Ingeniería Sin Fronteras

"... Este libro pone en nuestras manos análisis, experiencias y propuestas que nos demuestran que es posible otra concepción del desarrollo de la energía y de las tecnologías relacionadas con este campo... Que se formen hombres y mujeres con esta concepción comprometida con la vida permite pensar en un futuro mejor para una humanidad y una naturaleza que ya están mostrando heridas serias ante tanta agresión."

Dafne Sabanes Plou
Asociación para el Progreso de las Comunicaciones (APC)

"... La sostenibilidad se proyecta. Por eso las profesiones proyectativas son cruciales para el avance de la todavía incipiente realidad sostenibilista. La ingeniería tiene mucho que ver en ello, obviamente. Y también el modelo energético. El proyecto sostenibilista es un gesto tecnocientífico basado necesariamente en una determinada opción energética y al servicio del desarrollo humano..."

Ramon Folch Guillén
Consejo Social de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

"... hay que edificar un mundo realmente sostenible educando mentes capaces de desenmascarar viejos dogmas encastrados en nuestro sistema educativo. Ni es cierto que el dominio absoluto de la naturaleza sea intrínsecamente bueno; ni que el crecimiento económico sea algo natural; ni que todo conocimiento, independientemente de sus consecuencias, sea igualmente valioso; ni que el progreso material sea un derecho y nuestra principal motivación... Las reflexiones contenidas en este libro son un paso, por pequeño y tímido que pueda parecer, en la dirección correcta."

Marcel Coderch Collell
Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos (AEREN)

"... La buena noticia con las energías renovables es, sin embargo, que no son solamente la mejor opción para el medio ambiente, sino que también suelen ser las opciones más económicas y accesibles para los pobres... Los casos presentados en esta publicación son una muestra de ello, describiendo esa feliz coincidencia de ingeniería accesible y al servicio de los más necesitados y a la vez amistosa con nuestro cada vez más frágil entorno."

Alfonso Carrasco Valencia
Soluciones Prácticas – ITDG América Latina

Con el apoyo de:

SOLUCIONES PRÁCTICAS ITDG

Àgora Nord-Sud
ONG Catalanes de Solidaritat Internacional
Entrepobles - Enginyeria Sense Fronteres - Medicus Mundi
SETEM - Veterinaris Sense Fronteres

Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Con el patrocinio de:

Agència Catalana de Cooperació al Desenvolupament
Generalitat de Catalunya

Diputació Barcelona
xarxa de municipis
Àrea de Medi Ambient
Servei de Medi Ambient

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ict Institut Català de Tecnologia

Centre Interdisciplinari de Tecnologia, Innovació i Educació per a la Sostenibilitat
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Màquines i Motors Tèrmics
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Energía, participación y sostenibilidad

Ingeniería Sin Fronteras

Enric Velo García | Jorge Sneij Oria | Jaume Delclòs Ayats

Ingeniería Sin Fronteras

Energía, participación y sostenibilidad

Tecnología para el Desarrollo Humano

Technologie pour le Développment Humain
Technology for Human Development

Editores: Enric Velo García | Jorge Sneij Oria | Jaume Delclòs Ayats

Ingeniería Sin Fronteras

Energía, participación y sostenibilidad

Tecnología para el Desarrollo Humano

Technologie pour le Développment Humain
Technology for Human Development

Editores: Enric Velo García | Jorge Sneij Oria | Jaume Delclòs Ayats

Edición:
Enric Velo García, Jorge Sneij Oria y Jaume Delclòs Ayats

Corrección de estilo:
Araceli Caballero García

Traducción de los resúmenes:
Carme Delclòs Ayats,
Araceli Caballero García,
Gibet Camós Daurella,
Mireia Barenys Espadaler
y José Antonio Martínez Marín

Traducción del inglés (capítulos 2, 5, 14)
Héctor Muñoz Romer

Fotografía portada:
Aerogenerador IT-100. Comunidad de Ahijadero, Perú
(Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres)

Primera edición:
febrero de 2006

Edita:
Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres
c/ Pelai, 52. 08002 Barcelona (España)

Diseño y Maquetación:
Soldevila. Arquitectura, disseny i comunicació

Impresión:
GyERSA

ISBN: 84-609-9452-X
Depósito legal: B-8141-2006
Impreso en España. Printed in Spain

AGRADECIMIENTOS

A todas esas personas y colectivos
que sueñan y trabajan
para la transformación social y el desarrollo humano.

Los editores, en nombre de Ingeniería Sin Fronteras, quieren dar las gracias a todas aquellas personas e instituciones que han hecho posible la edición del presente libro y en especial a aquellas instituciones que han dado su apoyo logístico y/o financiero.

E.T.S. d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Generalitat de Catalunya – Agència Catalana de Cooperació al Desenvolupament
Diputació de Barcelona – Àrea de Medi Ambient
Institut Català de Tecnologia
Centre Interdisciplinari de Tecnologia, Innovació i Educació per a la Sostenibilitat – UPC
Departament de Màquines i Motors Tèrmics - Universitat Politècnica de Catalunya
Observatori Energètic de la UPC – Institut de Tècniques Energètiques
Centre de Cooperació per al Desenvolupament – UPC

Agradecer especialmente la colaboración de Soluciones Prácticas – ITDG y de Àgora Nord-Sud.

Queremos hacer una mención epecial a Agustí Pérez Foguet por haber creído en el proyecto desde sus inicios, así como destacar la profesionalidad e infinita paciencia de Araceli Caballero García, a quien agradecemos sus valiosas sugerencias que han hecho que la publicación mejorase desde los primeros borradores.

Este libro no hubiese visto la luz sin el esfuerzo y dedicación del grupo de voluntarias y voluntarios del Grupo Energía de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña y el apoyo del Grupo de Educación e Investigación para el Desarrollo de la Federación española de Ingeniería Sin Fronteras.

A todas y todos, nuestro más sincero agradecimiento.

ÍNDICE

PRÓLOGOS

En los países industrializados el debate sobre las fuentes de energía tiende actualmente a centrarse sobre todo en torno a las consideraciones ambientales: a mayor uso de fuentes no renovables, mayor posible contaminación, con sus nefastas implicaciones en cuanto al calentamiento global. En los países en vías de desarrollo, sin embargo, la preocupación principal no es ciertamente ésa. Sin negar la cada vez mayor conciencia respecto al tema climático, lo que predomina respecto al debate energético es mas bien la consideración sobre los costos, sobre el acceso más económico a la energía, cualquiera que sea su fuente generadora.

Esta podrá parecernos una actitud tal vez poco responsable para con los grandes problemas del mundo en su conjunto, pero es perfectamente racional desde la óptica de quienes están todavía con necesidades básicas insatisfechas en pleno siglo XXI.

La buena noticia con las energías renovables es, sin embargo, que no son solamente la mejor opción para el medio ambiente, sino que también suelen ser las opciones más económicas y accesibles para los pobres. El agua y el aire son (felizmente todavía) recursos que pueden ser utilizados para generar energía a un bajo costo, cuando se hace uso de tecnologías apropiadas. Los casos presentados en esta publicación son una muestra de ello, describiendo esa feliz coincidencia de ingeniería accesible y al servicio de los más necesitados y a la vez amistosa con nuestro cada vez más frágil entorno.

Alfonso Carrasco Valencia
Licenciado en Sociología.
MA en Política Social, Universidad de Helsinki y MSc en Gestión Ambiental, Universidad de Londres.
Director de Soluciones Prácticas – ITDG América Latina

En la sociedad post-industrial que veremos nacer en el transcurso del siglo XXI hay que repensar la educación para que sirva al objetivo básico de la supervivencia de la especie. Todavía estamos educando a nuestros jóvenes como si el mundo de mañana fuera a ser una simple prolongación del pasado más reciente: un mundo basado en la abundancia de los recursos energéticos fósiles, y en el paradigma de su infinitud.

Frente a este espejismo, hay que edificar un mundo realmente sostenible educando mentes capaces de desenmascarar viejos dogmas encastrados en nuestro sistema educativo. Ni es cierto que el dominio absoluto de la naturaleza sea intrínsecamente bueno; ni que el crecimiento económico sea algo natural; ni que todo conocimiento, independientemente de sus consecuencias, sea igualmente valioso; ni que el progreso material sea un derecho y nuestra principal motivación.

Un currículo para la sostenibilidad deberá centrarse mucho más en la humanidad, la ciudadanía y las responsabilidades, y menos en la individualidad. Y, por encima de todo, por difícil que nos resulte, hay que cuestionar el Fundamentalismo Tecnológico: esa fe ciega en la tecnología y en la noción decimonónica de progreso como solución de todos los problemas sociales.

Las reflexiones contenidas en este libro son un paso, por pequeño y tímido que pueda parecer, en la dirección correcta.

Marcel Coderch Collell
Doctor Ingeniero de Telecomunicaciones por el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT)
Secretario de la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos (AEREN)

Ser sostenible es hacer sosteniblemente. Para ello es preciso pensar con arreglo a los principios de internalización de responsabilidades y de equidad distributiva propios de la ideología sostenibilista. Pero pensar para hacer. La sostenibilidad no se defiende, se hace. Se construye, o no es sostenibilidad, sino mera especulación. De donde se desprende la importancia del proyecto.

La sostenibilidad se proyecta. Por eso las profesiones proyectativas son cruciales para el avance de la todavía incipiente realidad sostenibilista. La ingeniería tiene mucho que ver en ello, obviamente. Y también el modelo energético. El proyecto sostenibilista es un gesto tecnocientífico basado necesariamente en una determinada opción energética y al servicio del desarrollo humano.

En sus primeros pasos, las proclamas sostenibilistas fueron una versión revisada de las denuncias ecologistas. Fueron bienvenidas, pero insuficientes. La nueva realidad exige reconvertir la vieja, no basta con denostarla. De ahí que hablar de energía, sostenibilidad y desarrollo humano sea agarrar el toro por los cuernos; o sea, pasar del decir al hacer. Me parece esperanzador.

Parece que, de momento, esas actitudes se asocian todavía a gestos proféticos y a posiciones más o menos evangélicas. Este libro participa de semejante estado de cosas. Entiendo que a su pesar. Como todo pionero, lo que quiere es fundirse en lo habitual, alcanzar la obviedad. Esperemos verlo pronto. Entonces no hará falta alguna libros como éste. Ni habrá que presentarlos. Bastará con vivir sosteniblemente.

Ramon Folch
Doctor en Biología, socioecólogo
Profesor de la Cátedra UNESCO/FLACAM para el Desarrollo Sustentable (La Plata)
Director General de ERF, Presidente del Consejo Social de la UPC (Barcelona)

Es fundamental que desde la ciencia y la tecnología se realicen aportes que apunten a crear y nutrir una conciencia social capaz de cuestionar y cambiar las reglas de juego vigentes en el manejo de las políticas energéticas. Ya es hora de ofrecer propuestas superadoras que tengan como objetivo un uso y desarrollo de los recursos que contemplen el respeto por los derechos humanos, el desarrollo sustentable y la igualdad de oportunidades en el acceso a bienes tan preciados.

Trabajar por una tecnología para el desarrollo humano es una responsabilidad que nos cabe a las mujeres y a los hombres profesionales y técnicos preocupados por construir alternativas sustentables para mejorar la calidad de vida en nuestro mundo. Para cerrar las brechas que actualmente impiden que la mayoría de la población mundial tenga acceso a los adelantos técnicos que no quieren la destrucción del planeta, es necesario contar con quienes estén dispuestos a comprometerse con otra concepción del desarrollo, a escala humana y con respeto por la naturaleza.

Este libro pone en nuestras manos análisis, experiencias y propuestas que nos demuestran que es posible otra concepción del desarrollo de la energía y de las tecnologías relacionadas con este campo. La educación para el desarrollo humano es clave en todo este proceso y alienta ver que ocupa un lugar primordial en el material aquí incluido. Que se formen hombres y mujeres con esta concepción comprometida con la vida permite pensar en un futuro mejor para una humanidad y una naturaleza que ya están mostrando heridas serias ante tanta agresión.

Dafne Sabanes Plou
Licenciada en Periodismo
Programa de Apoyo a las Redes de Mujeres
Asociación para el Progreso de las Comunicaciones (APC)

PRESENTACIÓN

Este libro nace como fruto del trabajo del Grupo Energía de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña en el campo de las energías renovables y el desarrollo humano. Las jornadas “Energías Renovables y Desarrollo Humano” organizadas en la E.T.S. de Ingeniería Industrial de Barcelona en 2003 y 2004 crearon espacios de colaboración entre estudiantes, docentes y profesionales en el seno de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Esta publicación recoge y complementa experiencias destacadas durante las jornadas con el fin de contribuir al análisis, la reflexión y la crítica en torno al papel que juega la energía en el desarrollo humano. Por otra parte, se hace especial énfasis en la importancia de los procesos participativos tanto en la definición de las políticas energéticas, como en las intervenciones de cooperación para el desarrollo.

Hablar de energía en este contexto es hablar de energía sostenible tal y como la define el World Energy Assessment (PNUD, 2000) "energía producida y utilizada de forma que sustenta el desarrollo humano en todas sus dimensiones, sociales, económicas y medioambientales." Ello supone ampliar el punto de vista con el que se plantean las políticas y las soluciones técnicas para la producción y uso de la energía.

Situar las tecnologías energéticas en el marco de la Tecnología para el Desarrollo Humano (TDH) implica potenciar los mecanismos y estrategias que hacen que ciertas soluciones técnicas dignifiquen y potencien la vida de las personas. Implica, asimismo, abordar los problemas incorporando en el análisis técnico los procesos de participación, los mecanismos de transferencia, las estrategias de capacitación... basándose en el paradigma del enfoque del desarrollo cuyo fin son las personas.

La publicación se ha estructurado en tres bloques a partir de los ejes principales tratados durante las jornadas. El primero de ellos hace referencia a los Procesos participativos en el ámbito tecnológico. La participación es el vínculo temático sobre el que se desarrollan los temas de educación universitaria, democraticación de las decisiones energéticas, transferencia de tecnología y desarrollo de capacidades.

El segundo bloque, Experiencias en el uso de energías renovables, trata sobre el aprovechamiento de fuentes energéticas como la eólica, la solar térmica, la solar fotovoltaica, la biomasa y la minihidráulica como tecnologías adecuadas para su aplicación a pequeña escala y en el contexto de los países en desarrollo. Se ha puesto especial énfasis en el análisis de las lecciones aprendidas a partir de la experiencia en diferentes tipos de proyectos y no tanto en la descripción tecnológica, que puede encontrarse en otros textos.

En el tercer y último bloque, Políticas energéticas y desarrollo humano sostenible, se describe el panorama actual de la oferta y demanda de energía, tanto a nivel mundial como de la Unión Europea, así como los posibles escenarios y retos futuros y las políticas necesarias para afrontarlos. Políticas energéticas en las que también juegan un papel importante los municipios. Se analizan los efectos medioambientales a partir de la emisión de gases de efecto invernadero y los aspectos sociales a través del impacto de las industrias extractivas y la relación entre género y energía. Por último, se analiza la ayuda oficial al desarrollo española en el sector de la energía y la relación de la energía con otros factores de desarrollo (salud, educación, agua, agricultura, etc.) y cómo puede contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio planteados por las Naciones Unidas.

El libro ha sido enfocado como soporte a la docencia en el ámbito educativo tecnológico. Incluir en los estudios universitarios el análisis crítico de los modelos de desarrollo y de los sistemas energéticos que los sustentan nos parece fundamental. Tal como manifestó la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2002 “la educación es un elemento indispensable para alcanzar el desarrollo sostenible”.

Compartir conocimientos, crear redes de trabajo y aumentar la dimensión social en el ámbito educativo tecnológico, son aspectos que hay que fortalecer para promover cambios substanciales en los agotados modelos energéticos actuales. Por último, destacar que esta publicación intenta ser un punto de apoyo más en el cada vez más urgente enfoque de tecnología al servicio de las comunidades más desfavorecidas.

Enric Velo García, Jorge Sneij Oria y Jaume Delclòs Ayats
Editores

Procesos participativos en el ámbito tecnológico

01

La educación para el desarrollo, base de la tecnología para el desarrollo humano

Alejandra Boni Aristizábal

Grupo de Estudios en Desarrollo, Cooperación Internacional y Ética Aplicada.
Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia.

Resumen

Los procesos participativos que se generan durante los proyectos de desarrollo que incorporan las energías renovables tienen un impacto positivo en la mejora del desarrollo humano de las comunidades locales. En este artículo se argumenta que la educación para el desarrollo (ED) es, por un lado, una herramienta excelente para contribuir a los procesos de participación y colaboración y, por otro lado, un instrumento adecuado para que las acciones de cooperación con base tecnológica se orienten al desarrollo humano.

Por ello, se describe un modelo de ED que sirva como marco de referencia conceptual para, con posterioridad, analizar las relaciones que existen entre la ED y la tecnología para el desarrollo humano.

Por último, se comenta la importancia de incorporar esta propuesta pedagógica en la formación de los futuros tecnólogos para contribuir a un modelo de desarrollo más equitativo y sostenible para todo el planeta. Incidiremos especialmente en el contexto universitario científico-técnico de los países del Norte, y las posibilidades que la configuración del Espacio Europeo de Educación Superior ofrece para el impulso de la ED en la formación de los y las profesionales de la ingeniería.

Abstract

The participatory processes generated during renewable energy development projects have a positive impact on the improvement of Human Development in local communities. This article presents Education for Development as an excellent tool for contributing to participatory and collaborative processes, as well as to direct technology- based cooperation actions at human development.

Consequently, an Education for Development model is described, serving as a conceptual reference point. Subsequently, the relations among Education for Development and Technology for Human Development are analysed.

Finally, the article deals with the importance of incorporating this pedagogical approach in the education of future technologists, in order to contribute to a more equitable and sustainable development pattern for the entire planet. The article focuses on the context of the science and technology universities of the North, and on the possibilities that the shaping of the European Higher Education Area offers to the expansion of Education for Development in the education programs for the engineers of the future following their studies now.

Résumé

Les processus participatifs générés au cours des projets de développement qui incorporent les énergies renouvelables ont un impact positif sur l'amélioration du développement humain des communautés locales. Dans cet article on met en évidence que l'éducation pour le développement (ED) est, d'une part, un outil excellent pour contribuer aux processus de participation et de collaboration et, d'autre part, un instrument adéquat pour que les actions de coopération à base technologique soient orientées vers le développement humain.

Pour cette raison, on décrit un modèle d'ED qui puisse servir de cadre de référence conceptuelle pour, par la suite, analyser les relations entre l'ED et la technologie pour le développement humain.

Finalement, on remarque l'importance d'incorporer cette proposition pédagogique dans la formation des futurs technologues pour contribuer à un modèle de développement plus équitable et soutenable pour toute la planète. Nous allons influencer spécialement le contexte universitaire scientifique- technique des pays du Nord, et les possibilités que la configuration de l'Espace Européen d'Éducation Supérieure offre pour l'élan de l'ED dans la formation et des professionnels de l'ingénierie.

Introducción

Los procesos que se generan durante los proyectos de desarrollo que incorporan las energías renovables tienen un impacto positivo en la mejora del desarrollo humano de las comunidades locales.

La educación para el desarrollo (ED) es, por un lado, una herramienta excelente para contribuir a los procesos de participación y colaboración y, por otro lado, un instrumento adecuado para que las acciones de cooperación con base tecnológica se orienten al desarrollo humano. Por ello, vamos a describir un modelo de ED que nos sirva como marco de referencia conceptual para analizar las relaciones que existen entre la ED y la tecnología para el desarrollo humano.

Incorporar esta propuesta pedagógica en la formación de los futuros tecnólogos contribuirá a un modelo de desarrollo más equitativo y sostenible para todo el Planeta.

La ED de quinta generación. Educación para la ciudadanía cosmopolita

Evolución de la ED

La evolución de la ED corre pareja a los cambios en el discurso de las Organizaciones No Gubernamentales de Desarrollo (ONGD), puesto que, como señala Regan (1994), hablar de la historia de la ED es en gran medida hablar de la historia de las ONGD. Por ello, siguiendo la propuesta de Mesa (2000), podemos referirnos a un modelo de cinco generaciones (Korten, 1990, Ortega, 1994, Senillosa, 1998) cuya evolución se dilata desde los años cincuenta hasta nuestros días. Hemos de advertir que utilizamos esta clasificación a efectos didácticos ya que, en la realidad, es posible encontrar experiencias de ED de una misma ONGD que podrían encuadrarse en más de una generación.

En las prácticas de las ONGD de **primera generación, o asistencialistas**, no puede hablarse propiamente de ED, ya que sus actividades se limitaban a promover la recaudación de fondos para la financiación de acciones de ayuda de emergencia ante situaciones críticas (guerra, desastres, hambrunas). El subdesarrollo se percibía como un atraso, una carencia material, en la que se dan situaciones excepcionales que detienen el curso normal de una sociedad. Para la recaudación de fondos, el instrumento más empleado eran las campañas en las cuales, como sugiere Mesa (2000), se recurría a imágenes catastrofistas que intentaban despertar sentimientos de compasión y apelan a la caridad y a la generosidad individual. Se recreaba así una visión fatalista del mundo donde se subrayaban los aspectos catastróficos del Sur; sus habitantes eran percibidos como sujetos pasivos de la pobreza, reforzando la idea de superioridad del Norte y evitando la comprensión de las causas reales del subdesarrollo (Fueyo, 2002).

El mensaje, implícito o explícito, era que la solución al problema del subdesarrollo radicaba en la ayuda otorgada desde el Norte, que no tenía por qué ser canalizada a través de las contrapartes en el Sur, sino que, en ocasiones, podía estar dirigida a destinatarios individuales.

En los años 60, a la luz de las teorías desarrollistas y con la creación del sistema internacional de cooperación al desarrollo, la acción de las ONGD pasa de la realización de acciones puntuales, de carácter asistencialista, a la realización de los proyectos de desarrollo. En este contexto se configura la ED de **segunda generación, o desarrollista.** "Emerge, en este contexto, un nuevo discurso que se distancia del asistencialismo, y que insiste en la idea de cooperación, entendida como actividad a través de la cual se ayuda a los que quieren ayudarse a sí mismos […] Este enfoque ha dado paso a una visión más amplia de la realidad del Sur y ha contribuido a dignificar a los beneficiarios de la ayuda, y a deslegitimar la imaginería de la miseria en la que se apoyaban las campañas de recaudación." (Mesa, 2000: 16). Aunque no se abandonaron las actividades de recaudación de fondos para la financiación de los proyectos, se insistía sobre todo en dar a conocer las circunstancias locales del medio en el que actuaban las ONGD y las comunidades beneficiarias de la ayuda. Ahora bien, el mensaje seguía siendo tremendamente eurocéntrico, ya que el enfoque desarrollista presuponía que el Norte es la fuente de dinero, productos y conocimientos para transferir al extranjero; no se cuestiona el modelo dominante, ni se identifican obstáculos estructurales al desarrollo de carácter transnacional. Como ha señalado Regan (1994), la cuestión central en este enfoque era la ONGD misma y el contexto inmediato de su acción.

A finales de los años setenta y en la década de los ochenta, arranca **la tercera generación** de ED entendida como **educación crítica y solidaria.** Una serie de acontecimientos en la escena internacional propiciaron la adopción de este nuevo enfoque: la declaración del Nuevo Orden Económico Internacional, el giro social de las teorías del desarrollo y la aparición de las teorías de la dependencia. Junto con estos importantes hitos, pueden señalarse otros acontecimientos igualmente relevantes en la configuración del nuevo discurso de la ED. A juicio de Mesa (2000), pueden destacarse la introducción de la idea de reformismo global, la influencia de los movimientos de renovación pedagógica y la aparición de nuevos actores en el escenario de la cooperación al desarrollo, como los comités de solidaridad, los centros de investigación, las ONG críticas y las organizaciones internacionales.

Según Grasa (1990), los principales rasgos distintivos que permiten aglutinar las propuestas de ED de esta generación son los siguientes: 1) la ED concebida como un proceso de aprendizaje, orientada al compromiso y a la acción; 2) la participación de los educandos en este proceso de forma amplia, llegando incluso a los mecanismos de toma de decisiones; 3) la correspondencia estrecha entre transmisión de conocimientos y formación de actitudes; 4) la comprensión de las condiciones de vida de las naciones en vías de desarrollo y las causas del subdesarrollo, desde un punto de vista interdependiente; 5) la concepción de un desarrollo apropiado para cada lugar, lejos de un modelo único de desarrollo; 6) la evaluación del proceso de aprendizaje, desde una perspectiva externa y objetiva, interrogándose acerca de cuáles son los efectos discernibles en una persona o un grupo que ha pasado por la experiencia de un programa de ED, y desde una perspectiva interna y reflexiva, preguntándose acerca de cómo y en qué grado los involucrados en el proceso están aprendiendo y enseñando a los otros.

En paralelo a la evolución del concepto de desarrollo, donde se introduce la perspectiva del desarrollo humano sostenible, la ED va a incorporar una perspectiva más global del desarrollo, incluyendo temas como los problemas ambientales, la crisis del desarrollo, los conflictos armados, la democracia y los derechos humanos, la problemática de género, etc. Estamos ante la **cuarta generación o ED para el desarrollo humano sostenible** que se prolonga desde finales de los años ochenta hasta la actualidad. Además, la ED se convierte en un espacio de cuestionamiento del modelo de desarrollo occidental, ya que los debates sobre los límites del crecimiento y los costes ambientales evidencian su imposible generalización. También es la época de su entrada en el campo político, con campañas de presión sobre diversas instancias de decisión, y del uso de los medios de comunicación de masas y los acontecimientos

culturales como medios de sensibilización (Sierra, 1997). Asimismo, en la década de los noventa, la ED confluye con otras propuestas educativas, recogiendo e integrando en su discurso los enfoques y contenidos de otras aprendizajes sobre problemáticas globales, como la educación ambiental, la educación para los derechos humanos, la educación multicultural, la educación para la paz o la coeducación.

Los años noventa están marcados por el acelerado y complejo fenómeno de la globalización que produce continuos cambios en la esfera económica, política y cultural y nos somete a nuevos riesgos de dimensiones globales: amenazas al planeta, a la paz, a los derechos humanos, etc. No es la primera vez que la humanidad padece conflictos y sufrimiento, pero lo que sí es novedoso es que el ser humano es consciente de que ésta es la realidad global. Sin embargo, aunque tengamos esta percepción del planeta, en las conductas cotidianas el hombre se sigue comportando, en palabras de Lederach (2000), de una manera egoísta y con una perspectiva muy limitada. "Limitada, en cuanto que el marco de reflexión socio-política, económica y cultural suele ser etnocéntricamente orientado; y egoísta, en cuanto que las relaciones y actuaciones que uno (o su nación) realiza o que le afectan, se evalúan casi únicamente según el beneficio (personal, provincial y sobre todo nacional) que aportan […] Cada uno por lo suyo con una idea marcadamente exclusiva en las relaciones: lo que beneficia a uno debe perjudicar a otro, sea a escala de pueblos, naciones o bloques militares […] Además, en este sistema mundial, en donde únicamente los Estados naciones son partícipes, el individuo no influye nada. Puede participar en la familia, en la escuela, en el ayuntamiento o incluso en la nación, pero nunca, o por lo menos raras veces, está promovido ni permitido que el individuo pueda desempeñar un papel en el sistema mundial" (Lederach, 2000:160).

¿Cuál es el papel que le corresponde a la educación ante esta realidad? **La ED de quinta generación o educación para la ciudadanía cosmopolita** introduce la dimensión de la participación y el compromiso en el sistema mundial dentro de su práctica. Se popularizan términos como educación global, dimensión global, educación para la ciudadanía mundial o perspectiva global que coexisten con el de ED

Fundamentación y definición del modelo de ED para la ciudadanía cosmopolita

El modelo de ED de quinta generación, que busca la generación de una ciudadanía cosmopolita, está fundamentado en cuatro dimensiones: una primera, la ideológica, que lo nutre de una perspectiva política; una segunda, la axiológica, que le aporta el sustrato ético; una tercera, la psicológica, que hace referencia a los procesos de construcción del conocimiento y al desarrollo del juicio moral, y una cuarta, la pedagógica, que nos remite a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La **fundamentación ideológica** descansa, en nuestra opinión, en el **modelo de desarrollo a escala humana** (Max Neef et al., 1994; Sen, 2000), con vocación universalista, que incorpora en su discurso la garantía de los derechos humanos de las tres generaciones para todos los habitantes del planeta. A esta aportación conceptual hay que sumar la idea de **ciudadanía cosmopolita** (Nussbaum, 1999), que defiende la pertenencia a una comunidad mundial de iguales. Tanto el desarrollo humano como la ciudadanía cosmopolita incorporan propuestas políticas dirigidas a la creación de un nuevo multilateralismo (Held, 2002) que haga posible la expansión de las capacidades de las personas (Alkire, 2002).

La **fundamentación axiológica** está basada en los **valores morales presentes en la Declaración Universal de Derechos Humanos:** la dignidad, la libertad, la igualdad, la responsabilidad, el diálogo, el respeto activo, la solidaridad, la justicia y la paz (Bobbio, 1991; Camps, 1994; Cortina, 1996).

La **fundamentación psicológica** se la proporcionan las **teorías del desarrollo del juicio moral** (Kohlberg, 1992) y las que defienden una **perspectiva socioconstructivista** del aprendizaje (Vigotski, 1979). De las primeras destacamos la idea de que el ser humano dispone de un sistema de reglas morales, la conciencia moral, que le permite evolucionar de estadios preconvencionales a postconvencionales, caracterizados por criterios de justicia universal. De las teorías socioconstructivistas resaltamos la idea de la construcción grupal del conocimiento, determinado por el bagaje de los educandos, conformado a su vez por el contexto social del que proviene, por su sistema de valores, por su tradición de aprender y de incorporar nuevos aprendizajes. Asimismo, en este punto coincide el enfoque socioconstructivista con las teorías del **aprendizaje significativo** (Novak, 1998), del que queremos destacar la concepción cooperativa del aprendizaje. En la elección de las técnicas pedagógicas de la ED primarán las que subrayen el aprendizaje cooperativo en el que, junto a valores como el diálogo o el respeto, se facilita el propio proceso de aprendizaje.

Si antes nos hemos referido a la teoría del desarrollo del juicio moral desde el punto de vista psicológico, desde el **ámbito pedagógico** la educación en unos criterios universales de justicia se promueve desde la **educación en valores** como construcción de la personalidad moral (Buxarrais, 1997; Martínez Martín, 1998), una de las fuentes pedagógicas principales del modelo de ED para la ciudadanía cosmopolita. La ED también es deudora de las propuestas de **Paulo Freire** (1970) y la **educación popular** y las de la **educación como ciencia social crítica** (Torres, 2001; Grundy, 2001), a su vez influenciadas por los movimientos de la **Escuela Nueva y la Escuela Moderna** de los siglos XIX y XX (Palacios, 1979). De todas estas corrientes queremos destacar la idea de que una de las finalidades primordiales en el trabajo educativo es la emancipación de las personas a las que se dirige. Como destaca Fueyo (2000), de lo que hay que emanciparse es del modelo de desarrollo neoliberal y de la ideología que lo sustenta a escala global, el llamado pensamiento único. Por ello, la ED va ligada a la formación de la conciencia crítica de las personas, en el sentido freiriano y de los enfoques críticos del currículo: tiene que ver con el conocimiento pero también con la acción. Por último, de la **educación global** (Yus, 1997; Hicks, 2003) destacamos su influencia en los contenidos de la ED. Su diseño tiene que incorporar la dimensión de interdependencia entre lo local y lo global, entre el pasado, el presente y el futuro, así como las conexiones entre la desigualdad, la justicia, el conflicto, el deterioro ambiental y la participación ciudadana.

Partiendo de estas cuatro fundamentaciones de la ED como educación para la ciudadanía cosmopolita, ofrecemos la siguiente definición que pretende sintetizar los rasgos esenciales de esta propuesta educativa:

proceso educativo transformador, comprometido con la defensa y promoción de los derechos humanos de todas las personas, que busca vías de acción en el ámbito individual, local y global para alcanzar un desarrollo humano. Pretende fomentar la autonomía de la persona, a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en el diálogo, que forme en conocimientos, habilidades y valores, y que promueva un sentido de pertenencia a una comunidad mundial de iguales.

La ED y la Tecnología para el Desarrollo Humano

La Tecnología para el Desarrollo Humano puede ser definida como aquella tecnología que tiene como objetivo el desarrollo de las capacidades humanas: vivir una vida larga y saludable, adquirir conocimientos y crear, disfrutar de un nivel de vida decoroso y participar en la vida social, económica y política de una comunidad (PNUD, 2001).

Según la propuesta de Pérez et al. (2005), la Tecnología para el Desarrollo Humano puede ser impulsada, desde la cooperación al desarrollo, mediante tres tipos de estrategias: a través de la promoción de acciones de desarrollo, generando y difundiendo conocimiento apropiado y utilizando la ED y la sensibilización social para la generación de actitudes que orienten las dos primeras estrategias a la promoción del desarrollo humano. **La ED**, por tanto, **promueve comportamientos que ayudan a potenciar que la tecnología esté al servicio de las comunidades más desfavorecidas** y lo puede hacer desde dos aproximaciones. En primer lugar, influyendo en las actitudes de la **ciudadanía** en su sentido más amplio y, en segundo, influyendo en la formación de los **futuros tecnólogos implicados en el desarrollo**, a través de su aplicación en la formación universitaria en el ámbito científico-técnico. Al tipo de actitudes de los implicados en la cooperación internacional y el desarrollo dedicaremos el siguiente apartado de esta reflexión. Para ello, seguiremos la propuesta de Martínez Navarro (2000).

Actitudes éticas de los profesionales del desarrollo

1. La primera actitud que queremos resaltar es la de la **solidaridad**, entendida como **virtud privada** y como **actitud de querer realizar la justicia** (Camps, 1994). El primer significado llama la atención sobre las actitudes de corresponsabilidad frente a los problemas de exclusión social de gran parte de la humanidad; significa ponerse en el lugar del que sufre privaciones injustas derivadas de un sistema económico y político incapaz de hacer frente al problema de la desigualdad. El segundo significado hace hincapié en la actitud de querer realizar la justicia entendida como un estado en el que todos los habitantes del planeta disfrutan en condiciones de igualdad de los derechos humanos y asumen los deberes básicos necesarios para tal fin. Consideramos que, para la práctica de los que trabajan en desarrollo, una motivación verdaderamente solidaria es fundamental para querer acercarse a los problemas de los que sufren la injusticia social. Sin ella, no es posible iniciar un proceso de reflexión que desemboque en una práctica transformadora en el campo de actuación propio de cada uno de los actores.

2. El segundo bloque de actitudes hace referencia al **diálogo, el respeto y la valoración de la diversidad.** Estas tres actitudes son básicas para todos los agentes del desarrollo. Quien no está dispuesto a presentar sus argumentos y a recibir críticas, quien no escucha ni valora las opiniones o intereses de los demás, no está capacitado para implicarse en las tareas del desarrollo. El respeto a las personas que presentan ideas o intereses diferentes, la voluntad de decir la verdad y confiar en la palabra de los demás, y la confianza en la razón y no en la fuerza como criterio de decisión deben ser disposiciones esenciales del ethos o del carácter de las personas que trabajan por un mundo más justo (Lozano y Monterde, 2003).

3. La **convicción responsable o responsabilidad convencida** es aquella actitud que corresponde especialmente a quiénes desempeñan cargos públicos (Martínez Navarro, 2000). La buena voluntad es esencial a cualquier persona con altura moral y ambición de justicia; más, si cabe, en quienes se implican en las tareas de desarrollo. Pero con ella no basta. Sólo los optimistas cosmológicos pueden pensar ingenuamente que de buenas intenciones nunca derivarán consecuencias negativas. Esta actitud es un lujo que no puede permitirse en la cooperación al desarrollo: prever las posibles consecuencias de su decisión y hacerse cargo de los riesgos que ella implica es una virtud esencial de los agentes de cooperación. La persona auténticamente responsable –tal y como afirmaba Weber (1967)– no es aquella que busca el éxito a cualquier precio, sino la que es capaz de afirmar “no puedo hacer más, aquí me detengo; ahí están mis convicciones irrenunciables y no puedo ir más allá”.

4. La **apertura a la participación de todos los afectados y la adaptación a sus ritmos y circunstancias** tiene que ver con la idea de desarrollo humano como proceso cuyo centro reside en la ampliación de las capacidades de las personas. Si tomamos esta premisa en serio, debemos asumir que lo que realmente importa es la gente, sus opiniones, sus prioridades, sus necesidades. Esto implica, en primer lugar, dar prioridad a los valores y las preferencias de los más débiles y, en segundo lugar, estar dispuesto a revisar de manera crítica nuestros propios comportamientos, sin dejar de lado la importante cuestión del poder de los expertos externos, de quienes tienen los recursos económicos, de quienes dominan la tecnología (Chambers, 1997; Lederach, 1996; Ferrero, 2004)[1].

5. Por lo que se refiere a la **visión a largo plazo impulsando reformas estructurales,** la actitud necesaria es la que entiende el desarrollo no como un proceso que se limita a poner parches a las situaciones de precariedad, sino que hay que ir más allá, y concebir el desarrollo como algo integral y dilatado en el tiempo. Quien se implique en el desarrollo de los pueblos debe ser consciente de que es un proceso largo y complejo, y que las consecuencias de cualquier acción que se lleve a cabo son múltiples y prolongadas en el tiempo. Las acciones de cooperación para el desarrollo deben partir de una concepción integral desde su inicio. Los procesos de desarrollo se sitúan en contextos comunitarios que constituyen auténticos sistemas complejos. En estos sistemas existen multitud de factores de muy diversa índole que afectan a los procesos. No puede entenderse el sistema desde un único punto de vista, sea éste económico-financiero, político, social, cultural, etc., sino considerando el conjunto de todos ellos. Y tampoco la agregación de ellos como elementos independientes: los diferentes factores que afectan al proceso se interrelacionan a su vez entre ellos (Ferrero, 2003). Por otro lado, si nos apropiamos de esta visión integral, tenemos que asumir la necesidad de realizar reformas estructurales en el sistema internacional y nacional, adoptar nuevas reglas de juego y nuevas instituciones que favorezcan la consecución y permanencia del desarrollo humano.

6. La visión integral del desarrollo está muy ligada con la **coherencia entre las políticas estatales.** De nada sirve dedicar recursos a la lucha contra la pobreza si, con políticas proteccionistas a la agricultura europea, se está impidiendo que los productos de los países del Sur penetren en nuestros mercados. O, del mismo modo, es imposible pensar en la mejora de los niveles educativos y sanitarios de los más desfavorecidos si, por otro lado, se recomiendan durísimos planes de austeridad a los gobiernos del Sur que incluyen la reducción del gasto público en aquellos sectores. Pero la necesidad de coherencia también afecta a las propias políticas de ayuda oficial al desarrollo ya que, en muchos casos, parte de ella acaba empleándose con fines distintos de aquellos para los que fue concedida, fenómeno que se denomina fungibilidad de la ayuda.

7. La actitud de **transparencia y rendición de cuentas** es necesaria para asegurar la participación de todos los afectados en las deliberaciones previas a la toma de decisiones y en los procesos decisorios. Las actitudes de secretismo y oscurantismo son claramente contrarias a la igualdad de oportunidades –entre proyectos, entre ONGD candidatas, etc.– y a la participación de la opinión pública, porque ponen trabas al acceso a la información relevante para poder enjuiciar el modo con el que se están llevando a cabo las tareas de desarrollo. La rendición de cuentas es un elemento esencial de la transparencia y un requisito indispensable para delimitar las responsabilidades de cada sección o departamento que hace uso de los fondos públicos (Martínez Navarro, 2000).

---

1 Como señala Chambers (1997), existen muchas instituciones dedicadas al estudio del desarrollo, pero no existe ninguna dedicada a la reflexión sobre el poder en los procesos de desarrollo, lo cual nos parece especialmente significativo de la escasa atención que la academia dedica a este crucial aspecto del desarrollo. Sobre este aspecto, es muy ilustrativo el texto de Lederach (1996) que habla de la resolución de conflictos desde una perspectiva cultural, y del papel de los expertos y de los facilitadores en la transferencia de conocimiento en los procesos de desarrollo en relación con el poder que éstos detentan en dichos procesos.

8. Por otro lado, la **disponibilidad para la gestión eficaz y eficiente de los fondos públicos** implica no sólo no desviar fondos públicos para fines particulares, sino ser un profesional competente que busca la excelencia profesional y que emplea los fondos públicos de manera eficaz, consiguiendo los objetivos propuestos, y eficiente, a través de una buena administración de los recursos disponibles, (Martínez Navarro, 2000). La excelencia profesional está también relacionada la formación técnica de la más alta cualificación y con el esfuerzo de formación continúa.

La universidad, instrumento de solidaridad y cooperación

Entre los nuevos actores del sistema de cooperación internacional se encuentran las universidades, cuyo tarea en los procesos de transferencia de conocimiento puede jugar un papel muy importante para el incremento de las capacidades de la ciudadanía de los países del Sur. Como resalta el grupo de expertos del Task Force on Higher Education and Society del Banco Mundial (2000), la educación superior contribuye a fortalecer la sociedad civil y a estimular el gobierno democrático, a través de la generación de bienes públicos para la sociedad como nuevos conocimientos y espacios seguros para el libre intercambio de ideas acerca de los valores que definen el desarrollo de un país. Tiene, por consiguiente, un rol importante que jugar en la formación de capital social (Banco Mundial, 2003). Asimismo, la educación universitaria puede formar líderes inspiradores que se desempeñen eficazmente en el mundo político y económico del siglo XXI y profesionales especializados que pueden inventar, adoptar y transferir la tecnología moderna a todos los sectores de la sociedad. Y, por último, lo que nos parece más fundamental, la educación superior aumenta las opciones de las personas y, por tanto, contribuye directamente al desarrollo humano de los habitantes de todo el mundo.

Pero, para que pueda lograr este objetivo, es indispensable que la universidad oriente sus actividades de docencia, investigación y extensión académica hacia el desarrollo humano. En el cuadro siguiente presentamos una propuesta elaborada por la Development Education Association y la Association of University Teachers (1999), ambas del Reino Unido, en la que se ejemplifican dos visiones contrapuestas de la educación superior, una más reduccionista y otra más amplia. Para diferenciarlas, se atiende a cuatro categorías de la educación terciaria: su producto, su objetivo, su investigación y su inmersión en la sociedad del conocimiento.

Visón reduccionista de la educación superior	Visión amplia de la educación superior
El producto: un individuo especializado y conocedor preparado para jugar un rol económico en la sociedad.	El producto: un equipo adaptativo y reflexivo preparado para responder de forma creativa a todos los tipos de cambio.
El objetivo: producción de una fuerza de trabajo formada para atender la demanda de objetivos económicos.	El objetivo: contribuir a un desarrollo duradero como ciudadanos globales responsables.
La investigación: investigación de primera fila para adquirir una ventaja competitiva sectorial o nacional.	La investigación: colaboración internacional en la investigación y la diseminación de resultados.
La sociedad del conocimiento: la educación superior como un producto exportable y un instrumento para los objetivos económicos.	La sociedad del conocimiento: función social de la educación superior, múltiple partenariado para facilitar la distribución del conocimiento.

Tabla 1: Visón reduccionista y visión amplia de la educación superior. Fuente: DEA/UT (1999)

Los autores de la propuesta subrayan que no se trata de percepciones que se excluyan mutuamente, ya que la educación superior es capaz de atender múltiples expectativas. Compartimos totalmente esta afirmación, puesto que creemos que es posible buscar un modelo más integrador sobre cuál debe ser la posición de la universidad en la sociedad actual. No se trata de contraponer la universidad aislada de la que está plenamente integrada en el mercado de trabajo, pero sí ofrecer un tipo de formación, orientar la investigación y trabajar las relaciones con la sociedad no con el objetivo único de satisfacer las necesidades del mercado. Si el desarrollo humano coloca al ser humano como finalidad del proceso de desarrollo y es inherentemente multidimensional, la universidad orientada al desarrollo humano no puede apuntar únicamente a la formación del ser humano como agente económico.

Pero, además, el desarrollo humano es un proceso empoderador que tiene como objetivo el respeto de los derechos humanos y las libertades de los individuos como prioridad y fin último del desarrollo. Por ello, **una universidad orientada al desarrollo humano no tiene que ser reproductora sino transformadora,** entendiendo por transformación el impulso de cambios sustanciales en las instituciones sociales, en la política y en la economía, con importantes implicaciones para las relaciones entre grupos sociales y clases y para la manera de crear riqueza, estatus y poder (Brennan, 2002)[2]. No olvidemos que el conocimiento es poder y, en la sociedad del conocimiento, la competencia se mide mediante títulos académicos. Si los futuros titulados se sitúan en los puestos más altos del mercado laboral y en las posiciones políticas de influencia, dependiendo de las características de la formación que hayan recibido los graduados, es posible pensar que los cambios transformadores puedan ser posibles.

La ED constituye, a nuestro juicio, un buen punto de partida para proponer estrategias que impulsen la universidad hacia la transformación social. En el campo científico técnico, hay experiencias muy consolidadas en nuestro país en el ámbito de la **docencia,** a través del impulso de asignaturas de libre elección (Boni et al., 2002) y de la formación de profesorado universitario (Lozano et al., 2003; Boni et al., 2004); también el campo de la **extensión académica** está siendo explorado a través de la promoción de tesis, tesinas y trabajos fin de carrera dedicados a la cooperación (ISF, 2005). El ámbito de la **investigación** es el que, a nuestro juicio, necesita de mayor impulso, aunque existen ejemplos muy valiosos en otros países basados en la metodología de la investigación-acción, donde se funde prácticamente la investigación con la extensión académica (Taylor y Fransman, 2004).

Por último, queríamos concluir esta reflexión llamando la atención sobre un asunto que nos parece enormemente relevante y que puede constituir tanto una potencialidad como una amenaza para el futuro de la ED en la universidad (Gómez et al., 2005): el **Espacio Europeo de Educación Superior** (EEES) también conocido como "proceso de Bolonia". ¿Cuáles son las potencialidades que, a nuestro juicio, tiene el EEES? La ciudadanía cosmopolita constituye una apuesta por el multilateralismo y, desde esta perspectiva, creemos positivo que Europa se sitúe en el contexto de la globalización en el mundo universitario con esta propuesta común por el EEES, pero rescatando los **valores** que pueden marcar la diferencia con otros modelos universitarios. Como recoge una de las declaraciones inspiradoras del proceso de Bolonia, la Declaración de Salamanca (2001), **la educación se concibe como servicio público, acceso amplio a los estudios de grado y postgrado, educación para la realización personal, educación a lo largo de la vida, educación para la ciudadanía, respeto a la diversidad, educación con significación social.** Creemos que

---

2 *Como destaca este autor, existen numerosos estudios que han resaltado el rol de la universidad más como reproductora que como transformadora. Por ejemplo, los análisis marxistas de Bowles y Gintis (1976), o los más recientes estudios de Bourdieu (1996) y Brown y Scase (1994), todos ellos citados en Brennan (2002). Pero, como este autor nos recuerda, es cierto que en la universidad contemporánea coexisten tanto la función transformadora como la reproductora: dentro de las propias instituciones, como dentro de los propios departamentos, los roles que se juegan son múltiples y contradictorios.*

esto no es incompatible con la búsqueda de la excelencia ni con la formación técnica adecuada que requiere el mercado laboral. Existen numerosos estudios de ámbito europeo (DeSeCo, 2002; González y Wagennar, 2003) que nos hablan de **competencias morales y sociales** que deben fomentarse en la educación universitaria. El otro aspecto positivo que queremos resaltar es el **cambio en el paradigma de enseñanza-aprendizaje.** Creemos necesario que aquél se lleve a la práctica en la educación universitaria que está necesitada de un cambio profundo en sus metodologías docentes y, en nuestra opinión, si no existiera esta directriz marcada desde las instancias europeas creemos difícil que los profesores universitarios, por propia iniciativa, quisieran cambiar su tradicional esquema pedagógico. La innovación docente en este sentido tiene que ser incentivada y dotada de recursos económicos; si no, pasará lo que ha ocurrido con otras reformas educativas:[3] que quedará sólo en buenas intenciones.

Pero no todos son aspectos positivos. Nos preocupa la cuestión de la **poca participación de los actores de base en el diseño del proceso** y la tendencia que está siguiendo la cuestión de la **calidad.** No querríamos dar la razón a Kivinen (2002), que sostiene que los intentos de armonización bajo la bandera de la Europa del conocimiento tienen un motivo utilitarista: incrementar la competitividad económica creando un mercado de trabajo abierto dentro de los países de la UE, aumentando la competitividad y el atractivo del EEES. Esta es la visión que se desprende claramente del documento de la Comisión Europea, "El papel de las universidades en la Europa del conocimiento" (2003), cuando se afirma que el objetivo del EEES es convertir a las universidades europeas en una referencia a nivel internacional, garantizando que las universidades dispongan de recursos suficientes y los administren con eficacia, que refuercen su excelencia, que se abran hacia el exterior e incrementen su atractivo a escala internacional.

Nos parece una visión muy pesimista del proceso de Bolonia, pero conviene estar alerta porque las tendencias de la globalización son muy fuertes y el discurso predominante es el neoliberal, el cual sitúa a la universidad como formadora de recursos humanos especializados que sirvan a los intereses económicos. Poco espacio queda para el cultivo de la autonomía personal, de la responsabilidad, del diálogo, del pensamiento crítico en este modelo de universidad.

---

3 Como sucedió en España con la Ley Orgánica General del Sistema Educativo, de 1990, que impuso una reforma radical del sistema educativo preuniversitario, pero que adoleció de una inversión económica suficiente para acometer los cambios.

Referencias bibliográficas

ALKIRE, S. (2002), *Sen Capability Approach and Poverty Reduction,* Oxford University Press, New York.

BOBBIO, N. (1991), *El tiempo de los derechos,* Sistema, Madrid.

BONI, A., BASELGA, P., FERRERO, G. (2002), "La educación para el desarrollo en la universidad", *Papeles de Cuestiones Internacionales,* 76, pp. 145-151.

BONI, A., ACEBILLO, M., VISSCHER, J.T., HIDALGO, S., PÉREZ, A., del CAÑIZO, C., (2004), "Educando en Tecnología para el Desarrollo Humano: una experiencia docente para la formación de profesorado universitario en educación para el desarrollo a través de la enseñanza semipresencial" actas del *III Congreso Internacional Docencia Universitaria e Innovación,* Universidad de Girona.

BRENNAN, J. (2002), "Transformation or Reproduction. Contradiction in the Social Role of the Contemporary University" en Enders y Fulton (eds.) *Higher Education in a Globalising World. International Trends and Mutual Observation,* Kluwer Academic Publishers, Dordretch, Boston, London, pp. 73-86.

BUXARRAIS, M. R. (1997), *La formación del profesorado en educación en valores. Propuestas y materiales,* Desclée de Brower, Bilbao.

CAMPS, V. (1994), *Los valores de la educación,* Alauda/Anaya, Madrid.

CHAMBERS, R. (1997), "Editorial: Responsable Well-Being – A Personal Agenda for Development" en *World Development,* 25, 11, pp.1743-1754.

Comisión Europea, (2003), *El papel de las universidades en la Europa del conocimiento,* COM (2003) 58 final, Bruselas.

CORTINA, A. (1996), "Educar moralmente ¿Qué valores para qué sociedad? en Cortina, A., Escámez, J., Pérez-Delgado, E., *Un Mundo de Valores, Generalitat Valenciana*, pp. 27-38.

DEA/UT (1999), *Globalisation and Higher Education. Guidance on Ethical Issues Arising from International Academic Activities,* DEA/UT, Londres.

DeSeCo (2002), *Definition and Selection of Competences: Theroretical and Conceptual Foundations. Strategy Paper,* OCDE, DEELSA/ED/CERI/CD(2002)9, Paris.

FERRERO, G. (2003), "De los proyectos de cooperación a los procesos de desarrollo a largo plazo" en Morant, F. (coord.) *Libro Blanco de la Cooperación al Desarrollo-Comunidad Valenciana,* Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 334-371.

FERRERO, G. (2004), *De los proyectos de cooperación a los procesos de desarrollo. Hacia una gestión orientada al proceso,* Tesis doctoral inédita presentada en la Universidad Politécnica de Valencia.

FREIRE, P. (1970), *Pedagogía del oprimido,* Siglo XXI, Madrid, Buenos Aires, 14ª ed, de 2000.

FUEYO, A. (2000), *Imágenes publicitarias y representaciones sociales sobre el Sur. Implicaciones en la Educación para el Desarrollo,* Tesis doctoral, Universidad de Oviedo.

FUEYO, A. (2002), *De exóticos paraísos y miserias diversas,* Icaria-Acsur, Barcelona.

GÓMEZ, M. LL., CALABUIG, C., BONI, A., PERIS, J. y MONZÓ, J. M. (2004) "Oportunidades y riesgos para la cooperación universitaria al desarrollo en el Espacio Europeo de Educación Superior" de próxima publicación en la *Revista Española de Cooperación Internacional,* cortesía de los autores.

GONZÁLEZ, J. y WAGENAAR, R. (eds.), 2003, *Tuning Educational Structures in Europe,* Informe Final, Fase Uno, Universidad de Deusto, Universidad de Groningen.

GRASA, R. (1990), "Aprender la interdependencia: educar para el desarrollo" en José Antonio Sanahuja (coord.), *Juventud, desarrollo y cooperación,* Cruz Roja Española, Madrid, pp. 97-107.

GRUNDY, S. (1991), *Producto o praxis del currículum,* Madrid: Morata.

HELD, D. (2002), "Cosmopolitanism: Ideas, Realities and Deficits, en Held, D. y McGrew, A. (eds.) *Governing Globalitazion. Power, Authority and Global Governance,* Polity Press, Cambridge.

HICKS, D. (2003), "Thirty Years of Global Education: a Reminder of Key Principles and Precedents", *Educational Review,* 55, 3, 265-275.

ISF (Ingeniería Sin Fronteras) (2005), Concurso de Proyectos Fin de Carrera y Concurso de Tesis Doctorales, disponible en http://www.ingenieriasinfronteras.org/pfc/ [fecha de consulta 1 de marzo de 2005].

KINIVEN, O. (2002), "Higher Learning in an Age of Uncertainty" en Enders y Fulton (eds.) *Higher Education in a Globalising World. International Trends and Mutual Observation,* Kluwer Academic Publishers, Dordretch, Boston, London, pp. 191-206.

KOHLBERG, L., (1992), *Psicología del desarrollo moral,* Desclée de Brower, Bilbao.

KORTEN, D. (1990), *Getting to the 21st Century: Voluntary Action and the Global Agenda,* West Hartford, Kumarian Press.

LEDERACH, J. P. (1996), *Conflict Transformation across Cultures,* Syracuse University Press, Syracuse, New York.

LEDERACH, J. P., (2000), *El abecé de la paz y los conflictos. Educación para la paz,* Los Libros de la Catarata, Madrid.

LOZANO, J. F. y MONTERDE, R. (2003), "Ética de la cooperación y el desarrollo" en Morant, F. (coord.) *Libro Blanco de la Cooperación al Desarrollo-Comunidad Valenciana,* Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 258-288.

LOZANO, J.F., BONI, A., SIURANA, J. C. y CALABUIG, C. (2003), "La educación en valores éticos en las enseñanzas científico-técnicas. Experiencia del Grupo de Innovación Docente en los Estudios Científico-Técnicos en la UPV" en *Monografías virtuales. Ciudadanía, democracia y valores en sociedades plurales,* 3, OEI, disponible en http://www.campus-oei.org/valores/monografias/monografia03/vivencia02.htm [fecha de consulta 17 de noviembre de 2004].

MARTÍNEZ MARTÍN, M. (1998), *El contrato moral del profesorado,* Desclée de Brower, Bilbao.

MARTÍNEZ NAVARRO, E. (2000), *Ética para el desarrollo de los pueblos,* Trotta, Madrid.

MAX-NEEF. M., ELIZALDE, A. y HOPENHAYN, M. (1994), *Desarrollo a escala humana,* Icaria, Barcelona.

MC DONNELL, I., SOLIGNAC, H-B. y WEGIMONT, L., (2002), *Public Opinion Research, Global Education and Development Co-operation Reform : In Search of a Virtuous Circle,* OCDE, North-South Centre, París.

MESA, M. (2000) "La educación para el desarrollo: entre la caridad y la ciudadanía global", *Papeles de Cuestiones Internacionales,* Nº 70.

NOVAK, J. N. (1998), *Conocimiento y aprendizaje,* Alianza, Madrid.

NUSSBAUM, M. (1999), "Patriotismo y cosmopolitismo" en Nussbaum, M. (ed.) Los límites del patriotismo. Identidad, pertenencia y "ciudadanía mundial", Paidós, Barcelona, pp. 13-29.

ORTEGA, M. L. (1994), *Las ONGD y la crisis del desarrollo,* IEPALA, Madrid.

PÉREZ, A., MORALES, M. y SAZ, A. (2005), *Introducción a la Cooperación al Desarrollo para las Ingenierías. Una propuesta para el estudio,* Associació Catalana de Enginyeria Sense Fronteres, Barcelona.

PALACIOS, J. (1979), La Cuestión escolar, Laia, Barcelona.

PNUD, (2001), *Informe sobre Desarrollo Humano 2001,* Mundi – Prensa, Madrid.

REGAN, C. (1994), "Non-Governamental Organisations and Development Education: Natural Allies?" *The Development Education Journal,* 1, junio, pp.2-5.

SEN, A. (2000), *Desarrollo y libertad,* Planeta, Barcelona.

SENILLOSA, I. (1998), "A New Age of Social Movements: a Fifth Generation of Non-Governamental Development Organizations in the Making", *Development in Practice,* 8, 1, pp. 40-53.

SIERRA, A. M., (1997), "Quelle Éducation pour quel développement?", disponible en http://www.globenet.org/horizon-local/astm/170itec.html [fecha de consulta 4 de mayo de 2004].

Task Force on Higher Education and Society (2000), *La Educación Superior en los Países en Desarrollo: Peligros y Promesas,* Banco Mundial, Washington.

TAYLOR, P. y FRANSMAN, J. (2004), "Learning and Teaching Participation: Exploring the Role of Higher Learning Institutions as Agents of Development and Social Change", *IDS Working Paper,* 219.

TORRES, J. (2001), *Educación en tiempos de neoliberalismo,* Morata, Madrid.

VIGOTSKI, L. S. (1979), *El Desarrollo de los procesos psicológicos superiores,* Crítica, Barcelona.

WEBER. M. (1967), *El Político y el científico,* Alianza, Madrid.

YUS, R., (1997), *Hacia una educación global desde la transversalidad,* Anaya/Alauda, Madrid.

02

Tecnología para el desarrollo humano.
Propuestas de educación para el desarrollo en los estudios de ingeniería

Agustí Pérez-Foguet

Vocal de Educación e Investigación para el Desarrollo, Federación española de Ingeniería Sin Fronteras.
Departamento de Matemática Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya.

Resumen

La finalidad principal de este artículo es presentar el concepto de Tecnología para el Desarrollo Humano (TDH) como un marco de referencia para promover el desarrollo de programas de educación en estudios de ingeniería. La propuesta se basa en la experiencia acumulada por la federación española de Ingenieros Sin Fronteras (ISF-España) desde mediados de los noventa, cuando se consolidaron las primeras propuestas específicas, así como el trabajo continuado promovido por esta red.

La idea central de la TDH se presenta como una evolución del término plenamente aceptado de Tecnologías Adecuadas. El marco de trabajo, características y directrices clave del área internacional de desarrollo se presentan de forma resumida en este trabajo. Por otra parte, se ponen de manifiesto tanto la relación complementaria entre TDH y la idea de una tecnología para el desarrollo sostenible como los puntos comunes entre TDH y la política de educación para el desarrollo.

Abstract

The main goal of this article is to present the concept of Technology for Human Development (THD) as a reference framework for promoting the development of engineering education programs. The proposal is based on the Spanish Federation of Engineering Without Borders' experience since the mid 90's, when the first specific proposals were consolidated, as well as on the continuing work promoted by the EWB-Spain's network.

The central idea in THD is presented as an evolution of the widely accepted concept of Adequate Technologies. The key features, guidelines and working framework in the international development area are presented summarily in this article. The complementary relation among TDH and the concept of technology for sustainable development is highlighted, as are the points in common between TDH and Education for Development policies.

Résumé

Le but principal de cet article est de présenter le concept de Technologie pour le Développement Humain (TDH) comme un cadre de référence pour la promotion du développement de programmes d'éducation dans des études d'ingénierie. La proposition naît de l'expérience acquise par la Fédération Espagnole d'Ingénierie Sans Frontières (Isf-España) dès les années 90 lorsqu'elle a consolidé les premières propositions spécifiques, ainsi que le travail continu mené par ce réseau.

Le cadre de travail, les caractéristiques et les directives clé du secteur international de développement sont abordés de manière résumée dans ce travail. D'autre part, on met en évidence autant la relation complémentaire entre TDH et l'idée d'une technologie pour le développement soutenable que les points communs entre TDH et la politique d'éducation pour le développement.

Introducción

El papel de la tecnología en los ámbitos del desarrollo y la cooperación internacional ha ganado en cuanto a visibilidad, y probablemente, también en cuanto al reconocimiento de su importancia desde inicios del nuevo siglo. Sirvan de ejemplo dos recientes informes anuales de instituciones gubernamentales que destacan el papel de la ingeniería a la hora de analizar el estado del mundo desde la perspectiva del desarrollo (PNUD, 2001 y Banco Mundial, 2004). El informe de la UNESCO "Ingeniería para un mundo mejor" (2003) y el del InterAcademy Council (2004) "Inventar un futuro mejor", apuntan en direcciones parecidas. Y más recientemente, el equipo de Ciencia, Tecnología e Innovación del proyecto Millenium de la ONU ha presentado el trabajo "Innovación: aplicar el conocimiento al desarrollo" (2005) que analiza cómo la tecnología, las infraestructuras y la ingeniería pueden contribuir a conseguir los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Por otra parte, tanto Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo (ONGD) del ámbito de la ingeniería (como el Grupo de Desarrollo de Tecnologías Intermedias, ITDG, Ingeniería Sin Fronteras, ISF/EWB, Ingenieros por un Mundo Sostenible, ESW, Ingenieros Registrados para el Desarrollo y la Emergencia, RedR, Ingenieros Contra la Pobreza, EAP,…) como organizaciones de carácter profesional (como la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros, FMOI/WFEO, a través de su Comité permanente en Desarrollo de Capacidades, o la Institución de Ingeniería Civil del Reino Unido, ICE-UK, a través de la comisión presidencial Ingeniería Sin Límites, EWF), han incrementado en los últimos años su labor de promoción del desarrollo humano y la reducción de la pobreza. Las diferentes organizaciones están, además, fortaleciendo sus interconexiones y sinergias, gracias, entre otros factores, al rol de facilitador externo asumido por la sección vinculada a Ingeniería de la UNESCO (recientemente, por ejemplo, a través del encuentro celebrado en París del 11 al 13 de mayo del 2005).

El enfoque de desarrollo de capacidades (Baser y Bolger, 1996) es un punto clave en la mayoría de las propuestas. Sin embargo, las diferencias en la interpretación del concepto de desarrollo (ver Chambers 2004, para diferentes enfoques), así como en las estrategias prácticas para la reducción de la pobreza, hacen difícil la comunicación y el trabajo común entre las instituciones y organizaciones citadas anteriormente y, por ello, el impacto real del sector de la ingeniería se ve significativamente reducido con respecto a lo que podría indicar un primer análisis. Para superar estas dificultades aquí se presenta el enfoque de Tecnología para el Desarrollo Humano (TDH). Se basa en el paradigma del Desarrollo Humano (DH), impulsado por agencias internacionales como el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) desde principios de los noventa, y en el cuestionamiento en algunos foros del uso del término Tecnologías Adecuadas (TA) de forma excesivamente reduccionista. Concretamente, en este trabajo se describe el origen, características principales y tendencias actuales de TDH en el ámbito de cooperación al desarrollo.

Uno de los métodos aplicados para promocionar la TDH es la incorporación de actividades de Educación para el Desarrollo (ED) en la formación de ingeniería. La ED es una herramienta reconocida en el ámbito de la cooperación para el desarrollo. La asamblea general de CONCORD (Confederación Europea de ONG de Ayuda y Desarrollo) de noviembre de 2004 la definió como "un proceso activo de aprendizaje, fundado en valores de solidaridad, igualdad, inclusión y cooperación, [que] permite a la gente evolucionar desde una conciencia básica de las prioridades de desarrollo internacional y desarrollo humano sostenible hasta una implicación personal y acción concienciada, a través de la comprensión de las causas y efectos de los asuntos globales".

Actualmente, seguir las tendencias de la ED en las escuelas de ingeniería implica que en los estudios y actividades académicas se apunta al desarrollo de capacidades éticas y globales, aparte de las técnicas, y que se incluyen procesos de aprendizaje integrados en una perspectiva de fomento del desarrollo humano. Los estudios de ingeniería deben adaptarse a las nuevas propuestas puestas en práctica por agentes internacionales de desarrollo. En un mundo globalizado, el trabajo de los futuros ingenieros se desarrollará en muchos contextos diferentes. En el caso de los países en vías de desarrollo, la propuesta del desarrollo humano está adquiriendo importancia, y en países industrializados, las lecciones aprendidas de los proyectos de desarrollo pueden contribuir a alcanzar unas prácticas más sostenibles en el ámbito de la ingeniería.

Las propuestas de ED en la educación universitaria son, en la actualidad, más un deseo del sector de las ONGD que un requisito u objetivo académico, aunque existen excepciones relevantes tanto en España como en otros países. Es importante resaltar que la ED puede entenderse como la evolución de las reformas académicas centradas en la incorporación de aspectos medioambientales y de sostenibilidad, que también fueron en sus comienzos propuestas marginales y hoy en día se encuentran muy extendidos. Además, hay que tener en cuenta que las propuestas de ED están en consonancia con las reivindicaciones acerca de la integración de los derechos humanos y las cuestiones de desarrollo internacional en la educación universitaria que se realizan con el fin de afrontar las nuevas exigencias del contexto socioeconómico globalizado actual (DEA-AUT, 1999).

Este trabajo termina con la breve presentación del programa de ED de ISF- España. Se incluye como ejemplo de experiencia práctica y contrastada, y con el objetivo de contribuir a un entendimiento desde lo concreto de la propuesta de TDH presentada como marco de trabajo para potenciar la ingeniería al servicio del desarrollo y la cooperación internacional.

Contexto

La tecnología puede definirse como “un sistema de conocimiento e información inducido por la investigación, la experimentación y la experiencia, que permite crear un proceso reproducible para producir bienes y servicios” (Benavides, 1998). Por ello, se puede caracterizar a través de tres elementos: conocimiento, una actividad humana para la que el conocimiento es aplicable, es decir, acciones, y un fin práctico, que corresponde a ciertos deseos y valores. Además, de la clasificación internacional de materias de la UNESCO se puede deducir que la tecnología está directamente relacionada con todas las profesiones y estudios universitarios de ingeniería y arquitectura.

Para estudiar la relación entre tecnología y desarrollo, es útil mencionar la tríada compuesta por Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), ver Moñux (2000). El estudio de la CTS tiene su origen en los años 60, tras el primer accidente nuclear en 1957, y se basa en los análisis filosóficos y sociológicos del papel de la tecnología en el modelo de desarrollo occidental. En este momento, y como consecuencia del boom de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), así como de otras ciencias aplicadas, existe un debate renovado entre los tecno-optimistas y los escépticos ante la dependencia que el sistema actual tiene del desarrollo tecnológico y ante el papel cada vez más importante que la tecnología tiene en la sociedad. La promoción de la participación social en el avance tecnológico aparece como posible respuesta a estas tensiones.

De igual modo en que la relación entre los tres componentes de la CTS ha evolucionado, la relación entre tecnología y desarrollo ha cambiado desde la década crítica que fueron los sesenta. Muchas Organizaciones No Gubernamentales se fundaron al final de la década para abordar la CTS de forma aplicada; fue el caso de organizaciones tales como ITDG en 1966 y Greenpeace en 1969, así como las primeras agencias gubernamentales dedicadas al medio ambiente y la innovación tecnológica. Se acuñó inicialmente el término Tecnología Intermedia, aunque éste se vio deteriorado a medida que se le adscribían diferentes connotaciones políticas y evolucionó a Tecnología Apropiada, término que se hizo muy popular durante los años setenta.

El término TA se entiende a la vez en un sentido restringido y amplio. El primer caso corresponde a soluciones técnicas concretas, específicas y normalmente simples para problemas urgentes de comunidades pobres y de países en vías de desarrollo (ver Hazltine y Bull, 2003). El segundo caso se refiere a la coherencia y adecuación del desarrollo tecnológico y de las soluciones basadas en el uso intensivo de tecnología, simple o no, en actuaciones de cooperación para el desarrollo y contextos de escasos recursos (ver Pérez-Foguet et al., 2003). El sentido más restringido ha sido criticado por ser demasiado tecnocéntrico y no tener en cuenta problemas y realidades a escalas superiores a la comunitaria; es decir, dejando de lado problemas como, por ejemplo, la provisión de agua y servicios sanitarios en las grandes ciudades o la falta de preparación técnica de los gobiernos locales justo cuando los procesos de descentralización son ampliamente promovidos.

La dualidad que alberga el concepto de TA ha favorecido la creación y el uso de términos alternativos nuevos. Concretamente, el paradigma del Desarrollo Humano, que apareció en el curso de los años noventa y ha servido para hacer frente a la concepción económica clásica del desarrollo como crecimiento económico, sirvió de base a la concepción de la idea de Tecnología para el Desarrollo Humano. El DH "tiene como centro al ser humano y entiende el progreso como un proceso por el cual aumentan las opciones de la humanidad" (Prats, 2001), enfatiza que el objetivo último tienen que ser las personas. Una forma de acercarse al DH es a través del Índice de Desarrollo Humano (IDH) que se basa en tres factores: esperanza de vida, posibilidad de llevar una vida digna (mediante el acceso a suficientes recursos económicos) y acceso al conocimiento (a través de la educación). Por otra parte, el DH puede entenderse como un compuesto de seis dimensiones (seguridad, igualdad, crecimiento económico, cooperación, sostenibilidad y autodependencia, que pueden agruparse bajo un enfoque de proceso en tres pares, por orden: condiciones previas, medios y fines (PNUD, 1996; Sellés, 1997).

Las prácticas tecnológicas nacidas en el contexto de la promoción de las TA así como la experiencia acumulada en intervenciones de desarrollo y de cooperación internacional desde la ingeniería, pasan a formar parte también de la propuesta TDH. El enfoque de la TDH no es sustitutivo del de la TA, sino más bien complementario (pudiéndose acuñar, por ejemplo, expresiones como Tecnologías Apropiadas para la promoción del Desarrollo Humano, que incorporan referencias explicitas a ambos orígenes).

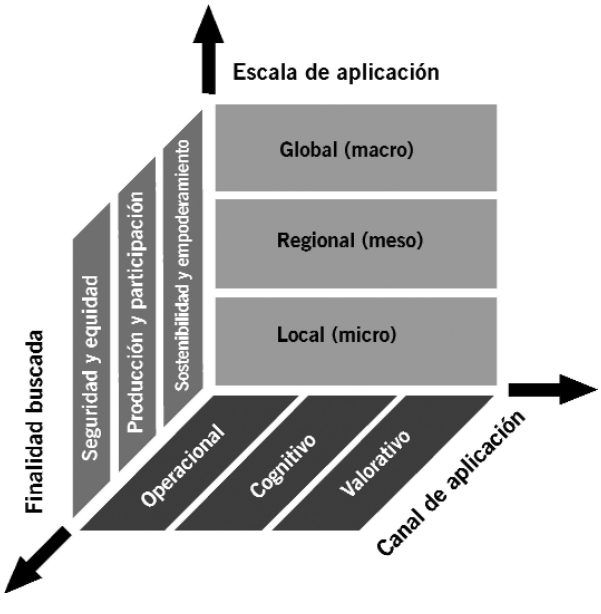
Dimensiones

La propuesta de TDH se basa en la idea esencial de que la tecnología puede ayudar a resolver las situaciones de bajo nivel de desarrollo humano, aunque para ello es necesario en muchos casos revisar el papel del avance tecnológico y reorientarlo. La revisión de la concepción de tecnología se está incorporando a las estrategias clásicas de desarrollo internacional, como indica el informe de 2001 del PNUD, que solicitaba explícitamente que se pusieran los avances tecnológicos al servicio del DH.

El acercarse a TDH desde la perspectiva del Desarrollo Humano implica enfocar la tecnología desde los siguientes tres puntos de vista. En primer lugar, la tecnología tendría que garantizar los derechos fundamentales y el acceso a servicios básicos con equidad y un mínimo de dignidad (relacionable con la esperanza de vida del IDH). En segundo lugar, debería asegurar una producción mínima y unas capacidades de participación social (relacionable con el acceso a recursos económicos mínimos del IDH). En tercer lugar, habría de facilitar la sostenibilidad y la autodependencia (relacionable con la educación del IDH). Estas tres condiciones son aplicables a todas las tecnologías, aunque una en particular pueda estar más ligada a una solución tecnológica que a las otras. Una aportación importante de este enfoque es la diferencia entre las soluciones tecnológicas basadas en la seguridad y las que lo están en la soberanía (seguro y equitativo versus sostenible y autodependiente), como por ejemplo, las que están en conflicto en el sector de la agricultura (reflejado en el debate Seguridad y Soberanía Alimentaria).

Un enfoque complementario a la TDH es el análisis de un sector tecnológico dado desde sus diferentes escalas de aplicación: micro, meso y macro; local, regional y global. Es de elevada importancia tener en cuenta la diferente naturaleza de las escalas de intervención, particularmente en lo que se refiere a soluciones intensivas en tecnología, ya que pueden variar sustancialmente según la escala en la que se apliquen. Por otra parte, este enfoque multi-escala destaca la diversidad de los agentes sociales relacionados con la promoción de las TDH, tanto del sector público como del privado, lucrativo y no lucrativo.

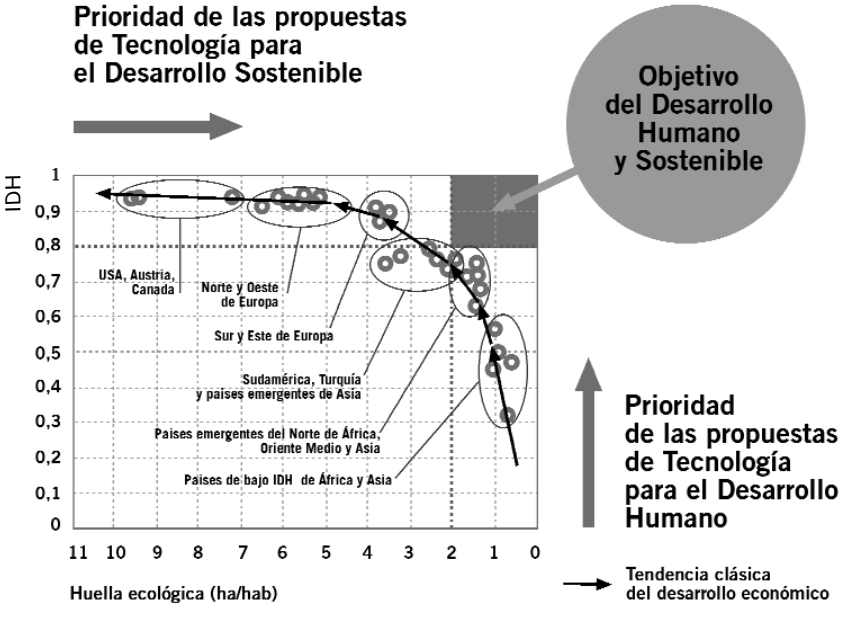
A niveles regional y global, destacan dos características de la TDH. En primer lugar, y de forma específica para el sector privado, el enfoque de la TDH busca una evolución en la profesión de la ingeniería para mejorar su capacidad de actuación en contextos internacionales y en diferentes situaciones de promoción del desarrollo. En segundo lugar, y de forma específica para el sector público, implica un cambio en las prioridades políticas y de investigación de forma que fomenten que las innovaciones tecnológicas sirvan para promover el desarrollo humano de las personas y pueblos más desfavorecidos. A escala local, se pone de manifiesto una de las características clave de la TDH, la asequibilidad. Hoy en día, la mayor parte de la tecnología está diseñada con altos niveles de sofisticación, sobre la base de estándares de países ricos, lo que tiene como resultado que las familias con un bajo nivel de ingresos sean incapaces de pagar el precio de estos bienes y servicios. Como constata el PNUD (2003), la tecnología se vuelve asequible para la gente pobre cuando su diseño tiene en cuenta los diferentes niveles de ingresos.



Esquema 1: Tres dimensiones de la tecnología para el Desarrollo Humano. Pérez-Foguet et al. (2005b).

Por otra parte, la TDH, en su calidad de cultura tecnológica, se puede reinterpretarse a través de las tres componentes siguientes (Quintanilla, 1998): operativa (acciones), cognitiva (conocimiento) y valorativa (valores). La siguiente sección se centra en este último enfoque a través de una breve presentación de las directrices clave de las TDH en el sector de la cooperación para el desarrollo. La representación tridimensional del Esquema 1 resume la conceptualización de la TDH a través de las tres categorías generales presentadas (según los derechos recogidos en el enfoque de DH, según la escala de aplicación y según la componente cultural aplicada).

Es importante subrayar la complementariedad del enfoque TDH con respecto al del Desarrollo Sostenible, DS, en especial, el enfoque de éste último perseguido en los países más ricos. El área de los servicios sanitarios ilustra claramente que mejorar la tecnología desde la perspectiva del desarrollo sostenible no implica necesariamente desarrollo para los más pobres. Mientras que en el mundo desarrollado los esfuerzos se han visto dirigidos principalmente a mejorar el tratamiento y reutilización de aguas recuperadas, en países con un menor índice de desarrollo las prioridades se centran todavía en la evacuación de aguas residuales y su eliminación, particularmente en áreas urbanas (Oliete-Josa, 2004). El Esquema 2 muestra los objetivos centrales de los enfoques de la TDH y la TDS utilizando como indicadores el IDH y la huella ecológica.



Esquema 2: Objetivos centrales de la Tecnología para el Desarrollo Humano y Sostenible. Basado en Thuillier et al. (2002). IDH = Índice de desarrollo humano ha/hab = Hectáreas por habitante

Ejes

Se proponen los siguientes ejes de trabajo prioritario para la promoción de la TDH en el ámbito de la cooperación para el desarrollo:

Canal operativo (acción): 1) Llevar a cabo programas de desarrollo dirigidos a cubrir el acceso a los servicios básicos de una manera equitativa y sostenible, promoviendo la seguridad y el empoderamiento de los usuarios finales; 2) definir estrategias y políticas relacionadas con el desarrollo y la tecnología de un modo participativo, así como enmarcar el progreso tecnológico en los derechos humanos.

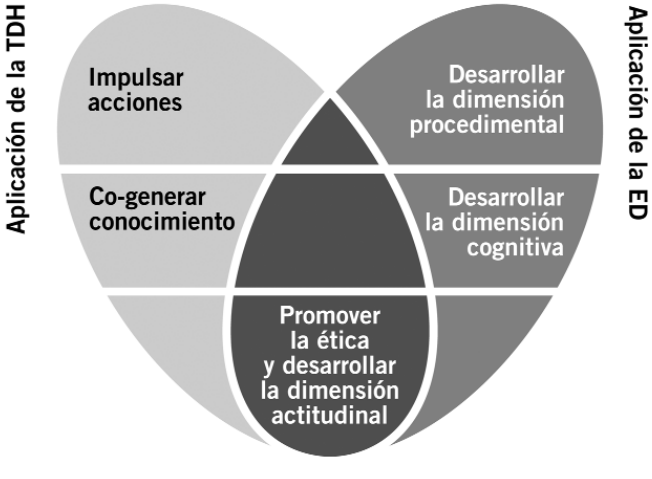
La necesidad urgente de promover el desarrollo humano y reducir la pobreza hace de la acción la primera área de trabajo. Los sectores de ingeniería que parecen requerir una mayor atención desde el punto de vista de la TDH son: a) La planificación medioambiental y territorial; b) la construcción de infraestructuras sociales y vivienda; c) el agua y los servicios sanitarios; d) el abastecimiento energético; e) el desarrollo de la capacidad de producción local; f) los sistemas e infraestructuras de transporte y comercio; y g) las TIC específicas para servicios básicos y gestión del conocimiento. Proyectos y programas interactúan con diferentes escalas de intervención, por lo que deben ser llevados a cabo de forma coherente entre ellas.

Los diferentes sectores tecnológicos comparten características operativas de acuerdo con su situación dentro de los tres continuos siguientes: seguridad-soberanía (como comentábamos en la sección anterior), urbano-rural (densidad de población) y emergencia-desarrollo (Christoplos et al., 2001).

Canal cognitivo (conocimiento): 3) Generar conocimiento en lo que se refiere a las tecnologías apropiadas para el DH y promover la reflexión acerca de los derechos de propietario sobre este conocimiento; 4) transferencia de información, tecnología y conocimiento, tanto entre Norte y Sur como entre Sur y Sur.

El poder pertenece a aquellos que generan y usan su propio conocimiento. Así, para evitar la dependencia es necesario incorporar la generación de conocimiento y las capacidades de su gestión en los procesos de desarrollo. Más que concentrarse en "aprender" (Senge, 1990), es necesario concentrarse en "la generación de conocimiento adaptada a un contexto cambiante" (Nanaka y Takeuchi, 1995). Tanto el conocimiento en sí mismo como el proceso a través del cual es generado deberían promover y aumentar la libertad y la autonomía, tanto a nivel individual como colectivo. Así, recurriendo a un enfoque constructivista, la transferencia de conocimiento debe ser entendida como co-generación de conocimiento con el desarrollo endógeno de los participantes como objetivo, en oposición al enfoque positivista en el que, desde una postura epistemológica autoritaria, la realidad se observa, se describe, se explica, se predice y se controla sin que exista ningún compromiso ético.

Las capacidades relacionadas con el conocimiento se convierten en centrales en la medida en que las tecnologías intelectuales ocupan el lugar de las tecnologías materiales en la era post-industrial. Teniendo en cuenta que la creatividad crece más por a la interacción de grupos de trabajo que por la acción individual, las tecnologías sociales, aquellas que permiten la participación, ganan asimismo relevancia. Así, la creación de capacidades relacionadas con las TIC resulta prioritaria. El trabajo coordinado y sinérgico de organizaciones y universidades en red es actualmente un instrumento preferente de transferencia de tecnología.



Esquema 3: Relación entre la Tecnología para el Desarrollo Humano y la Educación para el Desarrollo. Pérez-Foguet et al. (2005b).

Canal valorativo (valores): 5) Adoptar programas educativos basados en valores (como la ED) en el ámbito científico-técnico, en particular en la educación universitaria; 6) impulsar la sensibilización entorno al papel de la tecnología tanto en situaciones de desigualdad y de explotación como de igualdad y justicia.

Es necesario un cambio de actitudes y valores a nivel mundial si se quiere alcanzar el desarrollo sostenible de la humanidad. La ED y la sensibilización se basan en la premisa de que las personas, de Norte a Sur, tienen que ser conscientes de su responsabilidad compartida respecto al futuro común. La ED combina diferentes metodologías que persiguen un desarrollo tridimensional de los participantes en el proceso de aprendizaje-enseñanza, y no debería confundirse con las campañas de sensibilización o las actividades educativas independientes en lo que al desarrollo internacional se refiere (ver Balsega et al., 2004, para más detalles sobre estos temas y la sección siguiente para un programa aplicado en educación en ingeniería). El Esquema 3 muestra la relación entre los tres canales de aplicación de la TDH y las tres dimensiones de la ED.

Educación en valores y formación global

La ED está estrechamente relacionada con otras propuestas educativas basadas en los valores, tales como sostenibilidad, paz, género, derechos humanos y ciudadanía global (Polo, 2004). Respecto a esto, desde mediados de los noventa, la formación en ingeniería ha ido incorporando formación en sostenibilidad como muestran Barnes y Phillips (2000), Perdan et al. (2000) y Dohn et al. (2003), cuya experiencia está estrechamente relacionada con la del enfoque de la ED (asociaciones intersectoriales, estudios de caso y actividades didácticas orientadas a la resolución de problemas, respectivamente). Están en la misma línea las experiencias relacionadas con los derechos humanos (Hoole, 2002). Todas estas propuestas promueven que se incluya el razonamiento social y político en la práctica y la formación en ingeniería, lo que, como ya hemos dicho antes, es una de las prioridades de la TDH. En la misma dirección, Prados (1997) observa que "[ser] ingeniero exige [una] comprensión de las fuerzas ajenas a la técnica que afectan profundamente a las decisiones en ingeniería".

De forma complementaria, el Banco Mundial (2004) asevera que "la falta de conocimiento acerca de la correcta solución técnica probablemente no es la restricción decisiva. Lo que se necesita es una serie de acuerdo institucionales que proporcionen a los creadores de políticas, a quienes sostienen económicamente el proyecto y a la ciudadanía los incentivos para adoptar la solución y adaptarla a las condiciones locales". Muchos ingenieros carecen de la capacidad de manejar problemas con un enfoque amplio, más allá de los aspectos técnicos y económicos, y por ello las propuestas técnicas que realizan acaban no siendo válidas para su adaptación posterior. Por otro lado, publicaciones recientes, tales como "Haciendo negocios con los pobres" del Consejo de Negocios Mundial para el Desarrollo Sostenible (2004) y "Liberando el emprendimiento: Haciendo que los negocios funcionen para los pobres" de la Comisión de las Naciones Unidas para el sector privado y el desarrollo (2004), subrayan la importancia creciente de los mercados de los países en vías de desarrollo para el sector privado, con muchas propuestas concretas vinculadas de una u otra forma a la ingeniería. Así, la ED es también una propuesta atractiva desde el punto de vista económico para nuestra sociedad globalizada actual, que requiere de los profesionales capacidades también "globalizadas", ver, por ejemplo, las propuestas presentadas en Aneas et al. (2005).

Un ejemplo a escala estatal

Las primeras experiencias en la promoción de la ED en la formación de ingeniería en España tuvieron lugar hace más de diez años, a principios de los noventa. En su mayoría fueron presentadas en el congreso "La ED en la Universidad", en 2001, organizado por la Universidad de Valladolid y ISF-España. En cualquier caso y a pesar de la larga trayectoria acumulada, el apoyo a este tipo de iniciativas en la Universidad es, en general, insuficiente hoy en día. De forma adicional, es importante destacar que existe una cierta confusión en lo que respecta a los diferentes enfoques de la Universidad como agente activo en los ámbitos de desarrollo y cooperación internacional (Freres y Cabo, 2003).

ISF-España es una ONG de tamaño medio, para los estándares españoles, con un presupuesto anual de alrededor de dos millones y medio de euros (de los cuales aproximadamente un 10% se dedica a actividades de ED), 1.500 socios y 500 voluntarios distribuidos entre las 11 asociaciones federadas (datos de 2004). Tiene fuertes vínculos con universidades y escuelas técnicas, así como con asociaciones de ingenieros, empresas y otras organizaciones civiles. ISF ha sido uno de los mayores promotores de la ED en la educación técnica universitaria, especialmente en las Universidades Politécnicas de Cataluña, Madrid y Valencia. En cualquier caso, hasta el año 2002, después del congreso citado anteriormente, no se definió un marco de acción unificado a nivel estatal. Hoy en día la red de ISF conecta la mayor parte de las experiencias de ED en ingeniería, tanto en el ámbito español como a nivel internacional.

