

LAS ENERGÍAS RENOVABLES, FACTOR DE DESARROLLO EN ANDALUCÍA

Ricardo Marqués
Sevilla 11-IV-1994

Andalucía es una de las regiones europeas con mayor potencialidad para el desarrollo de las energías renovables y, al mismo tiempo, la región europea con menor grado de autoabastecimiento energético. Asimismo, Andalucía es la región europea con mayor tasa de desempleo, encontrándose inmersa en el momento presente en una aguda crisis industrial con especial incidencia en el sector del metal, muchas de cuyas empresas más emblemáticas se hallan al borde de la desaparición. En este contexto resulta oportuno formular un Plan de Energías Renovables desde el enfoque del desarrollo sostenible, que combine la necesaria apuesta por una transición del sistema energético hacia un contexto renovable (es decir sustentable), con la propuesta de un nuevo modelo de desarrollo industrial ecológicamente sostenible.

El presente trabajo fue redactado originalmente en el marco del proceso de elaboración programática de *Izquierda Unida Los Verdes-Convocatoria por Andalucía*, de cara a las elecciones autonómicas del 12 de junio de 1994. Como resultado, y tras su discusión, las principales propuestas en él con-

tenidas fueron incorporadas al Programa. La convergencia entre *Los Verdes de Andalucía e Izquierda Unida — Convocatoria por Andalucía* es uno de los procesos políticos que más tinta ha hecho correr en los últimos meses entre aquellos y aquellas que nos preocupamos por la ecología política en el Estado Español. De ese modo, la publicación del presente trabajo tiene, aparte de su interés intrínseco, un interés adicional como muestra de dicha convergencia en el aspecto programático. Más aún, los resultados electorales obtenidos por la coalición permiten concebir esperanzas acerca de la realización práctica de algunas de las propuestas contenidas en el presente trabajo. De ese modo nos hallamos ante un posible termómetro de hasta donde es posible llegar en la convergencia programática y práctica con la izquierda más tradicional de este país¹.

CONCEPTOS BÁSICOS Y OBJETIVOS GENERALES

El actual sistema industrial, analizado como sistema de intercambio de materia y energía con el medio, aparece como un sis-

¹ Recientemente ha sido aprobada por unanimidad una moción del Grupo Parlamentario de Izquierda Unida — Los Verdes en el Parlamento Andaluz, inspirada en la filosofía programática aquí expuesta, esto es, en el fomento de las Energías Renovables como factor de desarrollo económico y de defensa ambiental a un tiempo. Dicha moción incluye la creación de una Mesa de

Trabajo Interparlamentaria, con participación de expertos de la Universidad y de las Asociaciones interesadas en el fomento de las Energías Renovables, para el estudio de propuestas legislativas y presupuestarias que desarrollen la intención general de fomento de esas fuentes de energía en Andalucía.

tema primitivo y depredador, que amenaza con agotar las fuentes de energía disponibles y morir ahogado en los residuos que él mismo genera. Podríamos resumir la situación utilizando una imagen: El sistema industrial se halla en una fase primitiva de desarrollo, comparable a la fase en que se hallaba la vida sobre la tierra en su etapa pre-fotosíntesis, en la que la vida dependía de fuentes energéticas no renovables y de acceso aleatorio (erupciones, tormentas...) para la síntesis de sus elementos básicos (aminoácidos, proteínas...)²

Objetivamente, las fuentes de energía renovable, y en especial el sol —que envía sobre las tierras emergidas, en el plazo de unas semanas, una cantidad de energía equivalente a la contenida en todas las reservas conocidas de combustibles fósiles—, bastan para satisfacer y garantizar la satisfacción de las necesidades energéticas de la humanidad. La apuesta por las energías renovables tiene también un carácter *social*, en el sentido de que es una apuesta por fuentes de energías descentralizadas, gratuitas, generadoras de empleo en mayor proporción que las convencionales y cuyo disfrute puede quedar garantizado para todos y todas, mediante tecnologías simples y de fácil acceso. Las energías renovables implican toda una concepción *democrática* del sistema energético. La lucha a favor de las energías renovables es también una lucha contra los monopolios energéticos y por el libre acceso a la energía.

Andalucía, por otra parte, goza de unos inmejorables recursos energéticos renovables, fundamentalmente sol y viento, mientras que carece de recursos energéticos convencionales hasta el punto de no producir más que el 8 % de su consumo de energía primaria. El desarrollo de nuevas tecnologías energéticas que permitan aprovechar el potencial andaluz en el terreno de las renovables, debe ser parte esencial de cualquier Plan de Desarrollo Económico Andaluz (PADE), contrariamente a lo que ocurre en el vigente PADE 91/94, en el que

apenas se le dedican unos párrafos. Dichas tecnologías serían un importante impulso para la generación de empleo, para paliar la dependencia energética y para fortalecer las relaciones económicas con otros países mediterráneos de clima similar.

