

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS EN ESPAÑA

ANEXO 1



INVESTIGACIÓN

TECNOLOGÍA

INNOVACIÓN



**CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE
DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS TECNOLOGÍAS
ENERGÉTICAS EN ESPAÑA**



CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS EN ESPAÑA

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo e implantación de tecnologías energéticas avanzadas se ha constituido en un reto de primer orden a nivel global, como una respuesta responsable a las exigencias de la sostenibilidad, la seguridad de suministro y la provisión de un recurso -la energía- a costes razonables, de manera que todo ello siga haciendo posible el avance de la sociedad.

España, como otros países, sufre una crisis económica sin precedentes, agravada por un muy alto desempleo. Para superar esta situación, se hace necesario compatibilizar la lucha contra el déficit con otras políticas de estimulación de la economía y el empleo. Entre ellas, la política tecnológica y de innovación en el campo de la energía, como sector de gran poder tractor, puede contribuir de forma relevante en el corto y medio plazo a la mejora del empleo y la exportación y, a largo plazo, puede además contribuir a la creación de un tejido industrial más basado en el conocimiento, que permita superar con éxito las futuras crisis a las que, inevitablemente, nos someterá el mundo global en que vivimos.

Dentro de esta necesaria política tecnológica, es vital articular de manera inteligente y estable los recursos, capacidades y relaciones de un país de tamaño medio como España, para maximizar los beneficios citados anteriormente, a la par que se cumple con los compromisos internacionales en materia energética.

En España, ALINNE se ha configurado como el foro capaz de realizar una propuesta conjunta de los sectores público y privado que responda a dicha necesidad.

Consciente de lo anterior, el Comité Ejecutivo de ALINNE ha encargado a su Comité Delegado de Estrategia un documento de análisis y recomendaciones sobre las líneas más convenientes de desarrollo de las tecnologías energéticas en España, tanto del lado de la oferta como del lado de la demanda. Este documento parte de la base conformada por un gran número de grupos de investigación y de desarrollo tecnológico del país, con excelente formación, aunque con recursos limitados, económicos, técnicos y humanos, que aconsejan su focalización hacia unas prioridades tecnológicas bien definidas y adaptadas a la realidad e intereses nacionales.

Se considera premisa esencial para este documento el proceder previamente al análisis y generación de un instrumento que, a través de la aplicación de una serie de criterios, que conlleven indicadores cuantitativos y cualitativos, permita evaluar, seleccionar y priorizar estas líneas tecnológicas. Esto debe realizarse en un ejercicio transparente, lo más homogéneo posible, aceptado por la mayoría, basado en información identificada de antemano y disponible, y procesada de forma independiente.

En el presente documento se propone este instrumento, tomando como guía los objetivos definidos por ALINNE, el cual se ha definido a nivel conceptual en una primera etapa, identificando indicadores para cada criterio. A modo de prueba, se ha aplicado el conjunto a dos tecnologías en diferente estado de desarrollo y de disponibilidad de la información necesaria: la tecnología eólica y la tecnología fotovoltaica. El objetivo no era tanto la evaluación de las tecnologías mismas a este nivel sino más bien, probar la capacidad del instrumento para aplicarse y disponer de la información necesaria para ello. Consecuencia de este primer ejercicio se han re-evaluado los indicadores seleccionados tratando de lograr un conjunto homogéneo, aplicable a todas las líneas tecnológicas con las características siguientes:

- simples, fáciles de usar y aceptados por los expertos del sector,
- aplicables a las distintas tecnologías teniendo en cuenta sus características específicas,
- basados en datos fiables y homogéneos para cada tecnología,
- coherentes con los utilizados en estudios sobre indicadores energéticos de la Unión Europea, la IEA y otras instituciones internacionales.

Acompañan a este documento el resultado de la aplicación de los criterios a las tecnologías eólica y fotovoltaica, el resultado del análisis de los indicadores utilizados, una lista de tecnologías energéticas para su utilización en el ejercicio y una recomendación sobre cómo debe ser el proceso de aplicación del instrumento.

2 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La energía es un elemento esencial para el bienestar de los países, al hallarse estrechamente vinculado con la práctica totalidad de las actividades de la sociedad y constituirse en un factor de producción de gran importancia económica, que influye prácticamente en todos los sectores de la economía.

A las inquietudes de seguridad de abastecimiento, dependencia y competitividad del suministro energético se sumó, en los años 90, la preocupación por la sostenibilidad medioambiental, especialmente por los previsibles efectos del calentamiento global producido por los gases de efecto invernadero, entre ellos, y de forma preeminente, por el CO₂ emitido en los procesos de combustión de los recursos fósiles.

El sistema energético actual del planeta está fundamentalmente basado en los recursos energéticos fósiles, que suponen alrededor del 81% de la energía primaria mundial y totalizan unos 9.280 Mtep (datos de 2009 de WEO 2011). Ello, unido al importante aumento previsto de la demanda energética mundial en el próximo cuarto de siglo, principalmente en los países en vías de desarrollo, supone un gran reto medioambiental y un elevado riesgo de dependencia de unos recursos energéticos que, a excepción del carbón, están muy localizados en pocos países, algunos con alta inestabilidad política, y que tienen un horizonte cierto de agotamiento, lo que induce a fuertes inestabilidades en los precios.

El contexto descrito tiene particular importancia en la UE, cuya dependencia energética exterior es del orden del 50%, con previsiones de continuar creciendo en los próximos veinte años, y cobra aún mayor relieve en España con una dependencia exterior en torno al 80%. Esto induce a un déficit en la balanza económica comercial, que es especialmente importante en periodos de crisis.

La preocupación creciente por los efectos del Cambio Climático se ha materializado a nivel mundial con el protocolo de Kyoto y los acuerdos de Copenhague, Cancún y Durban, de manera que hay consenso a nivel mundial para alcanzar el objetivo de un calentamiento máximo de 2°C para el año 2050, lo que conlleva limitar la concentración de gases de efecto invernadero a 450 ppm de CO₂ equivalente.

El sistema energético actual se considera, por lo dicho, insostenible, siendo necesario tomar medidas urgentes para reducir drásticamente la intensidad de emisiones de CO₂ que se producen en la generación y el uso de la energía, para asegurar el suministro de productos energéticos y para disponer de energía a unos costes competitivos. Para ello, dentro del horizonte previsto de dos a cuatro decenas de años, sólo se puede contar con cuatro herramientas, acompañadas, evidentemente, del desarrollo de las necesarias nuevas redes inteligentes y nuevos sistemas de almacenamiento de energía: la eficiencia y ahorro energético, las energías renovables, la captura y almacenamiento de CO₂ y la energía nuclear de fisión. Ninguna de estas herramientas, por diferentes motivos, tiene por sí misma la solución total del problema.