Se presenta a continuación una breve descripción de las directrices del Programa de Educación para el Desarrollo de ISF España para los años 2005-2006. En el programa se incluye el apoyo a la investigación en el campo de la ingeniería aplicada al desarrollo. Es importante resaltar que esto se debe, no sólo a aspectos operativos, sino a la visión institucional de que la investigación y la educación universitaria deben responder a una estrategia compartida. La mayor parte del apoyo económico del programa procede de gobiernos locales y universidades, como en años anteriores. Está pendiente la financiación del programa por parte del estado central.

Apoyo a la inclusión de los principios de la ED en la formación de ingeniería: 1) Se ofrecen recursos académicos (Oliete-Josa y Pérez-Foguet, 2005 y Pérez-Foguet et al., 2005a, 2005b, entre otros), colaboradores experimentados y canales de difusión para las actividades de ED incluidas en planes de estudios (dando apoyo a diecisiete cursos específicos en el año académico 04/05); y 2) cursos específicos para docentes y profesorado universitario, como el presentado en Boni et al. (2004) o el curso "La universidad, instrumento de solidaridad. La enseñanza-aprendizaje para el desarrollo humano sostenible en las enseñanzas científico-técnicas" ofertado en el año académico 05/06.

Promoción del voluntariado y la participación social: 3) Se promueven y se participa institucionalmente en programas de voluntariado cultural, social y medioambiental impulsados por universidades españolas (Pérez-Foguet y Peña, 2003); y 4) se ofrece formación para voluntarios y posibilidad de prácticas en los grupos de trabajo de ISF España.

Prácticas en el extranjero: 5) Se ofrecen prácticas técnicas de corta duración (dos meses) en el extranjero, en grupos pequeños, de forma que se realizan labores de asistencia técnica a la vez que se experimentan las condiciones de vida de las comunidades con las que colaboran ISF España y sus socios (habitualmente de forma coordinada con programas de extensión social de universidades de los países receptores); y 6) prácticas técnicas de larga duración (de tres a seis meses) también en el extranjero, usualmente asociadas a proyectos de final de carrera o estudios y tesis de investigación.

Formación complementaria en TDH: 7) Se impulsa y promueve formación a nivel de master interuniversitario sobre ingeniería y tecnología aplicadas en cooperación internacional y desarrollo, combinando seminarios, formación no presencial y prácticas en el extranjero, y se participa en diversos cursos promovidos por otras instituciones; 8) se organiza anualmente una conferencia internacional sobre TDH (en colaboración con las Universidades Politécnicas de Madrid y Cataluña) y diversos seminarios, conferencias y jornadas en escuelas de ingeniería de diferentes universidades.

Apoyo a la investigación de TDH: 9) Se edita la revista Cuadernos Internacionales de TDH y se coordina la edición de los premios nacionales a proyectos de fin de carrera y tesis sobre TDH, Ingeniería y Cooperación Internacional, junto con asociaciones de ingenieros profesionales; 10) se apoya a los grupos de investigación universitarios centrados en ingeniería aplicada, desarrollo y cooperación internacional, y se favorece su coordinación e interacción con los programas de desarrollo impulsados por la misma ISF España.

Es importante observar, antes de acabar, que el compartir experiencias y esfuerzos entre diferentes propuestas educativas basadas en valores tiene en España, hoy en día, un sentido especial. La reforma de la educación universitaria promovida a través del Tratado de Bolonia de la Unión Europea ofrece oportunidades muy interesantes en este campo (ver Boni, 2004), aunque también se han identificado riesgos y amenazas que pueden dificultar la adaptación de las propuestas actuales de ED, y resultar en una disminución del impacto alcanzado con la actual configuración de los estudios.

Agradecimientos

El autor quiere dar las gracias por el apoyo y esfuerzos de los voluntarios, personal y socios de la red de Ingeniería Sin Fronteras, origen y escenario de las propuestas de TDH presentadas; además de reconocer con gratitud el apoyo continuo proporcionado al programa de ED por parte de la Generalitat de Cataluña y de la Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Referencias bibliográficas

ANEAS, A., SIMONS, G., LAMBERT, J., MYERS, S. (2005), *Competencia Global, 50 actividades de formación para lograr éxito en proyectos y negocios internacionales*, Díaz de Santos, España.

BALSEGA, P., FERRERO, G., BONI, A., ORTEGA, M.L., MESA, M., NEBREDA, A., CELORIO, J.J., MONTERDE, R. (2004). *La educación para el desarrollo en el ámbito formal, espacio común de la cooperación y la educación*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

BANCO MUNDIAL (2004), *World Development Report 2004: Making services work for poor people*, The World Bank Group, Washington D.C.

BARNES, N. J., PHILLIPS, P. S. (2000), "Higher education partnerships. Creating new value in the environment sector", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 1:2, pp. 182-190.

BASER, H., BOLGER, J. (1996), "From Technical Cooperation to Capacity Development: Changing Perspectives" in CIDA, *Canadian International Development Agency*, Policy Branch, February.

BENAVIDES, C. A. (1998), *Tecnología, innovación y empresa*. Ediciones Pirámide, Madrid.

BONI, A. (2004), "Las relaciones Norte - Sur y la Cooperación Internacional para el desarrollo en la enseñanza universitaria. Propuestas docentes", 2º Congreso Nacional Universidad y Cooperación al Desarrollo, Universidad de Murcia.

BONI, A., ACEBILLO, M., VISSCHER, J. T., HIDALGO, S., PÉREZ-FOGUET, A., CAÑIZO, C. (2004), "Estrategias para el impulso de la educación para el desarrollo en la universidad. La experiencia del curso de Formación de Formadores universitarios: Educando en Tecnología para el Desarrollo Humano", 2º Congreso Nacional Universidad y Cooperación al Desarrollo, Universidad de Murcia.

CHAMBERS, R. (2004), "Ideas for development: reflecting forwards", Institute of development studies. Working Paper 238. Sussex. England.

CHRISTOPLOS, I., MITCHELL, J., LILJELUND, A. (2001), "Re-framing risk: The changing context of disaster mitigation and prepared-ness", *Disasters*. Vol. 25, nº 3, pp. 185-198.

DEA-AUT (1999), *Globalization and higher education. Guidance on ethical issues arising from international academic activities*, Development Education Association – Association of University Teachers, London.

DOHN, H., GAUSSET, Q., MERTZ, O., MÜLLER, T., OKSEN, P., TRIANTAFILLOU, P. (2003), "Strengthening learning processes in natural resource management in developing countries through interdisciplinary and problem-oriented learning", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 4:2, pp. 106-125.

FRERES, C., CABO, C. (2003), "Las Universidades de la Comunidad de Madrid y la Cooperación al Desarrollo". Colección Documentos Técnicos, nº 2. Consejerías de Educación y de Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid.

HAZELTINE, B., BULL, C. (2003), *Field guide to appropriate technology*, Academic Press. USA.

HOOLE, S. R. H. (2002), "Viewpoint: Human Rights in the Engineering Curriculum", *International Journal of Engineering Education*, Vol. 18:6, pp. 618-626.

MOÑUX, D. (2000), "Tecnología para el Desarrollo. Hacia una comprensión de las relaciones entre tecnología, sociedad y desarrollo", Sala de lectura CTS+I, Organización de Estados Iberoamericanos.

NANAKA, I., TAKEUCHI, H. (1995), *The Knowledge-Creating Company: How japanese companies create the dynamics of innovation*, Oxford University Press, New York.

OLIETE-JOSA, S. (2004), "Evolución y utilidad de un clásico del saneamiento". *Cuadernos Internacionales de Tecnología para el Desarrollo Humano*. nº 1, pp 84. ISF, Barcelona.

OLIETE-JOSA S., PÉREZ-FOGUET, A. (2005), Cooperació per al desenvolupament a l'aula. Casos aplicats de tecnologia per al desenvolupament humà, ISF – Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

PERDAN, S., AZAPAGIC, A., CLIFT, R. (2000), "Teaching sustainable development to engineering students". *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 1:3, pp. 267-279.

PÉREZ-FOGUET, A., CARRILLO, M., MAGRINYÀ F. (Eds.) (2003), *Tecnología para el Desarrollo Humano. Agua e infraestructuras*. ISF – Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

PÉREZ-FOGUET, A. MORALES, M., SAZ-CARRANZA A. (2005a), *Introducción a la Cooperación al Desarrollo para las Ingenierías. Una propuesta para el estudio*. ISF – Servicio de Publicaciones de la Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

PÉREZ-FOGUET, A., OLIETE-JOSA, S., SAZ-CARRANZA A. (2005b), "Development Education and Engineering: A framework for incorporating reality of developing countries into engineering studies", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 6:3, 278-303.

PÉREZ-FOGUET, A., PEÑA, E. (2003), "Propuesta de educación para el desarrollo en las escuelas de caminos desde la experiencia de Barcelona y A Coruña", Encuentro Internacional de Enseñanza de la Ingeniería Civil. Ciudad Real.

PNUD (1996), *Human Development Report 1996 Economic growth and human development*. United Nations Development Programme, New York.

PNUD (2001), *Human Development Report 2001 Making new technologies work for human development*. United Nations Development Programme, New York.

PNUD (2003), *Human Development Report 2003 Millennium Development Goals: A compact among nations to end human poverty.* United Nations Development Programme. New York.

POLO, F., (2004), "Cap a un currículum per a una ciutadania global". Colecció Informes nº 30. Intermón – Oxfam, Barcelona.

PRADOS, J.W. (1997), "Engineering Curricula 2000 - A Change Agent for Engineering Education", *Journal of Engineering Education*, Vol. 86(2), pp. 69-70.

PRATS, J. (2001), "La Construcción Histórica de la Idea de Desarrollo". Paper nº 34 de la Biblioteca de Ideas. Instituto Internacional de Gobernabilidad.

QUINTANILLA, M. A. (1998), "Técnica y cultura". *Teorema*. Tecnos. Vol. XVII/3

SELLÉS, N. (1997), "Desarrollo Humano Sustentable con perspectiva de género", en Boni, A., Ferrero, G. (Eds.). *Introducción a la cooperación para el desarrollo*. ISF – Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

SENGE, P. (1990), *The fifth discipline: the age and practice of the learning organization*, Century Business, London.

THUILLIER, E., PARAN, F., ROCHE, V. (2002), "Les agendas 21 locaux: Un difficile passage du savoir à l'action". VertigO – *La revue en sciences de l'environnement*, Vol 3, Nº 3, pp. 25-35.

03

Educar para la sostenibilidad en el ámbito tecnológico

Didac Ferrer Balas

CITIES, Centro Interdisciplinario de Tecnología, Innovación y Educación para la Sostenibilidad.
Universitat Politècnica de Catalunya.

Resumen

El desarrollo humano sostenible como único modelo posible de desarrollo plantea un reto de dimensiones todavía difícilmente imaginables de cara a los técnicos que se están formando hoy, o que se formarán mañana, y que serán los protagonistas del cambio de modelo al que asistiremos durante el siglo XXI. Lo que está en juego es evitar que estos estudiantes sean en el futuro perpetuadores de un modelo agotado. Su formación debe hacerlos capaces de encontrar su lugar en la inevitable transición.

Las energías renovables serán, sin lugar a dudas, una temática protagonista de los renovados programas de educación (tanto superior como en otros niveles), o formarán parte de nuevas titulaciones.

El presente artículo presenta aspectos claves de la educación para la sostenibilidad en el ámbito tecnológico y analiza algunas oportunidades para el cambio.

Abstract

Sustainable human development as the only possible development pattern is still difficult to conceive by both the technicians currently at universities and those who will be trained in the future. Nevertheless, both will be the protagonists of the pattern change which will occur in the 21st century. What it is at stake now is to avoid these students becoming the professionals who will perpetuate the current exhausted pattern. Their education must enable them to find a place in the inevitable transition.

There is no doubt renewable energies will become a fundamental subject matter in the renovated education programs, at higher and lower education levels, and they will be included in the new courses' denominations.

This article presents some key issues in education for sustainability in the technological field and analyses some opportunities for change.

Résumé

Le développement humain soutenable comme seul modèle possible de développement pose un défi de dimensions encore difficilement imaginables aux techniciens qui se forment aujourd'hui, ou qui se formeront demain, et qui seront les protagonistes du changement de modèle auquel nous assisterons pendant le XXIème siècle. Ce qui est en jeu c'est d'éviter que ces étudiants perpétuent dans le futur un modèle épuisé. Leur formation doit les rendre capables de trouver leur rôle dans la transition inévitable.

Les énergies renouvelables seront, sans aucun doute, protagonistes des programmes renouvelés d'éducation (tant supérieur comme à d'autres niveaux), où elles feront partie de nouvelles études.

Cet article présente des perspectives clé de l'éducation pour la soutenabilité dans le terrain technologique et analyse quelques opportunités pour le changement.
l'ingénierie.

Introducción

Nadie discute hoy día que el desarrollo actual es insostenible. La tecnología desempeña un rol clave en la urgente necesidad de reentender la relación del ser humano con nuestro planeta, el único que tenemos, para tratar de reenderezar y resolver las disfunciones que han aparecido aceleradamente en el último siglo en esta interacción.

El desarrollo humano sostenible, como único modelo de desarrollo posible, plantea un reto de dimensiones todavía difícilmente imaginables de cara a los técnicos que se están formando hoy, o que se formarán mañana, y que serán los protagonistas del cambio de modelo al que asistiremos durante el siglo XXI. Lo que está en juego realmente es evitar que estos estudiantes sean en el futuro perpetuadores eternos de un modelo agotado. Su formación debe hacerlos capaces de encontrar su lugar en la inevitable transición.

El cambio llevará a innovar tecnológicamente para ser mucho más eficientes en el consumo de energía y de materiales; la nueva obsesión será la de ir cerrando los ciclos. Es probable que sea necesario reinventar las profesiones tecnológicas, que están basadas en un modelo de desarrollo caducado y que difícilmente conducirán de forma rápida al urgente cambio de paradigma.

Las energías renovables serán, sin lugar a dudas, una temática protagonista de los renovados programas de educación (tanto superior como en otros niveles), o formarán parte de nuevas titulaciones.

Magnitudes de la transición. Un reto para los tecnólogos

El desarrollo sostenible es uno de los mayores retos que se ofrecen a la tecnología en nuestro siglo. La sostenibilidad está íntimamente relacionada con el concepto de ecocapacidad, que a su vez proviene del de capacidad de carga. Este concepto se refiere a las posibilidades limitadas de la biosfera para proveer materiales y servicios, para absorber contaminación y residuos, aún manteniendo las capacidades de los ecosistemas de reparar los propios daños (Weterings, 1992). Se calcula que, incluyendo los factores de crecimiento estimado de población y PIB, de aquí a 50 años, la demanda de ecocapacidad superará en un factor 2-20 la oferta, a menos que la dirección del desarrollo cambie. Si se añade el factor de equidad global (todos los humanos tenemos los mismos derechos en cuanto a calidad de vida), el factor alcanza los valores de 10-50 (Weaver, 2000). Este desfase entre la oferta y la demanda representa la escala del reto tecnológico inherente al desarrollo sostenible.

Desde un punto de vista tecnológico, el reto supone realizar saltos de ecoeficiencia extremadamente radicales con respecto a las tecnologías actuales: entre 10 y 50 veces. La estrategia de “hacer como siempre”, aplicada al proceso de innovación no parece ser la solución para resolver los problemas que se plantean, ya que no suele producir saltos de eficiencia de esta magnitud. Así pues, hay campo para el reto intelectual de la innovación tecnológica.

De una manera simplificada, se puede considerar que existen tres ritmos en los saltos de eficiencia necesarios (Jansen, 2004), tal como se esquematiza en la Figura 1.

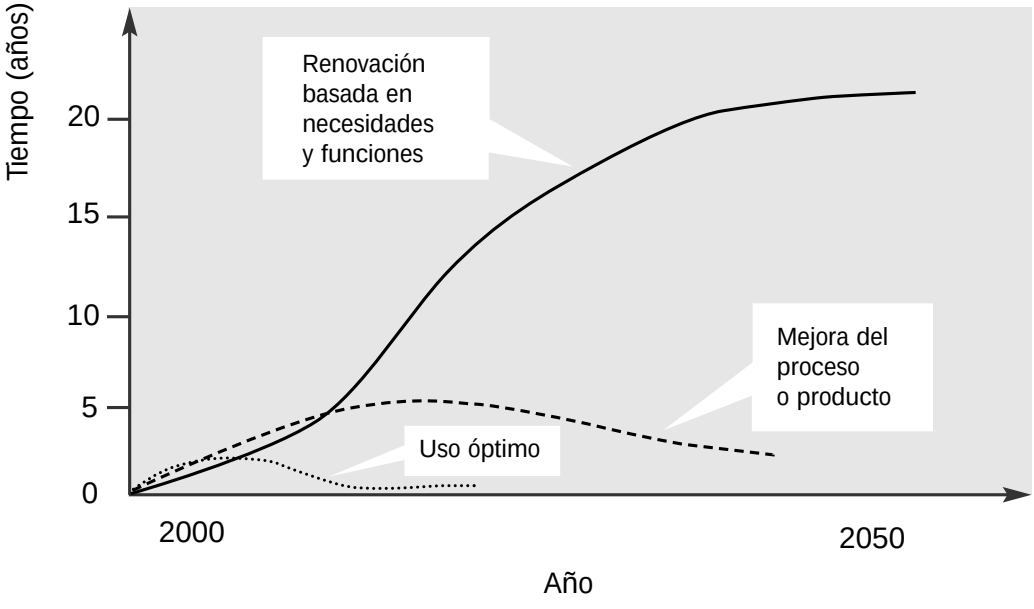


Figura 1. Diferentes caminos en la mejora de la ecoeficiencia (a partir de Jansen, 2004)

En primer término, tenemos la *optimización* de los modelos actuales, lo que suele significar cambios que afectan a los sistemas y a las estructuras existentes, pero que no las modifican profundamente, ya que las analizan de una forma aislada con respecto a toda la cadena. Son los cambios que más rápidamente pueden producirse, en general en menos de 5 años, pero los más pobres en términos de incremento de eficiencia. Mejorar la eficiencia en el uso de la energía en edificios o en coches puede ser un ejemplo.

A continuación, encontramos la *mejora del proceso y del producto.* El esfuerzo tiene una perspectiva más global, orientada a abordar todo el proceso o el producto de principio a fin. Los cambios necesitan enfoques a medio plazo, entre 5 y 15 años. Producen cambios significativos (hasta un factor 5). La ecología industrial (una industria utiliza el rechazo de otra en un polígono) es un ejemplo. Coches eléctricos, híbridos o impulsados por hidrógeno pueden ser otros.

Finalmente, existe la *renovación basada en las necesidades y la función.* No se parte de las soluciones actuales para mejorarlas, sino de las necesidades funcionales de los procesos, para las cuales se deduce el sistema tecnológico más adecuado. La naturaleza altamente innovadora y creativa de estas soluciones necesita largos plazos (más de 15 años) y la combinación de esfuerzos de investigación básica y aplicada, usando técnicas nuevas como el *"backcasting"* —concepto tal vez traducible por *"retro-yectar"*- que consiste en proyectar, a partir de un escenario sostenible a largo plazo, el camino progresivo para llegar a él. Estos planteamientos son los que producen transiciones más marcadas y deben permitir llegar a situaciones realmente sostenibles. En este sentido, y volviendo al ejemplo del vehículo, consiste en imaginar las soluciones tecnológicas a partir de la función requerida y, por lo tanto, plantearlo desde la perspectiva de la necesidad de la accesibilidad, en lugar de la de moverse de un lugar a otro. Esto, como puede fácilmente imaginarse, replantea el modelo de ciudad, el de transporte, e incluso los laborales, por citar algunos campos. Supera de largo, pues, el sistema "infraestructuras de movilidad", el ámbito técnico, y entra en campos mucho más transversales e interdisciplinarios.

Educar para la sostenibilidad

Una prioridad de Naciones Unidas a partir de 2005

En diciembre de 2002, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el período 2005-2014 Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS), enfatizando que "la educación es un elemento indispensable para alcanzar el desarrollo sostenible". También designó la UNESCO como la agencia que debía liderar, promover e implementar los objetivos de la Década.

En esencia, la Década se basa fundamentalmente en valores, con el concepto de respeto como elemento central. Respeto hacia los otros, incluyendo tanto las generaciones presentes como las futuras, respeto para la diferencia y la diversidad, el medio ambiente y los recursos del planeta en el que vivimos. La educación permite entendernos a nosotros mismos así como el entorno social y natural más amplio, y su comprensión se constituye como una base duradera para construir el respeto.

Para entender qué es la educación para la sostenibilidad, hay que empezar diciendo que se dirige a todo el mundo, sea cual sea el estadio de la vida de cada persona. Tiene por lo tanto una perspectiva de aprendizaje a lo largo de la vida (el famoso life-long-learning), y se da tanto en niveles formales, como no formales e informales, y desde la infancia hasta la vida adulta. El objetivo común siempre es permitir al sujeto del aprendizaje adoptar prácticas y comportamientos que conduzcan al desarrollo sostenible tanto individual como colectivamente.

La educación para la sostenibilidad requiere un examen de la política educativa, con vistas a reorientar la educación desde la guardería hasta la educación continua adulta, pasando por la universidad, de cara a centrarse claramente en el desarrollo de conocimientos, habilidades, perspectivas y valores en relación con la sostenibilidad.

Criterios y concepciones erróneas

En el esfuerzo que las instituciones de educación superior hagan para traducir las buenas intenciones en acciones efectivas, siempre es interesante aprender de la experiencia acumulada. Según Walter L. Filho (2002), las dificultades que muchas universidades han encontrado hasta ahora se deben a menudo a una concepción errónea de la sostenibilidad por parte de las propias instituciones, y destaca algunos criterios y retos a la hora de contemplarla como una prioridad en la formación:

- La sostenibilidad no es necesariamente una materia (o asignatura). Si bien es útil a veces tratarla como tal, dependiendo de los contextos, su significado va mucho más allá, ya que se debe desarrollar una forma de pensar interdisciplinar, holística y enfocada hacia el futuro: unas habilidades que a la larga conduzcan a una mayor armonía persona – medio.

- Existen formas nuevas, flexibles y más efectivas de enseñar la sostenibilidad alternativas a la clase magistral: aprendizaje por proyectos, trabajo de campo, talleres, programas virtuales, etc., que deben adaptarse en función de la audiencia.

- La sostenibilidad debe ser práctica, e ir más allá de definiciones, discusiones y teorías: debe mostrarse más que hablar de ella.
- Los curricula necesitan cambios profundos y las instituciones deben permitirlo.
- Todo el mundo puede hacerlo; no importa si se escoge el punto de vista político, técnico o ético, no se necesita un gran bagaje científico, dado que lo más importante es que estos aspectos se discutan desde el nuevo paradigma del desarrollo sostenible.
- Nadie debe reclamar la sostenibilidad como terreno exclusivo; tanto educadores, ambientólogos, ingenieros, biólogos, politólogos, etc. deben poder tratar e incluir la sostenibilidad en sus campos de interés, puesto que es parte de sus actividades. Más que objeto de apropiación por una disciplina, es terreno de juego común.

¿Cómo afecta a la enseñanza de la ingeniería?

Con la Década de Naciones Unidas en el horizonte, algunas organizaciones ya se han puesto a trabajar. Por citar algunas, digamos que la Universidad Politécnica de Cataluña ha acogido recientemente el segundo congreso internacional Engineering Education in Sustainable Development, en el curso del cual se aprobó la Declaración de Barcelona[1], que pretende recoger el espíritu de la Década en el ámbito de la formación superior tecnológica. La novedad, en este sentido, es que se trata de la primera declaración internacional en el ámbito educativo superior que afecta a un colectivo (o un grupo de colectivos) profesional determinado, en particular el tecnológico.

La Década pretende promover un debate global sobre la integración de la sostenibilidad en todos los niveles educativos y promover la adopción de estrategias, acciones e iniciativas en cualquier parte del mundo. Es obvio que los profesionales de la ingeniería son capitales para el desarrollo y la implementación de tecnologías sostenibles y la innovación hacia sistemas sostenibles. Las instituciones educativas tecnológicas, como las universidades técnicas, han sido en general capaces de formar ingenieros e ingenieras cualificados y capaces de responder a las demandas de la sociedad. Como nueva demanda, el desarrollo sostenible requiere un profundo cambio, pues se trata no sólo de tener en cuenta aspectos sociales y ambientales en el diseño, desarrollo y realización de nuevas tecnologías y nuevos productos, sino de convertirse también en parte esencial de los objetivos y las especificaciones de partida. Eso contempla la generación y transmisión de nuevos conocimientos, pero también el desarrollo de nuevos métodos y nuevas herramientas de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado, también requiere transiciones en los paradigmas ingenieriles actuales, apertura de miras y cambios en los valores y las asunciones básicas del presente. Hace falta, por lo tanto, dar importancia de nuevo a aspectos como la ética, las ciencias sociales y el desarrollo de habilidades en el currículum ingenieril.

Conscientes de que los titulados han de estar preparados para las condiciones de la sociedad futura, es necesario ver el desarrollo sostenible como una responsabilidad a gestionar. Hace falta que sean capaces de aplicarlo en su vida profesional.

---

1 Ver la Declaración en el recuadro de las páginas 46 y 47

¿Qué se debe enseñar?

Nuevos conocimientos, habilidades y valores en la ingeniería

En el proceso de aprendizaje, comprender los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible no tiene que ser algo demasiado complicado, pues sencillamente versan sobre cómo encontrar el buen equilibrio entre bienestar económico, beneficio social y cuidado del medio y de sus recursos (que demasiado a menudo son tratados como mercancías infinitas y gratuitas), teniendo en cuenta a la vez la noción de la equidad intergeneracional.

La Declaración de Barcelona menciona básicamente las capacidades que deben tener los ingenieros y las ingenieras de hoy, los requerimientos que imponen a la formación, y los necesarios cambios de las instituciones implicadas en este proceso. De su lectura se desprenden las nuevas dimensiones a considerar en la ingeniería, esencialmente vinculadas a aspectos éticos, sociales y culturales, así como a una visión holística y sistémica.

Declaración de Barcelona (2004) (Fragmento)

(…) Las instituciones de educación superior no deben limitarse a generar conocimientos disciplinares y desarrollar habilidades. Como parte de un sistema cultural más amplio, su rol es también el de enseñar, fomentar y desarrollar los valores morales y éticos requeridos por la sociedad. Las universidades deben preparar a futuros profesionales que deberían ser capaces de utilizar sus conocimientos no sólo en un contexto científico o tecnológico, sino también para necesidades sociales y medioambientales más amplias. No se trata simplemente de una cuestión de añadir otra capa en los aspectos técnicos de la educación, sino más bien de abordar todo el proceso educativo de una manera más holística, planteándose cómo el estudiante interactuará con los demás en su vida profesional, directa o indirectamente. La ingeniería ha respondido a las necesidades de la sociedad, y sin duda, la sociedad actual requiere una nueva clase de ingenieros e ingenieras.

(…) Los ingenieros y las ingenieras de hoy deben ser capaces de:

- *Comprender cómo su trabajo interactúa con la sociedad y el medio ambiente, local y globalmente, para identificar posibles desafíos, riesgos e impactos.*
- *Entender la contribución de su trabajo en diferentes contextos culturales, sociales y políticos y como éstos afectan al mismo.*
- *Trabajar en equipos multidisciplinares, para adaptar la tecnología actual a las demandas impuestas por los estilos de vida sostenibles, la eficiencia de los recursos, la contaminación y la gestión de los residuos.*
- *Aplicar un enfoque holístico y sistémico a la resolución de problemas y la capacidad de ir más allá de la tradición de descomponer la realidad en partes inconexas.*
- *Participar activamente en la discusión y la definición de políticas económicas, sociales y tecnológicas, para ayudar a redirigir la sociedad hacia un desarrollo más sostenible.*
- *Aplicar los conocimientos profesionales de acuerdo con principios deontológicos y valores y principios éticos universales.*

- *Escuchar atentamente las demandas de los ciudadanos y permitir que tengan voz en el desarrollo de nuevas tecnologías e infraestructuras.*

La educación en ingeniería, con el apoyo de la comunidad universitaria y más ampliamente el de la comunidad científica e ingenieril, debe:

- *Tener un enfoque integrado sobre los conocimientos, las actitudes, las habilidades y los valores en la enseñanza.*
- *Incorporar disciplinas de las ciencias sociales y las humanidades.*
- *Promover el trabajo en equipos multidisciplinares.*
- *Estimular la creatividad y el pensamiento crítico.*
- *Fomentar la reflexión y el autoaprendizaje.*
- *Reforzar el pensamiento sistémico y un enfoque holístico.*
- *Formar a personas que estén motivadas a participar y que sean capaces de tomar decisiones responsables.*
- *Concienciar de los desafíos que plantea la globalización.*

Para conseguir lo anterior, deben revisarse los siguientes aspectos del proceso educativo:

- *La coherencia entre todas las etapas educativas.*
- *El contenido de los cursos.*
- *Las estrategias docentes en el aula.*
- *Técnicas de enseñanza y aprendizaje.*
- *Métodos de investigación.*
- *Formación de formadores.*
- *Técnicas de evaluación y valoración.*
- *La participación de entidades externas en el desarrollo y la evaluación del plan de estudios.*
- *Sistemas de control de calidad. (...)*

¿Ingeniería sostenible o ingenierías sostenibilistas?

Se debe dejar claro que la sostenibilidad no es una disciplina técnica, en todo caso no en el sentido que lo son la hidráulica o la mecánica, por ejemplo. La sostenibilidad define el contexto en que las disciplinas técnicas y de otro tipo son aplicadas, y las propiedades emergentes que surgen de sus aplicaciones. Es, por tanto, una manera de pensar –un hábito mental- y de hacer sobre cómo se deben enfocar los problemas. Significa, no obstante, adoptar una aproximación sistémica en todo el proceso ingenieril.

Ninguna de estas condiciones excluye el rigor científico y técnico, sino que resitúa su marco de aplicación. Siguiendo ese hilo conductor, aunque ya existan propuestas de este tipo, no parece demasiado sensato hablar de nuevas titulaciones, como ingeniería sostenible, sino que resultaría más lógico que las ingenierías incorporasen la perspectiva sostenibilista en su aproximación a cada disciplina concreta; de modo que podríamos hablar de ingenierías sostenibilistas.

En este sentido, y de forma simplificada, se puede decir que hay tres niveles de actuación necesarios en el proceso que ya se denomina “sostenibilización curricular”:

- Dar a conocer los principios básicos de la sostenibilidad a todos los estudiantes.
- Integrar la perspectiva del desarrollo sostenible en todas las asignaturas (siempre y cuando sea razonable), de una manera coherente e integrada en el currículum.
- Ofrecer la posibilidad de especialización en aspectos determinados de la sostenibilidad en la graduación.

Diferentes niveles de profundidad para los profesionales técnicos

Aunque hace falta que todos los técnicos conozcan el marco global del paradigma sostenibilista, ya se ha dicho que hay varios ritmos en las transiciones de coeficiencia que se tienen que producir en el camino hacia un futuro sostenible. Hay, por lo tanto, necesidades diversas con relación a los profesionales de la tecnología que se dedican a hacer los sistemas tecnológicos más sostenibles. Esto también significa que las opciones formativas han de corresponder a dicha diversidad. Algunos deberán seguir trabajando en la optimización de sistemas actuales, con un enfoque generalizado en prevención, pero también aplicando sistemas de “final de tubería” cuando sea preciso. En este caso, son necesarios expertos disciplinarios capaces de trabajar multidisciplinarmente. Otros se dedicarán a repensar las estructuras a partir de sistemas preexistentes, y deberán ser brillantes en el trabajo multi e interdisciplinar. Finalmente, harán falta también personas más centradas en la búsqueda científica a largo plazo, capaces de repensar globalmente los sistemas a partir de las necesidades; esos deberán ser expertos en trabajo inter y transdisciplinario.

Los cambios son posibles

Universidades líderes... también en sostenibilidad

Cuando se percibe que las universidades tecnológicas líderes del ámbito internacional están introduciendo la sostenibilidad profundamente en sus misiones y actuaciones, podemos pensar que la cuestión empieza a avanzar seriamente. Efectivamente, hoy en día la sostenibilidad deja de ser una simple expresión del compromiso ético de la universidad hacia la sociedad, para convertirse también en un factor de calidad docente e investigadora, así como de competitividad en el cada vez más complicado “mercado” de la formación superior y la investigación tecnológica.

No nos tiene que sorprender, pues, que una búsqueda por Internet con las palabras sostenibilidad, educación y tecnología nos reseñe como primeros hallazgos instituciones tan prestigiosas como la Universidad de Harvard (EEUU), el Massachussets Institute of Technology (MIT. EEUU), la Universidad Tecnológica de Chalmers (Suecia), la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos), el Instituto Tecnológico de Monterrey (México) o el Georgia Institute of Technology (EEUU).

En los Estados Unidos, el Georgia Institute of Technology ha designado la tecnología sostenible como una de sus tres misiones centrales para todas las actividades de la universidad. Por otro lado, ya en el año 1989, la Universidad de Tufts (Boston) fue pionera haciendo de la alfabetización ambiental un objetivo para todos sus graduados mediante la creación del Tufts Environmental Literacy Institute.

En Europa, entre muchos otros, es interesante mencionar el caso de la Universidad Tecnológica de Delft, la cual ha optado, desde el año 1996, por tres acciones complementarias y sinérgicas: (a) diseñar un

curso obligatorio sobre tecnología y sostenibilidad para todos los alumnos de la universidad; (b) integrar el desarrollo sostenible en todas las asignaturas, teniendo en cuenta las particularidades específicas, y (c) ofrecer la posibilidad de una graduación específica en sostenibilidad en el marco de cada centro.

En Suecia, la Universidad Tecnológica de Chalmers ha hecho una inversión de 11 millones de dólares para 5 años en el que han denominado la Chalmers Environment Initiative, que consiste en crear nuevas líneas de investigación y docencia en sostenibilidad muy novedosas y transdiciplinares mediante el fichaje de siete "estrellas" científicas mundiales de primera línea en áreas como metabolismo industrial sostenible, sistemas energéticos sostenibles o medidas ambientales globales.

En la esfera global, es interesante mencionar la Alliance for Global Sustainability, una red académica que agrupa un reducido círculo de cuatro universidades de indiscutible liderazgo: MIT, Universidad de Tokio, ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) de Zurich y Universidad Tecnológica de Chalmers. Esta red, que reúne desde 1999 a científicos de gran prestigio, pretende mejorar la comprensión científica de los retos ambientales globales, desarrollar herramientas tecnológicas y estratégicas para ayudar a las sociedades a reconciliar los problemas económicos y ambientales, y formar una nueva generación de líderes comprometidos con el desarrollo sostenible.

Pero la cuestión de reorientar la educación tecnológica hacia la sostenibilidad ya no se limita a las instituciones académicas. Se puede destacar como ejemplo el liderazgo que ejercen en la materia instituciones como el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). No quedan al margen organizaciones profesionales, entre las que pueden citarse la World Federation of Engineering Organisations (WEFO) que ya animó en 1997 a todos los ingenieros a "ser conscientes de los principios del desarrollo sostenible y ser formados de manera continua sobre las tecnologías para el desarrollo sostenible disponibles y aplicables a su actividad profesional". Como ejemplo de la reorientación que están tomando los colectivos profesionales, Paul Jowitt (2004), partiendo de la definición de Thomas Tredgold, en el siglo XIX, "la ingeniería civil es el arte de dirigir las grandes fuentes de Poder de la Naturaleza para el uso y conveniencia del hombre", proponía recientemente la redefinición la ingeniería civil, en términos propios del siglo XXI: "la ingeniería civil es el arte de trabajar con las grandes fuentes de Poder de la Naturaleza para el uso y beneficio de la sociedad".

Factores de cambio en las instituciones de educación superior

En clave de humor, se suele decir que si no sabemos adónde debemos ir, seguro que iremos a parar ahí. Afortunadamente, parece que empezamos a saber hacia dónde hace falta ir. La cuestión ahora, por lo tanto, es gestionar bien la transición y posibilitarla lo más rápidamente posible a través de las acciones estratégicas más adecuadas. La Declaración de Barcelona indica la dirección del cambio que han de adoptar las instituciones de educación superior en el ámbito tecnológico:

"Las universidades tienen que redirigir el proceso de enseñanza aprendizaje para formar verdaderos agentes de cambio capaces de efectuar importantes contribuciones mediante la creación de un nuevo modelo para la sociedad. Responder al cambio es una parte fundamental del rol de una universidad en la sociedad. Existen evidencias de que el desarrollo sostenible ya se ha incorporado a numerosas instituciones de enseñanza de la ingeniería en cualquier parte del mundo. La Década de las Naciones Unidas para la Educación en Desarrollo Sostenible (2005-2014) ofrece una gran oportunidad para consolidar y replicar las buenas prácticas existentes dentro de la comunidad internacional de enseñanza superior.

Las universidades tienen ahora la oportunidad de reorientar las funciones tradicionales de enseñanza e investigación, y generar ideas alternativas y un nuevo conocimiento. También se tienen que comprometer a responder creativa e imaginativamente a los problemas sociales y de este modo educar para el desarrollo sostenible".

Cabe decir que los argumentos para introducir la sostenibilidad en los programas educativos de las universidades tienen cada vez menos oponentes. Pero sí siguen teniendo algunas barreras generalizadas que se deben superar (Thomas, 2004):

- Falta de cultura sobre el valor o prioridad que merece el desarrollo sostenible.
- Falta de apoyo organizacional y recursos para el profesorado.
- Falta de formación para el profesorado.

Por otro lado, se debe insistir en que este cambio es inviable sin la complicidad de numerosos actores y agentes sociales. Y, aún más, no se pueden obviar las escasas oportunidades que se presentan para la renovación profunda de las mismas instituciones.

La oportunidad única del Espacio Europeo de Enseñanza Superior

En esta línea, el proceso de creación del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES), a partir de la Declaración de Bolonia, está avanzando irreversiblemente. Su objetivo central es consolidar la presencia de Europa en el mundo a través de la mejora continua de la educación superior de sus ciudadanos, poniendo especial énfasis en la adopción y el desarrollo armónico de sistemas educativos superiores fácilmente comparables, con titulaciones que permitan el reconocimiento académico y profesional en toda la Unión Europea.

El proceso, como toda fase de cambio, permite la renovación de conceptos y prácticas que hoy en día se deben reformar. Como aspecto capital de esta reforma, se ha discutido y aprobado la necesidad de alterar profundamente el método de enseñanza centrada en el profesor, y centrarlo en el alumno y en su proceso de aprendizaje. En este sentido, "Bolonia" representa una oportunidad única para conseguir introducir profundamente aspectos como el paradigma sostenibilista en todas las enseñanzas, no únicamente en las nuevas titulaciones –por ejemplo, ambientales– que puedan crearse. Pero eso no está ganado de entrada, puesto que también existe el riesgo de que el debate derive hacia cuestiones más formales que conceptuales, y sea necesario esperar al menos veinte años más para tener otra oportunidad de esta magnitud.

Conclusiones

Si aceptamos que el modelo sostenibilista es la única alternativa viable, ¿cómo crearemos ese futuro sostenible? Seguro que hará falta un gran giro en el pensamiento, los valores y la acción. Citando a Einstein, "los problemas relevantes a los que nos enfrentamos no pueden solucionarse aplicando el mismo tipo de pensamiento que los ha creado".

Hace falta desacoplar el progreso social y económico de la degradación ambiental. Contribuir a esta innovación sola será posible si se sitúa el objetivo de la sostenibilidad como requisito esencial de todo progreso tecnológico. Es ingenuo pensar que si seguimos formando a los tecnólogos como siempre, o si

les proporcionamos con más o menos timidez un conjunto de conocimientos sobre tecnologías ambientales, se lograrán desarrollos tecnológicos que permitan el desarrollo sostenible.

Nuestra vida cotidiana está basada sobre los 40 dólares por barril. ¿Quién estará preparado cuando suba a 100 dólares? El papel de la formación es evidentemente capital, particularmente la de los ingenieros. Si como último objetivo tiene que perseguir la motivación de las futuras generaciones de tecnólogos para resolver el reto planteado, será necesario que integre nuevas dimensiones en la educación (interdisciplinariedad, habilidades sociales, ilusión ante de los retos, visión a largo plazo, entre otros). Como dice el arquitecto sostenibilista William McDonough, "*hace falta sacar los filtros de las tuberías y ponerlos en nuestra conciencia".*

La etapa actual abre algunas oportunidades. La Década de Naciones Unidas sobre la Educación para el Desarrollo Sostenible y el Espacio Europeo de Educación Superior son dos de estas oportunidades esenciales. ¿Dejaremos pasar este tren y todas las ventajas que se derivan del mismo? Es un lujo que ya no nos podemos permitir.

Referencias bibliográficas

CAPDEVILA, I. (2000), *L'ambientalització de la universitat*, Di7 Ed.

European Ministers of Education (1999), "The european higher education area. Joint declaration of the European Ministers of Education Convened in Bologna on the 19th of June 1999", Disponible en http://europa.eu.int/comm/education/

FERRER-BALAS, D. et al. Ed. (2004), *Engineering Education in Sustainable Development*, CIMNE (UPC), Barcelona.

JANSEN, L. (2004), "Knowledge in Sustainable Development", No editado. Conferencia impartida en la UPC el 25/10/04.

JOWITT, P. (2004), ´Sustainability and the formation of the civil engineer", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, N.157, pp. 79-88.

FILHO, W.L., Ed. (1999), "Sustainability and University Life", en Environmental Education, Communication and Sustainability, Vol. 5, Lang, Frankfurt am Main.

MULDER, K.F. (2002), "Engineering Curricula and Sustainable Development at Delft University of Technology", en *Introduir la sostenibilitat en els estudis universitaris tecnològics*, Departament de Medi Ambient, Barcelona.

THOMAS, I. (2004), "Sustainability in tertiary curricula: what is stopping it happening?". *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol.5, N.1, pp. 33-47.

VON WEIZSACKER, E., AMORY B. LOVINS & L. HUNTER LOVINS (1997), *Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use*, Earthscan Publications, Ltd, London.

WEAVER, P. et al. (2000), *Sustainable Technology Development*, ISBN 1 874719 09 8, Greenleaf Publishing, Sheffield, UK.

WETERINGS R.A.P.M., OPSCHOOR J.B. (1992), *The Ecocapacity as a challenge to technological development*, Advisory Council for Research on Nature and Environment, Rijswijk.

Enlaces de interés *(consulta el 19 de noviembre de 2004)*

Década de la ONU de Educación para el Desarrollo Sostenible
http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL_ID=36025&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

---

Global Higher Education for Sustainability Partnership
http://www.ulsf.org/toolkit/

Education for Sustainability. From Rio to Johannesburg: Lessons learnt from a decade of commitment
http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127100e.pdf

CRE (1992) Copernicus Charter.
http://www.copernicus-campus.org/

Talloires Declaration
www.ulsf.org/programs_talloires.html

World Business Council for Sustainable Development
http://www.wbcsd.ch/

Programa de Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA)
www.unep.ch

World Federation of Engineering Organisations (WEFO)
http://www.wfeo-cee.org/essays/code.htm

Chalmers Environment Initiative
http://www.miljo.chalmers.se/cei/

Alliance for Global Sustainability
http://globalsustainability.org/

Declaración de Barcelona (2004)
http://congress.cimne.upc.es/eesd2004/

Espacio europeo de educación superior
http://www10.gencat.net/dursi/ca/un/eees.htm

04

Programa de Conocimiento de Realidad de Ingeniería Sin Fronteras. Desarrollo de la dimensión social de los estudiantes de ingeniería.

Jorge Sneij Oria
Grupo Educación e Investigación para el Desarrollo, Ingeniería Sin Fronteras Cataluña. Grupo Energía, Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.

Jaume Delclòs Ayats
Grupo Energía, Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.

Daniel Camós Daurella
Grupo Energía, Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.

Agustí Pérez-Foguet
Vocal de Educación e Investigación para el Desarrollo, Federación española de Ingeniería Sin Fronteras. Departamento de Matemática Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya.

Resumen

La participación en programas de cooperación al desarrollo es un instrumento privilegiado de educación para el desarrollo y, más en general, en valores como la paz, la sostenibilidad o la interculturalidad. En este trabajo se describe el Programa de Conocimiento de Realidad, impulsado por Ingeniería Sin Fronteras dentro de su línea de educación para el desarrollo, que incorpora diferentes posibilidades de intercambio y participación de estudiantes de universidad en programas de cooperación con una clara vertiente tecnológica.

Las estancias, por lo general su primera experiencia en un país en desarrollo, pretenden acercar a los participantes a la realidad de las comunidades desfavorecidas a través de un trabajo técnico de apoyo a un programa de cooperación al desarrollo. Entre 1999 y el 2005, se han movilizado 71 estudiantes de la Universidad Politécnica de Cataluña en actividades del programa desarrolladas en El Salvador, Argentina, Camerún y Perú. Muchos de ellos han mantenido después un fuerte compromiso en el área de la cooperación para el desarrollo.

Abstract

Participation in development cooperation programs is a privileged tool of education for development and, more in general, education in values such as peace, sustainability or interculturalism. This article describes the program steered by Engineering without Borders – Spain (ISF), an organization with the mission to put technology at the service of the more disadvantaged communities. Within its education for development program, the Training Course for Overseas Development Projects stands out for incorporating different possibilities of participation and exchange for university students within cooperation programs with a distinct technological scope. Participation in the program lasts one year, including the selection of participants, preparation of trips, overseas stays and field work, evaluation and aware-raising activities, as well as support to the following year program.

These overseas stays are usually the students' first experience in a developing country. Their main educational objective is to broaden the students' social abilities. They intend to bring university students nearer the reality of disadvantaged communities through set technical tasks carried out in support of a development cooperation program. Between 1999 and 2005, 71 students from the Polytechnic University of Catalonia (UPC) have participated in the mobility schemes of this program in El Salvador, Argentina, Cameroon and Peru. A great number of participants have remained strongly committed to cooperation for development, both through volunteer and professional work.

Résumé

La participation dans des programmes de développement est un instrument privilégié de l'éducation pour le développement, et, en général, de l'éducation dans des valeurs comme la paix, la soutenabilité ou l'interculturalité. Cet article décrit le Programme de Connaissance de la Réalité, développé par Ingénierie Sans Frontières (ISF) dans le cadre du programme d'éducation pour le développement, qui incorpore diverses possibilités d'échanges et de participation d'étudiants universitaires dans des programmes de développement ayant un côté clairement technologique.

Les séjours, habituellement leur première expérience dans un pays en voie de développement, ont pour objectif d'approcher les étudiants à la réalité des communautés démunies par un travail technique de support à un programme de développement. Entre 1999 et 2005, 71 étudiants de l'Université Polytechnique de Catalogne ont participé dans les activités du programme à El Salvador, Argentine, Cameroun et au Pérou. Beaucoup d'entre eux ont prolongé aprés un ferme compromis dans le domaine de la coopération.

Introducción

Ingeniería Sin Fronteras (ISF) ha impulsado activamente, desde mediados de los años noventa, actividades y proyectos de educación para el desarrollo (ED) en diferentes escuelas de ingeniería y universidades del Estado español. Desde el cambio de siglo, las iniciativas se han constituido, además, en programa de intervención y se ha tomado como punto de referencia común la promoción de la Tecnología para el Desarrollo Humano (TDH)[1].

ISF encuentra en la ED uno de sus pilares estratégicos de actuación. Se entiende la ED como "proceso educativo transformador, comprometido con la defensa y promoción de los derechos humanos de todas las personas, que busca vías de acción en los ámbitos individual, local y global para alcanzar un desarrollo humano. Pretende fomentar la autonomía de la persona a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en el diálogo, que forme en conocimientos, habilidades y valores, y que promueva un sentido de pertenencia a una comunidad mundial de iguales."[2]. El ciudadano del siglo XXI, y en particular los ingenieros e ingenieras, deberán hacer frente, cada vez más, a decisiones que influirán en personas cercanas y lejanas. En este contexto, es preciso que la formación que reciba un estudiante de ingeniería tenga una clara vocación, no sólo integral, sino también global.

Ambrojo y Fabregat (2005) han presentado un estudio sobre la formación en valores de los estudiantes de ingeniería, el primero de este tipo. Mediante encuestas realizadas a 2.311 estudiantes noveles, se pone de manifiesto que un 69% está de acuerdo en considerar que la formación en valores humanos para la ingeniería tiene que ser un objetivo en las escuelas de ingeniería. Del estudio se desprende también que el respeto a las personas, la solidaridad, la responsabilidad y la cooperación son, entre otros, valores que hace falta fomentar en la ingeniería. Estos planteamientos son similares a los tenidos como referencia en ISF, que se centran en la ética cívica (libertad, igualdad, solidaridad, respeto activo y actitud de diálogo, junto con la unión de todos ellos que constituye, a su vez, el valor de la justicia, Cortina (1994)).

Entre las diversas acciones de promoción de la TDH desde la ED, destacamos el programa llamado "Proyectos de Conocimiento de Realidad" (PCR). Se plantean éstos como una herramienta de ED que tiene por objetivo el desarrollo de capacidades, tanto técnicas como sociales, para participar activamente en el reto de construir una sociedad internacional justa. Su público objetivo son estudiantes de ingeniería y titulaciones técnicas. Los PCR se vinculan a programas de cooperación al desarrollo a largo plazo en los que participe activamente ISF. No se plantean como experiencias aisladas, sino dentro de un programa educativo más amplio, destinado a potenciar el aprendizaje de acuerdo con los principios de la ciudadanía cosmopolita (Boni, 2005).

Tenen su origen en las actividades impulsadas por ISF-Cataluña con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) desde mediados de los años 90, apareciendo formalmente en el año 1999 como parte de la planificación estratégica de ISF en relación al trabajo a impulsar en la universidad. Desde entonces, la iniciativa se ha extendido a otras universidades y asociaciones de ISF de la federación española, con distintos grados de intensidad. Remarcablemente, iniciativas similares han sido impulsadas los últimos años por ONGD de la red internacional de ISF/EWB, Ingeniería sin Fronteras/Engineers without Borders.

---

1. *Ver Pérez-Foguet (2006), en esta misma publicación*

2. *A. Boni (2006), en esta misma publicación*

El programa consta de las siguientes etapas:

1. Elaboración de una bolsa de plazas y perfiles de PCR ligados a los programas de cooperación que ISF tiene con sus contrapartes en países en desarrollo (diciembre-enero). Se difunde mediante una convocatoria pública (febrero-marzo).
2. Selección de los participantes, teniendo en cuenta, entre otros criterios, la formación previa en cooperación o solidaridad, trayectoria asociativa, perfil técnico, etc. (abril).
3. Formación básica en cooperación al desarrollo y voluntariado internacional, con el objetivo de que, por una parte, los estudiantes reconozcan las dinámicas y actores propios de los programas de cooperación en países en desarrollo y, por otra, garantizar una formación técnica especializada que asegure la calidad de las actividades (mayo).
4. Estadía en grupo (idealmente de 3 a 4 personas) de un mínimo de 2 meses en un proyecto o actividad enmarcado en un programa de desarrollo (entre junio y septiembre).
5. Evaluación de la experiencia (noviembre) y actividades de sensibilización y acompañamiento a la próxima promoción de participantes de PCR (de diciembre al final del siguiente año académico).

Respecto la metodología docente, los PCR priorizan los procesos inductivos sobre los deductivos y el hacer sobre el memorizar. Tienen por objetivo estimular el sentido crítico del participante, despertar la conciencia sobre las desigualdades a nivel mundial y fomentar el descubrimiento de valores por uno mismo mediante estrategias autónomas de enseñanza-aprendizaje. Se trata de dar respuesta a “la necesidad de modificar el paradigma centrado en la tecnología hacia el paradigma del desarrollo que está centrado en la gente” (García et al., 1997).

A continuación se expone el origen y descripción de los PCR de ISF-Cataluña en El Salvador, Camerún y Argentina. Posteriormente, se describen algunos aspectos de interés del programa (datos cuantitativos y articulación del programa en seno de la entidad), y finalmente se presentan dos reflexiones sobre las perspectivas futuras del mismo. La primera sobre el potencial de expansión en el sector de la energía (incorporado en el programa en el año 2004) y la segunda sobre las posibilidades de articular el trabajo de forma coordinada en la red internacional de ISF/EWB.

Origen y aproximación geográfica

ISF-Cataluña es una ONGD que nace por iniciativa de estudiantes de los últimos cursos de ingeniería de la UPC a principios de la década de 1990. Es una asociación multidisciplinar formada por profesionales, docentes y estudiantes que trabaja para poner al servicio de las comunidades más desfavorecidas tecnologías para el desarrollo humano. ISF-Cataluña participa activamente en la Federación Española de ISF (ISF-España) y en distintas redes internacionales especializadas en Ingeniería y Desarrollo. En la misma época, la UPC crea su Centro de Cooperación para el Desarrollo (CCD), una unidad funcional que depende del rectorado. Una de sus actividades es la gestión de una convocatoria anual para la comunidad universitaria que se nutre del 0,7% que alumnos, a través de sus matrículas, y docentes, investigadores y personal de administración y servicios, a través de sus nóminas, donan para que se realicen acciones de cooperación al desarrollo. Notablemente, el fondo incluye también el 0,7% de los convenios de cooperación educativa, de los convenios de transferencia de resultados entre la universidad y el sector privado, y de las propuestas de formación permanente articuladas a través de la Fundació UPC.

Desde el inicio, ISF-Cataluña ha solicitado subvenciones al CCD para realizar identificaciones y asistencia técnica en diversos proyectos, gracias a que la mayor parte de sus voluntarios son miembros de la comunidad universitaria. A lo largo de los años, tanto la asociación como su estructura organizativa evolucionaron y, a finales de los 90, se planteó la necesidad de dotarse de un nuevo marco organizativo. Se incluyó la propuesta de articular los proyectos universitarios con estudiantes bajo un enfoque general de ED. Se partía de microproyectos descoordinados y gestionados de forma autónoma y se pretendía llegar a una propuesta de voluntariado internacional que respondiese a un marco general de intervención de ED en estudios de ingeniería.

Los inicios de la propuesta coincidieron con la formalización del programa general de intervención en ED tanto en ISF-Cataluña, como, posteriormente, en ISF-España, situación que retrasó la consolidación de la iniciativa de PCR como propuesta formativa en firme. Este retraso fue motivado, también, por la escala de intervención relativamente reducida de las iniciativas de ISF (ISF-Cataluña supera el medio millón de euros de presupuesto por primera vez en el año 2004) y por los condicionantes del financiador principal, el CCD, que, hasta la fecha, ha primado la formulación de pequeños proyectos a la presentación de programas de mayor alcance. Se considera que, a pesar de las dificultades, la experiencia de PCR ha fortalecido la capacidad institucional y la creatividad en ISF. Los estudiantes participan realmente de forma activa tanto de la dimensión técnica de los PCR como en la estratégica de los programas de cooperación en que están inmersos, y su experiencia en las estadías se retorna y multiplica en la asociación a través del voluntariado y la implicación social. Con el objetivo de situar los PCR en su contexto, a continuación se presentan las experiencias de los 3 países en que se inició el programa.

El Salvador

La experiencia de ISF-Cataluña en El Salvador se inicia a finales de 1998 con un viaje de identificación tras el huracán Mitch en el que se establecen contactos con diferentes agentes de cooperación del país. En particular, se decide iniciar un proceso de cooperación junto con el Centro de Servicio Social de la Universidad Centro Americana José Simeón Cañas (UCA) (www.uca.edu.sv/general/servsoc.html). En los estudios de esta universidad se incluyen créditos en acciones de carácter social, y el Centro de Servicio Social cuenta con una planificación y zonas de trabajo donde se pueden realizar estas acciones. El centro solicitó apoyo económico y humano para la realización de sus actividades. ISF se presentó como colaborador no sólo económico, sino, y en especial, con la capacidad de aportar voluntariado y capacidad técnica como valor añadido. A raíz de estos contactos se formuló el proyecto de “Mediciones de tierras para la legalización de tierras en Chalatenango”.

El proyecto se articuló a través de estudiantes de la UCA y la UPC que compartían estadías en comunidades rurales mientras realizaban levantamientos topográficos y elaboraban conjuntamente la información técnica necesaria para el proceso legal. Los documentos se entregaban a las comunidades beneficiarias y al servicio legal de la UCA, el cual impulsaba los trámites posteriores. La importancia de este proceso para las comunidades campesinas era, y es, muy elevada, ya que sin la escritura de las tierras no es posible invertir recursos desde la cooperación internacional. En concreto, este proyecto tuvo como objetivo establecer las condiciones legales mínimas para futuros proyectos en abastecimiento de agua potable y otros servicios básicos en la zona. La experiencia con la UCA llevó al grupo a incorporar los PCR dentro de los programas a largo plazo impulsados por ISF, como en el “Plan director de agua y saneamiento en La Libertad” donde estudiantes de primeros cursos realizaban actividades técnicas de obtención de datos, que luego eran procesados por el equipo de trabajo mediante sistemas de información geográfica (SIG). El fomento continuado de PCR ha facilitado la consolidación y renovación del grupo de trabajo así como la presencia institucional en el país.

Camerún

La experiencia de ISF-Cataluña en Camerún se remonta también al año 1998, momento en el que se colaboró en la construcción de escuelas y otros equipamientos sociales en zonas rurales. A partir del año 2000, ISF empezó a realizar acciones de identificación y apoyo técnico en los barrios de crecimiento rápido de la capital, Yaoundé. Se pasó a trabajar en el ámbito de los servicios urbanos junto con la ONGD *Environnement Recherche Action au Cameroun* (www.aedev.org/era) (ERA-Cameroun), especializada en educación y formación ambiental y promoción de estudios e investigaciones aplicadas a desarrollo urbano y rural. Inicialmente la colaboración se apoyó en proyectos y trabajos finales de carrera, pasando, en el 2002, a impulsar conjuntamente el "Programa Barrios", cuyos ejes son el abastecimiento de agua y el saneamiento, el uso de energías renovables y la gestión de información para servicios urbanos.

En la fase de colaboración inicial entre ISF y ERA-Cameroun no se identificaron propuestas adecuadas para la filosofía de los PCR. Hasta que, en el 2003, se impulsó el proyecto "Denominación y caracterización ecológica del espacio público en barrios de tejido informal", junto a la asociación *Forum des Jeunes pour la Promotion du Dévelopement* (FOJEPDE) (www.aedev.org/era). Este proyecto consistió en la sustitución de un sistema ininteligible y obsoleto de direcciones urbanas por otro sistema más claro y útil para los habitantes del barrio Melen V. Para ello fue necesario realizar un análisis exhaustivo de las diferentes zonas: conocer la densidad, accesibilidad, vialidad, calidad del espacio público y de las conexiones a los servicios, inundabilidad y diversidad de los equipamientos. Las actividades principales del proyecto fueron la recogida de información y la sensibilización de los habitantes del barrio a través de procesos participativos sobre la necesidad de implicarse en la provisión de servicios básicos. Se buscaba fortalecer la organización comunitaria y de las asociaciones locales antes de realizar una actuación de infraestructuras, potenciando, a la vez, el rol participativo de los jóvenes del barrio. El análisis de la información se realizó con SIG y se incluyó la capacitación técnica de colaboradores de las organizaciones locales mediante un curso de formación y trabajo de campo.

La evaluación de la experiencia fue positiva, destacando el hecho de que el proyecto favoreció el contacto directo de los participantes con las personas de los barrios y los miembros de asociaciones locales, ayudando a adquirir una visión amplia de la realidad social del lugar al grupo de trabajo. Así mismo, la evaluación resaltó la importancia de integrar la propuesta en un marco de actuación mayor, a la vez que mostró a ERA-Cameroun la potencialidad de la propuesta, lo que se concretó en el 2004 en la participación de los PCR en el "Programa Barrios" citado anteriormente.

Argentina

La experiencia de ISF-Cataluña en Argentina se inicia, en el ámbito de proyectos, en el año 2000, a través de una propuesta de PCR vinculados a topografía aplicada a procesos legalización de tierras. El grupo de apoyo a Argentina en ISF tiene su origen en el año 1997, a raíz del contacto de alumnos y profesores de la UPC con organizaciones del entorno del Movimiento Campesino de Santiago del Estero (MOCASE), movimiento nacido en 1986 he integrado en Vía Campesina (www.viacampesina.org).

Durante los primeros años la actividad principal del grupo fue la difusión de los conflictos por la tierra y el apoyo a las acciones de defensa y movilización a favor de los campesinos. A raíz de la experiencia exitosa de los PCR en el Salvador, el grupo decidió impulsar una línea de apoyo a las comunidades a través de mediciones topográficas para la legalización de tierras. Las tareas consistieron en el levantamiento de la información y elaboración de mapas, que se entregaron al MOCASE para los tramites legales pertinentes. Es de resaltar que el apoyo internacional fue utilizado como elemento de defensa por parte de las comunidades ante los atropellos y violaciones de derechos humanos a las que estaban sometidos.

Tras varios años de colaboración con los PCR basados en trabajo de topografía, se decidió potenciar una línea de apoyo en el ámbito de las tecnologías de la comunicación y de la información (TIC) y otra en el ámbito de la gestión del agua, situación que se concretó en la propuesta del año 2004. Este cambio se produjo, en parte, gracias al inicio en el 2003 de un programa de cooperación plurianual en el ámbito de la gestión local de recursos hídricos.

Aspectos destacados

Tras el repaso del origen de la experiencia de PCR, a continuación la presentación se centra en dos aspectos. En primer lugar se realiza un breve análisis de las características de los participantes (número, origen académico, género,..) y a continuación se profundiza en la articulación de la experiencia como proceso de aprendizaje en el marco de la asociación de ISF-Cataluña.

No se incluye en este trabajo un análisis económico de las intervenciones; sólo se reseña que el coste total se sitúa en torno los 2.000-3.000 euros por plaza en el programa, siendo habitual la subvención del 75-85% por parte del CCD a los alumnos de la universidad. Se incluyen en el coste total la formación, los viajes y estancias, pequeños equipos técnicos de apoyo a las intervenciones (aparatos topográficos, kits de calidad de agua, cámaras y equipos informáticos para las contrapartes,…), los seguros de viaje y otros pequeños gastos.

Análisis de la participación

Un total de 61 estudiantes de la UPC han participado en PCR de ISF-Cataluña desde 1999 a 2004, ambos años incluidos. En la Tabla 1 se presentan la evolución de la participación en el programa en función de las zonas de trabajo. Destaca la evolución en el número total de participantes, que ha pasado de 4 estudiantes al inicio en 1999, alrededor de 10 en los años posteriores, y más de 20 participantes en el 2004.

Zona de trabajo	% participantes	1999	2000	2001	2002	2003	2004
El Salvador	44%	4	3	4	8	4	4
Camerún	13%	-	-	-	-	2	6
Argentina	36%	-	3	4	4	3	8
Perú	7%	-	-	-	-	-	4
TOTAL ANUAL	100%	4	6	8	12	9	22

Tabla 1. Estudiantes participantes según áreas geográficas y años. / Fuente: Ingeniería Sin Fronteras Cataluña / Memorias anuales CCD.

De la evolución por países destaca que en El Salvador se cambia del área de topografía a la de apoyo del plan director de recursos hídricos en el año 2001, simultaneando los dos PCR en dicho año, e incorporando además un PCR prospectivo de apoyo a la UCA en identificación de recursos para uso de energías renovables en zonas aisladas (3 PCR en el 2001). La actuación posterior en este país se centra en apoyo en temas de agua, lo que explica la reducción de plazas. Respecto Argentina, la transición del

área de topografía a la de agua (recursos y calidad) y TIC, se realiza sin solapamiento entre los años 2003 y 2004. Por último destacamos la aparición de Perú en el año 2004, zona de trabajo que es presentada con detalle en el próximo apartado.

Por otro lado, en la Tabla 2, se presenta el desglose según el ámbito de intervención técnica, destacando el proceso de diversificación realizado a lo largo de los años desde el área inicial de topografía hacia otras de mayo interés para ISF (por constituir las áreas principales de trabajo a nivel de programas de intervención, agua y servicios urbanos).

Sector de intervención	% participantes	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Mediciones topográficas	44%	4	6	7	7	3	-
Abastecimiento y saneamiento de agua	28%	-	-	-	3	4	10
Servicios Urbanos	11%	-	-	-	-	2	5
Electrificación rural	10%	-	-	-	2	-	4
TIC (Tec. de la inform. y las comunicaciones)	5%	-	-	-	-	-	3
Reconstrucción de viviendas	2%	-	-	1	-	-	-

Tabla 2. Estudiantes participantes según sector de intervención y años./ Fuente: Ingeniería Sin Fronteras / Memorias anuales CCD.

Por último, en la Tabla 3, se presenta un resumen de los participantes según su titulación de origen. Destaca el ámbito de Ingeniería Civil (31 estudiantes, la mitad de los participantes) seguido por el ámbito de Ingeniería Industrial (19 estudiantes) e Ingeniería Química (10 estudiantes), distribución acorde con la tipología de los PCR impulsados en este período, así como con las áreas prioritarias de trabajo de ISF-Catalunya. También destaca, en la Tabla 3, el hecho de que la mayoría de los participantes han sido estudiantes de titulaciones de ciclo largo (5 años), 56 de los 61.

Titulación	Participantes
Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos	23
Ingeniería Industrial	18
Ingeniería Química	10
Ingeniería Geológica	4
Ingeniería deTelecomunicaciones	1
Ingeniería Técnica de Obras Públicas	4
Ingeniería Técnica Industrial (Electrónica Ind.)	1

Tabla 3. Distribución de los participantes en función de sus estudios de origen. Fuente: Ingeniería Sin Fronteras / Memorias anuales CCD.

Otro elemento a destacar de la participación es la distribución de participantes según el género: el 52% mujeres frente al 48% hombres. Estas cifras contrastan con los porcentajes de mujeres entre la totalidad de los alumnos de la UPC que se aproxima al 27%, en el curso académico 2002-2003[3]. Destaca, en la misma dirección, que de los socios de ISF-Cataluña el 38% son mujeres y el 62% son hombres, según información de la entidad (septiembre de 2005).

Por último, resaltamos que la implicación posterior de los participantes como voluntarios en ISF ha sido, aproximadamente, un 40% con un grado de implicación "fuerte", un 40% "moderada" y un 20% "baja" (valoración realizada por los coordinadores de grupos de voluntarios). Dicha implicación se produce, en la mayoría de casos, en grupos de trabajo vinculados directamente con las áreas geográficas en las que se ha participado durante los PCR. Por último, destacamos que alrededor del 20% de los participantes han participado profesionalmente en el mundo de la cooperación internacional al desarrollo.

Evaluación del aprendizaje

En el programa de PCR, la estancia en terreno es un eslabón más del proceso educativo de los participantes. Si bien es la parte más importante tanto por la vivencia personal como por el aprendizaje actitudinal y relacional que requiere, no es el único punto a considerar. Como se explicó en la introducción, se incluye en el programa la preparación previa y la evaluación y el trabajo voluntario posteriores. Esto, que se deriva de la estrategia de integrar los PCR en el programa de ED, ha permitido dar mejor respuesta a las necesidades formativas de los participantes y aumentar el valor añadido de su aprendizaje, en especial con respecto la situación anterior en la que el origen y gestión de las propuestas correspondía a microproyectos independientes de difícil apoyo y seguimiento por parte de la entidad.

A pesar de que la decisión de vincular los PCR con el programa de ED ya estaba presente en las primeras versiones de dicho programa del año 1999 (Pérez-Foguet, 2001), hasta 2004 no se estructura y formaliza esta relación. Entre 1999 y el 2004, los esfuerzos se centraron en que la universidad ofreciese el servicio de formación y gestión de voluntariado (Pérez-Foguet y Peña, 2003). Inicialmente se puso en marcha un programa específico a través del Servicio de Actividades Sociales de la UPC y con posterioridad el propio CCD impulsó una formación básica para todos los participantes en sus programas.

En 2004 se produjo un punto de inflexión a raíz de la apuesta institucional de ISF por fortalecer la dimensión formativa de los participantes. En primer lugar, se impulsó la primera edición de formación específica para voluntariado desde ISF (a través del proyecto "Impulso del Voluntariado en Tecnología y Desarrollo" aprobado por el Instituto de la Juventud del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales [www.injuve.mtas.es]), y en segundo lugar, se creó la comisión "Formación y Conocimiento" (FyC) con representantes de todos los grupos de proyectos de ISF, con el objetivo de configurarse como una plataforma participativa de formación y difusión del conocimiento sobre tecnología y desarrollo humano sostenible. Los objetivos específicos de dicha comisión son:

1. Promover la generación de conocimiento, principalmente el derivado de las actuaciones de los diferentes grupos de proyectos, de manera que tanto ellos mismos como otros actores puedan beneficiarse.

2. Coordinar las iniciativas de formación y documentación de los diferentes grupos de proyectos.

---

3. Datos obtenidos de www.upc.edu/donaUPC

El impulso de la formación para voluntariado se articuló desde el grupo de ED apoyado en la comisión FyC recién creada. Se plantearon tres niveles formativos (“Básico”, “Proyectos” y “Terreno”) que se concretaron en tres cursos (el primero no presencial, el segundo semipresencial, y el tercero mediante jornadas formativas específicas). Cada curso es de 50 horas de dedicación aproximada. En el tercero, “Terreno”, se incluyen sesiones generales sobre voluntariado internacional y específicas en función del PCR concreto (siguiendo un enfoque de aproximación geográfica y aproximación técnica). Aunque escapa del ámbito de esta presentación, se resalta el éxito de la iniciativa, que se ha completado y replicado durante el año 2005.

Con respecto a la evaluación del aprendizaje de los participantes, se han potenciado “los enfoques de evaluación de la actuación que utilizan instrumentos como los dosieres, los ensayos, las presentaciones orales o la realización de proyectos” (Visscher et al., 2003). Se ha insistido especialmente en la necesidad de documentar los procesos de toma de decisiones realizados, reflexionar sobre los conflictos resueltos, argumentar los motivos de replanteamiento de algunas acciones, etc., con el objetivo de potenciar la capacidad de diseñar y planificar mejor acciones participativas y de desarrollo posteriores. Por otro lado, la realización de informes técnicos y de evaluación se han planteado como un medio para fomentar la generación de conocimiento vinculado a las intervenciones, así como para desarrollar habilidades de trabajo en grupo.

Por último, en relación a la comisión FyC, destacamos que trata de dar respuesta a una carencia ampliamente extendida en el ámbito de las ONGD: La falta de documentación de los procesos, tanto éxitos como fracasos. La inercia de la gestión e impulso de los proyectos de cooperación provoca que no se inviertan recursos en la generación de conocimiento, ni se dediquen espacios a reflexión colectiva sobre la calidad de las intervenciones. En este contexto, existen diversidad de enfoques, tales como los éxitos del programa, las buenas prácticas y las lecciones aprendidas, que pueden resultar de utilidad para mejorar el trabajo realizado.

Perspectivas

Tras la evaluación de la propuesta del año 2004, que, como se ha mostrado, supuso un salto tanto cuantitativo como cualitativo respecto ediciones anteriores, se propuso para el 2005 el programa “Formación Práctica en Tecnología para el Desarrollo Humano (TpDH)” para un total de 25 participantes, 10 de los cuales de la UPC y bajo el esquema de PCR. Así mismo, se resalta que en el 2005 se ha consolidado la oferta de formación en voluntariado, y que ambas líneas de trabajo se han integrado plenamente en el programa de ED, situación que ha permitido solicitar financiación que debería facilitar la consolidación del programa durante el año 2006.

Existe la previsión de ir aumentando progresivamente el número de plazas de PCR coordinadas desde ISF-Cataluña una vez se obtenga apoyo adicional necesario (actualmente no se cuenta con apoyo económico para la gestión ni para la coordinación). Se hace notar que sin apoyo para la gestión y coordinación la extensión del programa no es sencilla, debido, no sólo a los recursos económicos, sino a que las estadías de PCR tienen unas características especiales: son para alumnos todavía en formación, que disponen de sólo dos meses entre cursos académicos y se plantean integradas en programas de desarrollo a largo plazo (normalmente con la implicación de ONGD profesionalizadas o instituciones gubernamentales).

A continuación, se reflexiona sobre dos aspectos particulares de especial interés de cara a ediciones posteriores: la consolidación y expansión en el área de la energía y la coordinación con las redes internacionales de ISF/EWB. No se incluye el análisis ni la presentación de la situación del programa en

relación a ISF-España, simplemente destacar que el programa esta siendo replicado por diversas ISF de la federación española, algunos de forma integrada con la propuesta de ISF-Cataluña aquí presentada y otros de forma autónoma. A pesar de ello, evidentemente, el trabajo de coordinación a nivel estatal forma parte de las perspectivas del programa para ediciones posteriores.

PCR en Perú en el ámbito de la energía

El primer contacto formal de ISF-Cataluña con una ONGD en Perú fue con Intermediate Technology Development Group (ITDG-Perú) (www.itdg.org.pe). Este contacto se realizó en el año 2003 con motivo de la realización de las 1eas Jornadas sobre "Energías Renovables y Desarrollo Humano" (www.esf-cat.org/erdh03 y www.esf-cat.org/erdh04) en la UPC. Estas jornadas fueron promovidas por estudiantes y docentes de la UPC, voluntarios de Ingeniería Sin Fronteras, inmersos en el proceso de crear y consolidar un grupo de trabajo en el ámbito de la energía y la cooperación para el desarrollo humano.

Las afinidades entre las dos instituciones son remarcables, a pesar de sus diferencias organizativas y en la tipología de actividades. En el ámbito de la energía y el desarrollo humano, ambas juegan un papel importante en los principales ejes de acción a nivel internacional (Bouille y McDade, 2002): la concienciación social, el monitoreo de impactos, la generación y socialización de conocimiento, la educación formal e informal, la capacitación técnica, la transferencia de tecnología, la investigación, etc.

A raíz de las jornadas, surgieron diversas iniciativas entorno a proyectos de desarrollo de base tecnológica, que se concretaron en la definición de dos PCR en Cajamarca, el año 2004, relacionados con evaluaciones de los recursos energéticos existentes en diferentes comunidades (energía eólica y energía hidráulica). En estas acciones, participaron cuatro estudiantes y dos profesores de la UPC. Los PCR del 2004 se valoraron muy positivamente por parte de las dos organizaciones, valoración que se ha concretado en la continuidad del programa en el año 2005 y el inicio de una colaboración de más calado a través del proyecto "Centro de desarrollo de capacidades en el ámbito de la electrificación rural de la zona andina – CEDECAP (Centro de Demostración y Capacitación en energías renovables)", inicialmente financiado por el Ayuntamiento de Barcelona y la Generalitat de Catalunya.

Programa de voluntariado internacional de EWB/ISF

En el entorno de ISF-Cataluña, existen diversas organizaciones que potencian programas de intercambio y voluntariado internacional. Distintas ONG lo hacen en el ámbito catalán y español (ver propuestas relacionadas como las de la ONGD Setem (www.setem.org), u otras vinculadas a temas de paz tales como las impulsadas por la ONG SCI [www.ongsci.org y www.sci-cat.org]). Lo mismo ocurre en otros países, por ejemplo, desde los años 60, existe en Estados Unidos el programa de *peace corps* (www.peacecorps.gov). Pero, remarcablemente, las propuestas vinculadas específicamente al ámbito de la ingeniería y articuladas en el entorno universitario han sido muy escasas hasta inicios del siglo actual.

El equipo de Ciencia, Tecnología e Innovación del proyecto Millenium de la ONU presentó en 2005 el trabajo "Innovación: aplicar el conocimiento al desarrollo". Se destaca en él, cómo la tecnología, las infraestructuras y la ingeniería pueden contribuir a conseguir los Objetivos de Desarrollo del Milenio, y, entre otras líneas de actuación, propone movilizar las energías de los estudiantes y jóvenes profesionales de la ingeniería en esta dirección. Es destacable que en este informe se citen explícitamente las experiencias de movilidad internacional de EWB-ISF Canadá y USA como ejemplos de buena práctica. Con el objetivo de ilustrar las propuestas internacionales y a la vez contrastarlas con los PCR expuestos en los apartados anteriores, se describen brevemente a continuación las iniciativas de EWB Reino Unido y EWB-ISF Canadá.

EWB Reino Unido (www.ewb-uk.org) nació en el 2002 de la iniciativa de un grupo de estudiantes de la Universidad de Cambridge. Esta organización apostó desde el inicio por potenciar estadías en prácticas (placement projects) como una de sus actividades principales. Su objetivo es proveer conocimiento y recursos a las ONG contrapartes, dando a los estudiantes una experiencia y teniendo un impacto positivo en las zonas de trabajo. Sus PCR duran un máximo de tres meses, desarrollándose estos normalmente durante el verano escolar. Cabe destacar que esta propuesta está abierta no sólo a estudiantes, sino también a aquellos ingenieros que se hayan graduado en los cuatro años previos. La mayor diferencia con los PCR de ISF parece estar en que la aportación técnica de los estudiantes no está enmarcada en un proyecto de mayor envergadura; es decir, se trata de un soporte técnico puntual a otra entidad.

EWB-ISF Canadá (www.ewb.ca), organización nacida en el año 2000 en Toronto, propone los *short term placements* para referirse a un programa similar a los PCR, y los complementa con *long term placements*, de 8 a 24 meses, pensados para jóvenes profesionales de la ingeniería. Se plantean dos objetivos complementarios para su programa tipo PCR: educar a futuros ingenieros canadienses y desarrollar un trabajo de impacto con las comunidades beneficiarias. Destaca la variedad de PCR ofrecidos, existiendo opciones también para estudiantes ajenos al mundo de la ingeniería. Un punto en común con los PCR de ISF es la voluntad de ofrecer una primera experiencia en cooperación al desarrollo y el objetivo implícito de formar a individuos que puedan revertir en la asociación posteriormente. Como diferencia, cabe destacar que las acciones no parecen estar encuadradas de forma clara en un proyecto de mayor envergadura, lo cual sí hacen a través de los *long term* placements.

En conclusión, la preparación para el aprendizaje y para la acción parece ser un punto común tanto para ISF como para EWB Reino Unido y Canadá. Lo que diferenciaría los PCR de ISF seria la importancia que se le da a que la acción se enmarque en un programa o proyecto de mayor alcance; como contrapartida el número de participantes que ISF moviliza está limitado por sus capacidades de seguimiento y oferta en los programas de desarrollo que impulsa. Un reto aún pendiente en el cual se prevé avanzar los próximos años es el de coordinar los programas de PCR que distintos grupos de ISF/EWB, y otros afines, realizan. La coordinación permitirá ganar en impacto tanto dentro del propio sector de las ingenierías como fuera de él.

Conclusiones

Presentamos las principales conclusiones y resultados de este trabajo, así como de las reflexiones y debates realizados en ISF-Cataluña en relación al programa de PCR. Destacan los siguientes puntos:

Desde las primeras propuestas del año 1999 hasta las del 2005, 71 estudiantes de la UPC con interés en cooperación al desarrollo, han ampliado su formación y experiencia en cooperación a través de los PCR de ISF-Cataluña mientras cursan estudios de ingeniería.

Los participantes han colaborado activamente en el sostenimiento del programa a lo largo de los años así como en el impulso de actividades de sensibilización y educación para el desarrollo en la UPC y su entorno.

Desde las primeras propuestas de PCR, los equipos de trabajo en ISF han evolucionado, consolidándose como espacios de trabajo mixtos (estudiantes – profesionales, voluntarios – personal contratado,…) donde los participantes pueden colaborar una vez finalizada su participación en el programa.

Todas las propuestas PCR forman parte de programas de desarrollo a largo plazo y se ejecutan en países en los que ISF tiene presencia continuada. Se continúa en los 4 países en que se ha iniciado: El Salvador, Camerún, Argentina y Perú.

Evaluaciones positivas de las diferentes organizaciones participantes y del CCD de la UPC, financiador y socio principal desde el origen de la actividad, así como de otros financiadores del programa de educación para el desarrollo en el que está incluida esta actividad.

Existen propuestas de ampliación y diversificación del programa en el ámbito de Cataluña, así como de coordinación a nivel estatal e internacional, aunque para ello es necesario contar recursos adicionales que están pendientes todavía de concretar.

Agradecimientos

En general a socios, voluntarios, contratados, colaboradores y contrapartes de la Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres, así como de otras ONGD de la red ISF/EWB, y en especial al Centre de Cooperació per al Desenvolupament de la Universitat Politècnica de Catalunya, por su implicación continuada en el impulso a las actividades aquí descritas. Agradecemos también de forma explícita el apoyo de la Generalitat de Catalunya y del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, entre las distintas instituciones que colaboran con ISF, por su vinculación con esta actividad en concreto. Por último agradecemos a Miriam Acebillo, Eloi Badia, Cristina Barberá, Alejandra Boni, Araceli Caballero, Ferran Camps, Miquel Carrillo, Elena García, Veronica Hisado, Francesc Magrinyà y Mercè Miguel sus aportaciones al desarrollo de este trabajo.

Referencias bibliográficas

AMBROJO, J.C., FABREGAT, J. (2005), *El desafío de los valores para el ingeniero del siglo XXI. La formación en la UPC y en el entorno español*, Cátedra Victoriano Muñoz Oms - Servicio de Publicaciones de la Universitat Politècnica de Catalunya.

BONI, A. (2006), "La educación para el desarrollo, base de la tecnología para el desarrollo humano", en VELO, E., SNEIJ, J., DELCLÒS, J. (Eds.). *Energía, participación y sostenibilidad,* ISF – Servicio de Publicaciones de la Universitat Politècnica de Catalunya.

BOUILLE, D., McDADE, S. (2002), "Capacity Development", en JOHANSSON, T.B., GOLDEMBERG, J. (Eds.). *Energy for Sustainable Development. A policy agenda*, United Nations Development Programme. New York.

CORTINA, A. (1994), *La ética de la sociedad civil*, Anaya, Madrid. Nueva ed. con ligeras modificaciones en *Los ciudadanos como protagonistas*, 1999, Galaxia Gutenberg, Barcelona.

GARCÍA, M., VISSCHER, J.T., QUIROGA, E., GALVIS, G. (1997), "Capacity building through joint learning projects", en VISSCHER, J.T. (Ed.). *Technology transfer in the water supply and sanitation sector : a learning experience from Colombia,* Technical Paper Series 32E, IRC, The Hague.

PÉREZ-FOGUET, A. (2001), "Educación para el Desarrollo en la Escuela de Caminos de Barcelona. Planificación 2000-2002", 1er Congreso de Educación para el desarrollo en la universidad, ISF – Universidad de Valladolid, Valladolid.

PÉREZ-FOGUET, A., PEÑA, E. (2003), "Propuesta de educación para el desarrollo en las escuelas de caminos desde la experiencia de Barcelona y A Coruña", Encuentro Internacional de Enseñanza de la Ingeniería Civil, Ciudad Real.

UN MILLENNIUM PROJECT (2005), *Innovation: Applying Knowledge in Development*, Task Force on Science, Technology, and Innovation.

VISSCHER, J.T. BONI, A., PINEDA, P. (2003), "Reflexión sobre la evaluación del aprendizaje", en *Educando en Tecnología para el Desarrollo Humano*, Material de curso formativo de ISF.

05

Transferir o compartir tecnologías

Jan Teun Visscher

Asesor del International Water and Sanitation Centre.

Resumen

La transferencia de tecnología tiene una larga trayectoria con un gran número de fracasos, sobre todo en la transferencia Norte-Sur, como se puede ver en algunos ejemplos. El gran problema es que con frecuencia la transferencia ha sido vista como un proceso unilateral. Este artículo presenta una definición amplia de la tecnología y discute los componentes que se deben tener en cuenta en el proceso de transferencia. Para entender bien este proceso es fundamental apreciar las diferencias entre conocimiento implícito, tácito y explícito y apreciar cómo aprendemos. Se demuestra que la gestión del conocimiento es un componente clave en el proceso.

El entendimiento de nuestro propio proceso de aprendizaje nos ayuda a comprender la esencia del conocimiento local y el hecho de que la transferencia de tecnología sólo funcione partiendo de un diálogo de saberes.

Abstract

Technology transfer has a long history, plenty of failures, particularly in North-South transfers, as this article shows with some examples. The main problem is that the transfer has usually been understood as an unilateral process. This article presents a wide definition of technology and states the elements which must be taken into account in a transfer process. To comprehend this kind of process it is necessary to be aware of the differences between implied, tacit and explicit knowledge and understand how we learn.
The article substantiates that knowledge management is a key element in the process.

Understanding our own learning process helps us to understand the essence of local know-how? and the fact that technology transfer works well only when there is a dialogue among knowledges.

Résumé

Le transfert de technologie a une longue trajectoire avec un grand nombre d'échecs, surtout dans le transfert Nord-Sud, comme on peut voir dans quelques exemples. Le grand problème c'est que fréquemment le transfert a été vu comme un processus unilatéral. Cet article présente une large définition de la technologie et étudie les éléments qu'on doit considérer dans ces processus. Pour les comprendre correctement il est fondamental de s'apercevoir des différences entre connaissance implicite et explicite, ainsi qu'apprécier la façon dont nous apprenons. On met en évidence que la gestion de la connaissance est un élément clé dans le processus.

La compréhension de notre propre procès d'apprentissage nous aide à comprendre l'essence de la connaissance locale et le fait que le transfert de technologie ne peut fonctionner qu'à partir d'un dialogue de savoirs.

Introducción

Se ha considerado tradicionalmente que la tecnología está siempre asociada a un elemento tangible, como un artefacto o una máquina que se utiliza para la ejecución de un trabajo. Sin embargo, la tecnología no es solo una máquina, sino que básicamente significa un conocimiento que puede ser usado para producir un bien de consumo o un servicio (Chatterji, 1991). No obstante, según Galtung (1978), "una forma ingenua de entender la tecnología sería considerarla solamente como una cuestión de herramientas (equipo) y aptitudes y conocimientos (programas)".

Aase (1991) señala que tecnología es el proceso mediante el cual un equipo humano resuelve ciertas tareas utilizando determinadas herramientas. Una herramienta no tiene ningún significado intrínseco, sino que está relacionada con las personas y no se usa para resolver tareas específicas. La forma en la que el equipo humano utiliza las herramientas implica técnicas que demandan el desarrollo de competencias y habilidades. Las primeras se pueden adquirir teóricamente; las segundas, a través de actividades de capacitación (Olsen, 1989, citado en Chatterji, 1991). La relación entre herramientas y tareas genera un producto que puede ser un elemento tangible o intangible, el cual se ha producido porque el equipo humano ha tenido una razón fundamental o una motivación para resolver una tarea o problema, o para alcanzar una meta establecida.

La tecnología (equipo humano, herramientas, tareas) es un instrumento que debe contribuir al desarrollo social y económico de un país. En este sentido, se considera que la transferencia, la promoción de la creatividad y la innovación y la difusión de la tecnología no son metas por sí mismas, sino simplemente herramientas en el proceso de construcción de una sociedad.

Aunque estos componentes son importantes, Galtung (1978) precisa que la técnica sólo constituye la superficie de la tecnología, como la punta visible de un iceberg. "La tecnología también comprende una estructura conexa, e incluso una estructura profunda de la que por lo general se tiene muy poca conciencia". Está claro que los conocimientos requeridos, en los cuales se basa la tecnología, constituyen una determinada estructura cognoscitiva, un marco mental, una cosmología social. Por otra parte, para utilizar las herramientas se requiere una cierta estructura de comportamiento y formas organizativas.

El fracaso de la transferencia como proceso unilateral

Tanto en el sector del agua y saneamiento como en el sector de la energía, la transferencia de tecnología se planteó inicialmente bajo un enfoque en el que los esfuerzos se concentraron básicamente en traspasar equipos y herramientas. Siguiendo este enfoque, sólo se formaba a la población local para poder llevar a cabo la operación y mantenimiento de equipos y herramientas, sin tener en cuenta las posibilidades de desarrollo e innovación locales basadas en experiencias propias y condiciones específicas. Las primeras experiencias fueron mayoritariamente individuales, como lo fue el caso de la introducción de la tecnología de filtración de agua químicamente coagulada en Cali, Colombia, que data de finales de los años 20 y que contó con la asistencia técnica de especialistas, como el ingeniero inglés George Bunker.