Como primera herramienta de planificación debe iniciarse un nuevo tipo de *contabilidad* para la evaluación de las políticas energéticas. El concepto base de dicha contabilidad es el *coste energético no renovable*. Las políticas energéticas deben ir encaminadas a la reducción del *coste energético no renovable* de las actividades industriales, agrícolas, de servicios... Dicho concepto tiene en cuenta el hecho de que, muy a menudo, las fuentes de energía renovables, por su propia esencia descentralizada y gratuita, hacen imposible el cómputo de la energía utilizada mediante los métodos tradicionales. Ello ocurre por ejemplo con la utilización de la energía solar en viviendas bioclimáticas, en procesos agrícolas e industriales descentralizados que utilizan la energía proveniente de fuentes renovables *in-situ*, etc... En el actual sistema energético basado en fuentes no renovables, el concepto *coste energético no renovable* de un proceso, que mide la cantidad de energía de origen no renovable consumida en el mismo, es muy próximo al de *ahorro energético*, pero tiene la ventaja sobre él de enfatizar el hecho de que un ahorro de energía proveniente de fuentes no renovables no tiene por qué ir acompañado de una menor utilización final de energía, ni de un menor confort (por ejemplo en un edificio bioclimático). Los objetivos declarados de la política energética propugnada son entonces dos: Aumentar el porcentaje de las energías renovables en el cómputo global del consumo energético medido por los métodos tradicionales y disminuir el *coste energético no renovable* de las actividades económicas. Ambos objetivos se combinan para alcanzar el objetivo final: un sistema energético descentralizado basado en fuentes renovables.

² R. U. Ayres «Metabolismo industrial y cambio mundial». *Rev. Int. de Estudios Sociales UNESCO*,

Barcelona, sept. 1989.

EVALUACION DEL POTENCIAL RENOVABLE EN ANDALUCIA

La irradiación solar sobre Andalucía equivale a un flujo energético de $1,42 \times 10^{14}$ kw-h/año, mientras que el consumo total de energía final en Andalucía fue de $7,9 \times 10^{10}$ kw-h en 1989³, es decir, aproximadamente el 0,056 % de aquella cantidad. Una estimación conservadora del porcentaje de energía solar aprovechable directamente a nivel mundial fija este en un 0,014 % aproximadamente⁴. De ese modo, una mera traslación de dicho porcentaje de aprovechamiento al caso andaluz establecería un potencial de autoabastecimiento energético por uso directo de energía solar del 20 % aproximadamente⁵. Sin embargo, dicha estimación no tiene en cuenta las condiciones especialmente favorables que se dan en Andalucía para el aprovechamiento directo de la energía solar, a partir de su elevada insolación media anual de 1.635 kw-h/(año·m²)⁶. Tampoco tiene en cuenta el potencial de reducción del coste energético no renovable en el sector de la climatización de edificios, proveniente de la generalización de técnicas de arquitectura bioclimática en el diseño urbanístico. La introducción de normas de arquitectura bioclimática en la construcción no solo puede contribuir al ahorro energético, sino que puede potenciar el desarrollo de una tecnología y una industria propias: la arquitectura bioclimática adaptada a los países del sur.

En lo que respecta al potencial eólico andaluz, éste puede evaluarse de forma conservadora en aproximadamente 250 Mw (ó 625 millones de kw-h/año)⁷, sólo en la zona de Tarifa, lo que equivale aproximadamente al 4 % del consumo eléctrico total. Es

taclar que tal aprovechamiento es perfectamente alcanzable con tecnología disponible de patente española⁸. Una estimación más optimista que tenga en cuenta las mejoras tecnológicas a medio plazo, así como la puesta en funcionamiento de parques eólicos en otras zonas (Cabo de Gata), así como la producción difusa, podría llegar a los 1.000 millones de kw-h/año⁹, es decir en torno al 6-7 % del consumo eléctrico total.

En lo que respecta al aprovechamiento energético de la biomasa (residuos forestales y agrícolas), su máximo potencial teórico se estima en torno a los 1.700 kTEPs anuales¹⁰, lo que equivale aproximadamente al 15 % del total de la energía primaria consumida en Andalucía.

