que incorporen medidas que contribuyan efectivamente a solventar los retos energéticos a futuro.

Siguiendo el criterio de analizar regiones que nos puedan servir de referencia para propiciar una reflexión al respecto, el trabajo citado examina en profundidad el caso de Alemania. Tres cuartas partes del valor añadido total del sector industrial de la Unión Europea se localiza en seis países: Alemania (que contribuye con más del 25%), Italia, Francia, Reino Unido, España y Países Bajos; mientras el resto de países suponen conjuntamente el cuarto restante. El sector industrial en España, aporta el 17% del valor añadido de la economía. Por Comunidades Autónomas, la participación de la industria varía considerablemente, siendo del 29% en el País Vasco, similar al de Alemania, país que por su relevancia en Europa, el hecho de que la aportación de su industria al valor añadido de la economía sea similar al del País Vasco es una razón de más para que la experiencia alemana sea estudiada.

Tal y como se ha apuntado anteriormente, en ese mismo trabajo se han estudiado dos estados de EEUU: Texas, que es el de mayor capacidad eólica instalada y California que es bien conocido por su liderazgo tanto en generación como en transporte de buscar soluciones innovadoras para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Actualmente, Texas tiene alrededor de 10.000 MW de potencia eólica instalada, lo cual supone alrededor del

8% de la electricidad, siguiéndole a distancia el estado de Iowa con 4.000 MW de Iowa.

Por último, pero no por ello menos importante, el estudio contempla el caso de Brasil. Tanto por la posición que actualmente representa en el escenario internacional como por la proyección de mantener ésta a futuro, el estudio incluye este país. Su riqueza en recursos hidráulicos, su firme apuesta por el desarrollo de biocombustibles y la más que notable presencia de empresas energéticas, son tres argumentos favorables que hacen merecer su atención.

En las discusiones actuales sobre la forma más efectiva de implementar objetivos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, la importancia de los mercados eléctricos se ve en ocasiones disminuida, en contraposición con las primas y tarifas fijadas de forma administrativa.

El trabajo de Eloy Álvarez Pelegrí examina el relevante papel que ejercen los mercados eléctricos para lo cual comienza por identificar los distintos tipos de mercado existentes. Asimismo, estudia el desarrollo y la situación actual de los mercados eléctricos de EEUU que debido a la reestructuración de la industria eléctrica ha implementado notables cambios y ha consolidado los mismos como instrumento de actuación para dos tercios de los consumidores eléctricos de ese país.

Una de las cuestiones planteadas y analizadas de manera muy compleja en EEUU, es la relativa a la garantía y seguridad de suministro, aspecto que previsiblemente cobrará mayor importancia en nuestro país. EEUU ha afrontado el problema sin que ello haya comprometido la eficacia de su economía. Este hecho cobra aún mayor relevancia si se considera el porcentaje que actualmente representan las energías renovables en el mix energético y su creciente participación a medio-largo plazo. EEUU también ha desarrollado un proceso de ampliación e integración de mercados, lo cual también resulta relevante considerar en el mercado eléctrico español en el contexto europeo. En este sentido, el trabajo también examina la evolución de los mercados en regiones más próximas a nosotros.

Uno de los temas que necesariamente han de resolverse es el coste y la financiación de las renovables de una forma eficaz. Asimismo, dada la importancia de los mercados eléctricos y el creciente peso de las renovables, es preciso analizar y reflexionar sobre el papel y la forma de participación de éstas en los mercados eléctricos. Este interesante tema también se aborda en el trabajo citado.

A veces, los debates sobre el coste de las renovables y el déficit tarifario en España consideran conceptos que no encajan con la realidad de la formación de los precios de electricidad en nuestro sistema. El tercer trabajo corresponde a un estudio desarrollado por Jorge Karacsonyi e Yeray Pérez, y aborda esta cuestión. Para ello, analiza de forma metódica y sistemática los componentes de los precios o tarifas para los consumidores finales, separando con claridad los componentes ligados a la producción de energía



eléctrica respecto a los correspondientes al transporte, la distribución, la comercialización y la incorporación de la retribución de las energías renovables en nuestro sistema. Para ello, la primera parte del artículo analiza la estructura de costes, el sistema de liquidaciones, la determinación de las tarifas eléctricas y los mercados tanto mayoristas como la paulatina y tímida apertura del mercado minorista a los consumidores finales. Se trata, por tanto, de un trabajo propedéutico que arroja luz sobre los elementos básicos de dicha formación de precios de la electricidad.