En los años 50, el proceso "clásico" de transferencia de tecnología en el sector de agua se extendió de forma masiva cuando los países desarrollados iniciaron programas de apoyo relativamente importantes,

orientados a la introducción de alternativas tecnológicas en un gran número de países en desarrollo (PVD) como, por ejemplo, la instalación de bombas manuales. El enfoque inicial se limitó a la entrega del equipo. Esta tecnología, implantada sin reconocer y tener en cuenta las condiciones locales, dio como resultado, en muchos casos y en proyectos de alto coste, fracasos que todavía en la actualidad tienen consecuencias funestas para la población y el ambiente. Tecnologías como las plantas compactas, utilizadas con éxito en países como Gran Bretaña, Francia, Holanda y Estados Unidos tuvieron un rotundo fracaso en países con limitaciones técnicas y financieras. Pero también tecnologías con menores requerimientos, como la filtración lenta en arena, fracasaron en países como Brasil y Perú (Hesphanhol, 1969 y Lloyd et al., 1987 citado por Visscher ed., 1997). Esto no es sorprendente si tenemos en cuenta las grandes diferencias entre el "Norte" y el "Sur" (Tabla 1).

Ítem	Norte	Sur
Tecnológico	Nivel alto y seguro	Nivel menos desarrollado y poco seguro
Organizacional	Fomento de la investigación Recursos humanos capacitados capacitación y menos aún en zonas rurales	Muy poca investigación Recursos humanos con menos formación
Financiero	Fácil acceso a fondos de inversión y mercados de capital	Difícil acceso a fondos de inversión
Social	Bajo nivel de aceptación respecto a los fallos en los servicios Influencia política limitada	Se aceptan los fallos en los servicios como parte de la vida cotidiana La política tiene influencia en la selección de tecnologías
Ambiental	Legislación sobre control ambiental cada vez más exigente	No siempre se cuenta con una buena legislación y todavía existe muy poco control ambiental

Tabla 1. Diferencias entre el "Norte" y el "Sur" en el ámbito de la tecnología

La capacitación tampoco era la respuesta

Basándose en este tipo de experiencias, las agencias internacionales de cooperación comenzaron a entender y comprender, de forma gradual, que la transferencia de la técnica no era suficiente para resolver los problemas e iniciaron un proceso de capaticación en las comunidades beneficiarias en algunas labores de operación y mantenimiento. Empezaron a transferir también los conocimientos de cómo operar el equipo, pero muy pocas veces se transfirió el conocimiento de por qué y cómo funciona este equipo, información esencial según Lotherington (1991) para ser capaces de adaptar y desarrollar la tecnología.

Desde esta perspectiva, se puede entender bien por qué Reid (1978) argumentó que los obstáculos en la transferencia de tecnología se centran en las limitaciones económicas, sociales y organizativas de los que la reciben. Este concepto, que considera como obstáculo predominante la incapacidad de los usuarios y de los países para recibir la tecnología, se ve ilustrado en el sector de agua, que diferentes autores utilizaron como conclusión principal en el análisis de problemas (Vaa, 1990). Aparentemente, no se ha planteado la necesidad de asistir a las instituciones nacionales de los países en desarrollo en la búsqueda de su propia interpretación y aplicación de la tecnología, ni se ha tenido en cuenta la investigación como herramienta esencial que permitiría adaptar o crear nuevas tecnologías. Por el contrario, Reid (1978)

indica que sería un derroche de recursos el tratar de re-inventar tecnologías existentes y que están disponibles para ser copiadas. Este concepto ignora claramente la capacidad revolucionaria de su adaptación y desarrollo para el ámbito local.

Se ha considerado transferencia de tecnología todo proceso que incluya la recolección, documentación y difusión de información técnica y científica. La bibliografía limita este proceso sobre todo a los aspectos tecnológicos y económicos, y a los sociales e institucionales (Vaa, 1990). En general, se hace referencia a un proceso unilateral en que se transfiere información y se promueve su adopción por los usuarios. Sin embargo, la persona que recibe información la analiza, la adapta o la rechaza de acuerdo con su propio marco conceptual y con su experiencia. Entonces la transferencia no es un proceso lineal, sino que constituye un proceso mucho más complejo (Róling, 1988).

El punto de vista según el cual la transferencia de tecnología es un proceso de comunicación de arriba hacia abajo, va mano a mano con el modelo clásico de difusión de avances presentado por Rogers (1995), donde el proceso de la comunicación del nuevo avance a los miembros de un sistema social se hace a través de diferentes canales. Siguiendo este razonamiento, se puede decir que la transferencia de tecnología empieza con el desarrollo de la tecnología (avance), que luego se traslada a otro lugar y, por lo general, a otros países. Sin embargo, la tecnología tiene como aspecto limitador el hecho de que no constituye una ley científica con carácter universal; sino que siempre hunde sus raíces en la sociedad que la ha producido y desarrollado para solucionar un problema específico (Reddy, 1977, citado en García et al., 1996). La transferencia de tecnología a otra sociedad implica, entonces, cortar sus raíces, lo que parece ser la explicación más apropiada a los numerosos fracasos y al gran número de sistemas que no funcionan, o funcionan de manera inadecuada.

No sólo la facilidad para adaptar la «nueva» tecnología es crucial para determinar el potencial de ser “transferida”, sino que existe otro elemento esencial que es la incertidumbre involucrada en su aplicación. Si una idea o una tecnología son nuevas para un individuo, para él es una innovación, lo que implica ciertas incertidumbres. Este individuo sólo la aceptará cuando esté convencido de que la innovación es de su interés y de que va a funcionar sobre la base de que ha sido verificada previamente a escala real. Así, la transferencia funcionará cuando los intereses de los clientes son iguales o congruentes con los objetivos de la institución que promueve la innovación. (Róling, 1988).

Quién decide sobre la transferencia

En general, se puede decir que la tecnología que se transfiere es la que se conoce plenamente y en la que se tiene confianza. No obstante, esto no implica necesariamente que se esté seleccionando la tecnología más adecuada y eficiente para la solución de un determinado problema, ni que ésta sea acorde con el contexto específico. Una dificultad aún mayor reside en el hecho de que se seleccionan las tecnologías buscando la solución a nuestra propia percepción del problema. Muchos ingenieros viven en las grandes ciudades y han sido formados para afrentar los problemas que se presentan en este contexto y, por lo tanto, tienen una percepción urbana de sus soluciones. Cuando estos ingenieros deben abordar problemas parecidos en otras zonas, su percepción urbana les puede llevar a sugerir, por ejemplo, que se construyan sistemas de electrificación con generadores convencionales, construir sistemas de alcantarillado convencionales en las pequeñas comunidades rurales o proponer una dotación de agua per cápita que no está en armonía con la disponibilidad del recurso, las necesidades o la capacidad de pago de la comunidad.

La transferencia de tecnología siempre ha incluido un elemento de paternalismo, ya que en muchos países el Gobierno o el donante, como autoridad, asume la responsabilidad de satisfacer las necesidades

y regular el comportamiento de la gente bajo su influencia directa (Saunders, 1983). Casi siempre las instituciones estatales y los donantes han tomado decisiones en los proyectos, sin incluir a las comunidades en la selección de la tecnología y de los niveles de servicio. Sin embargo, la población es, en última instancia, la que decide sobre su uso o mantenimiento, situación que se refleja en los múltiples ejemplos de sistemas que no se usan.

Por otro lado, las fuentes financieras y los asesores internacionales ejercen un gran poder, introduciendo su propia concepción de los problemas y de las soluciones. De esta forma, las instituciones nacionales se encuentran, en general, en condiciones de poca autonomía, no permitiéndoseles apenas gestionar los problemas de forma diferente. Una complicación adicional la constituye el hecho de que la gran mayoría de estos asesores permanecen sólo algunos años en los países en los que aplican sus soluciones. Como resultado, no llegan a enfrentarse a los fracasos de sus intervenciones, ni estos tienen consecuencias en el desarrollo de sus propias carreras profesionales. Además de esto, existen presiones políticas, limitaciones en recursos humanos, experiencia reducida en el cumplimiento de proyectos y falta de conocimientos sobre las condiciones locales, todo lo cual pone en tela de juicio las decisiones que se toman a nivel central (Vaa, 1990).

La nueva situación mundial, con una creciente tendencia a que los usuarios paguen por el servicio, implica que el papel del Gobierno también debe cambiar porque los usuarios van a exigir cada vez más participar en las decisiones sobre los sistemas que ellos mismos pagan. Si la comunidad tiene que apropiarse de la tecnología y de sus sistemas, que en este momento es una de las tendencias más importantes a nivel internacional (IRC, 1995), es necesario evolucionar desde el concepto de “transferir” hacia el de “compartir tecnologías”, de manera que se posibilite su apropiación, poniendo un mayor énfasis en la investigación y creando espacios para el aprendizaje en equipo. Ya no se trata de introducir las soluciones desde “nuestra percepción” de los problemas, sino de empezar a trabajar, como lo señalaba Platón, en un proceso en el que “si uno presenta las preguntas oportunas, las personas por si mismas descubren la verdad sobre cada tema”.

Esto implica una orientación que tome en cuenta las ideas de Paulo Freire (1972 citado por García et al., 1996) sobre procesos de aprendizaje, los cuales no son procesos de enseñanza que asumen que los alumnos tienen cerebros vacíos, sino que promueven la estrategia de presentar problemas a los alumnos que los motive a buscar sus propias soluciones. En este sentido, es clave buscar un proceso de aprendizaje que, en términos generales, siga los siguientes pasos: experimentar, procesar (pensar, discutir), generalizar y aplicar (García et al., 1996). Este proceso implica un cambio importante, sobre todo para los ingenieros, quienes han sido educados en procesos sistemáticos, muy buenos para solucionar problemas claros y bien estructurados, pero que no son suficientes para afrontar procesos sistémicos donde los problemas y sus soluciones tienen múltiples interpretaciones (Checkland, 1989).

Transferencia de tecnología en energías renovables

Si miramos hacia el pasado, podemos apreciar las similitudes entre el enfoque de la tecnología en el sector energético y la transferencia de tecnología en el sector del agua, con tecnologías y enfoques calcados de los modelos utilizados en los países desarrollados. El objetivo principal consistía en construir una red eléctrica, proyecto que resultaba adecuado para las zonas urbanas, donde se podría operar a mayor escala, y donde se dispondría del asesoramiento técnico suficiente por parte de especialistas de los países desarrollados. También esto simplificaría la importación de equipos o partes de éstos cuando hicieran falta. Sin embargo, en sistemas a menor escala la situación cambia. Parece que en este caso el objetivo principal era la instalación de sistemas que funcionasen con combustibles, como los generadores diesel.

“Salvo contadas excepciones, como el proyecto de Marruecos, la Agencia para el Desarrollo Internacional de los EEUU (USAID) continúa utilizando generadores diesel y opta por ampliar la red eléctrica en sus proyectos. Aunque la sostenibilidad es uno de los objetivos primordiales, la Agencia para el Desarrollo Internacional ha tardado mucho en incorporar instalaciones eficientes movidas por energías renovables en sus misiones. Sólo unas cuantas de las más de cincuenta misiones internacionales llevadas a cabo por el AID disponen del personal adecuado para la implantación de nuevas tecnologías, de manera que siempre se acaba imponiendo el procedimiento convencional. Pese a que las misiones del AID invertirán cerca de 400 millones de dólares en proyectos relacionados con la energía este año (2001), casi todos ellos dependen y dependerán de los combustibles fósiles. Se ha producido una importante mejora dentro de las misiones desarrolladas con energías renovables dentro del AID, pero el trabajo con energías limpias sigue sin ser una prioridad” (Bergey Windpower, 2001). Por desgracia, la utilización de estos sistemas importados conlleva problemas como la falta de control en las zonas rurales y dificultades para encontrar combustible o repuestos”.

Durante la década de los 70 y comienzos de los 80, las energías renovables se beneficiaron de las crecientes inversiones en fuentes autóctonas, lo que hizo subir el precio del petróleo en todo el mundo. Estas inversiones se frenaron en los años 80 al establecerse un sistema más estable de comercio con petróleo, aunque ahora han vuelto a experimentar un nuevo impulso, en parte como repuesta a la decisión de la comunidad internacional de dar prioridad a las energías alternativas, menos contaminantes que los combustibles fósiles y menos nocivas para el medio ambiente.

En términos generales, los PVD no se han beneficiado tanto de estas innovaciones como los países industrializados, donde se han llevado a cabo la mayoría de las investigaciones para encontrar nuevas fuentes de energía renovables (Lamb, 1996). En algunos proyectos financiados por donantes se ha intentado implantar, con mayor o menor éxito, la energía eólica y la hidroeléctrica en PVD; muchos sistemas, como los molinos de viento, llegaron a las zonas rurales. Sin embargo, la energía eólica no tuvo ningún arraigo en esas sociedades, ni se dio el apoyo técnico necesario, ni se introdujeron las mejoras necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema bajo tales condiciones.

Hoy día podemos apreciar el creciente interés por las fuentes de energía renovables. La presencia constante en la política internacional de un asunto como el calentamiento global y el elevado precio del petróleo han acrecentado el interés por la transferencia de tecnología en el sector energético. “Los países desarrollados y los subdesarrollados cada vez muestran más interés por crecer económicamente sin privar a las generaciones futuras de un entorno salubre y de unos recursos naturales en perfectas condiciones. Para conseguir este objetivo es imprescindible hacer un uso racional de la energía en el mundo y de las fuentes de suministro, incluidas las energías renovables. La energía es uno de los motores subyacentes del crecimiento económico y social. Pese a todo, la población sigue consumiendo energía procedente de los combustibles fósiles, sobre todo en los países desarrollados, aun a riesgo de alterar el clima y de contribuir a la creciente vulnerabilidad de los pueblos más desfavorecidos.

Mientras que los hechos ponen de manifiesto que en el Norte conviene reducir la demanda y dar un impulso a las energías renovables, en el Sur existe la necesidad de mejorar los suministros energéticos para satisfacer las necesidades más básicas, y, además, conviene hacerlo de manera que se preserve el desarrollo sostenible (ACUS, 1992). Según el informe Brundtland, la sostenibilidad significa que los programas que hoy día se están llevando a cabo satisfagan las necesidades de la generación actual, sin poner en riesgo las de las generaciones futuras. Dentro de este contexto ha surgido el concepto de Tecnología de Energía Sostenible (SET, según la denominación en inglés), que se refiere a la que es capaz de satisfacer las necesidades del consumidor (demanda) a largo plazo y a un precio asequible, sin alterar el equilibrio de la naturaleza. Esto quiere decir que la SET respeta el medio ambiente con unos costes razonables.

Cuando los PVD han experimentado crecimiento económico, debido en parte a un mejor acceso a la energía, gran parte de este desarrollo se ha producido en las zonas urbanas, lo que ha provocado que todos los sistemas de suministro energético se concentren a su alrededor. Mientras tanto, muchas zonas rurales siguen sin tener cubiertos los niveles imprescindibles para el desarrollo social y económico.

Para solucionar este problema, es necesario implantar en las zonas rurales unos sistemas de energía sostenible eficaces y asequibles. Resulta prometedora la idea de descentralizar los servicios de energías renovables, pues la descentralización permitirá la transferencia de energía, hará que el consumo y el uso de los recursos sean más equitativos y aumentará la participación de la población local en el suministro de energía. La mayoría de los expertos sostienen que existen muchas tecnologías de energía sostenible en el mundo, pero no dentro de los PVD. Suelen comentar que se necesita transferir tecnología desde los países desarrollados a los más pobres (Lamb, 1996; Bergey Windpower, 2001; Martinot et al., 2001; ITDG, 2002; Ali, 2002).

Hijikata (1994, citado por Ali, 2002) añade que la resolución de los problemas medioambientales y la transferencia de las SET a los países en vías de desarrollo son dos asuntos de una gran importancia. Un país no puede asumir solo la tarea de solucionar todos sus problemas energéticos y ambientales. Se debería afrontar desde una perspectiva global, lo que quiere decir que la transferencia y gestión de tecnología energética es un asunto internacional que requiere una cooperación positiva por parte de todos los implicados (pp. 359-70).

Lamb (1996) declara que “conviene dar los pasos necesarios para acelerar la transferencia de tecnología de energías renovables y encontrar nuevas maneras de adaptarla a las circunstancias”. Por ejemplo, el programa JOULE, una importante iniciativa de investigación conjunta puesta en marcha en varios países de la UE, ha prestado especial atención a las tecnologías relacionadas con las energías renovables, muy útiles en casos de descentralización en zonas aisladas de los suministradores de energía, como regiones montañosas o pequeñas islas. Algunos resultados de estas investigaciones bien se podrían adaptar a las zonas rurales de los PVD.

A comienzos de 1992, el Consejo Atlántico de Estados Unidos reunió a un grupo de expertos en negocios energéticos y políticas de energía para analizar el proceso de cooperación y transferencia tecnológica (ACUS, 1992). Dicho grupo de trabajo se valió de su dilatada experiencia en el campo de la transferencia internacional de tecnología, especialmente de los países industrializados a los menos desarrollados, para llegar a las siguientes conclusiones:

- La transferencia de tecnología para mejorar el rendimiento y la eficacia de los servicios energéticos se ha llevado a cabo con especial éxito cuando se han utilizado energías disponibles, cuando se ha dispuesto de una buena organización y cuando se ha formado personal adecuado para su mantenimiento.
- Los precios del mercado son muy críticos al reflejar los costes y beneficios de un sistema económico concreto y ofrecen incentivos para desarrollar fuentes que suministren energías.
- Varios elementos tienen que favorecer el desarrollo del proyecto para efectuar con éxito la transferencia de tecnología. En particular, las políticas de los gobiernos (como las referentes al desplazamiento de personal o a la disponibilidad de divisas para comprar equipos) tienen que respaldar los proyectos.
- Todas las partes implicadas en el proceso tienen que ser competentes. Se tiene que calcular el tiempo adecuado para formar al personal. También se debe imponer una dinámica de actualizaciones técnicas continuas. Por último, el asesoramiento financiero se debe centrar en el diseño de políticas y en la formación de trabajadores.

Hicieron, asimismo, cuatro recomendaciones para orientar las políticas centradas en impulsar la cooperación y transferencia tecnológica:

- ***Llevar a cabo correctamente el proceso de transferencia***, para así asegurar que se elaboren políticas adecuadas dentro de la economía, del precio de la energía y de las inversiones. De la misma manera, se asegurará un enfoque correcto de acuerdo con las normas de selección de tecnología que dicte el mercado.
- ***Ser exhaustivos***, para asegurarse de que el proyecto se centra en introducir mejoras durante todas las fases, desde la extracción de energía y su posterior conversión hasta su utilización. Se tienen que llevar a cabo todas las partes del proceso de transferencia de tecnología.
- ***Invertir en la población*** para mejorar la capacidad administrativa y técnica de los países receptores, lo que incluye la formación de profesionales a largo plazo conforme se transfiere la tecnología y la difusión de información fiable que sirva de apoyo.
- ***Fijar como objetivo la asistencia financiera***, que comience transfiriendo conocimientos para acabar sirviendo de apoyo en el diseño de políticas, en la formación de personal, en el establecimiento de unos precios según el mercado y en el impulso a la pequeña y mediana empresa.

Este enfoque se planteó principalmente según las normas generales del mercado, donde los compradores son los que toman sus decisiones. Sin embargo, en el caso de los PVD los compradores de tecnología no son siempre los que la van a utilizar luego, sino que son intermediarios a distintos niveles. Esto incluye al personal de las organizaciones internacionales y de agencias gubernamentales vinculadas al sector formal y que concentran el poder económico en los programas a gran escala. Parece que fue esto lo que pasó con muchos sistemas de suministro de agua que apenas funcionaban y que fueron construidos durante la Década del Agua. Escogieron "los equipos que los ingenieros del ramo mejor conocían" (Henry, 1978: 369, citado por Vaa, 1990). Pero "la tecnología que nos resulte más familiar no es siempre la más adecuada. Ésta debería respetar a la población y al medio ambiente. Debería poder satisfacer las necesidades con los mínimos costes. Debería ser sencilla y barata de mantener. Parecen requisitos muy obvios, pero rara vez se cumplen" (VROM, 1995: 58). La necesidad de implicar a los consumidores en la elección del servicio y de la tecnología idóneos fue una cuestión que apareció durante el análisis de la Década del Agua. Esto tendría repercusiones positivas en la sostenibilidad medioambiental y en la recuperación de los costes.

Además, existía el problema de que con la ayuda al desarrollo muchas veces los países receptores se veían obligados a comprar equipos construidos en el país donante. Esto creó muchos problemas a aquellos en los que se habían instalado diferentes sistemas con sus propias piezas que necesitaban formación específica de los mecánicos. Esto sigue siendo un riesgo presente según la firma estadounidense Bergey Windpower (2001), que indicó que los países europeos han demostrado cómo las agencias donantes y la industria pueden trabajar juntas para llevar los beneficios de las energías renovables a los países más pobres. Esto a menudo ha dificultado que las compañías estadounidenses puedan competir en los mercados de los PVD, aun teniendo una tecnología superior. Afortunadamente, la situación en USAID está cambiando al aumentar el interés por las energías renovables y al crecer la concienciación acerca de las tecnologías modernas para estos tipos de energías, especialmente las pequeñas turbinas eólicas.

Otro problema frecuente es la falta de conexión entre los que escogen las tecnologías y la población de los PVD. "La población depende de pequeñas empresas de diversos tipos. Se ganan la vida trabajando en sus campos, en sus casas o en pequeñas tiendas, y toman decisiones para sacar el mejor partido a sus escasos bienes y poder sobrevivir con estrecheces. Estos hombres y mujeres no dependen del empleo dentro del sector formal, que es donde se dirigen las inversiones extranjeras, pero que incorpora a una minoría de la población económicamente activa en casi todos los países en vías de desarrollo" (ITDG, 2002).

Buenas perspectivas para las energías renovables en las zonas rurales

La instalación de electricidad en las casas, pueblos y granjas de las zonas rurales se puede realizar con un coste más bajo y más rápidamente valiéndose de energías renovables, como la eólica, en lugar de ampliar la red eléctrica. Se ha introducido la tecnología de bombas eléctricas de última generación alimentadas por energía eólica y también se han utilizado sistemas de turbinas eólicas para abastecer de agua los hogares y los campos. Estas nuevas bombas ofrecen una alternativa a las tradicionales diesel.

Desde 1992, el Banco Mundial (BM) ha aprobado doce proyectos que proporcionarían, mediante la instalación de paneles solares, "servicios básicos" a las casas rurales, es decir, electricidad para el alumbrado, para las radios, los receptores de televisión y otros pequeños aparatos. Una instalación doméstica de energía solar consta de un panel solar fotovoltaico, una batería de almacenaje, un controlador de carga y una serie de piezas accesorias como lámparas fluorescentes. A comienzos de los 90, el BM reconoció que la tecnología solar doméstica estaba progresando, cada vez con costes más bajos, y que iba, además, acompañada de un mercado en expansión. Al mismo tiempo, el crecimiento de la población estaba sobrepasando la capacidad de las instalaciones eléctricas de ampliar sus tendidos en las zonas rurales. Los PVD empezaban a reconocer las dificultades económicas que entrañaba conseguir una red eléctrica que abarcara por completo las zonas rurales. El BM, junto con algunos gobiernos, comenzó a darse cuenta de que las instalaciones domésticas de energía solar podrían hacer llegar la electricidad a dichas regiones con unos costes más bajos, y asimismo podrían servir de complemento a las políticas sobre instalaciones eléctricas (World Bank, 1996).

De acuerdo con la compañía Bergey Windpower (2001), las instalaciones de energía eólica son más sostenibles y ofrecen otros beneficios socioeconómicos en comparación con otras energías. Ilustran esto con ejemplos de China y Marruecos, y añaden que las instalaciones eólicas son más pequeñas, más compactas y más rápidas de construir que una ampliación del tendido eléctrico. En distancias de menos de un kilómetro y para un consumo limitado, la energía eólica es una alternativa más barata. Aunque cuesten en un principio más que una instalación diesel, son mucho más útiles desde el punto de vista del usuario. Las agencias donantes, por ejemplo, ofrecen gratuitamente generador diesel, aunque luego son las comunidades locales las que se encargan de correr con los demás gastos (adquisición de gasolina, mantenimiento y reparaciones). Esto no requiere una divisa especialmente fuerte pero el resultado final siempre es que se hace un uso limitado del generador, al cual, además, se le acorta la vida por un mantenimiento inapropiado. Muchos países también se ven obligados a importar combustibles fósiles, lo que hace más fuerte la dependencia impuesta por los generadores diesel. Bergey Windpower agrega que la energía eólica es muy competitiva en comparación con generadores fotovoltaicos, diesel y de otros tipos, aunque suele ser más costosa que la micro-hydro. También resulta muy atractiva por los puestos potenciales de trabajo que crea y por la sencillez con la que se puede transferir a los países menos desarrollados.

La "alta" tecnología de una turbina de viento consiste tan sólo en una serie de piezas manufacturadas que son las aspas. De hecho, puede ser mucho más simple que un motor diesel. Además, requieren mucho menos mantenimiento. Esta empresa ha construido su último modelo según los principios de la VLOM (Village Level Operation and Management of Maintenance), que se presentaron por primera vez en el programa del BM junto con el PNUD. Las tecnologías de la VLOM deben cumplir estos requisitos:

- Ser fáciles de mantener por un empleado que disponga de unos conocimientos mínimos y de las herramientas correspondientes.

- Fabricarse dentro del mismo país, sobre todo para asegurar la disponibilidad de repuestos.
- Tener una constitución robusta.
- Ser económicamente rentables.

"La introducción de la VLOM en el sector del agua debería haber abierto las puertas a una nueva era de sostenibilidad en los planes de las zonas rurales. Por desgracia, esto no sucedió, y a comienzos de los 90 las bombas de los países en vías de desarrollo estaban permanentemente estropeadas. Era obvio que las bombas manuales, incluidos algunos diseños de la VLOM, pese a sus múltiples ventajas (y algunos casos de éxitos sonados- ibid Visscher), no estaban a la altura de las expectativas" (Colin, 1999: 6). Colin expone diferentes causas para estos problemas, que se pueden resumir en tres puntos:

- La tecnología de la VLOM tiene mucho poder potencial, pero se desarrolló antes de que madurara. Los problemas causados por las tuberías de PVC, por piezas de las bombas y los plunger seals surgieron cuando los fondos de investigación ya habían desaparecido.
- Existe un problema frecuente con el agua subterránea, dado que resulta muy costoso mantener un pozo, especialmente en África, y en ocasiones éstos son de baja calidad, lo que provoca que se llenen de arena o que los obstruyan otros sedimentos.
- La falta de conciencia de que la VLOM no es un concepto técnico.

El hecho de que la VLOM no sea un concepto técnico parece la barrera más visible, que tiene mucho que ver con el enfoque de la transferencia de tecnología que se ha dado hasta ahora. A menudo se asume que las comunidades desean llevar a cabo tareas de mantenimiento. Pero no es algo que surja automáticamente. Los proyectos más exitosos de la VLOM han necesitado varios años de trabajo y de apoyo dentro de la comunidad. También garantizan un apoyo de seguridad cuando sea necesario. En la evaluación de los proyectos con mejores resultados, entre ellos el de Karonga en Malawi y el de Imhambane en Mozambique, se reveló que el 95% de las bombas siguen en funcionamiento. Las comunidades repararon sus bombas manuales, aunque en ocasiones necesitaron de la ayuda de fuera para reparaciones más complejas. Además, faltaba mantenimiento preventivo y se habían perdido algunas herramientas. También en algunos casos los ayudantes especializados en esas bombas ya no estaban disponibles (Kleemeijer, 1997; y Obiols y Bauman, 1998, citado en Colin, 1999).

También la tecnología de la VLOM necesita un entorno adecuado que a veces lo tiene que crear el gobierno correspondiente. Se ha de garantizar la disponibilidad de recambios y de personal especializado para reparaciones más complejas. Asimismo, se tienen que ofrecer oportunidades para poder formar a los nuevos técnicos, y los trabajadores del Gobierno deben asumir su labor de facilitar las labores.

El futuro camino

De los apartados anteriores se desprende que, pese a haber introducido progresos en la tecnología energética, el enfoque técnico de cara a la transferencia de tecnología no es suficiente. Dejarlo a merced de las fuerzas del mercado tampoco parece el enfoque idóneo. La razón es que la transferencia de tecnología a nivel internacional a través del Foreign Direct Investment (FDI) o del comercio no tiene por qué producir un impacto positivo en la atenuación de la pobreza. De hecho, en muchos casos este método de transferencia tiene muy poco que ver con las necesidades tecnológicas de la población depauperada en los países más desfavorecidos, e incluso puede minar sus sistemas de producción. Para un desarrollo sostenible y a largo plazo, los esfuerzos de los diseñadores de políticas y de las agencias por el desarrollo se deben centrar en capacitar a las comunidades locales para adaptar, desarrollar y usar dichas tecnologías (ITDG, 2002).

ITDG hizo un llamamiento a los participantes en la Cumbre Mundial en favor de un desarrollo sostenible, y les pidió que tomaran las medidas pertinentes para asegurar que:

- Se ofrezca el apoyo técnico y financiero necesario para el desarrollo de métodos de innovación dinámicos en los PVD.
- Se ofrezca el apoyo necesario para un sistema R&D tecnológico acorde con la gente que vive en la pobreza y que capacite a la población para crear sistemas de R&D en sus países.
- Se cuente con marcos de regulación, lo que incluye la regulación del comercio y de las inversiones, así como de los derechos de propiedad intelectual, con el fin de que estos marcos de regulación permitan que la población adquiera habilidades y conocimientos técnicos a nivel local y nacional.

Desde la experiencia vivida se pueden aprender muchas lecciones que nos ayuden a saber qué camino tomar. Ante todo, es importante ser conscientes de las enormes diferencias entre los países desarrollados y los no desarrollados (Tabla 1). A partir de estas diferencias, es obvio que la tecnología debe perseguir objetivos muy distintos según un caso u otro. Por tanto, la tecnología tiene que implantarse sabiendo que la gente que la reciba tiene que conocerla.

Aprendizaje local e investigación

Este aprendizaje es un proceso complejo, dado que sólo una parte de la experiencia en el mundo de la tecnología queda reflejada como información (el conocimiento explícito), cuando lo que realmente es necesario es ese conocimiento tácito del que sólo disponen los expertos en los países desarrollados. Dicho conocimiento es inherente a cada persona, puede ser inconexo, confuso a veces, y no se puede expresar con precisión. Aún así, resulta crucial en la toma de decisiones y en nuestra percepción del mundo. Por ejemplo, si alguien dice “los asientos del autobús son incómodos”, una persona acostumbrada a sentarse en bancos de madera lo entenderá de un modo distinto a una persona acostumbrada al sentarse en un sofá.

La expresión “conocimiento tácito” (tacit knowledge) se escuchó por primera vez en boca de Polanyi (1958, citado en Visscher et al., 2005), refiriéndose al conocimiento que permanece oculto incluso para el que lo posee. Decía: “Sabemos más de lo que podemos contar”. Si este conocimiento tiene que llegar a los PVD, se debe adquirir mediante la acción. La teoría no es suficiente.

Ya se tiene experiencia con proyectos en estos países. Las primeras conclusiones, extraídas de proyectos llevados a cabo por el BM y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM) ponen de relieve que las empresas de distribución de instalaciones solares domésticas tienen serias dificultades para trabajar en las zonas rurales, lo que ofrece muchas oportunidades de aprender. Los proyectos son muy amplios y variados, y en muchos se encuentran las siguientes características: actividades de las ONG combinadas con un sector privado piloto, mecanismos provisionales de crédito al consumidor, subvenciones para las empresas que comienzan y diseño de políticas rentables, fomento del diseño de políticas, creación de un código ético y protección de las instituciones. También pretenden aumentar la conciencia del consumidor y promover programas de márketing (Martinot et al., 2001). Lo que no queda claro tras leer toda esta información es si estos proyectos se plantearon desde el punto de vista de los “proyectos de aprendizaje e investigación en equipo”.

Este es un concepto interesante desarrollado en el sector del agua en Colombia. Un “proyecto de aprendizaje en equipo” es un proyecto llevado a cabo en un terreno “seguro” en el cual los participantes pueden compartir experiencias y aprender buscando diversas soluciones posibles a los problemas. Esto incluye la aplicación de tecnologías y de métodos nuevos. Esta definición apareció en reuniones con el equipo de CINARA en Colombia (García et al., 1996).

Para que se den las condiciones apropiadas en estos proyectos, todos los miembros involucrados deben participar y analizar su propia situación, de la que virtualmente se convierten en exploradores; eso sí, partiendo de una serie de premisas. Estos proyectos incluyen muchos elementos de investigación-acción, que según Lammerink (1993, citado en Visscher ed., 1996) es una modalidad especial de investigación aplicada, diferente en tanto que involucra directamente a los miembros del grupo o de la organización que asignó la investigación, en lugar de involucrar tan solo a un grupo de expertos de fuera. Esto supone según Huizer (1989) "un registro cuidadoso, en cantidad y calidad, de las actividades principales efectuadas durante el trabajo". Todas las experiencias recabadas se someten a discusión en reuniones o en talleres que cuentan con los representantes de los diversos grupos de modo que se puedan intercambiar impresiones y surja un proceso de aprendizaje mutuo mediante la práctica. De esta manera se pueden analizar algunas actividades que hayan obtenido óptimos resultados y los factores que han llevado a tales resultados para que en actividades futuras se puedan repetir.

Es importante, por ende, ofrecer oportunidades a todas las personas implicadas en los programas y que éstos contengan una parte de aprendizaje, lo que se puede conseguir seleccionando, por ejemplo, algunos proyectos de entre todos los que están en una región. Personas involucradas en estos proyectos pueden, por tiempos, trabajar paralelamente en los "proyectos de aprendizaje" y en otros más importantes, de modo que puedan aplicar lo aprendido simultáneamente. Este enfoque garantiza la adquisición de un conocimiento local y puede mejorar la capacidad de investigación de los miembros, aunque requiere un registro de datos minucioso y cooperación por parte de todos ellos. Ha de ser una cooperación que realmente ayude a la gente a identificar las diferentes percepciones de los problemas de un modo comprensible y que asimismo permita a los participantes contribuir libre y abiertamente en el proceso.

Es bueno recordar que el objetivo final de la transferencia de tecnología es solucionar un problema local, asegurando que las personas puedan disfrutar de la mejor manera posible de su derecho de acceso a un nivel de servicio aceptable, usado y sostenido sin mayores riesgos ambientales.

Referencias bibliográficas

AASE, H.T. (1991), *Conditions for sustainable technology transfer to developing countries*. NORAS, The Norwegian Research Council for Applied Science, Noruega.

ACUS (1992), *Energy Technology Cooperation for Sustainable Economic Development*, Atlantic Council of the United States, http://www.acus.org/publications/policypapers/energy/etsdexecsum.html

ALI, M. E. (2002), "Transfer of Sustainable Energy Technology to Developing Countries as a Means of Reducing Greenhouse Gas Emission: The Case of Bangladesh", en *Review of relevant Literature*. Massey University, Palmerton Nueva Zelanda.

ARLOSOROFF, S. et al. (1987), *Community Water Supply: The Handpump Option,* World Bank*,* EE.UU

BERGEY WINPOWER 2001, *Small Turbines for Rural Development : Frequently asked questions*, Bergey Windpower Co, Norman, EE.UU. http://www.bergey.com/School/FAQ.Rural.html

CHATTERJI, M. (1991), "Innovation, management and diffusion of technology: a survey of literature." En CHATTERJI, M. (ed.). *Technology transfer in the developing countries*. Macmillan publishers, London, Reino Unido.

CHECKLAND, P. B. (1989), "Soft systems methodology". En : ROSENHAEAD, J. (ed.). *Rational analysis fro a problematic world*, UK, John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido.

COLIN, J. (1999), *VLOM for Rural Water supply; Lessons from Experience*. WEDC, Loughborough, Reino Unido.

GALTUNG, J. (1979), "Towards a new international technological order", *Alternatives*, vol IV, no. 3.

GARCIA, M., VISSCHER, J.T., QUIROGA, E., GALVIS, G. (1996), "Capacity building through joint learning projects in Technology transfer in the water supply and sanitation sector : a learning experience from Colombia". *Technical Paper Series* 32E, IRC, The Hague.

ITDG (2002), "Technology Transfer and Development". Paper presented at the Peoples' Global Forum Commission on Science and Technology, WSSD, Johannesburg, ITDG, Warwickshire, Reino Unido. http://www.itdg.org/?id=wssd_tech_transfer

LAMB, R. (1996), "Forests, fuel and the future - Wood energy for sustainable development –" *Forestry topics report* no. 5, FAO, Roma. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/v9728e/v9728e07.htm

LOTHERINGEN, A.N. (1991), "The sexless recipient; or why wood stove projects fail". En NORAD, 1991, *Technology transfer to develping countries*, Oslo, Noruega.

MARTINOT, E. CABRAAL, A., MATHUR, S. (2001), "World Bank/GEF solar home system projects: experiences and lessons learned 1993–2001". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 5 (2001) 39–57. Elsevier Science Ltd,

REID, G. W. (1978), "Technology Transfer, Adaptation, and Utilization". En REID, G.W. and COFFEY, K. (1978), *Appropriate Methods of Treating Water and Wastewater in Developing Countries,* University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, EE.UU.

ROGERS, E. M. (1995), *Diffusion of innovations*, Fourth Edition, The Free Press, Macmillan Publishers, London, Reino Unido.

RÖLING, N. (1988), *Extension Science, Information systems in agricultural development*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

SAUNDERS, R. P. (1983), “Futuro para la niñez”. En *La Revolucion Pacifica de la Esperanza*, Bedout S.A., Medellín, Colómbia.

VAA, M. (1990), “Choice of technology in development organisations in water and sanitation projects”, 6th General Conference of the European Association of Development Research and Training, 27-30 June, Oslo, Noruega.

VISSCHER, J.T. (ed.) (1997), “Technology transfer in the water supply and sanitation sector: a learning experience from Colombia”, *Technical Paper Series* 32E, IRC, The Hague, Paises Bajos.

VROM (1995), *Water and sanitation for All: A World Priority no. 3 No more business as usual.* Ministry of housing, spatial planning and the environment, The Hague, Paises Bajos.

WORLD BANK (1996), *Rural energy and development: improving energy supplies for 2 billion people*. World Bank, Washington, DC, EE.UU.

06

Participación comunitaria y sostenibilidad de proyectos energéticos rurales

Rafael Escobar Portal

Programa de Energía y Servicios Básicos, Soluciones Prácticas-ITDG.

Resumen

La preocupación acerca de cuál o cuáles son los mejores métodos o estrategias para alcanzar una buena participación comunitaria se vuelve más urgente en tanto los tejidos sociales se hacen cada vez más complejos, especialmente en economías rurales, donde la economía de subsistencia, los escasos recursos naturales y la exclusión social repercuten en el comportamiento de los grupos sociales.

En esta perspectiva, este trabajo trata de recrear la experiencia práctica y el marco teórico desarrollado en torno a este tema. A tal fin, buscaremos situar la participación como el proceso que dinamiza la organización y da entradas que posibilitan mejores elementos para ir alcanzando la sostenibilidad en proyectos de electrificación rural.

Entendida la participación como proceso, se describen las fases por las que transita, es decir, el diseño, la implementación y la gestión de un sistema energético rural. Esta manera de ver la participación comunitaria permitirá analizar el papel que juega la organización local como instancia que promueva una cultura de participación, lo que conduciría a encontrar ese rol dinamizador que tiene la participación en el logro de la sostenibilidad.

Abstract

The urgency for the best methods or strategies to achieve good community participation is becoming more pressing as the social structures are becoming more complex. Especially in rural economies, in which subsistence economy, limited natural resources and social exclusion affect the groups' social behaviour.

From this perspective, this article presents the existing practical experience and the theoretical framework of the issue. Participation is presented as a tool to dynamize organizations, and it allows achieving sustainability in rural electrification projects.

Understanding participation as a process, the article describes its different phases: design, implementation and management of rural energetic systems. This viewpoint enables an analysis of the local organization's role as a promoter of participatory culture. Thus, the dynamizer role of participation in achieving sustainability.

Résumé

La préoccupation sur quelles sont les meilleures méthodes ou stratégies pour atteindre une bonne participation communautaire s'accentue dans la mesure où les couches sociales sont de plus en plus différenciées, particulièrement dans le cadre des économies rurales, où l'économie de subsistance, les faibles ressources naturelles et l'exclusion sociale répercutent le comportement des groupes sociaux.

Dans cette perspective, ce travail essaye de recréer l'expérience pratique et le cadre théorique développé autour de ce sujet. À cet effet, nous chercherons à situer la participation comme le processus qui dynamise l'organisation et qui donne des entrées permettant de meilleurs éléments pour atteindre la capacité de soutenir des opérations prolongées dans des projets d'électrification rurale.

Si on comprend la participation comme un processus on peut décrire les phases qui le composent, c'est-à-dire, la conception, la mise en oeuvre et la gestion d'un système énergétique rural. Cette manière d'envisager la participation communautaire permettra d'analyser le rôle que joue l'organisation locale comme instance qui fait la promotion d'une culture de participation, ce qui permettrait de soutenir des opérations prolongées.

Introducción

El tema de la participación, ha sido muy discutido y teorizado por muchos especialistas. Pese a ello, hasta la actualidad se sigue debatiendo sobre cuál o cuáles son los mejores métodos o estrategias para alcanzar una buena participación comunitaria. Esta preocupación se vuelve más urgente en tanto los tejidos sociales se hacen cada vez más complejos, especialmente en economías rurales, en donde la economía de subsistencia, los escasos recursos naturales y la exclusión social repercuten en el comportamiento de los grupos sociales.

En esta perspectiva, el trabajo que pretendemos desarrollar enfatiza este concepto, no desde un punto de vista puramente académico, sino que trata de recrear la experiencia práctica y el marco teórico desarrollado en torno a este tema. Para tal efecto, buscaremos ubicar la participación como el proceso que dinamiza la organización y proporciona entradas que posibilitan mejores elementos para ir alcanzando la sostenibilidad en proyectos de electrificación rural.

Desarrollaremos el concepto de participación concibiéndola como proceso; en consecuencia describimos las fases por las que transita; es decir, en el diseño, implementación y gestión de un sistema energético rural.

Esta manera de ver la participación comunitaria permitirá analizar el papel que tiene la organización local como instancia que promueva una cultura de participación, lo que conllevaría a encontrar ese rol dinamizador que tiene la participación en el logro de la sostenibilidad.

La demanda de energía y la participación

Actualmente 2/3 de la población de nuestro planeta, aproximadamente 2.000 millones, no cuentan con electricidad en sus viviendas. Este dato, lejos de ser un gran problema para el desarrollo de muchas sociedades, es un reto que nos lleva a reflexionar sobre las alternativas tecnológicas con las cuales se puede revertir esta situación. Si bien es cierto que las opciones son muchas, algunas de ellas, por las características de su origen, muestran una clara tendencia a disminuir, incluso a desaparecer, lo que ha implicado un cambio en la opción tecnológica, virando hacia las energías renovables como alternativa.

Sin embargo, a la par que lo tecnológico, está también en cuestión la forma en que esta población, puede ser involucrada en las propuestas energéticas, pese a tener como limitante su nivel acentuado de pobreza. Esto se constituye en un problema vital para el desarrollo de los pueblos, si asumimos que, en la generalidad de las grandes propuestas energéticas, la participación de los beneficiarios es considerada sólo en parte, o bien éstos son excluidos completamente de las instancias de decisión.

Esto se confirma cuando vemos que, no obstante ser parte del discurso teórico de muchos representantes públicos, la participación es todavía razón de preocupación, pues por una parte existe la presunción de que dar mayor nivel de decisión a la población puede significar mayor desorden y, por otro lado, puede implicar que esta demanda sea cada vez más preparada y técnica, de modo que las demandas se incrementarán y pueden desestabilizar el poder.

Ello implica que concretar lo esbozado en el discurso teórico en evidencias prácticas es a veces complicado y muchas veces contradictorio. La participación entonces, más allá de ser una mera posición

ideológica, constituye un proceso que está influenciado por los aspectos políticos, económicos, sociales y culturales de las sociedades, especialmente en las que se encuentran en vías de desarrollo, donde muchas veces se prioriza la supervivencia frente a una propuesta que genere una visión más integradora. El reto es en tal caso cómo en contextos con acentuada exclusión y pobreza se pueden generar procesos de participación activa de los beneficiarios, que posibiliten reducir esta gran brecha en el acceso a la energía por parte de las poblaciones, especialmente las rurales.

Participación y organización

Desde esta perspectiva, el hecho de participar o no está influido por un conjunto de factores, desde las características de los individuos hasta aquellos que son parte del contexto y que interactúan con el ambiente social, lo que va configurando una estructura de oportunidades para la participación.

De ahí que sea necesario precisar que no se puede promover la participación sin asumir una estructura organizativa, pues es en esta última es donde se van plasmando las diversas manifestaciones de participación, ya sean de tipo individual o grupal. Esto significa que la participación debe estar referida a acciones colectivas provistas de un grado importante de organización y que adquieren una orientación propia a partir del hecho de que se definen por una decisión colectiva, la misma que debe aspirar a ser formalizada.

Esto llevará a una definición de roles o posiciones más o menos estructuradas y diferenciadas, lo que debe contribuir a la generación de una voluntad colectiva en el grupo u organización

Asumir que ***la participación es un proceso comunicativo e interactivo continuo, sensible a las tradiciones locales, que incluye a todos de forma activa***, nos debe remitir a considerar que para lograr este enunciado se deben tomar en cuenta las actitudes, normas y costumbres de una comunidad, las mismas que, consideradas o no, se pueden constituir en elementos vitales que pueden servir de factores favorables a la participación, o bien en obstáculos.

Este factor es particularmente relevante si consideramos la fragmentación de la sociedad y la infravaloración de la que han sido objeto la búsqueda de soluciones colectivas a los problemas comunes y la participación como elemento clave para viabilizar el desarrollo.

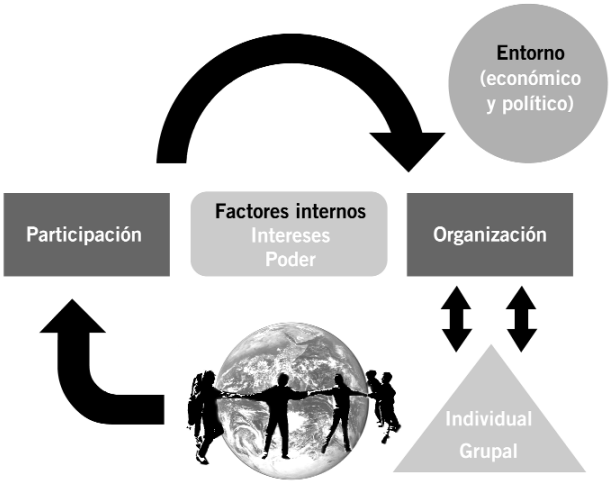


Figura nº 1: Aspectos que orientan la participación

Para el trabajo de promoción de un sistema energético rural, es imprescindible reconocer lo indicado anteriormente, pues el respeto a las costumbres y particularidades de la comunidad, sumado al reconocimiento de la existencia de una organización local, permitirá al promotor o profesional de campo un acercamiento y probable incorporación en un proceso que repercutirá favorablemente en una mayor y mejor participación.

No obstante todo ello, podemos decir que son diversos los motivos que promueven la participación de la población, sea ésta activa o pasiva, dependiendo de los intereses y conveniencias que encierre lo individual y colectivo. En efecto, esta participación puede estar motivada por:

- La existencia de un conjunto de necesidades a satisfacer.
- La creencia en que las organizaciones en que se puede participar representan un modo efectivo para alcanzar las metas que tiene el individuo.
- La inexistencia de medios alternativos para satisfacer las mismas necesidades a un costo menor para el individuo.
- Las predisposiciones generalizadas relevantes a la participación (actitud hacia participar y / o hacia quienes no lo hacen).
- Los costos y beneficios percibidos de la participación.

En muchos de los casos, no todos los motivos confluyen en un solo proceso. De allí que es preciso que, ejerciendo de facilitador, el promotor o profesional de campo asuma el reto de involucrar a los actores sociales en forma plena, a fin de alcanzar los cambios que promueve y que espera lograr la organización.

Para tal efecto es imprescindible que se tenga una idea clara de las características que debe tener un proceso de participación:

- ser abierto y amplio,
- ser libre y promover libertad,
- favorecer una cultura social de participación,
- ser revalorativo,
- redistribuir el poder y
- generar consensos.

Un factor importante que repercute en el trabajo de la promoción de la participación, desde nuestra perspectiva, es el político. Las organizaciones locales, en muchos casos, son manipuladas por instancias políticas que establecen relaciones paternalistas o de dependencia que van generando cierta pérdida de cohesión en la organización, pues muchas de las actividades que se promueven dentro de este tipo de organización son establecidas por consignas y metas predeterminadas fuera y sin intervención de la comunidad. Pese a ello, la libertad política es quizás una de las que permite consolidar mejor las demandas.

En esos casos en los que, de acuerdo a las particularidades de la realidad rural, la participación no es una situación estable, sino un proceso alimentado en varios momentos, durante los cuales los sujetos involucrados se forman y van formando a otros en el manejo de conocimientos y destrezas que dependen de la naturaleza de la experiencia participativa.

Todo lo planteado conlleva a reconocer que la participación es un proceso que implica mucha variabilidad, en función de los componentes que inciden en el contexto y momento en que este ocurre. Esto nos exige a que no se la puede identificar con una determinada instancia, sino que definitivamente se la tiene que comprender como un **proceso**. Entendida así, debemos tender en contrapartida a que éste no sea un elemento de carácter universal, sino una construcción social, por lo tanto, múltiple, sujeta a valores y circunstancias contextuales que existen en determinados momentos. Eso significa que no exista un modelo único de participación, sino diversas formas que confluyen en un proceso.

Por consiguiente, y en la perspectiva de lograr una mayor y mejor participación, ésta debe desarrollarse considerando algunas particularidades:

- **Debe ser voluntaria**, en tanto el imperativo de libertad es una razón para el individuo.
- **Debe ser responsable**, pues existe compromiso con la organización; así se fortalece y puede representar a sus miembros.
- **Debe promover la libre determinación**, en tanto existan mecanismos adecuados para expresar sus necesidades.
- **Debe tener diferentes instancias**, utilizadas para plantear sus demandas.
- **Debe ser transparente**, por cuanto se manejan criterios de información y da a conocer las decisiones que se van tomando.
- **Debe ser reflexiva**, en tanto permite la posibilidad de influir en las decisiones de la comunidad.
- **Genera protagonismo**, mediante el liderazgo de los participantes que son responsables de su propio desarrollo.

Participación y electrificación rural

Tras conceptuar y describir las particularidades de la participación, veamos en términos más prácticos algunos aspectos circunscritos a la participación en proyectos de electrificación rural (ER). Para ello tomaremos algunos criterios que se han asumido como aspectos conceptuales y a los que, según nuestra experiencia, consideramos como asideros para llevar a cabo un buen proceso de participación social. El análisis planteado aquí esta referido a proyectos de electrificación relativas a Microcentrales Hidráulicas (MCHS)

Desde el punto de vista del individuo o poblador rural, la falta de acceso a la electricidad, su nivel de pobreza, su aislamiento y su desinformación respecto a como lograr concretar un proyecto que pueda proveerle de energía, hace que la participación, salvo en algunos casos, tenga la característica de ser muy voluntaria y activa. Esta, sin embargo, expresa muchos aspectos generales que se dan en las comunidades que pretenden o han llevado adelante un proyecto de electrificación rural.

De ahí que podamos afirmar que la expectativa de contar con electricidad en las comunidades aisladas haya cambiado. Hace tiempo, implicaba un gran anhelo, que se correspondía con una participación muy activa, especialmente en el proceso de construcción e implementación del servicio eléctrico; pero hace algunos años esto ha pasado a percibirse como un derecho que asiste a la población rural. De acuerdo con esta ultima percepción, actualmente muchas comunidades condicionan su participación a ciertos beneficios, no sólo económicos, sino también políticos. En el primer caso ha conllevado acentuar el paternalismo y en el segundo, a incrementar el clientelismo. Pese a este cambio, contar con energía eléctrica sigue siendo una de las principales prioridades de las poblaciones rurales.

No obstante lo anterior, generalmente se concibe que todo proyecto, -y no es la excepción la electrificación rural- busca la implicación de la población en todo el proyecto. Sin embargo, en muchos casos se ha podido identificar que esta "participación" solamente logra ser muy unilateral. Significando que el concepto, pese a ser importante ha sido, como lo hemos señalado, soslayado y visto solamente como un mero componente de un proyecto; pero que presumiblemente no tenía repercusiones posteriores, por ejemplo en la administración y gestión del servicio.

"En relación al éxito global o fracaso de los proyectos de EE.RR., muchos de los problemas (...) están relacionados con los diseños inadecuados que pueden hacerlos fallar. Si bien este aspecto es clave en el sentido de que lleva hacia proyectos costosos y difíciles de manejar, otro conjunto de causas que hacen fallar los proyectos son los aspectos 'institucionales', específicamente la organización que dirigirá el proyecto una vez que sea completado y que hará uso de las instalaciones y bienes, ..."[1]

Fases de la participación social

De manera general, podemos constatar que la sociedad en la que vivimos tiene como característica inherente la complejidad, y la población rural no es ajena a ello, pues también en ella conviven una amplia diversidad de valores, pluralidad de intereses, demandas sociales, y en su seno se establecen relaciones interdependientes de los diversos actores o agentes sociales y políticos. Esta diversidad de aspectos trae consigo nuevas demandas, nuevos conflictos y, obviamente, nuevas rupturas sociales. En consecuencia, es imprescindible promover nuevas formas y espacios de dialogo que permita la convivencia colectiva.

Tal como hemos señalado, no existe un modelo único de participación, ya que caben diversas formulas y medios para ello. Sin embargo, es preciso señalar que éstas deben ser aplicadas a lo largo de todo el proceso de participación; es decir, no sólo en las fases decisorias, sino desde su inicio. En este sentido, todos los participantes en dicho proceso, incluidos los profesionales, están comprometidos a aprender de los demás. El promotor o técnico de campo debe, pues, cumplir el rol de facilitador y dinamizador.

Entender la participación como proceso implica siempre tener presente que busca la concertación, la negociación y el pacto; esto implica la posibilidad de lograr una gestión compartida. Para lograrlo, es imprescindible que el promotor o técnico de campo, previa constatación de un nivel organizativo local, pueda esbozar las fases por las transcurrirá el proceso de participación, con el cual vaya dando pasos firmes en el logro de la sostenibilidad social. Sin ser estas estrictamente las fases para promover la participación activa, planteamos algunas que ayudan en el propósito:

---

1 Michel del Buono, Teodoro Sánchez, Alfonso Carrasco, (1997) Memorias VII Encuentro Latinoamericano en Pequeños Aprovechamientos Hidroenergéticos, Pág. 11.

- **Sensibilización.** Esta etapa es sumamente importante y parte de la constatación del nivel de organización y participación que tiene la población. Aquí se debe reconocer en forma muy clara la situación actual, los problemas o riesgos potenciales que pueden convertirse en amenazas para la organización y el propósito que se persigue con el proyecto.

- **Motivación.** Puede hacerse enviando mensajes claros respecto a los problemas y riesgos identificados en la fase anterior.

- **Información.** Bajo el criterio de transparencia, es preciso que se suministren datos y conceptos válidos sobre los aspectos ignorados y/o mal manejados, que pueden ocasionar malas interpretaciones.

- **Educación.** Se consigue transfiriendo e intercambiando conocimientos (tecnologías) que promuevan buenos resultados en el trabajo, así como impartiendo buenos hábitos.

- **Consulta.** Sobre la base de que el proceso participativo es horizontal, es imprescindible que se impulse consultar los aspectos que tengan que ver con las acciones y avances, a fin de ir fomentando esta modalidad en la organización.

- **Decisión.** Esta etapa exige de todos los participantes un esfuerzo por definir las discusiones y consultas en acuerdos, lo que lleva a fortalecer la capacidad de la toma de decisiones dentro de la organización.

- **Ejecución,** convirtiendo las decisiones en acciones que conduzcan a participar en los proyectos y sus diferentes etapas de ejecución, incluida la gestión de los servicios.

La participación como proceso

Pese a todo lo investigado y constatado, actualmente aún existen proyectos que pretenden mejorar las condiciones de vida de las poblaciones con escasos recursos, a partir de la implementación de proyectos energéticos, asumiendo el concepto de participación de forma ocasional, y no como un proceso. Así, se asume que se ha logrado la “participación” cuando la población brinda su apoyo para la evaluación del potencial energético y eventualmente para la gestión del financiamiento y, si esto se realiza, con mano de obra para la implementación de todo el componente de infraestructura y equipamiento (por ejemplo en el caso de sistemas hidráulicos aislados).

Esta concepción, que hasta más o menos los años 80 seguía manejándose como si fuera una regla para el desarrollo de un sistema aislado, ha generado muchas experiencias o sistemas que han significado tremendos fracasos. Esta ha sido la causa de que diversas evaluaciones de sistemas eléctricos aislados hayan coincidido en expresar que los problemas no residen en el aspecto técnico, sino fundamentalmente en la administración y gestión del servicio.

Esta constatación ha llevado a varias instituciones, entre ellas Intermediate Technology Development Group (ITDG) en Perú, preocupadas por el problema de la sostenibilidad, a poner en práctica varios mecanismos que han promovido una participación más integradora y que procura el empoderamiento de la población beneficiaría. Esta experiencia se ha basado en los principios que se han descrito en acápites anteriores; partiendo de ello se ha logrado impulsar una participación mucho más comprometida con el cambio.

Repercusiones en la sostenibilidad

A continuación exponemos en forma resumida algunos aspectos relacionados con la participación que repercuten en la sostenibilidad de sistemas energéticos rurales.

La participación y los costos

Uno de los criterios principales por el que se impulsa la participación social en proyectos de electrificación rural, por ejemplo en el caso de una MCH, es por el significativo aporte económico que hace la comunidad beneficiaria, a través de mano de obra no cualificada. Esta modalidad de incentivar la participación es muy economicista y generalmente prioriza el análisis financiero, lo que se choca con la promoción de la participación en forma mas integradora y con la perspectiva de fortalecer la organización local.

Esta lógica de la participación como medio para aportar a la inversión de un proyecto ha permitido la implementación de varios sistemas hidráulicos aislados y desde luego han funcionado y lograron cubrir una demanda; sin embargo, cuando se inicia la gestión del servicio, esta participación muchas veces juega en contra de la buena gestión, porque no maneja criterios de calidad y gestión empresarial. Este tipo de participación ha logrado la reducción de costos de la inversión, y se ha logrado básicamente incentivando a formas de trabajo colectivo existentes en la comunidad.

Se ha podido constatar, no obstante, que el beneficiario aporta mano de obra traducido en “dinero” que servirá para la instalación del sistema, pero en muchas veces esto significa conflictos. Por ejemplo, en el momento de hacer las conexiones domiciliarias, pues algunos consideran que su nivel de contribución al proyecto debe darles mayor cantidad de acometidas.

Sin desestimar que muchos especialistas consideran este tipo de participación muy importante, especialmente cuando se hace un análisis económico financiero, en la mayor parte de los casos no ha tenido repercusiones significativas en el fortalecimiento organizativo y, por tanto, en lograr una participación con mayores perspectivas. En estos casos la sensibilización y motivación tiene un objetivo económico. Se podría decir que en muchas instalaciones de MCH, este ha sido “el principio del fin” pues existen instalaciones técnicamente impecables, pero administrativamente deficientes.

La participación y la propiedad

Es común ver que los beneficiarios, tras la implementación del sistema y puesta en funcionamiento el servicio, definan que por su aportación el sistema en su conjunto es de su propiedad. Esta lógica ha sido apoyada en gran medida por el Estado, a través de algunos programas de electrificación rural. Sin embargo, este tipo de participación, más que afirmar el fortalecimiento organizacional, ha significado la aparición de liderazgos locales, que, haciendo alarde de su condición de propietario, definen por si solos la forma como se debe utilizar la energía, gestión y consumo.

Generalmente donde no existe una organización fortalecida, o es comunal la participación mayoritaria de los beneficiarios, la propiedad de la microcentral se distribuye entre todos los que aportaron en la gestión del proyecto y en la construcción, de tal suerte que todos se consideran con el derecho a utilizar el servicio como lo consideren conveniente, puesto que es “dueño” y, por tanto, nadie le impide que, por ejemplo en la casa, utilicen artefactos de alta potencia. Sin embargo, la propiedad es sólo relativa, pues casi en su totalidad no cuentan con documentos legales que ratifiquen esta propiedad.

Por consiguiente, ver de esta manera la participación ha llevado a que los sistemas experimenten un mayor deterioro y en algunos casos se han colapsado a los pocos años de iniciada su puesta en marcha. Como suele decirse, **"es de todos cuando esta funcionado y es de nadie cuando hay que invertir en mantenimiento".**

La participación y la tarifa

Quizás éste es un aspecto muy poco trabajado, o en todo caso asumido muy rápidamente, sin un análisis técnico – económico previo, lo que conlleva a implantar la famosa "tarifa única", la cual obviamente es asumida sobre la base del nivel de participación de la comunidad en el proceso de instalación del sistema.

Si bien ello es cierto, uno de los factores que se discute en proyectos de electrificación rural es el subsidio vía inversión, tarifas, etc., este tema es muy poco conocido por las comunidades campesinas. Por ello es imprescindible que se implemente asistencia técnica al respecto, a fin de ir promoviendo una actitud favorable en la voluntad de pago que tiene el futuro usuario.

Pero la cuestión aquí radica en que los beneficiarios muchas veces, alegando su buena participación o aporte, consideran que tienen libertad para usar la energía de la manera y en las cantidades que deseen. Es decir, a más trabajo, mayor cantidad de energía en casa. Este problema ocasiona fallas técnicas, entre otros. Se agudizan los problemas aún más en los casos donde no se instalan medidores.

Por lo general, una vez que las comunidades asumen la "propiedad" y comienzan a distribuir la energía en cada vivienda, llega el momento en que tienen que determinar el costo por el consumo. Finalmente es asumido tomando únicamente en cuenta que, de acuerdo al nivel de participación realizada, les corresponde un pago menor por el consumo. Esto sienta las bases para un manejo colectivo de la energía, lo cual no esta mal, pero esta definición no se hace de acuerdo con los costes de operación y mantenimiento, sino que toda la población que participó en la construcción, a través de la asamblea del pueblo y apoyada por la cultura del "no pago", decide no pagar o, en todo caso, establecer una tarifa única.

En tal sentido es imprescindible que las fases mencionadas -información, educación y consulta- formen parte del trabajo que se debe emprender a fin de ir consolidando una participación con instrumentos de gestión empresarial más allá de la construcción de la infraestructura. Es decir, hay que impulsar una conducta de cambio hacia una **"cultura empresarial".**

La participación y la organización

Como hemos sostenido, es imprescindible que un proceso de participación sea generador de consensos y por lo tanto debe significar el fortalecimiento de la organización Si bien es cierto que lograr una participación activa en el proyecto -no sólo en la instalación de la infraestructura, sino incluso en la gestión y administración- se constituye en el objetivo central de un trabajo organizativo, es muy común considerar que constituyendo un comité de electrificación u otro tipo de instancia equivalente se esta impulsando una mayor organización. Lo cual puede ser muy discutible, si es que esta participación se da sólo en alguna etapa del proyecto.

Un aspecto importante que se debe impulsar con la organización es la toma de decisiones mediante la redistribución del poder. Es decir, deben estar bien descritos las obligaciones, deberes y derechos de la

organización, los usuarios, así como las autoridades que se involucran en una participación como proceso. Aquí cumplen un rol importante los gobiernos locales o las instituciones del Estado, pues son quienes cuentan con mayores instrumentos legales, económicos y políticos capaces de hacer posible que el proceso participativo se traduzca en consolidación organizativa.

Es imprescindible, pues, desarrollar procesos de participación que propendan al fortalecimiento organizativo, desde una perspectiva de gestión empresarial. Esto significa que las diferentes fases o procesos ejecutados en el proceso de un sistema de generación aislada deben formar parte del desarrollo del proyecto. De otra manera seguiremos cayendo en el enfoque de calificarnos como "participativos", cuando en realidad lo que estamos haciendo es que la comunidad se limite a apoyar las ideas de los especialistas, que muchas veces, más que solucionar problemas y mejorar las condiciones de vida, sumergen a las comunidades en conflictos sociales, que se convierten posteriormente en obstáculos para el desarrollo.

Conclusiones

- La participación representa un componente esencial de la realización humana, permite satisfacer inquietudes personales, como también reivindicar necesidades.
- La participación debe ser vista como un proceso y no como algo estático. Este proceso permitirá a las personas involucradas desarrollar nuevas habilidades y capacidades.
- La participación debe estar encaminada a dotar a los ciudadanos de la capacidad de decisión, de tener poder y saberlo manejar.
- Es imprescindible que para los proyectos de electrificación con micro y minicentrales hidráulicas, se deba promover una participación integradora; es decir, real en el diseño, implementación y gestión del servicio.
- La participación, en el caso de servicios eléctricos aislados, debe incluir instrumentos que promuevan la gestión empresarial.

Referencias bibliográficas

ANDER-EGG, E. (1987), *La problemática del desarrollo de la comunidad*, Humanitas, Buenos Aires, Argentina.

BRUGUÉ, Q. y GOMA, R. (1988), *Gobiernos locales y políticas públicas*, Ariel, Barcelona, España.

MARCHIONI, M. (1999), *Comunidad, participación y desarrollo*, Edit. Popular, Madrid, España.

SÁNCHEZ, M (1986), *Metodología y práctica de la participación*, Edit. Popular, Madrid, España.

VINYAMATA, E. (1999), *Manual de prevención y resolución de conflictos*, Ariel, Barcelona, España.

07

Energía, política y participación

Josep Puig i Boix

EUROSOLAR – Asociación Europea por las Energías Renovables.
Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental, Universitat Autònoma de Barcelona.

Resumen

La tecnología suscita una curiosa paradoja: mientras su desarrollo promete la sociedad de la abundancia y del crecimiento, sus aplicaciones en muchos campos de la actividad humana producen unos resultados tan negativos que hacen peligrar la propia especie.

El autor se incluye entre los que proponen que la tecnología comprenda no solamente las herramientas y las máquinas, sino también la organización del trabajo, que determina los procesos productivos, y la organización de la sociedad, que define los procesos sociales.

Desde esa perspectiva, cuestiona tanto la naturaleza de la tecnología que la sociedad industrialista genera como los usos a que se aplica, para terminar proponiendo la elaboración de Planes de Acción Energéticos Locales, Alternativos y Blandos, que permitan alfabetizar energéticamente a la población, democratizar las decisiones energéticas, ejercer el derecho a decidir de qué fuentes se desea el suministro y ejercer el derecho a ser propietarios de los sistemas energéticos.

Abstrac

Technology raises a strange paradox: whilst its development promises an affluent society, its application in many fields of the human activity brings about negative results that put the human race in danger.

The author is with those who believe technology must include not only tools and machines but also the labour organization which determines the production processes and the social organization, which in turn defines social processes.

From this perspective, the author questions the kind of technology generated by the industrialist society and the uses it is applied to. He proposes the elaboration of Soft, Alternative and Local Energy Action Plans to alphabetise the population in energy issues, democratize energy decisions, exercise the rights to decide which energy supplies are preferred and that to become owners of energy systems.

Résumé

La technologie a des implications paradoxales: alors que son développement promet la société de l'abondance et de la croissance, ses applications produisent dans beaucoup de domaines de l'activité humaine des résultats tellement négatifs qu'ils mettent en danger l'espèce elle-même.

L'auteur est d'accord avec ceux qui proposent que la technologie comprend non seulement les outils et les machines, mais aussi l'organisation du travail, qui détermine les processus productifs, et l'organisation de la société, qui définit les procès sociaux.

Dans cette perspective, il remet en question la nature de la technologie que la société industrialisée produit ainsi que les utilisations auxquelles on l'applique, pour proposer finalement l'élaboration de Plans d'Action Énergétiques Locaux, Alternatifs et moins agressifs qui permettent d'alphabétiser énergétiquement la population, démocratiser les décisions énergétiques, exercer le droit de décider de quelles sources on souhaite l'approvisionnement, et exercer le droit d'être les propriétaires des systèmes énergétiques.

La realidad actual

Al considerar la tecnología en el seno de la sociedad actual se manifiesta una curiosa paradoja. Por un lado, el desarrollo de la tecnología promete una sociedad de la abundancia, la sociedad del crecimiento, la sociedad desarrollada. Por otro, cada vez es mayor el número de personas que intuyen o experimentan un desencanto creciente provocado por los resultados de la aplicación de la tecnología en muchos campos de la actividad humana.

Aumenta el sentimiento de perplejidad cuando se constata que muchos de los instrumentos concebidos por el cerebro humano y creados por las manos humanas se revuelven contra la humanidad y producen unos resultados tan negativos que hacen peligrar incluso la misma especie.

La tecnología impulsa actividades económicas explotadoras, que generan grandes diferencias de ingresos dentro de cada país y entre los diversos países. La sociedad contemporánea permite actividades económicas destructivas y expoliadoras que han infligido graves daños a la trama natural de la Tierra y a las culturas que en ella se han desarrollado.

La explotación y la contaminación de la Tierra ponen en peligro no sólo la integridad de la atmósfera, el clima, el agua, el suelo, la flora y la fauna de muchos países, sino que también hace peligrar los ciclos naturales de los cuales todos los seres vivos dependemos y de los cuales depende cualquier sociedad humana.

Para comprender cómo se ha llegado a la situación actual es necesario abordar el papel que ha jugado la tecnología en el desarrollo humano. Pero, ¿qué se suele entender por tecnología?. Normalmente se considera tecnología el conjunto de las herramientas y de las máquinas que utiliza una sociedad. Sin embargo, algunos autores, entre los cuales nos incluimos, proponen que la tecnología incluya no solamente las herramientas y las máquinas, sino también la misma organización del trabajo, que determina los procesos productivos, y la misma organización de la sociedad, que define los procesos sociales.

Toda tecnología induce en el seno de cualquier sociedad organizada todo un conjunto de conceptos, de modelos, de relaciones y de poderes que configuran las formas de dicha sociedad. La tecnología evoluciona escogiendo los rasgos que le permitan interactuar mejor con los poderes establecidos. Por ello no se puede hablar de neutralidad de la técnica.

Se hace preciso, pues, cuestionar tanto la naturaleza de la tecnología que la sociedad industrialista genera como los usos a que se aplica. La raíz de los problemas creados por la tecnología cabe buscarlos tanto en el diseño de la misma como en el uso que de ella se hace.

¿Cómo se ha llegado a esta situación?

En las sociedades orgánicas primigenias las diferencias entre grupos de distintas edades, de diferentes sexos, etc., así como entre la humanidad y los fenómenos naturales vivos y no vivos, eran contempladas como una “unidad de diferencias”, o como una “unidad en la diversidad”, nunca como jerarquías dominantes unas sobre otras. El concepto de que el hombre tiene por destino dominar la naturaleza no existía (esta concepción surge a lo largo de la historia humana, a medida que unos hombres fueron dominando sobre otros).

Las sociedades orgánicas primigenias se caracterizaban por los siguientes rasgos: una completa igualdad entre individuos, grupos de diferentes edades y sexos; el usufructo y, posteriormente, la reciprocidad; el evitar la coerción cuando se trataba de asuntos internos; el "mínimo irreductible", es decir, el inalienable derecho de cada individuo a la alimentación, al cobijo y al vestido, independientemente de la cantidad de trabajo aportado.

¿Cómo eran las sociedades orgánicas? Eran sociedades espontáneamente formadas,
no coercitivas, igualitarias; eran sociedades "naturales" que surgieron de las necesidades humanas de asociación, interdependencia y cuidado.

El fracaso o crisis de las primeras sociedades orgánicas del neolítico marca un viraje decisivo en el desarrollo de la humanidad. Con la supremacía de los ancianos sobre los jóvenes, de los hombres sobre las mujeres, de los chamanes y clérigos sobre los laicos, de unas clases sobre otras y del Estado sobre la sociedad, ha culminado un proceso de jerarquización y dominio que nos ha llevado a la situación actual.

En los largos milenios que separan las primeras comunidades hortícolas de las "grandes civilizaciones" de la antigüedad, existe el testimonio del surgimiento de pueblos, ciudades y finalmente imperios en los que el control colectivo de la producción fue desbancado por un control elitista, las relaciones de parentesco por relaciones territoriales y de clase, las asambleas populares o consejos de ancianos por burocracias estatales.

Fue mucho más tarde en la historia de la humanidad cuando aparecieron las clases y la explotación económica, seguidas por el Estado y todas sus herramientas burocrático-militares y ejércitos.

El Estado con todos sus cuerpos especializados de funcionarios, burócratas y ejércitos ha permanecido, desde su nacimiento, en un agudo y constante conflicto con todas aquellas formas de asociación colectiva de las que la humanidad se había dotado a lo largo de los tiempos.

La jerarquización y el dominio han invadido campos de la vida humana que son menos materiales y menos tangibles, y han sido interiorizados muy profundamente: supremacía de la actividad mental sobre el trabajo físico, supremacía de la experiencia intelectual sobre la sensualidad, etc.

La visión de la realidad social como diversa y natural que las primeras sociedades orgánicas tenían, ha sido transformada hasta llegar a la mentalidad jerárquica actual que clasifica el menor fenómeno en pirámides mutuamente antagonistas, en torno a las nociones de "superior" e "inferior".

Las dos tecnologías y los umbrales críticos

Lewis Mumford, en una conferencia pronunciada en el año 1963, defendía la tesis de que, desde finales del Neolítico hasta hoy, en el Oriente Medio habían coexistido dos tecnologías: una autoritaria / vertical, centrada en los sistemas, poderosa, inherentemente dominadora, y otra democrática / horizontal, centrada en la persona, débil, durable y con recursos.

La tecnología autoritaria apareció hacia el año 4000 aC coincidiendo con la aparición de los reinos y la organización basada en la coerción física, el trabajo forzado y la esclavitud. Fue la primera economía de castas minoritarias (religiosas, militares, científicas, burocráticas, ...), que posibilitó la supervivencia de los núcleos urbanos y una masiva construcción / destrucción.

La tecnología democrática utiliza métodos de producción a pequeña escala, se basa en el ingenio humano y en la energía animal. Es un proceso dirigido-controlado por el campesino-artesano. Según Mumford: "la tecnología autoritaria está haciendo desaparecer la tecnología democrática y está destruyendo la autonomía de las comunidades que la practican".

Del primitivo complejo neolítico surgió un tipo diferente de organización social. La sociedad ya no se encontraba dispersa en pequeñas unidades, sino unificada en una unidad mayor; ya no era democrática (basada en la intimidad entre los vecinos, en las costumbres igualitarias y en el consenso general), sino que era autoritaria (dirigida desde un centro y mantenida bajo el control de una minoría dominante). La sociedad ya no estaba confinada dentro de un territorio, sino que salía expresamente de sus fronteras para apoderarse de las materias primeras y de hombres a los que exigía tributos e imponía controles. Esta nueva cultura no tendía a mejorar la vida de las personas en general, sino a la expansión del poder central.

Tecnologías democráticas *versus* tecnologías autoritarias

Las tecnologías democráticas que comenzaron a desarrollarse en el seno de las comunidades hortícolas del Neolítico han sido permanentemente atacadas por todos los sistemas de dominio y obediencia, ya fuesen culturales, tradicionales o psicológicos, ya fuesen políticos o económicos.

Todos los sistemas de dominio han desarrollado históricamente tecnologías autoritarias para hacer frente a las tecnologías democráticas, ya que cualquier chispa de autonomía, de autosuficiencia - tanto de las personas, como de las comunidades-, era el principal obstáculo a sus deseos de dominio sobre la humanidad y sobre la naturaleza.

Valentina Borremans, en su obra *Guide to Convivial Tools*, escribió: "las herramientas, a lo largo de su desarrollo tecnológico, llegan a veces a umbrales que son críticos desde el punto de vista de la sociedad" y "cuando una herramienta traspasa este umbral adquiere un carácter que afecta de forma inevitable a la cultura, la estructura social y la distribución del poder político en el seno de la comunidad que la utiliza".

Les tecnologías energéticas están sujetas a estos umbrales críticos. Mientras algunas conducen a la especialización de funciones, a la institucionalización de valores y a la centralización del poder, existen otras que ensanchan el alcance de las capacidades de cada persona, su control y su iniciativa, limitadas únicamente por los derechos de otras personas a disponer de su poder y libertad.

La alternativa tecnológica-energética la constituyen las tecnologías energéticas de suministro y de uso final, las estructuras políticas y sociales en torno a la energía, la organización de su generación y uso, mediante las cuales tanto la persona como la naturaleza se liberaran de la dominación y la explotación inherentes a la actual tecnología energética fósil-nuclear.

Energía: democracia *versus* autoritarismo

Las primeras fuentes energéticas que la humanidad aprovechó fueron las energías libres, al alcance de todo el mundo. A medida que fueron surgiendo sistemas de dominio de unos sectores de la sociedad sobre otros, una constante se ha manifestado a lo largo de la historia humana. Esa constante es el proceso de sustitución de las fuentes de energía libres y al alcance de todo el mundo por otras que ni eran libres ni estaban al alcance de todos.

Las fuentes de energía libres, limpias y al alcance de todo el mundo, han ido dejando de ser bienes comunes, y por tanto, libres que posibilitaban todas aquellas actividades que permiten la subsistencia autónoma de las personas y de las comunidades; se han ido convirtiendo en un recurso que posibilita la producción económica de todos los artefactos (bienes, utensilios, artículos, etc.) que satisfacen las necesidades en las que se basa el actual modelo de vida industrialista.

Las fuentes de energía se han ido convirtiendo en una mercancía y, como tal, en una fuente de beneficios, poder, desequilibrios ecológicos, etc., y exigen la planificación del uso y la disponibilidad del recurso, lo cual se materializa en el nacimiento de una sarta de especialistas, técnicos, burócratas, funcionarios, ... que justifican y defienden el recurso.

La dependencia humana del Sol

Con todos los cambios ocurridos en la Tierra a lo largo de los últimos 10.000 siglos, una cosa ha permanecido inmutable: la dependencia de la raza humana respecto del Sol.

La única diferencia es que hemos llegado a ser aún más dependientes. Hoy dependemos de fuentes de energía que tienen un origen solar (indirecto), los combustibles fósiles, formados hace decenas de millones de años en cantidades estrictamente limitadas.

La sociedad actual, fosiladicta, se basa en la quema de combustibles fósiles. El 79,5% de la energía primaria que se consume en el mundo procede de combustibles fósiles. Su quema genera la emisión de $6.400 * 10^6$ tn de carbono al año, con lo que la concentración de CO_2 en la atmósfera ha llegado a 372,9 ppm.

Si todos los habitantes de la Tierra emitieran la media de una persona en Japón, (el país más eficiente en carbono), las emisiones totales serian mas del doble de las actuales.

Hay quien propone la solución nuclear para hacer frente a las emisiones de gases de efecto invernadero. Veamos si ello puede ser la solución. Actualmente, el 6,9 % de la energía primaria que se consume en el mundo proviene de la energía nuclear (representa el 17 % de la generación mundial de electricidad). Si se quisiera generar con energía nuclear toda la electricidad que se produce quemando combustibles fósiles (9.982 TWh en el año 2001), serían necesarios 1.424 reactores de 1.000 MW cada uno. Ello requeriría extraer $370*10^6$ tn de mineral de uranio para poder obtener 271.000 tn de torta amarilla (U_3O_8), necesaria para fabricar el combustible nuclear de este parque de reactores. En el proceso de concentración del mineral de uranio se generarían 640 y 425 millones tn de residuos líquidos / sólidos. En el proceso de enriquecimiento en el isótopo U-235 se obtendrían como subproducto enormes cantidades de uranio empobrecido (hoy puesto a disposición de la industria de armamento para recubrimiento de proyectiles y de todo tipo de munición). En el funcionamiento de este inmenso parque de reactores nucleares se generarían 35.600 tn/año de combustible gastado (que contendría 285 tn de plutonio, con el que se podrían fabricar miles de bombas atómicas). Y todo ello significaría que las emisiones de CO_2 se reducirían del orden de un 10 %.

Nuclear *versus* solar: tecnofascismo *versus* convivencialidad

La energía nuclear lleva irremisiblemente hacia un aumento del poder tecno-burocrático y hacia el envenenamiento radiactivo de los sistemas naturales. La energía solar, en cambio, es susceptible de una utilización ambivalente.

La tecnología solar puede ser utilizada de forma que refuerce la tendencia de la sociedad al mantenimiento del control centralizado que la tecno-burocracia sustenta sobre las fuentes de energía (incluida la solar, que es, en forma natural, descentralizada), incrementando la degradación de los sistemas naturales, o bien favoreciendo la autonomía de las personas y las comunidades, respetando la integridad de los ecosistemas.

Que se haga de una manera o de la otra tiene repercusiones bien diferentes sobre los sistemas naturales, pues es la plasmación de la visión del mundo que llevan incorporadas: dominar la naturaleza (violando el átomo) o cooperar con ella (captar un flujo). Michel Bosquet lo caracterizó con la expresión "tecnofascismo versus convivencialidad".

Las energías libres, limpias y renovables

Estas energías se basan en la que nos envía el Sol y sus fuentes derivadas. El Sol es un gran reactor nuclear de fusión que "quema" 600.000.000 tn de H_2/seg. a 20.000.000 Kelvin, irradiando una energía equivalente a $3,7*10^{23}$ kW (64.070 kW/m^2). Es un reactor seguro (está situado a 150 millones de km de la Tierra) y barato (no requiere ningún gasto en inversión ni en mantenimiento).

De toda la energía que el Sol irradia, la Tierra intercepta $1,7*10^{14}$ kW (1.367 W/m^2) y de ella, absorbe $1,42*10^{14}$ kW (la potencia equivalente a 120 millones de reactores nucleares de 1.000 MW). En un año, la Tierra absorbe 14.000 veces la energía que se consume actualmente o 28.000 veces la producción mundial de petróleo.

Las fuentes de energía libres, limpias y renovables pueden proveer, con creces, todas las necesidades energéticas de la humanidad. Hoy disponemos de tecnologías para aprovechar las fuentes de energía libres, limpias y renovables que permitirían que toda la humanidad pudiera disfrutar de una vida digna.

La planificación energética

Fue una herramienta utilizada a lo largo de los años 70 y 80, cuando los gobiernos elaboraban sus planes energéticos, proyectando hacia el futuro las tendencias del pasado, que se traducían en el abastecimiento de consumos siempre crecientes de energía.

Frente a ellos, grupos de científicos y técnicos, junto con activistas energéticos, que trabajaban para enfocar el problema de la energía de una forma totalmente distinta a la oficial, propusieron en los años 70 los denominados planes energéticos alternativos, que ponían el énfasis en la demanda y en la disminución del consumo (mediante la reducción del despilfarro en la generación y en el uso final de la energía).

Esta nueva manera de enfocar la problemática energética se denomina "Soft Energy Path" o el camino energético blando, desde que Amory B. Lovins publicó su obra *Soft Energy Paths: Towards a Durable Peace* (1977) y Vince Taylor dio a conocer *Energy: The Easy Path* (1979).

El Soft Energy Path es una visión de un mundo futuro a partir de mejorar la eficiencia energética (tanto de las tecnologías para el suministro como de las tecnologías de uso final), en vez de continuar malgastando la energía y a partir de aprovechar las fuentes de energía renovable, en vez de continuar dependiendo de los combustibles fósiles y de la energía nuclear.

Por lo que se refiere al consumo de energía, el Hard Energy Path apuesta por su aumento continuo, mientras que el Soft Energy Path apuesta por el decrecimiento y la estabilización.

Por lo que se refiere a la tecnología energética, el Hard Energy Path se basa en la movilización de recursos de los gobiernos o de las grandes corporaciones para poder construir instalaciones gigantes, increíblemente complejas, peligrosas y caras, mientras que el Soft Energy Path se basa en tecnologías a pequeña escala, propiedad de la comunidad local, al servicio de las familias, los comercios y las empresas locales.

Por lo que se refiere a las fuentes de energía, el Hard Energy Path se basa en la quema de combustibles fósiles, la licuefacción y la gasificación, la fisión y fusión nuclear, mientras que el Soft Energy Path se basa en el aprovechamiento de las fuentes de energía que fluyen por la biosfera: sol, viento, agua, biomasa, calor de la Tierra, etc.

Por lo que se refiere a los sistemas energéticos, el Hard Energy Path propone sistemas centralizados, controlados por una casta técnica altamente cualificada, mientras que el Soft energy path propone sistemas descentralizados y controlados democráticamente.

Respecto al objetivo principal, el Hard Energy Path tiene por objetivo cubrir la demanda homogénea proyectada, con fuentes de energía de alta calidad (combustibles líquidos y gaseosos, electricidad), mientras que el Soft Energy Path tiene por objetivo cubrir las necesidades de usos finales heterogéneas con las fuentes de energía mas adecuados a cada uso final.

Las cuestiones clave de la problemática energética pueden centrarse con tres preguntas: ¿Cuanta energía se debe consumir? ¿Qué tecnología se debe utilizar? ¿Quién ha de controlar los sistemas energéticos?

Las visiones “hard” i “soft” tienen diferentes respuestas a estas tres preguntas.

La respuesta “soft” a ¿cuánta energía se debe consumir? es reducir el despilfarro energético actual, aumentando la eficiencia energética de las tecnologías de suministro, disminuyendo el consumo de energía, mejorando la eficiencia energética de las tecnologías de uso final, haciendo nacer sistemas energéticos eficientes, reduciendo las emisiones de CO_2, de residuos, etc.

La respuesta “soft” a ¿qué tecnología se debe utilizar? es tecnología a pequeña escala, o a escala comunitaria, para captar, transformar y utilizar la energía solar, tanto directa como indirecta, dar a la gente los conocimientos, habilidades y sabiduría necesarias para hacer de la tecnología solar una vía útil y práctica para producir energía.

La respuesta “soft” a ¿quién ha de controlar los sistemas energéticos? Es descentralizar los sistemas energéticos, utilizar fuentes de energía locales, libres, limpias renovables; que sea la comunidad local que las utiliza quien tenga la propiedad y las gestione, para hacer posible su control democrático.

Las raíces teóricas del Soft Energy Path se encuentran en el concepto biológico de “capacidad de carga”. Un sistema natural puede soportar solo un determinado nivel de población a lo largo de un período de tiempo, dependiendo de la energía solar y el agua disponibles, la fertilidad del suelo, el régimen climático. Estos factores imponen un límite sobre la cantidad de vida que un ecosistema puede soportar. Mientras éste no sobrepase su capacidad de carga, podrá sostener su nivel de vida indefinidamente.

Una propuesta concreta: la elaboración de PAELAB

¿Por qué esta propuesta? Porque su elaboración permite alfabetizar energéticamente a la población, democratizar las decisiones energéticas, ejercer el derecho a decidir de qué fuentes se desea el suministro, ejercer el derecho a ser propietarios de los sistemas energéticos.

Los objetivos de un Plan de Acción Energética Local, Alternativo y Blando (PAELAB) son: modificar los consumos energéticos de un territorio en función de las disponibilidades y del potencial de las fuentes de energía renovables y de la su capacidad de carga, minimizar el consumo de fuentes de energía no renovable substituyéndolas por fuentes de energía renovable, buscar el reequilibrio socioterritorial a partir del aprovechamiento, el uso de la energía y de la propiedad de los sistemas energéticos.