Finalmente, no se ha tenido en cuenta todavía la posible reducción del coste energético no renovable del sistema de transportes, proveniente de una política más racional en este sector, ni el potencial de la cogeneración en el sector industrial. En conclusión un adecuado uso de las fuentes de energía renovable permitiría incluso plantearse la autosuficiencia energética de Andalucía, al menos como perspectiva teórica a largo plazo, basada en dichas fuentes. Unos objetivos más modestos y a corto plazo, se desarrollan en el resto de este trabajo

LA SITUACION ACTUAL

El gran debate de la energía todavía no ha comenzado, en el *Plan Energético Nacional* (PEN) se habla de una *contribución marginal de las renovables en los próximos 15 años en los países desarrollados, y en el Plan Andaluz de Desarrollo Económico* (PADE) 91-94 se prevé dedicar al fomento de las re-

³ «Estructura Energética de Andalucía 1988-1989». Junta de Andalucía. 1992.

⁴ R. Margaleff, *Ecología*. Ed. Planeta.

⁵ En cuanto a la *calidad* termodinámica de la irradiación solar, ésta corresponde a una temperatura del foco caliente (el Sol) en torno a los 6.000 grados. La aplicación de la conocida fórmula de Carnot para el rendimiento de las máquinas térmicas arroja un límite teórico del orden del 95 % para una máquina solar operando a temperatura ambiente. Cifra muy superior al rendimiento teórico de cualquier motor de combustión.

⁶ J. Guerra Macho y R. Velázquez Vila «Potencial y Realidad de la Energía Solar en Andalucía». *Instituto de Desarrollo Regional*, Sevilla.

⁷ *Plan Energético Andaluz 1994-2000*, SODEAN — Junta de Andalucía, 1994.

⁸ A. Martínez «El parque eólico de Tarifa», *Era Solar* num. 56, 1993.

⁹ AEDENAT *Propuestas para un desarrollo sostenible. Energías Renovables en Andalucía* Córdoba, 1993.

¹⁰ *Plan Energético Andaluz 1994-2000*, SODEAN — Junta de Andalucía, 1994.

novables el 0,09 % de la inversión pública prevista (en el PADE 87-90 el 0,15 %: en porcentaje, y también en pesetas constantes, vamos pues para atrás).

En el *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética* (PAEE), contenido en el PEN, se prevé una participación de las renovables en el consumo de energía final del 3,2 % para el año 2.000 (2,7 % en 1990). Además, la sustitución de fuentes convencionales por renovables será de $9,9 \times 10^9$ Kw-h anuales (de ellos el 15 % proveniente de la quema de residuos sólidos urbanos (R.S.U.): 31 % de la generación eléctrica en base a renovables). Ello no impide un aumento de 191×10^9 Kw-h en el consumo total de energías convencionales, lo que supone aumentar un 30 % las emisiones de CO₂.

La Junta de Andalucía ha puesto en marcha, en los últimos años, dos planes concretos de fomento de las energías renovables: El *Plan de Electrificación Rural Fotovoltaica* y el programa PROSOL-I para el fomento de las instalaciones domésticas de agua caliente solar.

El primero de ellos se ha traducido en la electrificación fotovoltaica de cerca de 4.000 viviendas (1988), con un aporte energético global pequeño, pero con gran incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

El segundo de ellos se plantea como objetivo facilitar la instalación de 13.500 m^2 de colectores solares de aquí a tres años. Hay que decir que en el primer mes de funcionamiento recibió solicitudes para instalar 11.000 m^2 . También conviene decir que el mercado potencial de colectores solares planos en Andalucía se evalúa entre 1,7 millones de m^2 (amortización en 7,5 años) y 3,6 millones (amortización en 15 años)¹¹.

Junto a ello, hay que destacar el campo de generadores eólicos de Tarifa y las centrales solares experimentales de Tabernas (Almería).

En 1994 la *Sociedad Para el Desarrollo Energético de Andalucía* (SODEAN) y la Junta de Andalucía presentaron el *Plan Energético Andaluz* (PLEAN). Sin ser un Plan «ecologista» (daba como resultado de

su aplicación un aumento de las emisiones de CO₂, incluso en el escenario más optimista de penetración de las energías renovables —un 10,8 % del consumo de energía primaria—), suponía un notable avance, sobre todo con respecto a la concepción global de la política energética: por primera vez se presentaba un Plan Energético desde el punto de vista de la gestión de la demanda y no de la oferta. Asimismo, su aplicación suponía una inversión pública anual en fomento de energías renovables, ahorro energético y cogeneración de 8.600 millones de pesetas anuales por parte del Gobierno Andaluz, en el período 1995 - 2000. Desgraciadamente, tras las últimas elecciones autonómicas, la Junta de Andalucía parece haber dejado dicho plan en el olvido y una enmienda presupuestaria presentada por Izquierda Unida - Los Verdes, en el sentido del mantenimiento de las inversiones previstas en el Plan, ha sido implícitamente rechazada al prorrogarse los Presupuestos de 1994.