En una segunda parte, Karacsonyi y Pérez presentan una interesantísima proyección de los costes que supondrá al sistema eléctrico y a los consumidores, cumplir con la agenda 2020. Las cifras muestran que tenemos un problema de gran envergadura al que casi con total seguridad se deberá acometer en diferentes frentes. En primer lugar, los consumidores finales tendrán que empezar por asimilar la repercusión de costes pero dado el carácter acumulativo del problema será también necesario actuar mediante la incorporación de las tecnologías más maduras y la incorporación de otros mecanismos fiscales o de mercado que permitan progresivamente crear unos instrumentos económicos y un esquema de soluciones más estables y sostenibles para el futuro.

En el estudio de proyección llevado a cabo mediante precios de mercados mayoristas de electricidad y precios de combustible razonables y utilizando las previsiones del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER), que no modifican sustancialmente el análisis ni las conclusiones en relación con los objetivos del Plan de Energías Renovables 2011-2020 (PER), se concluye que las primas al régimen especial ascenderán desde los aproximadamente 7.000 millones de euros al año en 2010 a más de 11.000 millones de euros en 2020, de los cuales las primas comprometidas a las instalaciones actuales representarán más de 5.000 millones.

La magnitud del problema queda puesta de manifiesto en este trabajo mediante ejercicios de sensibilidad que contemplan el efecto de las primas, incluso sin crecimiento futuro, y la inclusión de tecnologías más maduras y por consiguiente económicamente más eficaces.

Por último, con objeto de indagar más en aquellos aspectos de la fiscalidad que permitan considerar distintos puntos de vista, el libro presenta el cuarto y último trabajo, el cual ha sido elaborado por Xavier Labandeira Villot y Alberto Gago Rodríguez de la Universidad de Vigo, conocidos expertos en fiscalidad medioambiental.

Durante los últimos años, los contenidos de las políticas de cambio climático han comenzado a cambiar en la misma medida que la situación económica y algunos objetivos a ella vinculados, como la consolidación presupuestaria, eficiencia y seguridad energéticas y la promoción de las energías renovables. Para algunos instrumentos, como la imposición energético-ambiental y los paquetes de Reforma Fiscal Verde (RFV) esos cambios suponen la definición de un nuevo escenario en el que las propuestas de reciclaje y reducción y/o eliminación de la imposición distorsionante se

combinan con otras medidas (de control presupuestario, de financiación de programas de gasto, o de distribución de rentas) que se añaden a los argumentos exclusivamente fiscales.

Este trabajo examina esos cambios e ilustrar esa nueva realidad, con una atención muy especial a las propuestas de reforma de la imposición energética impulsadas por la Unión Europea (UE) y a las experiencias de RFV promovidas por algunos países durante el último cuatrienio. La imposición energética está en el centro de todas estas iniciativas y por ello comienza el trabajo con una síntesis de los argumentos que la explican y justifican. Seguidamente se hace una breve síntesis de los fundamentos de la RFV.

Considero que los trabajos que presentamos aportan análisis, rigor y numerosos elementos de reflexión para contribuir al debate y a las soluciones que nuestro sistema energético requiere.

No quisiera finalizar esta presentación refiriéndome a otras actividades que la Cátedra de Energía ha llevado en este primer año de vida en lo que se refiere a foros de reflexión y análisis mediante seminarios y jornadas, así como en el de la educación y formación en temas energéticos.

En cuanto a seminarios y jornadas, durante 2011 la Cátedra organizó el Seminario Interno sobre «*Mercados Eléctricos y Renovables*» que se celebró el mes de mayo en el Santuario de Loyola, la Jornada sobre «*Gas No Convencional-Shale Gas*» que fue organizada en colaboración con el Comité Español del Consejo Mundial de la Energía y que tuvo lugar en Bilbao. Y, asimismo, la conferencia sobre la «*Industria Eléctrica Británica 1990-2010*» impartida por Alex Henney.