La actual situación de crisis económica ha agudizado muchas de las debilidades que rodean al sector energético. Para superarlas es necesario un cambio del modelo de producción y consumo que dé solución a los impactos de las crisis y potencie las oportunidades que se detecten. El papel de la innovación, en este sentido, es fundamental, ya que permite aprovechar el potencial de crecimiento del progreso científico-técnico para conseguir impactos positivos tales como la creación de nuevas empresas, la mejora de la productividad y de la competitividad, la creación de empleo, la mejora de la calidad de los productos y la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

2.2 VISIÓN INTERNACIONAL

La encrucijada energética a la que se enfrenta la sociedad actual, supone resolver simultáneamente un importante crecimiento de la demanda energética en el próximo cuarto de siglo, principalmente en los países en vías de desarrollo y, a la vez, una reducción muy significativa de la intensidad de carbono en la producción y uso de las diferentes energías. Para resolver esta encrucijada, la generación y el despliegue de las nuevas tecnologías energéticas será un factor crítico. Pero el esfuerzo económico, científico y técnico necesario para conseguir la deseada sociedad de bajas emisiones de CO₂ es de envergadura, porque exige el desarrollo e implantación de un buen número de estas nuevas tecnologías. Este esfuerzo ofrece, por otra parte, grandes oportunidades para aquellos países que consigan ocupar posiciones de liderazgo en el mercado internacional.

La crisis está dificultando la adhesión de los países a un nuevo protocolo que dé continuidad al acuerdo de Kyoto de 1997, e incluso está produciendo la salida de alguno de los países que lo ratificaron en 2007.

El marco energético mundial está experimentando tensiones debidas al accidente de Fukushima, por el que se están reconsiderando los programas nucleares de algunos países, aunque en un país tan relevante como EEUU se ha aprobado recientemente la construcción de dos nuevas centrales nucleares, tras 30 años de ausencia de nuevas construcciones, y en países como Francia, Reino Unido y Finlandia se ha ratificado la intención de continuar con sus planes nucleares. Las reconsideraciones citadas aumentan las dudas sobre la capacidad de cumplimiento de los compromisos de Kyoto.

El acceso a niveles crecientes de energía de los países emergentes se está haciendo a la vez que se producen los cambios en los países avanzados; sincronizar ambas acciones se convierte en una prioridad mundial, pues de nada vale mejorar la eficiencia de las nuevas tecnologías, si el aumento del consumo se lleva a cabo con tecnologías obsoletas.

2.3 LA UNIÓN EUROPEA Y LA SINGULARIDAD DE ESPAÑA

La Unión Europea, consciente del gran reto energético actual, mantiene una posición muy activa y juega un papel relevante en las cumbres internacionales del clima, dictando normas y objetivos vinculantes para sus países miembros, como la conocida Directiva Europea 2009/28/CE y otras relativas a la disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, al almacenamiento geológico de CO₂ y a la eficiencia y ahorro energético (estrategia 20/20/20) las cuales, lógicamente, resultan de obligado cumplimiento para España. Asimismo, ha lanzado el SET-Plan para focalizar las capacidades científicas y técnicas de sus países miembros hacia el desarrollo de las nuevas tecnologías y competir con ventaja frente a EEUU, China y Japón.

Los efectos de la crisis en el sector energético son muy diversos y en cierta forma contradictorios. Así, a corto plazo la reducción de la producción industrial ha repercutido inmediatamente en un menor consumo total de energía, con la consiguiente reducción de emisiones. Esta situación parecería ser favorable para lograr los objetivos 20/20/20, si bien la citada reducción se obtendría por un cambio externo del escenario y no por una mejora real de la intensidad energética de la economía. A su vez, la crisis ha producido ya una reducción en las inversiones en nuevas tecnologías y en la financiación y ejecución de nuevos proyectos de I+D+i, y ello a pesar de ser uno de los motores comúnmente reconocidos para acelerar el crecimiento y la competitividad.

Además de los efectos anteriores, la crisis está produciendo en algunos países la pérdida del tejido industrial en fabricantes de bienes de equipos y del importante tejido tecnológico acumulado en los últimos años, que se pone ahora en peligro de desaparición o ralentización. Para España, además de la pérdida irrecuperable de recursos, amenaza la pérdida de liderazgo en algunas tecnologías energéticas.

Este contexto desfavorable está llevando ya, en el ámbito de la energía, a la necesidad de una reflexión profunda del modelo energético. En estos momentos, se hace patente la necesidad de una aplicación más intensiva, si cabe, de criterios de eficiencia económica que afiancen la viabilidad y competitividad del sistema energético nacional, a la par que garanticen el cumplimiento de los compromisos internacionales de España en los objetivos 20/20/20 y en sus acuerdos globales sobre cambio climático. Complementariamente, y en una política de coste/beneficio en un horizonte probablemente más amplio, deben evaluarse las medidas precisas para evitar una pérdida de oportunidad como país en el desarrollo y venta de tecnología energética, no sólo en el mercado nacional, sino especialmente en el mercado internacional de la tecnología. La crisis no deja de ser un acicate para tratar de poner en valor los desarrollos en los que España es líder fuera del contexto nacional, en los países en los que se está produciendo un claro crecimiento económico, y con ello contribuir a la mejora de la balanza comercial.

La crisis adquiere en España un especial dramatismo, ya que viene acompañada de un elevado desempleo, especialmente en la población joven. La solución a este problema, como al de la crisis económica, deberá pasar necesariamente por un cambio en el modelo productivo, dando lugar, cuanto antes, a una sociedad más basada en el conocimiento, competitiva en un mundo global y con empleos de alto valor añadido. De aquí la mayor trascendencia que tiene para nuestro país la apuesta por el desarrollo tecnológico y la innovación en un sector económico tan prometedor como es el de la energía, con un efecto tractor muy positivo sobre otras industrias.

Resulta curioso observar que España, que ha conseguido ocupar una posición científica congruente, incluso destacada, con su potencial económico en el mundo, mantiene un puesto muy bajo en la carrera mundial de la innovación. Ésta situación debe superarse cuanto antes implementando herramientas que permitan trasladar los logros científicos a desarrollos tecnológicos que lleguen al mercado con mayor eficacia.

La globalización tiene importantes implicaciones en nuestro sistema tecnológico. Por un lado, debido a una cultura de dependencia tecnológica en España, supone una seria amenaza, pues amplía y refuerza la oferta para los compradores habituales. Por otro, ofrece a las empresas la posibilidad de salir al mercado internacional, enriqueciendo su experiencia y la capacitación de su personal. Esta opción es afortunadamente cada vez más frecuente en empresas españolas del sector de la energía, que participan en el mercado exterior con tecnologías propias o ajenas, estableciendo numerosas filiales.

El marco de financiación es primordial para el desarrollo tecnológico. Este marco ha experimentado variaciones a lo largo del tiempo, en función del precio de los recursos fósiles y de la premura por acudir a fuentes alternativas. Actualmente es opinión unánime que para conseguir el nuevo sistema energético con la urgencia requerida, debe incrementarse en cantidades muy importantes el presupuesto de I+D+i dedicado a la energía. La procedencia de estos fondos no es un tema menor, y en él se barajan varias combinaciones público-privadas, sin olvidar el aporte de los usuarios que, por ejemplo, tuvieron en nuestro país una contribución relevante en los fondos del PIE (Programa de Investigación Energético), que formaba parte del PEN (Plan Energético Nacional). También podría ser un adecuado instrumento el direccionamiento de recursos del mercado de emisiones de CO₂ hacia la activación tecnológica energética.