Como conclusión podemos decir que *existe una gran demanda potencial de energías renovables en Andalucía y los programas de fomento tienen éxito, pero no existe voluntad política de desarrollarlas, salvo como fuentes energéticas marginales. Sin embargo, existe la posibilidad de lograr no solo importantes cotas de autoabastecimiento energético a partir de las renovables, sino también de desarrollar un importante sector industrial basado en tecnologías propias en torno a las renovables*

ESTRATEGIA POLITICA HACIA LAS RENOVABLES

Es preciso desarrollar una estrategia que elimine los «cuellos de botella» que hoy en día estrangulan el desarrollo de las energías renovables. Estos cuellos de botella son:

- Los costes externos de la producción de energía convencional no se tienen en cuenta en los precios de ésta. Es preciso irlos

¹¹ J. Guerra Macho y R. Velázquez Vila, op. cit.

internalizando mediante una ecotasa u otro medio.

- Aún así, hoy en día y en numerosas actividades, el coste marginal de las energías renovables (o del ahorro energético) puede ser menor que el coste marginal de la producción de la energía convencional necesaria.
- La causa para que este menor coste marginal no se traduzca en un cambio de estrategia energética de las empresas y particulares está en el carácter monopolista del mercado energético, la imposibilidad de establecer una competencia correcta, debido a normativas obsoletas, y la amortización a largo plazo de las inversiones en tecnologías renovables y de ahorro energético (TRA).
- Finalmente, las tecnologías renovables están todavía en gran parte en fase de desarrollo, por lo que es preciso un gran esfuerzo en I + D. Pero ese esfuerzo será vano si no se empiezan a abrir ya cuotas de mercado.

Así pues, aunque son necesarias ecotasas sobre las energías convencionales, éstas serán ineficaces si no se arbitran instrumentos de creación de mercados a favor de las renovables y del ahorro, que corrijan las rigideces del mercado energético, derivadas de su carácter monopolista, de la normativa obsoleta y de las amortizaciones a largo plazo. Además, hay que potenciar la I + D de forma paralela a la apertura de mercados, de modo que el coste marginal del ahorro y/o las renovables siga decreciendo¹². En estas condiciones se puede diseñar la siguiente estrategia:

1. Ecotasas sobre las energías de origen fósil, a fin de incluir, en lo posible, los costes ambientales en el coste marginal de las energías convencionales. La ecotasa tie-

¹² Se calcula que haría falta un impuesto del 100 % sobre las energías fósiles para reducir su consumo, en ausencia de otras medidas, en un 20-30 %. G. Loesser «Instrumentos de intervención: medidas fiscales y regulatorias, ecoimpuestos» en *Energía para el mañana* AEDENAT — Ed. Los Libros de la Catarata. Madrid 1993.

ne carácter finalista y se reinvierte en I + D.

2. Medidas tendentes a la *creación planificada de mercados* para las TRA, según el principio de la *Planificación de Mínimo Coste* (PMC: El objetivo es promover la concurrencia efectiva en el mercado energético de todas aquellas alternativas de ahorro o renovables cuyo coste marginal calculado sea inferior al de la producción equivalente de energía convencional). Se calcula que, con la aplicación de este principio, los precios actuales de la energía convencional y las TRA actuales, se podrían alcanzar reducciones en torno al 35-45 % en el consumo de energías convencionales en los países de la OCDE¹³. Tal porcentaje crecerá con el aumento del precio de las convencionales debido a las ecotasas, así como con el desarrollo de nuevas tecnologías (I + D). Las medidas pueden desglosarse en varios grupos:

- a) Normativas para la creación de mercados: Obligatoriedad de la preinstalación de agua caliente sanitaria solar en viviendas de nueva construcción. Introducción de normas bioclimáticas en la normativa de construcción. Ley de autogeneración de energía con fijación de precios, etc. Ley de cogeneración de energía, con fijación de normativas de aprovechamiento mínimo, etc.
- b) Apoyos públicos a las empresas y a los usuarios: Subvenciones a las empresas. Subvención de créditos a los usuarios para la adquisición y amortización de equipos solares. Precios de garantía a los kilowatios de origen renovable...
- c) Política de creación/modificación de