En noviembre pasado la Cátedra organizó, junto con el Ente Vasco de la Energía, un seminario internacional «*Energía e Industria: Innovación y desarrollo tecnológico en el nuevo escenario energético*» que reunió numerosos expertos internacionales en Bilbao.

A su vez, la Cátedra ha respondido a la demanda formativa en energía en el País Vasco mediante la primera edición del curso «*Energía y competitividad: gas, redes y renovables*» que ha puesto en marcha con éxito y ha contado con la colaboración institucional del Club Español de la Energía.

Deseo finalizar agradeciendo vivamente al Director General del Instituto Vasco de Competitividad, el Doctor José Luis Curbelo, al personal de la Cátedra de Energía, y en especial al Director de la Cátedra, el Doctor Eloy Álvarez Pelegrí, por su impagable dedicación y su excelencia profesional. Y a todos los patronos de la Cátedra, Boston Consulting Group, EVE, Gamesa, Iberdrola y Repsol/Petronor no sólo por el apoyo a la Cátedra sino por su dedicación, dado que sin ésta no hubiera sido posible todo el trabajo realizado en tan sólo un año de andadura. Y, por último, a los autores de los trabajos que se recogen en el libro que tengo el placer de presentar y espero que el lector encuentre de interés.

## ***Introducción: competitividad y energía***

**José Luis Curbelo**

Director General de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad

Los trabajos que Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad lleva a cabo ponen de manifiesto, por un lado, la importancia de la energía en la competitividad del tejido industrial y, por otro, las implicaciones del sector energético en la industria en general.

Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad, es un centro para el análisis y debate sobre competitividad territorial, nacido en 2006 en el seno de la Fundación Deusto, como resultado de la convergencia entre diferentes iniciativas estratégicas, privadas y públicas. En el año 2009 culmina su etapa de lanzamiento y puesta en marcha, respaldado por un intenso programa de actividades.

En diciembre de 2009 se presentó el Plan Estratégico 2010-2013 que marcó el inicio de una nueva etapa, cuya misión es la de consolidar a Orkestra como un referente internacional en el análisis de la competitividad territorial en un entorno global.

Dentro del marco de este Plan Estratégico 2010-2013, en 2010 se constituyó la Cátedra de Energía, que desarrolla sus actividades en el Edificio de la Comercial de la Universidad de Deusto en Bilbao.

Las actividades de la Cátedra están orientadas a reflexionar y a aportar elementos al debate sobre el logro de una energía eficiente, medioambientalmente sostenible y que contribuya al desarrollo competitivo. Para ello, la Cátedra ha centrado su actividad en torno a dos bloques temáticos: energía e industria en sus aspectos de competitividad y desarrollo industrial; y energía desde la óptica de la economía y los mercados. Con ello, se persigue aportar elementos al debate sobre las posibles soluciones que

permitan el logro de un modelo energético económicamente eficaz, que favorezca al desarrollo industrial.

Las relaciones entre energía e industria son claves en lo que respecta a la competitividad regional y a la búsqueda de nuevas oportunidades de negocio. En este sentido, la Cátedra persigue reforzar su actividad con las aportaciones de los otros departamentos de investigación del Instituto —Territorio, Innovación y Clústeres, Emprendimiento y Estrategia—.

Entre los trabajos que viene desarrollando Orkestra cabe destacar el *Informe de Competitividad del País Vasco*, que constituye una radiografía de la competitividad de esta Comunidad Autónoma. El último Informe presentado en 2011, pone de manifiesto la relevancia de la industria energética en el actual marco competitivo y consolida la evolución de los contenidos de las anteriores ediciones del Informe.

El Informe identifica con claridad que la competitividad es un concepto complejo en el que confluyen dimensiones macroeconómicas y microeconómicas y sobre cuya evolución influyen múltiples agentes privados y públicos. El informe aborda la situación competitiva de la CAPV y analiza cómo desde sus fortalezas se pueden tomar decisiones estratégicas que le permitan ser líder en el nuevo contexto de una economía mundial en profunda transformación. La emergente estructura económica mundial, se caracteriza por una «nueva complejidad» derivada de una acelerada globalización en la que los territorios se especializan en la producción de segmentos concretos de productos y/o servicios según cadenas de valor globales<sup>1</sup>.