Dentro del marco global cobra gran importancia la coordinación de todos los agentes nacionales, públicos y privados y del sistema ciencia-tecnología-innovación para dirigir los esfuerzos hacia el éxito comercial de las empresas españolas en el extranjero, ofreciendo una imagen positiva de país tecnológico. España, a pesar de los esfuerzos realizados en los últimos años, tiene todavía mucho que aprender sobre esta materia de otros países que saben vender mejor sus tecnologías. En este empeño es importante considerar las ventajas técnicas y culturales que aconsejan dar prioridad a determinadas regiones y tecnologías. Para nuestro país, este sería el caso de Latinoamérica, arco mediterráneo y la UE, sin olvidar mercados emergentes como China e India.

En cuanto a tecnologías, España ha venido trabajando prácticamente en todas las líneas del amplio abanico de las tecnologías energéticas, que son internacionalmente reconocidas por su impacto beneficioso en los objetivos de lucha contra el cambio climático y habría que decir que con notable éxito. Los diferentes programas públicos nacionales y la creciente participación en los programas europeos e internacionales, así como una buena oportunidad interna para el despliegue de las tecnologías que han ido probando su validez, han sido las claves del mismo. Se debe subrayar que se dispone de una buena base para la reflexión sobre los avances conseguidos y el tejido tecnológico que se ha ido creando y que el momento hace especialmente pertinente tal reflexión. Se hace preciso dotar de mayor eficiencia al uso del capital humano, infraestructuras y demás recursos disponibles y optimizar su aplicación de acuerdo con el impacto real positivo que los nuevos retos y desarrollos planteados puedan traer a España, bien por aplicación en nuestro propio territorio, o bien porque sean aplicables de manera realista en el contexto internacional de las regiones ya citadas.

La promoción y apoyo a las nuevas tecnologías energéticas hasta su plenitud comercial, resulta sustancial para conseguir el objetivo de un nuevo sistema energético exento de emisiones de CO₂, seguro y competitivo. Existen diferentes sistemas de incentivación en los países, dependiendo del área tecnológica energética de que se trate. En España se han llevado a cabo bastantes experiencias positivas en diferentes campos, pero también algunas negativas, y ello nos permite disponer en estos momentos de una buena base de lecciones aprendidas. Un aspecto importante a resaltar es la necesidad de establecer, de manera nítida y clara, el proceso ideal que se debe seguir para el desarrollo de las nuevas tecnologías propiamente dicho y lo que implica, a todos los niveles (siendo especialmente relevante en estos momentos, por razones obvias, el económico) el despliegue masivo de las mismas. Sería conveniente para el futuro aclarar entre otras cuestiones, qué se considera madurez en una tecnología específica, cuál es el itinerario que debe seguir para alcanzar dicha madurez, cuáles deben ser los apoyos necesarios en cada momento y el nivel, coste, mecanismos y origen financiero del despliegue requerido hasta su plena madurez comercial, que son aspectos clave a los que hay que dar una respuesta compartida y consensuada.

3 CLAVES PARA UN DESARROLLO EFICIENTE DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS

Las tecnologías energéticas cuentan en general con periodos de maduración tecnológica y comercial más largos que los de otros sectores. Por ello, es necesario disponer de una planificación a medio y largo plazo, que tenga un amplio consenso político para evitar los potenciales vaivenes de los cambios de responsabilidad en el gobierno de la nación.

Las políticas de los gobiernos en innovación y las estrategias que se diseñan en las empresas para abrir nuevos mercados, deben estar en sintonía. De igual forma, es obligada la imbricación de los instrumentos de desarrollo de la innovación, destacando entre ellos los agentes públicos y privados especializados, como son los Centros Tecnológicos, las Plataformas Tecnológicas, OPIS, etc. Todos ellos deben integrarse e implicarse en el diseño de la estrategia tecnológica. Las políticas de gobierno deben asegurar o facilitar la financiación necesaria y los instrumentos oportunos en cada fase del desarrollo tecnológico, impulsando la cadena desde la investigación básica hasta el mercado y facilitando que los resultados se materialicen en beneficios económicos y sociales.

La innovación energética debe abarcar todas las fases del ciclo de la energía: extracción, generación, almacenamiento, transporte, distribución y uso racional, todas ellas importantes para disminuir el riesgo climático, la disminución de los costes de las tecnologías actuales y el desarrollo de soluciones emergentes. Los instrumentos para la implantación de las políticas, programas o iniciativas deben estar plenamente integrados con las actividades de investigación nacionales, pero además, deben tener en cuenta la necesidad de cubrir las fases de desarrollo tecnológico y demostración. Por otra parte, debe considerarse también la necesidad de participar en la red internacional de tecnología e innovación, buscando la excelencia por medio de alianzas, participación en programas y proyectos, etc.

El papel de los gobiernos en la innovación tecnológica en energía requiere actuar en dos aspectos, siempre en colaboración con todos los actores y en particular con la industria: el propiamente tecnológico y el mercado. El reparto de los recursos públicos disponibles entre ambos dependerá de cada tecnología, su estado de desarrollo, grado de madurez y competitividad. Las políticas públicas deben jugar un papel destacado en el apoyo a las tecnologías menos maduras, estimulando el desarrollo de las que están en fase piloto y de demostración inicial. La I+D+i debe ser el paso inicial para la reducción de costes y debe apoyarse en un marco financiero y legislativo adecuado, en el que los actores del sistema puedan planificar y desarrollar sus estrategias de mercado.

La estrategia de innovación en energía debe establecer cuáles son las actuaciones específicas que deben adoptarse para el sector, la financiación, los instrumentos y las medidas de apoyo requeridas; esto tanto para la implantación de las tecnologías como para el desarrollo de la industria de fabricantes de bienes de equipo, que ponen en el mercado los desarrollos tecnológicos.

El proceso para diseñar la estrategia de innovación en energía debe estar definido en el marco de la política nacional y europea de innovación, e incluso más allá, lo cual conlleva, entre otras consideraciones, concretar los siguientes aspectos:

- alineación y coherencia con las prioridades de la Estrategia Nacional de I+D+i;
- financiación adecuada para los objetivos fijados, suficiente y estable en el tiempo;
- enfoque colaborativo entre todos los agentes, incluyendo la industria fabricante de bienes de equipos;
- establecimiento de los mecanismos de transferencia de tecnología y conocimiento en la cadena de Ciencia-Tecnología-Innovación;
- inclusión de mecanismos de evaluación, seguimiento y modificación.

Además, las características específicas del sector hacen que la política de innovación en energía deba ser contemplada como:

- un soporte a la política energética nacional (planificación) y un generador de actividad industrial y de servicios que sea flexible, revisable y adaptable a los nuevos escenarios que puedan ir surgiendo;

- un marco de colaboración para el desarrollo de proyectos conjuntos industria-centros de investigación en tecnologías pre-competitivas y demostrativas;
- un conjunto de actuaciones definidas en objetivos cuantificables;
- un conjunto de actuaciones a coordinar con las acciones del SET-Plan, (objetivos, iniciativas industriales);
- una cooperación internacional para alcanzar desarrollos tecnológicos conjuntos a través de diversos instrumentos de colaboración.