¹³ Ver F. Krause «Reducción de las emisiones de carbono con ahorro de dinero: una estrategia de mínimo costo para Europa Occidental» y P. Henniecke «Planificación energética alternativa: experiencias y resultados» en *Energía para el mañana* AEDENAT — Ed. Los Libros de la Catarata. Madrid 1993.

empresas: Es preciso sustituir las actuales Empresas de Producción de Energía (EPE) por Empresas de Servicios Energéticos (ESE), o crear ESE directamente. Las ESE «venden» *negativos* mediante ahorrados o renovables. Para ello venden, alquilan o suministran mediante «leasing» o de otro modo TRA a los usuarios (particulares o empresas), siempre que el coste marginal calculado sea inferior al de la alternativa convencional correspondiente. Las ESE también pueden suministrar kilowatios, gas o fuel cuando el coste marginal de las TRA sea superior. Las ESE sustituyen a las EPE a todos los efectos de la planificación, subvenciones, etc...

3. Inversiones crecientes en I + D en TRA, con el objeto de generar nuevas TRA competitivas (coste marginal comparativamente más bajo). La inversión en I + D se financia en parte con las ecotasas sobre energías fósiles.

Una de las ventajas de la planificación esbozada es que supera el conocido argumento de *universalidad*, que suele aplicarse en este tipo de debates y en otros debates igualmente de fondo (legalización de las drogas, reducción de la jornada laboral...). Dicho argumento dice que, tratándose de problemas universales, solo previo acuerdo universal es posible establecer estrategias de superación, ya que si no el país o países que iniciasen la estrategia propuesta, verían reducida su competitividad económica o habrían de pagar costes extras derivados de la aplicación local de la estrategia en cuestión. En el presente caso, de los tres pilares en que se sustenta la estrategia de cambio energético propuesta, solo uno, la aplicación de ecotasas, provocaría desventajas económicas para el país que decidiese aplicarlas unilateralmente. El resto de la estrategia: la renuncia a la energía nuclear, la creación planificada de mercados siguiendo criterios de PMC y las inversiones en I + D, pueden ponerse en práctica unilateralmente sin costes adicionales. En concreto, la creación planificada de mercados según criterios de PMC, será siempre beneficiosa al disminuir los costes energéticos de las empresas.

PLAN DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN ENERGIAS RENOVABLES

Para poder desarrollar la estrategia antes señalada, es necesario ir desarrollando un plan de I + D andaluz, que sirva de soporte a la creación de empresas en el sector, a partir fundamentalmente de los grupos de investigación de las universidades andaluzas. La declaración de *area prioritaria* para este campo de investigación y la concentración de esfuerzos en:

- *Arquitectura bioclimática adaptada a los países del sur.* En este aspecto queda una ingente tarea, dado que la mayoría de los estudios realizados están adaptados a las necesidades de climatización en países de clima frío.
- *Producción de calor a baja temperatura.* Tecnología ya muy desarrollada y competitiva, pero que sin embargo no se ha desarrollado suficientemente en Andalucía.
- *Producción de calor de procesos a media temperatura con cogeneración de energía eléctrica.* Existen a este respecto algunos estudios de cogeneración sol-gas, biomasa-gas y biomasa-sol. Su perfeccionamiento y aplicación a la industria en Andalucía es un área de sumo interés.
- *Producción de energía eléctrica termosolar.* Existe a este respecto una importante infraestructura en Almería (generador de torre central y heliostatos) que es preciso rentabilizar. Sería asimismo interesante iniciar la investigación en generadores de captación cilindro-parabólica.
- *Producción de energía fotoeléctrica.* Existe una empresa en Andalucía capaz de producir esta tecnología de forma competitiva. Este área es quizás donde mayores rendimientos de conversión puedan alcanzarse (por tratarse de conversión directa), de ahí el gran interés científico de la misma.
- *Producción de energía eléctrica de origen eólico.* De gran interés debido a la alta potencialidad eólica de las zonas de Tarifa y Cabo de Gata. En la actualidad se utilizan aerogeneradores de patente española y norteamericana.
- *Diseño de redes eléctricas capaces de soportar altos niveles de autogeneración.* Te-

ma vital a la hora de abordar seriamente la cogeneración y autoproducción de energía eléctrica.