Actualmente, la CAPV cuenta con un excelente posicionamiento en lo que se refiere al Producto Interior Bruto (PIB), la renta per cápita disponible, la tasa de riesgo de pobreza y la tasa de satisfacción con la vida, si comparamos estos datos con aquellas regiones que el informe identifica de referencia, cuya estructura económica es similar a la de la CAPV<sup>2</sup>. Sin embargo, los niveles de desempleo y el impacto medioambiental de la actividad industrial son mayores y la propensión exportadora, la productividad aparente, las publicaciones y el número de patentes son menores en comparación con estos países.

En este sentido, los análisis de la competitividad *ex-ante* y *ex-post* de la economía vasca dan como resultado la necesidad de realizar apuestas a largo plazo, que incidan en la productividad y trasciendan a los ciclos políticos.

Por otro lado se identifica claramente que la dotación de infraestructuras de la CAPV le confiere un grado de accesibilidad alto, aun siendo una

---

<sup>1</sup> Orkestra (2011): «Construir la estrategia para liderar en la nueva complejidad», *Informe de Competitividad del País Vasco 2011. Liderar en la nueva complejidad*. Capítulo 13: pp. 249-273, Bilbao: Publicaciones Universidad de Deusto; Instituto Vasco de Competitividad-Fundación Deusto.

<sup>2</sup> Navarro, M. (dir.), Gibaja, J. J., Franco, S.; Murciego, A. y Sáenz, J. (2011): *Indicadores de innovación y benchmarking. Reflexión y propuesta para el País Vasco*. Zamudio: Innobasque.

región periférica en la Unión Europea. No obstante, la multiplicidad de infraestructuras demanda una gobernanza y gestión eficiente del sistema.

En lo que respecta al sector energético del País Vasco el informe recoge que la CAPV cuenta con buenas infraestructuras, en particular la de gas natural: la planta de regasificación de Bahía Bizkaia Gas (BBG), el almacenamiento subterráneo de Gaviota y la interconexión de las redes con Francia, que es deseable potenciar, al igual que las ampliaciones de capacidad y de infraestructuras en la cornisa cantábrica.

Esta conclusión se complementa con el reciente trabajo, de próxima publicación, por Orkestra y el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE) —*Un modelo de crecimiento y productividad regional: El caso del País Vasco*<sup>3</sup>— donde se destaca el papel crucial que juega el sector energético en el crecimiento de la productividad del País Vasco y aumento del empleo. Esta publicación habla de la «revolución silenciosa» de las actividades energéticas en la productividad de la economía vasca.

No obstante el actual marco energético plantea nuevos retos al sector energético. El libro que presentamos a continuación recoge una serie de trabajos que hacen referencia a aspectos como la aplicación de medidas para una economía baja en carbono. También plantea temas como la subida de los costes de la energía y cómo ello puede afectar a la competitividad, estudiando las posibles vías de financiación. El libro se basa en las experiencias de otros países de referencia en estos ámbitos como son los EEUU, Australia y los que conforman la Unión Europea.

El libro nace como fruto del compromiso adquirido por la Cátedra de Energía de Orkestra de aportar elementos que ayuden a favorecer las estrategias competitivas y productivas del País Vasco. En este sentido, espero que los trabajos presentados sean de interés para el lector y sirvan para alimentar foros de reflexión, interacción y debate.

No quisiera finalizar sin agradecer la colaboración de todo el equipo de trabajo de la Cátedra de Energía, en especial la de Unai Castro por sus aportaciones, y del conjunto de los miembros de Orkestra que han contribuido a la edición de este libro.

---

<sup>3</sup> Navarro, M., Mas, M., (2012): *Un modelo de crecimiento y productividad regional: El caso del País Vasco*, próxima publicación, Madrid: Marcial Pons.