La metodología de un PAELAB consiste en a) determinar el consumo y las fuentes de energía primaria en la comunidad y su distribución por sectores; b) hacer una prospección del consumo energético futuro, suponiendo que continúan las tendencias actuales; c) cuantificar el ahorro potencial a partir de políticas activas de uso eficiente de la energía; d) valorar las fuentes de energía renovables locales y estimar su potencial para suministrar a la comunidad local.

Las fases para hacer realidad un PAELAB son:

1. Crear un grupo de trabajo, suficientemente motivado como para sacar adelante el plan de acción, y que sea representativo de los grupos de interés de la comunidad local.
2. Implementar el plan a partir de la concreción de ciertas estrategias: considerar la conservación del entorno como prioridad absoluta (reducir las emisiones), minimizar los consumos procedentes de fuentes de energía no renovables, desarrollar la producción a partir de fuentes de energía limpias y renovables hasta hacerlas rentables, vincular estas políticas a un programa de desarrollo de la economía local, descentralización y participación política de la comunidad local.
3. Iniciar proyectos autónomos de implantación de sistemas basados en fuentes de energía limpias y renovables: casas bioclimáticas, casas de emisiones cero, calentadores de agua caliente solar en los tejados y en las terrazas, generadores de electricidad solar FV en tejados, terrazas, pérgolas, etc., parques eólicos municipales, cooperativas eólicas, metanización de los residuos orgánicos municipales (sólidos y líquidos).
4. En el nuevo marco de desregulación de los sistemas energéticos, plantear la viabilidad de crear empresas locales para la producción de energía con fuentes limpias y renovables, para la distribución de energía a la localidad, para el suministro de servicios energéticos.

Concluyamos enumerando las repercusiones de la elaboración y aplicación de un PAELAB: equidad (distribución equilibrada de costes y beneficios entre todos los miembros de la comunidad local), democracia (facilita y posibilita la participación de las personas), mejoras económicas, estabilidad y diversidad (fuente de riqueza para la comunidad local), autonomía y autosuficiencia (contribuye a la descentralización económica y política).

Referencias bibliográficas

HUBBARD, A. y FONG, C. (1995), Community Energy Workbook: *A Guide to Building a Sustainable Economy*. Rocky Mountain Institute, Snowmass, EE.UU.

PUIG, J. (1991), "Local energy plans: citizenry in action lobbying for a soft energy path", en *Advancing democracy and participation: challenges for the future. Selections from the XII World Conference of World Futures Studies Federation (WFSF)*, pp. 43-52. Centre Català de Prospectiva / Centre Unesco de Catalunya. Barcelona, España.

SARDINSKY, R. y The Staff of Rocky Mountain Institute (1992), *The Efficient House Sourcebook*, Rocky Mountain Institute, Snowmass, EE.UU.

SCHAEFER, E. y BENSON, J. (1980), *Energy & Power in your community: How to analyze, Where it Comes From, How Much it Costs, & Who Controls it*. Institute for Ecological Policies, Fairfax, EE.UU.

WEAVER, D., GORENFLO, L. y GREGG, D. (1981), *Farm and Rural Energy Planning Manual*. Institute for Ecological Policies, Fairfax, EE.UU.

Experiencias en la aplicación de energías renovables

08

Programas de energías renovables. La experiencia de ITDG en América Latina

Teodoro Sánchez Campos

International Progammes, Practical Action.

Resumen

Intermediate Technology Development Group (ITDG) es una ONG británica sin fines de lucro, creada en el año 1965, cuyo objetivo principal es contribuir a reducir la pobreza de los grupos marginados en los países pobres, mediante el desarrollo y la transferencia de tecnología y asistencia técnica. Desde 1984, año en que abrió su sede de Lima (Perú), trabaja en América Latina, gozando de un reconocimiento importante en la promoción de energías renovables a pequeña escala, electrificación rural y desarrollo.

Tras hacer un breve recorrido por la historia de ITDG en América Latina, el autor presenta el Programa de Energía, Infraestructura y Servicios Básicos, sus estrategias de intervención en los diferentes campos, las actividades llevadas a cabo para salvar las barreras existentes, y explicando las dificultades y los logros de su trabajo. Estos logros se concretan sobre todo en desarrollo y transferencia de tecnología, créditos, capacitación y crecimiento de las capacidades locales

Abstract

Intermediate Technology Development Group (ITDG) is a British non-profit NGO created in 1965. Its mission is to contribute to the reduction of poverty among marginalised groups in poor countries through development and transfer of technology and technical assistance. It works in Latin America since 1984, when its Lima office was opened. It has accomplished a reputable name in the promotion of renewable energies at small scale, rural electrification and development.

After a brief history of ITDG's experience in Latin America, the author presents the Energy, Infrastructure and Basic Services Program. Its intervention strategies in the different fields, the activities undertaken to overcome the existing barriers, and the difficulties and achievements of this work are also explained. Mostly, the achievements result in development and technology transfer, loans, training and development of local capacities.

Résumé

Intermediate Technology Development Group (ITDG) est une ONG britannique sans but lucratif, créée pendant l'année 1965, dont l'objectif principal est de contribuer à réduire la pauvreté des groupes marginalisés dans les pays pauvres, par le développement et le transfert de technologie et l'assistance technique. Elle travaille en Amérique Latine (AL) depuis 1984, où elle a établi le bureau de Lima (Pérou), jouissant d'une importante reconnaissance dans le domaine de la promotion des énergies renouvelables à petite échelle, électrification rurale et développement.

Après avoir fait un bref parcours de l'histoire d'ITDG en AL, l'auteur présente le Programme d'Énergie, Infrastructures et Services Basiques, ses stratégies d'intervention dans les différents domaines, les activités menées à bout pour éliminer les barrières existantes, tout en expliquant les difficultés et les succès de son travail. Ces réalisations se manifestent surtout en développement et transfert de technologie, crédits, qualification et croissance des capacités locales.

Introducción

ITDG (Intermediate Technology Development Group) es una ONG británica sin fines de lucro, creada en el año 1965 por el economista Ernst Friedrich Schumacher, cuyo objetivo principal es contribuir a reducir la pobreza de los grupos marginados en los países pobres, mediante el desarrollo y la transferencia de tecnología y asistencia técnica. Desde su fundación, ha implementado diversos proyectos y programas en los diferentes sectores de la producción, servicios, manejo de recursos, así como en temas de alerta y capacitación. Uno de los ámbitos más importantes ha sido el de la energía, en el que inició sus actividades a fines de los años 70, primero en microhidroenergía y luego en otras opciones de generación a pequeña escala.

La apertura de una oficina en Lima en 1984 significó la entrada de ITDG en Latinoamérica, donde comenzó con dos actividades principales: procesamiento de alimentos y microcentrales hidroeléctricas. Actualmente cuenta con varias oficinas en Perú y con una importante red de socios en todo el continente, y con una gran diversidad de proyectos y actividades, agrupadas en cuatro temas principales. Comparte misión y perspectiva, así como estrategia general, con la sede central de Gran Bretaña y las otras oficinas de ITDG en diferentes partes del mundo, pero sus prioridades y estrategias son específicas para Latinoamérica.

Resumen histórico

Las actividades en el campo de la energía se iniciaron en 1984 con la instalación de la central hidroeléctrica en “El Dormilón” (Colombia) y poco después en el Perú. Inicialmente, la única actividad fue la promoción de microcentrales hidroeléctricas (MCHs), que luego se amplió a otros temas en energías renovables, uso eficiente y racional de la energía, eficiencia energética en pequeñas empresas y sustitución de combustibles en microindustrias rurales. Actualmente goza de un reconocimiento importante en la promoción de energías renovables a pequeña escala, electrificación rural y desarrollo.

Durante el período 1984 y 1995 concentró sus esfuerzos en su propio fortalecimiento, formando un equipo de trabajo sólido en MCHs, desarrolló y transfirió tecnología, implementó proyectos piloto en zonas aisladas para demostrar su viabilidad, y realizó un importante trabajo en entrenamiento, capacitación y promoción del uso eficiente de la energía generada. A mediados de 1995 se revisó la estrategia y se amplió a otros temas, dando nacimiento al “Programa de Energía”, que incluyó, además de las MCHs, los temas de energía eólica, solar fotovoltaica, biomasa, así como eficiencia energética, sustitución de combustibles y temas transversales, como sostenibilidad, organización, legislación y estándares, entre otros.

En el año 2003, como resultado de la revisión de la estrategia internacional de ITDG, el programa de energía pasó a ser parte de un programa más amplio denominado Programa de Acceso a Servicios Básicos (“Access to Basic Services”). Sin embargo, por razones de eficacia, el equipo de energía de Latinoamérica se denominó “Programa de Energía, Infraestructura y Servicios Básicos”, nombre por el que se le conoce. En la actualidad, no obstante, la energía sigue siendo el tema central de la agenda del programa de Acceso a servicios básicos, y probablemente continúe de la misma manera por un largo tiempo, ya que, por un lado, existe una importante demanda de sus actividades y, por el otro, cuenta con experiencia acumulada y personal idóneo en este campo.

Estrategia de intervención

La estrategia está basada en el diagnóstico de las principales necesidades de la población objetivo –en este caso, la rural[1]– respecto al acceso a la energía, la gama de opciones para atender dichas necesidades y los problemas o dificultades que se afrontan para utilizar y difundir las opciones energéticas apropiadas.

Diagnóstico de la situación

Un diagnóstico resumido del problema de la electrificación rural en Latinoamérica nos muestra que en el continente hay cerca de 200 millones de personas sin acceso a la electricidad, la mayoría de las cuales viven en zonas rurales remotas. Los porcentajes de electrificación rural varían de un país a otro; en algunos, como Nicaragua, Honduras, Bolivia o Perú, se sitúan apenas entre el 20 y 30%; en otros, como México, Argentina y Chile, están por encima del 90%, mientras que los demás se reparten en el amplio rango entre 30% y 90%. La población rural está formada por las familias más pobres de cada país, con pocas posibilidades de acceso a servicios básicos y a los mercados, con pocas oportunidades de empleo y generalmente fuera de las prioridades de los gobiernos de turno. Ello deja claro que el mercado rural, para la energía, en este continente (como en los otros), es pobre y se encuentra alejado y disperso y, por tanto, es de poco o ningún interés para la inversión privada convencional.

Las políticas de electrificación rural del pasado han concentrado sus esfuerzos principalmente en la extensión de la red, y han ido ampliándose progresivamente o, como también se dice, han ido penetrando en las zonas rurales. Lamentablemente ha logrado un alcance muy limitado, debido a que, a medida que va penetrado, se van incrementado los costos de implementación por familia, hasta hacerlos inviables financieramente; y dejando postergadas con pocas o nulas esperanzas de acceso a la electricidad a grandes poblaciones en muchos países; mientras que las opciones energéticas descentralizadas aún no gozan de mucha aceptación entre los planificadores.

A pesar de que muchos estudios y fuentes de información sugieren los sistemas descentralizados como la solución apropiada para dotar de energía a la población rural, estos aún encuentran serias dificultades tanto en su difusión como en su sostenibilidad una vez instaladas. Hay diversos estudios de ámbito mundial con conclusiones sobre la existencia de una serie de barreras que impide acelerar el proceso de electrificación rural en los países pobres. El número y tipo de barreras mencionadas varía de un autor a otro, pero básicamente están pertenecen a los campos tecnológicos, sociales, económicos y culturales de las poblaciones rurales. El programa de energía de ITDG LA identifica como fundamentales las siguientes:

- Alto costo de inversión inicial de las energías renovables.
- Falta de mecanismos financieros apropiados para el acceso a la energía en este sector.
- Falta de capacidad local para la operación, mantenimiento y gestión de los sistemas (sostenibilidad).
- Falta de marcos legales apropiados.

---

1 No se excluye a la población urbana pobre, pero las actividades del programa centran su atención en la rural.

Organización de las actividades dentro del programa

Con la finalidad de responder de forma coherente a los desafíos-barreras de la electrificación rural, en 1995 se adoptó una estrategia a largo plazo en cuanto a temas y actividades; como se puede observar en la Figura 1. En él aparece, por un lado los temas más importantes u opciones relacionados a la provisión y uso de la energía, y por el otro lado las actividades a desarrollar en cada uno de los temas, y de esta manera mantener una visión clara sobre las metas a largo plazo para eliminar las barreras antes señaladas.

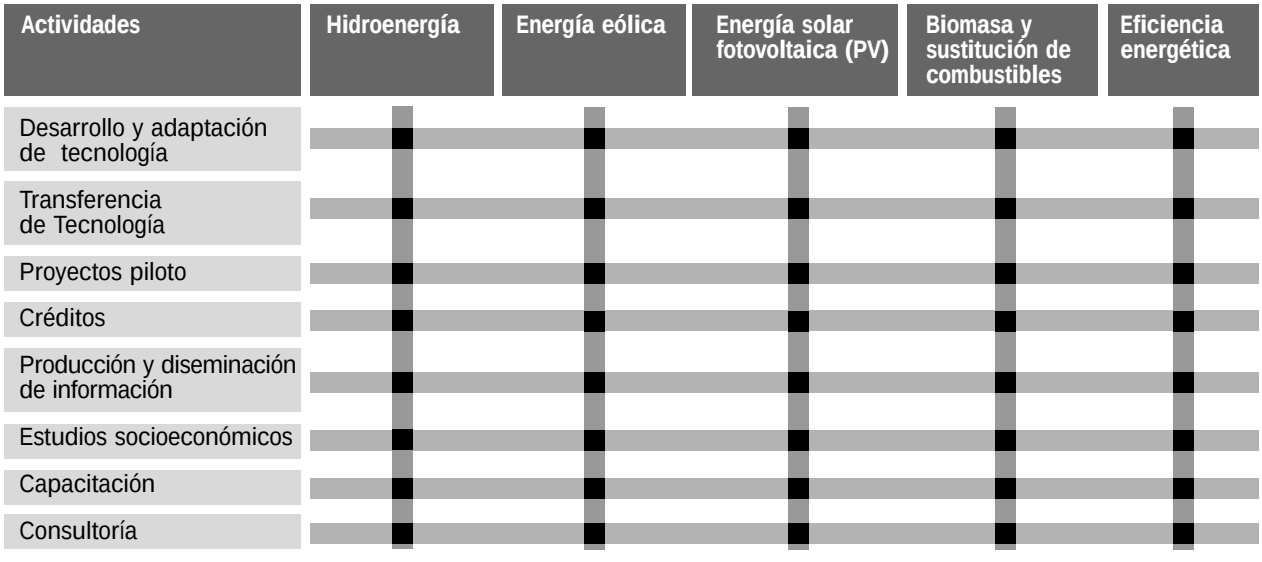


Figura 1. Temas y actividades desarrollados por el Programa de Energía de ITDG LA.

A la barrera de los **altos costos** se le hace frente con las actividades de desarrollo y adaptación de tecnología, transferencia de tecnología y capacitación. En este caso, la capacitación se refiere a la ejecución de cursos, talleres, conferencias, visitas técnicas, asistencia técnica, etc., actividades que permiten crear la capacidad nacional y regional para la fabricación de equipos, diseño e implementación de sistemas energéticos.

Para eliminar la barrera de la **falta de mecanismos financieros**, se realizan proyectos de implementación de sistemas mediante la promoción de créditos y asistencia técnica, que permiten ver de forma directa y extraer lecciones sobre las dificultades y los costos de transacción en mercados dispersos y pobres, y así dar recomendaciones para el establecimiento de mecanismos y modelos financieros para sistemas basados en energías renovables en zonas rurales dispersas y pobres.

La barrera de **falta de capacidad local para el manejo** es una de las más importantes y se puede eliminar con la creación de la capacidad local a nivel comunitario, mediante el desarrollo e implementación de modelos de organización apropiada, teniendo en cuenta las fortalezas de las comunidades, sus lazos sociales y sus principios culturales, así como entendiendo sus debilidades y fortaleciéndolas. Para ello se ha desarrollado una estrategia de capacitación a nivel micro (en cada comunidad) para gestionar el servicio eléctrico (operar y mantener el sistema, y administrar los servicios adecuadamente). Como

medio importante para este tema se cuenta con el Centro de Capacitación y Demostración de Tecnologías Apropiadas (CEDECAP) en Cajamarca, al norte de Perú[2].

Para la eliminación de la barrera **falta de marco legal apropiado** se desarrolla una serie de actividades de demostración, difusión de información y estudios de la realidad de las comunidades. Estas actividades están orientadas a contribuir con elementos de debate sobre políticas, normas y calidad, de modo que los responsables de políticas nacionales, regionales o locales puedan tomarlas en cuenta en el diseño de estrategias de electrificación rural.

Los proyectos piloto han jugado un papel muy importante, ya que han permitido el desarrollo y transferencia de tecnología, créditos, capacitación, e incluso han contribuido a desarrollar la capacidad interna del equipo y, finalmente, acceder a las consultorías nacionales e internacionales.

Estrategia de mediano y largo plazo

Aunque de alguna forma ya se ha descrito, en la Figura 2 se puede observar esquemáticamente la estrategia. En la columna de la izquierda aparecen las barreras principales y en la de la derecha, las propuestas de actividades para eliminar las diferentes barreras.

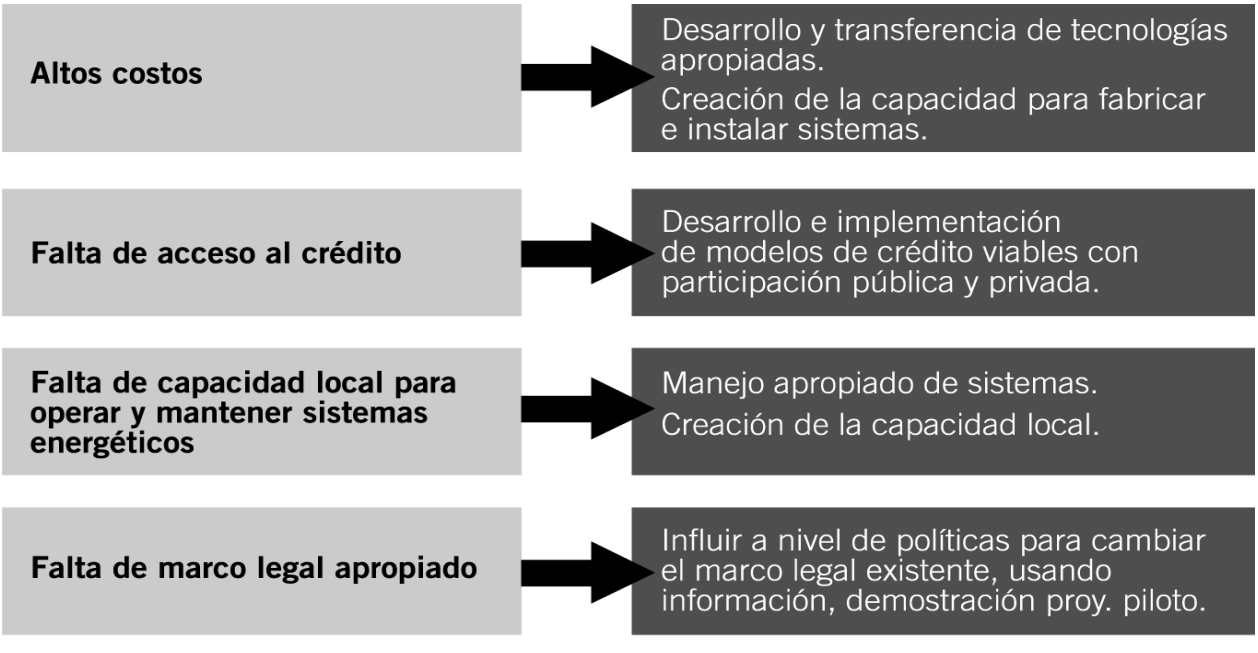


Figura 2. Estrategia del Programa de Energía ITDG LA.

Los principales logros del programa

Los logros más importantes del programa en los temas de energías renovables se resumen en los siguientes párrafos.

2 *El CEDECAP es un centro de capacitación y demostración de tecnologías apropiadas que funciona desde el año 2000, en el que se imparten conocimientos sobre una serie de tecnologías.*

Desarrollo y transferencia de tecnología

Se ha desarrollado una gama de tecnologías en los diferentes campos de las energías renovables, turbinas micro y mini hidráulicas, energía eólica, energía solar fotovoltaica y biomasa. Cada una de las tecnologías desarrolladas ha sido transferida a pequeños talleres o a grupos de usuarios. Para la transferencia se ha adoptado diversas modalidades: entrega de paquetes tecnológicos cuando se trata de máquinas, como es el caso de las turbinas, generadores y reguladores electrónicos; manuales técnicos para obras civiles, y pequeños folletos o manuales para el uso de la energía y el manejo de los equipos. Algunas tecnologías que aún están en proceso de desarrollo o que aún falta ajustar algunos detalles o hacer mayor trabajo de piloteo están pendientes de ser transferidas. Asimismo, se continúa promoviendo la transferencia de tecnología a otros países donde aún no se ha hecho, en especial de las tecnologías ampliamente probadas.

Tecnologías microhidráulicas

Como se puede observar en las listas de tecnologías desarrolladas (ver cuadro 1), en mini y microhidráulica ha habido una amplia producción de tecnologías y materiales. Esto se debe al mayor periodo de trabajo desarrollado en este tema, mientras que en los otros hay una menor gama de tecnologías apropiadas disponibles.

El cuadro siguiente muestra las principales tecnologías desarrolladas y/o transferidas en estos campos.

Equipamiento				
Rubro	**Máquina, modelo o método**	**Rango (kW.)**	**Estado actual**	**Tipo de impacto obtenido**[3]
Turbinas	Turbinas pelton	0,1 - 1	transferida	bajo costo
		1 - 10	transferida	bajo costo
		10 - 250	transferida	bajo costo
		250 - 500	transferida	bajo costo
	Turbinas Cross-Flow	5 - 50	transferida	bajo costo
	Turbinas axiales	5 - 50	desarrollada	bajo costo
	Turbinas de río	0,3 – 3	en desarrollo	bajo costo
	Bombas como turbinas	1 - 50	desarrollada	bajo costo, entre 1/4 y 1/3 del costo de las convencionales
Generadores eléctricos	Generadores de imán permanente	0,1 - 0,5	desarrollada	bajo costo
	Motores como generadores	0,2 - 10	transferida	costos de 1/4 a 1/3 de los generadores síncronos
		>200	en desarrollo	reducción de costo
Regulación	REC para generadores	5 - 200	transferida	costo entre 1/5 y 1/2
	REC para motores en reverso	0,2 a 10	transferida	bajo costo
Tubería	Uso del PVC			
Obras civiles				
Canales	Método de las cerchas	hasta 1000	transferida	Costo 60% de canales por encofrado
Bocatomas	Barraje mixto	hasta 1000	transferida	Costo 50% a 60% de costo de convencionales
Desarenador casa de fuerza	varios modelos de bajo costo	hasta 1000	transferida	Bajo costo
Componentes eléctricos				
Cables	tipo autoportante		transferida	Costo 60% a 70% de otros

Cuadro 1: Tecnologías desarrolladas y/o transferidas y en desarrollo

3 Se considera bajo costo en comparación con otras marcas importadas o nacionales, sin disminuir la calidad.

Energía eólica

Se ha desarrollado la tecnología de pequeños aerogeneradores para atender muy pequeñas demandas como cargado de baterías para uso doméstico, alumbrado de centros educativos, centros de salud y otros. La tecnología del generador de imanes permanentes también fue desarrollada como parte del paquete tecnológico; actualmente se fabrica localmente en Perú y se están coordinado otras transferencias en todas partes del continente.

Turbina eólica. De eje horizontal, de tres alabes y diseñada con tecnología moderna, considerando máxima eficiencia, rendimiento, y facilidades para la fabricación, montaje y operación. Los alabes están fabricados en una combinación de fibra de vidrio y resina, mediante el uso de modelos y moldes; tienen una sección aerodinámica estandarizada del tipo NACA 4412, que le dan excelentes calidades de torque y rendimiento, especialmente para pequeñas potencias; los alabes van ensamblados al rotor del generador haciendo una pieza sólida que permite una notable eficiencia y fiabilidad. Entre sus principales características están su bajo costo, poco peso y fácil instalación.

Generadores de imanes permanentes. Esta tecnología fue identificada como la más apropiada para su uso en generadores de baja potencia, debido al adecuado acoplamiento a las turbinas eólicas, las cuales funcionan a velocidades de giro variables y producen potencias también variables de acuerdo a la velocidad del viento, y también porque se trata de una tecnología relativamente simple que necesita poca maquinaria para su fabricación.

En la práctica, se ha encontrado que los generadores de imanes permanentes no sólo son interesantes para la generación de energía eólica, sino que tienen unas características favorables para ser acoplados a turbinas hidráulicas muy pequeñas; actualmente el programa de energía viene promocionándolo en turbinas hidráulicas de potencias inferiores a 500 W.

Energía solar fotovoltaica

En el campo de la energía solar, el programa consideró conveniente centrar sus actividades en la energía solar fotovoltaica (PV), aunque no se descarta intervenir en el futuro en otros campos. Encontró también importante concentrar los esfuerzos en entender los detalles de dimensionado e implementación, uso racional y eficiente de la energía, así como en la capacitación de las comunidades para la operación y mantenimiento de sistemas y manejo sostenible. Hasta la fecha se han llevado a cabo varios trabajos de estudios de demanda, diseños e implementación de sistemas fotovoltaicos familiares (generalmente de 50 W por familia).

Biomasa. Se ha realizado estudios sobre recursos y oportunidades de uso de la biomasa, y ha tenido lugar una importante intervención a través de un proyecto realizado en el desarrollo de tecnología para el uso de la cascarilla de arroz como sustituto de la leña en ladrilleras artesanales en la zona norte del Perú. Esta región es semidesértica y el 90% de su recurso forestal consiste en bosques naturales de algarrobo, árbol que viene siendo depredado para utilizarlo en la fabricación de ladrillos y de carbón vegetal, mientras que, por otro lado, en la zona existe abundante cascarilla de arroz que se quema por miles de toneladas cada año. Este proyecto permitió el desarrollo de hornos adecuados y métodos de uso de la cascarilla y se transfirió a más de 30 pequeñas ladrilleras de la zona. Lamentablemente por falta de recursos no se continuó su diseminación a pesar de que se estima que existen alrededor de 2.000 ladrilleras artesanales, todas ellas utilizando leña como combustible.

Créditos

Una de las propuestas más importantes hecha por organismos como el Banco Mundial y el PNUD para acelerar el proceso de electrificación rural es promover la intervención de la inversión privada en este sector; para ello los gobernantes deben crear las condiciones adecuadas[4]. Esta propuesta resulta coherente, ya que los créditos permitirían incentivar a los inversionistas. Sin embargo, es difícil creer que éstos puedan interesarse por la electrificación rural, a sabiendas de que se trata de un mercado pobre y aislado.

Frente a ello, ITDG considera que es posible movilizar recursos del sector rural privado, pues en él también existen pequeños inversionistas; pobladores que probablemente tengan mejores ingresos que otros dentro de las comunidades, y que están dispuestos a invertir estableciendo pequeños negocios de transformación de productos locales o servicios. De esta forma, muchos pobladores y líderes locales están interesados en llevar el servicio de electricidad a su centro poblado, pero no cuentan con el capital inicial y necesitan algún tipo de créditos para hacerlo posible. Es así que el ITDG, a través del programa de energía, decidió implementar un programa de créditos en MCHs denominado "Fondo revolvente para microcentrales hidroeléctricas"

Este es un proyecto que apunta a contribuir a la eliminación de la barrera de la falta de mecanismos financieros para la electrificación rural, a través del ensayo de un modelo piloto que sirve como fuente de lecciones no sólo relativas a créditos, sino a la realidad de trabajo en zonas aisladas. La particularidad de este caso es que el sector privado al que se apunta pertenece al sector rural. El proyecto se inició en 1994 mediante un convenio entre el ITDG-Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), sector de apoyo a la pequeña empresa; y promueve un modelo financiero que combina el crédito subsidiado con asistencia técnica, involucrando a la comunidad, al Gobierno y una serie de instituciones nacionales e internacionales de cooperación.

Hasta la fecha, este proyecto ha permitido la concesión de 30 créditos que han hecho posible la instalación, culminación o rehabilitación del mismo número de MCHs, cuyas potencias oscilan entre los 4 y los 150 kW, con una inversión total de cerca 5 millones de US$, de los cuales cerca de US$ 1 millón es crédito y el resto dinero obtenido de diferentes instituciones[5], especialmente los gobiernos, y los principales clientes las autoridades locales y empresarios campesinos. Además de dar electricidad a núcleos de población aislados, entre los ejemplos más destacados del uso de la energía, se tiene servicios de producción y venta de hielo, enfriamiento de leche, transformación de madera, molienda de granos, etc. Además, con este proyecto se han promovido más de 200 pequeñas empresas que utilizan la energía generada como insumo y que han creado algunos puestos de trabajo.

Creación de la capacidad local y sostenibilidad

La sostenibilidad de los proyectos de electrificación rural es un tema sumamente importante, pero no resuelto. Un estudio de desempeño ex-post de sistemas aislados de generación, desarrollado mediante un proyecto ESMAP/ITDG entre 1996-1998 en Perú, demostró que todos los casos incluidos en manos del Estado tienen serias dificultades para implementar modelos de manejo eficiente de sistemas de

---

4 El rural es un sector pobre donde la inversionistas convencionales no llegarán, a menos que el Estado ponga los subsidios y el marco legal que garanticen seguridad en la inversión y márgenes de ganancias adecuados.

5 El dinero ha venido principalmente de los gobiernos, central, regional y local, pero también de privados y ONG, siempre en forma de subsidio.

generación aislados[6]. El mismo proyecto permitió el diseño de un modelo de gestión denominado "Servicios de Gestión de Sistemas Eléctricos Aislados" (ver bibliografía).

Este modelo ha tenido un éxito muy notable en su aplicación, y en la actualidad está sirviendo para impulsar estrategias de electrificación del gobierno regional de Cajamarca, al norte del Perú, pero está resultando también una fuente para consultores internacionales de cara al diseño de políticas de electrificación rural, en especial en lo relativo a la organización.

Marco legal adecuado

Como ONG, ITDG tiene pocas oportunidades de participación directa en las políticas nacionales; sin embargo, creemos que el trabajo durante años con proyectos demostrativos, desarrollo y transferencia de tecnologías, con un sinnúmero de estudios de las realidades socioeconómicas sobre centro poblado, ha contribuido y viene contribuyendo al debate de políticas y a la información de los responsables de generar políticas.

Capacitación y difusión de información

Como se puede observar, las cuatro actividades centrales anteriores tienen un propósito específico y se dirigen a contribuir a la eliminación de al menos una barrera específica. Las que se incluyen a continuación son complementarias a ellas, y muy importantes, ya que contribuyen directa o indirectamente a la eliminación de las 4 barreras identificadas.

Capacitación

Aunque la creación de capacidad local está relacionada con todos los aspectos de la promoción de los sistemas aislados para la electrificación rural, es importante distinguir dos niveles: la creación de capacidad local para fabricación de equipos e implementación de sistemas, y la capacidad local para la operación y mantenimiento de los sistemas y la gestión de los servicios.

El primero, como ya se ha señalado, se está abordando mediante el desarrollo y transferencia de tecnología, y el segundo, mediante la capacitación de los diferentes actores de cada comunidad y según necesidades. Sin embargo, para ambos casos se ha visto la exigencia de contar con un centro donde se pueda impartir clases, prácticas y otros métodos de transmisión de conocimientos. Por ello, desde 1999, funciona el Centro de Capacitación y Demostración en Tecnologías Apropiadas (CEDECAP), ubicado en la zona norte del Perú.

El CEDECAP

El Centro de Demostración y Capacitación en Tecnologías Apropiadas cuenta con la infraestructura para impartir cursos de entrenamiento en los temas de energías renovables, permitiendo una ideal combinación teórica y práctica, asimismo, se está implementando una pequeña biblioteca y otras facilidades que permitan las diferentes actividades relacionadas a la creación de la capacidad local y la creación de la oferta nacional de servicios, máquinas y repuestos.

---

6 Se entiende por manejo sostenible un manejo técnico adecuado y un manejo financiero que al menos cubra costos de operación.

Infraestructura del CEDECAP

El CEDECAP está compuesto por un edificio de tres plantas, con biblioteca, salón de clases, oficinas y otras facilidades, entre las cuales están:

- Cuatro microcentrales hidroeléctricas de diferente tamaño.
- Un módulo fotovoltaico.
- Colectores planos para el calentamiento de agua.
- Una bomba de ariete hidráulico.

Oferta de capacitación en el CEDECAP

- Estudios de pre-factibilidad y factibilidad, diseños de ingeniería, instalación y puesta en marcha de sistemas aislados de energía en base a energías renovables.
- Operación y mantenimiento de pequeños sistemas aislados.
- Administración de pequeños sistemas aislados.
- Utilización de motores, como generadores y controladores de generadores de inducción.
- Evaluación de recursos hidroenergéticos y selección de equipo electromecánico para microcentrales.
- Operación y mantenimiento de pequeños cargadores de baterías.
- Prácticas de campo con estudiantes universitarios.

Difusión de información

Se difunde información a través de diferentes medios, especialmente libros, revistas, artículos técnicos, folletos de difusión, etc. El Programa de Energía participa activamente en eventos, tanto a nivel nacional como internacional, publica periódicamente la revista HIDRORED y se coordina con el comité editor, formado por instituciones de Chile, Bolivia, Colombia y Perú. También participa como editor en la revista “Pico-hydro” del Grupo de Energía de la Universidad de Nottingham (Reino Unido) y la revista “Energía y Desarrollo” de CINER (Bolivia).

Limitaciones y problemas encontrados

Aunque podemos afirmar que la estrategia utilizada ha significado un importante éxito del programa en el ámbito continental y fuera de este, también es verdad que se han encontrado algunos problemas o limitaciones que a continuación se mencionan.

- En el desarrollo y transferencia de tecnología, se han encontrado serios problemas relacionados con recursos económicos, muy escasos, tanto los de procedencia nacional como internacional, convirtiéndose en un desafío que muchas veces causa frustraciones o grandes preocupaciones.

- En los créditos, lo más complicado es la dificultad para asegurar la cofinanciación lo que demanda un enorme esfuerzo por parte de los propietarios o usuarios y por parte del ITDG. Un compromiso firme del Estado en este tema podría ser de enorme beneficio para acelerar el proceso.

- En el caso de las microempresas de gestión que se forman para la administración, se presentan varias limitaciones, especialmente debido a la pobreza y la falta de conocimientos e iniciativa empresarial. Sin embargo, quizás el tema más complicado es la vigencia de un marco legal y tributario sumamente complicado y diseñado para zonas urbanas.

- Entre otros problemas de carácter general, está la exigencia de unas normas, no solamente en lo relacionado a materiales, sino también a la dotación de energía por familia, hechas bajo conceptos urbanos.

- La población está fuertemente influenciada por una serie de prejuicios desde hace muchos años, entre ellos, “la cultura del no pago”, la creencia de que la electricidad es un derecho que el Estado les debe, creencia que normalmente es fuertemente impulsada por los políticos irresponsables que difunden ideas al respecto.

- La intromisión política en el manejo de los sistemas y en lo relacionado a tarifas y otros temas.

Referencias bibliográficas

ITDG, “Catálogos de Tecnologías Apropiadas Desarrolladas”, Microcentrales Hidráulicas, aerogeneradores, En edición.

ITDG, Documentos internos ITDG, Proyecto “Fondo Revolvente para la implementación de MCHs en Perú”

ITDG, (1996) Manual de mini y microcentrales hidroeléctricas- Una guía para el desarrollo de proyectos; ITDG-Perú, Lima.

ITDG, (2001) "A Retrospective Vision of the Rural electrification in Peru", Work Document, Document on policy research of the Energy Programme of ITDG-Peru, Lima December

OLADE, The Energy Economy Information system of OLADE SIEE.OLADE/CE, Information provided by OLADE under request of the author

RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, L. y SÁNCHEZ-CAMPOS, T., ITDG Perú, Fondo de promoción de microcentrales hidroeléctricas, un modelo financiero con subsidios y asistencia técnica, Artículo presentado al IX ELPAH, Neuqén Argentina, Nov, 2001

SÁNCHEZ-CAMPOS, T. ITDG – LA, Revolving fund for the promotion of small hydro electric schemes, “A public private investment model”, presentado en la conferencia World renewable Energies, Denver Colorado, 2004.

SÁNCHEZ-CAMPOS, T. ITDG – Behaviour of Centrifugal Pumps Running as Turbines, Thesis to Obtain the Degree of Master of Science, Department of Engineering, University of Reading, Reading 1988, U.K.

SÁNCHEZ-CAMPOS, T. ITDG – Promoción de Microcentrales Hidroeléctricas en Perú, Seminario sobre Energía, organizado por la CNE y ESMAP (Banco Mundial), Managua, Nicaragua, Nov. 2000

SÁNCHEZ-CAMPOS, T. ITDG – Modelo organizativo para pequeños sistemas energéticos en localidades aisladas, en edición, ITDG

SMITH, N.P.A. "Key Factors the Success of Village Hydro-Electric Programmes", Department of Electrical Engineering, Nottingham Trent University, Nottingham, NG1 $BU, U.K. Renewable Energy, Vol 5, Part II, pp. 1453-1460, 1994, Elsevier Science Ltd. Printed in Great Britain.

GTZ. Evaluación del Potencial Hidroeléctrico del Perú Volumen II, Metodología y Resultados, Ministerio de Energía y Minas del Perú en Cooperación con la Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica GTZ.

Paginas web: www.itdg.org.pe, www.itdg.org.uk

09

Experiencias de energía eólica a pequeña escala en América Latina

John D. Burton

Departamento de Ingeniería Mecánica, University of Reading.

Resumen

El artículo cubre un periodo de casi 30 años de experiencia en el desarrollo y comercialización de molinos de viento para el bombeo de agua en América Latina y primordialmente en Colombia, donde el autor residió durante 15 años. El autor describe y analiza diferentes tipos de molinos acoplados directamente a bombas recíprocas, así como las mejoras tecnológicas que se han propuesto más recientemente. Todo ello a la luz del rendimiento, comportamiento frente a la velocidad del viento y costes marginales de las diferentes opciones. Finalmente, añade algunas observaciones acerca del bombeo de agua utilizando aerogeneradores eléctricos acoplados a bombas eléctricas sumergibles.

Abstract

The article goes over 30 years of experience in the development and commercialization of windmills for water pumping in Latin America, mainly in Colombia, where the author lived for 15 years. The author describes and analyses different types of direct-coupled to reciprocating pumps windmills, as well as the more recent technological improvements. Their efficiency, wind speed behaviour and marginal costs are analysed. The article finishes with some observations on water pumping with electrical wind-power generators coupled to submersible electrical pumps.

Résumé

L'article comprend une période de presque 30 années d'expérience dans le développement et la commercialisation d'éoliennes pour le pompage d'eau en Amérique Latine et principalement en Colombie, où l'auteur a habité pendant 15 ans. Il décrit et analyse différents types d'éoliennes adaptées directement aux bombes réciproques, ainsi que les améliorations technologiques proposées récemment. Tout cela vis-à-vis du rendement, du comportement face à la vitesse du vent et des prix des différentes options. Finalement, il ajoute quelques observations au sujet du pompage d'eau en utilisant aérogénérateurs électriques rassemblés à des bombes électriques submersibles.

Introducción

América Latina cuenta con una larga historia en la utilización de aerobombas para surtir de agua a poblados muy remotos, ganaderos y pequeños agricultores. En Colombia, en los tiempos del gobierno de Rojas Pinilla (un ingeniero!), se instalaron unos 600 molinos de tipo Aeromotor (múltiples alabes de alta solidez) en la Guajira (costa Atlántica).

A principios de la década de los 70 en este y en otros países surgió un movimiento para desarrollar aerobombas de segunda generación, tratando de reducir el costo al poder prescindir de las cajas de reducción entre la turbina y la bomba de desplazamiento positivo. De la colaboración entre la Universidad de los Andes (Bogotá) y un centro de investigación en los llanos orientales del río Orinoco nacieron dos maquinas ligeras. Ambas llevaban nombres de pájaros, los molinos *Gavilán* y los *Gaviotas*.

Gavilán fue inicialmente comercializado con un rotor cuyo diseño estaba basado en el trabajo de González (1975: 48) con velas rotatorias. La torre se contruyó con madera, tecnología del usuario, mientras que la cabeza, la transmisión de cable y la bomba fueron suministradas por el fabricante. Para mantener el cable tensado era necesario utilizar un resorte situado en el pozo junto a la bomba, una solución barata, pero que acentuaba la dificultad para el arranque de la máquina con vientos ligeros. *Gavilán* desapareció del mercado, al menos en parte por la falta de confianza en sus componentes y en parte porque resultó más rentable para el fabricante traer equipos del exterior. En esa época, la inflación interna anual era del orden del 24%, mientras que la devaluación frente al dólar suponía alrededor de la mitad de esta cifra. En la década de los 80, el Gobierno tuvo que cambiar esta política, cosa que ocasionó a los importadores y empresas electrificadoras del país grandes problemas.

Durante su estancia en Colombia, el autor presenció también el lanzamiento del molino de doble efecto *Gaviotas* MV2E (ver más adelante y Burton, 1985)), pero al final este diseño también falló por problemas de fiabilidad: era demasiado liviano y no contaba con sistema de protección, cosa que no importaba tanto en los llanos, pero que resultaba problemático en otras partes del país. Se logró producir cerca de 7.000 unidades.

La compañía Jober de Duitama, después de ver los problemas de fiabilidad con el MV2E decidió ofrecer una máquina más tradicional y más robusta desde el punto de vista de la torre, pero con algo del MV2E en el rotor (menos álabes y un perfil aerodinámico; o sea, 10 alabes en vez de 5). Hoy día el molino Jober sigue en el mercado.

El problema: un matrimonio infeliz

A pesar de los problemas con el molino *Gaviotas*, la idea de tener una bomba de doble efecto no era tan mala. Tanto para investigadores como para inversores y compradores, el molino (masculino) con sus aspas, su rodete en el aire, es atractivo (¿reminiscencias de Don Quijote?), mientras la pobre bomba (femenina) bajo la tierra, se olvida. Pero en este matrimonio, es ella la que “lleva los pantalones”. Ella no se mueve, no empieza a dar agua hasta que el molino pueda, por el viento que le llega, suplir el par de arranque que ella necesita. Y este par de arranque es generalmente 4 ó 5 veces el valor que ella necesita para seguir funcionando después.

Es decir: $$\frac{T_o}{T_A} = \frac{1}{\pi\left(1+\frac{F_m}{\rho g H A_p}\right)}$$ (1)

donde T_o es el par para la operación de la bomba para una altura de bombeo H, y T_A es el par de arranque. El factor $F_m / \rho g H A_p$ es la razón de fuerza en el vástago, siendo F_m, su propio peso comparado con $\rho g H A_p$, la fuerza sobre el émbolo de área A_p y $\rho g H$ la presión de la columna de agua. Como el par disponible de un molino es proporcional a la velocidad del viento al cuadrado, la fuerza del viento de arranque debe ser más de dos veces la fuerza del viento requerido para mantener el sistema funcionando.

En el diseño de *Gaviotas* MV2E, el hecho de balancear el peso del vástago F_m y sustituir la bomba por una de doble efecto redujo la razón de par en la ecuación (1) hasta un valor: $$\frac{T_o}{T_A} = \frac{2}{\pi}$$ (2)

Es una lástima que la fiabilidad del *Gaviotas* no fuera suficiente para que progresara en el mercado, porque el concepto de doble efecto tenia mucho a su favor al reducir el par de arranque.

La Figura 1 muestra una sección de la bomba. El vástago, tubo hueco sellado de más o menos 70% del diámetro del cilindro, flotaba en el agua y producía una descarga de agua hacia arriba, tanto en el ascenso como en el descenso. Mejor dicho, un flujo casi constante con demanda de par igual en el ascenso que en el descenso durante el bombeo.

Por supuesto, el arranque se consiguió con vientos muy suaves. Debido a que el vástago estaba expuesto a fuerzas de compresión no se podía usar el MV2E con pozos más profundos de entre 15 y 20 metros.

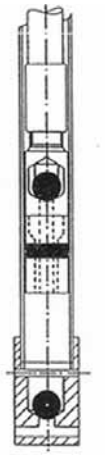


Figura 1.
Dibujo de una bomba de doble efecto (Ref. 2) Burton (1985)

Hacia una solución

Para mejorar la operación entre bomba y molino se investigaron dos soluciones generales y adoptadas en la década de los 90. la Universidad Técnica de Eindhoven (TUE) junto con CWD inventaron la válvula flotante (Smulders y Diepens, 1993; Beela, 1994)y varios usuarios y compañías empezaron simultáneamente a reconocer el valor de incluir un contrapeso sobre el palo del álabe opuesto a la manivela. La válvula flotante (ver la Figura 2) consiste en una válvula hueca en el pistón, sujeta a dos fuerzas, una hacia arriba de flotación y otra hacia abajo debida al arrastre en la corriente de agua desplazada a través de la válvula para rellenar el espacio dejado del pistón durante su ascenso.

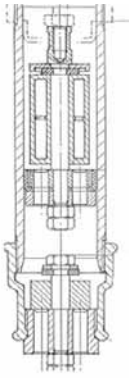


Figura 2.
Dibujo de una bomba con una válvula flotante (Smulders y Diepens, 1993; Beek, 1994)

Con vientos muy livianos, el molino puede girar y la válvula no se cierra porque la fuerza de arrastre no es suficiente. Esto permite que la energía cinética se almacene en el rotor para iniciar el bombeo tan pronto como el viento sea suficiente para cerrar la válvula.

Entre 1992 y 1994, la Universidad de Reading (RU), la de Los Andes (Colombia) y la TUE de Eindhoven (Holanda), financiados por la Comunidad Europea, llevaron a cabo un estudio en el que se realizaron pruebas de la válvula flotante (Smulders et al., 1995). También se estudió la dinámica de las fuerzas en el vástago debido al cierre de la válvula del pistón (Burton y Davies, 1996). Quizás el estudio más completo del rendimiento de aerobombas con la válvula flotante y contrabalanzas sea el llevado a cabo por el Centro de Investigaciones Auroville, en el sur de la India, en 1995 y 1997 (Trunz, 1995 y 1997))

Las pruebas de Auroville (India)

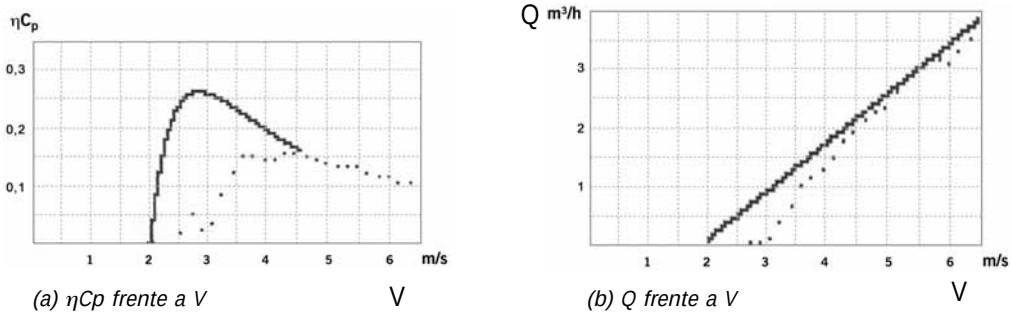
Resulta difícil criticar los esfuerzos del grupo de Auroville en su evaluación de aerobombas. Experimentaron con un molino de 5,6 m de diámetro con 24 alabes, acoplado a una bomba recíproca con diámetro de cilindro de 101 mm. Entre las varias opciones, se encontraban:

· Bomba tradicional con carrera de 140 mm.
· Bomba con válvula flotante con carrera de 228 mm.
· Bomba tradicional con contrapeso en el vástago y carrera de 228 mm.

En el número de 1997 de la revista Hidrored se hace un buen resumen. Desafortunadamente, en ocasiones Auroville ha cambiado más de una cosa a la vez entre una prueba y otra (diámetro del pistón, longitud de carrera, etc.), de modo que es difícil determinar el valor de las innovaciones. Sin embrago, se puede hacer de la siguiente manera:

Como el par de arranque requerido es proporcional al tamaño de la manivela R y el par disponible en el molino proporcional al cuadrado de la velocidad V2, se pueden convertir todos los resultados de Auroville para la bomba tradicional a una carrera de 228 mm multiplicando la velocidad del viento por un factor $\sqrt{228/140}$. También se pueden convertir los caudales. La potencia del molino varía con el cubo de velocidad, así que bajo la misma cabeza el caudal normalizado se consigue multiplicando por un factor $\left(\sqrt{228/140}\right)^3$.

La Figura 3 muestra el resultado: el diagrama de la izquierda grafica ηCp (la conversión Vatios de agua/Vatios en el viento) contra velocidad del viento *V*; mientras el diagrama de al derecha muestra el caudal producido.



(a) ηCp frente a V *(b) Q frente a V*

Figura 3. Rendimiento de la misma aerobomba, primero con válvula flotante (línea continua) y luego con una válvula convencional (puntos esparcidos). Basada en datos de Auroville de un minuto (Trunz, 1997), pero con los datos de velocidad del viento V(m/s) y caudal Q (m3/h) normalizados a una carrera de 228 mm.

La línea continua en ambos diagramas es de la bomba con válvula flotante (228 mm de carrera), los puntos experimentales corresponden a la bomba tradicional con su velocidad de viento y su caudal normalizado también para una carrera de 228 mm.

Como se puede ver, para vientos más fuertes de 4,5 m/s el compartimiento de la bomba tradicional (normalizado) en cuanto al valor de ηCp y el caudal es idéntico al de la bomba con válvula flotante, o sea, que con vientos de más de 4,5 m/s la válvula flotante funciona como una válvula común y corriente. Por debajo de 4,5 m/s, se puede ver que hay una gran diferencia con la bomba que dispone de válvula flotante dando algo de caudal con un viento de 1,7 m/s, mientras que la bomba convencional arranca en 4,5 m/s y se para con viento de 2,7 m/s.

La Figura 4 muestra los puntos experimentales a partir de los cuales se determinaron las líneas continuas de las figuras 3 y 5 para las bombas con válvula flotante.

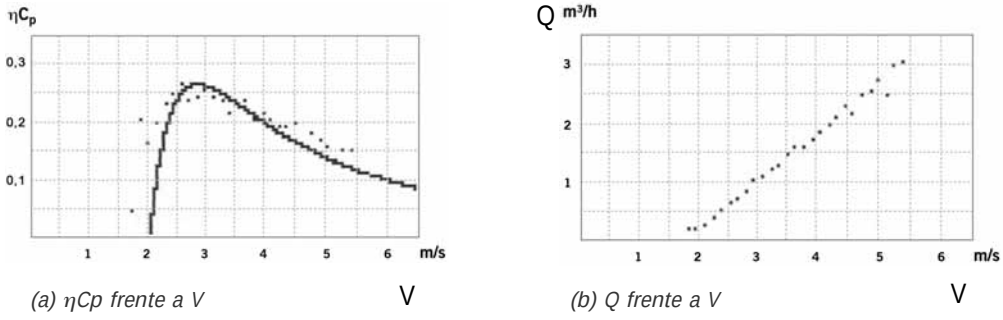


Figura 4. Rendimiento de una aerobomba, con válvula flotante basada en datos de Auroville de un minuto (Trunz, 1997)

En la Figura 5 se comparan los efectos del contrapeso sobre la bomba convencional con la válvula flotante. Excepto para muy bajas velocidades, el comportamiento de ambas opciones es semejante en todas las velocidades. Posteriormente, Auroville adjuntó las dos mejoras, pero también cambió el molino, lo que hace difícil evaluar si era más ventajoso.

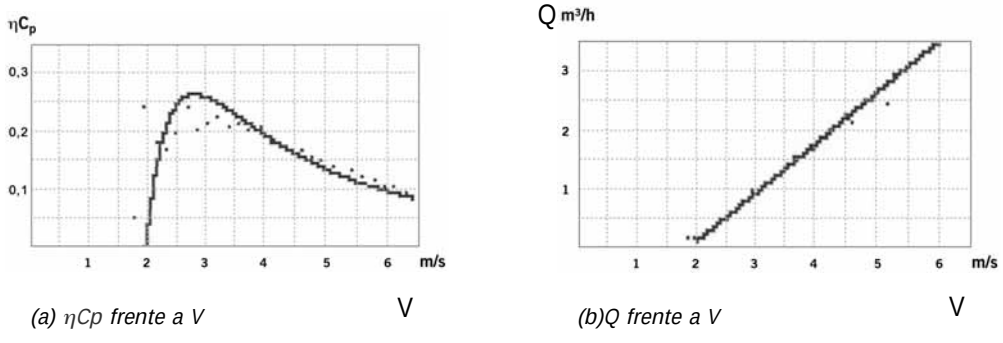


Figura 5. Rendimiento de la misma aerobomba, con válvula flotante (línea continua), y luego con una válvula convencional y contrapeso para el vástago (puntos esparcidos). Basadas en datos de Auroville de un minuto (Trunz, 1997)

En el anexo de este artículo se demuestra como se puede evaluar la mejora utilizando la válvula flotante o vástago con contrapeso, en términos del factor de calidad β.

$$\beta = \frac{\text{Vatios hidráulicos}}{(\text{Area rotor})\ \left(V_m\right)^3}$$

Efectivamente, para un determinado lugar de instalación donde la velocidad promedio del viento es V_m(*m/s*) y la aerobomba tiene una área de rotor dada, en metros cuadrados, el factor β es directamente proporcional al caudal en metros cúbicos de agua por día que el equipo puede extraer.

En la Figura 6 se puede ver que, utilizando contrapeso o válvula de flotación, el factor es casi el doble de lo que se puede esperar con una aerobomba tradicional. Además, el valor de (V_d / V_m) asociado al mejor valor de β es mucho más alto para los equipos modificados. Como V_d es la velocidad de viento que

produce el mejor rendimiento en el molino (fijo por cierto diseño de rotor), es evidente que las aerobombas con contrapeso o con válvula flotante pueden trabajar en sitios con valores de viento muy inferiores a V_m y mantener excelentes valores de β (y de agua por día).

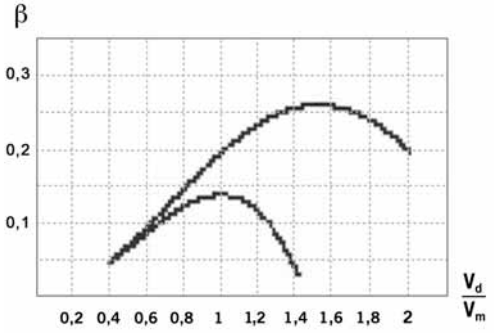


Figura 6. Gráfica del factor de calidad β frente a V_d/V_m para una aerobomba. Línea superior con válvula flotante o con contrapeso. Línea inferior aerobomba sencilla tradicional.

Impacto de la tecnología en el mercado

A pesar de la amplia evidencia en su capacidad de casi duplicar el agua extraída por una aerobomba, hay pocos indicios de que el mercado haya empezado a incorporar la novedosa válvula flotante. La utilización de un contrapeso para equilibrar todo el vástago y una proporción de la carga hidráulica sobre el pistón sí ha tenido más entrada. Los molinos Kijito de Kenia, después de la intervención de Dawson y Poldak, empezaron a incorporar contrapeso sobre el palo opuesto a la manivela, siendo un componente fundamental del diseño de sus molinos "Poldaw" (Jough y Rijs, 2000). Incluir una válvula flotante o un contrapeso, supone costo adicional mínimo. La aerobomba Poldaw de 1,8 m en Bolivia se vende en el mercado por 500 dólares USA, o sea, alrededor de 200 $ por metro cuadrado de superficie del rotor.

Hay quien dice que las aerobombas con bomba recíproca son una tecnología obsoleta y que es mucho mejor utilizar las unidades con aerogenerador eléctrico y bomba eléctrica sumergible. Es verdad que esto da al usuario la libertad de colocar su aerogenerador en una loma o allá donde haya mejor viento, y no sobre el pozo. Sin embargo, el rendimiento en términos del factor de calidad β de estas unidades es muy inferior al 0,25 [$(W/m^2)/(m/s)^3$] indicado en la figura 6. El autor hizo una evaluación de tres sistemas de aerogeneradores comercializados y bien conocidos en el mercado, y sus factores de calidad resultaron ser de entre 0,1 y 0,12 [$(W/m^2)/(m/s)^3$] y con costos de $1.000/m^2 o mayores.

Factores "blandos" de diseminación

Padgett (1995) ha puesto énfasis en los siguientes puntos importantes para la producción de nueva tecnología:

· Derechos intelectuales de propiedad.
· Recursos económicos.
· Capacidad de producción y comercialización.
· Capacidad de diseño y desarrollo.
· Facilidades de prueba.
· Requisitos comerciales y de consultoría técnica
· Control de calidad.

Digamos para terminar que Rijs (2002) en "Pequeños molinos de viento" (Hidrored 1/2002) hace un breve resumen en español de un artículo que el Dr. N.W.M. Bishop escribió con el autor en 1996.

Referencias bibliográficas

BEEK M.C. van. (1994), *Modeling and Experimental Development of the TUE Matching Valve for Piston Pumps*. TUE Eindhoven, Holanda.

BURTON J.D., DAVIES D.G. (1996), "Dynamic model of a wind-driven lift pump", Proc. Instn. Mech. Engrs., Vol 210, pp 279 -293, (RU).

BURTON J.D., PINILLA A.E. (1985), "Water Pumps for Windmills. A comparison of two commercially available systems from South America", *Wind Engineering* (R.U.), Vol 19, No. 1, pp 50-58.

GONZALEZ S.C. (1975), *Obtención de energía Éolica por medio de Velas Rotatorias*, Fac. Ing. Mecánica, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.

JONGH, J. de y RIJS R., editores (1997), "Pequeños Molinos de Viento". Suplemento de la revista *HIDRORED* de ITDG. Perú. Dic 1997.

JOUGH J. de y RIJS R. (2000), "Small Scale Wind Energy System, Poldow Wind Pumps", en *Making an Impact World wide*, Dic 2000.

RIJS R. (2002), "Oportunidades y Obstáculos para la Comercialización de Aerobombas", Pequeños Molinos de Viento, en la revista HIDRORED de I.T. Peru 1/2002. fuente – Firki Vol 2, No. 4, 1999, Gujarat Energy Development Agency (GEDA), "Marketing Wind Pump opportunities and Obstacles". Extracted from Technology and implementation, issues related to water pumping windmills by, N.W.M Bishop and J.D. Burton (Dept. Ing. Mecanica, La Universidad de Los Andes, Apartado Aereo 4976, Bogotá, Colombia), Energy for Sustainable Development, 1996, 3(2), 44-50.

SMULDERS P. DIEPENS J. (1993), *The matching valve*, Wind Energy Group, Laboratory of Fluid Mechanics and Heat Transfer, Faculty of Physics, TUE Eindhoven, Holanda.

SMULDERS P.T., PINILLA A.E. y BURTON J.D. (1995), *International Cooperation between Colombia, United Kingdom and The Netherlands; The Development of an Innovative 3S-Pump*, CE Contract CI*-CT92-0021.

TRUNZ R. (1995), "Field Testing and Monitoring of Loadmatching Devices for Water pumping Windmills", Wind mill Research Project Centre for Scientific Research Auroshilpam Auroville – 605 101, South India, Dic.

TRUNZ R. (1997), "Long term observation of successfully tested loadmatching devices for water pumping Windmills. Matching valve and Spring device", Improvement of Wind pumps, Auroville, South India, Oct. 1997.

Anexo

Para estimar los valores de $\beta \left[\frac{W/m^2}{(m/s)^3}\right]$ en la figura 6, se procede como sigue:

El comportamiento de la aerobomba con válvula flotante se aproxima muy bien (líneas sólidas en la Figura 4) a la ecuación

$$\eta C_p = 0{,}26\left[2-\left(\frac{V_d}{V}\right)^2\right]\left(\frac{Vd}{V}\right)^2 \quad (3)$$

donde V_d es la velocidad del viento cuando ηCp es un máximo (=0,26)

Por definición, el factor de calidad β es dado por:

$$\beta\, V_m^{\,3} = \frac{\frac{1}{2}\rho A\left(\eta C_p\right)V^3\Delta\Phi}{A} \quad (4)$$

donde V_m es la velocidad promedio del viento en el sitio de instalación; A es el área barrida por las alabes del rotor; ρ la densidad del aire; V la velocidad instantánea del viento; y $\Delta\Phi$ una fracción del tiempo. Obviamente, el promedio se aplica entre la velocidad de arranque, o sea 2m/s, hasta un valor asociado con la parada de la operación por exceso de viento.

El modelo más sencillo de distribución de velocidades de Rayleigh se puede “linealizar” sin mucho error, o sea reemplazar

$$\Phi_{V\geq V_1} = \exp\left\{-\frac{\pi}{4}\left(\frac{V_1}{V_m}\right)^2\right\} \quad (5)$$

por

$$\frac{V_1}{V_m} = 2\left(1-\Phi_{V\geq V_1}\right) \quad (6)$$

donde $\Phi_{V\geq V_1}$ representa la probabilidad que el viento sea mayor o igual a un valor V_1

Se puede convertir la ecuación (4) en una integral y diferenciar (6) para dar

$$\beta = \left(\frac{\rho}{2}\right)(0{,}26)\int_{\frac{1}{\sqrt{2}}}^{2\left(\frac{V_m}{V_d}\right)}\left[2-\left(\frac{V_d}{V}\right)^2\right]\left(\frac{V}{V_d}\right)\frac{1}{2}\left(\frac{V_d}{V_m}\right)^4 d\left(\frac{V}{V_d}\right) \quad (7)$$

Valdría la pena clarificar los límites de integración. De la ecuación (3) se puede ver que ηCp = 0 cuando $\frac{V}{V_d}=\frac{1}{\sqrt{2}}$. De la ecuación (6) se puede ver que el valor máximo de $\frac{V_d}{V_m}$ es $2\left(\frac{V_m}{V_d}\right)$ cuando Φ = 0

$$\beta = \frac{\rho}{2}(\eta C_p)\max\left(\frac{V_d}{V_m}\right)^4 \left[\left(2\frac{V_m}{V_d}\right)^2 - \log_e\left(2\frac{V_m}{V_d}\right) - \frac{1}{2} + \log_e\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\right] \quad (8)$$

De lo cual con ρ = 1,23 kg/m³ y $(\eta Cp)_{max}$ = 0,26 β $\left(\frac{W/m^2}{(m/s)^3}\right)$ se representó frente a $\frac{V_d}{V_m}$ en la figura 6.

Nomenclatura

ρ	densidad del aire (kg/m³).
β	Factor de calidad. Potencia hidráulica en Vatios por metro cuadrado de área del rotor (A) dividido por el cubo de la velocidad del viento promedio $= \frac{W/m^2}{V_m^3}$
ηCp	$\frac{Potencia\ hidráulica}{\frac{1}{2}\rho A V^3}$
$\Phi_{V \geq V_1}$	probabilidad de que el viento sea mayor o igual a un valor V_1.
A	área barrida por el rotor del molino (m²).
V	velocidad del viento (m/s).
V_m	velocidad promedio del viento.
V_d	velocidad del viento cuando el rotor está en su punto óptimo (o sea cuando ηCp es un máximo).

10

Aprovechamiento energético de la biomasa

Enric Velo García

Grupo Energía, Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.
Departamento de Máquinas y Motores Térmicos, Universitat Politècnica de Catalunya.

Resumen

A diferencia de otras fuentes potenciales de energía como el sol, el viento o el agua, la biomasa (cualquier tipo de materia orgánica cuyo origen inmediato sea un proceso biológico, vegetal o animal) presenta una gran diversidad de vías o procesos a partir de los cuales se puede obtener energía. Si a esta diversidad le añadimos la gran variedad de la materia orgánica en cuanto a orígenes, composición y modos de recolección y tratamiento, nos encontramos con un amplio y variado escenario de posibilidades.

Tras unas sucintas descripciones científicas y técnicas, el autor presenta una variada gama de formas de utilización de la biomasa como recurso energético en proyectos de desarrollo humano realizados en países en vías de desarrollo.

Abstract

Compared to other potential energy supplies, such as the sun, the wind or the water, biomass (any kind of organic matter originated from a recent biological, vegetal or animal process) stands out for the great diversity of ways or processes from which to obtain energy. The types of organic matter in terms of origin, composition, collection and treatment methods are also very diverse. Therefore, the resulting possibilities are many.

After brief scientific and technical descriptions, the author presents a wide range of ways of using biomass as an energy resource for human development projects in developing countries.

Résumé

À différence d'autres sources potentielles d'énergie comme le soleil, le vent ou l'eau, la biomasse (tout type de matière organique dont l'origine immédiat est un processus biologique, végétal ou animal) présente une grande diversité de voies ou de processus à partir desquels on peut obtenir de l'énergie. Si à cette diversité nous ajoutons la grande variété de la matière organique en ce qui concerne ses origines, sa composition et ses méthodes de récolte et de traitement, nous nous retrouvons avec un vaste scénario de possibilités.

Après quelques descriptions succinctes scientifiques et techniques, l'auteur présente une gamme variée de formes d'utilisation de la biomasse comme ressource énergétique dans des projets de développement humain menés à terme dans des pays en voie de développement.

Introducción

De forma genérica, se entiende por biomasa cualquier tipo de materia orgánica cuyo origen inmediato sea un proceso biológico, vegetal o animal. En consecuencia, y a diferencia de otras fuentes potenciales como el sol, el viento o el agua, la biomasa presenta una gran diversidad de vías o procesos a partir de los cuales se puede obtener energía. Si a esta diversidad le añadimos la gran variedad de la materia orgánica en cuanto a orígenes, composición y modos de recolección y tratamiento, nos encontramos con un amplio y variado (incluso complejo) escenario de posibilidades cuando pretendemos analizar el proceso de obtención de energía a partir de biomasa (Figura 1).

Como fuentes de biomasa vegetal se pueden considerar las siguientes: la natural, que se produce espontáneamente en tierras no cultivadas; los cultivos energéticos, constituidos por cultivos vegetales de ciclo corto y con alto poder calorífico y los excedentes de cosechas agrícolas (básicamente en países del Norte). Por otro lado están los residuos orgánicos producidos en explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas (también en industrias y núcleos urbanos), que son tanto de origen animal como vegetal (Velo y Tauta, 1999 y de Juana, 2003).

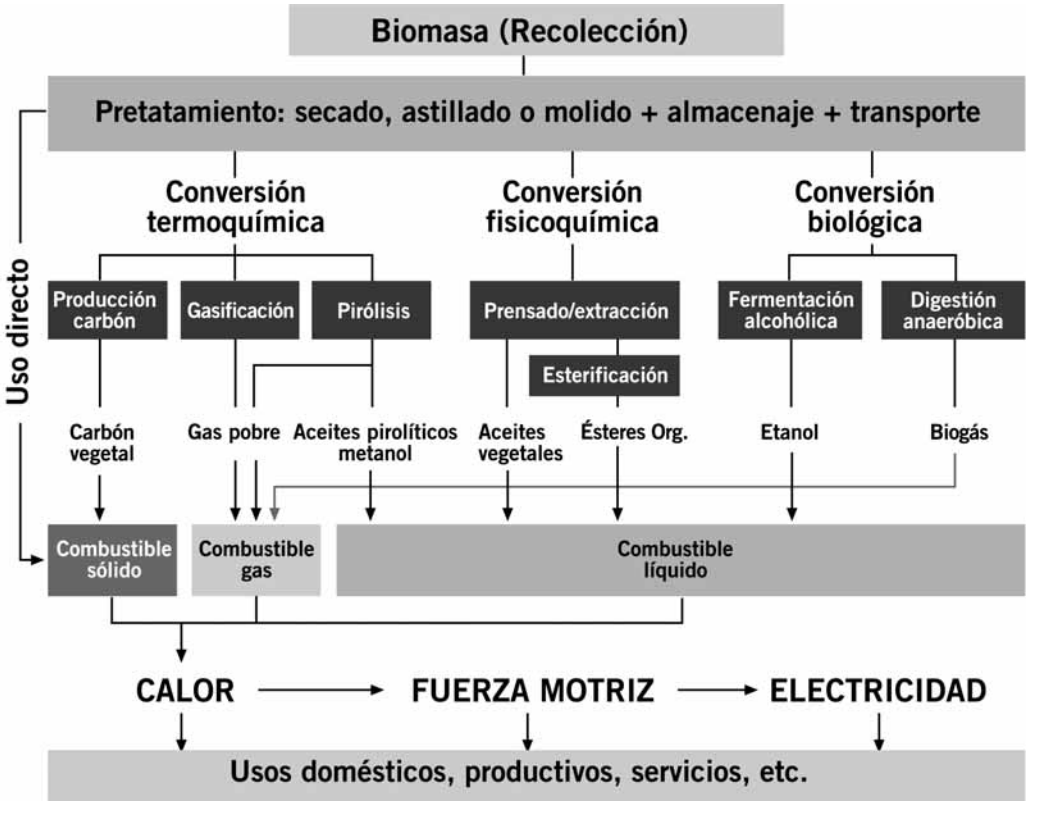


Figura 1. Transformaciones y aplicaciones energéticas de la biomasa.

Combustible es cualquier sustancia que, en contacto con el oxígeno del aire y a partir de una determinada temperatura, arde y produce energía. Biocombustible es aquel combustible que procede de la biomasa. Si se obtiene en estado líquido, se suele denominar biocarburante y su principal uso es sustituir a los carburantes derivados del petróleo.

Sólidos	Líquidos	Gaseosos
Paja	Alcoholes (etanol, metanol)	Gas de gasógeno
Leña sin procesar	Aceites vegetales	Biogás
Astillas	Ésteres orgánicos	Hidrógeno
Briquetas y “pellets”	Aceites de pirolisis	
Triturados finos		
Estiércol desecado		
Carbón vegetal		

Tabla 1. Tipos de combustibles obtenidos de la biomasa (adaptado de Juana, 2003)

La Tabla 1 muestra diferentes tipos de biocombustibles. Los de tipo líquido o gaseoso suelen requerir un proceso previo de conversión. Los de tipo sólido (paja, leña) pueden usarse sin procesado previo, con un tratamiento simple de reducción de tamaño, triturado y/o secado (astillas, briquetas, etc.) o tras un proceso termo-químico (carbón vegetal). La Figura 1 muestra los diferentes tipos de conversión y las posibles vías de obtención de biocombustibles. La Figura 2 refleja los diversos procedimientos de obtención de biocarburantes.

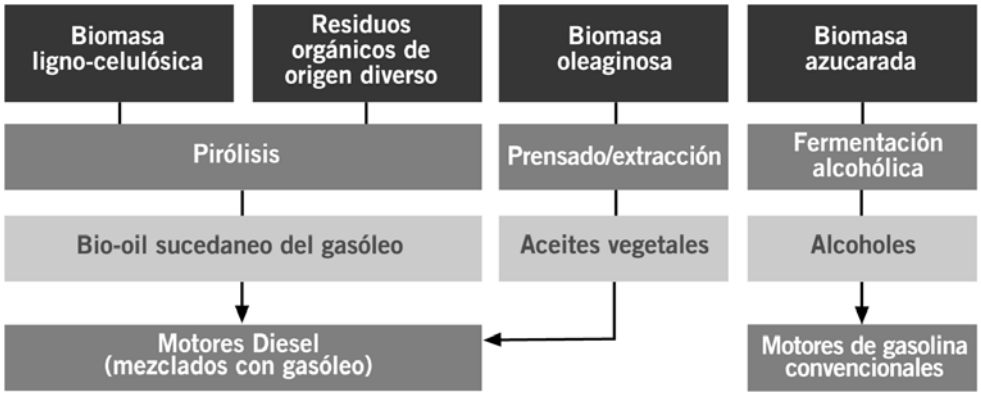


Figura 2. Obtención de biocarburantes (líquidos).

Karekezi y colaboradores (Karekezi et al., 2004) distinguen tres niveles de uso para la biomasa:

Uso tradicional: Se refiere a la combustión directa, a menudo en equipos deficientes de madera, carbón vegetal, residuos agrícolas, humanos o animales y urbanos, para cocinar, secar o producir carbón vegetal.

Uso mejorado: Se refiere a la aplicación de tecnologías mejoradas y eficientes para la combustión directa de la biomasa, por ejemplo, cocinas u hornos más eficientes.

Uso moderno: Se refiere a la conversión de la energía de la biomasa en combustibles avanzados (gas o carburantes) y, eventualmente, en electricidad.

El rol de la biomasa como fuente de energía

Escenario global

No es objetivo de este capítulo analizar los escenarios del consumo energético y el papel de la biomasa en estos escenarios (IEA, 2002). Sin embargo, es importante estudiar la situación actual y las previsiones de futuro.

Diversos estudios de ámbito global indican que el uso de la biomasa crecerá en el futuro. Se estima, no obstante, que el porcentaje respecto al consumo total de energía se mantendrá constante en torno al 11%, variando según las regiones. En África, por ejemplo, se estima que el aumento será proporcional al de la población, manteniendo o incrementando el porcentaje sobre el total; pero si se consideran los continentes en vías de desarrollo en su conjunto (África, Asia y Latinoamérica), se espera que el porcentaje de la energía procedente de la biomasa disminuya, aun cuando la cantidad total consumida aumente (IEA, 2002 y ESDG-UNDP, 2001).

El porcentaje de población que depende del suministro energético de la biomasa en el mundo crecerá en el futuro, según las previsiones. Se espera que el número de personas que dependen de la biomasa para cocinar y calentarse llegue a ser de 2.640 millones en 2030 (IEA, 2002). Este escenario predice un decremento en Latinoamérica y algunos países asiáticos, pero un notable aumento en el sur de Asia y, sobre todo, en África. Estos escenarios prevén que se implantarán métodos mucho más eficientes de producción energética en Latinoamérica, pero que en África y en Asia seguirán prevaleciendo los métodos tradicionales de baja eficiencia (ESDG-UNDP, 2001).

Países en vías de desarrollo

Actualmente y según datos de la International Energy Agency (IEA, 998), la biomasa es la principal fuente energética para 2.400 millones de personas y suple cerca del 40% de la demanda energética de los PVD. De alguna manera, es “la energía de los pobres”. Esto es especialmente cierto cuando se trata del uso energético tradicional de la biomasa, que guarda una cierta correlación con los niveles de pobreza (IEA, 2000) (Tabla 2).

País	Burundi	Etiopía	Kenia	Somalia	Sudán	Uganda
Consumo de biomasa (% sobre el total de energía consumida)	94	86	70	87	84	95
Consumo doméstico (% sobre el total de energía de la biomasa)	78,5	97	93	92	90	78

Tabla 2. Consumo de biomasa en algunos países de África. (FWD, 1992, citado en Karekezi y Ranja, 1997 y ITDG, 2002a)

Cuando el principal combustible doméstico es la biomasa, las estrategias de abastecimiento son inseparables de las de gestión de la tierra (ESDG-UNDP, 2001). En consecuencia, dependen de circunstancias políticas y socioeconómicas como la propiedad de la tierra y de los bosques, los mercados de tierra y trabajo, las normas que regulan la propiedad y el uso de la tierra y las reglas sobre la herencia. Incluso en el ámbito de la comunidad, el acceso a las fuentes de biomasa (y a los servicios energéticos) no viene exclusivamente determinada por factores técnicos y económicos, sino que las relaciones de género, étnicas y de clase pueden jugar un papel importante.

Consecuencias del uso tradicional de la biomasa

El uso tradicional de la biomasa está normalmente asociado a precariedad del abastecimiento energético, pero, además, tiene consecuencias sociales y ambientales que pueden considerarse negativas. (Karakezi et al., 2004; ESDG-UNDP, 2001; ITDG, 2002a e ITDG, 2001)

Sociales y de género: El mayor impacto en los cambios en los patrones de uso tradicional de la biomasa lo sufren las mujeres y los niños, que son quienes dedican más esfuerzo y tiempo a la obtención. Cuando los recursos escasean, esta mayor dedicación repercute en una menor dedicación al cultivo o preparación de alimentos, con lo que su calidad disminuye.

Medioambientales: Normalmente se asocia el uso tradicional de la biomasa con la deforestación. No obstante, aunque sus consumidores tradicionales sufren directamente sus efectos, las principales causas de la deforestación son la limpieza de la tierra para su uso agrícola y el empleo de la madera para la construcción o para producir carbón vegetal. Este último uso tiene un especial impacto en las zonas periurbanas de aquellos núcleos de población donde el principal combustible doméstico es el carbón vegetal. Por otro lado, cabe remarcar que la substitución de zonas naturales por tierras de cultivo puede ser compensado por los consumidores de biomasa si reemplazan la madera por residuos agrícolas y/o ganaderos. De todas formas, la deforestación tendrá un gran impacto sobre la biodiversidad.

La propiedad y uso comunitario de los bosques suele encontrarse con el problema de que, con frecuencia, nadie se hace responsable de la deforestación. La degradación de los recursos es entonces no sólo una cuestión física, sino también social. Una manera de subsanar este tipo de degradación es que la comunidad ejerza control sobre sus recursos forestales.

La combustión ineficiente de madera para uso doméstico también tiene un impacto ambiental. Por un lado aumenta la presión sobre las fuentes energéticas y por otro lado genera gases contaminantes. Lo mismo ocurre con la producción tradicional de carbón vegetal. En ambos casos, la mejora de los sistemas tradicionales repercute en un menor impacto.

Sanitarias: Debido a las altas concentraciones de contaminación en el aire de recintos cerrados por combustión deficiente, un gran número de personas en las áreas rurales de los países en vías de desarrollo sufren enfermedades respiratorias, cáncer o trastornos del embarazo. Esto afecta principalmente a las mujeres y sus hijos menores que pasan muchas horas en la cocina. Las emisiones de la combustión de biomasa son la principal causa de morbilidad y mortalidad en niños menores de cinco años. Estas secuelas son aún mayores en personas mal nutridas. Mejorar la combustión en los utensilios utilizados para cocinar puede representar una gran mejora para la salud en estos países.

Ventajas e inconvenientes del aprovechamiento energético de la biomasa

Ventajas

La aplicación de tecnologías mejoradas o modernas en el aprovechamiento de la biomasa para fines energéticos tiene como objetivo paliar las consecuencias negativas del uso tradicional y crear oportunidades de abastecimiento energético alternativo a los combustibles fósiles. En este contexto, se consideran las siguientes ventajas (Velo y Tauta, 1999; de Juana, 2003; Karekezi et al., 2004; ESDG-UNDP, 2001; ITDG, 2002a):

Medioambientales: El aprovechamiento de los residuos orgánicos generados (agrícolas, ganaderos, domésticos o industriales) presenta diversas ventajas asociadas al hecho de que se evita la deposición incontrolada de estos residuos en la naturaleza. En primer lugar, previniendo incendios, plagas, enfermedades vegetales, etc., que repercuten negativamente sobre la economía. En segundo lugar, dificultando la proliferación de agentes patógenos, que repercute negativamente sobre la salud. Finalmente, evita la acumulación de residuos en determinadas zonas, también con consecuencias negativas sobre el entorno paisajístico.

La producción ex profeso de biomasa mediante cultivos energéticos, por otro lado, ayuda a rebajar la concentración de gases de efecto invernadero, dado que la producción de dióxido de carbono (CO_2) a partir de productos vegetales (consumidores del mismo) cierra el ciclo de producción-consumo e, incluso, permite capturar más carbono del producido. Además, la substitución de cultivos agrícolas por cultivos energéticos perennes reduce los efectos negativos sobre el suelo de la agricultura tradicional.

En uno u otro caso, el uso de biomasa para generar energía evita o reduce el consumo de combustibles fósiles, disminuyendo las emisiones de SO_2 (lluvia ácida) y el deterioro ambiental asociado a la producción y transporte de combustibles fósiles.

La aplicación de tecnologías mejoradas reduce la contaminación a nivel local, como ocurre en la mejora en la producción de carbón vegetal a partir de madera. En este caso, además, una mayor eficiencia ayuda a disminuir la deforestación a nivel local.

Sociales: Se crean puestos de trabajo locales en mayor medida que con el uso de combustibles fósiles. Además, contribuye a fijar la población rural creando puestos de trabajo directos en el sector agrícola (cultivos energéticos) y en las industrias auxiliares del sector.

La mejora de la eficiencia energética en el uso tradicional de la biomasa permite reducir el tiempo y el esfuerzo empleado, principalmente por mujeres y niños, a la recolección.

Estratégicas: Disminuye la dependencia energética del exterior en aquellas zonas que disponen de recursos de biomasa. Por otro lado, al producirse de forma dispersa reduce el riesgo de concentración energética. Finalmente, si se utilizan tecnologías menos complejas, evita la dependencia del exterior en el ámbito tecnológico.

Económicas: Como fuente de energía autóctona, supone un considerable ahorro de divisas. La creación de puestos de trabajo, por su parte, supone un ahorro de subvenciones al empleo e incrementa los ingresos fiscales por gravamen sobre los trabajadores implicados y las empresas auxiliares. En Brasil, la producción de etanol a partir de la caña de azúcar es responsable de la creación de unos 490.000 puestos de trabajo directos y 1.386.000 indirectos Karekezi et al., 2004) Cabe mencionar, además, que algunos biocombustibles son competitivos (coste de la unidad energética) con los de origen fósil.

También se crean oportunidades de negocio en la fabricación local de aparatos, como cocinas, hornos, digestores, etc. y en industrias de transformación que utilizan tecnologías mejoradas de aprovechamiento de la biomasa (secado de pescado, fabricación de cerveza, etc.).

En el ámbito doméstico, si en lugar de recolectar la biomasa, hay que comprarla (sobre todo en zonas urbanas), el ahorro de combustible por utilización de tecnologías mejoradas puede significar un ahorro económico importante, dado que este capítulo representa un porcentaje muy elevado de los gastos familiares en determinadas áreas de los PVD.

Inconvenientes

Uno de los principales inconvenientes en el aprovechamiento de los recursos vegetales naturales es su dispersión en extensas áreas, lo que puede implicar elevados costes de obtención. La materia húmeda tiene una baja densidad energética y es necesario, además de recolectarla, acondicionarla, transportarla y almacenarla.

Como fuente energética, un aspecto estratégico es la garantía de suministro. En este sentido el aprovechamiento de residuos agrícolas o de cultivos energéticos presenta diversas incertidumbres. La climatología influye directamente en la productividad de los cultivos energéticos, pero también de forma indirecta en el aprovechamiento de residuos agrícolas, que pueden destinarse como alimento para la ganadería en épocas de sequía. En uno u otro caso, la producción suele ser estacional (a veces plurianual, si se trata de operaciones de limpieza y poda), lo que comporta costes de almacenamiento.

La implantación de cultivos energéticos presenta, además, las incertidumbres propias de la falta de experiencia de los agricultores en este tipo de cultivos. Por último, el aprovechamiento de residuos los convierte en materia prima, lo que puede alterar el mercado impulsando los precios al alza (de Juana, 2003; ESDG-UNDP, 2001).

Objetivos del uso de biomasa como fuente de energía renovable en PVD

Los objetivos para la utilización de la biomasa como fuente de energía renovable se basan en la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos actuales a la producción y transformación de la materia orgánica de origen biológico para la obtención rentable de energía, todo ello teniendo en cuenta no sólo datos económicos directos, sino también aspectos sociales, ecológicos y estratégicos a corto, medio y largo plazo. Se trata, pues, de avanzar hacia un uso más eficiente y sostenible, potenciando las ventajas y paliando los inconvenientes.
Algunos de los desafíos clave para los países con un importante uso tradicional de la biomasa son, según Karekezi (Karekezi et al., 2004) y en orden de importancia:

1. Asegurar que la biomasa utilizada proceda de fuentes renovables, por ejemplo, plantaciones de madera o bosques originarios gestionados de forma sostenible.
2. Difundir ampliamente las tecnologías mejoradas.
3. Promover las tecnologías modernas que usan un amplio abanico de fuentes de biomasa, como los residuos agro-industriales, rurales y urbanos, para generar combustibles de alta calidad, gases y electricidad.

Las decisiones políticas o las intervenciones cuyo objetivo sea mejorar o modificar las opciones energéticas a partir de la biomasa afectarán, inevitablemente, otras áreas de utilización (ESDG-UNDP, 2001). En el diseño de tales actuaciones es, por tanto, crucial estudiar los impactos potenciales en todos los usuarios actuales y futuros de las fuentes de biomasa.

Un ejemplo de ello es que el aumento en el consumo de biomasa debido a la implantación de un proceso de transformación aumenta el precio, lo que perjudica a los más pobres, especialmente a las mujeres. Si, además, las oportunidades de negocio son acaparadas exclusivamente por hombres, confinará a las mujeres en papeles aún más marginales, reduciendo sus oportunidades de empleo y económicas. Lo mismo puede ocurrir con determinados grupos étnicos (ESDG-UNDP, 2001).

Ejemplos de aplicación de tecnologías mejoradas o modernas en países en vías de desarrollo

Cocinas mejoradas

Proyecto Upesi (Kenia)

La cocina-estufa Upesi, desarrollada por ITDG (Intermediate Technology Development Group) con sus socios en África oriental, se elabora con arcilla y se cuece en un horno. Este proyecto es uno de los que han tenido más éxito en Kenia (Karekezi et al., 2004; ITDG, 2002a; ITDG, 2001) y fue cofinanciado por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). El diseño permite quemar madera y residuos agrícolas, como el bagazo (residuo) de caña de azúcar. La cocina-estufa Upesi representa beneficios para la población pobre de varias maneras: reduce a la mitad el combustible necesario para un hogar, lo que reduce también la servidumbre y mejora la sostenibilidad de los recursos forestales; proporciona empleo (sólo en el oeste de Kenia se construyen y venden cerca de 10.000 cocinas anualmente) y disminuye el humo en las casas. ITDG también ha introducido un nuevo diseño de horno que reduce sustancialmente el combustible necesario para construir las cocinas-estufas y la cantidad de estufas desechadas por agrietamiento durante el proceso de cocción.

Figura 3. Ejemplo de cocinas mejoradas. Izquierda: cocina doméstica (ITDG, 2002a). Derecha: cocina comunitaria (ITDG, 2002b).

El éxito de este proyecto se debe a cómo se han abordado los temas no tecnológicos, incluyendo el uso del mercado, la participación de la comunidad, la formación empresarial y el desarrollo de capacidades, como parte del enfoque del desarrollo tecnológico. La comunidad está activamente involucrada en el proceso de manufactura y promoción de las cocinas, que se venden en el mercado libre. El proyecto Rural Stoves West Kenya ha entrenado a 13 grupos de mujeres (aproximadamente 200 personas) para construir cocinas mejoradas. Además de la formación en el proceso de producción, han aprendido gestión de negocios y marketing. El entrenamiento es participativo. Esta actividad las ha proveído de unos ingresos por encima de la media rural en la zona. Como resultado, las mujeres involucradas han mejorado su estatus social, auto confianza e independencia financiera.

Proyecto Kenya Ceramic Jiko

El Kenya Ceramic Jiko (KCJ) de cocinas mejoradas para carbón vegetal también ha tenido éxito (Karekezi et al., 2004; ITDG, 2002a). El KCJ está hecho de un revestimiento metálico y un núcleo-parrilla cerámico. Puede usarse para cocinar o para calefacción. Ahorra entre un 25 y un 40 por ciento del calor suministrado al recipiente de cocción de alimentos, superior al 10-20 % de modelos anteriores. El coste es de unos 2 $US, lo que lo hace accesible para la mayor parte de la población de

Kenia. Actualmente el proceso de producción artesanal está suficientemente maduro, con un cierto grado de mecanización y división del trabajo. Se estima que se producen mensualmente unas 13.600 unidades. La penetración del producto se estima en un 16,8% de los hogares en Kenia, representando un 50% de los hogares en Nairobi. Todavía quedan por mejorar, no obstante, los aspectos que hacen referencia al control de calidad.