Para el diseño y materialización de la estrategia de innovación en energía, existen diferentes métodos, modelos y herramientas que permiten establecer análisis comparativos sobre distintas tecnologías, en diferentes horizontes temporales, y con grados de maduración muy diferentes según los escenarios futuros. La comparación y posterior priorización de las tecnologías, en función de diferentes indicadores de progreso, permitirá seleccionar aquellas que deben ser impulsadas para lograr eficacia y eficiencia en el posterior desarrollo industrial y de mercado. Para decidir cuáles son las tecnologías que formarán este paquete seleccionado, debe tenerse como punto de partida la planificación energética, indicativa o vinculante, que se establezca desde el gobierno (si esto es relevante para el crecimiento de las tecnologías, ya que la vertiente exportación puede ser más importante que la implantación nacional) y, a partir de ella, construir una visión tecnológica del sector que permita poder identificar oportunidades basadas en las capacidades científicas y tecnológicas existentes, y en el posible adyacente (aquellas que pueden alcanzarse de manera realista a partir de las anteriores).

En suma, debe apostarse por desarrollar tecnologías energéticas propias, en general a través de colaboraciones (alianzas, consorcios, agrupaciones, etc.) que presenten ventajas diferenciales competitivas que permitan su desarrollo con éxito en los mercados, que en muchos casos serán posiblemente mercados exteriores; que se integren en el marco de otras políticas como la energética o la industrial, y especialmente en la científica; que los criterios de priorización se basen en potenciar la eficacia y eficiencia de los recursos disponibles y especialmente en el mérito, dejando espacio suficiente para la entrada de nuevos grupos; diseñadas con criterios de flexibilidad, con instrumentos de seguimiento; y por último, todo ello en escenarios macroeconómicos y energéticos basados en la sostenibilidad, esto es: en el uso de las tecnologías bajas en carbono y potenciando el uso de los recursos disponibles. La apuesta por dar respuesta a la demanda que se desprende de los nuevos escenarios requiere en todos los casos una intensificación de las actividades de I+D+i y la conformación de una industria potente que permita implantarla.

4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS

Los criterios que se desarrollan a continuación servirán a modo de guía para, del abanico de tecnologías energéticas existentes, priorizar aquellas que deban apoyarse a lo largo del tiempo en nuestro país, y dentro de éstas, aquellos desarrollos que aporten un importante potencial industrial. De esa forma, la aplicación de los criterios permitirá diseñar una estrategia tecnológica energética nacional, a corto, medio y largo plazo, incluyendo las hojas de ruta correspondientes, objetivos medibles, y una cartera de actuaciones a realizar. La estrategia incluirá, igualmente, una serie de indicadores cualitativos y cuantitativos y metodología a aplicar, que permitan monitorizar y evaluar los niveles y velocidad de los avances alcanzados. En este sentido, la estrategia debe ser flexible para adaptarse a los cambiantes escenarios que introduce la dinámica general.

Además, la metodología que se siga para la selección de las tecnologías debe ser capaz de:

- Hacer posible distinguir claramente una tecnología clave de otra que no lo sea.
- Proporcionar resultados reproducibles.
- Permitir identificar áreas de I+D+i estratégicas para ser objeto de actuaciones concretas.

En relación a los análisis que se realicen para cada tecnología a medio y largo plazo, será necesario tomar en consideración escenarios energéticos realistas consistentes con los planes nacionales de energía e innovación, con base en la prospectiva tecnológica, y con las más fiables previsiones de los cambios socio-económicos; de forma que pueda accederse a una visión real y general del estado del proceso tecnológico. En particular, deberán tenerse en cuenta, para cada tecnología, las tendencias de inversiones llevadas a

cabo a nivel mundial y, en especial las de los posibles competidores, lo cual permitirá confirmar parcialmente la adecuada selección de tecnologías prioritarias.

Así mismo, cada tecnología será analizada y evaluada teniendo en cuenta los objetivos pretendidos con su desarrollo, los sistemas de gestión a utilizar, la disponibilidad de recursos humanos, financieros y de infraestructuras de I+D+i necesarios en todas las diferentes etapas y muy particularmente en la necesaria etapa de demostración y en la fase de industrialización para su implantación en los mercados.

Igualmente, será necesario analizar para cada tecnología las características de la misma y los beneficios que debe proporcionar el apoyarla, globalmente y en sus diferentes etapas y productos, resaltando expresamente las ventajas comparativas que pueden obtenerse en relación a otras alternativas. Estos análisis deben valorar el potencial del mercado nacional e internacional, su capacidad de afrontar los objetivos energéticos y medioambientales y su contribución a la competitividad del país en su vertiente industrial y de creación de empleo, así como considerar los aspectos de liderazgo tecnológico dentro de las capacidades existentes y de los medios necesarios para su desarrollo.

No es fácil acertar sobre el futuro desarrollo tecnológico, dependiente de parámetros técnicos, económicos y sociales de difícil predicción. Tenemos algunos ejemplos emblemáticos de fracaso, entre los que puede citarse la iniciativa del Presidente Bush, a finales de los 90, para lanzar la sociedad del hidrógeno, que no está cumpliendo las expectativas esperadas. Por ello, la revisión periódica del entorno, de la evolución pasada y de las nuevas visiones internacionales es fundamental.

En consonancia con lo dicho anteriormente, se podrían definir dos grandes grupos de criterios asociados a su atractivo o importancia y posición:

Atractivo o importancia:

Incluye parámetros y criterios relacionados con la relevancia de la tecnología para el sector como:

- beneficios económicos y sociales;
- oportunidades científicas y tecnológicas;
- contribución a la obtención de objetivos energéticos y medioambientales.

Esta dimensión incluye variables sobre las que no se tiene control o están sujetas a incertidumbre, como son crecimiento del mercado, reducción de costes, mejoras de calidad, adaptación a nuevas normativas, potencial para generar nuevos productos, gastos de I+D+i necesarios, evolución de la tecnología o competidores.

Posición:

Los criterios de este grupo están relacionados con la viabilidad o probabilidad de llevarse a cabo con éxito el desarrollo buscado, definiendo la posición competitiva para su desarrollo, en función de las ventajas existentes para acometerlo. Responde a un análisis de debilidades y fortalezas del sistema como serían:

- capacidades científicas y tecnológicas;
- potencial tecnológico y de investigación y capacidades necesarias de infraestructuras de I+D+i, de homologación, certificación y comercialización;
- potencial existente para absorber los beneficios económicos y sociales;
- credibilidad de su hoja de ruta;
- disponibilidad de instrumentos y recursos financieros;
- distancia tecnológica, que puede crearse con eventuales competidores a nivel internacional y fortaleza de las salvaguardas, que les impidan privarnos de nuestra ventaja en periodos de tiempo menores que los de la amortización tecnológica, financiera y social de los desarrollos que se planteen.

Estos criterios dependerán de una serie de variables asociadas al dominio sobre la tecnología y factores de éxito tales como participación relevante en el mercado, costes, calidad del producto o servicio, fortalezas y debilidades, nivel tecnológico y capacidad de I+D+i.