- *Combustibles de origen solar.* Nos referimos a la síntesis de combustibles (hidrógeno y otros) a partir de energía solar, capaces de sustituir al petróleo y otros combustibles tradicionales en áreas como el transporte o la calefacción en condiciones adversas. Así como a técnicas de producción de energía específicas —pilas de combustible— a partir de tales combustibles solares.
- *Refrigeración solar activa.* Nos referimos a procesos de refrigeración de alimentos y acondicionamiento de edificios mediante ciclos termodinámicos de absorción impulsados por energía solar. Su interés en un país como Andalucía en donde, con sólo el 10% de los hogares dotados de aire acondicionado, el pico de consumo eléctrico se produce ya en verano, es innegable.
- *Generación de energía a partir de biomasa.* La agricultura Andaluza produce gran cantidad de residuos, principalmente ramón de olivo y caña de girasol, cuyo aprovechamiento energético *in situ* por industrias locales de transformación reviste gran interés.

DOS MEDIDAS EVIDENTES

- No construcción de nuevas centrales nucleares. Desconexión paulatina de la red de las existentes.
- Abandono de las incineradoras de R.S.U. que se presentan como fuentes de energía «renovables».

CINCO PLANES CONCRETOS

1. Plan de «Solarización» del agua caliente sanitaria en Andalucía

¹⁴ J. Guerra Macho y R. Velázquez Vila, «Demanda potencial de Energía Solar para la producción de Agua Caliente Sanitaria en Andalucía». *Era Solar*, núm. 42, 1990. Ver también *Potencial y Realidad de la Energía Solar en Andalucía*, mismos autores, I.D.R., Sevilla.

1.1. La situación actual

En la actualidad hay instalados en Andalucía aproximadamente 50.000 m² de paneles solares para producción de agua caliente sanitaria¹⁴. Más recientemente la Junta de Andalucía ha puesto en marcha un plan para promocionar la instalación de 13.500 m² en tres años, el programa ProSol-1. Dicho plan sigue básicamente la línea de la Planificación al Mínimo Coste (PMC), estableciendo créditos blandos para la instalación de tales paneles, a pagar en base al ahorro de energías convencionales producido, calculado mediante tablas: el usuario recibe un crédito que pagará con lo que se ahorra cada mes en su factura energética. Para sorpresa de algunos, el éxito ha sido tal que, sólo en el primer mes de funcionamiento del programa, se han recibido solicitudes para instalar más de 11.000 m²¹⁵. Ello parece demostrar que existe en Andalucía una gran demanda de este producto, si se realiza la planificación adecuada. Como contrapartida, la capacidad actual de producción en España es de 60.000 m² anuales solamente¹⁶, de la que sólo una pequeña parte corresponde a empresas andaluzas. Ahora bien, se trata de una tecnología sencilla, lo que permitiría, con los apoyos adecuados, la emergencia de un sector industrial andaluz dedicado a ello en pocos años.

1.2. Demanda potencial

La demanda potencial en Andalucía puede evaluarse entre 1,8 y 3,6 millones (*sic*) de m² (en 1992), según se trabaje con periodos de amortización de 7,5 años o 15 años, con un crecimiento anual entre 300.000 y 400.000 m². La realización de todo este mercado supondría un volumen total de negocio de 95.000 millones de pesetas, con un ahorro de energía primaria anual en torno a las 500.000 Toneladas Equivalentes de Petróleo

¹⁵ G. Alonso, «Instalaciones Solares para el Calentamiento de Agua. Programa ProSol-1. Desbordado el Programa Andaluz». *Era Solar*, núm. 54, sept./oct. 1993.

¹⁶ J. Guerra y R. Velázquez, *op. cit.*

(aprox. el 4% del consumo total andaluz) y con un ahorro anual en pesetas de 7.000 millones¹⁷, lo cual quiere decir que es factible financiar en gran medida el proceso de sustitución de calentadores eléctricos y de butano por paneles solares, en base los ahorros energéticos producidos, generando al mismo tiempo una gran actividad económica en un sector tan castigado como el metal. La creación de empleo es difícil de evaluar debido al estado embrionario de las empresas del sector, pero se podría evaluar en torno a varios millares de empleos estables en el sector de la producción. Para ello se necesita un apoyo público de 20.000 millones de pesetas en 8 años, principalmente en forma de subvención de intereses a usuarios.

1.3. Normativa y Medidas de Planificación

La realización del mercado potencial antes citado exige una serie de esfuerzos concertados por parte de la administración, cuyo objetivo sería no solo potenciar el uso de energías renovables para la producción de agua caliente sanitaria, sino también contribuir al desarrollo económico andaluz sobre bases sostenibles.