Cocinas comunitarias o institucionales

Las cocinas comunitarias (colegios, hospitales, casas de comidas, campos de refugiados, etc.) necesitan soluciones diferentes a las expuestas hasta ahora. Los modelos deben ser mayores y más robustos (Figura 3), al tiempo que ofrezcan una mayor versatilidad en sus prestaciones (cocinar, hervir agua, calentar agua para el té, lavado o sistemas de calefacción, asado de alimentos, horneo de pan o cocinar a la plancha). Este tipo de servicios consumía en 1986 el 10% del biocombustible destinado a cocinar en Kenia (ITDG, 2002b). Existen diversos tipos de diseño desarrollados por diferentes instituciones: Bellerive Foundation (Kenia), la pionera, CAMARTEC (Tanzania), Biomasa Energy Services & Technology – BEST (Australia) o la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Esta última ha realizado modelos de diferente capacidad y diseños diferentes para países distintos (Ghana, Tanzania, Kenia, Pakistán, Nepal y Marruecos). Algunos de los modelos desarrollados y comercializados a bajo precio han presentado problemas serios de operación y mantenimiento, lo que generó cierta desconfianza entre los posibles compradores.

Otros programas de desarrollo de cocinas mejoradas

En la zona rural de México, concretamente en Patzcuaro, se ha llevado a cabo en los últimos años un proyecto de introducción de cocinas de leña eficientes. La región cuenta con más de 1.000 cocinas del tipo Lorena. Estas son construidas por los propios usuarios, que reciben un pequeño subsidio para comprar el tubo de la chimenea y una parte de los materiales de. Se estima que estas cocinas permiten reducir un 30% la contaminación interior de los hogares y un 30% el consumo de madera y el tiempo empleado para recogerla (ESDG-UNDP, 2001).

El Center for Development of the Renewable Energies (CDER) ha desarrollado un plan para la distribución de cocinas y hornos mejorados en zonas rurales de Marruecos (ESDG-UNDP, 2001). Los prototipos desarrollados son robustos y ahorran entre el 30 y el 40% de madera respecto a los modelos tradicionales. En 2001 existían unos 3.000 hornos y cocinas mejoradas, con una previsión para 2005 de implantar 28.000 hornos de pan y 80.000 cocinas.

Mejora o implantación de equipos artesanales

Hornos para la producción de carbón vegetal

El método clásico de producción de carbón vegetal en fosas o en hornos de tierra (FAO, 1983) es altamente ineficiente y contaminante. La energía necesaria para calentar la madera y descomponerla térmicamente se suministra por combustión de una parte de ésta. Un control pobre de la entrada de oxígeno redunda en un bajo rendimiento. Además, no se aprovechan los productos gaseosos que se vierten a la atmósfera de forma incontrolada, ni los productos condensados (alquitranes). Se han desarrollado hornos mejorados en los que se controla mejor la entrada de oxígeno porque se ha dispuesto de una chimenea para evacuación de los gases y, en algunos casos, un sistema de recolección de alquitranes (FAO, 1983). Existen en funcionamiento hornos de este tipo en Senegal, Kenia, Brasil, Sudán y Malawi (ITDG, 2002a).

Obtención de briquetas

El proceso de obtención de briquetas consiste en la densificación o compactación, en el caso que nos ocupa de material suelto de biomasa. Muchos residuos, entre ellos el aserrín producido por la industria de la madera, residuos urbanos, bagazo de caña o polvo de carbón vegetal, se han de compactar para su mejor transporte y utilización. En algunos casos, la materia prima se carboniza para producir gas útil y una briqueta de más fácil manipulación. Se han desarrollado algunos hornos y cocinas específicamente diseñados para ser alimentados con estas briquetas (ITDG, 2002a).

Kenia cuenta con un programa de producción de briquetas de carbón vegetal a partir de residuos (ESDG-UNDP, 2001). Aprovechando el polvo residual de carbón de los productores de carbón vegetal de Nairobi, se producen unas 7 toneladas diarias de briquetas, creando 23 puestos de trabajo. El programa se ha extendido a las zonas rurales para aprovechar los residuos agrícolas y de la industria de la madera. En este caso, el residuo se carboniza antes de producir las briquetas.

Producción artesanal de azúcar de palma

En el Este de Java (Indonesia) se han desarrollado calefactores mejorados para la producción artesanal de azúcar de palma, proceso que requiere grandes cantidades de madera durante la etapa de evaporación (Karekezi et al., 2004). El proyecto encontró el problema del apego de la población a sus calefactores tradicionales. No obstante, 72 productores locales de azúcar de palma utilizaban ya en 2002 los modelos mejorados en la villa de Sarongan. Los primeros miembros de la comunidad involucrados en el proceso de modificación actúan como formadores en otras comunidades.

Hervidores mejorados

El consumo de madera de los baños públicos en Marruecos se estima en unas 700.000 toneladas anuales, lo que representa un 3% del consumo de energía del país (ESDG-UNDP, 2001). La instalación piloto de equipos mejorados ha permitido un ahorro de entre el 40 y el 50% respecto a los equipos convencionales. El programa actual pretende la diseminación de estos equipos en los baños públicos del país. El diseño ha sido realizado por el Center for Development of the Renewable Energies (CDER) y la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). El CDER prevé expandir el uso de estos hervidores a 5.000 baños públicos en todo el país.

Hornos artesanales

El Programa de Agroprocesamiento de ITDG-Perú, que transfiere tecnología apropiada para la creación y fortalecimiento de pequeñas y micro empresas, ha desarrollado una propuesta técnica para la construcción y operación de hornos de ladrillo para panadería como una alternativa viable en beneficio de quienes desean iniciarse y trabajar en la pequeña y mediana industria de la panificación. ITDG también ha desarrollado hornos artesanales alimentados con cascarilla de arroz para la cocción de ladrillos (Perú, Ecuador y Colombia). Este proyecto buscó la sustitución del uso de leña por desechos agrícolas, específicamente cascarilla de arroz. Su principal objetivo es reducir los costos de producción y evitar la deforestación, especialmente en ecosistemas frágiles, como es el caso de los bosques de algarrobos de la costa peruana. El proyecto ha sido financiado por APGEP/SENREM en el marco de los proyectos del AID. Este proyecto está en su etapa final y ha demostrado que existe un importante potencial para la sustitución de la leña y del aceite quemado (combustibles actualmente utilizados), además de una buena aceptación por parte de los ladrilleros.

Producción de carbón vegetal

A partir de residuos agrícolas

El Appropriate Rural Technology Institute (ARTI), con el soporte financiero del Ministry of Non-conventional Energy Sources (MNES), ha desarrollado en la India un proyecto para obtener carbón vegetal a partir del residuo de la caña de azúcar (Karekezi et al., 2004). El objetivo es gestionar los 4,5 millones de toneladas de residuo seco de caña generadas en Maharashtra. ARTI desarrolló un horno específico, compacto y eficiente, para esta función. Tres personas pueden producir 100 kg/día de carbón vegetal que se convierten en briquetas mediante una extrusora. El proyecto representa ahorro de energía, menor impacto ambiental de los residuos e ingresos para la población.

A partir de plantaciones forestales

Brasil cuenta con una de las mejores tecnologías del mundo para la implantación de bosques de eucalipto. El uso industrial a gran escala de este árbol incluye la pulpa y la producción de carbón vegetal. Los costes de producción de la pulpa y del acero se han reducido en los últimos años por aplicación de nuevas tecnologías. La división forestal de la industria del acero Mannesmann – MAFLA ha desarrollado en Brasil un horno rectangular de gran capacidad, que cuenta con un condensador de los vapores de pirolisis. Una posterior destilación permite obtener productos de alto valor añadido. Los gases también se reciclan y se usan como combustible para el proceso de carbonización. En comparación con los hornos tradicionales, la tecnología presenta una alta productividad, un mayor rendimiento energético, mejoras en la calidad de carbón vegetal y mecanización parcial. Entre 1991 y 1998 la industria del acero Belgo Meneira, desarrolló un horno conceptualmente similar. Por otro lado, la industria del acero ACESITA (entones pública) desarrolló un programa de modernización de la producción y consumo del carbón vegetal. Este programa incluyó el desarrollo de un proceso de funcionamiento continuo, que permite un mejor control del proceso, redundando en una mejor calidad del producto. El proceso se desmanteló tras la privatización de la compañía (Karekezi et al., 2004).

Electricidad a partir de biomasa

Tanzania cuenta con unos recursos forestales de 33,6 millones de hectáreas. Tanganyika Wattle Company (TANWAT), una compañía privada, gestiona desde 1995 una planta de 2.500 kW que produce 13,147 GWh, quemando 41.687 toneladas de biomasa. Esta electricidad cubre las necesidades eléctricas de la empresa y genera un excedente que se pone a disposición de las áreas colindantes y el resto es vendido a Tanzania Electric Supply Company Ltd (TANESCO) (4,349 GWh en 2002) (Karekezi et al., 2004).

Cogeneración termo-eléctrica

El proceso de obtención del azúcar a partir de la caña consume grandes cantidades de energía, tanto calor como electricidad. En los ingenios tradicionales se obtiene vapor por combustión del bagazo, pero los antiguos evaporadores y turbinas (para generación de electricidad) tienen un bajo rendimiento energético y eléctrico. Mejorar el rendimiento de estas instalaciones, con diseños avanzados, puede incluso permitir excedente de electricidad. Pero las inversiones económicas para mejorar la eficiencia de los ingenios han de estar apoyadas por políticas gubernamentales o locales que hagan atractivas dichas inversiones, por ejemplo, con incentivos fiscales o con precios de venta del kWh eléctrico atractivos.

Estas políticas se han aplicado en diversos PVD (Karekezi et al., 2004). En Mauritania, el sector azucarero envía electricidad a la red estatal. En 1998, producía cerca del 25% de la electricidad generada a nivel nacional y a partir básicamente de bagazo de caña. En 2002, alcanzó el 40%, la mitad de ella a partir de bagazo.

En Brasil, el Banco Brasileño para el Desarrollo (BNDES) lanzó un programa de créditos especiales para las plantas de energía a partir de biomasa que generan electricidad y venden sus excedentes, potenciando la introducción de tecnologías más eficientes. El proceso de reestructuración del sector energético, realizado a nivel federal, consideró el reconocimiento de un estatus especial para las fuentes de energía renovables, a través de una ley aprobaba en 2002. Esta ley creó el Programa de Incentivos para las Fuentes Alternativas de Generación Eléctrica (PROINFA –Programa de Incentivo a Fontes Alternativas). El objetivo del programa es que la energía generada a partir de instalaciones eólicas, minihidráulicas y de biomasa alcance el 10% del total en 20 años.

Argentina dispone de un programa similar con el objetivo de alcanzar el 8% de la energía producida a partir de fuentes renovables en 2013.

La producción de calor y electricidad en módulos pequeños permite abastecer a comunidades rurales con acceso a fuentes de biomasa infrautilizadas. La Community Power Corporation (CPC), ha desarrollado un módulo de producción de 15 kW eléctricos (BioMax 15) (ESDG-UNDP, 2001). El proyecto piloto llevado a cabo en Filipinas permite abastecer de electricidad, producida a partir de cáscaras de coco, a los hogares de la comunidad, así como a una pequeña industria de producción de derivados de coco.

Producción de biocarburantes

Ejemplos de obtención y uso de biocarburantes para el sector del transporte en América Latina se pueden encontrar en Brasil (con el programa alcohol), en Argentina (con el programa biodiésel) y más recientemente en Colombia y Perú. El programa de Brasil ha tenido un éxito notable, debido a que diferentes políticas han potenciado su uso y al desarrollo de tecnologías mejoradas que han permitido una notable reducción de costes en la obtención del etanol a partir de la caña de azúcar.

El etanol se utiliza en Brasil como combustible en automóviles de motores convencionales (como aditivo oxigenado antidetonante para gasolinas, mezclando etanol deshidratado en un 20-26%, mezcla llamada gasohol) o con motores especialmente adaptados para funcionar con alcohol hidratado. También se han desarrollado automóviles polivalentes que pueden usar ambos tipos de carburante. Se calcula que un 65% de la producción de caña está dedicada a la producción de etanol (Karekezi et al., 2004; ESDG-UNDP, 2001).

En Argentina hay unas cuatro plantas que fabrican biodiésel usando como materia prima aceite de girasol, algodón o soja. En Colombia se espera que en 2006 las siete ciudades principales del país utilicen gasohol. Para ello existe un plan de desarrollo de la industria del azúcar (Karekezi et al., 2004; ESDG-UNDP, 2001).

En Perú, ITDG y la Universidad Nacional Agraria la Molina están llevando a cabo un trabajo de investigación para obtener biodiésel a partir del aceite de palma, cultivo de muy fácil crecimiento en la zona de la selva, y de los aceites residuales de las cocinas. La UNAM cuenta con uno de sus autobuses funcionando como piloto de pruebas con biodiésel.

En África, la producción de etanol se ha implementado en Zimbabwe, Malawi y Kenia, donde no hay reservas de gas natural o petróleo. En Zimbabwe, donde se vende la mezcla etanol/gasolina en una proporción de 12:88, el programa supone un ahorro de unos 40 millones de litros de gasolina anuales, mayores ingresos económicos para 150 agricultores de caña y la posibilidad de comercializar melazas, que hasta entonces eran un residuo.

En Malawi, se producen unos 13 millones de litros anuales de etanol, como media anual, que se mezcla con gasolina, en una relación que, en 1993, era de 15:85. Desafortunadamente existe, en este país, una única empresa productora de etanol que controla el mercado y los precios. A pesar de ello, el proyecto ha permitido un ahorro de divisas en las importaciones de petróleo y ha resuelto el problema de los residuos de melaza de la industria azucarera, que representaban un problema ambiental.

En Kenia se instaló una planta de 60.000 litros/día de capacidad de producción a partir de melazas. La relación de mezclado del país es de 10:90. El número de empleos directos e indirectos es de 1.200. Este proyecto se ha encontrado con diversos problemas de infraestructuras y con la falta de compromiso del gobierno y corre el peligro de que deje de usarse el etanol como combustible de automoción.

Gasificación

La implantación de gasificadores de bajo costo ha permitido sustanciales mejoras en la industria alimentaria en India. La aplicación al proceso de secado y curado de determinadas especias ha significado ahorrar entre el 50 y el 60% del biocombustible utilizado. Además, ha mejorado substancialmente la calidad del producto obtenido (Karekezi et al., 2004).

La tecnología de gasificación en pequeña escala es razonablemente simple y barata y puede fabricarse localmente, siempre respetando los requerimientos de seguridad respecto a las emisiones de monóxido de carbono y alquitranes. En China, se desarrolló en los años 1960 un gasificador que utiliza como alimentación cáscara de arroz. Cientos de estos gasificadores están aún en uso (ITDG, 2002c). También se han instalado en Mali y Surinam, además de en la India. Diversos tipos de gasógenos para automoción, desarrollados durante la segunda guerra mundial, están disponibles comercialmente para diversas aplicaciones en Brasil y Filipinas.

Un estudio de la FAO (FAO, 1993), analiza las ventajas en la implantación de sistemas para usar el gas de madera para motores y los correspondientes problemas en países en vías de desarrollo. Además, ilustra algunos ejemplos piloto. Entre sus conclusiones, cabe destacar que parece que estos obstáculos sólo pueden eliminarse en un tiempo razonablemente corto si existe un programa gubernamental decidido para introducir el gas pobre, incluyendo la instalación y funcionamiento de plantas demostrativas, préstamos baratos para los usuarios de vanguardia y una organización de abastecimiento de combustible.

Biogás

La producción a pequeña escala en áreas rurales es una tecnología madura, particularmente en países como India y China (ESDG-UNDP, 200;. GTZ-GATE, 1999). A finales de 1993, cerca de 5,25 millones de hogares en granjas disponían de digestores, con una producción de aproximadamente 1.200 millones de metros cúbicos de metano, así como una capacidad de generación eléctrica de 3.500 kW.. instalados (ITDG, 2002c). Algunos países, como Tanzania, han iniciado programas de biogás a gran escala. El modelo tanzano se basa en la recuperación integrada de recursos procedentes de residuos urbanos e industriales para la producción de electricidad en red y fertilizantes (ITDG, 2002c).

La implantación de pequeños digestores para la producción y uso de biogás en Nepal ha sufrido un gran incremento en los últimos años (ESDG-UNDP, 2001). El gas se usa a nivel familiar para cocinar y, en una cuarta parte de los hogares, para alumbrado. El tamaño de los digestores está entre 4 y 10 m^3, que son fabricados por unas 48 compañías privadas. Aproximadamente una tercera parte del coste de compra está subvencionado por el gobierno nepalés (Nepal's Biogas Support Programme). La fiabilidad de los digestores es alta, con más de un 98% de ellos funcionando bien después de tres años de funcionamiento.

Referencias bibliográficas

ESDG-UNDP (2001), *Clean Energy for Development and Economic growth: biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations*. UNPD.

FAO. (1983), "Métodos simples para fabricar carbón vegetal". *Estudio Montes 41* FAO, Roma.

FAO (1993), "El gas de madera como combustible para motores". *Estudio Montes 72*. FAO, Roma.

GTZ-GATE (1999), *Biogas Digest* (Volume I and II / PDF) GTZ-GATE, Eschborn, Germany.

IEA (1998), *World Energy Outlook 1998*, IEA, París.

IEA (2000), *World Energy Outlook 2000*, IEA, París.

IEA (International Energy Agency) (2002), *World Energy Outlook 2002*, IEA, París.

ITDG (2001), *Technology... is only half the story. Addressing the market for renewable energy in developing countries*, ITDG, Reino Unido.

ITDG (Intermediate Technology Development Group) (2002a), *Technical brief – Biomass.* ITDG, Reino Unido.

ITDG (2002b), *Technical brief – Stoves for institutional and commercial kitchens.* ITDG, Reino Unido.

ITDG (2002c), *Technical brief – Biogas and liquid biofuels*, ITDG, Reino Unido.

JUANA, J. M. de (2003), *Energías Renovables para el Desarrollo*, Paraninfo - Thomson Learning.

KAREKEZI, S., LATA, K., COELHO, S. T. (2004), *Traditional biomass energy*, International Conference for Renewable Energies. Bonn.

KAREKEZI, S., RANJA, T. (1997), *Renewable energy technologies in Africa*, AFREPEN.

VELO, E., TAUTA S. (1999), *Aprovechamiento energético de residuos urbanos y agroindustriales*. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Sabana, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

11

La aplicación de la energía solar térmica en plantas secadoras de alimentos a pequeña y mediana escala

Xavier Cipriano Lindes

Grupo de Cooperación del Campus de Terrassa.

Resumen

Las secadoras que funcionan con energía solar ayudan a pequeños productores agrícolas a aumentar y mejorar la calidad de almacenaje de su producción para su posterior procesamiento y comercialización, acrecentando así su autonomía energética y mejorando sus rentas económicas, en comparación con la utilización e fuentes de energía convencionales, la venta del producto fresco, o su conservación con tecnologías más costosas.

Elegir el método que mejor se adapte al secado de una sustancia requiere tener en cuenta una serie de factores: la fuente energética disponible, el modo de funcionamiento del aparato, el nivel tecnológico y la capacidad del secador, el secado a altas, medias o bajas temperaturas, así como el tiempo que implica, la naturaleza y calidad del producto a secar, la fuente de calor y el modo de transmisión del mismo, y el consumo de energético. Este artículo dedica su atención a todos ellos, ponderando las ventajas e inconvenientes.

Abstract

Solar energy dryers help small farmers to increase and improve the quality of storage of their production for later processing and commercialization. In this way, their autonomy from energy and their profits increase, particularly if compared to other options: using conventional energy sources, selling their products fresh or using expensive preservation technologies.

To choose the best method to dry a substance, it is necessary to take into account different factors: the energy source available, the machine working method, the technological level and the dryer capacity, the need to dry at high, medium or low temperatures, as well as the time, the nature and quality of the product to dry, and the energy consumption. The article describes all of them, weighing up their advantages and disadvantages.

Résumé

Les machines à sécher qui fonctionnent avec de l'énergie solaire aident aux petits producteurs agricoles à augmenter et améliorer la qualité d'emmagasinage de leur production pour son traitement et commercialisation, en augmentant ainsi leur autonomie énergétique et en améliorant rentes leur rentabilité économique, en comparaison avec l'utilisation de ressources conventionnelles d'énergie, ou avec la vente du produit frais, ou sa conservation avec des technologies plus chères.

Choisir la méthode qui s'adapte le mieux au séchage d'une substance exige tenir compte d'une série de facteurs: la source énergétique disponible, la manière de fonctionnement de l'appareil, le niveau technologique et la capacité du séchoir, du séchage à hautes températures basses ou moyennes, ainsi que le temps qu'il implique, la nature et la qualité du produit à sécher, la source de chaleur et sa manière de transmission, ainsi que la consommation énergétique. Cet article consacre son attention à tout cela, en analysant les avantages et les inconvénients.

Justificación

El objetivo principal del uso de secadores en zonas rurales, sobre todo con energía solar como fuente de calor, es ayudar a pequeños productores agrícolas a aumentar y mejorar la calidad de almacenaje de los productos agrícolas para su posterior procesamiento y comercialización, acrecentando al mismo tiempo su autonomía energética y mejorando sus rentas económicas respecto al secado de productos con fuentes de energía convencionales, a la venta del producto fresco, o a la conservación de este con otras tecnologías más costosas.

Hay que tener en cuenta diversos aspectos a la hora de escoger el método que mejor se adapte al secado de una sustancia: la fuente energética disponible, el modo de funcionamiento del aparato, el nivel tecnológico y la capacidad del secador, el secado a altas, medias o bajas temperaturas, así como el tiempo que implica, la naturaleza y calidad del producto a secar, la fuente de calor y el modo de transmisión del mismo, y el consumo de energético. La elección del método de secado es generalmente una solución ponderada de todos estos factores.

Fuentes energéticas disponibles

Para el funcionamiento del secador es imprescindible una fuente energética, pues se ha de calentar el aire para que este pueda evaporar el agua del producto y absorberla. Hasta la primera crisis del petróleo, no era necesario que los procedimientos de secado fueran eficientes energéticamente, debido al bajo costo de los derivados del petróleo, la mayor fuente de energía para estos tratamientos. Las características importantes de un secador de entonces eran: bajo costo inicial, manutención fácil y no dañar el producto final.

Desde 1973 se investigaron nuevas fuentes de energía; en la misma forma, se elaboraron sistemas de secado más eficientes, que a los criterios citados añadían el factor de que se tratara de un sistema económicamente viable y que la fuente fuera sustitutiva de los combustibles fósiles. Por ejemplo, a partir de 1981 los subproductos del petróleo quedaron prohibidos en el Brasil (y posteriormente se adhirieron otros muchos países latinoamericanos) para el secado de productos agrícolas.

Las dos necesidades de energía de un secador son, por una parte, la energía para mover los ventiladores, en el caso de secadores con flujo forzado, y por otra, la energía de calentamiento del aire. En el primer caso, la disponibilidad de energía eléctrica suele ser un factor limitante, porque los sistemas más eficientes llevan uno o varios ventiladores impulsados por electricidad. En el segundo caso el uso de leña como fuente de calentamiento de aire ha sido a la vez solución y problema. Se han realizado pocos estudios con el objeto de determinar el tamaño y la forma ideales de los distintos tipos de hornos, la cantidad de aire que se necesita para la combustión completa y un mejor aprovechamiento de la energía disipada a través de sus paredes.

En los últimos años, se ha despertado un nuevo interés en el secado basado en la energía solar, tratando de desarrollar nuevas técnicas que permitan solucionar los problemas habituales del realizado al aire libre. No se ha logrado una aplicación masiva del secado solar, pero se ha desarrollado en diversos lugares una amplia gama de secadores solares cuya utilización en zonas rurales tiene características interesantes.

Modo de funcionamiento del proceso de secado.

La forma en que opera un secador determina la tecnología que se puede aplicar, y da lugar a dos alternativas: Secado continuo, donde se deposita todo el producto dentro del secador, y este va pasando de un estado húmedo a un estado seco de forma paulatina, y secado de tandas, donde el producto se va cargando y descargando en tandas parciales, lo que conlleva que dentro del mismo secadero se encuentre una parte de producto húmedo y otra casi seca.

El secado en tandas permite un diseño más sencillo del proceso de carga y descarga y del movimiento del producto dentro del equipo, por lo que resulta más apropiado en secadores pequeños y medianos. **El secado continuo** aprovecha en forma más uniforme la radiación que le llega ininterrumpidamente, por lo que su eficiencia es mayor. Puede darse el caso de que una mitad del secador que esté con producto casi seco opere como colector, mientras la otra mitad con producto fresco opere como cámara de secado.

La elección, por tanto, depende de la magnitud de la producción y del tiempo de secado. Si la producción es pequeña, a menudo se escoge un funcionamiento discontinuo. Si, por el contrario, es importante, las operaciones de carga o descarga a efectuar en discontinuo se volverían más tediosas. Además, los tiempos de secado muy largos (de varios días) también imponen un secado continuo.

Nivel tecnológico disponible

La construcción de un secador solar suele requerir distintos niveles en cuanto a las herramientas y los conocimientos técnicos necesarios para la construcción o montaje y el entrenamiento necesario para su operación. Los factores claves que definen las diferentes tipologías de secadores solares son que el secado se puede realizar por irradiación directa, o por conducción, o convección de calor a través del aire.

La transferencia de calor por convección es el método de transferencia más utilizado, ya que se necesita algún medio de transporte para la humedad que se desea extraer. Normalmente el fluido de circulación es el aire, que realizará las funciones de aportación de calor y de medio de transporte de la humedad. Existe la posibilidad de sistemas de transmisión por conducción, a través de tubos cerrados o chaquetas por dentro de los cuales circula aire o agua caliente, o vapor de agua, aunque son muy poco usados. Los dos elementos básicos de un secador solar son el colector y la cámara donde el producto es deshidratado por el aire que pasa. Estos elementos pueden diseñarse para que se integren al equipo en distintas formas, apareciendo tres ramas principales en la tecnología del secado: directo, el indirecto y el mixto.

Secador solar directo: Los dos elementos pueden juntarse, en cuyo caso la cámara que contiene el producto también cumple la función de colector recibiendo la radiación solar. Estos secadores tienen como principales ventajas el coste menor y una mayor eficiencia de trabajo de los elementos captadores y secadores. La radiación es absorbida por el propio producto, resultando más efectivo el aprovechamiento de la energía para producir la evaporación del agua. Esto se debe a que la presión de vapor en la superficie crece por la absorción de radiación solar. Por lo tanto, el gradiente de presiones de vapor entre el producto y aire se hace mayor y se acelera el secado.

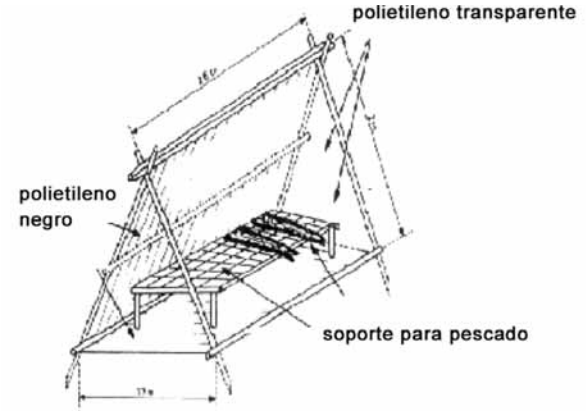


Figura 1,a),b). Secadores solares directos por acción del aire. Fuente: ITDG-Group

La principal limitación de los sistemas de secado directo es el propio producto, que se puede degradar ante la acción directa del sol. El secador más sencillo y más extendido consiste en una superficie plana en el suelo, o encima de bandejas, sobre la que se deposita el producto directamente al sol. La siguiente evolución de este tipo de secadores, tal como se observa en las figuras 1 y 3, consiste en añadir superficies transparentes (plásticos o vidrios) para aumentar el efecto invernadero y proteger el producto de lluvias.

Secador solar indirecto: Los dos elementos están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incidirá sobre el producto colocado en la cámara de secado, que es opaca. Este es esencialmente un secador convectivo convencional en el que el sol (captado a través de un banco de colectores) actúa de fuente energética. El control del proceso es más simple (especialmente en el caso de secadores con circulación de aire forzada), además es fácil integrar una fuente auxiliar de energía para construir un sistema híbrido. Dado que la cámara de secado es opaca, este sistema permite secar en forma conveniente productos que se puedan dañar o perder calidad de aspecto por una exposición directa al sol.

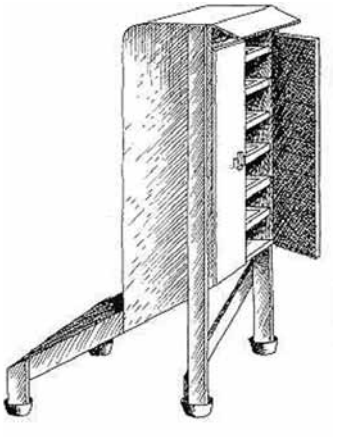


Figura 2.Secador solar indirecto por convección natural. Fuente: ITDG-Group.

Las desventajas de este tipo de colectores están, en primer lugar en el hecho de que al separar la función colección de energía solar de la del secado, el tamaño del equipo (y sus costos) crece. Una segunda desventaja (menos aparente) es que para evaporar la misma cantidad de agua se necesita mover más kilogramos de aire a mayor temperatura que en el caso de los secadores directos. Esto implica que los colectores solares trabajarán en un punto de menor eficiencia de su curva característica. Las dos desventajas anteriores implican que se debe cuidar mucho el diseño del sistema para tener colectores de elevada eficiencia y bajo coste.

Secador solar mixto: finalmente puede darse el caso en que se recoja radiación tanto en un colector solar previo a la cámara como en la misma cámara.

El secador solar mixto se utiliza principalmente en aquellos productos que pueden secarse deforma directa pero presentan unos requerimientos térmicos más elevados, como el café. Por ello es prácticamente igual

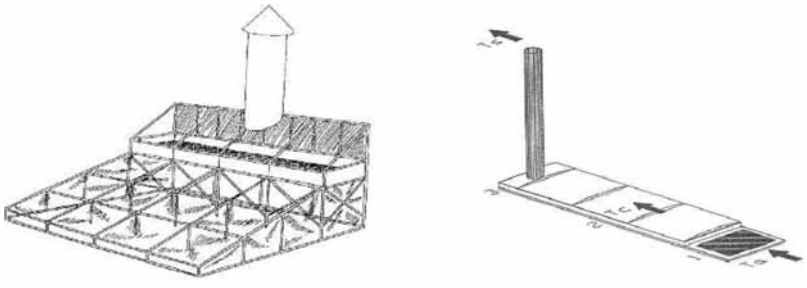


Figura 3. Secadores solares mixtos por convección natural. Fuente: ITDG-Group (izda), Solar drying Handbook (dcha)

de ventajoso que el secador directo en el sentido de eficiencia y coste. La circulación del aire se logra por diversos métodos; **circulación forzada** (el aire es movido por un ventilador), **circulación por convección natural** (movido por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo que promueven la convección térmica del aire: el uso de chimeneas constituye un caso particular de convección natural), o **circulación por acción del viento** (el movimiento de aire es producido por el propio viento imperante en el lugar). En algunos casos el viento actúa en forma indirecta moviendo un ventilador que produce la circulación del aire dentro del equipo.

Secado por convección natural o por acción del viento: La circulación por convección natural o por la acción del viento permite el funcionamiento del equipo en zonas sin suministro local de energía eléctrica, aunque en la mayoría de los casos está limitada a lugares con recurso eólico suficiente. Para que sea viable deben existir vientos constantes de al menos 1 a 2 m/s durante las horas diurnas. La circulación por convección natural se hace más difícil de incorporar cuando el equipo crece de tamaño.

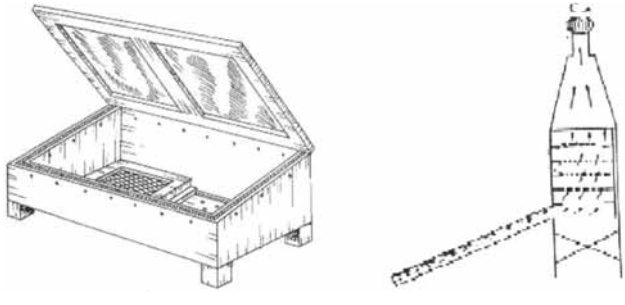


Figura 4.Secadores solares indirectos por convección natural (izda.) y mixta (dcha.). Fuente: ITDG-Group

Para equipos pequeños o medianos se pueden lograr velocidades de aire de 0,4 a 1m/s al interior de la cámara, pero en los equipos grandes esta velocidad no sobrepasa los 0,1 a 0,3 m/s.

Secado por convección forzada: La circulación forzada facilita el diseño en el caso de los equipos de mayor tamaño, así como el control del proceso de secado. La circulación forzada permite mayor libertad en la colocación de los diversos elementos que integran el equipo. Usando este tipo se pueden obtener velocidades de circulación de aire mucho mayores, facilitando el proceso de secado. Otro aspecto es que se puede durante las 24 horas, lo cual puede ser conveniente en las primeras etapas del secado para eliminar la humedad libre del producto.

Resulta ventajoso hacia el final del proceso de secado, ya que permite una mejor retención de aroma y obtener mayores temperaturas para eliminar la humedad residual. Su principal desventaja es el hecho de que se debe disponer de una fuente de energía eléctrica. El contacto entre el aire y el producto puede hacerse por **secado simple**, donde el aire circula a lo largo de la superficie del producto que está dispuesto en capas delgadas(productos polvorosos, granulosos o compactos), por combinación de **dispersión y raspado** en secadores de tambor, o por circulación del aire **a través del material**, mejorando en este último caso la transferencia de calor y de humedad, aunque la pérdida de carga que sufre el aire es importante.

Suele seguirse como criterio general tomar la opción del secador por circulación natural como primera opción, en caso de que las pérdidas de carga no sean lo suficientemente importantes. El inconveniente es que en periodos prolongados de escasez solar el calentamiento del aire no sea lo suficiente como para llegar a vencer las pérdidas de carga del secador. Si se observa que se puede dar este caso, debido a un gran tamaño, a una elevada humedad, o a largos períodos sin sol, se procede a considerar el diseño de secadores mediante circulación forzada, implementando ventiladores en serie al circuito del secador alimentados eléctricamente. Al mismo tiempo se considera la introducción de una chimenea al final del secador para facilitar la tarea de tiro natural, y alimentación eléctrica con sistemas fotovoltaicos, como elementos complementarios.

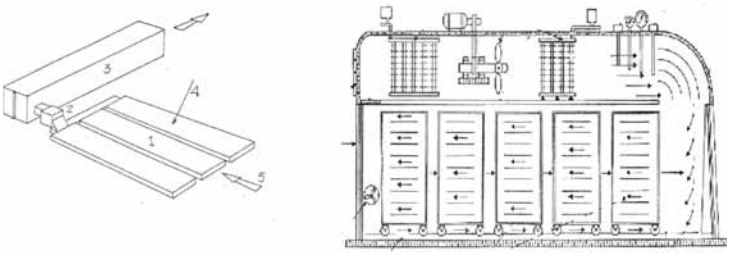


Figura. 5. Secadores solares indirectos por convección forzada, sin recirculación (izda.), con recirculación (dcha.).
Fuente: Solar druying Handbook.

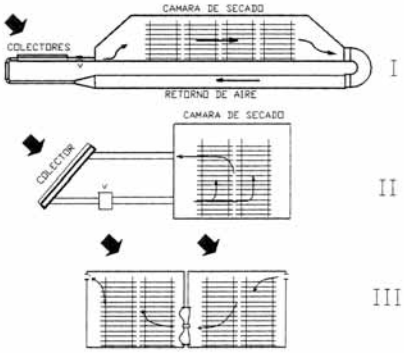


Figura 6. Sistemas de circulación de aire en colectores.
Fuente: Solar drying Handbook.

Secado con acumulación de calor: Se utiliza para poder mantener un secado de producto durante la noche, aunque esto implica disponibilidad de sistemas de regulación, y gran dificultad en la construcción de lechos de acumulación eficientes (piedras o materiales porosos). Este tipo resulta una buena aplicación para grandes producciones, siempre que el nivel de organización de la comunidad y la disponibilidad de tecnología sean las adecuadas.

Elección de la temperatura de secado

Uno de los parámetros más importantes en la elección del tipo de secador es la temperatura de secado, y para ello es necesario tener en cuneta los siguientes condicionantes:

Una elevada temperatura permite aumentar la velocidad de secado, pero conduce a veces a la aparición de una costra en la superficie del producto (fenómeno de “case hardening”) que dificulta la extracción de humedad. En cambio una temperatura demasiado baja aumenta considerablemente el tiempo de operación. Algunos productos son termo sensibles, como el café, y no pueden ser secados a temperaturas superiores a 60 °C porque pierden sus propiedades más características, como son aroma y sabor, recogidas en los aceites contenidos en los granos.

Secado a bajas temperatura: Se denominan procedimientos de secado a bajas temperaturas, aquellos que usan aire a temperatura ambiente o calentado de 3 a 5 ºC, como medio de transporte de humedad y energía. En estos procedimientos se emplean bajos flujos específicos de aire (2 - 5 m^3/min.). Los bajos flujos de aire, junto con las condiciones de éste, hacen que los procedimientos de secado a bajas

temperaturas sean típicamente lentos y tarden días o semanas en alcanzar la humedad deseada del producto. En cambio, son energéticamente eficientes y el producto final es de buena calidad. Se les puede emplear para producciones tanto pequeñas como grandes, y sus puntos limitantes son las condiciones ambientales, la velocidad de cosecha del producto y el posible desarrollo de hongos.

Secado a altas temperaturas: Los procedimientos de secado a altas temperaturas se caracterizan por el empleo de aire calentado, por lo menos a 10°C, sobre la temperatura ambiente. Los flujos específicos del aire son mayores que en los casos anteriores y, en consecuencia, la velocidad de secado es más alta. Así, el secado de granos a altas temperaturas se emplea en lugares donde hay grandes producciones.

Colectores y cámara de secado

Los dos elementos más significativos de la construcción de un secador son la cámara de secado, y los colectores de absorción de calor.

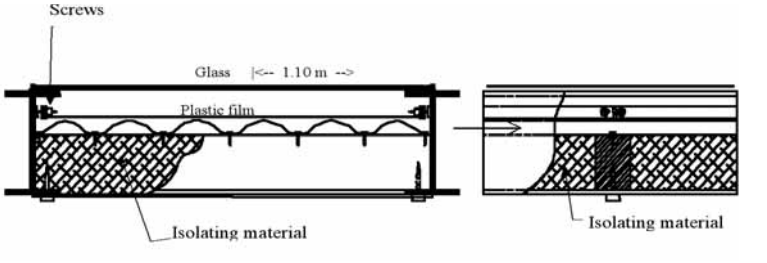
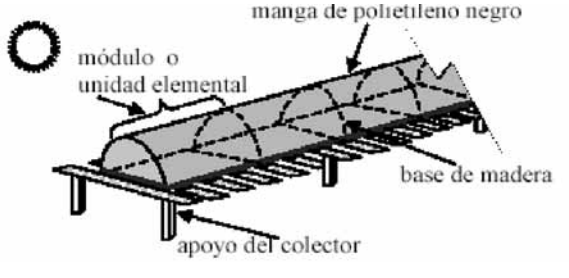


Figura 7. Corte transversal de colectores solares para conducción de aire.
Fuente: GCCT-Proyecto Brasil 1999.

Bajo criterios de construcción de colectores con materiales disponibles localmente, existen varias posibilidades de diseño. Una de las más usadas es la de colectores planos de aire, con una serie de conductos por los que circula el aire a calentar. En este tipo se distingue la placa colectora con los tubos donde circula el aire, y el cristal o lámina transparente que actúa como barrera de calor convectiva. La otra posibilidad es una distribución tipo invernadero, con colectores en forma de tubo, recubiertos con polietileno transparente. En este, caso el colector es al mismo tiempo el tubo por donde circula el aire, y se suelen rellenar parcialmente con material oscuro para mantener una cierta acumulación.

Ejemplos de aplicación

Secador de tubo de madera: El secadero solar se construyó en un aserradero ubicado en Resistencia (Chaco, Argentina). Estaba constituido por un túnel colector de 60 m de largo, de sección semicircular, cubierto por un plástico transparente de baja densidad de 100 micrones de espesor, del tipo LD y con tratamiento UV. Sobre el piso del túnel se colocó un plástico negro de 200 micrones de espesor. Anexado al túnel había una cámara de secado de 12 m^3 de capacidad y una chimenea de 12 m de alto. (Reuss M 1997).



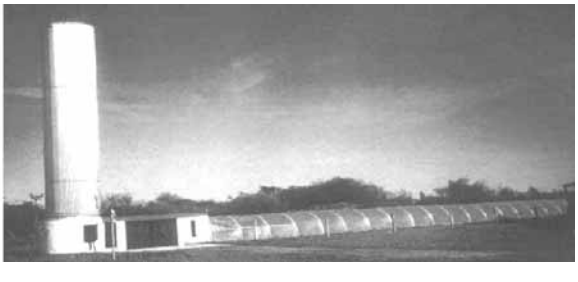


Figura 8. Secador mixto para madera. Avances en Energías Renovables y Medio AmbienteVol. 7, Nº 1, 2003. Argentina. ISSN 0329-5184.

Para este tipo de secador la circulación del aire por flujo oblicuo al producto, al mismo tiempo, tiene la ventaja de que, al estar el producto expuesto directamente al sol, la deshidratación es más rápida.

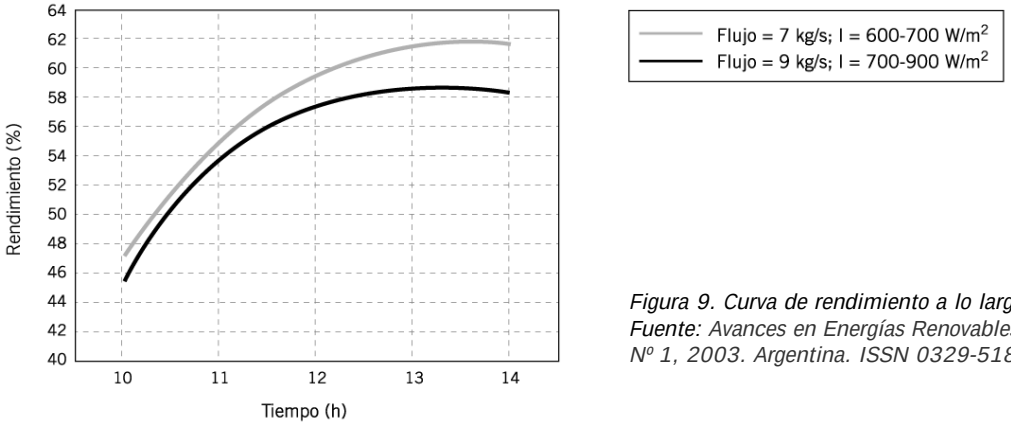


Figura 9. Curva de rendimiento a lo largo del tiempo.
Fuente: Avances en Energías Renovables y Medio AmbienteVol. 7, Nº 1, 2003. Argentina. ISSN 0329-5184.

La cobertura solar anual que garantiza este tipo de secador, respecto a las necesidades energéticas globales, está alrededor del 60%, para unas 12h de secado

Secador solar con acumulación de calor en Brasil: En la planta construida se integran aquellos espacios reservados para el pre-procesado del producto, el propio sistema de secado, el procesado final y el almacenamiento del producto acabado. La superficie total de la planta es de aproximadamente 150 m². Los colectores solares de aire se encuentran integrados en la estructura del techo.

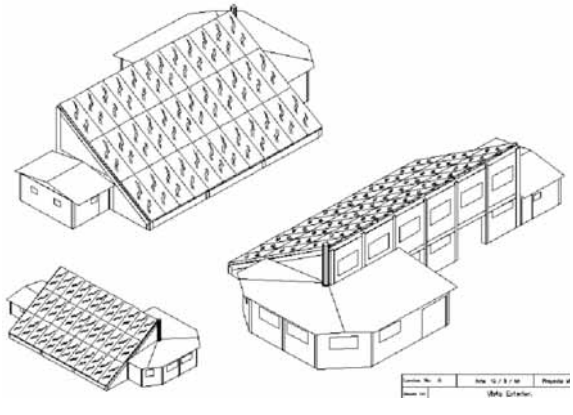


Figura 10. Estructura edificio con secador solar integrado y esquema de funcionamiento
Fuente: Avances en Energías Renovables y Medio AmbienteVol. 7, Nº 1, 2003. Argentina. ISSN 0329-5184.

Se trata de colectores de construcción propia en los que se han usado materiales disponibles localmente con el objetivo de obtener un bajo coste por m² de colector y posibilitar el mantenimiento posterior. La cubierta del colector se compone de un vidrio simple de bajo contenido en hierro. La superficie absorbedora se han construido usando planchas onduladas de acero galvanizado pintadas de negro En la Figura 7 se puede observar esquemáticamente la estructura de los colectores solares integrados en la estructura del techo del edificio, entre las correas estructurales.

El procedimiento ideado es un sistema solar de aire con almacenamiento de energía y recirculación de parte del aire húmedo a la salida de la cámara de secado. Los elementos principales que lo forman son: el techo de colectores solares de aire que proporcionan la mayor parte de la energía necesaria para el secado; la cámara de secado donde se coloca el producto; un lecho de piedras que se usa como sistema

de almacenamiento de energía para garantizar el secado funcione continuo; un calentador auxiliar que usa gas como fuente de energía y un sistema de *by-pass*.

El sistema tiene dos formas de funcionamiento. El primero es el que se produce cuando los colectores solares son capaces, gracias a la radiación solar, de aportar una cantidad de energía significativa. A este modo le llamaremos "modo diurno", por ser el que funcionará sobre todo en días de radiación solar. En el segundo, cuando los colectores solares no proporcionan energía suficiente para calentar el lecho de piedras, se hace circular aire de manera forzada de manera inversa a través del lecho de piedras con el ventilador situado entre el lecho y la cámara de secado. En este caso no se hace circular aire a través de los colectores solares y el modo de funcionamiento recibe el nombre de "modo nocturno". El sistema dispone de un sistema de regulación centralizado en un PLC (Controlador lógico programable) que incorpora, en el mismo equipo, el control diferencial entre temperatura de salida de colectores y la temperatura del lecho de piedras.

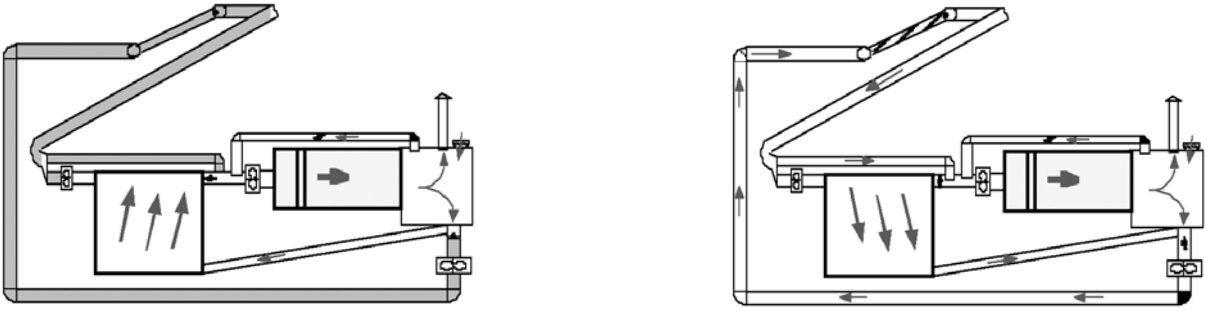


Figura 11. Modos de funcionamiento del sistema de secado solar. Izda.) modo diurno; dcha) modo nocturno. Fuente: GCCT-Proyecto Brasil 1999.

Para garantizar un proceso de secado controlado, el aire debe entrar en la cámara de secado a una temperatura constante entre 55 y 65 ºC.

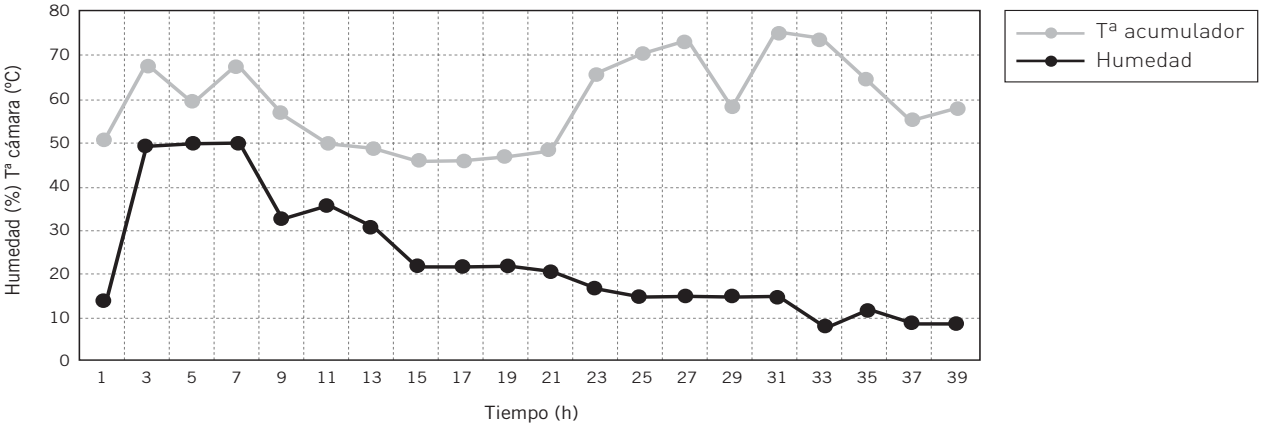


Figura 12. Evolución temporal de la humedad de producto y temp. de secado. Fuente: GCCT-Proyecto Brasil 1999.

La cobertura solar anual que garantiza este tipo de secador, respecto a las necesidades energéticas globales, está alrededor del 65%, para un tiempo de secado de unas 40h, y un descenso de humedad relativa del producto de hasta el 10%.

Conclusiones

Ante la gran cantidad de sistemas de secado que actualmente hay disponibles, las **ventajas** del secado solar de productos agrícolas son los siguientes:

- Mejora de la calidad de vida de los pequeños productores; que, al no disponer de los mecanismos de secado o conservación adecuados como para garantizar la venta del producto antes de que este se pudra, deben malvenderlo a las grandes productoras en la mayoría de las ocasiones. Mediante la utilización del secado solar la posición de los campesinos es muy distinta, ya que una vez secado, cuentan con tiempo suficiente para colocar su producto en el mercado y garantizar un intercambio comercial más justo.

- **Los tiempos de secado respecto al secado tradicional se recortan, según el tipo de secador, entre un 50% y un 90 %.**

- Proceso constante y controlado y menores pérdidas de producto; con respecto al secado de producto en "patios", el cual experimenta continuos cambios de temperatura. Además, las inclemencias meteorológicas, tales como lluvias o tormentas tropicales, no sólo no favorecen el secado, sino que ésta se recupera –por histéresis– parte de la humedad ya perdida.

- Mayor calidad, ya que el producto secado bajo unas condiciones más estables siempre posee unas mejores propiedades organolépticas. Es beneficioso y respetuoso con el medio ambiente; en comparación con el uso de madera del bosque, causante en parte de la deforestación de las zonas productoras, o con los combustibles fósiles, que son una fuente de mayor contaminación atmosférica, de los ríos y de los acuíferos.

- Disponibilidad absoluta e in situ de la fuente energética; lo que posibilita su utilización en cualquier lugar con unas horas adecuadas de sol. Ahorro de espacio, en comparación con el secado en "patio"

Las **desventajas** y dificultades de este tipo de sistemas son diversas y a considerar desde varias perspectivas:

Tecnológicas, principalmente en comparación con sistemas industriales convencionales, que son más rápidos y versátiles que los secadores solares, si bien los industriales normalmente elaboran un producto de menor calidad y exigen una concentración muy alta de capital y de tecnología.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad social y económica, hay que decir que no siempre es socialmente asumible y aceptable. La utilización del secador debe facilitar y no entorpecer el trabajo de los usuarios, por lo que el trabajo derivado de su utilización debe ser especialmente sencillo.

El aspecto esencial a tener en cuenta es el destinatario final del secador. Un secador excesivamente tecnificado podría ser más eficiente que los desarrollados en este artículo, pero sería igualmente difícil de manejar si utilizamos en su concepción una regulación electrónica o reguladores de frecuencia (para adaptar el flujo de los ventiladores a la temperatura de salida deseada), o un simple lecho de piedras como acumulación (que requeriría de un sistema de recirculación a controlar por alguien o por algo). Los secadores austeramente tecnificados no entorpecen el uso del secador con una tecnología demasiado

compleja, y sólo en algunos casos, como el ejemplo de Brasil se incorpora algunos de estos sistemas de regulación, aunque teniendo en cuenta que sólo son útiles en entornos donde los controladores se pueden comprar, y se puede garantizar su mantenimiento en caso de rotura. El criterio a seguir será garantizar que el esfuerzo canalizado en la utilización del secador sea menor que el invertido en el proceso de secado tradicional.

Por último, el coste del secador debe ser lo más bajo posible, tanto en su construcción como en el mantenimiento para que el proyecto sea económicamente sostenible lo que implica que su realización, desarrollo y mantenimiento no hipoteque a sus usuarios; teniendo en cuenta la capacidad económica de éstos es necesario que la inversión y costes de mantenimiento sean mínimos. De esta forma logramos justificar doblemente la tecnificación del secador. Con este objetivo es necesario que se utilicen materiales propios de la zona, sin necesidad de importar ningún tipo de material de otro lugar lejano. Se tiene la certeza que la utilización de materiales, digamos “no-técnicos”, permite disponer de unas propiedades, si no iguales, sí semejantes a los materiales compuestos o muy tecnificados (composites, plásticos técnicos). Al mismo tiempo, y en paralelo, se contempla como eje principal de diseño de un secador el optimizar tanto el consumo de recursos energéticos como la minimización de productos de deshecho que se desprendan de su utilización.

Referencias bibliográficas

DE QUEIROZ, M.R. (1994), *Estudo Teorico-Experimental da Cinetica de Secagem de Bananas*, Ph.D. Thesis, Universidade Estadual de Campinas, SP-Brasil.

GURRUCHAGA, I. (2001), "Diseño de un Secador de Café en una Zona en Vías de Desarrollo", Proyecto Final de Carrera, ETSEIT-UPC, Terrassa-España.

ITDG (1996), "Técnicas de Secado", Cuadernos de Tecnología Apropiada, ITDG-Group, Lima-Perú.

SALOM, J., ORTEGA, O., FELIPE, J. J. (1996), "A Mathematical Model for Indirect Solar Dryers", Proceedings of the EuroSun'96 Conference, pp. 346-351.

SALOM, J., SCHWEIGER, H., CANYADELL, J., CIPRIANO, X., CORTÉS P., GONZÁLEZ, y LAO, J. (2000), "Planta solar de secado de banana", X Congreso Ibérico de Energía Solar, III Jornadas Técnicas sobre Biomasa, Córdoba, 27 al 29 de marzo de 2000.

SCHIRMER, P. et al. (1996), "Experimental Investigation of the Performance of the Solar Tunnel Dryer for Drying Bananas", *Renewable Energy*, Vol. 7, No. 2, pp. 119-129.

12

Energía solar fotovoltaica para la electrificación del medio rural

Miguel Ángel Egido Aguilera y Estefanía Caamaño Martín

Instituto de Energía Solar.
Universidad Politécnica de Madrid.

Resumen

La energía solar fotovoltaica es uno de los recursos energéticos más apropiados para llevar la electricidad al medio rural, a causa de las propiedades de modularidad y autonomía, por precisar bajo mantenimiento y ser no contaminante. Es difícil determinar el número de instalaciones domésticas distribuidas por los países en vías de desarrollo, precisamente por estas características que hacen de ella una alternativa viable para proveer de servicios eléctricos a las comunidades rurales alejadas de las redes de distribución.

Para ejemplificar las posibilidades de esta tecnología, los autores exponen un proyecto de instalaciones domésticas en el que los usuarios compran las instalaciones mediante créditos. Se trata del proyecto de electrificación solar de viviendas rurales, iniciado en 1996, situadas en las islas y en la costa del lago Titicaca, en la región de Puno (Perú).

De las evaluaciones efectuadas en estos casi 10 años, se desprende que, en líneas generales, la energía eléctrica ha traído muchos beneficios a estas comunidades.

Abstract

Photovoltaic solar energy is one of the most appropriate energetic sources to bring electricity to rural areas, due to its modularity and autonomy, low maintenance and non-pollutant characteristics. Is it difficult to determine the number of domestic installations in developing countries, due to these characteristics, which make it a viable alternative to provide electric services to rural communities located far from the distribution networks.

As an example of the possibilities of this technology, the authors present a project of installations in households in which the users buy the installations with loans. This is a solar electrification project for rural households in the islands and coast of the Titicaca lake, in the Puno region (Peru), started in 1996.

From the evaluations carried out in the last 10 years of this project, it is clear that electricity has brought many benefits to these communities.

Résumé

L'énergie solaire photovoltaïque est une des ressources énergétiques les plus appropriées pour porter mener l'électricité au milieu rural, en raison des propriétés de modularité et autonomie, d'avoir besoin d'une basse maintenance et de ne pas être polluant. Il est difficile de déterminer le nombre d'installations domestiques distribuées dans les pays en voies de développement, justement grâce à ces caractéristiques qui font d'elle une alternative viable pour desservir des services d'électricité aux communautés rurales éloignées des réseaux de distribution.

Pour illustrer avec des exemples les possibilités de cette technologie, les auteurs exposen un projet d'installations domestiques dans lequel les utilisateurs achètent les installations grâce aux crédits. Il s'agit du projet d'électrification solaire de logements ruraux, commencé en 1996 dans les îles et sur la côte du lac Titicaca, dans la région de Poing (IPérou).

Des évaluations effectuées dans ces 10 ans, il en découle que l'énergie électrique a apporté beaucoup de bienfaits à ces communautés.

Introducción

La energía solar fotovoltaica es uno de los recursos energéticos más apropiados para llevar la electricidad al medio rural, a causa de las propiedades de modularidad y autonomía, por precisar bajo mantenimiento y ser no contaminante. Prueba de ello es que se está utilizando en multitud de países para mejorar las condiciones de vida, impulsada por muy diversos actores: gobierno, organizaciones no gubernamentales, entidades privadas. Los mecanismos financieros de implementación son también muy variados: donación, subsidio para la compra, empresas concesionarias de energía, créditos, venta al contado, etc.

En Kenia, mediante venta directa y sin ninguna subvención, se han alcanzado las 150.000 instalaciones fotovoltaicas.

Es difícil determinar el número de instalaciones domésticas distribuidas por los países en vías de desarrollo, precisamente por el carácter descentralizado y modular de la electricidad solar y por la variedad de actores implicados; con todo se estima en más de un millón. En la Tabla 1 se muestra una estimación de instalaciones fotovoltaicas domiciliarias de algunos de los países con programas más ambiciosos.

País	Nº SFV	País	Nº SFV
Argentina	2.000	Méjico	90.000
Brasil	4.500	Nepal	2.500
China	285.000	Rep. Dominicana	10.000
Colombia	12.000	Sri Lanka	5.000
Honduras	3.000	Suazilandia	1.200
India	118.000	Suráfrica	60.000
Indonesia	80.000	Túnez	3.000
Kenia	150.000	Zimbabue	80.000
Marruecos	50.000		

Tabla 1. Relación de sistemas instalados hasta el año 2000 en algunos países (Nieuwenhout, 2000).

Estas instalaciones proporcionan un nivel bajo de electrificación, desde la perspectiva del Primer Mundo. La producción promedio con un módulo de 50 Wp es de unos 200 Wh/día en zonas tropicales, mientras que el consumo promedio español es de unos 7.000 Wh/día por vivienda, unas 35 veces superior.

Sin embargo, las repercusiones socioeconómicas, sólo por el hecho de tener iluminación de mucha más calidad que la que proporcionan las lámparas de queroseno, de aceite o las velas, son muy importantes. La jornada de actividad se amplía de forma notable, lo que permite estudiar a los niños y continuar las actividades manuales en la casa durante unas horas.

También el acceso a la televisión (lo habitual es que la radio se alimente con pilas secas) tiene consecuencias destacadas –quizá no todas deseables–: permite mantenerse informado de un mundo muy lejano, en todos los sentidos, pero con el que necesariamente hay que relacionarse.

Asimismo son muy frecuentes las instalaciones solares en centros de salud y escuelas. En el primer caso, los beneficios principales son la posibilidad de almacenar vacunas, utilizar instrumental eléctrico y mejorar los servicios de urgencia nocturnos.

Pocas son las aplicaciones productivas en las que se emplea electricidad solar; la única que se puede considerar de uso generalizado es el bombeo de agua para consumo doméstico, la irrigación y la extracción agua para el ganado.

Mercado fotovoltaico rural

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica pueden clasificarse en dos grandes grupos: autónomas y conectadas a la red eléctrica. La electrificación rural con energía solar sólo utiliza sistemas autónomos de generación; sus dimensiones varían mucho: desde una linterna hasta una central fotovoltaica para suministrar electricidad a una comunidad entera, pasando por la aplicación más extendida, el suministro doméstico (Tabla 2 y Tabla 3).

Ejemplo:

Los sistemas fotovoltaicos domiciliarios están compuestos por un módulo, de entre 30 y 100 Wp, una batería de plomo ácido de arranque, varias lámparas fluorescentes y una toma de corriente para radio y/o TV.

En realidad, no hay limitaciones técnicas en cuanto a la potencia eléctrica que se puede generar con módulos fotovoltaicos (algunas instalaciones en el Primer Mundo, conectadas a la red eléctrica –sin baterías–, alcanzan los megavatios). Es el coste elevado y la baja capacidad adquisitiva en el entorno rural no electrificado lo que limita el tamaño del generador.

TIPO DE APLICACIÓN	DISEÑO COMÚN DE LOS SISTEMAS	EJEMPLOS EXISTENTES
Aplicaciones en el sector agrícola		
Iluminación y ventilación para granjas avícolas, para ampliar la iluminación y aumentar la producción	50–150 Wp, electrónica, baterías, varios tubos fluorescentes, ventiladores	Egipto, India, Indonesia, Vietnam, Honduras
Irrigación	900 Wp, electrónica, tanque de agua pequeño con bomba de CC o CA	India, México, Chile
Cercas eléctricas para gestión del pastoreo	Tablero de 2 a 50 Wp, batería, alimentador para cerca	EE.UU., Australia, Nueva Zelanda, México, Cuba
Control de plagas (palomillas)	Linternas solares para apartar a las palomillas del campo	India (Winrock Intl.)
Refrigeración para conservación de fruta	Sistemas híbridos FV/eólicos o sistemas FV de 300 a 700 Wp con refrigeradores de CC (hasta 300 litros)	Indonesia (Winrock Intl.)
Clínicas veterinarias	300 Wp, baterías, electrónica, refrigerador/congelador, 2 tubos fluorescentes	Siria (proyecto de la FAO)
Agua para el ganado	900 Wp, bomba electrónica CC/CA, depósito de agua	EE.UU., México, Australia
Bombas de aire para cría de peces y camarones	800 Wp, baterías (500 Ah), electrónica, motor de CC, rueda hidráulica de paletas para estanque de 150 m2	Israel, EE.UU.
Incubadora de huevos	tablero de hasta 75 Wp, caja integrada y elemento de calefacción para empollar 60 huevos	India (Tata/BPSolar), Filipinas (proyecto BIGSOL)
Aspersión de cultivos	5 Wp, aspersor	India (estados del sur), aunque BP Solar canceló el paquete de productos
Aplicaciones en la industria artesanal		
Taller de sastrería	Sistema de 50–100 Wp con luces de CC y máquina de coser eléctrica	Muchos países (i.e. proyectos de los NREL)
Taller de servicio de aparatos electrónicos	50–100 Wp de luces CC y cautín	Bangladesh (proyecto Grameen Shakti), India, Indonesia
Taller de joyería de oro	Sistema de 60 Wp con iluminación CC y soldadura	Vietnam (proyecto de SELF)
Taller de reparación de bicicletas	Sistema de 80 Wp para iluminación CC y pequeño taladro CC	Conceptual: Vietnam – Provincia de Ha Tinh (Proyecto del FIDA)
Taller de artesanías productos de madera, bambú, tejido de cestos, etc.)	Sistema de 60–100 Wp para iluminación y herramientas pequeñas CC	Nepal, Vietnam
Cultivo de perlas	Sistemas FV de 0,4 – 1 kWp para taladros, bombas, luz y compresores en los talleres artesanales	Casos en la Polinesia francesa (energía solar)

Tabla 2. Inventario de sistemas FV para la agricultura y desarrollo rural sostenibles Fuente: van Campen, et al. (2000).

TIPO DE APLICACIÓN	DISEÑO COMÚN DE LOS SISTEMAS	EJEMPLOS EXISTENTES
Aplicaciones en el sector comercial de servicios		
Sala de cine local	Sistema de 100–150 Wp con iluminación CC y TV a color + videograbadora o satélite	República Dominicana (proyecto ENERSOL), Vietnam (Solarlab), Honduras
Centros de carga de baterías	Sistemas de 0.5 – 3 kWp con dínamo CC para carga de baterías para ventas de Kwh. para uso doméstico o a microempresas	Marruecos (Noor Web), Filipinas (NEA), Senegal, Tailandia, Vietnam (Solarlab), la India, Bangladesh
Microservicios	50 Wp, electrónica, batería, 5–7 tubos fluorescentes (alquilados)	India, Bangladesh (proyecto Grameen Shakti)
Alquiler de linternas solares para ocasiones especiales (bodas, fiestas, reuniones)	Linternas solares (5 – 10Wp)	India (NEC) parte de un programa juvenil
Iluminación, radio/TV y pequeños aparatos como licuadoras para restaurantes,	20–300 Wp, electrónica, batería, aparatos, inversor (en caso necesario)	Muchos países, incluso un bar con karaoke en las Filipinas talleres y bares
Pensiones alpinas y de ecoturismo	Linternas solares, sistemas SSD y otros mayores para iluminación y refrigeración	Nepal, la India, Perú, Trinidad y Tobago, México
Servicio de telefonía celular	Un sistema de 50 Wp con dos luces y un enchufe para cargar las baterías de los teléfonos celulares	Bangladesh (proyecto de Grameen Shakti)
Equipo de computación en oficinas rurales	Sistemas de 8– 300 Wp para iluminación, fax, TV, etc.	Bangladesh, Costa Rica, Chile
Servidor de Internet para el comercio electrónico	Integrado en un servicio solar multifuncional (> 1 kWp)	Ribera Occidental (proyecto Greenstar)
Aplicaciones para servicios sociales básicos		
Clínicas de salud	150–200 Wp, aparatos electrónicos, baterías de ciclo profundo, refrigerador/congelador pequeño	Muchos países (normas de la (normas de la OMS)
Bombeo de agua potable	1 – 4 kWp, aparatos electrónicos, bomba, reservorio (no suele necesitar baterías)	Muchos países, por ejemplo, amplio proyecto de los países sahelianos (proyecto de la UE)
Purificación de agua	Energía FV para activar purificadores UV o de ozono para agua (0,2–0,3 Wh/litro)	Muchos países, p. e., China, Honduras, México, Ribera Occidental
Desalinización del agua	1 – 2 kWp necesarios para accionar la ósmosis inversa otras unidades de desalinización por metro cúbico al día	Italia, Japón, EE.UU., Australia, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita
Servidor de Internet para telemedicina	Servicio solar integral multifuncional (> 1kW)	Ribera Occidental (proyecto Greenstar)
Escuelas y centros de capacitación	Sistemas FV para iluminación, TV, videograbadoras, equipo de computación	Muchos países: China, Honduras, México, Filipinas
Iluminación de la vía pública	35/70 Wp, electrónica, batería, o 2 lámparas	India, Indonesia, Filipinas, Brasil

Tabla 3. Inventario de sistemas FV para la agricultura y desarrollo rural sostenibles (continuación).

Estudio de caso: Electrificación solar en la región de Puno (Perú)[1]

Una alternativa viable para proveer de servicios eléctricos a las comunidades rurales alejadas de las redes de distribución es implementar sistemas fotovoltaicos. Para evidenciar las posibilidades de esta tecnología se ha escogido un proyecto de instalaciones domésticas en el que los usuarios compran las instalaciones mediante créditos.

En el año 1996 se inició un proyecto de electrificación de viviendas rurales situadas en las islas y en la costa del lago Titicaca. Ha conseguido un grado de sostenibilidad elevado, de modo que actualmente continúa operativo y el número de usuarios sólo ha detenido su crecimiento por la falta temporal de apoyo financiero.

Figura 1. El Lago Titicaca y la ubicación de las comunidades de los Uros, Amantaní, Taquile, Soto, Suasi y Huancho Lima donde el CER–UNI[2] desarrolló sus proyectos.

La cuenca del Titicaca se localiza en el denominado altiplano andino, una extensa llanura ubicada a una altura de unos 4.000 m.s.n.m, que se extiende por el sudeste peruano y por territorio boliviano y chileno entre los paralelos 15º S y 17º S. Durante el invierno la temperatura puede llegar hasta –16ºC en algunos lugares; en primavera la máxima es de 19ºC.

El aire es tan liviano que hay que cuidar especialmente la refrigeración de los equipos electrónicos, ya que la transmisión de calor por convección depende de la densidad del fluido.

La superficie promedio del lago es de 8.200 km^2 y la profundidad máxima de 280 m. El contorno de sus orillas, incluyendo las islas, es de 1.141 km y almacena una media de 840.000 millones de m^3 de agua dulce. Las mayores de sus 30 islas son Amantaní, Taquile, Soto, Suasi, Campanario, Espinar y las del Sol y de la Luna. Deben añadirse los cerca de 50 islotes flotantes construidos por los Uros.

Comunidad indígena, básicamente aymará aunque también hay quechuas, que vive en islas artificiales fabricadas con totora, un arbusto lacustre muy abundante.

---

1 *Federico Morante es el autor de gran parte de este estudio. Trabaja en el Instituto de Electrotécnica y Energía – Universidad de São Paulo (Brasil). La información ha sido recogida por el propio autor, en algunos casos, y en otros procede de informes y artículos escritos por el Dr. Manfred Horn y el ingeniero Rafael Espinoza, coordinadores del proyecto y miembros del CER–UNI.*

2 *Centro de Energías Renovables. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.*

Marco energético y características socioeconómicas

Según el Informe de Desarrollo Humano del PNUD del año 2003, el IDH del Perú (0,752) lo sitúa en el puesto 82 entre 175 países. Sin embargo, el informe nacional del PNUD indica que la región de Puno tiene un IDH de 0,512, que corresponde a un índice “medio bajo”.

Con relación a la energía, los datos de ELECTRO PUNO S.A.A., la compañía eléctrica de la región, indican que el coeficiente de electrificación ha ido en aumento: en 1998 el índice era de 45,20%; en 1999, de 47,09%, y en junio del 2003, de 59,12%. No obstante, esta expansión se ha dirigido principalmente hacia las zonas urbanas y no se ha logrado atender más que a una pequeña parte de la población rural.

La Tabla 4 muestra las diferencias entre la población urbana y la rural respecto a indicadores de calidad de servicios; nótese que la electrificación sigue una pauta similar al resto de los marcadores.

Población alfabetizada de 15 y más años (%)		Población con acceso a servicio de agua potable (%)		Población con acceso a servicio de saneamiento (%)		Población de 6 a 17 años que asiste a la escuela (%)	
Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
73,2	94,5	39,3	77,9	0,8	58,7	88,4	93,8

Tabla 4. Disparidades entre áreas urbana y rural de la región de Puno (2000) (PNUD–Perú, 2002).

En términos de la expansión de las redes eléctricas, las barreras mayores se relacionan con:

- La difícil geografía local, muy accidentada y plagada de obstáculos naturales.
- El bajo poder adquisitivo de la población rural.
- La dispersión de la población en múltiples comunidades campesinas o pequeños poblados.

En consecuencia, las líneas de distribución de energía llegan exclusivamente a las zonas urbanas, en detrimento de las rurales.

La electrificación de las viviendas rurales y de los diversos locales comunales (escuelas, postas médicas, centros de reunión, etc.) se puede abordar utilizando algún tipo de tecnología de generación descentralizada, que en estas condiciones es claramente viable.

Experiencias previas en proyectos fotovoltaicos de electrificación rural en la región

En 1986, a través de una iniciativa auspiciada por GTZ[3],se inició un proyecto de electrificación con tecnología fotovoltaica, que se interrumpió cuando en 1991, a causa de la violencia política desatada por Sendero Luminoso y el consecuente estado de guerra interna, los expertos alemanes fueron amenazados y tuvieron que retirarse. Durante ese tiempo, se instalaron 500 sistemas fotovoltaicos en total en la región (Horn, 2001).

3 Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH)

Cuando GTZ salió de la región de Puno, los técnicos peruanos formados a través de este proyecto constituyeron la empresa privada SOLSISTEMAS S.A. Una de las motivaciones fue la conservación del saber hacer técnico acumulado en todos esos años, además de aprovechar el conocimiento adquirido sobre el mercado rural (Dianderas, 1998).

Uno de los mayores obstáculos fue el bajo nivel de ingresos de la población rural, agravado por la falta de financiación institucional y el desinterés de la banca comercial.

No obstante, SOLSISTEMAS y otras empresas siguen actuando y se desconoce el número de instalaciones realizadas. Sus principales clientes provienen de las entidades gubernamentales y de las ONG presentes en la zona. Dentro del sector privado, hay que tomar en cuenta los instalados por las empresas que atienden la telefonía rural; la razón es la contribución al desarrollo del mercado y a la formación de técnicos.

La experiencia del Ministerio de Energía y Minas del Perú

Con la finalidad de mejorar el acceso a la energía eléctrica en las zonas rurales del país, en mayo de 1995 fue suscrito un convenio entre el MEM (Ministerio de Energía y Minas del Perú) y el PNUD.

Ese mismo año la Dirección Ejecutiva de Proyectos (DEP) del Ministerio inició un programa de energías renovables, que tenía en cuenta la tecnología fotovoltaica, y para el que fueron seleccionadas algunas comunidades del Altiplano como Huancho Lima y los Uros.

La cuestión de la sostenibilidad, fundamental en los proyectos de cooperación, no ha sido resuelta en ninguno de los casos previos; aún es un gran reto alcanzarla; el proyecto que se analiza muestra indicadores muy positivos en este aspecto.

La metodología de implementación utilizada

Los proyectos del CER–UNI han seguido básicamente el modelo de financiación institucional, la venta a plazos y la instalación y soporte técnico por cuenta de los promotores.

Los cobros de las cuotas y la asistencia técnica están bajo la responsabilidad de un técnico de la ciudad de Puno que, simultáneamente, actúa como enlace entre los usuarios y el CER–UNI.

Para decidir qué viviendas serían electrificadas se realizaron visitas previas y se empadronó a los potenciales interesados. Se firmaron contratos donde se consignan las responsabilidades tanto del CER–UNI como de los usuarios.

En la etapa inicial del proceso, los usuarios pagan su primera cuota; solo se tornan propietarios de los equipamientos en el momento en que concluyen todos los pagos. La falta de pago puede ser penalizada con el retiro de los sistemas.

A partir de la instalación de los sistemas se comenzó a contar el tiempo de la garantía de un año proporcionada por el CER–UNI. Puesto que algunas de las partidas de baterías dieron un resultado muy inferior al esperado, el CER–UNI pagó la reposición, pese a que en muchos casos ya había transcurrido más de un año.

Al término de este plazo son los propios usuarios quienes corren con los gastos de mantenimiento y reposición. En todas las comunidades se ha tratado de capacitar a algunas personas para el mantenimiento preventivo y la solución de problemas técnicos básicos.

En 1994 el Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería (CER–UNI) de Lima – Perú, realizó un estudio previo de factibilidad de electrificación de la isla de Taquile para el Ministerio de Energía y Minas (MEM). En mayo de 1996 se aprobó el proyecto y, en julio de ese mismo año, fueron instalados los primeros 75 sistemas fotovoltaicos en esa isla y 25 más a lo largo del año (Horn, 1997).

La financiación de 100.000 dólares fue realizada por el PAE–MEM (Proyecto para Ahorro de Energía del Ministerio de Energía y Minas). El mecanismo utilizado fue la venta a plazos, con una cuota inicial de US$ 150 y otras cuatro, a ser satisfechas en 3 años, por el mismo importe. El objetivo era crear un fondo rotatorio para poder instalar más sistemas en los domicilios sin electricidad (Horn, 2001). En Taquile también se instaló un sistema de uso comunal para fines sociales. Asimismo en 1998 se instalaron otros 72 sistemas en las islas de Taquile, Soto y Uros.

En 1999 se desarrolló la segunda etapa del proyecto con fondos del PROERCOFIDE (Programa de Energías Renovables de la Corporación Financiera de Desarrollo) que tenía el respaldo financiero del gobierno holandés por un monto de US$ 100.000.

Año	Comunidades en el proyecto						
	Taquile	**Uros**	**Soto**	**Amantaní**	**Suasi**	**Huancho**	**TOTAL**
1996	100						100
1997	Año dedicado a la gestión						0
1998	36	23	13				72
1999	88	86		52	5	18	249
Total	224	109	13	52	5	18	421
Total familias	350	300	25	700	5	100	1480
% cubierto	64	36	52	7	100	18	28

Tabla 5. Instalaciones realizadas por el CER–UNI en la región de Puno (Espinoza, 2000).

Se recurrió al mismo esquema financiero de la etapa anterior, con la variante de que en esta ocasión se establecieron 6 cuotas de US$ 150,00 a satisfacer en 5 años. En total, ese año se instalaron 249 sistemas en las comunidades de Taquile, Uros, Soto, Amantaní, Suasi y Huancho Lima.

A través de estos proyectos el CER–UNI ha situado en la zona lacustre del altiplano puneño 421 sistemas domiciliares (Espinoza, 2000) (Tabla 5).

Descripción socioeconómica de las comunidades electrificadas

La **comunidad de los Uros**, formada por unas 3.000 personas, está distribuida en 44 islas flotantes construidas con el junco denominado totora (Csirpus Totoral). También poseen terrenos en tierra firme en el lugar denominado “Sector Chulluni”, cerca de las islas flotantes y a 5 km de la ciudad de Puno. Se expresan predominantemente en aymara, y también utilizan el quechua y el español. Gran parte de la población se dedica a actividades relacionadas con el turismo, aunque también ejercen actividades extractiva, (caza y pesca), agropecuarias y comercio a pequeña escala o trabajo eventual asalariado. Para la iluminación usan mecheros a queroseno o velas, lo que resulta muy peligroso porque la totora seca se inflama rápidamente. La tecnología fotovoltaica ha significado un gran avance en este sentido.

La **comunidad de Taquile** habita la isla de Taquile, al este y a 36 km de la ciudad de Puno. Tiene una extensión de 5.72 km^2 y su punto más alto alcanza los 4.000 m.s.n.m. Está subdividida en 6 comunidades o suyos y tiene alrededor de 2.000 habitantes. Los taquileños, por ser depositarios de una cultura antiquísima y por conservar su etnoconocimiento ancestral, se han convertido en un punto de atracción internacional, ventaja que ellos han sabido aprovechar, convirtiendo el turismo en su principal fuente de ingresos, de modo que muchas de las viviendas de la isla también alojan turistas. La pesca representa el 6,7%, aunque la agricultura continua siendo la actividad secundaria más importante.

Para cocinar suele emplearse leña obtenida localmente. No obstante, donde se expende comida para los turistas se utiliza el queroseno, combustible que, donde todavía no hay sistemas fotovoltaicos, se sigue utilizando junto con las velas. En este contexto, la tecnología fotovoltaica ha tenido amplia aceptación; el primer motivo es porque contribuye enormemente en la generación de renta a través del aprovechamiento de la iluminación en las labores del tejido durante la noche. Al mismo tiempo facilita la iluminación de las habitaciones donde se alojan los turistas.

La isla de **Amantaní** se encuentra aproximadamente a 38 km de la ciudad de Puno, en dirección noreste, y a una altura de 3.812 m.s.n.m. Actualmente en Amantaní viven alrededor de 4.000 personas, la mayoría quechuas que mantienen su organización tradicional. El idioma principal es el quechua, pero también emplean el español. Auque los beneficios no alcanzan por igual a toda la población, en los últimos años el turismo contribuye a la obtención de ingresos.

El abastecimiento de energía eléctrica ha pasado por diversas etapas, sin que se haya solucionado el problema. En abril de 1997 fue inaugurado un sistema de generación y distribución de electricidad utilizando un generador Diesel de 275 kVA para dar servicio a 600 familias durante tres horas al día. La inversión fue de más de 1 millón de dólares y tan solo funcionó alrededor de 6 meses (Horn, 1999). Por iniciativa de la alcaldía, en agosto del 2003 se restableció el funcionamiento del generador durante 2 horas cada noche; cada familia paga 3 $ por mes, pero no hay seguridad de que el servicio se mantenga por mucho tiempo. Mientras tanto, la gran mayoría de las 900 familias residentes continúan utilizando velas, mecheros a queroseno y leña para la cocción. Los sistemas fotovoltaicos instalados sólo atienden a un mínimo porcentaje de la población.

La **Comunidad de Huancho Lima**, de unas 1.000 personas, es de tierra firme y pertenece a la provincia de Huancané, en el centro–oriental de la región de Puno y a unos 3.810 m.s.n.m. La población está compuesta por aymaras y mestizos que se expresan en aymara y también en español y que se dedican principalmente a las labores agrícolas y a la ganadería. El turismo es casi inexistente. A pesar de la facilidad de acceso por carretera y de la relativa cercanía de las líneas eléctricas de distribución, las promesas de extender estas redes, repetidas desde hace mucho tiempo, no se cumplen. Por tal razón, la mayoría de los habitantes continúan utilizando los mecheros a queroseno, las pilas y las baterías, junto a la leña para la cocción. La electrificación con sistemas fotovoltaicos domiciliares sólo ha alcanzado a un mínimo porcentaje. Sin embargo, muchas de las familias radicadas en esta comunidad utilizan, a su manera, los 2 centros de carga de baterías alimentadas con la tecnología fotovoltaica.

Descripción del proyecto

Cada uno de los sistemas está compuesto por un panel fotovoltaico de 35 Wp o de 55 Wp (hay varios modelos instalados con potencias similares), una batería de plomo ácido, de las de automóvil, un regulador de carga de batería, tres lámparas fluorescentes y una toma de corriente para la televisión y/o la radio. La capacidad de las baterías oscila entre 100 y 150 Ah.

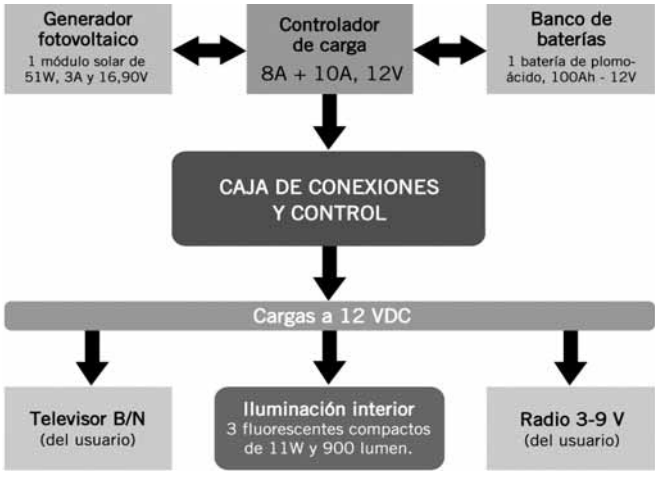


Figura 2. Diagrama de bloques de los sistemas fotovoltaicos implementados. Las potencias de los módulos instalados varían entre 35 Wp y 57 Wp y la capacidad de las baterías entre 100 y 150 Ah.

Los servicios energéticos que proporciona la electricidad de origen solar se limitan a la iluminación y la alimentación de radio y televisión. En apariencia son muy modestos, pero suponen un cambio drástico en el nivel de comodidad. Por ejemplo, la iluminación eléctrica hace posible actividades nocturnas como la fabricación de artesanías o la lectura, que con velas o lámparas de keroseno son difíciles de emprender.

En los trópicos las diferencias estacionales en la duración de la luz diurna son muy pequeñas; el número diario de horas de oscuridad en esta región varía de once a trece; en España varía de nueve a quince.

En el caso de la isla de Taquile, donde los servicios de alojamiento y comidas para los turistas suponen una importante fuente de ingresos, la electricidad ha potenciado el sector productivo.

Es interesante analizar cuál es la cantidad de combustibles no renovables sustituidos. En la tabla se muestran los resultados para una muestra del 86% de la población beneficiada en la isla Taquile, suponiendo consumos medios.

Equipo	Fuente de energía	Cantidad demandada/año	Costos promedio anual (US$)	Porcentaje sustituido
Mechero y lámpara	Queroseno	42.100 litros	12.630	96 %
	Vela	21.050 unidades	42.100	89 %
Radio portátil	Pilas	151.560 unidades	6.315	77 %
televisor o radio	Baterías	10.104 recargas	42.100	100 %

Tabla 6. Impacto en el consumo de recursos no renovables. Fuente: Espinoza, 2000.

Pese a lo aparatosas que pueden resultar estas cifras, el efecto en emisiones contaminantes evitadas es muy pequeño en términos absolutos. Sin embargo, los beneficios locales son notables porque la tecnología solar evita residuos muy contaminantes como las pilas o el queroseno y prolonga la duración de las baterías.

Un efecto secundario, magnificado por el hecho de que casi todas las instalaciones están localizadas en islas, es el ahorro en el transporte por vía náutica de unas 50 toneladas de combustible cada año, con lo que supone en ahorro de combustible y de esfuerzo humano –las islas están a cuatro mil metros de altura–.

Evaluación técnica y socioeconómica en diciembre 2000

Durante el mes de diciembre de 2000 se desplazó un equipo de técnicos y sociólogos a la isla de Taquile, que es donde hay mayor número de instalaciones, para evaluar los resultados del proyecto de electrificación (Peña, 2000). El universo de este estudio fue de 110 usuarios y comprende instalaciones con módulos de 50 Wp y de 35 Wp.

El análisis se proyectó para identificar los aspectos técnicos, socioeconómicos y culturales en relación con la sostenibilidad del proyecto. La mayor parte de los sistemas estaban operativos; apenas el 2% de los sistemas de 50 Wp se habían estropeado. Una proporción importante de módulos, el 26 % de los de 35 Wp y el 17% de los de 50 Wp, estaba mal orientada para la captación solar. Más del 60% de las baterías había disminuido notablemente su capacidad de carga y otro 15 % habían tenido que ser reemplazadas.

En la Figura 3 se muestran todos los fallos de componentes, registrados por el técnico de mantenimiento del CER–UNI hasta la fecha de la evaluación. Es de destacar que ha habido que cambiar la totalidad de reguladores de carga y lámparas de los sistemas pequeños, una prueba más de que la calidad del mercado solar es muy heterogénea.

Esta situación de fallos, si no frecuentes al menos probables, es la que justifica que la mayoría de los encuestados, más del 90 %, estuvieran dispuestos a pagar un servicio de mantenimiento.

Más de la mitad del consumo es en iluminación, el resto se reparte entre la televisión y la radio, similar en ambos casos.

	Cuadro de control	Regulador	Lámpara	Fusible 10A	Reemplazo de fusibles por alambres
Fallos 51Wp	1,33%	6,67%	9,38%	5,33%	12,00%
Fallos 31Wp	6,25%	100,00%	100,00%	6,25%	0,00%

Figura 3. Fallos registrados en los componentes de los sistemas.

En cuanto a los beneficios socioeconómicos, en la tabla puede verse el tanto por ciento de los taquileños que afirmaba haber mejorado en alguno de los aspectos indicados en la misma.

	Beneficios	
	51Wp	35Wp
Ha mejorado sus tejidos	70,59%	68,75%
Ha mejorado sus estudios	49,41%	56,25%
Uso comercial	10,59%	6,25%
Comunicación	69,41%	68,75%

Tabla 7. Valoración de los beneficios asociados a la electricidad solar.