Aún considerando la necesidad de analizar la coherencia de la estrategia tecnológica con otras políticas como la industrial y energética, es necesario resaltar que las oportunidades generadas con el desarrollo en tecnología energética tienen en sí mismas un importante valor en los mercados; por lo que deberán señalarse criterios específicos que valoren la activación de ese potencial.

En la aplicación de los criterios surgirá normalmente el problema de cómo desagregar las tecnologías, lo que no siempre es factible, por lo que deberá adoptarse un nivel de agrupación que evite inconsistencias, evite ambigüedades y permita crear grupos homogéneos. De esta forma cada grupo elegido abarcará tecnologías con caracteres comunes, que permitan definir los instrumentos de análisis requeridos. A su vez, de esta forma se podrán comparar resultados procedentes de estudios diferentes, en función de su cobertura, las definiciones adoptadas y su metodología.

El horizonte temporal es otro de los factores a tener en cuenta en la valoración de los indicadores de los criterios. Como referencia para la evaluación del contexto general en el medio y largo plazo, se propone utilizar el "World Energy Outlook" de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), el "International Energy Outlook", publicado por la US Energy Information Administration, el "Statistical Review" de British Petroleum y los documentos de prospectiva tecnológica de la UE. Para las energías renovables, se pueden tener en cuenta también estudios del "National Renewable Laboratory" de EE.UU., así como las publicaciones de IRENA.

A continuación y de forma más precisa, se describen por orden de importancia los criterios que deben conformar el proceso de análisis y selección de las líneas tecnológicas, teniendo presente que el objetivo final del proceso de análisis es alcanzar valoraciones comparables entre ellas que permitan aproximarse a la priorización.

ECONOMÍA Y EMPLEO (Criterio 1):

El establecimiento para el país de una política de tecnología energética debe priorizarse en base a los beneficios potenciales que induzca sobre la economía y el empleo (incluyendo todos los campos: el científico, el industrial, etc.), considerando no sólo el mercado interior del país, sino muy en particular las oportunidades que ofrece el mercado global, así como su capacidad de afrontar los retos que imponga la sociedad y la situación energética del momento, en que puedan trasladarse las tecnologías al mercado (hoy en día estos requisitos son: la seguridad de aprovisionamiento, la sostenibilidad y la competitividad), ya que en caso contrario, las propias políticas energéticas pueden separarlas del mismo.

Este criterio debe tener en cuenta las capacidades industriales que tiene y desarrolla el sistema de innovación español para cada tecnología¹, tanto en el tramo de I+D+i, como en la capacidad empresarial para afrontar y absorber su desarrollo. Las capacidades industriales del país en el momento, su predicción de crecimiento en el tiempo o la necesidad de creación de nuevas capacidades industriales, en línea para aprovechar los potenciales desarrollos tecnológicos, deben analizarse e identificarse en aquellos aspectos a desarrollar por la política industrial u otras en apoyo a este proceso. Finalmente, es necesario explorar las características peculiares y específicas del país, que aconsejen avanzar en determinadas tecnologías por diferentes razones.

A continuación, se relacionan los aspectos más específicos a considerar en esa valoración de las capacidades de inducir efectos beneficiosos en la economía y en el empleo a corto y medio plazo. En este sentido, la cuantificación del efecto multiplicador de las inversiones, públicas y privadas, en innovación medido en términos económicos, de retornos, de activación de nuevos tejidos industriales, de incremento y mejora del empleo, etc., es un indicador muy potente para su uso como instrumento de priorización. Así, se plantean los siguientes subcriterios:

- **Impacto económico**, en relación a la contribución actual y prevista sobre la economía española, (% PIB) de la misma en los sectores innovativo, industrial y de servicios.

¹ En este criterio se incluye una valoración en términos de eficiencia basada en tomar en consideración el esfuerzo histórico (acumulativo) de innovación que haya podido llevar a cabo nuestro país para avanzar en una determinada dirección y el coste de oportunidad o de pérdida de tejido que pueda conllevar una determinada acción.

- **Mejora de la balanza de pagos**, considerando todos los efectos que la tecnología pueda tener en esta cuenta. Por un lado las importaciones de combustibles fósiles que evite; pero también la influencia en los costes de la energía que favorezcan o dificulten la exportación de la industria nacional.
- **Creación de empleo**, referido a la capacidad de creación de empleo en la generación y en la implantación de la tecnología; tratando de cualificar (valor añadido) y cuantificar qué tipo de empleo se puede promocionar.
- **Mejora de las cuentas públicas**, identificando la creación de ingresos fiscales o reducción de gastos de las Administraciones Públicas.
- **Efecto sobre la competitividad empresarial**, referido a una reducción de costes en el sector empresarial, mejoras en la competitividad de nuestras empresas en el exterior, con aumento de las exportaciones o sustitución de importaciones.
- **Valoración actual y prospectiva** del desarrollo global de la tecnología¹.
- **Contribución a la eficiencia del sistema energético en los mercados potenciales para su aplicación y al ahorro en la factura energética final**², valorando el aumento de la capacidad de ahorro para el usuario final, reducción de costes al sector privado incluyendo usuarios dispersos.
- **Efectos económicos de las mejoras medioambientales**, analizando para cada tecnología las diferentes intensidades de mejora sobre los impactos.
- **Distribución de la riqueza**. Con este criterio se pretende valorar el grado de concentración del mercado, valorando el mercado cubierto por las diez primeras empresas, así como el grado de dispersión del empleo en ámbitos rurales, industriales, etc.

El indicador de “Contribución a la eficiencia del sistema energético y al ahorro en la factura final” es aplicable a las tecnologías que favorecen al ahorro energético, bien porque tienen un mayor rendimiento en la conversión de la energía, bien porque evitan pérdidas de transporte o porque conllevan una mayor eficiencia de manera integral respecto a la solución establecida de referencia. Ejemplos pueden ser, el desarrollo de nuevos materiales que eleven aún más el rendimiento termodinámico en nuevas centrales; la energía distribuida, que evita pérdidas de transporte de energía eléctrica; las bombas de calor que tienen alta eficiencia; etc.

En cualquier caso, el balance que debe establecerse es un balance en términos económicos de mejora en la factura de energía hacia el usuario final, como índice que indica que se progresa hacia un sistema más competitivo y económico. Este balance debe incluir todos los elementos económicos del sistema, desde el coste intrínseco del recurso (incluidos lucros cesantes imputables en unidades existentes de larga vida de utilización), hasta el coste de ponerlo a disposición del usuario final y el coste, en su caso, de las externalidades ambientales (fundamentalmente, el coste evitado de CO₂ asociado a la unidad de energía).

CAPACIDADES EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (Criterio 2):

Un criterio esencial para la valoración de las tecnologías energéticas a priorizar se refiere a analizar la existencia o no de grupos de investigación de excelencia en áreas de ciencia básica o aplicada, y de grupos empresariales con la cultura y estructura organizativa necesaria para captar e integrar nuevo conocimiento, en un plazo razonable de tiempo, y con capacidad para realizar su implantación y despliegue en los mercados a precios razonablemente competitivos.