# ***Hacia una economía con menos emisiones de GEI: Análisis de la experiencia internacional***

**Iván Martín Uliarte, Daniel López,  
Eloy Álvarez Pelegry, Juan Láriz**

The Boston Consulting Group y Orkestra-  
Instituto Vasco de Competitividad

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo pretende analizar los diferentes objetivos de reducción de emisiones de efecto invernadero y los mecanismos de reducción de emisiones que los países/regiones objeto de estudio (Alemania, California, Texas y Brasil) están poniendo en marcha para conseguir, en un futuro próximo, economías libres de emisiones de CO<sub>2</sub> sin sacrificar el desarrollo ni la calidad de vida de sus ciudadanos.

El trabajo se enfoca en tres elementos fundamentales. En primer lugar, identificar los objetivos de mejora medioambiental en los sectores de generación eléctrica y transporte asumidos por los países/regiones seleccionados. En segundo lugar, cuantificar el volumen inversor necesario para alcanzar los objetivos medioambientales planteados en cada uno de los países/regiones. Por último, analizar los mecanismos utilizados para reducir las emisiones en los sectores de generación eléctrica y transporte.

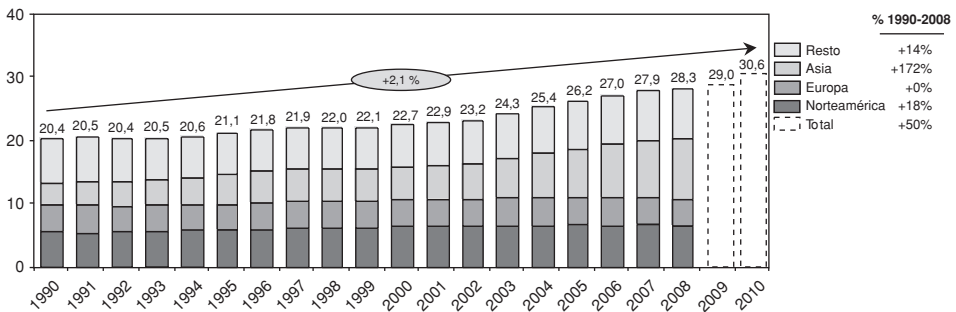
La información recogida en este estudio procede, en su mayoría, de fuentes públicas, tal y como se muestra en el último apartado del documento.

## 2. CONTEXTO MUNDIAL

Las emisiones de gases de efecto invernadero son una preocupación omnipresente en entornos profesionales, académicos y científicos, y su importancia para el medio ambiente ha quedado ya sobradamente demostrada. Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos que entidades públicas y privadas están haciendo al respecto, las emisiones de carbono siguen creciendo en todo el mundo.

En los últimos veinte años, las emisiones mundiales causadas por el consumo energético antropogénico han aumentado de alrededor de 20 a unas 30 giga toneladas métricas de CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>), según la IEA. El crecimiento anual de emisiones energéticas ha sido del 2,1%, con un aumento total del ~50%. En especial en la última década, los países que más peso han tenido en este aumento han sido aquellos cuyas economías están creciendo más rápidamente. Llama la atención el contraste entre la estabilidad que ha caracterizado a las emisiones europeas y el crecimiento del 172% de las asiáticas, mientras que el resto de continentes ha crecido alrededor de un 15% en estos veinte años.