Aunque la casi totalidad de los usuarios recibió formación al comienzo de las instalaciones, desean de forma mayoritaria más formación, probablemente porque es ahora que la energía solar forma ya parte de su entorno, cuando son conscientes de la necesidad de aprender el funcionamiento y sobre todo el mantenimiento.

En resumen, el grado de satisfacción de los usuarios es elevado. Prueba de ellos es que ante la pregunta de si preferirían un generador Diesel, sólo el 8 % de los poseedores de sistemas de 50 Wp respondieron afirmativamente, y ninguno de los sistemas de 35 Wp.

Evaluación técnica en agosto 2003

En agosto de 2003, en el marco de un proyecto europeo que pretende mejorar la calidad de la electrificación rural, se realizó una evaluación técnica sobre una muestra de 50 instalaciones en la isla de Taquile.

El estudio, realizado por miembros del CER–UNI y del Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid, pretendía analizar el funcionamiento de los sistemas solares desde una perspectiva doble: la meramente técnica, en cuanto al comportamiento energético, y la relación con la formación de los usuarios (Vega, 2003).

Los parámetros técnicos que registrados en 46 instalaciones son: orientación de los módulos, tensiones de corte de los reguladores para prevenir la sobredescarga y caídas de tensión en el cableado; en nueve de las instalaciones se han medido los módulos fotovoltaicos.

Además, se ha analizado el registro histórico de fallos proporcionado por el técnico del CER–UNI. Destaca la baja fiabilidad de las baterías y de las lámparas, en contraposición a la alta fiabilidad de los módulos.

En las medidas y toma de datos de las instalaciones se han observado diferentes problemas:

- *Un significativo número de módulos no está bien orientado.*

  En unos casos, está relacionado con el traslado de la instalación a otro emplazamiento; en otros, el mástil sobre el que se apoya se gira con facilidad; por último, también ha influido el desconocimiento del usuario al instalar un nuevo panel sin el consejo de un técnico.

- *Las tensiones de corte de los reguladores de carga son demasiado bajas.*

  Se han instalado dos tipos, en unos interrumpe el suministro a las cargas a 10,4 voltios y en otros a 11 V. La tensión de corte del primero es tan baja que permite vaciar la práctica totalidad de la carga almacenada en la batería; el otro equivale a una profundidad descarga entre el 90 y el 95 %. En ambos la vida de las baterías se acorta rápidamente.

- *Caídas de tensión muy elevadas en los cables entre regulador y cargas.*

  En más de un 20 % de las instalaciones eran superiores a 1,2 V, el 10 % de la tensión nominal de la batería.

Esto puede tener un efecto adicional sobre los fluorescentes porque obliga a los balastos a trabajar con valores de tensión de alimentación muy bajos que ocasiona, en algunos casos, el ennegrecimiento prematuro de los tubos. Las caídas de tensión en los cables del regulador al módulo y a la batería eran muy pequeñas en todos los casos.

- Un 15 % de los reguladores estaba cortocircuitado o había conexiones directas a la batería. Causa, una vez más, de la rápida degradación de las baterías.
- Sólo el 25 % de los encuestados afirma no sufrir cortes de luz. El resto manifiesta problemas de energía y más del 80 % ha tenido que reemplazar la batería, algunos hasta dos veces. Es de destacar que todavía quedan algunas baterías instaladas en el 96, hace ya siete años.

Al igual que en la evaluación de diciembre de 2000, los usuarios reclaman formación.

Ejemplo:

> Como muestra de las dificultades para entender el funcionamiento, no ya de una instalación solar, sino de la electricidad sirvan unos ejemplos: uno de los usuarios explicaba que los cables tenían que ser finos, porque los gruesos "cargaban mucho a la batería"; otro prefería determinado tipo de reguladores porque cargaban la batería con la luz de la luna.

Es evidente la necesidad de formar a los usuarios con una metodología adecuada a su idiosincrasia.

Conclusiones

Desde la puesta en marcha del proyecto en el año 96 se han realizado diversas evaluaciones de los resultados, en unos casos por el mismo CER–UNI y en otros por instituciones independientes.

Acorde con la novedad tecnológica de este nuevo recurso energético y la poca experiencia acumulada en soluciones sostenibles que presenta el panorama mundial de la electrificación rural con energía solar, se observan fallos técnicos y administrativos, que, sin embargo, no impiden considerarlo como un proyecto de éxito.

En la actualidad hay 421 sistemas instalados, 141 ya completamente pagados y una fuerte demanda de la población, tanto de quienes aún no tienen acceso a la electricidad, como de quienes ya poseen instalaciones solares para que continúe la línea de créditos.

En una encuesta realizada en la isla Taquile sobre qué servicios eran más importantes para favorecer el desarrollo turístico, los usuarios respondieron que la energía solar era el más importante, junto a la mejora de los baños y las habitaciones.

Respecto a la adaptación de la tecnología fotovoltaica al entorno sociocultural de los habitantes de estas comunidades, no se han presentado impactos negativos.

Puede decirse, que, en líneas generales, la energía eléctrica ha traído muchos beneficios a estas comunidades.

Referencias bibliográficas

CHOQUE, M. M. (1994), *Importancia Económica de la Actividad Turística en la Economía Familiar de la Isla Amantaní*, Tesis: Facultad de Sociología Carrera Profesional de Turismo, UNA – Puno, Puno – Perú.

DIANDERAS, S. (1998), ”La experiencia del proyecto SOLSISTEMAS en Puno”, en *Gestión y Administración de Proyectos de Electrificación Rural con Sistemas Fotovoltaicos*, Centro de Energías Renovables - CER. UNI Lima-Perú http://quipu.uni.edu.pe/public/libros/electrif-rural/

ESPINOZA PAREDES, R., (2000), “Electrificación rural con energía solar fotovoltaica, un caso peruano” en *Memorias del Seminario Internacional NUTAU 2000 y del X Congreso Ibérico y V Congreso Ibero-Americano de Energía Solar*, setiembre de 2000, São Paulo.

HORN, M., (2001), “Experiencias de electrificación fotovoltaica en el Perú” en *Memorias del Seminario Identificación de Estrategias para la Electrificación Rural en Honduras*, 23 de marzo del 2001, Tegucigalpa, Honduras.

HORN, M., (1999), “¿Son los Paneles Solares una Alternativa Real Para la Electrificación Rural en el Perú?: la experiencia en la Isla taquile – Lago Titicaca”, *Eficiencia Energética y Energías Renovables*, No 2, Año 1, setiembre de 1999, Lima, Perú,.

HORN, M.,. (1997), “Electrificación de una población rural aislada mediante Energía Solar Fotovoltaica: proyecto piloto isla Taquile en el Lago Titicaca”. *Energía y Desarrollo* 11, 12-16, Cochabamba, Bolivia.

ISF-Ingeniería Sin Fronteras (1999), *Energía solar fotovoltaica y cooperación para el desarrollo*, IEPALA, Madrid.

MORANTE, F., ZILLES, R., ESPINOZA, R. y HORN M. (2003), “Consumo de energía eléctrica en sistemas fotovoltaicos domiciliares de las comunidades de Los Uros, Taquile, Amantaní y Huancho Lima de la región de Puno, Perú”, Sometido a la revista *Energías Renovables y Medio Ambiente*, ASADES, Argentina.

MORANTE, F., ZILLES, R., ESPINOZA, R. y HORN M. (2005), “Análisis del consumo de energía eléctrica en Sistemas fotovoltaicos domiciliares intalados en cuatro comunidades aisladas de la región de Puno, Perú”, Energía y desarrollo, 26, pp. 9-17.

NIEUWENHOUT, F. et al., (2000), *Monitoring and evaluation of Solar Home Systems. Experiences with applications of solar PV for households in developing countries*, Report ECN–C—00–089, Petten, the Netherlands.

PEÑA VIVANCO, J. (2000), *Estudio Socio Económico del Proyecto de Electrificación rural en las islas del lago Titicaca*. Informe Final: Actividades realizadas bajo el marco del contrato suscrito entre el Ministerio de Energía y Minas y la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.

PNUD (2003), *Informe sobre Desarrollo Humano 2003: Un pacto entre las Naciones para eliminar la pobreza*. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), Ed. Mundi–Prensa, Madrid.

PNUD-Perú (2002), *Informe Sobre Desarrollo Humano*, Perú 2002: Aprovechando las potencialidades. PNUD-Perú, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Oficina Perú, Lima.

CAMPEN, B. VAN, GUIDI, D. y BEST G. (2000), *Energía solar fotovoltaica para la agricultura y desarrollo rural sostenibles*, FAO, Roma.

VEGA SALAS, P. (2003), “Estudio Social del “Proyecto de Electrificación Rural con Energía Fotovoltaica en La Isla De Taquile – Puno” *IV Simposio peruano de Energía Solar*, Cuzco.

13

Sistemas micro-hidráulicos: análisis de intervenciones a pequeña escala

Teodoro Sánchez Campos

International Progammes, Practical Action.

Resumen

El presente documento presenta un análisis sucinto de las intervenciones a pequeña escala en el campo de las microcentrales hidroeléctricas, los beneficios, ventajas y desventajas que presenta frente a otras tecnologías de generación de energía a pequeña escala.

Se explica resumidamente los conceptos a tener en cuenta para la promoción de tecnologías apropiadas, el tema de la gestión y organización de los servicios energéticos, la participación de la población en la ejecución de la obra y la promoción de usos productivos.

Abstract

This article presents a brief analysis of small scale interventions in the field of hydroelectric power micro-stations, their benefits, advantages and disadvantages compared to other technologies for small scale energy resource.

It summarises concepts to consider in the promotion of appropriate technologies, management and organization issues for the energy services, population participation in the project execution and promotion of productive uses.

Résumé

Ce document présente une analyse succincte des interventions à petite échelle dans le domaine des micro centrales hydroélectriques; les bénéfices, avantages et inconvénients qu'elles présentent face à d'autres technologies de génération d'énergie à petite échelle.

On explique de façon résumée les concepts à tenir compte pour la promotion de technologies appropriées, le maintien la gestion et l'organisation des services énergétiques, la participation de la population dans l'exécution de l'œuvre et la promotion d'usages productifs.

Introducción

La energía es un servicio fundamental para el desarrollo humano, necesario para la provisión de servicios tan elementales como la cocción de alimentos e iluminación, así como para la provisión y/o mejora de otros servicios básicos como educación, salud, agua potable, comunicaciones, y para la creación de empleo y mejora de ingresos. Sin embargo, a pesar de los grandes desarrollos alcanzados por la humanidad en cuanto a tecnología, a las exploraciones espaciales y las comunicaciones instantáneas continentes, aún existe una enorme proporción de la población mundial sin acceso a este servicio y, por tanto, privada de servicios tan fundamentales como los mencionados y de mejorar su economía. Dicha población se concentra en su gran mayoría en los países en desarrollo (PVD), en zonas rurales aisladas, y alejada de las prioridades de los gobiernos y sin oportunidades de participación o de influir en la política nacional y en la toma de decisiones.

Los coeficientes de electrificación rural en los PVD son desiguales. En varios países del África aún no alcanzan en 10%, en Latino América, a pesar de su relativo mayor acceso a servicios, aún existen países que están por debajo de 30%. Esta realidad se debe en gran parte a la falta de recursos económicos por el costo cada vez mayor de las fuentes convencionales (redes) para llegar a un mercado disperso; pero también en buena parte a las dificultades encontradas en los sistemas alternativas a la red (sistemas descentralizados), especialmente en cuanto a su viabilidad y sostenibilidad. Aún existen importantes barreras que limitan su rápida diseminación como sería necesario para mejorar la situación de la electrificación rural.

La energía hidráulica, alternativa para las zonas rurales

La fuerza del agua ha sido utilizada desde tiempos remotos para aliviar el esfuerzo humano en algunas tareas fundamentales para la subsistencia, como moler grano, serrar madera, chancar productos como caña de azúcar u otros; en muchos países en desarrollo aún existen estos sistemas, los denominados molinos hidráulicos –en Nepal, gatas–, que siguen dando servicios de molienda, en especial en las zonas más remotas donde otros sistemas, como los grupos diesel o los molinos eléctricos, aún no han llegado.

Las microcentrales hidroeléctricas (MCH) fueron las principales fuentes de generación al comienzo de la era de la electricidad (finales del siglo XIX); sin embargo, los avances de la tecnología y las economías de escala generadas en la construcción de grandes sistemas hidráulicos, así como la aparición de los grupos diesel, han ido desplazando o relegando al olvido a los pequeños sistemas: mientras que una gran central cuesta menos de US$ 1000.00 por kW instalado, las microhidroeléctricas comerciales (construidas con tecnologías importadas) pueden costar entre 4 y 5 veces el monto señalado para un MCH. Los grupos diesel pequeños pueden costar entre US$ 600 y 1.000 por kW instalado y exigen un tiempo muy corto de implementación. Todo esto ha provocado que los principales responsables de la planificación energética tengan opiniones negativas sobre esta opción energética, y que, por tanto, traten de evitar su uso con el simple argumento del costo.

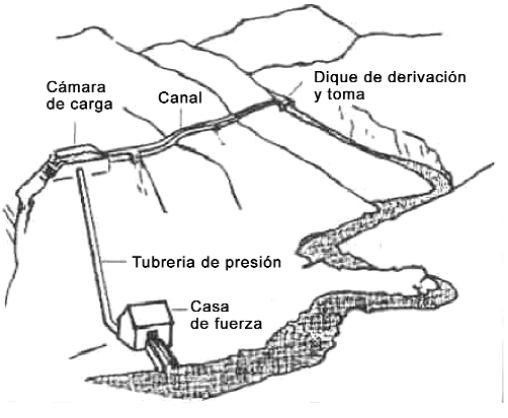


Figura 1. Esquema de una MCH.

Como respuesta a este argumento, en las últimas décadas se ha generado y difundido con éxito el concepto de tecnologías apropiadas, que pone su atención en simplificar los diseños, emplear materiales y repuestos de menor costo y utilizar métodos de implementación más baratos. No obstante, este concepto no ha sido suficiente para lograr una amplia difusión, de modo que a lo largo de ese tiempo la experiencia de trabajo de campo ha demostrado que para viabilizar el uso de pequeños sistemas energéticos basados en energías renovables en zonas remotas, se necesita no sólo bajos costos de implementación; se necesita contar con la capacidad técnica adecuada para fabricar equipos y repuestos, al menos a nivel nacional o regional y establecer la capacidad técnica local para la operación y mantenimiento adecuados. También se ha aprendido que, además de eso, es necesario un manejo administrativo apropiado del sistema, incluyendo tarifas adecuadas, personal capacitado y la participación de los usuarios en todas las fases de la implementación y luego en el manejo del sistema.

Microcentrales versus grandes centrales hidroeléctricas

En el presente documento se consideran microcentrales hidroeléctricas las potencies menores de 100 kW[1]. Una central hidroeléctrica es un sistema que utiliza un caudal de agua “Q” y una altura “H” producida por el gradiente de un pequeño río o quebrada, para generar energía eléctrica. Los componentes de un sistema hidroeléctrico pequeño generalmente se organizan en tres grandes rubros: i) Obras civiles que incluyen, captación (o bocatoma), canal, tubería de presión, casa de fuerza, y obras auxiliares (entre los más importantes los desarenadores, canal de descarga y otros). ii) Equipo electromecánico, que incluye turbina, generador y controles. ii) Redes, incluyendo las de transmisión y distribución.

Como se puede observar en el esquema de la Figura 1, el agua es captada en la bocatoma, conducida por el canal hasta la cámara de carga[2], de allí a la tubería de presión, la cual descarga el caudal sobre los alabes de la turbina; la fuerza del agua hace girar la turbina y ésta el generador eléctrico, que producirá la electricidad. La electricidad es conducida mediante las redes de transmisión hasta el centro poblado y finalmente allí se distribuye, mediante una pequeña red de distribución, a los usuarios.

Pequeñas centrales	Grandes centrales
La máxima potencia de diseño se calcula según el mínimo caudal del río o quebrada; no se acostumbra a construir reservorios	Se diseñan considerando la máxima generación de energía posible; por tanto, requiere grandes reservorios para seguir generando a alta capacidad incluso en las épocas de estiaje
Se puede construir con tecnologías y capacidades locales	Se construye con tecnología y capacidades importadas
Es posible operarla con capacidad local	Administración centralizada.
Se utiliza para atender pequeñas demandas en zonas aisladas	Se utiliza para alimentar grandes sistemas de redes (nacionales y/o regionales)
Muy poco impacto ambiental, normalmente pequeños movimientos de tierra; no exige caminos de acceso ni campamentos	Gran impacto ambiental, inundación de grandes zonas, para reservorios de agua, enormes movimientos de tierra, elimina especies

Cuadro 1. Principales diferencias entre centrales pequeñas y grandes centrales.

1 *Desde hace aproximadamente dos décadas se acepta la denominación de centrales picohidráulicas para potencias menores de 10 kW.*

2 *En el trayecto del canal habrá al menos un desarenador, para eliminar los sólidos, sobre todo arena.*

Microcentrales hidroeléctricas y tecnologías apropiadas

Hace más de tres décadas que se inició la difusión del concepto de tecnologías apropiadas en el tema de las energías renovables. Una de las opciones que más atención ha recibido desde entonces son las microcentrales hidroeléctricas, precisamente con la finalidad de dar energía a poblaciones rurales aisladas. Los promotores más importantes de las tecnologías apropiadas han sido la cooperación internacional y las universidades.

La promoción de tecnologías apropiadas ha significado sobre todo un trabajo arduo de reducción de costos, vía la simplificación de diseños clásicos, creación de capacidad local para fabricar máquinas y repuestos, uso de materiales menos costosos y preferentemente locales, mano de obra local, uso de partes comerciales, como por ejemplo tubos de PVC en vez de acero para la tubería de presión, introducción de la electrónica para los controles de frecuencia, uso de motores invertidos como generadores, etc.

La etapa más importante de desarrollo y promoción de tecnologías apropiadas comenzó a mediados de los 70, y ha tenido su apogeo en la de los 80; desde comienzos de los 90 son pocas las agencias que continúan con ese trabajo, en especial las agencies internacionales. Inicialmente el trabajo se concentró en el equipo electromecánico; luego se extendió a los otros componentes, obras civiles y redes. En la actualidad, con las tecnologías apropiadas, se pueden construir sistemas fiables, eficientes y tan baratos como la mitad de los sistemas construidos usando conceptos convencionales de ingeniería. Resulta interesante llevar estos resultados al análisis de las economías de escala, ya que, según ésta, hay una relación inversa entre el costo unitario (en este caso US$/kW instalado) y el tamaño del sistema: a mayor tamaño del sistema, menor costo unitario. Vemos entonces que al utilizar tecnologías apropiadas en las MCH, esta curva ya no sigue tal relación, especialmente en los tamaños más pequeños (Figura 2).

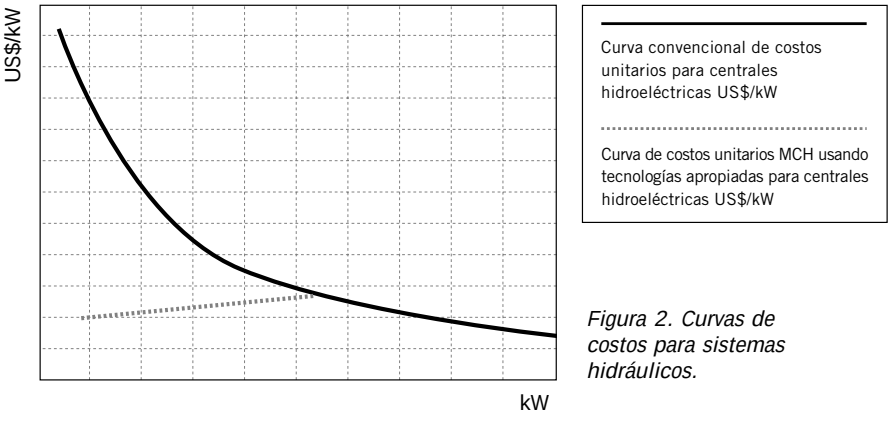


Figura 2. Curvas de costos para sistemas hidráulicos.

Los conceptos más importantes utilizados en la promoción de tecnologías apropiadas para MCH son los siguientes:

- **Uso de la ingeniería adecuada**. El diseño de una MCH no debe ser una simple reducción de escala de una gran central; esta última generalmente se instala para estándares exigentes tanto en tecnología como en precisión, y, por tanto, requiere de factores de seguridad y sofisticación, lo que lleva necesariamente a mayores costos. Para pequeñas centrales los riesgos y las exigencias son menores, por lo que los estándares necesarios son menores que los de las grandes.

- **Tolerancia en las eficiencias de los equipos y sistemas**. El concepto de alta eficiencia es importante para grandes centrales, y en especial para aplicaciones comerciales, ya que en estos sistemas un punto menos de eficiencia significaría pérdidas económicas importantes para el inversionista; en una MCH la pérdida de un punto de eficiencia significa la pérdida de fracciones de kW y, en el peor de los casos,

de pocas unidades; financieramente no tienen mayor relevancia, de modo que para el caso de las MCH la tolerancia en cuanto a eficiencia puede significar diferencias importantes en costos de implementación[3].

- **Mínimas facilidades durante la etapa de construcción**. La implementación de MCH se hace en menor tiempo y requiere el desplazamiento de equipos y materiales de menor peso, y no necesita campamentos, vías de acceso y otras facilidades imprescindibles para las grandes centrales. Asímismo, la participación de los usuarios en el traslado de las partes, además de significar un ahorro en costos, implica una mayor familiarización y apropiación de la MCH.

- **Uso de ingeniería moderna**. En la actualidad, se producen materiales y componentes que pueden utilizarse ventajosamente en las pequeñas centrales hidráulicas, entre ellos los reguladores electrónicos. También pueden aprovecharse componentes utilizados convencionalmente en otras aplicaciones, como los motores en reverso, las bombas como turbinas y algunos materiales usados en otras aplicaciones.

A continuación se incluyen algunas tecnologías utilizadas con éxito durante los últimos años. Son quizá las más utilizadas, pero no las únicas.

Obras civiles. Estos diseños permiten reducir costos en un 40% o más utilizando el concepto de optimización de costos, diseños innovadores y materiales locales en la mayor proporción posible; entre las principales posibilidades de reducción están:

- el uso de barrajes mixtos en bocatomas,
- canales construidos con el sistema de cerchas que permite reducir el espesor de la pared usando menos material y menos mano de obra,
- accesorios de limpieza y control simples para la cámara de carga y desarenadores,
- casa de fuerza utilizando materiales locales, etc.

Tubería de presión. Aunque hay otras, la mejor alternativa de reducción de costos, aplicable a la mayoría de casos de MCH, es la tubería de PVC de alta presión. En la práctica esta alternativa se viene utilizando hasta alturas de 150 metros de columna de agua con sólo PVC y alturas mayores haciendo combinación de acero en la parte inferior y PVC. Esto permite reducir costos a la tercera parte de su equivalente usando acero; pero no sólo es el costo, pues entre otras ventajas del PVC están su mejor eficiencia de conducción (menores pérdidas por fricción), su menor peso y su simplicidad para ensamblarlas.

Redes. Todas las MCH requieren de redes secundarias, independientemente de su tamaño, a menos que se utilicen para una aplicación directa como en el caso del aprovechamiento directo de la energía mecánica[4]. Dependiendo del tamaño de la población, las MCH requerirán de redes primarias[5]. Cuando la central está alejada de la demanda una distancia de más de 500 m, se requiere una red de transmisión. Para las redes, las posibilidades de reducción de costos son pocas, ya que existe una importante regulación por parte del sector eléctrico; sin embargo, existen algunas alternativas que no dejan de ser importantes, entre ellas:

---

3 En una MCH, más importante que la eficiencia es la fiabilidad del sistema.

4 Cuando la aplicación es directa, se conoce más bien como central hidráulica, ya que no se genera electricidad.

5 Para poblaciones muy pequeñas generalmente no requieren de redes primarias.

- El uso de cables autoportantes permite disminuir costos hasta en un 30% con respecto a diseños convencionales. Esta tecnología es relativamente moderna, rebaja costos en cuanto a componentes utilizados y también en cuanto a tiempo, ambos para el montaje.
- Uso de estándares bajos o moderados en cuanto a iluminación pública y uso de materiales alternativos en los postes.
- Retorno por tierra. Esta tecnología, conocida pero poco generalizada, puede permitir importantes reducciones de costos, especialmente en zonas rurales.

Equipo electromecánico. Quizás este ha sido el rubro de mayor concentración en el trabajo de desarrollo y adaptación de tecnologías apropiadas, y, por tanto, en la actualidad existe una variedad de oportunidades de reducción de costos. Es difícil dar cifras precisas cuando alguien pregunta cuánto menos le cuesta el equipo electromecánico de tecnología apropiada versus el de tecnología convencional. Se acostumbra a decir que cuesta X US$ por kW de potencia, pero esto no tiene mayor fundamento, porque el costo se obtiene caso por caso y depende de la combinación de tecnologías utilizadas en las diferentes partes. Por ejemplo, una turbina pelton de 20 cm de diámetro tiene un precio diferente si es de bronce, de acero comercial o de acero inoxidable. El costo del generador eléctrico depende de la marca y, si se utiliza un motor como generador, tendrá un precio muy diferente. El regulador tiene precios diversos dependiendo de la tecnología usada, que han evolucionado mucho desde los inicios de su aplicación en las MCH por los años 70. En la actualidad se puede conseguir excelentes productos que se benefician en buena parte de los microchips para fabricar los controles.

Es interesante notar aquí que la convención de los rangos micro, pequeña, pico, no tienen mucho más en común que un límite inferior y superior de potencia y que han sido establecidos en alguna época probablemente por razones más bien comerciales. Sin embargo, cuando estamos hablando de tecnologías apropiadas se puede agrupar por rangos donde hay una mayor afinidad tanto en las tecnologías que se han utilizado como en las aplicaciones y en los costos.

El Cuadro 2 agrupa los sistemas hidroeléctricos por rangos de potencia, teniendo en cuenta los usos más comunes y, para cada grupo, las tecnologías utilizadas en sus componentes para obtener precios bajos y buen comportamiento técnico. Estos rangos no tienen ninguna relación con los convencionales mostrados en el Cuadro 1, y tampoco se pretende sugerir una nueva clasificación. Su intención es la de mostrar al ingeniero interesado un cuadro que le oriente inicialmente hacia las combinaciones de tecnologías con el fin de diseñar y luego ensamblar su equipo electromecánico.

Rango (kW)	Elementos comunes y tecnologías comúnmente utilizadas
0,2 – 0,5	**Se utilizan sobre todo para el cargado de baterías[6].** · Generalmente se genera en corriente directa DC. · Turbinas muy pequeñas y simples. · Se utiliza una buena cantidad de elementos de la industria automotriz (generador DC, lámparas, transmisiones, baterías, etc.), pero también generadores eléctricos de imanes permanentes. · Conviene reducir las obras civiles al mínimo (p. e., canal de tierra). · Utilizar mangueras en lugar de tubería de presión (cuando es conveniente y posible). · La casa de fuerza debe ser muy simple y enteramente de materiales locales.

6 Se utiliza 0,2 kW como base inferior; sin embargo, en la actualidad es posible conseguir pequeñas turbinas que pueden generar potencias tan pequeñas como 0,1 kW; es decir, 100 W. Asimismo, desde 0,5 kW hasta 1kW de potencia se están utilizando para la generación de corriente alterna y para pequeños usos productivos y de alumbrado.

Rango (kW)	Elementos comunes y tecnologías comúnmente utilizadas
0,5 – 1	**Se utiliza para aplicaciones muy pequeñas de energía, para una familia** · Se genera en corriente alterna AC. · Turbinas muy pequeñas y simples. · Se usan motores como generadores y sus respectivos controladores electrónicos. · Mínimos gastos en obras civiles. · Redes monofásicas. · PVC o mangueras de alta presión para la tubería. · Generalmente se usa sólo en baja tensión.
1 - 5	**Se utilizan para pequeñas cargas (principalmente usos productivos), en algún caso para iluminación doméstica de pequeños grupos (5 a 30 familias)** · Turbinas muy pequeñas y simples. · Generan en C.A y son muy útiles para pequeños negocios. · Se usan motores como generadores y sus respectivos reguladores de carga. · Obras civiles de mínimo costo (ej. canal de tierra), cámara de carga simple, y bocatoma, casa de fuerza, etc. · Redes de preferencia monofásicas. · No utilizar alta tensión (en lo posible), las cargas deben estar cerca de la generación.
5 - 20	**Pequeñas demandas de transformación de productos y provisión de servicios, y también para la atención de pequeños grupos familiares (hasta 30 ó 100 familias)** · Turbinas de bajo costo, motores como generadores y sus respectivos reguladores de carga, bombas como turbinas, especialmente en las potencias más cercanas a 20 kW. · Obras civiles al mínimo (canal de tierra, bocatomas de barrajes mixtos, etc.). · Redes monofásicas. · Procurar no usar alta tensión (excepto en casos muy necesarios).
20 - 100	**Demandas principalmente para electrificación de pequeños centros poblados de 50 a 300, e incluso más familias** · Utilizar la tecnología de bombas como turbina para reemplazar a turbinas del tipo flujo transversal y Francis; para las potencias más bajas del rango es posible emplear motores como generadores, aunque conviene analizar los casos. · Simplificar las obras civiles, utilizando materiales locales, utilizar canales de tierra al máximo (mientras sea posible). · Procurar que las cargas estén lo más cerca posible, aunque en algunos casos se hace inevitable el uso de media tensión. · Aunque los tradicionales reguladores de velocidad en este rango fueron los oleo hidráulicos, en este momento conviene utilizar los de carga por los costes.

Cuadro 2: Rangos de potencia, tecnologías apropiadas aplicaciones.

Las tecnologías mostradas en el cuadro anterior han permitido un enorme avance en cuanto a reducción de costos sin comprometer la eficiencia y fiabilidad de los sistemas; en especial en los rangos inferiores (por debajo de los 5 kW), se pueden fabricar equipos por 1/5 o menos que su equivalente con tecnologías convencionales. Como ejemplo, las denominadas “peltrics” en Nepal, una unidad que comprende turbina y generador y un control manual para variar la generación, y que puede generar entre 600W a 1.000W de potencia y se venden en forma comercial a un costo de 500.00$; en Perú se puede tener una variedad de equipos con potencies de 200W hasta 5kW a costos sumamente reducidos, un equipo de 500W se puede conseguir de 500 a 600$; una pequeña empresa vietnamita ha hecho popular un pequeño diseño denominado powerpal a costos muy reducidos.

Las demandas y la oferta de energía en zonas rurales

La mayoría de los autores en el campo de la electrificación rural señalan que el consumo de energía por familia en las zonas rurales es muy bajo. Las cifras suelen están en el rango de los 30 a 50kWh al mes. Según la experiencia del autor, adquirida en diversos estudios de campo hechos a través de ITDG en las zonas de los Andes de Perú durante los años 90 y comienzos de los 2000, alrededor del 70% de las familias rurales difícilmente pasa de los 20kWh por mes; cifras similares fueron corroboradas también en otros países latinoamericanos como Bolivia y Nicaragua durante el mismo período.

Las demandas típicas de las zonas rurales son: i) electrificación rural para pequeños centros poblados, ii) aplicaciones especificas en transformación de productos aserraderos, molinos de granos, fabricación de hielo y otros; iii) provisión de otros servicios, como bombeo de agua para beber o para irrigación, iv) usos unifamiliares y micronegocios, estos últimos generalmente para la población dispersa[7]. Las demandas mayores proceden generalmente de los centros poblados, mientras que los usos en transformación o servicios, así como las demandas de las familias dispersas, son menores (ver Cuadro 2).

Gracias a los desarrollos tecnológicos de los últimos tiempos, en la actualidad se puede obtener el equipo adecuado para cada demanda, especialmente utilizando energías renovables, incluyendo demandas tan pequeñas como decenas de Watts. La energía hidráulica se puede utilizar ventajosamente para casi cualquier demanda. Como se puede ver en el Cuadro 2, es posible construir centrales tan pequeñas como de 100W o menos a precios muy competitivos en relación a otras opciones, sean estas basadas en energías renovables o grupos diesel. Lamentablemente las oportunidades de instalar una MCH no siempre están presentes para todos los casos, ya que no siempre se cuenta con fuentes de agua.

El Cuadro 3 muestra las potencias y necesidades de agua y caída. Esta tabla debe tomarse sólo como referencia, y para tener una idea de la demanda de agua o de altura para una necesidad concreta. Para el diseño de un caso concreto hay que hacer los estudios de campo correspondientes y luego elegir el tipo de turbina de acuerdo a las recomendaciones de los manuales. Lo único claro es que para alturas relativamente grandes y pequeños caudales se deben usar turbinas tipo Pelton, para medianas alturas y medianos caudales usar tipo Mitchel Banki, y para pequeñas alturas y grandes caudales se deben usar turbinas axiales. Las turbinas del tipo Mitchel Banki se pueden reemplazar convenientemente por bombas centrífugas (seleccionadas adecuadamente).

Potencia	**Tipo de turbina**		
	Pelton	**Mitchel Banki**	**Axial**
0,2 kW	H= 20 m, Q= 2,5 l/s H= 5 m, Q= 10 l/s	H= 15 m, Q= 3,3 l/s H= 3 m, Q= 17 l/s	H= 8 m, Q= 6,25 l/s H= 2 m, Q= 25 l/s
1,0 kW	H= 40 m, Q= 6,25 l/s H= 10 m, Q= 25 l/s	H= 30 m, Q= 8,3 l/s H= 4 m, Q= 62,5 l/s	H= 15 m, Q= 16,7 l/s H= 3 m, Q= 83,3 l/s
5 kW	H= 50 m, Q= 20 l/s H= 15 m, Q= 66 l/s	H= 30 m Q= 33,3 l/s H= 4 m, Q= 250 l/s	H= 20 m, Q= 50 l/s H= 2 m, Q= 500 l/s
20 kW	H= 50 m, Q= 72 l/s H= 15 m, Q= 242 l/s	H= 40 m, Q= 90 l/s H= 5 m, Q= 720 l/s	H= 20 m, Q= 180 l/s H= 3 m, Q= 1.200 l/s
100 kW	H= 100 m, Q= 150 l/s H= 30 m, Q= 512 l/s	H= 60 m, Q= 250 l/s H= 8 m, Q= 1.900 l/s	H= 40 m, Q= 380 l/s H= 5 m, Q= 3.000 l/s

Cuadro No. 3 Algunos datos de altura y caudal necesarios para generar determinadas potencias y el tipo de turbina que se puede usar de acuerdo a esos datos (sólo referenciales).

7 *Para este caso, la población dispersa es aquella vive en el campo; generalmente son familias de agricultores o ganaderos que tienen la casa en su propia parcela.*

Finalmente es importante indicar la microhidroenergia puede competir ventajosamente en términos de costos, pues mientras que un kWh generado con una microcentral hidroeléctrica está en el rango de 15 a 20 US$ centavos, dependiendo del factor de carga[8], el costo por kWh con generadores eólicos es del orden 40 a 50 US$ centavos y con generadores fotovoltaicos instalados para usos familiares en zonas remotas generalmente es superior a US$ 1,50 por kWh o incluso más. Por ultimo, la alternativa de los grupos diésel genera energía a costos de al menos 30 a 40 centavos de US$ por kWh. Esta situación de costos, generalmente hará que cualquier usuario bien informado prefiera una MCH si es que cuenta con el recurso.

Microcentrales hidroeléctricas y desarrollo

La ventaja más importante de las MCH sobre las otras fuentes de energía renovables es que pueden generar las 24 horas del día, a menos que se trate de casos excepcionales de escasez de agua o competencia en el uso del agua. Las MCH se diseñan para la máxima demanda y generalmente con proyección de un mínimo de 20 años, de modo que en estos sistemas la mayor parte del tiempo se genera mucha más energía que la demandada. Esto sucede especialmente en la electrificación de pequeños centros poblados, donde normalmente el uso es para alumbrado doméstico, muy pocos artefactos eléctricos muy pequeños y/o servicios locales (molienda de granos, soldadura, carpintería, cargado de baterías, y otros), y alumbrado público. Este tipo de demandas suele presentar un pico muy elevado durante muy pocas horas del día, entre las 6 pm y 9:30 o 10 pm y el resto del día en consumo es bajo, mientras que la planta sigue generando la misma potencia durante todo el día.

La situación descrita en el párrafo anterior se puede ilustrar con el ejemplo que se ilustra a continuación (Figura 3). Aquí, la planta ha sido diseñada para generar hasta un máximo de 60kW, sin embargo, la población sólo llega a consumir 25kW[9] en las horas punta, mientras que el resto del día apenas consume unos 5 a 8 kW de potencia. La planta tiene una regulación manual mediante válvulas que permite generar aproximadamente unos 30kW durante todo el día. La regulación del voltaje y frecuencia están hechos mediante un regulador electrónico de carga (REC), el cual se encarga de que la población reciba la energía demandada mientras que el resto de la energía es enviada a un sistema de balastro (tanque de resistencias) que calienta agua que luego es enviada al río.

Como en el caso de Conchan (Figura 3), en todos los casos de electrificación de pequeños centros poblados con MCH sucede lo mismo, siempre se generará más energía que la demandada. Es aquí donde aparece un tema muy importante, el uso de esa energía, y es aquí donde las MCH ofrecen una excelente oportunidad de contribuir a los usos productivos y al desarrollo, ninguna de las otras opciones tiene estas características. En efecto, esta oportunidad no se presenta con ninguna de las otras opciones de generación de energía descentralizada, ya que la energía solar fotovoltaica y la eólica se están disponibles pocas horas al día y a costos mucho más elevados. Los grupos diesel generalmente son poco apropiados por el costo y dificultades para conseguir el combustible.

Sin embargo, para poder hacer un uso eficiente y productivo de la energía no sólo se necesita una buena MCH, y no será suficiente que ésta sea sostenible, sino que se necesitan otros elementos claves como un

---

8 15 centavos por kWh considerando factores de carga bajos; puede reducirse significativamente promoviendo usos productivos. El coste mencionado tiene en cuenta tecnologías apropiadas (pero confiables).

9 En esta central hay un sobredimensionamiento evidente de la potencia, sin embargo, la comunidad está haciendo lo posible por extenderla a otras aledañas con la finalidad de usar mejor su energía.

buen manejo del sistema y un buen esquema de tarifas, ofreciendo ventajas a los pequeños empresarios para invertir en pequeños negocios. Éstos pueden ser de diferente índole: trasformación de productos, servicios locales o pequeños servicios de venta de comida y preservación de productos.

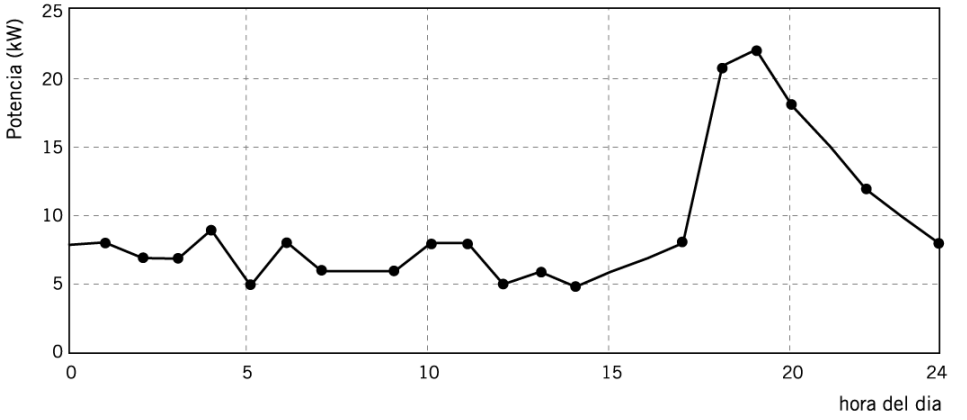


Figura 3. Diagrama de consumo de la central MCH de 60 kW de Conchán, Perú. Población de 170 familias.

La promoción de usos productivos conviene hacerla teniendo en cuenta las capacidades internas, pero también el mercado interno y externo. Generalmente el mercado interno consiste en las demandas de pequeños servicios como, soldadura, carpintería, afilado de herramientas, y otros que de no tener energía serán obtenidos fuera del centro poblado a un mayor costo, su demanda es muy simple de detectarla, y será siempre pequeña, mientras que el mercado externo será siempre complicado y necesita de serios estudios de viabilidad para cualquier producto que se desea colocarlo en este.

Asimismo, es necesario decir que las experiencias más interesantes de usos productivos se han dado en casos donde los inversionistas son pequeños empresarios rurales y que lo hacen en forma privada. Aunque no se descartan las iniciativas comunales, estas requieren trabajos muy importantes de organización y mucha capacitación sobre el uso del mercado.

La gestión de los servicios eléctricos en MCH

Se entiende así al conjunto de actividades relacionadas con la administración, operación y mantenimiento de las MCH. La gestión de los servicios energéticos resulta ser uno de los temas más importantes para la sostenibilidad de los sistemas.

Hasta hace algunos años, la preocupación principal de las agencias promotoras de los servicios eléctricos –ya sea del estado o de la cooperación técnica internacional–, era instalar sistemas con la idea de dar mayor cobertura eléctrica o de mejorar servicios aislados de la red, como dotación de agua, molienda de granos, alumbrado de escuelas o centros de salud, entre otros. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que la sola instalación del sistema de generación no basta. Así como en el caso de las tecnologías apropiadas, para pequeños sistemas aislados son necesarios también esquemas de gestión apropiados, ello incluye, organización adecuada, sistema de tarifas apropiado y entrenamiento del mismo para el manejo, la organización adecuada del servicio tiene una enorme repercusión en la viabilidad del sistema y la sostenibilidad del mismo.

La década de los 1990 y lo que va de los 2000 han sido muy prolíficos en cuanto a estudios y trabajos para encontrar modelos de organización, apropiados para la gestión de los servicios eléctricos aislados. El manejo comunitario ha sido destacado por una diversidad de agencias, desde pequeñas ONG hasta el Banco Mundial y Naciones Unidas. Sin embargo, aún existe un importante trabajo que se va desarrollando en diferentes condiciones y en diferentes partes del mundo con la finalidad de encontrar modelos de gestión del servicio, modelos tarifarios, etc.

Un modelo que ha tenido bastante éxito en el caso de la MCH es el desarrollado por el ITDG en el Perú entre los años 1998 y 2004, y que en la actualidad está dando excelentes resultados en sus diversas instalaciones de MCH en la zona Andina de ese país. Este modelo consiste en la introducción del concepto de microempresa como opción de manejo, pero sin dejar de lado a la comunidad como ente comprometido en las decisiones y en la fiscalización del servicio. A continuación se describe muy resumidamente este modelo.

Modelo organizativo ITDG para MCH

El objetivo central de este modelo es el manejo eficiente o gestión eficiente de pequeños sistemas eléctricos aislados. Este modelo de gestión considera la entrega de todas las responsabilidades de operación, mantenimiento y administración a una microempresa local privada por parte del propietario del sistema de generación[10], bajo un contrato de mediano o largo plazo, términos de referencia claros y específicos, y respetando el marco legal vigente. El modelo comprende entonces de tres actores principales: el propietario, los usuarios y la empresa prestadora de servicios de gestión. El modelo concentra sus esfuerzos en darle un rol claro a cada uno de los actores, incluyendo reglas de juego e instrumentos para su aplicación. Los actores principales de los modelos son:

El propietario. La propiedad generalmente se le atribuye al gestor del financiamiento o este se "auto-atribuye". Por ejemplo, si la gestión la realizó la Municipalidad, ésta reclamará sin duda alguna el derecho de propiedad. En los otros casos (comunal, privado, cooperativa) la situación de la propiedad es más clara y definida[11]. En cualquiera de los casos, para la aplicación de este modelo, el tema de la propiedad debe estar bien definido.

La empresa. La empresa (privada) se responsabiliza de la gestión del sistema y lo conveniente es que sea local. Su incorporación en la gestión debe ser mediante un concurso público y respetando las normas legales vigentes. La empresa debe ser escogida mediante un proceso de concurso transparente.

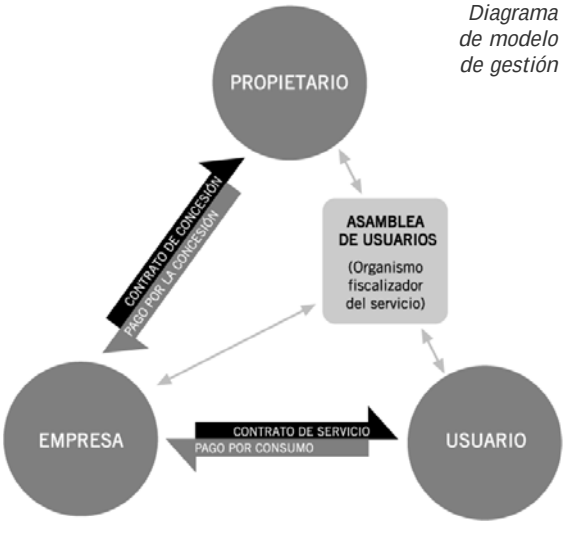


Figura 4. Diagrama de modelo de gestión

Los usuarios. Es la población que recibirá el servicio de energía eléctrica, y que se dispone a pagar una tarifa. Todos ellos cuentan con el servicio domiciliario de electricidad y con instrumentos de medición del consumo.

10 La comunidad, el municipio o el Estado; representados por sus líderes o autoridades locales.

11 En algunos casos se encuentran sistemas de propiedad del Estado que han sido entregados para su administración a las Municipalidades.

Los instrumentos para la aplicación del modelo

Los más importantes son: esquema de tarifas, contratos, reglamentos, estatutos y fiscalización; siendo el más importante el modelo de tarifas. En el caso peruano, el modelo que mayores éxitos ha permitido, tanto por el lado financiero como por el entendimiento de la población, ha sido el modelo de barras descendentes, el cual consiste en poner un costo gradualmente menor a medida que las unidades consumidas son menores (ver Sánchez, 2004).

Participación de la población

Durante las dos últimas décadas ha habido una constante insistencia sobre la importancia de la participación de la población en la implementación de los sistemas energéticos. Esto se ha destacado muchas veces como el factor más importante del éxito o fracaso de los sistemas, en especial de su sostenibilidad. Es así que han aparecido incluso definiciones como “la apropiación del sistema”, que subraya que la participación de la comunidad es la clave para que la población se sienta dueña de la central (o del sistema en general).

En lo que se refiere a la experiencia del autor, la participación de la comunidad es muy importante principalmente para que ésta tome conciencia de las dificultades para obtener un sistema como estos, para tener mejor noción de cómo funciona y cuándo puede fallar y para entender las limitaciones que pueden tener; asimismo es importante para reducir costos de implementación y de operación y mantenimiento. Es fundamental que participen en la discusión y establecimiento de una tarifa y se comprometan a cumplirla. Pero esas discusiones deben ser muy bien guiadas, con criterios técnicos y financieros muy claros, expresados en forma simple. Todo esto contribuirá a la sostenibilidad del sistema y por lo tanto es muy importante, pero no hay que perder de vista que la viabilidad y sostenibilidad de estos sistemas dependen de varios factores, que incluyen la tecnología que funciona bien y que dura, una organización adecuada con tarifas apropiadas y, finalmente, un buen uso de la energía y un uso racional y productivo.

Referencias bibliográficas

ITDG. "Proyecto Fondo Revolvente para la implementación de MCH en Perú". Documentos internos ITDG. Lima.

OLADE, The Energy Economy Information system of OLADE SIEE.OLADE/CE, Information provided by OLADE under request of the author.

SÁNCHEZ-CAMPOS, ITDG – LA, Revolving fund for the promotion of small hydro electric schemes, "A public private investment model", presentado en la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables en Denver, Colorado, Setiembre 2004.

SÁNCHEZ-CAMPOS, T. "Promoción de Microcentrales Hidroeléctricas en Perú". Seminario sobre Energía, organizado por la CNE y ESMAP (Banco Mundial), Managua, Nicaragua, Nov. 2000.

SÁNCHEZ-CAMPOS, T. *Modelo organizativo para pequeños sistemas energéticos en localidades aisladas*. En edición. ITDG.

Evaluación del Potencial Hidroeléctrico del Perú Volumen II, Metodología y Resultados, Ministerio de Energía y Minas del Perú en Cooperación con la Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica GTZ.

Políticas energéticas y desarrollo humano sostenible

14

Estrategias de incidencia política desde la sociedad civil: El caso de las industrias extractivas en Ecuador y Chad

Imma Guixé, Sarah Rimmington, Laura Timme

Grupo Advocacy & Oil, Columbia University.

Resumen

Aunque se ha tenido por cierto que el desarrollo de la industria petrolera aumenta la prosperidad del país y el bienestar de la población, la realidad lo desmiente. Casi por sistema, las secuelas han sido pobreza, mal reparto de los ingresos, corrupción, destrucción de ecosistemas y represión por parte de las elites dominantes. Hay que añadir a esto que muchas comunidades indígenas se han visto diezmadas y en muy pocas ocasiones se ha compensado adecuadamente a las poblaciones en cuyas tierras se encontraban los yacimientos, y de las cuales dependían para vivir.

El desarrollo de la industria petrolera en Ecuador y Chad ha seguido una línea similar a la de otros países productores en el Hemisferio Sur. En ambos casos, las multinacionales han mantenido un dominio completo del sector, a lo que se le ha añadido la inoperancia y la pasividad de los gobiernos, que además han sufrido la presión continua de las instituciones financieras internacionales en favor de la expansión industrial. Conviene añadir que, de no ser por el esfuerzo de la sociedad civil, otros aspectos, como el cuidado del medio ambiente o el respeto a los derechos humanos habrían pasado inadvertidos.

Este documento ofrece una visión general acerca de la respuesta de la población civil al desarrollo de la industria del petróleo en ambos países, y de los esfuerzos por alterar la situación. El objetivo es ofrecer un primer acercamiento hacia los fenómenos que esta situación ha generado, y cómo ha respondido la sociedad en cada caso.

Abstract

Although it has been taken for granted that the development of the oil industry increases the prosperity of a country and its population, reality denies it. Far and wide, the consequences have been poverty, worse income distribution, corruption, ecosystems' destruction and repression at the hands of the elites. Moreover, many indigenous communities have been decimated, and in very few occasions local populations, living near the oil reservoirs and depending on their lands for a living, have been fairly compensated.

The development of the oil industry in Ecuador and Chad has followed the same path as in other Southern hemisphere countries of production. In both cases, multinational companies have taken full control of the sector, governments have acted passively and inoperatively, being pressed by international finance institutions in favour of the industrial expansion. It is important to add that without the efforts of civil society, issues such as the care for the environment or the respect for human rights would have been ignored.

This article presents the response of civil society to the development of the oil industry in both countries and its efforts to change the situation. This is a first approach at the phenomena generated by this situation and at how civil society has responded in each case.

Résumé

On a considéré généralement que le développement de l'industrie pétrolière augmente la prospérité du pays et le bien-être de la population, mais la réalité dément cette conviction. De manière quasiment systématique, les séquelles ont été une pauvreté, une mauvaise distribution des revenus, de la corruption, une destruction des écosystèmes et une répression de la part des élites dominantes. Il faut ajouter à tout cela que beaucoup de communautés indigènes ont vu et dans très peu d'occasions les populations ont été convenablement récompensées pour les terres où se trouvaient les gisements, et desquelles ils dépendaient pour vivre.

Le développement de l'industrie pétrolière à l'Équateur et au Tchad a suivi une ligne similaire à celle d'autres pays producteurs dans l'hémisphère Sud. Sans l'effort de la société civile, d'autres aspects, comme le soin de l'environnement ou le respect pour les droits humains, seraient passés inaperçus.

Introducción[1]

El debate sobre del papel que deberían desempeñar las industrias extractivas dentro del desarrollo social y económico de los países del Sur ha captado progresivamente la atención de los expertos en desarrollo, así como de los académicos y la sociedad civil. Esto se debe, en gran medida, al impacto negativo que las actividades de extracción de recursos naturales han causado en todo el mundo.

Aunque tradicionalmente se ha tenido por cierto que el desarrollo de la industria petrolera conducía a un aumento de la prosperidad del país y del bienestar de la población, la realidad nos muestra una situación bastante diferente. Todavía no se ha dado el caso de que un país pobre, aunque rico en recursos naturales, haya alcanzado, bajo este modelo, un nivel de desarrollo sostenible. De hecho, los estudios muestran que la industria del petróleo a menudo es más una maldición que una bendición. Casi por sistema la situación de pobreza se ha visto agravada por las políticas de desarrollo centradas exclusivamente en la explotación de recursos naturales. Además, este tipo de desarrollo en países que cuentan con instituciones públicas débiles suele aumentar los niveles de corrupción en la esfera pública. A esto se añade una mayor represión por parte de las elites dominantes, elites que se niegan a que se revise públicamente la administración de los ingresos procedentes del petróleo y que se cierran en banda ante cualquier demanda de rendición de cuentas y transparencia.

La explotación de recursos naturales, en especial de petróleo, ha causado con frecuencia una enorme destrucción medioambiental. Muchos ecosistemas han sufrido estragos, comunidades indígenas se han visto diezmadas y en muy pocas ocasiones se ha compensado adecuadamente a las poblaciones en cuyas tierras se encontraban los yacimientos, y de las cuales dependían para vivir. A todo esto se le añade la frecuente inestabilidad política y violencia generada directa e indirectamente como consecuencia de la explotación de petróleo en estas zonas.

Organizaciones de la sociedad civil, tanto nacionales como internacionales, han desempeñado un papel muy importante al oponerse y manifestar su desacuerdo ante los impactos negativos de la explotación petrolera, a la que muchos se refieren con la expresión “la maldición de los recursos”. Estas organizaciones han llevado a cabo múltiples iniciativas para difundir información, aumentar la conciencia social y encontrar vías alternativas para el desarrollo sostenible de sus países. Además, la sociedad civil ha comenzado a aprender cómo reaccionar y presionar a las corporaciones multinacionales, que son las que suelen plantear, diseñar y llevar a cabo las explotaciones en los países más desfavorecidos. Se trata de un gran desafío, dado que no se cuenta con un marco legal a nivel internacional y nacional que obligue a las transnacionales a rendir cuentas y asumir la responsabilidad de las consecuencias de sus acciones.

---

1 *El presente artículo es parte de una investigación realizada por las autoras que lo firman y otros tres investigadores -Ndika Charles Akong, Ignatius Anyanwu y Ramón Muñoz-Raskin- en el curso impartido por Jacqueline Klopp en la School of International and Public Affairs de la Universidad de Columbia en otoño de 2004. Agradecemos muy sinceramente a Jackie su contribución y asesoramiento. También damos las gracias a todas las personas a las que hemos contactado y entrevistado durante el proceso de investigación, especialmente a las de Chad y Ecuador, cuya contribución ha sido de gran valor.*
Este documento no pretende establecer comparación alguna entre estos dos países, ni que las conclusiones que de él se extraigan se deban aplicar en otros. Cada país tiene su experiencia particular dentro del desarrollo de la industria del petróleo y cualquier comparación real requeriría un análisis mucho más detallado de los factores sociales, políticos y económicos que entran en juego en cada caso. El objetivo de este trabajo es mostrar los hechos principales acerca de todo lo ocurrido hasta en momento en Chad y Ecuador, junto con una pequeña disertación sobre las estrategias de incidencia política más importantes llevadas a cabo en estos dos países por la sociedad civil.

El desarrollo de la industria petrolera en Ecuador y Chad ha seguido una línea similar a la de otros países productores del Hemisferio sur. En ambos casos, las multinacionales han mantenido un dominio completo del sector, a lo que se le ha añadido la inoperancia y la pasividad de los gobiernos, que, además, han sufrido la presión continua de las instituciones financieras internacionales en favor de la expansión industrial petrolera. Conviene añadir que, de no ser por el esfuerzo de la sociedad civil, otros aspectos, como el cuidado del medio ambiente o el respeto a los derechos humanos habrían pasado totalmente inadvertidos.

Este documento ofrece una visión general acerca de la respuesta de la sociedad civil al impacto negativo del desarrollo de la industria del petróleo en Chad y en Ecuador. El objetivo es ofrecer una primera aproximación a las cuestiones que esta situación ha generado, y cómo la sociedad civil ha respondido en cada caso. De este modo se pretende establecer un punto de partida para aquellas personas interesadas en el trabajo de incidencia política en el sector de las industrias extractivas. Sin duda, son muchos los problemas y los retos que plantea la industria petrolera, y es necesaria una verdadera implicación de todos los actores si de verdad deseamos llegar a soluciones reales y duraderas para los problemas que las comunidades de todo el mundo están padeciendo como consecuencia del petróleo. La esperanza es que más personas puedan concienciarse con lo que ocurrió y continua ocurriendo en países como Ecuador y Chad y se involucren en la búsqueda de soluciones alternativas al desarrollo de los países en vías de desarrollo.

El petróleo en Ecuador

Durante los últimos 30 años, el petróleo ha ocupado un lugar prominente a la hora de definir y dar forma a la estructura social y económica de Ecuador. Hacia finales de la década de los 60 se descubrieron en el Oriente Ecuatoriano (el Este del Amazonas) cantidades considerables de este mineral. Como el gobierno no disponía ni de los recursos ni de la tecnología para explotarlo por cuenta propia, se cedió la exploración y la administración a la empresa norteamericana Texaco, que, en la práctica, controló la mayoría de las concesiones futuras de petróleo en el país durante los veinte años siguientes.

Aunque en un principio parecía que el petróleo sería el camino al desarrollo y la solución que sacaría al país de la pobreza, la realidad ha sido muy distinta. Lejos de dar paso a un periodo de desarrollo boyante, se puede decir que los últimos 30 años de explotación petrolera han traído niveles altos de desintegración socioeconómica y destrucción ambiental. Ecuador se enfrenta a muchos de los desafíos presentes también en otros países productores de petróleo en vías de desarrollo: altos niveles de corrupción, desigualdad social, pobreza, junto con una deuda externa por saldar y una fuerte inestabilidad política.

Desde 1995, el país ha vivido la subida al poder de una gran cantidad de presidentes. La inestabilidad política ha continuado hasta la actualidad con el último presidente de la Republica, Lucio Gutiérrez, que fue forzado a abandonar su cargo tras una revuelta popular y la falta de respaldo del ejército en abril de 2005. La deuda externa de Ecuador ha crecido hasta los 16 mil millones de dólares, lo que lo convierte en uno de los países de América Latina con la deuda per cápita más elevada. Con unos índices de pobreza que marcan el 67%; de subempleo y paro alcanzando el 78% (con un 20% de la mano de obra trabajando fuera del país), parece claro que la riqueza del petróleo no ha beneficiado hasta el momento la vida de los ecuatorianos de forma significativa (Acosta, 2004).

Desde que comenzaron las explotaciones de petróleo, Ecuador se ha tenido que enfrentar a niveles alarmantes de degradación ambiental, de desintegración cultural y de enfermedades. Se estima que tan sólo durante el tiempo que Texaco operó en el país, al menos 6,51 millones de litros de crudo acabaron

en las aguas del Amazonas, se vertieron no menos de 73,6 de litros de aguas tóxicas y entre 700.000 y 800.000 hectáreas de selva tropical desaparecieron (Jezic, 2001). De hecho, Ecuador cuentan ahora con una de las mayores tasas de deforestación en Sudamérica; una tasa que, de mantenerse, supondría la destrucción total de todos sus bosques dentro de 40 años[2].

La contaminación, cada vez más extendida y provocada por la completa indiferencia hacia la protección del medio ambiente por parte de la floreciente industria petrolera a la hora de extraer y refinar dicho mineral, ha traído la devastación a las comunidades indígenas y a otros asentamientos de población, y ha provocado continuas violaciones de los derechos humanos. La destrucción medioambiental ha ido de la mano de un aumento brusco de las enfermedades derivadas de la contaminación petrolífera. Se ha constatado que los índices de casos de cáncer se han disparado dentro de las comunidades afectadas. Grupos indígenas que superaban las diez mil personas se han visto reducidos a un centenar de personas, mientras que otros grupos, como por ejemplo los Tetetes, han desaparecido completamente (Jochnick y Garzón, 2001).

La respuesta de la sociedad civil

Durante los primeros años de exploración y de explotación, apenas se pudo apreciar resistencia o incluso debate alguno por parte de las comunidades afectadas sobre los problemas potenciales que podían conllevar las actividades petroleras en sus territorios (Jeznik, 2001). Sin embargo, a comienzos de los 90, cuando Texaco se retiraba del país dejando tras de sí un rastro de destrucción social y medioambiental, las comunidades afectadas empezaron a agruparse en torno a una campaña para denunciar la responsabilidad de la compañía. Mientras los esfuerzos iniciales se centraron en documentar los daños provocados por Texaco y solicitar una compensación, la concesión de nuevas explotaciones a otras empresas petroleras, provocó que más comunidades fueran directamente afectas, surgiendo así un movimiento más amplio de la sociedad civil ante la problemática del petróleo.

Desde que comenzaran en los 90, las acciones de incidencia política hacia la industria petrolera en Ecuador se han ido extendiendo para dar cabida a nuevos actores estrategias y objetivos. En los lugares donde ya se había extraído petróleo, el primer objetivo era exigir responsabilidades por la contaminación medioambiental causada, lo que incluía la limpieza de la zona más una indemnización a la comunidad afectada. Donde aún no se había llevado a cabo la extracción, o ésta apenas había comenzado, el objetivo de las acciones de incidencia fue doble. Algunas comunidades decidieron negociar con las multinacionales en un intento de evitar futuros impactos en el entorno y conseguir mejores compensaciones para las comunidades, mientras otras constituyeron un movimiento de resistencia con perspectivas de frenar cualquier extracción en su territorio[3].

Pese a la disparidad de los objetivos, todas las acciones llevadas a cabo han revelado notables resultados. De los casos en los que se ha luchado por exigir que una compañía asumiese responsabilidades, el más destacado ha sido el caso Texaco, que actualmente está en manos de la justicia ecuatoriana. Sin embargo, las acciones legales contra Texaco se iniciaron en EE.UU en 1993, bajo la Ley de Reclamación por Agravios contra Extranjeros ("Alien Tort Claims Act"), y hoy día este juicio forma parte de una serie de casos similares que siguen trayendo cola y en los que se solicitan que se dé cuenta de todos los daños causados por una empresa multinacional. El caso se basó en la violación de tres derechos humanos

---

2 USAID website, CONAIE and http://www.mongabay.com/deforestation_tropical.htm.

3 Entrevista con Kenny Bruno, Earth Rights International, Octubre 2004.

reconocidos internacionalmente: el derecho a un entorno saludable, a la protección contra el genocidio cultural y la discriminación por raza o etnia. El caso sirvió como catalizador para la movilización popular y para los movimientos activistas contra la explotación de petróleo, y de haber sido reconocido por la justicia norteamericana, hubiera sido el primero en el que se declarara responsable a una compañía estadounidense de unos daños causados fuera de sus fronteras.

Debe destacarse que en los casos en los que se llevaron a cabo negociaciones, ha sido porque las comunidades han asumido que la explotación de petróleo en sus tierras era inevitable. Las comunidades consideraron que la negociación directa con las compañías era la única vía para asegurar una buena compensación y protección contra los efectos negativos potenciales de la explotación petrolera. Aunque las negociaciones tradicionales entre la población y las empresas consistían en un intercambio de "baratijas" para poder acceder a unos recursos por valor de millones de dólares, el balance de poderes se ha roto en algunas de las últimas negociaciones. El ejemplo más claro lo constituyen las negociaciones que se entablaron entre la comunidad indígena Secoya, y Occidental Petroleum. Después de intentar llegar a un acuerdo por el método "tradicional" en tres ocasiones, los Secoya consiguieron negociar un código de conducta que marcara el futuro diálogo entre las dos partes. Este código resulta admirable no sólo porque aseguraba que la comunidad dispondría de todos sus derechos y recursos a la hora de dialogar, sino también porque incluía una declaración de la compañía que garantizaba el respeto de los derechos humanos internacionales, así como de los derechos básicos de la comunidad.

Sin embargo, también se han dado casos de resistencia firme contra la explotación de petróleo. Entre ellos destaca el de las comunidades indígenas de la región oriental, que han decidido que las repercusiones negativas de la explotación petrolífera tenían mucho más peso que los beneficios potenciales, de manera que decidieron oponerse a cualquier intento de usurpación de sus tierras. Los Shuar, por ejemplo, han logrado evitar mediante mandamientos judiciales que las compañías petroleras entren en sus territorios, y que éstas negocien con miembros de la comunidad que no tengan autorización para hacerlo. Los Sarayaku, una comunidad indígena que cuenta con unos 1.200 miembros, también ha conseguido un mandamiento judicial, junto con una sentencia de la Comisión Interamericana por los Derechos Humanos, para que el Gobierno ecuatoriano ejecute medidas cautelares que les protejan. Aunque estos avances en el plano legal han supuesto un éxito momentáneo, se ha logrado cambiar de un modo significativo las relaciones entre las comunidades y las compañías petroleras, lo que ha demostrado que las comunidades pueden llegar a lograr sus objetivos.

El hecho de que se consiguieran resultados satisfactorios con independencia de los objetivos que buscaran las comunidades, pone de manifiesto la importancia de combinar múltiples estrategias y de dirigirlas simultáneamente a varios frentes. En muchos casos, la interrelación de objetivos y estrategias ha servido para reforzar todas las acciones surgidas desde la sociedad civil en respuesta a la explotación petrolera[4]. A continuación se presentan algunas de las principales estrategias de las que se ha valido la sociedad civil ecuatoriana en sus campañas.

La aplicación del marco de los derechos humanos: La utilización de los derechos humanos para definir los problemas y buscar las soluciones ha permitido que muchas veces grupos con intereses divergentes dentro de las ONG y de las comunidades autóctonas hayan acercado sus posiciones en favor de un objetivo común. El tratamiento de las consecuencias del petróleo también como una violación de los derechos ha provocado que los esfuerzos se hayan centrado en educar a la población acerca de los posibles riesgos, así como en informarles sobre sus derechos, dentro del proceso de expansión de la

4 Entrevista con Isabela Figueroa, Rain Forest Foundation, Octubre 2004.

industria petrolera. Provistos así de una información más completa y de un conocimiento mayor de la situación, las comunidades locales han ganado poder para convertirse en miembros activos en la toma de decisiones dentro de las campañas de incidencia.

Información, documentación y uso efectivo de los medios de comunicación: Las investigaciones independientes y la documentación sobre los efectos contaminantes de la explotación petrolera han permitido que las declaraciones del gobierno y de las compañías petroleras, que afirmaban que no se había producido daño alguno, perdieran crédito. También se ha logrado atraer la atención de los medios hacia las diversas campañas, así como que estas ganen credibilidad. Los medios de comunicación nacionales e internacionales han contribuido a generar conciencia acerca del problema y a llegar a las distintas audiencias, tanto fuera como dentro de Ecuador, lo que a su vez ha creado una presión adicional sobre el gobierno y las compañías. La difusión de información también se ha logrado mediante otras vías, como los "Tours" organizados por las regiones contaminadas, ciclos de conferencias internacionales de la mano de líderes indígenas y ecologistas ecuatorianos o entrevistas con el Departamento de Estado, con congresistas y también con miembros del Banco Mundial.

Concienciación popular y fortalecimiento de las capacidades locales: En muchas campañas, se han incluido talleres con el fin de informar a los miembros de las comunidades autóctonas acerca del impacto que tiene la industria petrolera, sus derechos y las posibles estrategias para hacerlos efectivos en el supuesto de vulneración. Estas iniciativas han permitido empoderar a las poblaciones más afectadas al otorgarles las herramientas adecuadas para negociar con los representantes de las compañías o con el gobierno. Este hecho, además, ha aumentado su implicación en el asunto, y garantiza que los objetivos principales de las distintas campañas de ámbito nacional e internacional se adecuan a sus intereses y necesidades.

Uso de aliados internos: En el desarrollo de las diversas campañas, el trabajo con determinadas personas afines o sensibilizadas con la causa, ya sea dentro del gobierno, las empresas petroleras o los medios de comunicación, han constituido un factor clave de éxito. Así por ejemplo, el trabajo con aliados en el gobierno ecuatoriano permitió tomar las primeras medidas para proteger el medio ambiente y favorecer la supervisión de los proyectos de explotación. Además, la cooperación con aliados del gobierno ha permitido mantener vivo el caso Texaco y ha evitado que se abandone por falta de apoyo gubernamental.

Hacer que las acciones legales sienten precedente: Las acciones legales emprendidas han sido un elemento muy importante dentro de la campaña de incidencia en Ecuador. Por un lado, han servido para reforzar la legitimidad de las demandas de las poblaciones autóctonas, y por otro, estas acciones legales han pretendido establecer nuevas normas internacionales a la hora de depurar responsabilidades de las compañías internacionales.

Trabajo en equipo y coordinado: Coaliciones y grupos de trabajo locales, nacionales e internacionales han desempeñado un papel muy importante en los éxitos conseguidos en las distintas campañas. Importantes coaliciones internacionales han incrementado la capacidad de la campaña a través de la difusión de información a nivel global así como la implementación de acciones colectivas.

Retos de futuro

Gracias al esfuerzo de la sociedad civil ecuatoriana, se han hecho públicas las consecuencias negativas de la industria petrolera en Ecuador. De todas maneras, esta industria sigue siendo uno de los motores impulsores de la economía del país, ya que un tercio de los presupuestos generales del estado ecuatoriano

dependen de los ingresos del petróleo. Este hecho, junto con los elevados niveles de deuda externa, ha situado al país bajo la presión constante de las instituciones financieras internacionales para que se continúe con la explotación de petróleo e incluso se produzca una expansión en el sector. Aun contando con los mejores esfuerzos por parte de la sociedad civil para influir en las condiciones bajo las que se explota el petróleo, hay un cúmulo de intereses poderosos que juegan en contra de las comunidades autóctonas. Sin embargo, el éxito de la incidencia política en el sector petrolero en Ecuador no sólo debe medirse en función de si se logra frenar las extracciones o no, sino de las pequeñas batallas que se van ganando a nivel local.

El petróleo en Chad

Chad es uno de los países productores de petróleo más recientes. Se espera que los ingresos derivados del petróleo, que comenzaron a llegar al gobierno de este país centroafricano en julio de 2004, introduzcan cambios radicales de tipo económico y social. De hecho, ya se pueden apreciar en Chad cambios radicales debidos a la industria petrolera. Según un informe de la Administración de Información de la Energía de EE.UU., el PIB de Chad creció en 2003 un 9,7%, mientras que las predicciones para el 2004 apuntaban hacia un 39,5%. Sin duda, se trata de unos índices de desarrollo elevados para uno de los 10 países más pobres del mundo (World Bank, 2002). Sin embargo, se teme que el desarrollo de la industria del petróleo haga de este país otra víctima de la conocida “maldición del petróleo”, sobre todo si tenemos en cuenta la historia de Chad, marcada por una larga guerra civil, por las constantes violaciones de los derechos humanos perpetradas por el gobierno, por su inestabilidad política, la corrupción impune y la debilidad de sus instituciones (Gary y Karl, 2003).

En los años 50 se descubrieron yacimientos de petróleo en Doba Basin, pero debido a la guerra civil que asoló intermitentemente el país durante 30 años la explotación de los yacimientos se suspendió indefinidamente. Tras el golpe de estado militar que llevó al poder al presidente Idriss Déby en 1990, y que puso fin a la guerra, las altas esferas de la política retomaron las negociaciones sobre la explotación de dichos yacimientos con un consorcio que lideraban las empresas Exxon y Mobil (Lampriere, 2001).

Sin embargo, con un movimiento inesperado, el consorcio insistió en que el Banco Mundial participara en el proceso de desarrollo petrolero en Chad. Se le pedía que otorgara créditos al gobierno de este país y al de Camerún para que pudieran pagar la parte correspondiente del oleoducto que debía construirse. Este oleoducto llevaría el petróleo desde Chad, país de interior, hasta la terminal de exportaciones en la costa atlántica camerunesa (Gary y Karl, 2003; Lampriere, 2001). Con unos ingresos totales de unos 185.000 millones de dólares al año, Exxon y Mobil, posiblemente, la corporación más rica del planeta, apenas necesitaba del apoyo financiero del Banco Mundial como premisa para avanzar en su proyecto (Horta, 2002). Los miembros de este consorcio esperaban que la implicación del Banco Mundial en el proyecto de Chad les mantuviera al margen de las repercusiones negativas que el desarrollo de la industria petrolera había tenido en países como Nigeria, país colindante. Justamente, el conflicto que esta industria causó en Nigeria se encontraba en pleno apogeo a mediados de los 90, precisamente cuando se estaba negociando con seriedad sobre los yacimientos situados en Chad.

Una futura disminución de la pobreza y un desarrollo económico sostenible a largo plazo (Gary y Karl, 2003; Horta, 2002; Lampriere, 2001) constituyeron los principales argumentos del Banco Mundial para dar vía libre a la explotación de los yacimientos en Chad, pese a los riesgos potenciales. El Banco Mundial ha considerado que el proyecto es un caso sin precedente de cooperación entre el sector público y el

privado, y un modelo que debe seguir todo futuro proyecto de este tipo en cualquier parte del mundo (Gary y Karl, 2003). Como resultado, lo que suceda en Chad repercutirá en las políticas del Banco Mundial en torno a las inversiones en la industria extractiva. Asimismo, influirá en la manera en que evolucione en un futuro el sector del petróleo dentro de los países en vías de desarrollo.

La respuesta de la sociedad civil

Las organizaciones de la sociedad civil fueron las primeras en dar la voz de alarma al conocer las consecuencias potenciales de la expansión de la industria del petróleo en términos de inseguridad ciudadana, violencia, degradación ambiental e índices de pobreza, en un país ya de por sí pobre e inestable. Es importante destacar que en la campaña sobre la explotación de petróleo en Chad se distinguen dos fases. La primera, la Fase de Moratoria para el Proyecto del Oleoducto, se desarrolló entre 1996 y 2000, momento en que el Banco Mundial aprobó la adjudicación de créditos a Chad y Camerún para que pudieran aportar su parte en la financiación del proyecto. El objetivo era que el Banco Mundial firmara una moratoria que retrasara la financiación del oleoducto hasta el momento en que el proyecto "se pudiera llevar a cabo dentro de un marco legal y una línea de actuación adecuados, que garanticen un uso transparente y equitativo de los ingresos del petróleo, y que aseguren el respeto de los derechos humanos y del medio ambiente (Horta, 2002; Lampriere, 2001 y 2004)".

La segunda fase de la campaña, la Fase de la Explotación Petrolera, comenzó en el año 2000 cuando el Banco Mundial aprobó la adjudicación de créditos para Chad y Camerún. En cuanto se adjudicaron estos créditos y se puso en marcha el proyecto de construcción del oleoducto, así como el de extracción de petróleo en Chad, la sociedad civil se concentró principalmente en la mitigación de los impactos negativos derivados del proyecto en la sociedad y en el medio ambiente, así como en conseguir que el petróleo revertiera directamente en el alivio de la pobreza (Lampriere, 2004).

En particular, centraremos la atención en la primera fase de la campaña de incidencia política, con algunas referencias a la segunda, puesto que, al estar ésta última aún en marcha, resulta imposible realizar un análisis profundo y con perspectiva.

Las ONG internacionales fueron las primeras en denunciar el proyecto de construcción del oleoducto no sólo por la escasa información disponible en el país, sino también porque la situación de inseguridad y tensión, la inestabilidad política y la represión que reinaban en el país demostraban lo peligroso que era buscar información sobre el proyecto e incluso criticar públicamente el proceder del gobierno en algunos asuntos. Después de que dichas organizaciones comenzaran a orquestar una campaña en contra del proyecto del oleoducto y a compartir su información con sus compañeros en Chad, las organizaciones civiles de este país participaron activamente en la elaboración de la campaña de incidencia a nivel nacional (Horta, 2002).

Irene Mandeau, de Amnistía Internacional (AI) en Alemania, fue la primera persona que manifestó su preocupación en 1996 por la complejidad potencial del desarrollo de la industria petrolera en Chad. Redactó un artículo para la publicación de AI y, profundizando más en el asunto, creó una red de trabajo no oficial que contaba con miembros de iglesias alemanas y ONG europeas dispuestas a trabajar contra el proyecto de oleoducto Chad-Camerún, aún no aprobado. Esta coalición desempeñó un papel importantísimo en las primeras acciones de incidencia política porque permitió a la sociedad civil del Chad acceder a información sobre el proyecto petrolero, cuyos detalles no estaban al alcance de los chadianos. Además, sus esfuerzos encontraron el reconocimiento de muchas organizaciones americanas que luego acabarían participando activamente en la campaña internacional contra la construcción del oleoducto (Lampriere, 2001: 16).

En Chad comenzaron a alzarse voces de personalidades relevantes y de organizaciones contra el proyecto. Uno de los primeros y más destacados fue un político de la oposición llamado Ngarlégy Yorongar. Conocedor del proyecto de explotación de yacimientos y del proceso de negociación y aprobación de la construcción del oleoducto, Yorongar lo criticó públicamente. De hecho, fue el único miembro de la Asamblea Nacional de Chad que votó en contra de la ley sobre el petróleo redactada por el gobierno de Déby en 1997, lo que le llevó a prisión en 1998 (Roseblum, 2000). Las asociaciones por la defensa de los derechos humanos (ADH), sin embargo, desempeñaron su labor más importante al principio, cuando movilizaron a las organizaciones civiles en contra del proyecto de construcción del oleoducto. Las más destacadas fueron The Chadian Association for the Promotion and Defense of Human Rights (ATPDH) con Delphine Djiraibe, miembro fundador, y la Chadian Human Rights League (LTDH), dirigida por Dobian Assingar (Horta, 2002).

Djiraibe, Assingar y sus compañeros se encuentran entre las primeras personas que tuvieron noticia de la propuesta de construcción del oleoducto, e inmediatamente comenzaron a trabajar conjuntamente para dar a conocerla entre la población de Chad, para elaborar un plan de incidencia política, y también para trabajar con miembros activos de los países del Norte, del Banco Mundial y de otras personas influyentes en el proyecto. Djiraibe se convirtió en la portavoz desde Chad que expuso el caso por Norteamérica y Europa. A Djiraibe le resultaba más seguro realizar sus críticas al proyecto desde Estados Unidos que desde Chad porque el gobierno de Déby se había mostrado abiertamente hostil ante las críticas y había tomado duras represalias contra sus oponentes (Horta, 2002).

Finalmente, la mayoría de los esfuerzos en el plano de la incidencia política se centraron en dos objetivos. Uno, más amplio, era convencer a las personalidades influyentes en el Banco Mundial de la necesidad de bloquear la aprobación del proyecto hasta que no se llevaran a cabo reformas institucionales de gran calado. El otro, más concreto, consistía en obligar al Banco Mundial y al consorcio de empresas petroleras a dialogar con las comunidades autóctonas y a considerar el impacto social, económico y medioambiental en la población chadiana.

Pese a que la mayoría de las organizaciones que participaron en la campaña durante la primera fase buscaba una moratoria, había también un conjunto de organizaciones internacionales preocupadas principalmente por el impacto negativo en las poblaciones indígenas de Chad y Camerún y en el entorno natural de ambos países. Estos grupos pretendían incluso impedir el establecimiento de la industria petrolera. Pese a la insistencia de estas organizaciones, la campaña internacional en contra del oleoducto se centró en los derechos humanos y nunca instó a las compañías petroleras a que abandonaran Chad. Se ha reconocido éste como uno de los logros más importantes de la campaña de Chad, y fue atribuido a la influencia de los activistas chadianos, quienes querían que el desarrollo petrolero ocurriera, pero siempre y cuando se dieran previamente las condiciones adecuadas (Horta, 2002).

La planificación de las actividades de incidencia política por parte de las organizaciones civiles internacionales y chadianas fue compartida en muchos aspectos. Cuatro de los elementos principales fueron los siguientes:

Creación de una coalición: Fue uno de los primeros y más importantes aspectos dentro de la estrategia planeada por las organizaciones civiles implicadas en las actividades de incidencia política en Chad. Se crearon coaliciones en el ámbito internacional, nacional y local, que llevaron a la creación de la primera coalición internacional, compuesta de cientos de organizaciones civiles europeas, africanas y norteamericanas. La aparición de estas coaliciones fue el resultado de los esfuerzos denodados de activistas como Asignar o Djiraibe en Chad y de su habilidad para forjar relaciones sólidas y efectivas con los activistas europeos y americanos. Además, se vieron reforzadas por una serie de reuniones celebradas en Chad, en Europa y Washington durante 1998 y 1999 entre organizaciones civiles chadianas, europeas, cameruneses y americanas.

Resultaron de particular importancia las planteadas por las organizaciones civiles chadianas en las ciudades de Donia (1998) y Bebedla (1999), situadas en la región productora de petróleo, que introdujeron la necesidad de crear redes de cooperación entre las organizaciones civiles de Chad, que se reunirían con regularidad para discutir y coordinar las acciones en el sector del petróleo en dicho país. La primera de estas corporaciones fue la Commission Permanent de Petrole Locale (CPPL), fundada en 1998. Se trata de una red de trabajo de varias organizaciones con sede en Moundou, en plena zona productora de petróleo. A raíz de su creación surgieron otras muchas en N'djamena, como la Commission Permanent de Petrole N'djamena (CPPN), y en Sahr, como la RESAP-MC. Sin embargo, quizá lo más importante de estas reuniones fue que impulsaron un plan de incidencia centrado en atacar la implicación del Banco Mundial en la propuesta del proyecto, dado que se pensaba que el consorcio de empresas petroleras no avanzaría con su propósito en la región sin la colaboración de este organismo internacional (Horta, 2002).

La búsqueda de información y su difusión: La búsqueda y recopilación de información junto con su difusión entre los miembros activos de la sociedad ha servido para alimentar una mirada crítica durante las dos fases de la campaña de Chad. La difusión y recopilación de información entre las organizaciones civiles chadianas y otras ONG internacionales ha sido importante por varias razones. Antes de que comenzara la primera fase de la campaña, pocos chadianos tenían acceso a las informaciones oficiales sobre la propuesta del proyecto del oleoducto y sobre la explotación de petróleo en la región. La población se percataba de la presencia de las compañías dentro del país y de que éstas pretendían explotar los yacimientos, pero no tenían información relacionada con el proyecto, con los planes futuros del gobierno ni con la labor del Banco Mundial. En cuanto la sociedad se enteró de los planes propuestos y se comenzó a tejer una red de información, los chadianos empezaron a organizarse. Además, ONG de países desarrollados tuvieron la oportunidad de compartir sus conocimientos y su experiencia con el *modus operandi* de las Instituciones Financieras Internacionales (IFI) y cómo influir sobre ellas. Entre éstas figuraban las de los gobiernos de los países desarrollados, que son las inversoras principales del Banco Mundial.

Los activistas chadianos, por su parte, explicaron a las ONG de otros países su propio contexto social, político y económico, y desempeñaron un papel decisivo a la hora de dirigir los planes y los objetivos de la campaña internacional. Se encargaron del mismo modo de mantener a los activistas de otros países al tanto de los acontecimientos de mayor peso que pudieran suceder en el país. De hecho, se creó una enorme retroalimentación informativa entre los activistas de Chad y Camerún y los miembros activos que colaboraban desde Europa y Estados Unidos.

Concienciación sobre el problema y movilización de masas: Para crear una base de apoyo durante las dos fases de la campaña, las organizaciones civiles tuvieron que informar a los participantes en la toma de decisiones (gobiernos, las IFI y el consorcio Exxon-Mobil), a la población y a los ciudadanos comprometidos en Chad y en el extranjero acerca de la expansión de la industria petrolera. Se usaron diversas estrategias para llevar a cabo tal objetivo. Una de las tácticas que usaron las organizaciones civiles chadianas e internacionales fue la continua publicación de informes, estudios de investigación, declaraciones conjuntas, notas de prensa, y cartas abiertas que pusieran de relieve la posición de la sociedad civil con respecto a las actuaciones del gobierno, del consorcio Exxon-Mobil y del Banco Mundial (Horta, 2002).

Pese a todo, informar a la población fue difícil dentro de Chad. La libertad de expresión y la libertad de prensa estaban continuamente amenazadas en este país, y no siempre se disponía de la tecnología suficiente para distribuir la información, al margen del alto coste y la escasa fiabilidad de ésta. Por ello la información llegaba al público a través de alguna emisora de radio o canal de televisión que no fuera víctima de la censura y que emitiera dentro de Chad, o a través de reuniones dirigidas por ONG en las que se discutían cuestiones al margen del proyecto (CIEL y EDF).

Las manifestaciones, la acción directa y las diversas movilizaciones fueron otras tácticas para dar a conocer la problemática fuera de Chad. Dentro de la campaña internacional, en particular, se organizaron numerosas acciones y manifestaciones de acuerdo con las fechas clave para el Banco Mundial dentro del proceso de aprobación. Dentro de Chad no se produjeron acciones de este tipo. Las protestas públicas, sobre todo si estaban relacionadas con el proyecto de explotación de los yacimientos, eran un fenómeno inusual, especialmente si tenemos en cuenta el amplio historial de represión, violaciones, torturas y asesinatos de las fuerzas del gobierno (CIEL y EDF).

Presión e influencia de actores políticos claves: Los representantes de las organizaciones civiles chadianas e internacionales intentaron durante las dos fases de la campaña presionar e influir a quienes trazaban las políticas dentro del proceso de aprobación de la construcción del oleoducto. También intentaron ejercer presión en el diseño del proyecto, así como en los diversos impactos y consecuencias que su construcción, perforaciones incluidas, podía tener. Presionaron directa e indirectamente al gobierno de Chad, al consorcio Exxon-Mobil y al Banco Mundial. El proceso se extrapoló a otros gobiernos influyentes en el mundo (como el de Francia y el de Estados Unidos), mediante contactos con funcionarios electos y altos cargos en departamentos influyentes (como el Departamento del tesoro de los Estados Unidos). Las medidas de presión pasaban por asistir a reuniones oficiales y no oficiales, así como a las negociaciones oficiales entre el Banco Mundial y las compañías petroleras. Del mismo modo, se participó en las audiencias del Congreso de los EE.UU., se atrajo la atención de la prensa y se envió un gran número de cartas con cientos de firmas de representantes del pueblo chadiano, camerunés y de la comunidad internacional. Se hicieron llegar estas cartas a funcionarios del Banco Mundial, a miembros del consorcio del petróleo y a supervisores y asesores independientes. Con estas acciones se pretendía influir en algunas medidas relacionadas específicamente con el proyecto Chad-Camerún, y en general con las políticas de inversión en la industria extractiva llevadas a cabo por el Banco Mundial (CIEL y EDF).

Retos de futuro

La incidencia política de la sociedad civil durante la primera fase de la campaña en Chad obtuvo muchos resultados positivos, pese a que los activistas no lograran convencer al Banco Mundial para firmar una moratoria que retrasara el visto bueno a la construcción del oleoducto. Algunos de los resultados palpables conseguidos en la primera fase fueron la supervisión de las perforaciones y de la construcción y del funcionamiento de dicho oleoducto. También se consiguieron más medidas de protección del medio ambiente de las prometidas en un principio, y se logró la aplicación de un nuevo sistema de control de los ingresos derivados del petróleo.

Pese a todo, conviene destacar que, aunque los esfuerzos de incidencia política de la sociedad civil trajeron importantes mejoras en el proceso de explotación de petróleo en Chad, hay motivos para decir que no fueron suficientes y que se siguen corriendo ciertos riesgos. Por ejemplo, miles de millones de dólares en petróleo se escapan del sistema de control público de ingresos, y no hay mecanismo alguno que garantice que todo aquel que se apodere irregularmente de fondos destinados a proyectos para paliar la pobreza recibirá su correspondiente castigo. Además, el impacto social y medioambiental del proyecto en varias comunidades de la zona de los yacimientos ha sido negativo pese a las medidas de precaución que se tomaron. Más concretamente, se cree que el proceso de indemnización ha acabado en fracaso, pese a los preparativos que lo precedieron. Para terminar, la inestabilidad política y la represión siguen estando presentes en la vida del pueblo de Chad (Gary y Karl, 2003).