- Acción ejemplificadora, mediante la instalación obligatoria de tal tecnología en todos los edificios públicos.
- Introducción en las Normas de Construcción para viviendas de nueva edificación de la obligatoriedad de la instalación de agua caliente sanitaria solar, o alternativamente, de un estudio que demuestre la inadecuación de tal tecnología al edificio en cuestión.
- Alternativamente, hacer obligatoria solo la preinstalación (conducciones), que es el factor más disuasorio en los edificios colectivos.
- Medidas de apoyo financiero a la creación de empresas del sector en Andalucía. Al-

ternativamente, creación de una empresa pública andaluza con este cometido.

- Ampliación del programa ProSol-1 para la financiación de la instalación de paneles solares, paralela a la creación de empresas en el sector.

2. Plan de generación de energía eléctrica de origen eólico

2.1. Situación actual

En el momento presente hay en Tarifa, la zona peninsular con mayor potencial eólico, dos parques eólicos con una capacidad de generación anual de 75 Gigawattios-hora. La tecnología empleada es en parte española y en parte norteamericana fabricada en España con licencia. La inversión total es de 5.400 millones de pts., con unas ayudas públicas (UE, Estado y Junta de Andalucía) de 1.350 millones de pts.¹⁸ La facturación anual de ambos parques alcanza los 800 millones de pts., que no permitiría la rentabilidad de los parques sin el 25% de subvención pública existente.

2.2. Propuesta

En opinión de los fabricantes, una planificación adecuada por la administración permitiría el establecimiento de programas anuales de fabricación y mantenimiento, amortizándose de ese modo las inversiones iniciales. Igualmente, ello permitiría a los fabricantes establecer programas de I + D para el desarrollo de nuevos prototipos, lo que con un coste relativamente escaso podría situar a nuestra región a la cabeza de las regiones europeas (y mundiales) en este tipo de tecnología. Por otro lado, Alemania, Holanda y Dinamarca han establecido ya programas para alcanzar en el año 2.000 un 10 % de su producción eléctrica en base a energía eólica.

No es por tanto descabellado el objetivo propuesto de *multiplicar por nueve la capa-*

¹⁷ J. Guerra y R. Velázquez, *op. cit.*

¹⁸ A. Martínez, «El parque eólico de Tarifa», *Era*

Solar, núm. 56, marzo/abril 1993.

idad de producción de los parques de Tarifa, hasta alcanzar los 625 Gw-h. anuales de producción (un 4 % del consumo eléctrico andaluz, aproximadamente) en un plazo de cuatro años, con una inversión total en torno a los 50.000 millones de pesetas, manteniéndose en esta fase inicial el 25 % de apoyo público, bajo la forma de *precios de garantía* para la energía eléctrica generada. Dicho apoyo se iría retirando paulatinamente tras negociaciones con las empresas instaladoras. De ese modo podrían generarse, con un apoyo público de unos 10.000 millones de pesetas, en torno al millar de puestos fijos de trabajo¹⁹, y un sector industrial propio y con futuro.

2.3. Extensión del plan

Finalmente, se propone para los cuatro años siguientes, un aumento similar en la producción eólica, hasta cubrir el 7 % de la demanda total andaluza de energía eléctrica.

3. Plan de Arquitectura bioclimática

3.1. La situación actual

Pese a sus inmejorables condiciones, en Andalucía apenas si se han llevado a cabo algunos proyectos experimentales en este sector, aunque con notable éxito. Destaca la construcción de un barrio de 124 viviendas en Osuna²⁰, con un ahorro energético estimado de un 75 % en calefacción y del 80 % en iluminación. En el terreno de la edificación pública, destacan algunas experiencias piloto en colegios, con un ahorro energético que se aproxima al 80 % en algunos casos. En lo que respecta a los recursos humanos y tecnológicos, existe en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sevilla un Seminario de Arquitectura Bioclimática de reconocido prestigio.

¹⁹ En la actualidad, el Parque Eólico de Tarifa da trabajo a unas 400 personas, sumando todas las fases del proceso, desde la construcción de los aerogeneradores hasta su instalación, mantenimiento y gestión. A. Martínez «El parque eólico de Tarifa», *Era Solar* num.

3.2. Propuesta

Siendo la arquitectura bioclimática un sistema de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía totalmente distribuido, se considera que el mejor mecanismo para su promoción es la elaboración de una normativa para la construcción de edificios que incorpore los criterios bioclimáticos más esenciales.