Este criterio debe permitir elucidar además, si los resultados de la investigación a realizar por los grupos de investigación constituirán un avance relevante sobre las tecnologías existentes, de modo que su aplicación dote de una ventaja competitiva a las empresas que lo incorporen a su ciclo productivo. Debe tenerse en cuenta si la investigación puede llegar o ya está en un punto de maduración adecuado, ya que no sólo se

² En este apartado, no se debería hacer referencia al ahorro en términos de importación de Teps, sino, por tratarse de un criterio económico, al ahorro en la factura final como índice que indica que el sistema en su conjunto camina hacia una energía más competitiva. Así se logra una orientación más ecuánime y objetiva, ya que se deberá incluir el balance real en términos de coste de la energía del escenario que se plantee contra el escenario base.

trata de que sea relevante, sino también de que esté en un estado que permita su transferencia al sector productivo, valorándose su capacidad para transferir esos conocimientos a las empresas.

En base a estas ideas, la excelencia de los grupos de investigación se valorará teniendo en cuenta los siguientes subcriterios:

- **Excelencia científica**, medida por su contribución al avance de la frontera del conocimiento. Se utilizarán los criterios científicos al uso.
- **Capacidad de Transferencia Tecnológica**, valorada por la intensidad de su interacción con centros tecnológicos y empresas, y en particular el alineamiento de los grupos de investigación españoles que en la actualidad dedican sus esfuerzos a estos temas, con los intereses de las empresas, potenciales o presentes, usuarias de este conocimiento.

Excelencia Científica

Se medirá a través de los indicadores utilizados habitualmente en las evaluaciones científicas a nivel individual, extendiéndolos al conjunto de investigadores que pertenezcan a instituciones nacionales de I+D+i en cada una de las Áreas:

- Número de publicaciones en revistas situadas en el primer cuartil de la especialidad de acuerdo con las bases de datos del SCI o Scopus.
- Financiación obtenida a través de proyectos de investigación en convocatorias competitivas financiados por los Planes Nacionales.
- Financiación obtenida a través de proyectos de investigación en convocatorias competitivas financiados por organismos internacionales.

Capacidad de Transferencia Tecnológica

Mediante este subcriterio se trata de evaluar la fortaleza de la interacción de los centros de I+D+i con las empresas, y el valor añadido que ello genera o puede generar. Esta fortaleza será mayor cuanto mayor sea la de cada uno de los agentes implicados. Por ello la capacidad de transferencia debe evaluarse desde una triple perspectiva:

- El esfuerzo en la inversión del sector privado;
- El esfuerzo de inversión en el sector público, del que se financian mayoritariamente los centros de I+D+i;
- Los flujos de financiación de la I+D+i entre ambos sectores.

En particular, es importante analizar la existencia o no de agentes con capacidad para la industrialización y comercialización.

Otro aspecto de capital importancia es la situación comparativa de la propiedad intelectual española, basada en patentes, con la internacional, ya que ello nos da información de las tendencias que están siguiendo otros países y la situación de España en el contexto internacional.

De acuerdo con lo expuesto se proponen los siguientes **indicadores** para la evaluación de este aspecto del criterio:

- Financiación pública destinada a la I+D+i de la empresa privada.
- Financiación pública destinada a la I+D+i de los centros públicos.
- Financiación privada de la I+D+i (Recursos de la propia empresa).
- Número de alianzas estratégicas entre empresas y centros de I+D+i.
- Financiación transferida desde las empresas a los centros de I+D+i.
- Benchmarking internacional de la propiedad intelectual.

Este criterio debe analizarse en diferentes estratos: en un primer análisis a nivel país, considerando tanto las capacidades públicas como las privadas; si la respuesta no fuera afirmativa, debe analizarse la capacidad incluyendo países con fuerte potencial de colaboración, de tal forma que el conjunto de países participantes

ofrezca garantías de cumplir con este requisito. Debe anotarse que, en la actualidad, los procesos de innovación cada vez son más abiertos y por ello deben basarse en alianzas y en la aplicación de diversos instrumentos de colaboración.

Estos dos subcriterios deben aplicarse con distinto horizonte temporal. A corto y medio plazo, habría que poner el énfasis en las capacidades de transferencia tecnológica, mientras que la excelencia científica y la investigación básica serán determinantes a largo plazo.

Hay que hacer notar que, desde el punto de vista del desarrollo social, es preferible disponer en nuestro país de empresas con capacidad para asimilar los resultados de la investigación de grupos de otros países que lo contrario, esto es, disponer de grupos de investigación punteros, que se vean avocados a transferir sus resultados a empresas instaladas en otros países.

POSICIONAMIENTO TECNOLÓGICO (Criterio 3):

En relación con el desarrollo de nuevas tecnologías, debe analizarse la posición tecnológica española actual y las posibilidades futuras dentro de un contexto global, adoptando, según los casos, posiciones de liderazgo, de seguimiento o de dependencia. De aquí que sea importante identificar y valorar los aspectos siguientes:

- Conveniencia o necesidad estratégica de disponer o de acceder a la tecnología dentro del país.
- Capacidad para mejorar nuestra posición tecnológica en el medio y largo plazo.
- Efecto de estimulación sobre otros campos tecnológicos y las sinergias inducidas con ellos.

Lejos de posiciones del pasado, en las que se minusvaloraba el factor de desarrollo tecnológico nacional, considerando la tecnología una “commodity” que se adquiriría en el mercado internacional, España ha ido mejorando en los últimos años esta actitud, ocupando algunas posiciones de liderazgo tecnológico en algunos campos energéticos. Se trata de continuar potenciando este camino, aprovechando las ventajas y puntos fuertes en cada tecnología.

Los subcriterios a tener en cuenta deben valorar el grado de madurez de la tecnología y la velocidad de aprendizaje, estimándose la fecha en que se prevé alcanzar plena competitividad. Debe, asimismo, identificar la posición de España en el desarrollo tecnológico y en el mercado internacional, valorando su estado en la carrera de la innovación.

Los indicadores, en cada uno de los subcriterios, deben incluir las siguientes consideraciones:

- **Grado de madurez** de la tecnología a nivel global y nacional, índice de reducción de costes en función de la capacidad instalada y previsión de entrada en competencia sin incentivos específicas.
- **Posición tecnológica de España**, valorada en términos de la posición de nuestro país en el sistema de innovación mundial, caracterizándola por el nivel de liderazgo o seguimiento de la tecnología actual y previsible y/o deseable en el futuro. Se incluirá un indicador relacionado con el número y calidad de las patentes de empresas e instituciones españolas en el contexto global.
- **Atractivo económico**, mediante el “Atractiveness Index” de España en el contexto mundial, su evolución en los últimos años y su previsible o deseable evolución.