Estos problemas y otros asuntos han sido el centro de los esfuerzos continuos de la sociedad civil hasta la actualidad para influir en el desarrollo de la industria petrolera en Chad. Todavía es demasiado pronto para

adivinar el final del proceso, pero, aun así las organizaciones civiles nacionales e internacionales siguen siendo pioneras en su lucha por evitar que Chad sea una nueva víctima de la "maldición del petróleo".

Conclusiones

Los activistas en Chad y en Ecuador han respondido con creatividad a los retos y amenazas que suponía el desarrollo de la industria petrolera en sus comunidades dentro de su contexto social y económico.

En Ecuador, con una larga historia de explotaciones petrolíferas, se han producido impactos negativos continuadamente, así como agresiones al medio ambiente y a la salud de la población. Muchos estarían de acuerdo en afirmar que Ecuador se ha convertido en una víctima más de la "maldición del petróleo". Chad, por el contrario, tiene a sus espaldas una breve historia en este terreno; de hecho, es el último de los países africanos en convertirse en productor de petróleo. Por ello, sus organizaciones civiles, a diferencia de las de Ecuador, han sido más conscientes de los riesgos del desarrollo de esta industria antes de que se asentara. También han tenido, y continúan teniendo, más posibilidades de aprovechar las experiencias de la sociedad civil de otros países y de intentar influir en las políticas de desarrollo del sector.

Es de esperar que este breve análisis de las campañas de incidencia política llevadas a cabo por la sociedad civil en Chad y Ecuador sirva de referencia a los activistas de otros países productores de petróleo, tanto nuevos como veteranos. De este modo se podrán descubrir nuevas vías para afrontar los complicados problemas que aparecen cuando se explotan yacimientos petroleros en países subdesarrollados. Esto resulta especialmente urgente en un momento en el que EE.UU. y otros importantes consumidores de energía se han lanzado a la búsqueda de territorios productores fuera de Oriente Medio, especialmente aquellos que disponen de vastas reservas de petróleo sin explotar como los del continente africano. Se pretende compensar con el petróleo africano el creciente consumo energético de los países desarrollados. Bajo estas premisas aumentará la presión por acelerar el proceso de desarrollo del sector, y los grupos de la sociedad civil deben estar preparados para defenderse, en un intento de evitar las terribles consecuencias de la "maldición del petróleo" en estos países.

Referencias bibliográficas

ACOSTA, J. (2004), *Elementos de Coyuntura Nacional e Internacional*. Centro de Derechos Económicos y Sociales.

AUTY, R. (1993), *Sustaining Development in the Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*, Routledge, London.

CIEL (Center for International Environmental Law) http://www.ciel.org

COLLIER, P., HOEFFLER A. (2000), *Greed and Grievance in Civil War*. Policy Research Working Paper 2355, Development Research Group, World Bank, May 2000.

EDF (Environmental Defense Fund) http:// www.environmentaldefense.org

EIA (2004), *Energy Information Administration Report*. http://eia.doe.gov/

GARY, I., KARL, T. (2003), *The Bottom of the Barrel: Africa's Oil Boom and the Poor*. Catholic Relief Services.

HORTA, K. (2002), *NGO Efforts in Africa's Largest Oil Project*. Association of Concerned African Scholars.

JEZIC, T. (2001), "Ecuador: The Campaign against Texaco Oil", en Cohen, D., De la Vega, R., Watson, G., *Advocacy for Social Justice A Global Action & Reflection Guide*. Kumarian Press, Inc. and Rain Forest Foundation. http://www.rainforestfoundation.org/

JOCHNICK, C., GARZÓN, P. (2001), "A seat at the Table", en NACLA *Report on the Americas*, Vol.XXXIV, N.4, January/February 2001.

KARL, T. (1997), *The Paradox of Plenty: Oil Booms and Petro-States*, University of California Press.

LAMPRIERE, L. (2001), *The World Bank and Human Rights: The Chad Cameroon Pipeline*. Carr Center for Human Rights Policy, John F. Kennedy School of Government, Harvard University.

ROSENBLUM, P. (2000), *Current History: Pipeline Politics in Chad.*

ROSS M. (2001), "Extractive Sectors and the Poor", An Oxfam American Report.

SACHS J., WARNER, A. (1995), "Natural Resource Abundance and Economic Growth", Development Discussion Paper no 517, Cambridge.

USAID website, CONAIE y http://www.mongabay.com/deforestation_tropical.htm

World Bank (2002), *World Development Indicators.* http://www.worldbank.org

15

Energía y género: lecciones aprendidas en Centroamérica

Imma Guixé

Grupo Advocacy & Oil, Columbia University.

Resumen

El enfoque de género, utilizado con frecuencia en el ámbito social (educativo, sanitario, etc.), ha sido generalmente ignorado en el sector energético, que se ha configurado tradicionalmente como masculino, al igual que otras áreas del sector infraestructura y tecnología. La presunta neutralidad de los proyectos de este sector en este sentido no es tal, lo que se traduce en impactos diferentes en hombres y mujeres.

Desde los años 80, la perspectiva de género en el sector energético ha ganado importancia, pasando de ser puramente técnico, a abarcar elementos sociales, económicos y medioambientales, haciendo a las mujeres más visibles en los procesos de desarrollo.

En el año 2004, la UICN realizó para el PNUD una sistematización de experiencias sobre género y energía en Centroamérica que agrupó nueve experiencias de cinco países, sistematización que ha proporcionado aprendizajes muy valiosos en este terreno.

Abstract

The gender approach, widely used in the social field (education, health, etc) has been generally ignored in the energy sector, traditionally considered a male domain, as other areas of the technology and infrastructure sector. However, the apparent neutrality of this sector's projects is not such, as they have different impacts on men and women.

Since the 80's, the gender approach has gained importance in the energy sector, which has passed from being considered purely technical to include social, economic and environmental aspects, and making women more visible in development processes.

IN 2004 UICN systematized gender and energy experiences in Central America for PNUD. The study included nine experiences from five countries and offered very valuable lessons on this issue.

Résumé

La perspective de genre, utilisée fréquemment dans l'enceinte sociale (éducatif, sanitaire, etc..), a été ignorée en général dans le secteur énergétique, qui a été configuré traditionnellement comme masculin, ainsi que dans d'autres terrains du secteur des infrastructures et de la technologie. Dans ce sens, la neutralité de ce secteur n'est en pas vraie en réalité,ce qui se traduit par des impacts divers sur les hommes et sur les femmes.

Dès les années 80, la perspective de genre dans le secteur énergétique a gagné une importance, en le faisant passer d'être purement technique, à incorporer des éléments sociaux, économiques et environnementaux, et en rendant les femmes plus visibles dans les processus de développement.

En 2004, l'UICN a réalisé pour le PNUD une systématisation d'expériences autour genre et énergie en Amérique centrale. Elle a regroupé neuf expériences de cinq pays, et cette systématisation a apporté des apprentissages très précieux dans ce domaine.

Introducción[1]

Resulta incuestionable la influencia de la energía en el desarrollo económico y social. Sin embargo, más de dos mil millones de personas en los países en vías de desarrollo, especialmente de zonas rurales, satisfacen sus necesidades energéticas a partir de fuentes tradicionales como la leña, el carbón vegetal y el estiércol, careciendo de servicios energéticos modernos y eficientes (UNDP, 2000). La importancia de la energía como medio para lograr mejoras en las condiciones de vida de las personas es enorme. Por ello, la falta de servicios energéticos o su inadecuación tiene un impacto múltiple en los diferentes ámbitos de la misma (salud, generación de ingresos, educación, medioambiente, etc.) y contribuye en gran medida a la perpetuación de la pobreza en nuestro planeta.

El reconocimiento de las vinculaciones directas de la energía con otras dimensiones del desarrollo ha conllevado que en las dos últimas décadas los proyectos de esta índole superen una visión exclusivamente técnica e incluyan una orientación más integral. Este nuevo enfoque permite considerar la energía como un medio poderoso para avanzar hacia los objetivos económicos, sociales y medioambientales deseados (DFID, 2002). La experiencia muestra que, para que este cambio de perspectiva resulte eficiente y sostenible, debe prestarse más atención a los aspectos de género y al vínculo existente entre las mujeres y la producción, distribución y utilización de la energía.

El esfuerzo mundial de lucha contra la pobreza se ha manifestado en el sector energético en el compromiso de reducir a la mitad el número de personas que no tienen acceso a combustibles limpios y electricidad para el 2015 (UNDP, 2000). Los aspectos de género se han reforzado también explícitamente con el Objetivo de Desarrollo del Milenio número tres: “promover la igualdad de género y empoderar a las mujeres” (Cecelski, 2004; DIFD, 2002).

No obstante, y a pesar de los avances a nivel local, nacional e internacional, el sector energético es aún poco sensible al tema de género (Clancy et al., 2004). Actualmente, aunque la inclusión de las mujeres en la formulación de los proyectos energéticos y en su implementación a nivel local se considera clave para el éxito y la sostenibilidad de los mismos, la falta de participación femenina, especialmente en los niveles de diseño y toma de decisión de dichos proyectos, es frecuente, y se ha considerado como una de las causas del fracaso de muchas iniciativas (Rukato, 2002).

Energía y género

La importancia de incorporar la perspectiva de género en los proyectos de energía: razones e implicaciones

Existe la percepción generalizada de que los proyectos energéticos son neutrales en cuestiones de género (UNDP, 2000). Pero esta presunta neutralidad resulta no ser tal, lo que se traduce en impactos diferentes en hombres y mujeres, es decir, en discriminaciones y situaciones de desigualdad.

---

1 El presente artículo se enmarca en un proceso más amplio de análisis sobre la temática de energía y género, iniciado por el PNUD a partir de la sistematización de diversas experiencias de energía y género en la región centroamericana, realizada por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) en el 2004 (UICN, 2004). Este artículo se basa en los resultados de la mencionada sistematización, así como en el documento “Energía y Género” elaborado en el 2005 por la autora.

Las diferencias principales entre mujeres y hombres dentro del sector de la energía se refieren a los diferentes roles que juegan ambos en la sociedad, de acuerdo a la división del trabajo definida socialmente y basada en cuestiones de género. Ambos sexos cuentan con diferentes necesidades, intereses y grados de acceso y control a los recursos y servicios energéticos, que deben ser reconocidos por cualquier intervención en el sector energía para maximizar sus impactos beneficiosos (Guixé, 2003a). De esta manera, el enfoque de género permite expandir los beneficios específicos del proyecto e influir en otras actividades, como las de desarrollo de capacidades o las de generación de ingresos, al apreciar las potencialidades de sus actuaciones. Tener en cuenta las cuestiones de género, es también clave para garantizar la eficacia y eficiencia de las operaciones energéticas y su mantenimiento, así como para la sostenibilidad de los sistemas energéticos, que están determinados por quién está involucrado en ellos y capacitado (Skutsch, 1997).

El **concepto de género** hace referencia a las diferencias socialmente construidas que existen entre hombres y mujeres, en contraposición al concepto de sexo que se refiere a las diferencias exclusivamente biológicas.

Fuente: Moser, 1995

La aplicación de un enfoque de género en el sector energético contribuirá a (UICN, 2004):

- Descubrir los impactos de los proyectos energéticos en mujeres y niñas, y también en sus familias y comunidades
- Reconocer la importancia de satisfacer las necesidades e intereses energéticos de las mujeres en el sector productivo y no solo en el ámbito doméstico.
- Trabajar para construir relaciones más equitativas entre mujeres y hombres, incorporando la equidad de género como eje específico y transversal del proyecto
- Empoderar a las mujeres a través del fomento de su participación, acceso y control sobre recursos energéticos y de otro tipo, como financieros o formativos.

Una mirada a la realidad: Roles de género en relación a la energía

En la mayoría de los países en vías de desarrollo (PVD), las mujeres son las responsables de las actividades que implican una demanda y consumo de energía, lo que provoca que también deban asumir las enormes cargas –en tiempo, esfuerzo, salud- que de ellas se derivan.

En particular, tienen tres roles principales relacionados con este sector:

En primer lugar, como **productoras de energía**, las mujeres y niñas de los países en desarrollo son las principales recolectoras y transportadoras de leña y otros combustibles (residuos agrarios y ganaderos) para satisfacer las necesidades energéticas del hogar. En los últimos años, la degradación ambiental -deforestación, desertificación y desequilibrio de los ecosistemas-

El concepto de género es visto como una construcción social definida por los diferentes roles de hombres y mujeres en cada cultura y región. Según Caroline Moser, las mujeres tienen un 'triple rol':

Rol reproductivo: actividades relacionadas con las tareas domésticas y el cuidado de los hijos. Por ejemplo, la recolección y transporte de leña.

Rol productivo: actividades relacionadas con las productivas y de generación de ingresos. Por ejemplo, elaboración de alimentos para su comercialización.

Rol comunitario: aquellas actividades relacionadas con el bienestar de la comunidad. Por ejemplo, contribuciones en la escuela, iglesia, etc.

Fuente: Moser, 1995

ha provocado una situación de escasez energética en muchas zonas de los PVD. Un análisis de género permite observar cómo los efectos de dicha degradación repercuten brutalmente en mujeres y niñas en términos de tiempo y esfuerzo físico, provocando una mayor dedicación a estas actividades (ENERGIA, 2001).

A pesar de esta mayor dedicación, que ocasiona unas jornadas de trabajo diarias más largas que las de los hombres, este trabajo permanece no remunerado y resulta mayoritariamente invisible en las estadísticas energéticas y en las tablas laborales nacionales e internacionales (Cecelski, 2000).

En segundo lugar, como **usuarias de energía**, las mujeres son las responsables de las actividades y servicios domésticos que la requieren, tales como cocinar, calefacción, planchar, iluminación, etc. De esta forma, se convierten en las principales gestoras de la energía, influenciando directa e indirectamente el consumo energético del resto de los miembros del hogar.

Pero este papel no se reduce al hogar, las mujeres también participan en tareas y responsabilidades productivas que podrían realizarse de forma más fácil y eficiente si tuvieran acceso a fuentes energéticas más convenientes. Estas actividades se localizan mayoritariamente dentro del sector informal (venta ambulante de comida, secado de pescado y frutas, cerámica, etc.), y muchas veces son básicas para la supervivencia familiar. La viabilidad de su funcionamiento depende en gran medida de los precios y la disponibilidad de los recursos energéticos (ENERGIA, 2001).

Debe destacar la situación de ciertos grupos de mujeres que se encuentran en circunstancias de mayor vulnerabilidad, por ejemplo las mujeres cabezas de familia, que representan aproximadamente el 30% del total de las familias centroamericanas (UICN, 2004). Estas han sido repetidamente consideradas como “las más pobres de los pobres” por su situación de escasez de recursos y de falta de oportunidades. Ellas, y en consecuencia sus familias, sufren especialmente las consecuencias de la escasez energética al tener que dedicar más esfuerzos al abastecimiento contando con menos recursos humanos y financieros, y al mantenerse muchas veces invisibles en las planificaciones de desarrollo (Clancy, et al., 2004).

Debido a la importancia para las mujeres de la energía, los debates de política energética han despertado un fuerte interés entre ellas. Sus movimientos y organizaciones se han constituido en actores activos y efectivos en un intento de cambiar algunas de las políticas energéticas, convirtiéndose en determinados casos en un lobby poderoso para persuadir a sus comunidades sobre cuestiones medioambientales y energéticas y, en definitiva, para generar un desarrollo más sostenible. Por lo tanto, en el sistema energético, junto con los de usuarias y productoras, aparece un tercer rol, a menudo obviado, el de **agentes públicos, políticos o comunitarios** (Cecelski, 1996).

A pesar de todo lo expuesto, la participación de las mujeres en la toma de decisiones generalmente es escasa o nula (Rukato, 2002). La aplicación de una perspectiva de género al analizar quién toma las decisiones sobre la distribución y uso de recursos del hogar, incluyendo la energía, conducirá a un número de cuestiones complejas. Hombres y mujeres tienen diferentes grados de acceso y control sobre las fuentes energéticas; incluso cuando las mujeres tienen un cierto acceso, carecen de pleno control sobre las mismas.

Esta descripción nos conduce a que la falta de recursos energéticos afecta de forma diferenciada a hombres y mujeres, y que unos y otros tienen diferentes necesidades y prioridades energéticas, lo que debe tenerse en cuenta en cada uno de los componentes de las intervenciones energéticas para que éstas sean efectivas, eficientes, sostenibles y maximicen la mejora de la calidad de vida tanto de los hombres como de las mujeres.

Lecciones aprendidas en energía y género en Centroamérica

En el año 2004, la UICN realizó para el PNUD una sistematización de experiencias sobre género y energía en Centroamérica. La sistematización, que agrupó nueve experiencias de cinco países (El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Costa Rica), recoge iniciativas energéticas muy diversas donde el enfoque de género ha sido incorporado desde el inicio, una vez en marcha, o en ningún momento.

Del análisis de estas experiencias se desprende:

A. La importancia de la participación de hombres y mujeres en las intervenciones energéticas.

Cualquier planificación energética, para ser exitosa, requiere la participación de todos los grupos afectados o involucrados. Intervenciones verticales, especialmente en áreas rurales, han tenido escasos resultados a medio y largo plazo (UNDP, 2000). La experiencia demuestra que los proyectos energéticos normalmente se han centrado más en el servicio e infraestructura energética que en las personas beneficiarias del mismo. La escasa o nula participación de las comunidades, especialmente de las mujeres, ha dado lugar a resultados inapropiados, socialmente inaceptables e insostenibles, tanto económica como ambientalmente.

Se observa que, aun cuando la población beneficiaria de los proyectos son en mayor proporción las mujeres, éstas tienen una menor participación en la capacitación, especialmente cuando es técnica y financiera, y en el acceso y control sobre las nuevas tecnologías. Para conseguir que todos los involucrados participen en los proyectos, es preciso percibir los obstáculos sociales, culturales y económicos que dificultan a las mujeres participar, con el fin de establecer medidas específicas para permitir que éstas puedan contribuir efectivamente a los procesos de desarrollo.

En Guatemala, dentro del proyecto *"Desarrollo de Microempresas por medio de Energía Renovable en la Región de Quiché"*, se han realizado una serie de actividades para superar obstáculos, como el analfabetismo o limitaciones culturales, que influyen negativamente en la participación de las mujeres en los espacios de toma de decisiones. El equipo de campo está formado por una mujer y un hombre del área que hablan el idioma local (Ixil), lo que facilita la comunicación con las mujeres, ya que la mayoría no habla español. Durante las capacitaciones y las elecciones se usan tarjetas de diferentes colores con dibujos para facilitar también la participación de las personas analfabetas, mayoritariamente mujeres.

Fuente: UICN, 2004

Frecuentemente, el fomento de la participación de las mujeres en los proyectos se reduce al uso de enfoques y metodologías participativas. De hecho, la mayoría de los proyectos energéticos sistematizados han utilizado enfoques y metodologías participativas, tales como el diagnóstico rural participativo, para identificar las necesidades e intereses de la población. Sin embargo, no hay que dar por sentado que estos enfoques y metodologías son de por sí sensibles al género, de modo que es necesario que incorporen también esta perspectiva para que realmente recojan las opiniones de todos los miembros de la comunidad, especialmente de las mujeres.

B. El enfoque de género debe abordar cada una de las fases y componentes de la iniciativa energética.

Incorporar el enfoque de género en el ciclo de las políticas, programas y proyectos energéticos, supone introducirlo en todas y cada una de sus fases: identificación, formulación, implementación, monitoreo y evaluación (Dutta, 2003), desde el inicio. Una de las lecciones aprendidas de las experiencias sistematizadas es que, si una propuesta no ha incorporado el enfoque de género desde su concepción, difícilmente podrá hacerlo durante su ejecución, por cuestiones tanto metodológicas, como estratégicas y de disponibilidad de

recursos. De la misma manera, difícilmente se podrá realizar el monitoreo y seguimiento de los aspectos de género si el proyecto no ha sido concebido, formulado e implementado siguiendo tal enfoque (UNDP, 2004).

En los proyectos *"Buscando soluciones a la escasez de leña desde la perspectiva de género: construcción de 36 estufas mejoradas del tipo Armenia"*, en El Salvador, y *"Desarrollo de Microempresas por medio de Energía Renovable"*, en Guatemala, se identificó como clave para el éxito del proyecto, la asignación de recursos económicos suficientes para llevar a cabo la implementación de los aspectos de género recogidos en la formulación del proyecto.

Fuente: UICN, 2004

El propósito de contribuir a transformar relaciones de género injustas y excluyentes debe estar presente tanto en los objetivos de la propuesta, como en sus actividades, resultados esperados e indicadores. Sin embargo, no debe olvidarse la necesidad de establecer de antemano los recursos económicos, técnicos y temporales necesarios para poder ejecutar todas las actividades relacionadas con el enfoque de género.

Respecto a los indicadores, debe mencionarse que pocos proyectos energéticos establecen indicadores desagregados por sexo y/o indicadores energía-género que den cuenta del impacto de éstos en hombres y mujeres, y en la promoción de la equidad de género. Algunas experiencias han dado pasos en esta dirección, pero estos indicadores son exclusivamente cuantitativos, limitados e insuficientes para medir el impacto esperado. En algunos casos, además, no se dispone de la información desagregada por sexo que apoye estos indicadores.

C. Integralidad y coordinación: insertar las iniciativas energéticas en los procesos globales de desarrollo.

En el proyecto *"Electrificación Solar"*, en Nicaragua, se muestra como favoreciendo proyectos en comunidades donde la electrificación se complementa con otras iniciativas de desarrollo tales como: caminos, carreteras, agua potable, alcantarillado, escuelas, viviendas, producción, entre otros, se consigue un mayor impacto en los procesos de desarrollo. El proyecto también ha incidido positivamente en los ingresos recibidos por la presencia de un mayor número de turistas nacionales e internacionales.

Además, las actividades energéticas estuvieron acompañadas de gestiones con otras organizaciones e instituciones con el fin de coordinar los diferentes procesos. Así, por ejemplo, se buscó la coordinación con organizaciones de mujeres para mejorar las condiciones de vida de las mujeres a través de proyectos productivos, como la comercialización de orquídeas.

Fuente: UICN, 2004

De las experiencias sistematizadas se deriva la necesidad de entender el importante rol que juega la energía en la vida de las personas. La mayoría de las actividades de desarrollo económico y social (salud, agua, transporte, educación, generación de ingresos, etc.) requiere servicios energéticos. Esto nos conduce a que los proyectos energéticos sean concebidos dentro del contexto general de la comunidad, y se integren y complementen con otras iniciativas de desarrollo (DFID, 2002). Este nuevo enfoque ofrece un modelo funcional, integral, incluyente, ampliado y total (Ramani, et al., 2003). También permitirá incluir con mayor fuerza en los diferentes aspectos de las condiciones de vida de las mujeres y en su posición dentro de cada sociedad.

Derivada de las múltiples conexiones que tiene el sector energético con otros sectores del desarrollo social y económico y de la necesaria visión integral de las intervenciones energéticas, aparece una segunda lección aprendida que hace referencia a la coordinación y cooperación entre los diferentes actores, tanto públicos como privados, con el fin de insertar las iniciativas energéticas en procesos de desarrollo globales. Dentro de estos esfuerzos de coordinación y cooperación, debe tenerse muy en cuenta el trabajo en red con organizaciones e instituciones que se dedican a temas de género en cada ámbito local.

D. Incorporación de las necesidades prácticas y estratégicas de género en los proyectos energéticos.

Los proyectos energéticos tienen un gran potencial para satisfacer las necesidades prácticas y estratégicas de mujeres y hombres. Sin embargo, la mayoría de los proyectos de energía que intentan mejorar la situación de las mujeres se han centrado en las necesidades de cocina y calefacción, es decir, en sus necesidades prácticas (UNDP, 2001). Un enfoque de género implica ir más allá, permitiendo que la participación de las mujeres supere el ámbito doméstico, y aborde también el productivo. Este es precisamente uno de los retos más importantes del sector energético que, como se describe en la mayoría de las experiencias sistematizadas, ha centrado gran parte de sus esfuerzos en materia de género en promover el uso de fuentes alternativas de energía en el espacio doméstico. Mientras las mujeres han sido beneficiarias de los proyectos a nivel doméstico, los hombres lo han sido a nivel productivo, reproduciendo los roles y relaciones de poder tradicionales no equitativas.

Antes de iniciar el proyecto *"Biodigestores"* en Costa Rica, las mujeres reportaban participar ocasionalmente en las actividades productivas porque la preparación de alimentos les consumía muchas horas. A partir del proyecto, aparecen oportunidades productivas para algunas mujeres: siembra de productos orgánicos, de café, elaboración de queso casero, etc.

Fuente: UICN, 2004

E. Complementos esenciales de las iniciativas energéticas con perspectiva de género: capacitación y micro-créditos.

Para abordar las necesidades estratégicas de las mujeres, y conseguir su empoderamiento, las sistematizaciones han revelado que los componentes de su capacitación y el acceso a crédito o recursos financieros resultan fundamentales en cualquier iniciativa energética.

Las actividades de capacitación establecidas en los proyectos energéticos permiten desarrollar un amplio abanico de conocimientos y capacidades en hombres y mujeres, como son la construcción, uso y mantenimiento de la instalación energética, la gestión y administración de las tarifas, etc. Precisamente, la capacitación adquiere relevancia en el ámbito energético en tanto que existe un gran desconocimiento y difícil acceso para la mayoría de las personas a información sobre las aplicaciones y tecnología que emplean las diferentes fuentes energéticas (UNDP, 2000). Si a la tradicional se le añade capacitación específica y/o transversalmente temas de género, de analfabetismo básico, y de liderazgo social, se proveerá a las mujeres con las habilidades suficientes para participar de forma efectiva en la toma de decisiones de todos y cada uno de los componentes del proyecto, así como en sus estructuras organizativas.

En el proyecto *"Uso de energía alternativa para dar valor agregado a la producción de planes de desarrollo integral del hogar y la finca, a través de la deshidratación solar de frutas y planta aromáticas"*, en El Salvador, se consideró que uno de los factores de éxito para la integración del enfoque de género en la gestión de energía sostenible fue que el proceso organizativo-educativo diseñado había incluido los aspectos referidos a la tecnología y al enfoque de género. Otro aspecto positivo fue que el acceso de las mujeres a la tecnología se acompañó de acciones de fortalecimiento de la autoestima, capacidad para tomar decisiones y negociación. También se valoró la oportunidad de haber abordado la temática de la masculinidad con los hombres vinculados al proyecto.

En el proyecto *"Centro para la investigación, producción, capacitación y promoción de la energía solar y de la educación ambiental"*, desarrollado en Costa Rica, junto con la capacitación en cocinas solares, se ofrece información básica sobre los derechos y deberes de las mujeres.

Fuente: UICN, 2004

En el proyecto *"Centro para la investigación, producción, capacitación y promoción de la energía solar y de la educación ambiental"*, desarrollado en Costa Rica, se ofrecen posibilidades de financiamiento a las mujeres para la compra de los materiales necesarios para la construcción de la cocina solar.

Fuente: UICN, 2004

A su vez, la inclusión de un componente de crédito o de recursos financieros en los proyectos energéticos contribuirá a las necesidades estratégicas de las mujeres en la medida en que permita el acceso y la participación a los servicios energéticos de muchas de escasos recursos, pero también en la medida en que a través de éstos puedan iniciar procesos de creación o expansión de sus pequeños negocios.

F. Promoción de la organización comunitaria con perspectiva de género.

En el proyecto *"Desarrollo de Microempresas por medio de energía renovable"*, en Guatemala, el componente de organización social fue uno de los más relevantes debido a las características de la zona: diversidad étnica, idioma, aislamiento y conflicto armado. Así, la responsabilidad de la operación y mantenimiento de la hidroeléctica recayó en una asociación local. Hombres y mujeres votaron para elegir su Junta Directiva y una mujer fue elegida. Sin embargo, el temor a ocupar puestos de liderazgo y la falta de capacitación para reforzar sus capacidades en el ámbito público provocó que esta mujer no aceptara el puesto y solo quedaran hombres en la junta directiva de la asociación.

Fuente: UICN, 2004

La mayoría de las iniciativas sistematizadas ha creado en torno a las instalaciones energéticas organizaciones locales que gestionan, supervisan y en último término se responsabilizan de su funcionamiento. La promoción de la organización comunitaria es un aspecto esencial de cualquier proyecto energético en tanto resulta imprescindible para garantizar la apropiación y sostenibilidad de la intervención energética. Estas organizaciones pueden ser instituciones ya existentes en la comunidad, como por ejemplo, la propia junta directiva, o instituciones nuevas, creadas específicamente para este fin, como por ejemplo una asociación o un comité local. En la mayoría de las experiencias, las mujeres afrontan serias limitaciones culturales, educativas y sociales para involucrarse activamente en las organizaciones comunitarias que gestionan los proyectos y, cuando lo hacen, no necesariamente participan efectivamente en la toma de decisiones.

En el proyecto "Centro para la investigación, producción, capacitación y promoción de la energía solar y de la educación ambiental", desarrollado en Costa Rica, las mujeres están organizadas en una junta directiva y en los diversos comités locales. La junta directiva está formada por 12 mujeres y un coordinador, varón. La participación activa en estos espacios de organización facilita que las actividades se traduzcan en acciones concretas dirigidas a solucionar algunas de las necesidades que como grupo de mujeres presentan.

Fuente: UICN, 2004

Algunas de las experiencias han impulsado organizaciones de mujeres en relación al problema energético. Estas estructuras organizativas constituyen un espacio con gran potencialidad para promover el avance de la mujer a nivel local, así como un mayor cumplimiento de los aspectos de género establecidos en los proyectos (UNDP, 2000). Sin embargo, la participación de las mujeres debe garantizarse también en las organizaciones mixtas, en las que con frecuencia carecen de una participación equitativa, especialmente en los órganos de poder.

G. Personal de los proyectos energéticos: pocas mujeres en los equipos de trabajo y escasa formación en temas de género.

Aunque cada vez más mujeres están siendo empleadas en el sector energético debido al incremento de su acceso a la educación científica y tecnológica, así como a las políticas de igualdad de condiciones en organismos públicos y privados, la presencia masculina en estas profesiones continúa siendo mayoritaria y las pocas mujeres que hay en los equipos de trabajo sufren muchas dificultades en un sector claramente masculino y masculinizado. La falta de mujeres en las profesiones energéticas es precisamente una de las razones más alegada a la hora de justificar que en el pasado se haya obviado a las mujeres en la planificación energética (Cecelski, 2000).

De las sistematizaciones se deduce también la necesidad de formación en género que tienen la mayoría de las personas que trabajan en los proyectos energéticos. La formación en género adquiere especial importancia en organizaciones con proyectos técnicos como los energéticos, donde los trabajadores, mayoritariamente hombres e ingenieros, a menudo perciben las cuestiones de género como irrelevantes, complejas o que exigen tiempo y recursos excesivos. Por otro lado, es importante que la capacitación no quede reducida a un grupo de personas dentro de la organización, sino que debe difundirse ampliamente a todo el personal, e incluso a aquellos actores externos que participan en los proyectos energéticos, como gobiernos, organizaciones locales, etc. Esta formación, además de sensibilizar y concienciar, debe también ofrecer los instrumentos y metodologías necesarias para implementar con garantías los componentes de género establecidos en el proyecto (Guixé, 2004).

En el proyecto *"Buscando soluciones a la escasez de leña desde la perspectiva de género: construcción de 36 estufas mejoradas del tipo Armenia"*, en El Salvador, se identificaron como aspectos claves que el equipo técnico estuviera concienciado y convencido de la importancia del proceso de género, que estuviera formado en temas de género, y que dispusiera de los instrumentos y recursos para poder aplicar lo aprendido.

Los técnicos del *"Programa Especial para la Seguridad Alimentaria"* en Honduras, mencionaron la necesidad de capacitarse para poder aplicar el enfoque de género en sus intervenciones, pues "si nos confundimos, confundimos también a los pobladores… se mal interpreta lo de género…".

Fuente: UICN, 2004

Conclusiones

La pregunta básica que toda persona involucrada en una intervención energética con enfoque de género debe tener en mente es: ¿el acceso a un servicio energético mejorado va a ser una variable clave para el empoderamiento de hombres y especialmente de mujeres?, y ¿la igualdad de género va a ser una variable clave para el éxito de las intervenciones energéticas? (Cecelski, 2004). La energía debería ser parte de una estrategia para mejorar la posición de las mujeres en la sociedad, y debe contener acciones afirmativas, es decir, medidas temporales que beneficien directamente a las mujeres y que les permitan superar la brecha de desigualdad. En este sentido, es importante concebir los proyectos energéticos como instrumentos para abordar las inequidades de género y promover cambios en las relaciones entre hombres y mujeres existentes, buscando el empoderamiento de estas últimas.

De las experiencias sistematizadas es posible concluir que la no incorporación del enfoque de género resulta una "oportunidad perdida" para trabajar temas de género con la comunidad destinataria. Así, si bien aquellas experiencias en las que no se han planteado la equidad de género como un objetivo explícito, han tenido un cierto impacto en la calidad de vida de las mujeres, por ejemplo, disminución de la jornada de trabajo destinada a la preparación de alimentos, acarreo de agua y leña, mejores niveles de salud, entre otros; la mayoría de estos proyectos han continuado reproduciendo los roles tradicionales que asignan a las mujeres la responsabilidad exclusiva del ámbito doméstico y limitan su acceso a los recursos y a los beneficios y oportunidades que de ellos se derivan. Las iniciativas que, por el contrario, se han planteado el reto de contribuir a relaciones más justas entre mujeres y hombres, han logrado repercutir más en el replanteamiento de las condiciones de género, iniciar una redistribución de tareas en las familias y fortalecer las capacidades productivas y organizativas de las mujeres

Fuente: UICN, 2004

Para ello, la introducción del enfoque de género en las intervenciones energéticas debe ir más allá de una racionalidad basada en el bienestar de las mujeres y de sus familias; debe buscar la equidad entre hombres y mujeres, y en último término, contribuir a la mejora de su posición dentro de la sociedad. El primer paso es reconocer y comprender que las diferencias de género importan y deben tenerse en cuenta en las actuaciones energéticas. En segundo lugar, conocer la realidad de la comunidad a través de un análisis de género que se basa en información cuantitativa y cualitativa desagregada por sexo. Este análisis revelará que las mujeres realizan un trabajo "invisible" que llevan a cabo diariamente con insumos energéticos indispensables para la supervivencia de sus unidades domésticas y, por ende, para las economías de sus países. Una mirada de género permitirá hacer visible lo invisible, y poner sobre la mesa de planificadores energéticos, la necesidad de analizar y comprender los diferentes roles y necesidades existentes entre hombres y mujeres en relación a la energía. A partir de esta información, las intervenciones podrán contar con medidas específicas de género que faciliten y maximicen los beneficios que pueden tener en las mujeres. Esto puede significar en el caso de los proyectos energéticos un mayor énfasis en la participación, capacitación y el acceso al crédito por parte de las mujeres. De esta manera, las mujeres dejan de ser pasivas beneficiarias y pasan a ser actoras de su propio cambio, de su propio desarrollo.

En tanto la falta o escaso acceso a la energía es un problema que afecta a hombres y mujeres es necesario buscar soluciones conjuntas. Sin embargo, para que todo esto sea posible necesitamos una mayor sensibilización y formación en género dentro del sector energético en general y también dentro de nuestras propias instituciones y organizaciones. Sólo así las intervenciones derivadas de políticas, programas y proyectos energéticos serán capaces de incorporar un verdadero enfoque de género tanto en su formulación como en su implementación.

Referencias bibliográficas

CECELSKI, E. (1996), "From Rio to Beijing: Engendering the Energy Debate", en ENERGIA Newsletter, Núm. 1. Leusden (Países Bajos). Disponible en http://www.sms.utwente.nl/energia/dec1996/fromriotobeijing.html

CECELSKI, E. (2000), *The Role of Women in Sustainable Energy Development*. National Renewable Energy Laboratory (US Department of Energy Laboratory). Golden (Estados Unidos). Disponible en: http://www.doe.gov/bridge

CECELSKI, E. (2004), "Re-thinking gender and Energy: Old and New Directions", ENERGY/EASE Discusión Paper. Disponible en: http://www.energia.org

CHAMBERS, R. (1997), *Whose Reality Counts: Putting the Last First*, IT Publications, Londres.

CLANCY, J., OPARAOCHA, S., ROEHR, U. (2004), "Gender Equity and Renewable Energies", presentado en la International Conference for Renewable Energies, Bonn. Disponible en: http://www.renewables2004.de/pdf/tbp/TBP12-gender.pdf

DFID, (2002), *Energy for the Poor: Underpinning the Millennium Development Goals,Infrastructure and Urban Development Department* (IUDD), London. Disponible en: http://www.dfid.gov.uk

DUTTA, S. (2003), "Mainstreaming Gender in Energy Planning and Policies", Background Paper for Expert Group Meeting. Disponible en: http://www.energia.org/pubs/papers/dutta_egmbckgr.pdf

ENERGIA (2001), "Why Gender and Energy: Gender Perspectives" on Energy for CSD-9, Leusden (Países Bajos). Disponible en: http://www.energia.org

GUIXÉ, I. (2003a), "Género e infraestructuras: una mirada diferente" en PÉREZ-FOGUET, A., CARRILLO, M. y MAGRINYÀ, F. (Eds.), *Tecnología para el Desarrollo Humano: Agua e Infraestructura*, Ingeniería Sin Fronteras, Barcelona. Disponible en: http://www.cps.unizar.es/~isf/html/gegei01.html

GUIXÉ I. (2003b), "La perspectiva de género en el sector energético" en *Revista de Cooperación*, No. 16, Ingenieria Sin Fronteras, Madrid. Disponible en: http://www.cps.unizar.es/~isf/html/gegye01.html

GUIXÉ, I. (2004), "Incorporant la Perspectiva de Gènere a les nostres ONGDs: Transformacions organitzatives en clau de relacions de gènere més equitatives", en Anuari FCONGD 2000-02, FCONGD, Barcelona.

MOSER, C. (1995), *Gender Planning and Development: Theory, Practice and Training*, Routledge, Londres.

MCDADE, S., CLANCY, J. (2003), "Editorial", en *Energy for Sustainable Development*, Vol. VII, N. 3, International Energy Iniciative, India.

RAMANI, K.V, HEIJNDERMANS, E. (2003), *Energy, Poverty and Gender*, The World Bank, Washington DC. Disponible en: http://www.worldbank.org/astae/enpogen/

RUKATO, H. (2002), *Gender and Energy in the South: A Perspective from Southern Africa*, UNED, Londres. Disponible en: http://www.earthsummit2002.org/workshop/bpenergy%20s.htm

SKUTSCH, M. (1997), *Gender in Energy: Training Pack, Technology and Development Group* (TDG), University of Twente: Paises Bajos. Disponible en: http://www.energia.org/pubs/papers/tdg_g_e_manual.html

UICN, (2004), *¡Mujeres con energía! Enfoque de equidad de género para iniciativas de energía sostenible con énfasis en indicadores*, PNUD, San José.

UNDP (2000), *Sustainable Energy Strategies: Materials for Decision-Makers*, UNDP, Nueva York. Disponible en: http://www.undp.org/energy/publications/2000/2000a.htm

UNDP (2001), *Generating opportunities: Case studies on energy and women*, UNDP, Nueva York. Disponible en: http://www.undp.org/energy/publications/2001/files_2001a/00ab_Titlepage.pdf

UNDP (2004), *Gender & Energy for Sustainable Development: A toolkit and Resource Guide*, UNDP, Nueva York. Disponible en: http://www.undp.org/energy/genenergykit/cover.htm

UNDP (2005), *Achieving the MDGs: The role of energy services case studies from Brazil, Mali and the Philippines*, UNDP, Nueva York. Disponible en: http://www.undp.org/energy/

16

Análisis de las perspectivas energéticas mundiales para el próximo cuarto de siglo

Lluís Batet Miracle

Departamento de Física e Ingeniería Nuclear, Universitat Politècnica de Catalunya.

Resumen

Una de las cuestiones más importantes que será necesario afrontar en los próximos años es asegurar una calidad de vida razonable a la población cada vez más numerosa de las zonas más pobres del planeta, lo que significa alimentación, vivienda, acceso a agua potable y a servicios sanitarios, protección frente a catástrofes naturales y epidemias, acceso a la educación, redistribución de la riqueza, un entorno más saludable, igualdad de oportunidades, etc. El acceso a un suministro energético adecuado, limpio y asequible será clave para la consecución de estos objetivos.

Tras un repaso a la evolución del consumo energético y las relaciones energía-desarrollo sostenible, el autor concluye que, aunque el actual ritmo de crecimiento económico basado en la utilización de combustibles fósiles lleva a un futuro que no cumple con los requisitos de lo que se conoce como desarrollo sostenible, es posible un futuro alternativo. Para ello es necesario emprender acciones importantes de carácter político, tanto de ámbito nacional como internacional, que comporten que los ricos sean más justos.

Abstract

One of the most important issues to face in the coming years will be to ensure a reasonable quality of life for the ever larger population in the poorer areas of the planet. This will mean food, housing, access to drinking water and health services, protection against natural disasters and epidemics, access to education, wealth redistribution, a healthier environment, equal opportunities, etc. Access to an adequate, clean and affordable energy source will be crucial to achieve these objectives.

After an overview of the evolution of energy consumption and the relations among energy and sustainable development, the author concludes that an alternative future is possible, even though the current economic growth based on combustible fossil fuel use leads to a future far from what is known as sustainable development. To change this path, it is necessary to launch important political initiatives, at national and international level, for the wealthier to become fairer.

Résumé

Une des questions les plus importantes qu'il faudra affronter lors des prochaines années c'est d'assurer une qualité de vie raisonnable à la population de plus en plus nombreuse des zones les plus pauvres de la planète. On entend par qualité de vie alimentation, logement, accès à l'eau potable et aux services sanitaires, protection face à des catastrophes naturelles et à des épidémies, accès à l'éducation, redistribution de la richesse, un environnement plus sain, égalité d'occasions, etc.. L'accès à un approvisionnement énergétique adéquat, propre et abordable sera essentiel pour réussir ces objectifs.

Après un examen de l'évolution de la consommation énergétique et des relations énergie- développement soutenable, la conclusion de l'auteur est que, bien que le rythme actuel de croissance économique, basée dans l'utilisation de combustibles fossiles, mène à un futur qui ne remplit pas les conditions de ce que l'on appelle développement soutenable, un futur alternatif est possible. C'est pour cela qu'il faut entreprendre des actions importantes de caractère politique, autant au niveau national comme au niveau international, ce qui provoquerait que ceux qui sont riches soient plus justes.

El panorama

La población mundial aumenta anualmente en unos 76 millones de personas. Según la División de Población de la ONU, en un escenario de crecimiento medio, en el año 2030 el planeta tendrá 8.200 millones de habitantes (ahora tiene cerca de 6.500 millones) (UNPD 2004). El crecimiento demográfico estará concentrado en los países en vías de desarrollo o países empobrecidos (Figura 1).

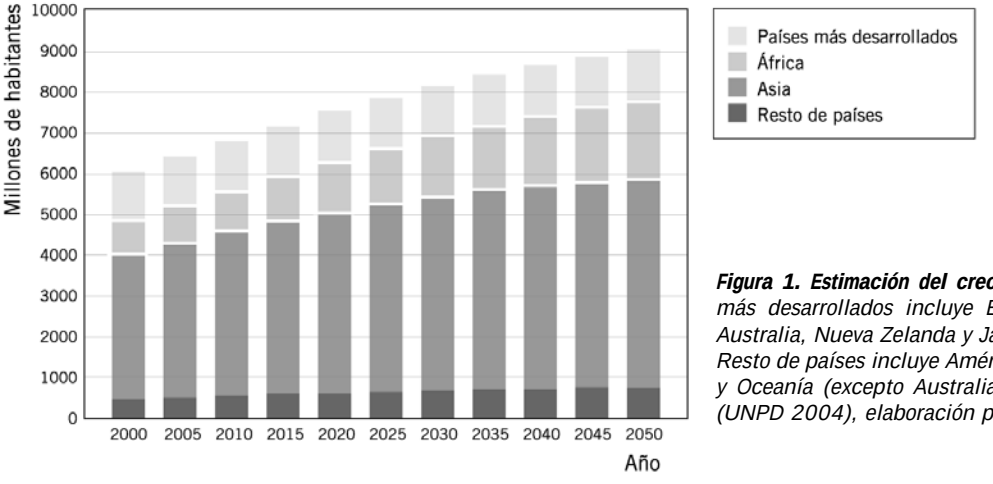


Figura 1. Estimación del crecimiento demográfico. *Países más desarrollados incluye Europa, América del Norte, Australia, Nueva Zelanda y Japón. Asia no incluye Japón. Resto de países incluye América Central, América del Sur y Oceanía (excepto Australia y Nueva Zelanda). Fuente (UNPD 2004), elaboración propia.*

Una de las cuestiones más importantes que será necesario afrontar en los próximos años es asegurar una calidad de vida razonable a la población cada vez más numerosa de las zonas más pobres del planeta. Una calidad de vida razonable abarca aspectos como alimentación, vivienda, acceso a agua potable y a servicios sanitarios, protección frente a catástrofes naturales y epidemias, acceso a la educación, redistribución de la riqueza, un entorno más saludable, igualdad de oportunidades, etc. La Declaración del Milenio de la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU 2000), en la que se establecen los “objetivos del milenio” es un primer paso en este sentido. El acceso a un suministro energético adecuado, limpio y asequible será clave para la consecución de estos objetivos algunos de los cuales, hoy por hoy, parecen difíciles de lograr en vastas zonas del planeta (África Subsahariana y Sudeste Asiático) (UNSD 2004).

La evolución del consumo energético

Es conveniente, antes de proceder al análisis del consumo energético, acotar los términos. Se distingue entre energía primaria, energía final y energía útil. Por **energía primaria** entendemos aquella parte de las *fuentes de energía* (carbón, petróleo, gas natural, nuclear y renovables) que ”tomamos” de la naturaleza, y representa la *materia prima* a partir de la cual un sistema energético “fabrica” la **energía final**, que es la que consumimos; por ejemplo: el combustible del automóvil, la electricidad, el gas natural de la calefacción o la leña de la estufa (en estos dos últimos casos la energía final es energía primaria prácticamente sin transformar). **Energía útil** es la energía final que aprovechamos, como consumidores, una vez que los aparatos de que disponemos la han transformado: la tracción mecánica del automóvil (proporcionada por el motor a partir del combustible), la luz de los fluorescentes (a partir de energía eléctrica), etc.

En los balances energéticos a gran escala (países, grandes áreas geográficas, el mundo,...) se acostumbra a cuantificar la energía utilizando como unidad la tonelada equivalente de petróleo (tep), unidad autodefinida y que equivale a 10^{10} calorías (aproximadamente 4,2 10^{10} joules).

Durante el año 2002, según datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el consumo de energía primaria en el mundo sobrepasó los 10 Gtep (G = giga = 10^9), que significa un consumo medio anual de 1,6 tep/habitante (AIE 2004). Este consumo está lejos de ser homogéneo (Figura 2): en promedio, los habitantes de los países industrializados de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) consumimos seis veces más energía por persona que los de los países en vías de desarrollo y unas diez veces más que los de los países más desfavorecidos dentro de este grupo.

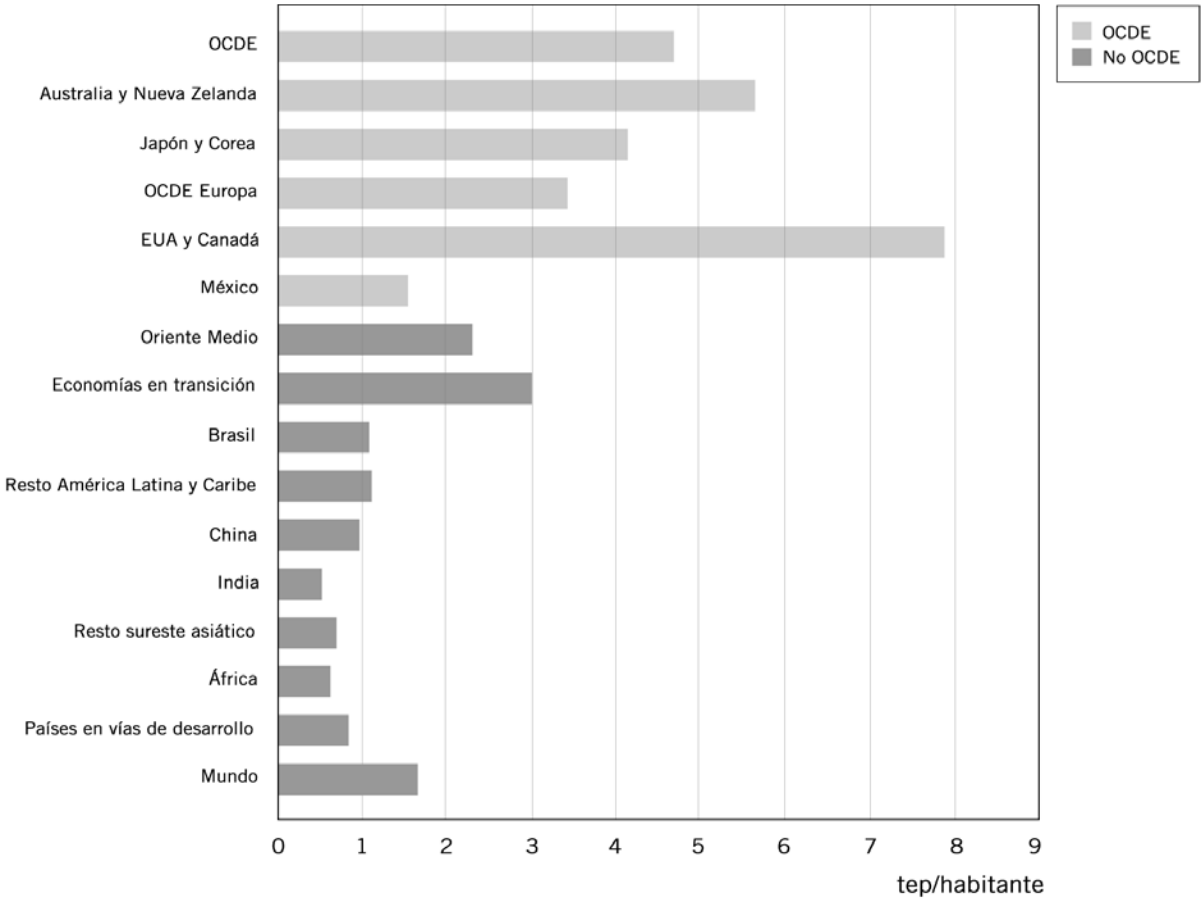


Figura 2. Consumo per cápita de energía primaria en 2002 en algunos países y grupos de países*. OCDE Europa incluye Turquía. China incluye Hong Kong. Países en vías de desarrollo son los no pertenecientes a la OCDE, excepto las economías en transición (antigua Unión Soviética y Europa del Este). Fuente: energía (AIE 2004), población en 2002 (IDH 2004), elaboración propia.*

El consumo de energía primaria seguirá creciendo durante los próximos años, empujado por el crecimiento de la economía, la progresiva industrialización de países en vías de desarrollo (sobre todo China, India y Brasil) y el incremento de la población mundial. La última proyección de la AIE indica que en el año 2030 la demanda de energía primaria superará en un 60% el valor actual (Figuras 3 y 4). Los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) continuarán aportando la mayor parte de esta energía: su contribución en 2030 será ligeramente superior al 80% que actualmente representan (AIE 2004).

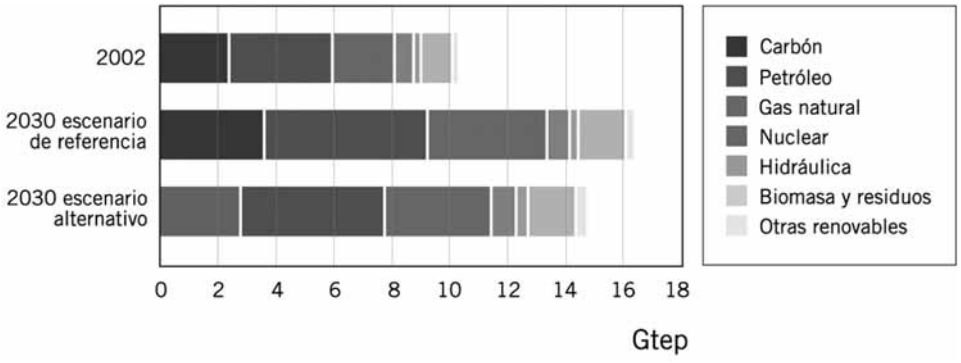


Figura 3. Consumo de energía primaria en el mundo. *El escenario de referencia para 2030 es una proyección de la situación actual. El escenario alternativo se describe más adelante. Fuente (AIE 2004), elaboración propia.*

En esta coyuntura, una parte cada vez más importante del planeta dependerá de las importaciones de energía, y las emisiones de dióxido de carbono aumentarán en un poco más del 60% desde 2002 hasta 2030.

Por lo que respecta a la demanda de energía final, según la AIE, el consumo mundial de electricidad se duplicará, debido sobre todo al crecimiento en los países en vías de desarrollo. A pesar de este aumento, se prevé que el número de personas sin acceso a la electricidad se reduzca sólo de 1.600 millones a 1.400 millones. Es más, según la AIE, para lograr los objetivos fijados por la ONU (ONU 2000) para la reducción de la pobreza (un 50 % de reducción, en el año 2015, de la proporción de personas que viven con menos de un dólar EUA al día) no basta con el aumento previsto del uso de energía.

Sobre lo establecido hasta ahora, es necesario hacer alguna acotación. En primer lugar, se ha enunciado que la demanda energética crecerá impulsada por el desarrollo económico e industrial y en el parágrafo anterior se apuntó que el crecimiento del consumo energético será insuficiente para erradicar la pobreza hasta los objetivos marcados por la ONU. Es decir, que el desarrollo es un motor de la demanda de energía y al mismo tiempo, por lo que parece, el uso de la energía debe servir como motor para el desarrollo. Esta aparente paradoja merece un comentario que se expone a continuación.

En segundo lugar, se ha relacionado las emisiones de dióxido de carbono con el uso de la energía, y éste con la dependencia de importaciones. Finalmente, se ha puesto énfasis en la energía eléctrica. Más adelante hay unas breves explicaciones sobre estos aspectos.

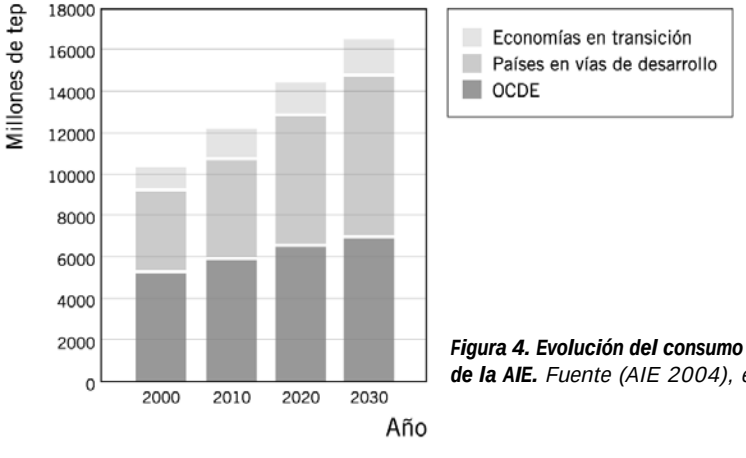


Figura 4. Evolución del consumo de energía primaria por regiones según las proyecciones de la AIE. *Fuente (AIE 2004), elaboración propia.*

El papel de la energía en el desarrollo

El consumo de energía es consubstancial al desarrollo económico y social. El acceso a la energía permite mejorar las condiciones de vida, incluyendo mejoras en la salud, la alimentación y la educación.

Tanto el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como la AIE han puesto de manifiesto el estrecho vínculo que existe entre el nivel de desarrollo de un país (medido según el índice de desarrollo humano, IDH, un indicador del PNUD que tiene en cuenta la esperanza de vida, el grado de escolarización y alfabetización y la renta per cápita) y su consumo energético (PNUD 2004a, AIE 2004). La conexión salta a la vista en los países más pobres, donde la relación entre el IDH y el consumo de energía per cápita es muy acusada. En los países más desarrollados (los de la OCDE), por el contrario, se aprecia una gran dispersión por lo que se refiere al consumo energético (Figura 5).

Esta dispersión es debida a diferencias económicas, climatológicas y de estilo de vida. La relación entre la economía y el consumo energético es suficientemente clara: un mayor ritmo productivo, en el que se basa la economía, exige más energía. En el caso de los países ricos, el crecimiento del consumo energético sigue al crecimiento económico, aunque existe una cierta realimentación, de manera que si no es posible conseguir energía a buen precio la economía se resiente. Las diferencias climatológicas afectan principalmente, y de manera notable, a las necesidades de energía para calefacción o aire acondicionado. El estilo de vida también influye: Europa, con graves problemas históricos de suministro energético, ha aprendido a ahorrar, mientras que los EUA, que hasta hace pocos años contaban con grandes reservas energéticas y ahora disponen del ejército más poderoso del planeta, no parece que tengan inculcada esta cultura ahorradora. Esto nos lleva al concepto de intensidad energética, magnitud que relaciona el consumo de energía primaria con el producto interior bruto de un país. Países con **intensidades energéticas** menores son más "eficientes", es decir, producen más riqueza por cada "tep" consumido. La Figura 6 muestra la relación entre la intensidad energética y la renta per cápita de algunos países y grupos de países.

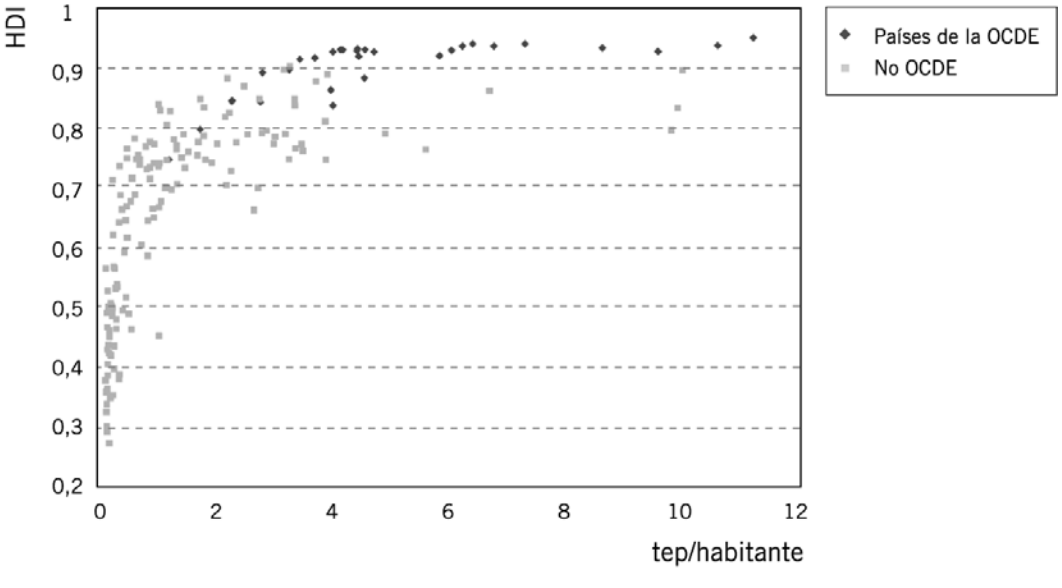


Figura 5. Relación entre el índice de desarrollo humano (IDH) y el consumo de energía primaria (año 2002)*. No incluye Bahrein, Qatar ni Emiratos Árabes Unidos. Fuentes: para el IDH (IDH 2004), para el consumo energético (DOE 2004), elaboración propia.*

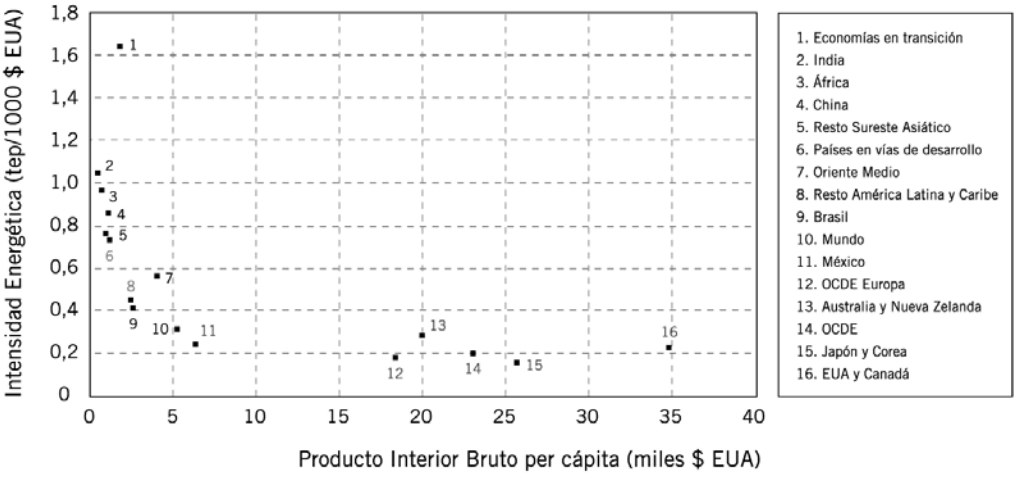


Figura 6. Relación entre la intensidad energética y la renta per cápita para los países y grupos de países de la Figura 2. *Fuentes: datos económicos (IDH 2004), consumo energético (AIE 2004), elaboración propia.*

Como se ha comentado, en los países menos afortunados el uso de la energía va directamente ligado al grado de desarrollo. Se podría pensar que también aquí es la economía la que tira del consumo energético. Hasta cierto punto esto es verdad; pero también es cierto que es el uso de la energía lo que empuja a la economía y que, si estos países no consiguen acceder a fuentes energéticas, no pueden avanzar.

Por un lado, las primeras etapas del desarrollo económico de un país requieren una gran intensidad energética, ya que es necesario construir infraestructuras de todo tipo, lo que exige industria pesada, la cual requiere, a su vez, grandes cantidades de materia prima y, claro está, de energía.

Por otro lado, como se ha apuntado al inicio de este apartado, el acceso a la energía permite mejorar las condiciones de vida de los individuos. El Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido ha identificado una gran cantidad de aspectos en los que la energía es crucial para lograr los Objetivos del Milenio de la ONU (DFID 2002). No es preciso citarlos; baste con dar unos ejemplos de cómo el uso eficiente de la energía puede ayudar a mejorar aspectos tan diversos como la salud, la alimentación y la educación:

- El acceso a formas modernas de energía evita el consumo poco eficiente de biomasa tradicional (leña y excrementos animales) en hornos y cocinas rudimentarios; de esta forma la atmósfera doméstica es más saludable, con la consecuente reducción de enfermedades respiratorias en mujeres y niños (que son quienes más tiempo pasan dentro de la vivienda).
- En la mayor parte de los países empobrecidos las mujeres (adultas y jóvenes) son las que llevan el peso de las tareas domésticas (véase PNUD 2004b) y, en zonas rurales, dedican una parte muy importante de su tiempo al acopio de combustible; el acceso a combustibles modernos les permite ganar un tiempo que pueden dedicar a mejorar la productividad de los huertos, a la educación, a cuidar de los hijos, etc.
- La electricidad permite alargar las horas de luz (mejora de la productividad en talleres de artesanía, niños y adultos pueden estudiar tras la puesta de sol, etc.) y permite, por ejemplo, conservar medicamentos en neveras en puestos de asistencia médica.
- La energía permite utilizar maquinaria e incrementar la productividad de terrenos, mejorando la alimentación de comunidades rurales, favoreciendo la venta de excedentes (así como la manufactura de productos elaborados y con valor añadido a partir de los excedentes).

La energía ayuda, pues, a salir de la pobreza, a reducir la mortalidad infantil y a disminuir las diferencies de género, entre otros beneficios.

Energía y sostenibilidad

Se conoce como desarrollo sostenible la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer les futuras. El desarrollo sostenible tiene tres facetas, la económica, la social y la ambiental. En el apartado anterior se ha puesto de manifiesto el papel que la energía juega en los dos primeros aspectos.

En referencia al tercer aspecto, la utilización de la energía siempre repercute en el medio. Hoy por hoy, el impacto que presenta implicaciones más globales es la liberación de gases de efecto invernadero (como el dióxido de carbono), que según los expertos están muy relacionados con el calentamiento global (IPCC 2001). La preocupación por estos aspectos produjo, con el ánimo de limitar las emisiones a la atmósfera de estos gases, el Protocolo de Kioto (CMNUCC 1997), en vigor desde febrero de 2004. La liberación de gases de efecto invernadero en el sector energético se produce sobre todo por el uso de combustibles fósiles. Pues bien, según los estudios de la AIE, como ya se ha dicho, no parece que este uso vaya a menos, sino todo lo contrario (Figura 3).

Pero el aumento del uso de estas fuentes de energía no sólo presenta inconvenientes medioambientales. Los recursos de estos combustibles son finitos y, por tanto, tarde o temprano se agotaran. A final de 2003, a nivel mundial, el ratio entre las reservas probadas y la producción anual (es decir, el tiempo que durarían dichas reservas al ritmo de consumo de 2003) era de 41 años para el petróleo, 67 años para el gas natural y 192 años para el carbón (BP 2004).

Las reservas son la parte de los recursos totales que pueden ser recuperadas de manera económica con la tecnología actual; por tanto, su magnitud va cambiando con las mejoras tecnológicas y el aumento de los precios. Aunque parece que durante el siglo XXI no hay peligro de agotar los recursos mundiales (PNUD 2000), sí que se reducirán drásticamente, ya durante los primeros años de este siglo, las reservas de petróleo y gas natural de algunos países. Por ejemplo, la dependencia exterior de Europa por lo que respecta a suministro de energía aumentará dramáticamente (Tabla 1). También la de los EUA, cosa que puede ayudar a entender los movimientos geoestratégicos de esta potencia militar. Por lo que parece (véase "La estrategia de Seguridad Nacional de los EUA" [WH 2002]), la inestabilidad en la zona de Asia Central y Oriente Medio, donde se concentran la mayor parte de les reservas de petróleo y de gas natural del planeta, no mejorará demasiado en les próximas décadas.

	Año			
	2000		**2030**	
Importaciones	**Tep**	**%**	**Tep**	**%**
Carbón	91,4	30,1	197,4	65,8
Petróleo	519,6	81,7	650,9	96,5
Gas Natural	186,2	49.5	511,1	81,4
Consumo total de Energía Primaria	**1650,7**		**1959,7**	
Importaciones/Consumo		**48,3**		**69,4**

Tabla 1. Dependencia energética de la Unión Europea. Fuente: Comisión Europea (CE 2005), elaboración propia

El papel de la energía eléctrica

La energía eléctrica es una forma evolucionada de energía final: debe producirse a partir de energía primaria y está muy ligada al nivel de desarrollo de los países (Figura 7). La fracción que representa la electricidad respecto del consumo de energía final es más alto cuanto más evolucionadas están las sociedades: su uso es indispensable para el nivel de confort doméstico occidental, y la sociedad del conocimiento y la información sería imposible sin ella.

Es lógico, pues, que en los próximos años el crecimiento en el consumo de energía eléctrica sea proporcionalmente superior al de energía primaria (Figura 8). Incluso en países desarrollados, donde la intensidad energética está disminuyendo (es decir, el crecimiento del consumo de energía primaria es inferior al crecimiento de la economía), el consumo de energía eléctrica crece a un ritmo superior al de la economía.

En estas circunstancias, se pone de manifiesto la necesidad de producir energía eléctrica o bien utilizando fuentes energéticas no fósiles (renovables y, a pesar de la oposición de algunos sectores de la sociedad, nuclear), o bien, si se utilizan combustibles fósiles, con sistemas de conversión energética más eficientes y respetuosos con el ambiente que los actuales.

En zonas como, por ejemplo, Europa occidental, con grandes y potentes redes de distribución eléctrica, se ha implantado un modelo de generación centralizada (la electricidad se genera en grandes centrales de producción), con unas aportaciones cada vez mayores de lo que se conoce como generación distribuida, es decir, pequeños y medianos productores de electricidad (hasta algunas decenas de megavatios) que utilizan energías renovables como la eólica o la solar y técnicas de cogeneración (producción conjunta de calor y electricidad).

Es necesario señalar que en estas redes la cantidad de energía que puede producirse con energías como la eólica, que presenten una gran variabilidad temporal, es limitada y, aunque debe potenciarse su implantación para mejorar los aspectos ambientales, se ha de tener presente que, si su contribución supera unos ciertos límites técnicos, el control de la red eléctrica se hace complicado y se compromete la garantía del suministro.

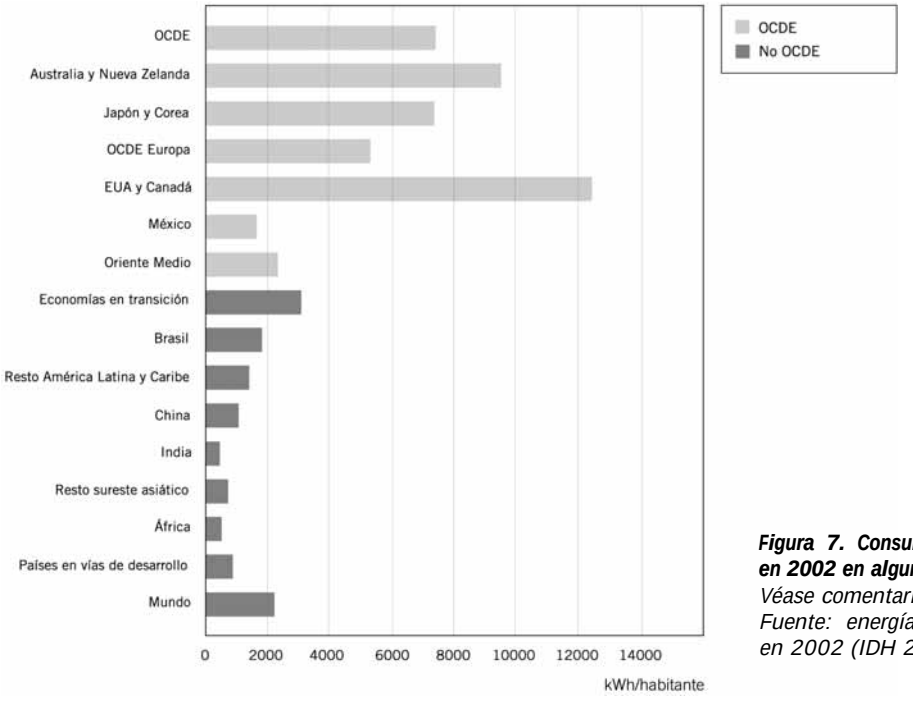


Figura 7. Consumo per cápita de energía eléctrica en 2002 en algunos países y grupos de países.
Véase comentario a la Figura 2.
Fuente: energía eléctrica (AIE 2004), población en 2002 (IDH 2004), elaboración propia.

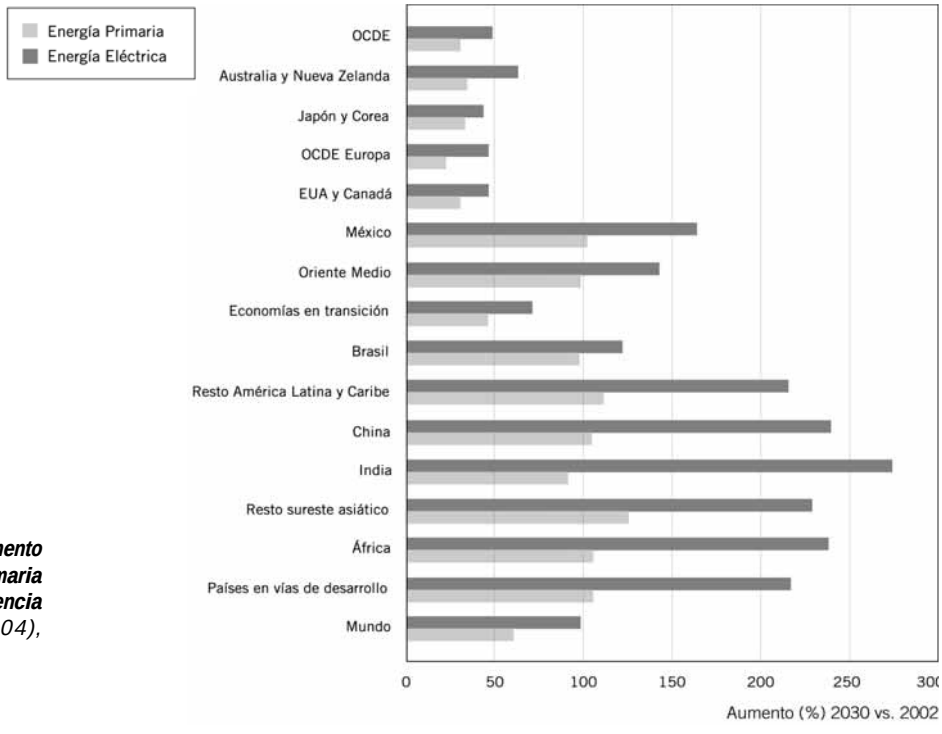


Figura 8. Comparación del aumento en el consumo de energía primaria y electricidad (escenario de referencia de la AIE). *Fuente: (AIE 2004), elaboración propia.*

Lo dicho puede entenderse fácilmente si pensemos que la energía eléctrica es difícil de almacenar y, por tanto, tiene que producirse cuando se necesita y debe consumirse cuando se produce. La variabilidad del viento, para seguir con el mismo ejemplo, hace necesario ajustar continuamente la potencia generada por algunas centrales de producción. Mientras esta potencia sea pequeña no hay inconveniente; el problema aparece cuando la potencia del conjunto de aerogeneradores instalados es grande. Además, debe tenerse en cuenta que la instalación de aerogeneradores no implica que el sistema eléctrico pueda ahorrarse otros tipos de centrales. La capacidad total de generación del sistema está en función de la máxima demanda puntual prevista. Nadie garantiza que en el momento de máxima demanda haya viento; por tanto, no se puede “suprimir” ninguna central de generación por mucha potencia eólica instalada que se tenga.

Es interesante, pues, que en lugares con fuerte industrialización, donde el consumo eléctrico es muy importante, se pueda apostar también por grandes centrales de generación eléctrica de tipo nuclear o con tecnologías fósiles avanzadas y más respetuosas con el medio que las actuales.

Al contrario, en países con una gran dispersión rural y donde no hay una infraestructura de distribución, la generación distribuida, y casi siempre aislada, utilizando energías renovables no sólo representa una opción viable, sino que, a menudo, es la única solución para proporcionar acceso a la electricidad a una parte muy importante de la población.

¿Hacia un desarrollo sostenible?

Según lo comentado más arriba, la proyección de la AIE para los próximos 25 años plantea un escenario energético (escenario de referencia) que no es compatible con el desarrollo sostenible: primero, no se

resuelven les grandes desigualdades a nivel mundial y, segundo, se basa en los combustibles fósiles, de manera que el impacto ambiental del uso de la energía seguirá aumentando y, además, se seguirá consumiendo unos recursos finitos.

Un escenario alternativo planteado por la AIE (AIE 2004) considera que se adoptan medidas políticas razonables (por ejemplo, tasas sobre las emisiones de dióxido de carbono, en relación con el Protocolo de Kioto) para incentivar el desarrollo y la implantación de energías más sostenibles (básicamente energías renovables y energía nuclear) y medidas drásticas de mejora de la eficiencia energética a nivel de consumidor final, es decir, que permitan obtener la misma energía útil con menos energía final, así como emplear menos energía final para obtener el mismo beneficio (por ejemplo, un buen aislamiento térmico permite disfrutar de la misma temperatura de confort en una vivienda con menor generación de calor). Con esta hipótesis, el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de dióxido de carbono se reducirían notablemente respecto al escenario de referencia (véase Figura 3). Sin embargo, para que el sistema energético fuese realmente sostenible, serían necesarias importantes mejoras tecnológicas que el escenario alternativo de la AIE no contempla (por ejemplo, almacenaje geológico del dióxido de carbono producido en centrales electrotérmicas, transición hacia una economía del hidrógeno, etc.). El escenario alternativo tampoco representa ninguna mejora en lo referente al desarrollo de los países más pobres.

Lograr una aceleración del desarrollo de los países desfavorecidos requiere una intervención que sobrepasa la capacidad de las fuerzas de mercado; además, muchos de los conflictos desatados en todo el mundo responden a los intereses económicos de un capitalismo sin entrañas (véase, por ejemplo, Segura 2004). En mi opinión, parece dudoso incluso que, sin una clara voluntad política, se pueda lograr el nivel de desarrollo energético que prevé la proyección de la AIE para estos países (escenario de referencia), y que se pueda dar acceso a energía de calidad a sus zonas rurales. Esta opinión se basa, primero, en el hecho de que las proyecciones de la AIE parten de una suposición de crecimiento económico y, como ya hemos visto, éste está ligado en las primeras etapas del desarrollo a la disponibilidad de la energía, y segundo, en que la disponibilidad de la energía requerirá, como apunta la AIE, grandes inversiones de capital que está por ver si estos países conseguirán atraer.

Suponiendo que el capital afluya, de una u otra manera, no parece probable que el mercado libre, por sí solo, vaya a mejorar la situación energética de las regiones rurales más pobres. Tampoco parece muy creíble que los respectivos gobiernos lleguen a poseer las herramientas necesarias -además de la voluntad política- para hacerlo posible.

Aún parece más improbable que las condiciones para el escenario alternativo se puedan dar de manera espontánea en los países menos desarrollados, puesto que se desplaza una inversión económica ya difícil por parte de los productores y suministradores a una inversión, mucho más difícil de imaginar, por parte de los consumidores.

Una puerta a la esperanza

En la década de los noventa, el International Institute for Applied Systems Analysis juntamente con el World Energy Council desarrollaron una serie de escenarios energéticos pera todo el siglo XXI (WEC 2000, PNUD 2000). Un escenario es una modelización de cómo podría ser el futuro dadas unas ciertas condiciones. Una familia o conjunto de estos escenarios (el llamado caso C) es perfectamente compatible con el desarrollo sostenible: se reduce en gran medida la intensidad energética, mejora muchísimo la

equidad en el acceso a la energía, a la vez que permite un desarrollo económico global con tendencia a un mejor reparto de la riqueza, y se reduce el impacto ambiental, desde el nivel doméstico (con la eliminación del uso tradicional e ineficiente de la biomasa) hasta el cambio climático (con una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero).

Estos escenarios son incompatibles con las tendencias actuales; se basan en un gran avance tecnológico y en una cooperación internacional sin precedentes centrada en la protección del medio ambiente (a todos los niveles) y en una gran reducción de las desigualdades a nivel de países y regiones (tanto económicas como ecológicas). ¿Cuales son las condiciones que hacen posible estos escenarios? Por una parte, la implicación de los gobiernos en la aplicación de políticas que favorezcan el desarrollo y la implantación de formas más limpias de energía (entre ellas, claro está, las renovables). Por otra, la imposición a nivel mundial de tasas sobre las energías más contaminantes, con inversión de los ingresos generados en la mejora de las infraestructuras energéticas en los países menos desarrollados.

Cabe decir que, dadas las condiciones favorables, los cambios no se producirían inmediatamente, ya que la inercia de los sistemas energéticos es muy grande: el tiempo de vida de las infraestructuras energéticas es muy largo y han de pasar décadas, desde que se empieza a actuar, para sustituir completamente algún tipo de aprovechamiento energético por otro.

Se ha hecho ya un primer paso, aunque tímido, que hace pensar que un futuro alternativo aún es posible. La aplicación del Protocolo de Kioto, con sus Mecanismos de Desarrollo Limpio, que permiten obtener bonos de emisión de gases de efecto invernadero en los países industrializados a cambio de la inversión en energías limpias y en mejoras de la eficiencia en países en vías de desarrollo, abre la puerta a la esperanza.

Conclusiones

Como conclusión, el actual ritmo de crecimiento económico basado en la utilización de combustibles fósiles lleva a un futuro que no cumple con los requisitos de lo que se conoce como desarrollo sostenible. Este futuro se caracteriza por un gran incremento del consumo energético; un mantenimiento proporcional del uso de los combustibles fósiles; un gran incremento, como consecuencia de estos dos puntos, de las emisiones de gases de efecto invernadero, y una mejora muy débil, si la hay, de la situación de los habitantes de las zonas más pobres del planeta. Además, el incremento en el uso de los combustibles fósiles implica una reducción de los recursos mundiales y un preocupante aumento de la dependencia de algunos países (la Unión Europea, los EUA,...), que cada vez tendrán que importar más energía.

Un futuro alternativo es posible, pero es necesario emprender acciones importantes de carácter político, tanto de ámbito nacional como internacional. Dada la gran inercia de los sistemas energéticos, se debe actuar de manera inmediata y de una forma mucho más drástica que la contemplada en el escenario alternativo de la AIE para los próximos 25 años.

Un futuro energético sostenible en los países de la OCDE requiere medidas gubernamentales, uno, de apoyo a energías más limpias y, dos, favorecedoras de la eficiencia energética a todos los niveles. En el segundo aspecto, la mayor efectividad se logrará actuando prioritariamente a nivel de usuario final, forzando el uso de tecnologías más eficientes en los hogares, la industria, los servicios y el transporte.

En el primero, además de impulsar medidas a largo plazo (como la substitución de los derivados del petróleo en la automoción), es necesario plantearse seriamente la necesidad de apostar por la energía nuclear en un futuro próximo (alargando la vida de las plantas nucleares en operación y facilitando la construcción de nuevas instalaciones de este tipo).

De cara a los países más pobres, se requiere una acción enérgica que económicamente sólo puede proceder de los países desarrollados. La aplicación estricta del Protocolo de Kioto puede ser la fuente de parte de las inversiones necesarias, a través de los Mecanismos de Desarrollo Limpio.

¿Qué mundo vamos a legar a nuestros descendientes? Hacer posible otro futuro distinto del que se avecina, así como cambiar la suerte de los países más desfavorecidos, depende de la capacidad de la sociedad para corregir sus errores y de la fuerza de esta sociedad para hacer que los más ricos sean, también, más justos.

Referencias y enlaces de interés *(consulta el 15 de enero de 2005)*

(AIE 2004) Agencia Internacional de la Energía. *World Energy Outlook 2004*. Está disponible un sumario electrónico en http://www.iea.org/textbase/npsum/WEO2004SUM.pdf

(BP 2004) *BP Statistical Review of World Energy June 2004*. http://www.bp.com/

(CE 2005) Comisión Europea. *European energy and transport: Scenarios on key drivers.* http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/publication/analysis_en.htm

(CMNUCC 1997) Convención Marco de Naciones Unidas sobre cambio Climático. *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

(DFID 2002) Department for International Development. *Energy for the Poor: Underpinning the Millennium Development Goals.* http://www.dfid.gov.uk/pubs/files/energyforthepoor.pdf

(DOE 2004) Department of Energy (EUA). *International Energy Annual 2002 edition*. http://www.eia.doe.gov/iea/contents.html

(IDH 2004) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. *Human Development Reports*. http://hdr.undp.org/statistics/data/

(IPCC 2001) Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Climate Change* 2001: Synthesis Report. http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm

(ONU 2000) United Nations General Assembly. *United Nations Millennium Declaration*. A/RES/55/2. http://www.un.org/millenniumgoals/ >background

(PNUD 2000) United Nations Development Programme. *World Energy Assessmen*t. http://www.undp.org/seed/eap/activities/wea/drafts-frame.html

(PNUD 2004a) United Nations Development Programme. *World Energy Assessment. Overview.* 2004 Update. http://www.undp.org/energy/docs/WEAOU_full.pdf

(PNUD 2004b) United Nations Development Programme. *Gender and Energy for Sustainable Development: A Toolkit and Resource Guide.* http://www.undp.org/energy/genenergykit/genderengtoolkit.pdf

(Segura 2004) Antoni Segura. *Senyors i vassalls del segle XXI*. La campana. 2004 (existe una versión en español, "Señores y vasallos del siglo XXI", publicada por Alianza Editorial).

(UNDP 2004) UN Department of Economic and Social Affairs Population Division. *World Population Prospects: The 2004 Revision Population Database*. http://esa.un.org/unpp/

(UNSD 2004) UN Department of Economic and Social Affairs Statistics Division. *Progress towards the Millennium Development Goals, 1990-2004.* http://millenniumindicators.un.org/unsd/mi/mi_coverfinal.htm

(WEC 2000) *World Energy Council. Energy for tomorrow's world – acting now!* http://www.worldenergy.org/ > publications > online publications

(WH 2002) The White House. *The National Security Strategy of the United States of America.* http://www.whitehouse.gov/nsc/nss.pdf

17

Energía en el ámbito local. El papel de los municipios

Juan Martínez Magaña

Cátedra UNESCO, Universitat Politècnica de Catalunya.

Resumen

El crecimiento de la demanda energética y de las ciudades ha estado muy vinculado a lo largo de la historia de la humanidad, desde las revoluciones neolíticas, hasta las astronómicas cifras actuales de consumo de energía, procedente sobre todo de fuentes fósiles. En los dos serios problemas que plantea este consumo -el carácter limitado de las reservas y la emisión de gases de efecto invernadero- juegan un papel muy relevante los municipios, papel que se ha ido concretando y definiendo sobre todo a partir de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992), de la que surgió la Agenda 21.

Experiencias de ámbito municipal, como los planes de Sevilla y Barcelona explicados en este capítulo, significan no sólo un compromiso ante los problemas y los acuerdos globales, sino una extraordinaria oportunidad para el desarrollo local sostenible. Avanzar hacia el autoabastecimiento energético supone también transferir al ámbito local el empleo creado en este sector, teniendo en cuenta que las energías renovables crean cinco veces mas puestos de trabajo que la producción centralizada de energía.

Abstract

Growth of energy demand and of cities has come side by side in the history of humankind, from the Neolithic revolutions to the astronomical figures of energy consumption from fossil sources of nowadays. Municipalities play a relevant role in the two main problems brought by this consumption: the limited reservoirs and the carbon dioxide greenhouse effect. This role has been shaped and defined since the UN Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 1992), where the Agenda 21 emerged.

Experiences of municipality scope, such as the planning of Seville and Barcelona explained in this article, mean not only a compromise with the problems and the global agreements, but also an extraordinary opportunity for a sustainable local development. To move forward to self-sufficiency in energy implies transferring the employment generated in this sector to the local scope, taking into account that renewable energies produce five times more jobs than centralized production of energy.

Résumé

La croissance de la demande énergétique et des villes ont été très liées le long de l'histoire de l'humanité, depuis les révolutions néolithiques, jusqu'à nos jours où les chiffres actuels de consommation d'énergie, provenant surtout de sources fossiles, sont astronomiques. Dans les deux problèmes sérieux que pose cette consommation – le caractère limité des réserves et l'émission de gaz d'effet serre - les communes jouent un rôle très significatif, qui s'est défini et précisé surtout à partir de la Conférence de Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (Rio de Janeiro, 1992), de laquelle est sortie l'Agenda 21.

Des expériences à l'échelle municipale, comme les plans de Séville et de Barcelone expliquées dans ce chapitre, signifient non seulement un compromis face aux problèmes et accords globaux, mais aussi une occasion extraordinaire pour le développement localsoutenable. Avancer vers l'auto-approvisionnement énergétique suppose aussi transférer au cadre local l'emploi créé dans ce secteur, en tenant compte du fait que les énergies renouvelables créent cinq fois davantage de postes de travail que la production centralisée d'énergie.