A la luz de los datos de que disponemos, se considera razonable el objetivo de alcanzar un 50 % de ahorro energético de media en los edificios de nueva construcción. Igualmente se considera alcanzable en edificios ya existentes un 25 % de ahorro, mediante el mero cumplimiento de la actual normativa sobre aislamiento y sustituyendo la calefacción eléctrica.

La elaboración de la normativa propuesta en el primer párrafo implicaría:

1. Elaboración de un mapa bioclimático andaluz, con especificación de los tres climas fundamentales (litoral, continental y montañoso) de Andalucía, así como de los diversos microclimas, con la aportación de los datos más relevantes para el diseño arquitectónico y urbano.
2. Desarrollo de las técnicas de diseño arquitectónico mejor adaptadas al aprovechamiento energético de tales climas y microclimas.
3. Desarrollo de tales técnicas en lo referente al urbanismo o diseño urbano, más allá de las edificios aislados considerados en sí mismos.
4. Redacción final de una normativa y unas recomendaciones que se incorporen a la legislación vigente sobre normas de construcción, planes de ordenación urbana, etc...

Dicha normativa debería considerar al menos los siguientes aspectos, según el tipo de edificio (vivienda, de servicios, etc...): Orien-

56, 1993.

²⁰ J. L. Asiain et al., «Bioclimatic Urban Design in Andalucía». *2nd. Eur. Conf. on Arch.* pp 69-71. Paris 1989.

tación de los edificios, sistema de iluminación natural, captación pasiva de energía solar para agua caliente y calefacción, aislamiento térmico y acústico, acumulación y masa térmica total del edificio, ventilación natural y movimiento de aire en el espacio interno, protección de los agentes exteriores (sol, lluvia, viento, ruido...).

3.3. Incidencia en el desarrollo industrial

Tratándose de técnicas que abarcan un gran número de sectores productivos, la incidencia de la extensión de las técnicas de arquitectura bioclimática en el tejido industrial andaluz es muy difícil de evaluar. Ello no quiere decir que no exista, incidiendo o creando los siguientes sectores: aislamientos acústicos y térmicos, carpintería estanca, sistemas de protección solar (persianas, lamas...), sistemas de ventilación natural, industria del vidrio (vidrio termosolar, reflectores para iluminación natural, vidrios polarizadores...), paneles solares, acumulación térmica (materiales de cambio de fase...), etc.

Plan de cogeneración con participación de renovables

Dicho plan implica la promoción de sistemas mixtos de cogeneración mediante el uso combinado de combustibles de origen fósil y energía solar o combustibles de biomasa, con generación de electricidad y calor para procesos industriales. Los objetivos propuestos son los siguientes:

1. Polígonos industriales ya existentes: Obtención del balance eléctrico anual cero (autoproducción anual de energía eléctrica igual al consumo anual global). Consumo de calor de procesos repartido del siguiente modo: 85 % de origen fósil, 15 % de origen renovable.
2. Polígonos industriales de nueva creación: Obtención del balance eléctrico anual cero. Consumo de calor de procesos repar-

tido del siguiente modo: 75 % de origen fósil, 25 % de origen renovable.

La incidencia del desarrollo de tal tecnología en el sistema industrial incidiría sobre todo en el terreno de los sistemas de captación solar mediante espejos cilindro-parabólicos (o eventualmente de heliostatos y torre central), turbinas y otros accesorios de cogeneración.

5. Producción de energía eléctrica en centrales termosolares

Plan de sustitución progresiva de las centrales térmicas de electricidad por centrales mixtas sol-fósil, con acumulación hidráulica en centrales de bombeo, hasta la sustitución total de las centrales convencionales. Se propone en principio el uso de la tecnología ya probada de captadores cilindro-parabólicos (354 Mw en operación en California, el equivalente al 14 % de la capacidad de generación eléctrica instalada en Andalucía).

6. Conclusión

Como conclusión, la realización de los tres primeros planes arriba indicados supondría alcanzar una participación del 15-25 % de las energías renovables en el conjunto del consumo energético andaluz, con un ahorro entre 1.8 y 3 millones de toneladas equivalentes de petróleo anuales, o del orden de 35.000 millones de pesetas anuales en la balanza comercial andaluza. A ello habría que añadir el ahorro energético en el sector del transporte derivado del fomento del ferrocarril, del transporte colectivo de personas y de la bicicleta y la peatonalización en las grandes urbes, que aquí no se trata. Ello, junto con la realización de los dos planes restantes, podría elevar el porcentaje de participación de las energías renovables hasta el 35-45 % o más. Una estimación conservadora de la incidencia en el empleo arroja una cifra de 6.000 a 8.000 empleos directos.