CAPACIDADES DE INFRAESTRUCTURAS DE I+D+i, DE HOMOLOGACIÓN, CERTIFICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN (Criterio 4):

En relación a la necesidad de desarrollar el conocimiento, realizar los ensayos necesarios y homologar y certificar los productos derivados de la innovación antes de su comercialización, debe valorarse la existencia y disponibilidad de infraestructuras de I+D+i, demostración y certificación dentro del país, para conseguir el objetivo de alcanzar la madurez de la etapa de desarrollo que no concluye hasta su implantación en el mercado, bien en los procesos, bien en los productos, y si éstas fueran insuficientes, debe valorarse las inversiones necesarias para la implantación de instalaciones nuevas, incluidos sus riesgos y consecuencias; en caso contrario, deben valorarse los costes económicos y los efectos de dependencia que se deriven al acudir al uso de infraestructuras exteriores, en colaboración con otros agentes.

En este sentido, la necesidad de acudir a colaboraciones internacionales debe considerarse de entrada como un aspecto positivo, aún requiriendo un análisis de los riesgos y defensa adecuada del conocimiento.

CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ENERGÉTICOS Y MEDIOAMBIENTALES (Criterio 5):

Los análisis de las tecnologías deben incluir una evaluación sobre la capacidad de éstas para conseguir determinados objetivos energéticos y medioambientales, diferenciando entre lo que potencialmente ofrece la nueva tecnología por sí misma en mercados exteriores y lo que ofrece ésta para el mercado nacional y para la consecución de los objetivos señalados a nivel europeo, por lo que deberían analizarse los siguientes aspectos:

- Contribución a la estabilidad en el aseguramiento del recurso energético raíz necesario, previsto a nivel nacional, si eso es relevante,³ o en los mercados donde puede aplicarse la tecnología dada.
- Autonomía energética y tecnológica que puede proporcionar la tecnología o sus productos y procesos, y valorarse en el corto, medio y largo plazo.
- Reducción del impacto medioambiental, en todos sus aspectos, que producirá la implantación de una determinada tecnología, en valores medibles.
- Potencial de desarrollo de la tecnología respecto a la vulnerabilidad estratégica o influencia exterior.
- Análisis de las disponibilidades nacionales e internacionales del recurso energético y del potencial de aumento sobre la seguridad de aprovisionamiento a corto, medio y largo plazo.
- Alineación con las iniciativas de la UE y capacidad de cumplir objetivos españoles y comunitarios, en relación a la diversificación de fuentes energéticas y a la mejora de la intensidad energética.

Como indicadores a considerar se citan:

- Reducción de la dependencia exterior energética en áreas geoestratégicas inestables (importaciones evitadas provenientes desde dichas áreas en Teps/año)⁴
- Reducción de la dependencia exterior energética global (importaciones evitadas en Teps/año)
- Reducción de emisiones de CO₂ (ton CO₂/año)⁵
- Consecución de objetivos en renovables (% sobre el objetivo especificado).

En el caso de mercados exteriores, este criterio apoyará y ayudará a tener una ventaja comercial frente a otros.

³ Se plantea como objetivo energético que debe estar siempre presente.

⁴ Es preciso separar muy bien los riesgos de suministro en función de la naturaleza de cada tipo de energía fósil, sus orígenes y sus mercados. Sí parece que una buena opción estratégica (y como tal a medio, largo plazo) ir propiciando tecnologías que supongan un deslizamiento energético hacia mercados más estables.

⁵ Este tipo de ahorro es un criterio económico que, en principio, debe considerarse englobado en el Criterio 1, con la nueva redacción propuesta en relación con la factura final de energía y la eficiencia del sistema energético.

COHERENCIA TECNOLÓGICA (Criterio 6):

La situación actual está enmarcada por una escasez de recursos para fomentar la innovación y una creciente necesidad de aumentar nuestra competitividad como país. Desde el ámbito energético, para poder actuar de forma eficiente y exitosa en estas condiciones de contorno, la anticipación a los cambios resulta clave, por lo que una adecuada planificación estratégica permite estar preparados y posicionados. Todas las tecnologías energéticas presentes en el mercado nacional deben contar por tanto con una hoja de ruta propia en la que se exponga claramente el proceso de su desarrollo en sus diferentes etapas, incluyendo la etapa de penetración en el mercado, identificando aquellos desarrollos específicos de interés particular que puedan ser objeto de priorización para España, dentro de las respectivas hojas de ruta generales europeas (deben estar ajustadas tanto a las condiciones externas, europeas, como a las internas, nacionales y particulares. De esta forma podría coordinarse adecuadamente el desarrollo de varias tecnologías prioritarias a la vez. El objetivo del criterio 6 es precisamente el análisis de la coherencia de la hoja de ruta específica de una tecnología energética en particular. Las necesidades para la consecución de sus objetivos a lo largo del tiempo se detallarán en el criterio 7.

Las hojas de ruta tecnológicas de las tecnologías energéticas serán instrumentos que proporcionarán información relevante para tomar determinadas decisiones, permitiendo localizar tanto aspectos tecnológicos críticos como carencias tecnológicas. Las mismas deben identificar para cada tecnología energética qué es lo que se quiere hacer en los distintos ámbitos que cubre dicha tecnología, argumentando por qué.

La hoja de ruta tecnológica correspondiente permitirá identificar a los agentes que tienen capacidad para desarrollar líneas tecnológicas concretas, tecnologías y componentes críticos, hitos a cumplir, necesidades de infraestructura de I+D+i, así como de instrumentos y la financiación estimada necesaria de apoyo al proceso, con atención especial en aquellas infraestructuras necesarias cuando la tecnología se acerque al mercado, considerando como tales, entre otras, la promoción de plantas de demostración y la existencia de infraestructuras de certificación.

Dentro de la hoja tecnológica general de una determinada tecnología energética, el proceso de penetración de las tecnologías en el mercado debe tener su tratamiento y análisis concreto. Igualmente, es esencial evaluar y analizar la capacidad de gestión y seguimiento para los programas y proyectos propuestos en las hojas de ruta tecnológicas. En especial, debe analizarse de forma global la capacidad de éxito del proceso de desarrollo de esa tecnología en particular, incluyendo el potencial de fallo del proceso innovativo por motivos sociales o medioambientales y si se han puesto los medios para evitarlo y con qué nivel de riesgo.

En consecuencia, las hojas de rutas de las tecnologías energéticas existentes en España deberían ser coherentes con su hoja de ruta correspondiente europea (si esta existe), ofreciendo la siguiente información:

- Situación actual (posicionamiento dentro de las distintas cadenas de valor, determinación de distancias tecnológicas, identificación de las partes interesadas: tipología de empresas -fabricantes, etc., de las infraestructuras).
- Futuro deseado (identificar los objetivos a los que se quiere llegar en particular identificando sub-tecnologías críticas o componentes esenciales u otros aspectos que pueden generar una posición favorable en el mercado).
- Barreras tecnológicas y de otros tipos (identificación de las necesidades de todo tipo para la consecución de sus objetivos finales, retos tecnológicos y otros).
- Soluciones (forma de superar las barreras/retos y alcanzar los objetivos).
- Necesidades de todo tipo para la consecución de los objetivos específicos identificados, tales como instrumentos, existentes o nuevos, financiación global y necesidades de infraestructuras de I+D+i, en particular aquellas infraestructuras necesarias cuando la tecnología se acerque al mercado, considerando como tales, entre otras, la promoción de plantas de demostración y la existencia de infraestructuras de certificación (este aspecto se va a tratar en detalle en el criterio 7).
- Un análisis del estimado proceso de penetración de la tecnología en el mercado incluyendo la evaluación de los riesgos del potencial de fallo del proceso innovativo por motivos sociales o medioambientales.