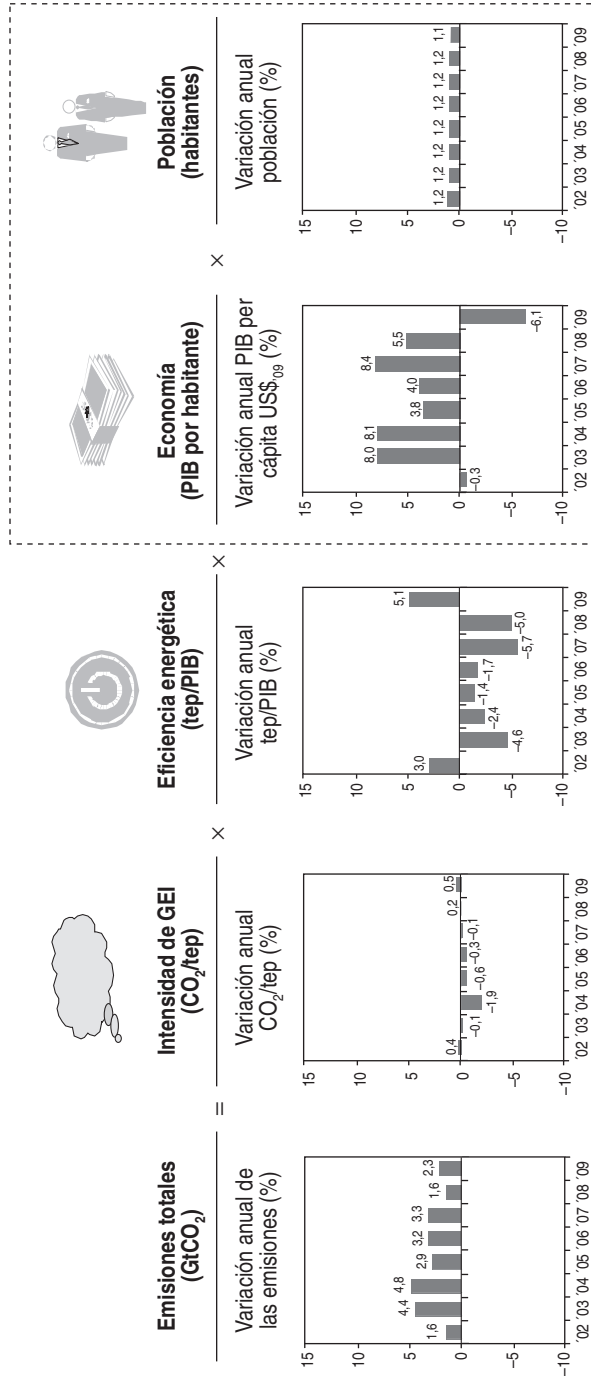
**FIGURA 1**  
**Evolución de las emisiones mundiales de GEI de origen energético (GtCO<sub>2eq</sub>)**



Fuente: IEA; análisis BCG.

La desagregación de las emisiones totales de acuerdo con la identidad de Kaya, formulada por el economista energético japonés Yoichi Kaya, muestra que el aumento de las emisiones ha estado principalmente causado por la riqueza por habitante (PIB per cápita), que ha alcanzado tasas de crecimiento significativas en algunos años de la última década. Asimismo, el crecimiento de población introduce una presión alcista de menor cuantía, ligeramente por encima del ~1% anual, pero constante en el tiempo. Por el contrario, la eficiencia energética (tep/PIB) ha compensado una buena parte del incremento de las emisiones y muestra las mejoras en el rendimiento de los procesos y las tecnologías. Por último, la intensidad de emisiones por unidad de consumo energético (tCO<sub>2</sub>/tep) se ha mantenido

**FIGURA 2**  
**Identidad de Kaya**



Nota: la desagregación mostrada se conoce habitualmente como la identidad de Kaya (presentada por Yoichi Kaya, economista japonés especializado en energía, en su libro «Medioambiente, Economía y Energía: estrategias de sostenibilidad», publicado en 1993).

Fuente: Banco Mundial, EIA; IEA; análisis BCG.



aproximadamente estable, observándose tanto crecimientos como reducciones anuales en el periodo 2002-2009.

Así, los objetivos y mecanismos de reducción de emisiones utilizados internacionalmente abordan el exceso de emisiones actuando sobre tres dimensiones: reduciendo las emisiones totales, reduciendo la intensidad de las emisiones por unidad de consumo energético y aumentando la eficiencia energética. Por tanto, a lo largo del presente trabajo se utilizará frecuentemente esta estructura para entender los objetivos y mecanismos que se han puesto en marcha en las regiones consideradas.

Las palancas que limitan o gravan las emisiones totales de efecto invernadero permiten reducir con precisión las emisiones y discriminar los productos, procesos o sectores más emisores. Sin embargo, la aplicación de medidas en este sentido conlleva un riesgo de limitar el desarrollo económico.

Las palancas que se enfocan en controlar la intensidad de las emisiones, fundamentalmente a través de la generación renovable, aspiran a reducir los gases de efecto invernadero sin modificar sustancialmente el consumo. Algunas de estas palancas o tecnologías podrían eliminar totalmente la intensidad por unidad de consumo energético (por ejemplo, un aerogenerador elimina todas las emisiones de generación y no obliga a reducir el consumo), contribuyendo a una economía plenamente libre de emisiones.

La eficiencia energética es sin duda una forma de reducir el consumo energético por unidad de utilidad y potenciar la sostenibilidad energética y económica, si bien en un contexto de crecimiento de la economía y la población, no se trata de una opción eficaz para eliminar las emisiones a largo plazo, sino solamente para reducirlas.

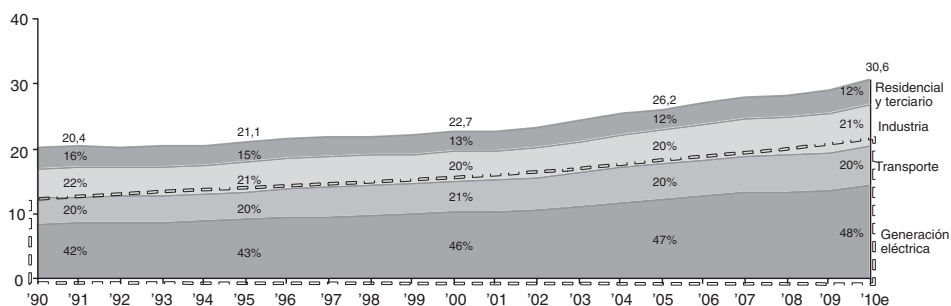
A día de hoy, las emisiones de gases de efecto invernadero de origen energético tienen esencialmente su origen en cuatro tipos de fuentes: la generación eléctrica, el transporte, la industria y el sector residencial y terciario. Este trabajo centra el análisis de la experiencia internacional en las dos primeras, que son responsables de la emisión del 48% y del 20% de los gases de efecto invernadero, respectivamente en términos mundiales. Por tanto, al tratar los objetivos y mecanismos de reducción de emisiones internacionales relacionados con la generación eléctrica y el transporte, tenemos la intención de abordar más del 60% del problema. Además, la reducción de las emisiones de la generación eléctrica también puede contribuir a disminuir las emisiones de los sectores industrial, residencial y comercial mediante la electrificación del consumo, es decir, la sustitución de tecnologías basadas en combustibles fósiles por la electricidad.

En cuanto al ámbito geográfico de este estudio, hemos analizado las emisiones, los objetivos de reducción y los mecanismos previstos para lograrlos en un país de la UE —Alemania—, dos regiones que son represen-

tativas de los Estados Unidos —California y Texas—, y una economía en rápido desarrollo —Brasil—.

La Unión Europea es la región líder mundial en la definición de objetivos y mecanismos de reducción de emisiones, y así lo demuestra la estabilización de las emisiones que se ha producido en los últimos años. Dentro de la UE, **Alemania** es un caso representativo de los objetivos medioambientales planteados, situándose como el país que ha definido metas más ambiciosas y a más largo plazo.

**FIGURA 3**  
**Evolución histórica de las emisiones de GEI (GtCO<sub>2eq</sub>) sectoriales energéticas a nivel mundial**



Nota: generación eléctrica incluye transformación de energía.  
Fuente: IEA; análisis BCG.

EEUU es una de las naciones que liberan un mayor volumen anual de emisiones de gases de efecto invernadero. Dentro del país, **California** es el estado con los objetivos medioambientales más ambiciosos y un líder en el planteamiento de políticas de mitigación de emisiones. **Texas**, aunque menos ambiciosa que California, destaca por tener los mayores objetivos de EEUU en capacidad eólica instalada, tecnología que ha tomado un gran impulso en los últimos años.

**Brasil**, por último, es un caso particular y digno de estudio por sus reducidas emisiones en la generación de electricidad, gracias a la importante capacidad de generación hidráulica y a la elevada penetración de los biocombustibles en transporte, promovidos desde hace décadas por las Administraciones públicas.

En los siguientes capítulos, por tanto, se analizarán los objetivos y mecanismos que han sido adoptados para reducir las emisiones de generación eléctrica y transporte en el horizonte 2020-2030 en Alemania, California, Texas y Brasil.