DISPONIBILIDAD DE INSTRUMENTOS Y RECURSOS FINANCIEROS (Criterio 7):

La Financiación Pública para I+D+i en España engloba los recursos financieros que las Administraciones Públicas -central y autonómicas- destinan a las actividades de promoción y fomento de la I+D+i, los cuales proceden de partidas contenidas en sus respectivos presupuestos. Además de los instrumentos nacionales, existen instrumentos de financiación europeos e internacionales. La UE financia proyectos de I+D+i en los que participan conjuntamente universidades, centros de investigación, pequeñas y grandes empresas y entidades de la Administración pública de toda Europa; cuyo objeto es concretar el esfuerzo en áreas clave donde se genere un mayor valor añadido a nivel Comunitario.

Resulta clave conocer en detalle los numerosos y variados instrumentos de financiación que están a disposición del sector ciencia-tecnología-innovación español tanto a nivel nacional como internacional, principalmente europeo. Las características de cada uno, su gobernanza, los recursos con los que cuentan - entre otras cuestiones- son estratégicos para clasificar los mismos en cuanto a idoneidad para financiar las distintas fases tecnológicas y los distintos agentes que intervienen en el proceso innovativo de las diversas tecnologías energéticas. En cuanto a la financiación nacional de la I+D+i, dada la situación actual, enmarcada por una importante restricción de la financiación de la I+D+i, y con objeto de optimizar al máximo la que haya disponible, debe analizarse la capacidad del sistema español de financiación de la I+D+i para soportar y proporcionar apoyo al proceso de desarrollo de las tecnologías energéticas en el presente y a lo largo del tiempo, considerando el tipo de instrumentos y fuentes de financiación y de incentivación pública necesarios para cada tecnología.

En particular, en este ejercicio va a resultar clave la evaluación de la factibilidad e idoneidad de los instrumentos⁶ a utilizar en el proceso de desarrollo final y la penetración de las tecnologías en el mercado, puesto que una transferencia de la I+D+i al mercado es crucial para permitir una verdadera evolución en la curva de aprendizaje de las tecnologías. Asimismo resulta estratégica la evaluación de la disponibilidad de los instrumentos idóneos para apoyar a la I+D+i, incluyendo una evaluación sobre la estabilidad de los mismos.

En concreto en este ejercicio deben identificarse qué valores de apoyo financiero son subcríticos para cada tecnología energética en el tiempo y, en caso de necesidad, se debe proponer la creación de nuevos instrumentos nacionales de financiación de la I+D+i, la identificación de los mismos, así como su coste de generación y los riesgos que conllevaría la no disposición de éstos a lo largo del proceso de evolución de la tecnología.

En la valoración del apoyo a aplicar a una línea tecnológica determinada se debe sopesar la capacidad de mantener a lo largo del tiempo el apoyo a esa tecnología (aspecto que resulta clave para la toma de decisiones por parte de los 'agentes financiadores'), así como contraponer el coste del apoyo en el tiempo frente al coste del "no apoyo" considerado y valorar los aspectos derivados correspondientes.

En lo que respecta a la financiación privada de la I+D+i, la participación empresarial en la financiación del gasto total en I+D+i, es claramente inferior en España respecto a otros países europeos. Resulta clave por tanto, analizar los instrumentos de colaboración público-privada que fomenten la participación de la financiación privada destinada a la realización de actividades conjuntamente con agentes públicos de I+D+i (universidades, OPI's, etc.). Asimismo deben identificarse medidas que favorezcan el acceso a las líneas de financiación bancaria así como otros instrumentos de empresas innovadoras y especialmente de las empresas de base tecnológica en el ámbito de las tecnologías energéticas. Por último habría que valorar los aspectos necesarios para la creación de un entorno favorable al desarrollo del capital-riesgo, tanto nacional como internacional, y tanto público como privado, así como el acceso de las empresas innovadoras en el ámbito energético a dichos fondos.

En resumen, en este criterio se intenta analizar, para cada línea tecnológica, los instrumentos público-privados (existentes o nuevos) de soporte al proceso de creación del conocimiento que esa línea considera necesarios para la consecución de sus objetivos, así como la financiación público-privada que resultará necesaria a lo largo del tiempo hasta su penetración en los mercados. A su vez permitirá identificar que

⁶ El proceso de implantación, en muchos casos, pasa por la etapa de demostración que permite ensayar y avanzar en componentes y sistemas en dimensiones muy cercanas a las plantas o sistemas comerciales, ajustando parámetros para su comercialización final.

desarrollos en otras políticas serían deseables (política industrial, políticas activas, de compra tecnológica u otras) para conseguir la materialización de los productos o servicios. Esto permitirá, mas tarde, analizar el conjunto de necesidades para todas las líneas tecnológicas, tanto de instrumentos como de financiación global, y valorar si habrá disponibilidad para afrontarlas a nivel país y así identificar prioridades potenciales realistas.

5. LA POLÍTICA TECNOLÓGICA ENERGÉTICA

A esta propuesta al comité ejecutivo acompaña una recomendación sobre el proceso de aplicación del instrumento para su discusión detallada. Cualquiera que sea el caso, una vez sopesadas cada una de las líneas tecnológicas a la luz de estos criterios, y a la vista del conjunto de las hojas de ruta resultantes, se considera se debe proceder a un análisis realista de los medios globales que pueden estar disponibles a lo largo del tiempo, así como de la necesaria contribución potencial de las diferentes políticas (industrial, económica, de empleo, científica, etc.) que acompañan el proceso de la innovación a lo largo del tiempo. Se deben de identificar, así mismo, otras tecnologías horizontales necesarias para el soporte de estas hojas de ruta o con potencial para soportarlas: TIC, materiales, etc. que deben incluirse en las líneas a soportar si así se justifica. Con esta información se puede pasar a definir en su conjunto, las líneas tecnológicas prioritarias en el área energética, en forma de cartera de áreas a apoyar y/o productos a generar en el tiempo. Es esencial que todo el proceso de análisis tenga a los actores principales involucrados e informados para que pueda contarse, de la forma más extensa posible, con un consenso y apoyo a las conclusiones.

Como se ha expresado anteriormente, decidida una política tecnológica, debe marcarse una estrategia, táctica y operativa que apoye en todos los frentes y de forma coordinada las tecnologías priorizadas, incluyendo las políticas de investigación e innovación, las políticas industriales y las políticas de regulación y promoción. Acompañando a esta estrategia se deben de generar los instrumentos de monitorización y evaluación de los avances, que se deben de evaluar en base a objetivos medibles, a corto, medio y largo plazo, con una definición clara a priori de cuál, cuándo y cómo va ser el método de evaluación.

Esta información en su conjunto debe difundirse a todos los potenciales interesados, sin olvidar la dimensión internacional y el impacto positivo para el buen nombre de la marca España.