El dilema de la energía

La demanda energética de las ciudades se multiplicó mientras estas se expandían a lo largo de la primera y segunda revolución neolítica (Prades, 1997); a la madera se incorporó la fuerza de los animales; al viento y al agua, ya en la etapa preindustrial, se incorporó una nueva fuente de energía, el carbón, un producto que se presentaba en cantidades inmensas, pero con una cualidad diferenciadora respecto a las demás: se trataba de un recurso fósil y, por tanto, de reservas limitadas. La sociedad entró en la era industrial, accionada por la máquina de vapor, apareció la electricidad y el motor de combustión, lo que abrió las puertas a la explotación intensiva del petróleo.

Desde la alimentación, como necesidad energética base para la vida, equivalente a unos 90 kilogramos de petróleo por persona y año, se ha pasado a nuevas necesidades que han disparado el consumo hasta los 4.000 kilogramos equivalentes de petróleo, que es la media por persona y año en los países industrializados. La población ha pasado de unas pocas comunidades dispersas por el territorio a más de seis mil millones de personas. La demanda energética ha alcanzado cifras astronómicas, 216 millones de barriles equivalentes de petróleo diarios en el 2001, o lo que es lo mismo 10.100 millones de toneladas equivalentes de petróleo al año, el 80 por ciento de esa energía procedente de fuentes fósiles, es decir del petróleo, el gas y el carbón.

El consumo energético presenta al menos dos problemas serios. El primero se deriva del **carácter limitado de las reservas fósiles**. Los modelos y procesos reales de esta evolución presentan características comunes, siguen una forma de campana (Deffeyes, 2001), al principio la oferta y la demanda crecen parejas, después se alcanza un nivel máximo de producción (punto de Hubbert), a partir del cual la producción decrece inevitablemente.

Se cree que este punto de Hubbert será alcanzado en esta década o a mediados de la próxima; ello afectará a la oferta y la demanda y por tanto provocará una alteración inevitable de los precios. Este encarecimiento permitirá paliar temporalmente los problemas de abastecimiento poniendo en explotación nuevos yacimientos que requieren costes de inversión más elevados, pero la tendencia inevitable es hacia una diferenciación entre la oferta y la demanda. La cuestión, pues, no es solo si el petróleo durará cuarenta años más, o menos; es seguro que el petróleo no se acabará nunca porque la humanidad dejará de utilizarlo antes de que la última gota sea extraída. El problema tiene más que ver con la capacidad para continuar abasteciendo el mercado; es lo que la Unión Europea llama los problemas asociados a la "seguridad de suministro (CE, 2001)".

El otro gran problema que afrontamos se deriva de que la combustión del petróleo, el gas y el carbón producen de forma inevitable la **formación de CO_2**, un gas que emitido en grandes cantidades, acaba provocando el llamado efecto invernadero, que deriva, a su vez, en un proceso de alteración de las condiciones de habitabilidad del planeta. Las emisiones en este momento alcanzan los 22.000 millones de toneladas al año, cerca de 10 toneladas por persona y año en los países industrializados. En la Directiva europea (Directiva 2004/101/CE) sobre comercio de emisiones, de reciente publicación, la Unión Europea señala que estas emisiones deberían de ser reducidas en un 70 por ciento.

El papel de los municipios

El paso de las energías renovables a las energías fósiles (petróleo, carbón y gas) en los inicios de la revolución industrial significó la fundación de grandes compañías que se encargaban de la extracción, el transporte y la comercialización, compañías que han ostentado hasta la fecha un poder en régimen de monopolio sobre este sector. La producción centralizada de energía por las grandes compañías borró la cultura del autoabastecimiento energético en los municipios y extendió la de consumidores dependientes. El abastecimiento desde fuentes fósiles hizo que la energía dejara de ser un problema local, para convertirse en un problema nacional o, como mucho, regional.

Un paso importante en la redefinición del papel de los municipios respecto al desarrollo sostenible, y en particular respecto al abastecimiento energético, fue la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro junio 1992). En ella convergió todo un proceso histórico y de ella se derivaron importantes compromisos y retos para la humanidad. Ninguna otra conferencia ha logrado tal nivel de concurrencia, no solo de gobiernos, sino de representantes de la sociedad civil, de ONGs, de empresas, de gobiernos municipales, etc.

Uno de los acuerdos de mayor trascendencia es la aprobación del Programa 21, un instrumento imprescindible para la orientación de la política hacia la construcción de un mundo basado en criterios de sostenibilidad. Su capítulo 28 está dedicado a analizar el papel y la responsabilidad de los gobiernos locales en esta tarea, se inicia diciendo que *"las autoridades locales se ocupan de la creación, el funcionamiento y el mantenimiento de la infraestructura económica, social y ecológica, supervisan los procesos de planificación, establecen las políticas y reglamentaciones ecológicas locales y contribuyen a la ejecución de las políticas ambientales en los planos nacional y subnacional. En su carácter de autoridad más cercana al pueblo, desempeñan una función importantísima en la educación y movilización del público en pro del desarrollo sostenible"*.

Este acuerdo internacional dio lugar a un proceso intenso de reflexión y de redefinición del papel y los retos locales, dando lugar a la aparición de redes europeas e internacionales de municipios por la sostenibilidad.

Toda la actividad desarrollada en este sentido, aún siendo impresionante, es claramente insuficiente tanto en su dimensión como en los contenidos. Si pretendemos evaluar la realidad en relación a los objetivos marcados en el año 1992, hemos de reconocer que no estamos consiguiendo reorientar el desarrollo hacia la sostenibilidad, aunque los esfuerzos que se realizan lo pretenden, el impacto sobre la realidad global sigue siendo escaso.

Las dos grandes vías de intervención que se proponen desde el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) en el ámbito de la energía, se concretan en reducir el consumo energético, aplicando medidas de mejora de la eficiencia energética en la producción y el consumo de la energía. Para hacerse una idea de las posibilidades, basta con saber que solo el 29 por ciento de la energía primaria consumida alcanza a ser útil al proporcionarnos algún servicio, el resto, el 71 por ciento la perdemos en los distintos procesos de conversión y transporte. La otra gran propuesta de actuación son las energías renovables, que se caracterizan por no ser emisoras de CO_2, y por que la energía suministrada lo es en régimen permanente.

Estas dos propuestas están cargadas de oportunidades para los municipios, pues las dos implican el paso de un modelo energético centralizado a otro descentralizado. No se trata solo de un compromiso ante los

problemas y los acuerdos globales, sino de una extraordinaria oportunidad para el desarrollo local sostenible. avanzar hacia el autoabastecimiento energético significa también transferir al ámbito local el empleo creado en este sector, teniendo en cuenta que las energías renovables crean cinco veces mas puestos de trabajo que la producción centralizada de energía.

La creación de agencias locales de la energía, la diagnosis energética, la planificación energética local y la gestión energética, son pasos muy importantes. las ordenanzas solares suponen un salto cualitativo, pasando del terreno testimonial o demostrativo a la aplicación de políticas intensivas. Sin embargo avanzar desde aquí hacia una proceso de transformación de la realidad municipal en el ámbito energético, requiere que dos aspectos más sean abordados, el primero se refiere a que sean concretados objetivos y compromisos locales ambiciosos, concretos y cuantificables, así como estrategias definidas a largo plazo. Esa es una condición básica para avanzar en una planificación más ambiciosa, que abarque a los sectores industriales, al sector servicios, al sector doméstico, al transporte y por supuesto a todas las áreas de gestión municipal, en el aprovechamiento integral de todos los recursos y oportunidades energéticas locales.

El segundo aspecto a considerar es la participación y la complicidad de todos los actores sociales, empezando por la propia ciudadanía, los sectores profesionales, las asociaciones ciudadanas, los sectores productivos, los ámbitos educativos, la formación ocupacional, y de una forma especialmente importante los ámbitos universitarios. Hay que superar la fase demostrativa y de instalaciones ejemplares, para intervenir de forma integral en todos los ámbitos donde sea posible la minimización de consumos, y la incorporación de tecnologías renovables desde la óptica del autoabastecimiento.

Propuestas de actuación

Cualquier intento de rescatar el trabajo anónimo, durante generaciones, en defensa de un modelo alternativo de energía obtendría siempre resultados muy parciales, pero fue esa labor desde los ámbitos sociales y científicos lo que posibilitó el desarrollo de las tecnologías, la realización de proyectos demostrativos, el avance de nuevas fuentes alternativas y una nueva cultura. No obstante, la verdadera revolución se ha logrado cuando estas propuestas han dejado una marginalidad a la que los sectores de la energía tradicional, coligados con las estructuras económicas y políticas de poder, la habían relegado. Las crisis energética y climática han favorecido que estas propuestas estén hoy día en el eje de cualquier política o programa de desarrollo serio, en el Norte y en el Sur, y centre el interés de los programas de investigación energética.

Tanto desde la sociedad civil como desde la comunidad científica, o desde la experiencia en procesos locales, se ha recorrido un largo camino en la construcción de iniciativas para la actuación en los ámbitos municipales y una amplia experiencia se acumula ya en cuanto a la ejecución de programas. Ejemplo de la multitud de posibilidades de intervención son la batería de propuestas municipales elaboradas desde entidades como Greenpeace o Ecologistas en Acción. Esta última entidad recoge sus propuestas municipales en el documento “Material para una moción: 59 Medidas Locales de Ahorro, Eficiencia Energética y Promoción de las Energías Renovables”, agrupadas en cinco ámbitos: relativas a establecer una diagnosis municipal de los edificios e instalaciones, a actuaciones directas sobre las principales fuentes de emisión, al tejido asociativo municipal, a la formación de la ciudadanía y a colectivos específicos o de cariz general.

Experiencias municipales

Desde el ámbito municipal son innumerables los procesos y experiencias en marcha. Una experiencia referente es el **Pla de Millora Energètica de Barcelona**, resultado de un largo proceso que se inició con la suscripción de la Declaración de Ámsterdam en 1993 y la Declaración de Heidelberg en 1994. Un gran paso para la ciudad fue la adhesión a la Carta de Aalbörg en 1995; en 1997 Barcelona se incorporó a la Asociación Internacional Klamabündnis vinculada a los compromisos de Kioto, que se fija como objetivo una reducción del 27% de las emisiones de CO_2 en el año 2010 respecto a 1997. En 1999 se crean trece grupos de trabajo y estudio que abordan el análisis de la situación y el desarrollo de estrategias y propuestas de intervención, se realizan estudios sobre clima y territorio, y se elabora la información sobre los balances energéticos de la ciudad, abordando el estudio de la situación y las potencialidades de cada uno de los sectores: residencial; edificios e instalaciones públicas, que incorpora el alumbrado público, los edificios municipales, señalización y otros elementos; industrial, que no ha sido incorporado a la primera fase de proyectos ejecutivos; servicios y comercial; oficinas; transporte; residuos, y las redes de distribución que han sido consideradas sector específico.

El Plan aborda la diagnosis y el conocimiento exhaustivo de la realidad del municipio, la modelización y la construcción de escenarios que permitan hacer un análisis tendencial y prospectivo, con el fin de establecer las hipótesis de evolución de la demanda en los plazos que abarca el plan. Otro aspecto muy importante es la definición de compromisos y objetivos de la ciudad, así como las líneas de actuación; este aspecto es determinante y el que fija la amplitud y profundidad con que serán abordados los temas, cuál es el grado de importancia y compromiso municipal con los aspectos tratados. Sobre esa base se aborda el cuarto aspecto, que es la concreción de los programas de actuación y las actividades a desarrollar, y, por último, la evaluación económica, los impactos ambientales y sociales esperados, y el calendario de trabajo.

La parte ejecutiva del Plan de Mejora Energética de Barcelona se concreta en el Plan de Acción para el Ahorro de Energía y la Reducción de Emisiones a la Atmósfera (PAE), formado por 54 proyectos se organizan en ocho programas y se clasifican a su vez en los sectores de estudio.

La ejecución de los proyectos contemplados en el PAE supone una inversión de 668 millones de euros, un 1,7% del PIB del año 1999 ó un 0,15% del PIB previsto para la década 2000-2010. Estos proyectos se complementa con algunas otras iniciativas como el Plan Director de Infraestructuras, dirigido esencialmente a la mejora del transporte público, el aprovechamiento del biogás del Vertedero del Garraf y cuatro ecoparques para el tratamiento de residuos, que en conjunto elevan las inversiones previstas a algo más de cuatro mil millones de euros.

Los resultados esperados de la aplicación del PAE significan unos beneficios económicos acumulados durante el proceso de ejecución, hasta el 2010, de 224 millones de euros, resultado de la venta directa de energía producida y de los ahorros en la compra por mejoras en la eficiencia, la reducción en los consumos previstos respecto al análisis tendencial es de un 3,12% y equivale a un ahorro de 49.650 Tep al año en energía final. La reducción de las emisiones de CO2 se elevará a 92.900 tCO_2 al año, lo que supone una reducción del 1,54% respecto a las previstas. Estos resultados mejoran significativamente si se incluyen las medidas dirigidas a la gestión de residuos y a la mejora del transporte público, alcanzándose un ahorro energético del 7,46% y una reducción en las emisiones del 26,93%.

El proceso de Barcelona es un ejemplo de cuán complejo es el proceso de reorientación de las tendencias en el consumo energético y en el control de las emisiones, la amplia gama de posibilidades de intervención que existen y lo diferentes que son los resultados obtenidos según sea el nivel de compromiso de la ciudad y el grado de cumplimiento con los objetivos establecidos. Los objetivos más ambiciosos del plan se alcanzan

con unas inversiones que se sitúan sobre el 0,9% del PIB anual de la ciudad, lo que indica hasta qué punto son asumibles los retos planteados, más aún si son descontados los ahorros económicos por compra y venta de energía. Si se tiene en cuenta las mejoras logradas en calidad ambiental en la ciudad y en el cumplimiento con compromisos globales, también deberían contabilizarse como beneficios los resultados que se obtengan en la ampliación del tejido productivo, creación de empleo, empresas y microempresas.

Otro ejemplo referente como experiencia municipal es el proceso que conduce al **Plan energético de Sevilla 2002-2006**. La estrategia de Sevilla arranca con la creación de la Agencia Local de la Energía, a partir del programa SAVE en 1995, que inicia sus actividades en 1997 y que convierte la planificación energética en su objetivo fundamental.

El Plan Energético "es el instrumento de planificación estratégica y coordinación que define los objetivos y diseña las actuaciones a realizar durante el período considerado, en el marco de una gestión energética municipal encaminada a conseguir una ciudad energéticamente sostenible". Propone cuatro campos de actuación: formación y concienciación ciudadana, gestión y organización, implementación de las energías renovables y actuaciones de ahorro y eficiencia energética. Pretende delimitar cuáles son los campos concretos en los que cabe actuar, razonar los motivos para ejercer las acciones derivadas del plan, desde una estructura local propia, determinar la situación energética de la ciudad de Sevilla, determinar cual es la situación energética del propio Ayuntamiento de Sevilla, proponer un plan de actuaciones que defina una política energética del Ayuntamiento de Sevilla y la forma de llevarla a cabo y considerar posibles fuentes de financiación de las actividades propuestas en el plan.

En cuanto a objetivos concretos, el Plan pretende que para el 2010, el 12% de la energía consumida en la localidad provenga de fuentes renovables. Ese objetivo se hará posible a partir de objetivos en los diversos campos de actuación, para el 2006 se pretende conseguir pasar de los actuales 20.000 m^2 de paneles solares térmicos a 80.000 m^2 y a 120.000 para el 2010, para el 2020 se duplicaría esa cantidad con el proyecto Sevilla Ciudad Solar. En energía fotovoltaica se pretende alcanzar para el año 2006 una potencia instalada de 2 MWp, esta potencia se duplicaría para el 2010, y para el 2020, el 10% de la energía eléctrica demandada, debería de suministrarse desde paneles fotovoltaicos. Si los estudios eólicos lo consideran viable se instalará un parque eólico urbano, con una potencia de 6 a 8 MW. Se proyecta la construcción de una tercera planta de tratamiento de los residuos de poda, que vendrá a sumarse a las dos plantas de valorización de biogás de 3,5 MW en total, que existen.

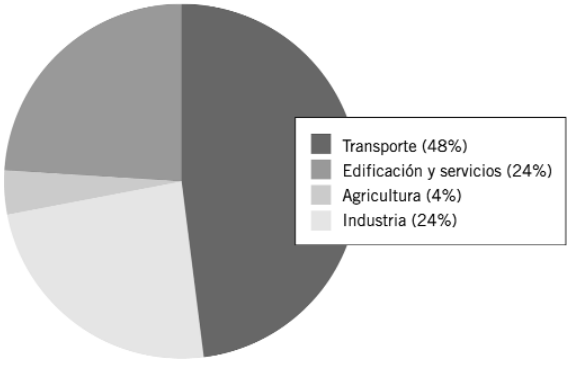
Entiéndanse estas referencias solo como muestra de las potencialidades de actividad que en el ámbito municipal se abren en el ámbito de la energía. Actualmente, infinidad de municipios y comunidades locales construyen sus propios procesos locales y consideran el sector de la energía como un sector de innovación local y una fuente de oportunidades para el propio desarrollo.

Referencias energéticas de ámbito estatal

Como fuente de información de referencia, además de las propias experiencias municipales, es necesario tomar como referencia la planificación y las propuestas energéticas desarrolladas en los ámbitos regionales y estatales. En diciembre de 1999 fue aprobado el Plan de Fomento de las Energías Renovables para el período 2000-2010, y en noviembre de 2003, la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para el período 2004-2012. Se trata de dos documentos de importancia relevante en cuanto a la concreción de las potencialidades de las diferentes tecnologías y en cuanto a las financiaciones destinadas a su aprovechamiento.

Nos referiremos sólo a algunos aspectos de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética, la cual se complementa por los Programas de Desarrollo que abordan las medidas a desarrollar en los diferentes sectores económicos: industria, transporte, transformación de energía, agricultura y un sector llamado de usos diversos, que en particular es el que nos interesa destacar porque engloba las medidas dirigidas al sector residencial, terciario y a los servicios públicos.

Figura 1. Ahorro total en 2002: 9.824 ktep



La Estrategia se compone de 186 medidas de las que se desprende un ahorro energético esperado en el 2012 de 9.825 ktep, lo que equivale a un 7,2% del consumo final previsto (aún cumpliendo con ese objetivo, la previsión de crecimiento en el consumo final es de un 39,6%), el 24% del cual se producirá en el sector edificación y servicios. El ahorro acumulado durante el período 2004-2012 se eleva a 41.989 ktep en energía final, lo que equivale a 69.950 ktep en energía primaria. La inversión prevista en el plan es de 26.108 M€, de los que un 10% aproximadamente es inversión pública. Los ahorros económicos derivados de la aplicación de la Estrategia superan el 50% del coste estimado de las medidas propuestas; considerando el precio del barril de petróleo a 25 $/barril, se prevé que transcurridos cinco años desde el fin de la Estrategia, los ahorros obtenidos hayan amortizado por completo el coste de la inversión.

El ahorro energético predicho supone una reducción de emisiones de 42 $MtCO_2$/año, que valoradas a un precio medio de 21,5 €/tCO_2 (considerando una orquilla del precio de las emisiones entre 11-32 €/tCO_2), equivaldría a un beneficio de 903 millones de euros anuales.

Dentro de la Estrategia en el sector edificación se incluye la edificación en los sectores residencial y terciario, incorporando este último las construcciones destinadas a oficinas, hospitales, comercio, restaurantes y alojamientos, y educación. En la estrategia dirigida al sector edificación solo se consideran los consumos correspondientes a instalaciones fijas de los edificios; es decir, calefacción, climatización, producción de agua caliente sanitaria e iluminación.
El consumo energético de los ámbitos descritos equivale al 16% del uso global de energía. Por tratarse de ámbitos estructurales o semi-estructurales, con una larga duración prevista, las intervenciones suelen ser costosas y con largos períodos de recuperación. Sin embargo, es un campo de grandes potencialidades en las fases de diseño y construcción de los edificios.

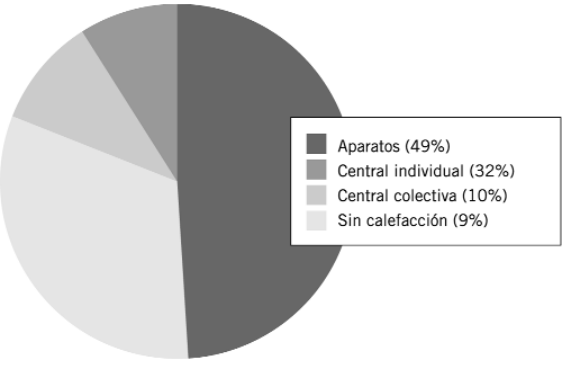


Figura 2.Viviendas según tipo de calefacción
Fuente: Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para el período 2004-2012

En el sector residencial, los consumos considerados se destinan: a calefacción el 63%, el 27% a agua caliente y el 10% a iluminación; la climatización es poco significativa de momento. En el sector terciario, el 51% de la energía está destinado a usos térmicos, el 22% a aire acondicionado y el 26% es consumo de electricidad para usos no térmicos.

Las medidas propuestas en este sector permitirían alcanzar una reducción del consumo de un 7,5% respecto al escenario base. Aún así persistiría una tendencia de crecimiento de la demanda de un 4,2% anual.

Las medidas propuestas se clasifican en las destinadas a edificios existentes y las reservadas a nuevas construcciones. En el caso de edificios existentes, las medidas se dirigen en primer lugar a actuaciones en las envolventes de los edificios, esencialmente mediante la mejora del nivel de aislamiento e infiltración en ventanas y de los edificios en general, o el sobreado de las ventanas en verano. Se prevé que este tipo de actuación afecte al 5% de los edificios existentes. La segunda línea de intervención se refiere a intervención sobre las instalaciones térmicas, calderas y grupos de frío; se prevé actuar sobre el 50% de los equipos existentes. En tercer lugar se actuará sobre los sistemas de iluminación: deben ser sustituidas 19 millones de lámparas incandescentes de uso doméstico y se ha de actuar sobre los sistemas de iluminación del 25% de los edificios destinados a servicios en el sector terciario.

En el caso de edificios nuevos o rehabilitados, las intervenciones se dirigen en primer lugar a la limitación de la demanda mediante la mejora de los niveles de aislamiento en los cerramientos de los edificios, sobre todo en ventanas, la rotura de puentes térmicos, el sombreado de ventanas y la orientación óptima de los edificios. En segundo lugar, se trata de utilizar la demanda energética como variable de diseño, la utilización de los sistemas térmicos más eficientes y el aprovechamiento, mediante una adecuada ventilación, de las diferencias de gradientes térmicos entre dentro y fuera de los edificios. En tercer lugar, se optimizará el uso de la luz natural, utilizando sistemas de control que adecúen el uso de la iluminación al de los espacios y empleando las tecnologías de iluminación más eficientes.

La Estrategia de Ahorro y Eficiencia engloba dentro del sector de equipamiento residencial y ofimática los consumos que corresponden a equipamientos del sector residencial y terciario, e no considerados en el sector edificación, que, como hemos dicho, tiene un carácter estructural. Este sector incluye esencialmente los electrodomésticos (gama blanca, gama marrón y pequeño electrodoméstico), la climatización doméstica (equipos de hasta 12 kW de potencia), las cocinas y hornos, y el equipamiento ofimático en general (tanto en el sector doméstico como en el resto de sectores).

	1991	1995	2001
Frigorífico	98,6	99,2	99,6
Lavadora	95,0	98,0	98,4
Lavavajillas	6,8	13,4	22,0
Congelador independiente	6,4	11,0	12,5
Secadora de ropa	3,6	6,6	9,3
Microondas	5,2	26,7	58,1
Aspiradora	22,9	37,1	47,6

Tabla 1. Evolución del equipamiento en hogares españoles. Fuente: Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para el período 2004-2012

El consumo de los equipamientos corresponde casi en su totalidad a consumos eléctricos y equivale al 15% del consumo eléctrico estatal.

Existe un incremento notable en la incorporación de nuevos electrodomésticos en los hogares. Es generalizado el uso de lavadora, cocina y frigorífico, y la tendencia esla incorporación masiva de microondas, aspiradoras y lavavajillas; también es notable el incremento de las secadoras. Hay 1,4 televisores por hogar, video en el 70%, y los ordenadores están presentes en una tercera parte de ellos, en fase de fuerte expansión, creciendo a más de un 13% anual.

Los objetivos de la Estrategia en este sector se centran en aumentar el porcentaje de tecnologías altamente eficientes disponibles en el marcado, mejorar la información sobre la utilización de las tecnologías disponibles, y alcanzar una cuota de mercado de los electrodomésticos de clase A de un 40% para el 2012, lo que significaría que el 25% de los electrodomésticos vendidos en el período 2004-2012 deberían ser de esa clase.

Las medidas a desarrollar se agrupan en cuatro ámbitos, El primero es el de sustitución de equipamientos a través del desarrollo normativo y la promoción de los equipos de alta eficiencia; el segundo se refiere a campañas de formación dirigidas esencialmente a vendedores y la incorporación del consumo como argumento de venta; el tercer ámbito consiste en desarrollar campañas informativas sobre etiquetado ecológico desde los propios puntos de venta, acuerdos con fabricantes para que aumenten la cuota de mercado de los electrodomésticos de clase A y acuerdos con los sectores inmobiliarios para que los equipamientos instalados sean de la máxima calidad y la eficiencia energética sea un argumento de mercado; el cuarto ámbito se refiere a las actuaciones ejemplificantes desde las propias Administraciones públicas, tanto en la adquisición de equipos como en su uso.

En el sector de los servicios públicos, la Estrategia contempla solo las instalaciones de alumbrado público y las relacionadas con la potabilización de agua, el abastecimiento y la depuración. Las medidas dirigidas a este sector consisten básicamente en la sustitución de lámparas y equipos auxiliares en el alumbrado público, la instalación de sistemas de regulación de nivel luminoso y la instalación de relojes astronómicos, la sustitución de las lámparas convencionales por tecnología LED en semáforos, el control óptimo de los sistemas de depuración y aprovechamiento del biogás generado.

Estableciendo prioridades

En el marco del proyecto “Energías Renovables y Oportunidades de Empleo, Energía+D”, desarrollado a través del programa URB-AL de la Comisión Europea en el período 2002-2004, en la Red número 4 del Programa “La ciudad como promotora del desarrollo económico”, se realizo un estudio diagnóstico en un conjunto de municipios de América Latina y Europa, analizando las necesidades y posibilidades de avanzar en la construcción de procesos locales orientados hacia el autoabastecimiento energético, las prioridades a abordar y las oportunidades derivadas. Uno de los trabajos desarrollados consistió en priorizar los distintos ámbitos de actividad que de forma común se plantean en cualquier proceso local. Fue desarrollado en Asunción (Paraguay) por el equipo de trabajo formado por la Fundación Celestina Pérez de Almada.

Se pretendía desarrollar un análisis de la ciudad dentro de un contexto energético exterior que permitiera conocer las oportunidades y las amenazas que ese contexto plantea al municipio, a la vez que conocer cuáles son las fortalezas y debilidades que presenta el aprovechamiento de los recursos con que cuenta el municipio.

Después de un profundo análisis de la realidad municipal y de su contexto se establecieron 8 categorías consideradas fundamentales, y se abordó el trabajo de jerarquizarlas a partir del análisis de las influencias entre ellas. Las categorías consideradas son:

- *Recursos propios (A)*. Abundancia o escasez, disponibilidad en el municipio de unos u otros recursos renovables.
- *Agentes sociales (B)*. Existencia de los agentes sociales e instituciones necesarias para impulsar y desarrollar un programa energético municipal.
- *Sociedad civil (C)*. Sensibilidad social respecto al tema y facilidad de movilizarla; papel de la ciudadanía en el desarrollo de los objetivos.
- *Políticas y estrategia (D)*. Formulación de políticas energéticas, existencia o ausencia de políticas energéticas formuladas y definidas por los poderes públicos, incluyendo planes, programas coordinados y estudios prospectivos.

- *Capacitación / Formación / Información (E).* Capital humano especializado en las áreas de energías renovables y eficiencia energética. En los niveles universitarios, en las ingenierías y arquitecturas y en los ámbitos de las ciencias naturales y ambientales, existencia de programas de estudios de la educación formal y laboral y difusión, así como mecanismos de difusión de esta información y conocimientos a la opinión pública.
- *Cooperación (F).* Participación en redes de municipios para el intercambio de experiencias y la construcción de complicidades.
- *Imagen del municipio (G).* Es un elemento cada vez más estratégico para la captación empresas, e incluso para atraer la cooperación internacional. Son factores influyentes la seguridad jurídica, la formalidad o informalidad de los agentes y las reglas de juego que tienen que ver con la fiscalidad y la legislación.
- *Modelo de consumo (H).* Barreras culturales y legales que pueden bloquear cualquier intento de cambio.

Consideradas esas ocho categorías se procedió a elaborar la matriz de influencias entre ellas a partir de dos preguntas: ¿existe una influencia directa de una categoría sobre las demás?, ¿esta influencia es intensa, media o débil?. El valor esencial de este ejercicio reside en haberlo realizado con la participación de representantes de las instituciones y sectores relevantes, entre los que se encontraban el gobierno central, gobierno municipal, centros de investigación, academia, sociedad civil, empresas y los coordinadores del proyecto.

Para la interpretación de estos resultados se sitúan los ocho factores sobre una gráfica, dividida en cuatro cuadrantes que los clasifica en críticos, activos, pasivos e inertes.

Factor activo: es aquel que influye mucho sobre los demás factores sin sufrir en demasía los efectos del resto (total activo alto y total pasivo bajo). Se debe intervenir con prioridad sobre estos factores puesto que tienen efectos importantes sobre los demás.

Factor crítico: es el que influye mucho sobre los demás, a la vez que sufre mucho sus efectos (total activo alto y total pasivo alto). Deben ser objeto de un análisis y seguimiento muy especial; son factores de alto riesgo, pero también de grandes oportunidades de desarrollo.

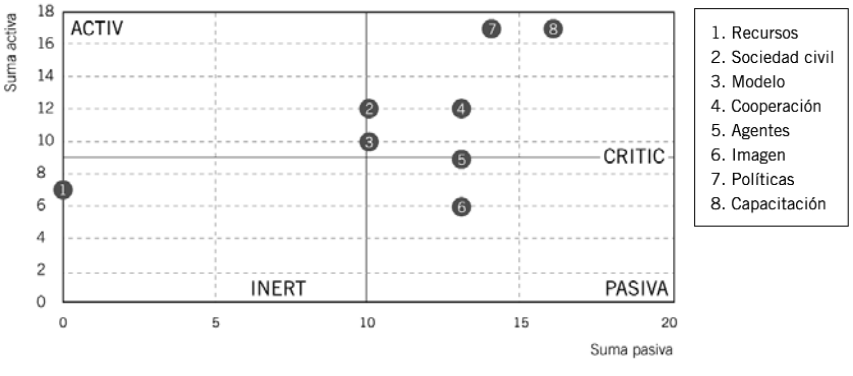


Figura 3. Sistema axial
Fuente: proyecto Energías Renovables y Oportunidades de Empleo

Factor pasivo: Se define como el que sufre mucho los efectos de los demás, pero sin influir mucho sobre ellos (total activo bajo y total pasivo alto). Pueden ser utilizados como indicadores de cambio.

Factor inerte: Este factor sufre poco los efectos de los demás e influye poco sobre los demás (total activo bajo y total pasivo bajo). Cualquier intervención sobre ellos no generará mayor efecto sobre el conjunto del desarrollo.

El estudio indica que la capacitación y la construcción de políticas locales deberían convertirse en las actividades de interés prioritario, pues son las de mayor repercusión sobre las demás, al tiempo que las más influenciadas. La cooperación intermunicipal e internacional se presenta también como un factor crítico del proceso, con una poderosa capacidad de influencia sobre los demás factores y, a su vez, resultado de cómo se influya sobre el conjunto.

El modelo de consumo y la organización social se manifiestan como un poderoso motor del conjunto, con una alta capacidad de influencia sobre los demás, pero no fácilmente influenciables. Las mejoras que se produzcan en esos ámbitos tendrán un carácter multiplicador, reforzando el proceso y dándole estabilidad. Por otra parte, observamos que la existencia de agentes sociales, instituciones educativas o de gestión necesita que los otros factores influyan sobre ellas para tener un efecto positivo sobre el proceso local, siendo una oportunidad que debe de ser aprovechada.

La imagen del municipio aparece como un elemento pasivo, lo que significa que los esfuerzos y recursos que se destinen a ese fin de forma directa tendrán poca influencia sobre el proceso. La disponibilidad de recursos podría parecer comportarse como un elemento motor pero, en cambio, aparece como un elemento inerte, lo que significa que es poco determinante en la construcción del proceso y que recibe pocas influencias de el, lo que por otra parte resulta razonable.

Potenciales de empleo

La creación de empleo no solo es un eje fundamental de la política europea, sino también una de las preocupaciones básicas de la política municipal. Este aspecto debe ser tenido en cuenta a la hora de diseñar un compromiso y una estrategia local. El sector energético no es para los municipios solo un problema de medio ambiente o de seguridad de abastecimiento; es también uno de los llamados nuevos yacimientos de empleo, un terreno fértil para el desarrollo del tejido productivo de la ciudad.

Se han elaborado diversos estudios sobre los potenciales de empleo de las energías renovables, no tantos sobre el impacto en el empleo de las políticas de mejora de la eficiencia energética, por tanto la visión de las oportunidades ligadas al sector energético en los municipios no puede ser completa. No obstante, es interesante repasar los indicadores de empleo que proponen los diversos estudios sobre el tema, con el fin de disponer de una batería de indicadores que nos permitan evaluar las potencialidades de los objetivos fijados.

Libro Blanco UE. "Energía para el Futuro: Fuentes de Energía Renovables" (COM (97) 599 final). Este documento, conocido como "libro blanco de las energías renovables en Europa", describe los motivos por lo que se adopta esta política, define los objetivos, las líneas de acción, evalúa los costes y los beneficios, y presenta la campaña de lanzamiento de lo que pretende ser un proceso de implantación de las energías renovables, abarcando sus objetivos hasta el 2010.

Los objetivos previstos requieren para su financiamiento una inversión total de 165.000 millones de euros, lo que supone un incremento del 30% de las previstas en el sector de la energía. Por otra parte, permitirá una reducción de las importaciones de combustibles fósiles de un 17%, y un ahorro en esas importaciones de 3.300 millones de euros anuales. Permitirá la reducción de las emisiones de CO_2 en 402 millones de toneladas al año y hará posible la creación de entre 500.000 y 800.000 puestos de trabajo.

El Libro Blanco prevé el incremento de la aportación energética de las energías renovables, en el período 1995-2010, en 107,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo (o lo que es lo mismo, 1.252,4 GWh).

De esta información podríamos extraer un primer indicador, al relacionar energía con empleo, tomando un valor medio de las estimaciones de creación de empleo indicadas.

1.925 MWh/año de energía, producidos con fuentes renovables → **1 puesto de trabajo**

El Libro Blanco no aporta información que nos permita mejorar este indicador. Para hacerlo más interpretable podríamos decir que por cada 41 personas (en el caso de ciudadanos europeos, considerando un consumo medio de 4 tep por persona y año) que optaran por utilizar únicamente fuentes renovables en los consumos directos de energía, y también en los indirectos, se crearía un puesto de trabajo.

Impact of Renewables on Employment and Economic Growth (EU - PROJECT). Se trata de un estudio coordinado por ECOTEC, realizado por EUFORES, IDEA, etc., en 1998-1999, y financiado por la Comisión Europea dentro del programa Altener II. Se desarrolla en dos partes: en primer lugar se calcula mediante el modelo SAFIRE cuál es la previsible penetración en el mercado de las energías renovables, en un escenario de tiempo que abarca hasta el 2020. En una segunda parte, mediante el modelo RIOT, se evalúa el impacto sobre el empleo que tendrá ese desarrollo.

Este estudio ofrece unos indicadores, expresados en empleos a tiempo completo (FTE, a partir de 30 h/semana), separados en dos tipologías de actividad; por una parte se trata la producción de empleo en la fabricación e instalación de los equipos, expresada en empleos por cada millón de Euros invertidos (FTE/MEURO), y en segundo lugar se evalúan los puestos de trabajo creados en la operación y el mantenimiento de los equipos.

Sólo como información, añadamos que el estudio prevé que en Europa se creen, dentro del sector de las energías renovables, 453.000 puestos de trabajo directos para el 2005, empleo neto dentro del sector de la energía (descontada la pérdida de empleos por sustitución), estos se elevarán a 660.000 en el 2010 y alcanzarán los 900.000 para el 2020.

	1995	2005	2010	2020
Construcción e instalación:				
FTE/MEURO*				
Solar térmica	4,70	6,31	6,40	6,51
Solar fotovoltaica	5,94	3,53	6,97	5,38
Eólica mar	7,64	7,79	7,48	6,71
Eólica tierra	5,57	4,64	6,06	6,07
Minihidráulica	4,84	5,12	5,17	5,21
Biomasa liquida (obtención de biocarburantes)	6,08	6,08	6,08	6,08
Biomasa anaeróbica**	4,09	7,33	7,99	8,31
Biomasa combustión***	4,15	4,29	4,41	4,52
Biomasa gasificación****	6,26	6,17	6,11	5,93
Cultivos energéticos (obtención de combustibles)	11,05	11,05	11,05	11,05
Residuos forestales (obtención de combustibles)				
Residuos agrícolas (obtención de combustibles)				
Cogeneración	2,3 - 5,7			
Producción convencional de electricidad	4,2 - 13,0			
Producción convencional de calor	3,5 - 15,9			

	1995	2005	2010	2020
Operación y mantenimiento:				
FTE/GWh				
Solar térmica	0,26	0,27	0,26	0,25
Solar fotovoltaica	0,22	0,54	0,44	0,40
Eólica mar	0,22	0,21	0,22	0,22
Eólica tierra	0,15	0,15	0,14	0,14
Minihidráulica	0,08	0,08	0,09	0,09
Biomasa liquida (obtención de biocarburantes)	0,86	0,86	0,86	0,86
Biomasa anaeróbica	0,19	0,22	0,24	0,24
Biomasa combustión	0,08	0,08	0,08	0,08
Biomasa gasificación	0,09	0,09	0,09	0,10
Cultivos energéticos (obtención de combustibles)	0,42	0,42	0,42	0,42
Residuos forestales (obtención de combustibles)	0,10	0,10	0,10	0,10
Residuos agrícolas (obtención de combustibles)	0,36	0,36	0,36	0,36
Cogeneración	0,02 - 0,06			
Producción convencional de electricidad	0,01 - 0,1			
Producción convencional de calor	0,01 - 0,06			

Tabla 2: Empleo directo creado en el uso de energías renovables en la construcción e instalación de equipos y en su operación y mantenimiento.

Fuente: Impact of Renewables on Employment and Economic Growth
** FTE empleos a tiempo completo*
*** procesos destinados a la obtención de gas combustible mediante tratamientos anaerobios en digestores de metano, plantas de biogás o reactores anaerobios, a partir de residuos orgánicos agrícolas o ganaderos, aguas residuales, RSU o industriales.*
**** procesos destinados a la obtención de calor y electricidad a partir de la combustión de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos*
***** procesos destinados a la obtención de gas combustible a partir de la descomposición térmica y la oxidación parcial de biomasa y residuos orgánicos sólidos.*

Plan de fomento de las Energías Renovables en España para el período 2000-2010. Aporta información sobre las características de las empresas del sector. Existen en el país más de 500 empresas del sector, se caracterizan por estar enmarcadas en más de un 80% dentro de la categoría de pequeñas y medianas empresas.

El Plan de Fomento estima que la creación de empleo asociada al cumplimiento de sus objetivos se sitúa en unos 200.000 puestos de trabajo, para un incremento en la aportación de las renovables de 9.525 ktep, de los cuales unos 150.000 se localizan en el sector de la biomasa, que suponen unas 6.000 ktep.

Wind Force 12. La Asociación Europea de Energía Eólica, en su estudio “Wind Force 12”, propone un plan de acción para conseguir que en 2020 el 12% de la electricidad consumida en el mundo, proceda de fuentes eólicas, proponen para 2005 una potencia instalada de 16.600 MW/año y para 2010 de 44.800 MW/año, la potencia acumulada para esos años es de 73.900 MW y 233.900 MW, respectivamente. Entre los beneficios aportados estaría la creación de 244.100 empleos/año en 2005, con un ratio de 14,7 empleos/año por MW instalado.

Photovoltaics in 2010. La Dirección General XVII de la Comisión Europea, a través del programa ALTENER y en colaboración con la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica, publicó en 1997 el estudio “Photovoltaics in 2010” que analiza el estado actual del sector fotovoltaico en Europa y desarrolla

un plan de acción para el desarrollo industrial y de mercado hasta el 2010. La creación de empleo prevista por el estudio depende de la evolución de la potencia instalada. Las posibilidades se resumen en la tabla siguiente.

Crecimiento anual (%/año)	Potencia instalada (MWp/año)	Potencia acumulada (MWp)	Empleo (my)*	Indicador (my/MWp)
15	630	3.900	152.000	26,7
20	1.240	6.300	261.000	28,0
25	2.380	10.200	453.000	29,7
30	4.460	16.700	783.000	32,1
35	8.160	27.300	1.345.000	33,8

Tabla 3: Evolución del mercado global de la fotovoltaica para el 2010

Fuente: elaboración propia datos Photovoltaics in 2010
** Empleos año*

Estos indicadores de empleo se incrementan al disminuir la potencia de los equipos instalados. Lo que indica que la energía fotovoltaica es especialmente intensiva en la creación de empleo, para equipos entre 1 y 5 kWp, el 35% de los empleos se crean en la instalación y mantenimiento, porcentaje que se eleva hasta el 65% para equipos entre 0,3 y 1 kWp.

Greenpeace en su campaña "Elige energía positiva: energía renovable para acabar con la pobreza", se propone alcanzar los 4,5 GWp instalados en forma de linternas solares, equipamientos domésticos y equipamiento de centros de salud y escuelas. Esta campaña que se extiende hasta el 2012, estima que la instalación de un MWp de potencia de los equipos mencionados, requerirá de 40 puestos de trabajo en minoristas y servicios locales, 23 puestos para la instalación y 21 para el mantenimiento.

IEA Bioenergy. La Agencia Internacional de la Energía tiene un área de promoción de proyectos de bioenergía. De su informe anual de 2002 se extraen algunos datos sobre empleo.

	Cultivos energéticos	Biofuels en cultivo intensivo	Explotaciones forestales
Plantación	4,69	2,97	1,42
Cultivo	14,14	8,20	2,47
Cosecha	10,38	10,50	3,56
Transporte	2,93	2,97	2,13
Tratamiento	0,54	0,54	0,54
Gestión	0,80	0,80	0,46
TOTAL	**33,43**	**25,94**	**10,54**

Tabla 4: Empleos año/ktep

Fuentes: IEA Bioenergy 2002

Estas son algunas de las referencias que pueden ser utilizadas a la hora de evaluar las potencialidades de

empleo ligadas a la puesta en marcha de planes energéticos locales No obstante, debe tenerse en cuenta que una cosa son las oportunidades de empleo y otra bien diferente el comportamiento del mercado de trabajo, vinculado al comportamiento de la oferta y la demanda. Por ello debemos entender las potencialidades de empleo como oportunidades que han de acabar viéndose reflejadas en el mercado de trabajo. Sabemos la dificultad que muchas pequeñas y medianas empresas, cooperativas o autónomos tienen para cubrir sus balances a final de mes, sencillamente porque aun estando creada la necesidad, la demanda del mercado no responde a sus expectativas, por lo cual han de recurrir a un sobreesfuerzo no remunerado y dirigido a la creación de sensibilidad social.

Referencias bibliográficas

COMISIÓN EUROPEA (2001), *Libro Verde Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Bruselas.

DEFFEYES, K.S. (2001), *Hubbert's Peak - The impending world oil shortage*. Princeton University Press, EE.UU.

PRADES, A. (1997), *Energía, tecnología y sociedad*, Ediciones de la Torre, Madrid.

Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto.

Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para el período 2004-2012. http://www6.mityc.es/energia/

Plan Energético de Sevilla 2002-2006. http://www.agencia-energia-sevilla.com

Pla de Millora Energètica de Barcelona. http://www.barcelonaenergia.com/

Programa 21. http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). http://www.ipcc.ch/

18

Kioto a juicio: El Protocolo ante el calentamiento global

Begoña María-Tomé Gil

Responsable de Cambio Climático en Ecologistas en Acción.

Resumen

El cambio climático es el mayor desafío ambiental al que se enfrenta la humanidad, cuyos efectos repercuten, por paradójico e injusto que pueda parecer, en las poblaciones casi en proporción inversa a su responsabilidad. El Protocolo de Kioto, aunque tímido e incompleto (el principal emisor de gases de efecto invernadero, EE.UU. no lo ha ratificado), surgió como respuesta internacional al problema. Sin embargo, los mecanismos previstos para reducir las emisiones son insuficientes y el ritmo de las negociaciones internacionales demasiado lento y precario respecto a la velocidad y gravedad de los efectos del cambio climático.

Abstract

Climate change is the biggest environmental challenge humankind has to face. However paradoxical and unfair, the impact of its effects on populations is almost on reverse proportion to their responsibility. However shy and incomplete (USA, the main pollution emitter, has not ratified it), the Kyoto Protocol developed as an international response to the problem. Nevertheless, the mechanisms planned to reduce emissions are insufficient and the pace of international negotiations too slow and precarious if compared to the speed and seriousness of the effects of climate change.

Résumé

Le changement climatique est le plus grand défi environnemental que l'humanité affronte, les effets duquel répercutent sur les populations, si paradoxal et injuste que ça peut paraître, presque en proportion inverse à leur responsabilité. Le Protocole de Kyoto, même s'il est timide et incomplet (le principal émetteur de gaz à effet de serre, les EE.UU. ne l'a pas ratifié), est apparu comme une réponse internationale au problème. Cependant, les mécanismes prévus pour réduire les émissions sont insuffisants et le rythme des négociations internationales est trop lent et précaire par rapport à la vitesse et la gravité des effets du changement climatique.

Los efectos del cambio climático

Son muchas las observaciones que indican que el clima mundial cambió durante el siglo XX. La temperatura superficial media aumentó aproximadamente 0,6°C, el manto de nieve y la superficie de hielo disminuyeron y el nivel del mar aumentó de 10 a 20 cm. La cantidad de lluvia disminuyó un 0,3% por decenio en gran parte de las zonas subtropicales del hemisferio norte. Y cada vez son más las regiones del mundo que están sufriendo frecuentes catástrofes derivadas de inundaciones, huracanes y sequías.

El escenario que estamos construyendo para este siglo 21 contará con un aumento entre dos y diez veces superior al valor observado durante todo el siglo XX y muy probablemente tal velocidad de calentamiento no tenga precedentes durante los últimos 10.000 años. Las previsiones son especialmente graves en el cinturón tropical, donde habita la mayor parte del mundo, y en las zonas mediterráneas. Los científicos han advertido que no se puede descartar la aparición de fenómenos de gran escala y gran impacto, como la interrupción de la circulación termohalina o la fusión de la placa de hielo del oeste antártico, que implicarían una alteración catastrófica y rápida del clima.

Estos conocimientos advierten de la necesidad urgente de abordar mayores reducciones de CO_2, a pesar de que la tendencia mundial es de crecimiento desbocado.

La respuesta de la comunidad internacional: El protocolo de Kioto, un paso pequeño tras largos periodos de negociación

El primer hito en la respuesta internacional ante la problemática del cambio climático fue la celebración en 1988 de la Conferencia de Toronto, donde científicos y gobiernos de todo el mundo se reunieron para discutir un plan de acción contra el cambio climático. Los países industrializados aceptaron allí un acuerdo voluntario de reducción de emisiones de dióxido de carbono en un 20% para el año 2005. Las emisiones han seguido aumentando desde entonces (más de un 15% a nivel global), lo que demuestra, en primer lugar, la poca efectividad de los acuerdos voluntarios y, en segundo lugar, la oportunidad entonces perdida de reducir las consecuencias del cambio climático.

Esta reunión fue crucial para la creación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), un grupo intergubernamental de expertos sobre el tema coordinado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) que evaluaría el estado del conocimiento sobre el sistema climático, sus impactos económicos, ambientales y sociales, así como las posibles estrategias de respuesta para apoyar el avance de la convención.

En 1990 se hizo público el Primer Informe de Evaluación del IPCC, que indicaba que las reducciones necesarias para frenar consecuencias climáticas drásticas deberían ser del orden del 60-80% para final de siglo. Las evidencias encontradas en este primer informe provocaron la negociación del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU.

Como un primer paso, en 1991, los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y los Estados de Europa Central y del Este propusieron reducir sus emisiones de CO_2 a los niveles de 1990 para el 2000. No obstante, la presión de la delegación norteamericana, de la Administración Bush, consiguió que los compromisos que se adoptaron no fueran legalmente vinculantes;¿Y qué ocurrió? En el año 2000 el nivel de emisiones de CO_2 aumentó el 7,6% respecto 1990.

Durante la Cumbre de la Tierra en 1992, en Río de Janeiro, se abrió el periodo de adhesión a la Convención Marco sobre Cambio Climático (UNFCC), que entraría en vigor dos años más tarde, una vez ratificada por un número suficiente de países. En 1995 se celebró la 1ª Conferencia de las Partes en Berlín, donde se llegó a la conclusión de que los acuerdos de la UNFCC eran demasiado laxos para conseguir el objetivo de proteger al Planeta del cambio climático, particularmente si no existían acuerdos tras el horizonte del año 2000.

Se comenzó entonces a negociar sobre un nuevo acuerdo con objetivos más altos de reducción y se puso sobre la mesa la propuesta de la Asociación de Pequeños Estados Islas (AOSIS) de una disminución del 20% los valores de 1990 para el 2005. Aunque la oferta no llegó a "cuajar", la voluntad política se mostraba prometedora. De hecho, en la 2ª Conferencia de las Partes en Ginebra, Clinton anunció que quería que los compromisos de este protocolo fueran legalmente vinculantes, aunque introdujo por primera vez el concepto de comercio de emisiones.

Sin embargo, cuando llegó el momento de concretar objetivos de reducción en la 3ª Conferencia de las Partes de la Convención de Cambio Climático celebrada en Kioto en 1997, las posiciones de los principales emisores del mundo industrializado no fueron tan alentadoras. La UE plateó una reducción del 15% para el 2010; EE.UU., la estabilización para el 2010 y reducción del 5% para el 2015, y Japón defendió una reducción voluntaria del 5% para el 2010 y sólo para tres gases de efecto invernadero.

El liderazgo de la Unión Europea en las negociaciones no fue lo suficientemente firme ante el entorpecimiento de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y las grandes transnacionales de la energía y el automóvil americanas y europeas. El resultado fue que 39 países se comprometían a limitar sus emisiones de seis gases de efecto invernadero (GEI)[1] un exiguo 5,2% respecto a 1990, que debería alcanzarse en el periodo 2008-2012, con el siguiente balance: la UE en conjunto, un 8%; EE.UU., el 7%; Japón el 6%; la Federación Rusa, Ucrania y Nueva Zelanda sólo deben mantenerlas al nivel de 1990, y algunos países pueden aumentarlas: Noruega en un 1%, Australia en un 8% e Islandia en un 10%.

Fue una reducción escueta que no contemplaba las advertencias que el IPCC hizo en su primer informe de evaluación y que tuvo que superar momentos complicados hasta su ratificación. El mayor golpe al Protocolo lo protagonizó la retirada de EE.UU., el mayor emisor del Planeta. Esto obligó a la UE a buscar más signatarios (hasta completar el 55% de las emisiones en 1990), y significaba rebajar el nivel de exigencia del protocolo[2] para facilitar la entrada de los países más recalcitrantes, los países del *grupo Paraguas* (Canadá, Australia, Japón y Nueva Zelanda).

---

1 *Estos seis gases son dióxido de carbono, CO_2; metano, CH_4; óxido nitroso, N_20; hidrofluorocarbonos, HFC; perfluorocarbonos, PFC; hexafluoruro de azufre, SF_6.*

2 *Reducción significativa de los objetivos de reducción y eliminación de las disposiciones sancionadoras por incumplimiento del texto. Se pactó entonces que en la primera conferencia que se celebrara una vez en vigor el Protocolo, se fijarían tales sanciones.*

Injusto reparto, injustas consecuencias

Al final, en las negociaciones del Protocolo de Kioto no fue posible alcanzar un acuerdo sobre un objetivo uniforme para todos los países y se optó por fijar metas individuales cuya determinación no se basó en ninguna fórmula rigurosa u objetiva, sino que fue el resultado de una negociación y un compromiso político.

La media mundial de emisiones por habitante es una referencia muy ilustrativa sobre la responsabilidad de los diferentes países en el cambio climático. Estados Unidos, principal emisor de CO_2, emitió durante el año 2000 el 26% del CO_2 fósil mundial y sus cantidades por habitante, 22,4 Tn CO_2/hab, son casi 6 veces la media mundial. La Unión Europea es la segunda en el ranking con el 14,6% del CO_2 fósil, pero se encuentra bastante por detrás de EE.UU. en emisiones per cápita: 9,5 Tn CO_2 /hab. China, hacia donde comienzan a dirigirse miradas acusadoras, es responsable del 10,7% de las emisiones mundiales de CO_2 fósil, pero el monto por habitante, casi 2 Tn CO_2/hab, está por debajo de la media. Desde 1990 sus emisiones de CO_2 debidas al uso de combustibles fósiles han crecido menos de la mitad que las de EE.UU. Puesto que los impactos del cambio climático serán más graves cuanto mayores sean las emisiones acumuladas de gases de efecto invernadero, y que en todo caso afectarán de forma desproporcionada a los países en desarrollo y a la población más pobre en todos los países, existe un injusto reparto de responsabilidades.

“La pobreza, la ausencia de formación y educación, la falta de infraestructura, la falta de acceso a tecnologías, la falta de diversidad en las fuentes de ingresos, una base degradada de recursos naturales, y unas instituciones públicas y privadas con muchos problemas y poca capacidad de reacción, crean las condiciones propicias para una escasa capacidad de adaptación en la mayoría de los países en desarrollo. La combinación de la exposición a un riesgo alto y una escasa capacidad de adaptación ponen a la población de estos países en una posición más vulnerable a los problemas climáticos que la de los países desarrollados”. (Rois, 2005).

La injusticia fundamental en que los países con los niveles de vida más altos han sido los principales responsables del aumento de los gases de efecto invernadero, pues las primeras regiones industrializadas (Europa, América del Norte, Japón y otras) consolidaron su riqueza dejando escapar a la atmósfera grandes cantidades de gases de efecto invernadero.

Estas responsabilidades históricas no tienen una adecuada contrapartida en los compromisos de reducción que tampoco son acordes con la capacidad económica de cada uno para afrontar cambios tecnológicos[3]. Además, el protocolo de Kioto nació mutilado sin el compromiso obligatorio de EE.UU. el principal causante del cambio climático[4] en el planeta.

Por tanto, las consecuencias del cambio climático y el reparto de responsabilidades asumidas exacerban las relaciones ya problemáticas entre las naciones ricas y pobres.

---

3 Por ejemplo, dentro del objetivo asumido por la UE de reducción global de emisiones en un 8% para la Europa de los 15, sólo ocho deben disminuir respecto al año 1990.

4 Las emisiones medias de un estadounidense son de 23,7 toneladas de CO_2 por persona, que equivale a las de 13 ciudadanos indios según World Resources Institute 2005.

Sus limitaciones: mecanismos de flexibilidad. Sumideros

La falta de ambición en la fijación de la reducción global de gases de efecto invernadero no es la única limitación del Protocolo de Kioto.

En 1997, en Kioto, se contemplaron una serie de mecanismos de flexibilidad (comercio de emisiones (SCE), mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y mecanismos de aplicación conjunta (AC)[5]) cuyas discusiones retrasaron durante cuatro años más las normas concretas para la aplicación del Protocolo (*Acuerdos en Marrakech*), debido principalmente a las claras posibilidades que ofrecían para evitar una gran parte de la reducción doméstica de CO_2.

La filosofía que subyace a éstos mecanismos es facilitar la reducción de gases de efecto invernadero permitiendo que se realizara allí donde fuera más económico hacerlo, no necesariamente donde más se emitiera. El problema es que las reducciones de emisiones no domésticas no conducen a la transformación del sistema energético y económico de los países más contaminantes, el verdadero origen del problema.

Comercio de emisiones (SCE)

Sin duda, el más polémico de los mecanismos de flexibilidad. Consiste básicamente en que un país (o empresa) compra "certificados de reducción de emisiones" a otro país o empresa en donde se haya producido una reducción de emisiones, o se hayan evitado.

En la práctica, y dejando al margen objeciones de principios, como es la cuestión de si mercantilizar la contaminación (pagar para seguir contaminando) es algo legítimo, el comercio de emisiones desincentiva la necesaria reestructuración de las economías y los sistemas energéticos para que los países ricos emprendan un rumbo más sostenible, ya que es factible que éstos cumplan sus (insuficientes) compromisos con un módico gasto económico en la compra de derechos de emisión, sin llevar a cabo una reducción real.

Adicionalmente, está el problema del llamado "aire caliente" de Rusia y Ucrania. El colapso económico de principios de los 90 que sufrieron estos países hizo descender radicalmente su actividad industrial y, por consiguiente, las emisiones reales de CO_2, en más de un 30%. Su compromiso de mantenimiento de las emisiones en los niveles de 1990 generó así un excedente de derechos de contaminación para vender.

Como resultado se ha originado un "mercado de CO_2" con gran disponibilidad de "bonos" que permiten a otros países apuntarse una reducción emisiones que en realidad no ha tenido lugar, por el simple método de comprarlas a buen precio.

La Unión Europea fue pionera internacional en regular este comercio. Mediante la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, estableció un régimen pionero de comercio de dióxido de carbono con vistas a reducir dichas

---

5 *Este mecanismo es similar al MDL, con la salvedad que los proyectos se realizan entre países industrializados con objetivos de reducción dentro del Protocolo de Kioto.*

emisiones en la Comunidad de forma económicamente ventajosa. Una de las obligaciones que creó dicho texto para los Estados miembros fue diseñar un Plan Nacional de Asignación Derecho de Emisión (PNA) donde se fija el número de derechos de emisión que se distribuirán a las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación al total de las emisiones nacionales. La primera fase de aplicación de la Directiva se extiende desde 2005 hasta 2007.

Este Sistema Europeo de Comercio de Emisiones ha sido analizado tanto por el ILEX Energy Consulting como por el Öko-Institut[6], cuyos informes ponen de relieve las debilidades de este mecanismo. En general, los resultados muestran bastantes puntos débiles, lo que cuestiona la eficiencia económica y la efectividad medioambiental del sistema e introduce incertidumbre sobre el cumplimiento de los objetivos asumidos bajo el Protocolo de Kioto y de objetivos nacionales más ambiciosos.

De la revisión de esta primera fase cabe destacar las siguientes fragilidades:

- Los PNA deberían haberse hecho de una manera transparente involucrando a los distintos sectores de la sociedad. En la mayoría de los Estados Miembros, sin embargo, el proceso transparente se sustituyó por oscuros acuerdos políticos con unos pocos interesados, y la información detallada sobre la metodología de fijación de los límites y las asignaciones no existe en muchos casos.

- A pesar de que los interesados acordaron en principio tener un plan sencillo y consistente, en la práctica, las distintas metodologías que se usaron en los PNA para asignar los derechos (a las instalaciones existentes y a las nuevas) han incrementado la complejidad en algunos países.

- Con frecuencia, la base para fijar el límite son previsiones en lugar de datos históricos. Adicionalmente, las previsiones de emisiones son normalmente fijas y se establecieron tarde en el proceso. Los objetivos de Kioto y los nacionales no se tuvieron en cuenta lo suficiente para la fijación de los límites en algunos PNA y ahora algunos países necesitan realizar importantes reducciones en la segunda fase para cumplir los objetivos. Además, se ha argumentado que la existencia de muchos escenarios tendenciales se tradujo en sobreasignación de derechos de emisión en algunos países, básicamente otorgando a la industria más derechos de los necesarios, de forma que se superaron los objetivos de emisiones.

- En la fijación de los límites, la contribución de los sectores no incluidos en la Directiva no fue cuantificada y presentada claramente en los PNA, poniendo en cuestión en qué medida los gobiernos consideraron correctamente los costes de reducción de emisiones de los distintos sectores. Los niveles de reducción no reflejan la distribución de las reducciones requeridas bajo el Acuerdo de Reparto de Carga del objetivo de Kioto europeo.

El comercio de emisiones, en definitiva, lejos de incentivar la reducción de emisiones, significa que las industrias más contaminantes puedan seguir funcionando apoyándose en las menos emisoras. Se promocionarán las disminuciones de emisiones que resulten más baratas que los bonos de emisión correspondientes.

---

6 Informes institucionales independientes encargados por WWWF/Adena a ILEX Energy Conulting (Reino Unido) y Öko-Insitut (Alemania). Ambos informes analizan la primera fase de los PNA de Alemania, Reino Unido, Italia, España, Polonia y Holanda tanto desde el punto de vista de los límites absolutos como de la estructura de reparto de derechos de emisión.

Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)

Los MDL permiten que los países industrializados y las empresas que transfieran tecnologías limpias a países del Sur, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones, reciban certificados que les permiten ampliar las emisiones en sus propios países. Ello implica, pues, una transferencia de tecnologías limpias a países con modelos energéticos dependientes de recursos energéticos exteriores y contaminantes, incrementando la participación de las energías renovables en sus sistemas eléctricos en detrimento de las energías de origen fósil.

No obstante la impresión positiva que tal mecanismo produce, se está produciendo un fenómeno de *dumping ambiental* a nivel internacional pues las inversiones extranjeras en MDL no se están produciendo en aquellos países donde resultan más necesarios, sino en los que cuentan con un marco legal y económico más favorable y donde los trámites para obtener los *certificados de carbono*[7] son más rápidos.

Esto explica por qué se eligen preferentemente los países iberoamericanos frente a los subsaharianos, con una situación de pobreza más alarmante. Y por qué dentro de la misma Iberoamérica las trasnacionales han mostrado interés de inversión en Costa Rica, el país de la región con niveles de contaminación más bajos, en lugar de hacerlo en Nicaragua, con un 90% de generación termoeléctrica.

Existe, además, un riesgo real de que alguno de estos proyectos, como el polémico pantano hidroeléctrico de La Joya en Costa Rica que promueve Unión Fenosa, frontalmente rechazado por las organizaciones ambientales de medio mundo[8], se aprueben o ejecuten ignorando la situación ambiental y social de estos países, con un impacto ambiental que no sería nunca autorizado en los países más desarrollados. De esta forma, estas multinacionales no reducen sus emisiones contaminantes en los países industrializados, donde existen posibilidades tecnológicas y económicas suficientes para asumir transformaciones en su industria, a costa de producir grandes impactos ambientales con implicaciones locales irreversibles.

Desde la perspectiva empresarial, la aplicación de estos mecanismos tiene un efecto perverso, pues la compañía eléctrica tenderá, no a reducir sus emisiones, sino a aumentar su parque de producción mediante otras tecnologías en otros países, lo que desincentiva una vez más la reducción efectiva de las emisiones.

Los MDL empiezan ya a jugar un papel importante en las estrategias de expansión de multinacionales eléctricas, especialmente en Iberoamérica, donde éstas tenían ya una presencia significativa a raíz de la reforma de sus sistemas eléctricos, operada en los años noventa para atraer inversión extranjera con la promesa de mejorar la calidad, disminuir las tarifas y aumentar la cobertura. La medida ha provocado, paradójicamente, un notable incremento de la dependencia energética de estos países (Guerrero, 2005), para cuya reducción las mismas empresas habrán de invertir en reservas limpias. Veremos qué ocurre.

Sumideros

El Protocolo de Kioto introdujo la posibilidad de descontar cuotas de emisión recurriendo a incluir en la contabilidad la absorción de CO_2 de los bosques y la materia vegetal en general. Se parte de las

---

7 Certificados de Carbono o Reducciones Certificadas de Emisiones: *se entiende por tales las emisiones evitadas o las reducciones conseguidas y expedidas tras la realización de un proyecto de MDL, y corresponden a una tonelada métrica de dióxido de carbono.*

8 *Diagonal del 14 al 27 de abril de 2005*

estimaciones globales de absorción neta de gases de efecto invernadero por la cubierta vegetal y el suelo. De partida, el método aparece como poco fiable, pues tiene una evaluación del 90% de confianza con unos límites de error del 140%.

El IPCC ha venido expresando sus reservas al uso de sumideros, tanto por las incertidumbres sobre la contabilización del carbono absorbido como por su permanencia. Es difícil computar con rigor la cantidad de CO_2 fijado por los sumideros vegetales, ya que debe hacerse por el balance de carbono en toda el área forestal, considerando la materia orgánica viva o muerta, la biomasa sobre y bajo el suelo, el carbono del suelo etc. Por ejemplo, los datos de que dispone la Administración española tan solo son de biomasa aérea.

Los últimos informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático apuntan que los propios efectos del calentamiento global pueden limitar la función de fijación de las formaciones vegetales. El aumento de temperaturas y la reducción de las precipitaciones provocarán disminuciones de la densidad del arbolado o de especies, e incluso su sustitución por matorrales u otra vegetación de menor porte (es decir, menos biomasa sobre la que fijar el dióxido de carbono).

Es más, parece que el cambio climático provocará un balance negativo de carbono en las plantas (emitirán más CO_2 que el que tomen de la atmósfera). Aunque los bosques tradicionalmente se han comportado como sumideros de carbono, pasarían a ser fuentes de gases de efecto de invernadero. Por tanto, las masas forestales son sistemas reversibles, que pueden convertirse en el futuro en fuentes de CO_2, o súbitamente en el presente mediante los incendios.

Además, no hay que olvidar las posibles repercusiones negativas que pueden tener las repoblaciones forestales, especialmente si se utilizan especies de crecimiento rápido (en nuestro país, las distintas clases de pino, arizónicas o eucaliptos) debido a las radicales transformaciones que pueden implicar en los ecosistemas.

Los bosques naturales tienen una capacidad de mantener y fomentar la biodiversidad de la que carecen los de plantación y su papel como absorbedores de carbono puede ser mucho más eficaz que el de las especies de crecimiento rápido. La conservación de los bosques autóctonos consolidados debe ser prioritaria y las políticas de fomento de sumideros no pueden entrar en competencia con ellos.

Señaladas los inconvenientes del uso de mecanismos de flexibilidad y los sumideros, el esfuerzo debe dirigirse, con más determinación de la mostrada hasta el momento, a reducir sustancialmente las emisiones de la generación de electricidad, transporte y demás actividades de nuestra sociedad.

Conclusiones

El ritmo de las negociaciones internacionales es demasiado lento y precario respecto a la velocidad y gravedad de los efectos del cambio climático. La única solución para mitigar las drásticas consecuencias es la reducción real y efectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los países, basándose en una responsabilidad compartida pero diferenciada según la contribución histórica y actual de cada estado al calentamiento global.

A nivel nacional, la estrategia española de lucha contra el cambio climático debe incorporar una planificación energética que incida sobre la gestión de la demanda y aumente el papel de energías

renovables, así como una política de transporte que fomente los medios colectivos y un modelo de ciudad con menor huella ecológica.

Se deberá evitar en lo posible el uso de los mecanismos de flexibilidad y sumideros, ya que suponen una reducción de la eficacia ambiental del cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kioto.

Si se asume que el cambio climático es la mayor amenaza ambiental, se requiere una actuación enérgica y decidida que adopte un planteamiento transversal que englobe todas las políticas sectoriales; energía, transporte, urbanismo, medio ambiente.

No hay mucho tiempo para la duda; el panorama con que se presenta este nuevo siglo es muy sombrío y nuestra capacidad para modificarlo disminuye con la acumulación de CO_2. Cuanto más se retrase la adopción de nuevas tecnologías limpias, más difíciles serán las medidas a adoptar.

Referencias bibliográficas

ADENA, ECOLOGISTAS EN ACCIÓN, GREENPEACE (2005), *Propuestas de los grupos ecologistas al Plan Nacional de Asignación.*

CONSEJO NACIONAL DEL CLIMA (2004), *Estrategia española sobre cambio climático para el cumplimiento del Protocolo de Kioto.*

ECOLOGISTAS EN ACCIÓN (2004), *Alegaciones al Plan Nacional de Asignaciones.*

GUERRERO, S. (2005), *Mecanismos de Desarrollo Limpio.* El Ecologista nº 45.

ILEX Energy Consulting (2005), *The Environmental Effectiveness of the E.U. E.T.S.: analysis of caps.*

IPCC (2001), *Tercer Informe de Evaluación del IPCC sobre Cambio Climático.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Organización Meteorológica Mundial.

MATTHES, F., GRAICHEN, V., REPENNING, J. (2005), *The environmental effectiveness and economic efficiency of the European Union Emissions Trading Scheme: Structural aspects of allocation, Öko-Institut. e.V.*

MINISTERIO DE FOMENTO (2005), *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020.*

MINISTERO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2000), Plan de Infraestructuras de Gas y Electricidad en vigor y su revisión en 2005.

ROIS, C. (2004), *Rebelión contra Kioto,* El Ecologista nº 40.

ROIS C. (2005), *¿Están preparadas las sociedades para afrontar un cambio climático?* Temas para el debate nº 128.

UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA (2005), *"Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático".*

19

El cambio climático. La creación de un mercado de derechos de emisión de CO_2

Flavia Rosembuj González-Capitel

Co-Finance and Project Finance Legal Department, World Bank.

Resumen

El Protocolo de Kioto es el tratado multilateral ambiental más ambicioso de los que se han negociado, ya que ha conseguido dos hitos revolucionarios. De entrada, ha dado un salto adelante en el debate sobre instrumentos económicos para la protección del medio ambiente, dejando atrás el si deben o no ser utilizados para poner el acento en cómo deben ser aplicados. En segundo lugar, su ratificación ha convencido al sector privado de que el mundo se pone manos a la obra para frenar los efectos del cambio climático, aunque sea lentamente, y que serán quienes se anticipen los que conseguirán obtener una serie de ventajas.

El presente artículo describe por una parte, cómo se ha configurado jurídicamente el marco internacional establecido por el Protocolo de Kioto y, por otra cuáles son las opciones elegidas por el legislador comunitario al crear un mercado europeo de derechos de emisión.

Abstract

The Kyoto Protocol is the most ambitious multilateral treaty for the environment to be negotiated ever. It has achieved two revolutionary milestones: First, it is an important step forward in the debate for economic tools to protect the environment, leaving behind the discussion whether they have to be used or not, to focus on how they have to be applied. Second, its ratification has convinced the private sector of the world's move, however slow, to stop the effects of climate change, and that those who arrive first will get a number of advantages.

This article describes the international legal framework configured by the Kyoto Protocol and the options chosen by the EU legislator when creating an European market for emission rights.

Résumé

Le Protocole de Kyoto est le traité multilatéral environnemental le plus ambitieux parmi tous ceux qui ont été négociés, puisqu'il a obtenu deux points de repère révolutionnaires. Tout d'abord, il a signifié un saut en avant dans le débat sur les instruments économiques pour la protection de l'environnement, en laissant en arrière si l'on doit ou pas les utiliser, pour mettre l'accent dans la façon dont ils doivent être appliqués. En second lieu, sa ratification a fait comprendre au secteur privé que le monde doit se mettre en marche pour freiner les effets du changement climatique, bien que lentement, et que ceux qui s'avancent parviendront à obtenir une série d'avantages.

Cet article décrit, d'une part, comment s'est configuré juridiquement le cadre international établi par le Protocole de Kyoto et, d'autre part, quelles sont les options choisies par le législateur communautaire en créant un marché européen de droits d'émission.

Introducción

El Protocolo de Kioto es el tratado multilateral ambiental más ambicioso de cuantos se han negociado, ya que ha conseguido dos hitos revolucionarios. De entrada, ha supuesto un salto adelante en el debate sobre instrumentos económicos para la protección del medio ambiente, dejando atrás el debate acerca de si deben o no ser utilizados, para poner el acento en cómo deben ser aplicados. En segundo lugar, su ratificación ha convencido al sector privado de que el mundo se pone manos a la obra para frenar los efectos del cambio climático, aunque sea lenta y acompasadamente, y que aquellos que se anticipen serán quienes obtendrán una serie de ventajas.

La Unión Europea ha decido asumir el liderazgo político al crear un mercado de derechos de emisión de CO_2 que ha entrado en vigor el 1 de enero de 2005 y que resulta aplicable a más de 12.000 emisores en el mercado único. Esta oportunidad política debería permitir que las empresas europeas se familiaricen con dicho instrumento antes de que se ponga en marcha el mercado internacional creado por el Protocolo de Kioto.

Sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por la conducta humana no van a disminuir sin un cambio en la demanda energética en los países desarrollados y en los países en vías de desarrollo. Es evidente que la generación de energía hoy en día es uno de los problemas que hay que resolver en los próximos años. Es igualmente evidente que hay que encontrar alternativas a la combustión del petróleo. Es evidente, por fin, que, de momento, no tenemos alternativas claras al petróleo que aporten la cantidad necesaria de energía para ir más allá de donde estamos hoy; para asegurar el acceso a la misma a toda la población mundial.

El Protocolo de Kioto

Los Estados Unidos promovieron, en el marco de la negociación internacional del Protocolo de Kioto (PK), la adopción de mecanismos de una cierta flexibilidad para conseguir las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se estaban poniendo sobre la mesa de negociación.[1]

El antecedente lo encontramos en la Convención Marco de Naciones Unidas contra el Cambio Climático, que prevé que las Partes pueden cumplir con sus obligaciones de reducción de emisiones de GEI juntamente con otras Partes a través de actividades de aplicación conjunta (Art. 4(2)A).

El artículo anima a los países industrializados (incluidos en el Anexo I de la CMNUCCC) a participar en proyectos de cooperación para reducir sus emisiones de GEI en países en vías de desarrollo y en países con economías en transición, a cambio de transferirles tecnología, capital y servicios. El país de origen del proyecto y el país de destino negociarían la titularidad de las reducciones generadas por el mismo.[2]

---

1 *Para una ampliación sobre el tema, ver YABAR STERLING, A., "Cambio climático, políticas internacionales de protección del clima y el Plan Nacional sobre el Clima de España", en CISS Noticias de la Unión Europea, núm. 122, marzo, 1995, pág. 123-140 y "La aplicación de los mecanismos derivados del Protocolo de Kioto para mitigar los efectos del cambio climático. Balance de situación en el mundo, en la Unión Europea y en España", en CISS Noticias de la Unión Europea, núm. 193, 2001, pág. 125-141.*

2 *LECOCQ, F., State and Trends of the Carbon Market 2004, Washington, D.C., 2004, pág. 25.*

Con arreglo al Protocolo de Kioto,[3] una serie de países desarrollados[4] se comprometieron el 11 de diciembre de 1997 a reducir sus emisiones de seis gases de efecto invernadero[5], tomando como referencia las de 1990, para el período 2008-2012 (primer periodo de aplicación del PK). Dichos países (agrupados en el Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas de Cambio Climático) deben adoptar legislación nacional para llegar a los niveles de emisión previstos en el Anexo B del PK (en el que se establecen las cantidades atribuidas a cada país Anexo I para el periodo. de cumplimiento inicial[6]). Además pueden optar por utilizar algunos de los "mecanismos flexibles" esbozados por el PK y desarrollados por los Acuerdos de Marraquech[7]: (i) el mecanismo de aplicación conjunta establecido en el artículo 6 del PK; (ii) el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) establecido en el artículo 12 del PK y (iii) el comercio internacional de los derechos de emisión según consta en el artículo 17 del PK.[8]

Los mecanismos permitirán que los países comprometidos a reducir emisiones -o, lo que viene a ser lo mismo, con una cantidad atribuida, expresada en fracciones de cantidades atribuidas- puedan comerciar con sus AAU con otro país que tenga una cantidad atribuida – y, por lo tanto, fracciones de cantidades atribuidas – si se prevé que durante el periodo de cumplimiento inicial sus emisiones sean inferiores a la cantidad que le ha sido asignada. La transmisión de dichas reducciones podrán realizarse según cualquiera de los tres mecanismos flexibles.

A través de proyectos que reduzcan emisiones en países industrializados (**aplicación conjunta**).

Desarrollando proyectos que reduzcan emisiones en países en vías de desarrollo (**mecanismo de desarrollo limpio**).[9]

Mediante el **comercio internacional de emisiones**, que permitirá que los países con compromisos de AAU los puedan negociar entre sí.

Al final del primer periodo de cumplimiento (2012), se entiende que un país ha observado sus compromisos en la medida en que sus emisiones sean menores o iguales a las fracciones de cantidades atribuidas ajustadas a cuatro conceptos jurídicos definidos por el PK:

---

3 *El Protocolo de Kioto se firma en la Tercera Conferencia de las Partes de la CMNUCC en diciembre de 1997 y es ratificado por España el 31 de mayo de 2002.*

4 *Australia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Canadá, Croacia, República Checa, Dinamarca, Estonia, Unión Europea, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Mónaco, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Federación Rusa, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Ucrania, Reino Unido, Estados Unidos de América.*

5 *El Anexo A del Protocolo de Kioto incluye como gases de efecto invernadero los siguientes: Dióxido de carbono (CO_2); metano (CH_4); óxido nitroso (N_20); hidrofluorocarbonos (HFC); perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).*

6 *Se establece un Anexo B del PK diferente del Anexo I de la CMNUCCC para que los países en vías de desarrollo que tengan interés en asumir límites cuantitativos puedan ser parte del Anexo B y participar en el comercio internacional de emisiones.*

7 *Acuerdos adoptados en la Séptima Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas contra el Cambio Climático. FCCC/CP/2001/5/Add.2 Decisiones 15/CP.7, 16/CP.7; 17/CP.7; 18/CP.7; 19/CP.7; Doc. FCCC/CP/2001/13/Add.2.*

8 *PADRÓN FUMERO, N., "Los mecanismos de flexibilización en el marco del cambio climático", en Revista mensual de Gestión Ambiental, agosto – septiembre, 1999, pág. 18.*

9 *El MDL permitirá que los países del Anexo I (así como las entidades legales públicas o privadas domiciliadas en dichos países) puedan obtener títulos certificados por la reducción de las emisiones que resulten de la financiación/ implantación de un proyecto en un país no Anexo I.*

- Los títulos transmitidos a través del mecanismo de AC, llamados unidades de reducción de emisiones o ERU.
- Los títulos resultantes del MDL.
- Los títulos resultantes de mecanismos de sumideros, conocidos como unidades de absorción o RMU (*Removal Units*).[10]
- Los derechos de emisión susceptibles de ser objeto del comercio internacional de emisiones, que son las fracciones de cantidades atribuidas o AAU (*Assigned Amount Units*).

En cualquier caso, si bien estos conceptos no son plenamente fungibles,[11] se definen en el PK como derechos que permiten la emisión de una tonelada equivalente de CO_2,[12] de tal suerte que esa tonelada se considera una unidad de carbono. Ahora bien, todos permiten la emisión de una tonelada equivalente de CO_2, pero, en este foro y a los efectos presentes, tenemos interés en diferenciar entre dos conceptos básicos según cual sea el sistema de creación del título: las unidades de reducción de emisiones que surgen de mecanismos de proyecto y que incluirían los URE, los RCE y los RMU y, que son el resultado de los mercados *credit – based* y los derechos de emisión, resultado de un mercado de *cap and trade* por lo que volveremos sobre ellos más adelante.

El MDL es el mecanismo que permite la cooperación entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo. El MDL permite que los países del Anexo I (así como las entidades legales públicas o privadas domiciliadas en dichos países) puedan obtener títulos certificados por la reducción de las emisiones que resulten de la financiación/ implantación de un proyecto en un país en vías de desarrollo. En consecuencia, según lo previsto en el artículo 12 del Protocolo, *"el propósito de un mecanismo para un desarrollo limpio es ayudar a las partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención"*.

---

10 Los RMU representan carbono secuestrado a través de actividades de sumidero a nivel nacional que pueden ser utilizados contra la cuenta de AAU dentro del periodo en el que han sido generados. El Protocolo establece el principio de que los países recibirán títulos por el carbono absorbido por bosques, suelos y otros "sumideros" (actividades conocidas por sus siglas inglesas – Land Use; Land Use Control and Forestry o LULUCF). El artículo 3.3 del PK establece que algunas actividades de absorción de carbono por los sumideros, a saber, la forestación, reforestación y deforestación (FRD) – serán tomadas en consideración tras el cómputo neto de los compromisos nacionales de reducción de los gases de efecto invernadero. Ahora bien, los títulos LULUCF no sólo están restringidos a las actividades de FRD, sino que, además, están limitados a aquellas actividades FRD que se deban a la actividad humana y que hayan tenido lugar a partir del 1 de enero de 1990. Ello debido a que varios países – entre ellos la Unión Europea – apoyaron el hecho de que los títulos nuevos surgieran de actuaciones nuevas con resultados de reducción de emisiones, es decir, que no pudieran computar las actividades FDR existentes con anterioridad al año base. Las actividades posteriores podrán computar – así lo establece el artículo 3.4 - en los periodos de cumplimiento siguientes al primero (es decir, a partir de 2012), si se siguen las normas técnicas a determinar por las diferentes Conferencias de las Partes. La decisión política en el tratamiento de los sumideros viene condicionada por las dificultades inherentes al cálculo del ciclo del carbono y a la producción primaria neta de carbono en los ecosistemas en general y en el bosque en particular. En los mecanismos de proyecto es necesaria la verificación caso por caso de las reducciones obtenidas para crear los títulos correlativos. En los proyectos LULUCF, dichas reducciones plantean dificultades añadidas: no sólo es necesario poder calcular la absorción de carbono sino que, además, se plantean dificultades en cuanto a la capacidad de almacenamiento o captura de carbono de los bosques en el tiempo. Es por ello que los RMU sólo tienen vigencia durante un periodo de cumplimiento y no son susceptibles de conservación. ROSEMBUJ GONZALEZ-CAPITEL, F., "El papel de los bosques en el Protocolo de Kioto", ob. cit., pág. 5.

11 Según los Acuerdos de Marraquech los AAU son susceptibles de ser utilizados durante más de un periodo de cumplimiento, los RCE y los URE sólo son utilizables parcialmente y los RMU sólo tienen vigencia durante el primer periodo de cumplimiento, lo que restringe su utilización en el mercado de derechos de emisión.

12 Se ha identificado la tonelada de CO2 como unidad negociable siendo los demás gases de efecto invernadero susceptibles de ser convertidos en dicha unidad mediante fórmulas de equivalencia basadas en su potencial de calentamiento global.

Los proyectos MDL pueden actualmente generar unidades de reducción (RCE) en virtud de las previsiones del PK, pero, sobre todo, de la puesta en funcionamiento de la estructura necesaria. Las instituciones para facilitar los proyectos MDL ya se han creado y los miembros del Comité Ejecutivo de Naciones Unidas, encargado de aprobar las unidades de reducción, ya han sido elegidos y están aprobando metodologías para poder aligerar los costes de transacción en la obtención de unidades de reducción.

Asimismo, las entidades operativas que son aquellos terceros susceptibles de validar, monitorizar y certificar proyectos, ya están siendo homologadas por el Comité Ejecutivo.

La AC es un mecanismo previsto en el PK que, al igual que el MDL está dirigido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero bien mediante proyectos que reduzcan directamente las emisiones en la atmósfera, o bien mediante proyectos que secuestren las emisiones de carbono. En aras a incentivar la implantación conjunta de proyectos entre países del anexo I (o entidades legales domiciliadas en los mismos), el país de origen financia un proyecto en el país de destino (normalmente un país de economía en transición) y los títulos que se generan se computan directamente contra las cuotas atribuidas a cada uno de los países.

La aplicación conjunta que se lleva a cabo en un país que cumple con todas sus obligaciones resultantes del PK, a saber, obligaciones de información de inventarios de gases de efecto invernadero (Art. 7 PK) y de comunicaciones relativas a las políticas adoptadas para frenar el cambio climático (Art. 5 PK), se considera Estado elegible, en el sentido que puede transferir unidades de reducción del PK desde su registro nacional, y por ello el proyecto en cuestión no precisará de confirmación de terceros en relación con la adicionalidad.[13]

Ello es significativo, ya que los proyectos (MDL y de aplicación conjunta) deberán resultar en reducciones de emisiones que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto certificadas por un verificador (entidad operativa) homologado por el Comité Ejecutivo de las Naciones Unidas. El requisito de adicionalidad es la única manera de asegurar la integridad del valor ambiental frente a la ausencia de un límite absoluto a las emisiones. Es necesario que el proyecto produzca reducciones o mitigaciones que no hubieran tenido lugar de no existir éste; es decir, que sean extraordinarias.

Sin entrar aquí en profundidad en la complejidad política de la tardanza en la ratificación por parte de aquellos Estados necesarios por razón de quórum -el PK precisa la ratificación de al menos más de la mitad de las reducciones del Anexo B[14]-, conviene resaltar que la falta de ratificación de los Estados

---

13 *DRUMMOND indica atinadamente que el URE resultante de un proyecto de este tipo no va a conllevar riesgo en cuanto a su posible falta de certificación pero va a acarrear un cierto riesgo en la transmisibilidad al precisar que el país anfitrión cumpla con sus obligaciones resultantes del PK. DRUMMOND, S., "Currency of choice: CERs, ERUs, AAUs or EAUs", Greenhouse Gas Market Emerging but Fragmented, International Emissions Trading Association, Ginebra, 2003, pág. 21.*

14 *El quórum necesario que represente el 55% de las reducciones ha sido posible gracias a la ratificación de Rusia, el 16 de noviembre de 2004. La falta de ratificación por parte de los Estados Unidos, máximo emisor de gases de efecto invernadero han creado una cierta incertidumbre. GRUBB opina que los Estados Unidos se verán obligados a ratificar aunque sea por las presiones internas de los Estados y de las compañías norteamericanas. GRUBB, M., "A strategic assessment of the Kioto-Marrakech system", Royal Institute of International Affairs, London, 2003, pág. 6. HOLTSMARK y ALESEN desarrollan escenarios si Rusia no ratifica que incluyen la posibilidad de que las demás Partes del Anexo B del PK, integren un nuevo "mini Kioto". El efecto de la no ratificación de los Estados Unidos y Australia es la disminución de la demanda de AAUs, por el contrario, el efecto de la no ratificación por parte de Rusia es el aumento de la oferta de AAUs que no necesariamente corresponderá a reducciones extraordinarias de emisiones de gases de efecto invernadero sino que más bien pueden ser debidos al beneficio histórico de haber tenido que desmantelar industria consumidora de energía. HOLTSMARK, B. J.; ALESEN, K. H., "Implementation of the Kioto Protocol without Russian participation", Discussion papers núm. 376, Noruega, 2004, pág. 1-22.*

Unidos (promotor del Protocolo y principal emisor de GEI a nivel global) no ha sido obstáculo para que la realidad de las cosas se haya impuesto. Y ello porque las unidades de reducción de Kioto se enmarcan por la doctrina dentro de un mercado de los que podemos calificar como regulados, ya que existe un "regulador" internacional que va a certificar su validez de acuerdo con normas establecidas por un instrumento legal internacional.[15] .

Además, la maquinaria internacional está en marcha y la metodología aprobada en virtud del Protocolo es la que inspira las transacciones bilaterales inter privatos para anticipar la posible entrada en vigor del mismo[16]

Los siguientes elementos son comunes a los mercados de unidades de reducción de emisiones regulados:

- Una línea de referencia o de base que sea el punto de partida para la reducción extraordinaria por parte del agente.
- El concepto de adicionalidad ambiental, que es requisito para que las reducciones sean extraordinarias; es decir, que las generadas por el proyecto no hubieran ocurrido en ausencia del mismo.[17]
- La opinión de un tercero calificado que certifique que el método de cálculo de las actuaciones ha sido verificado.
- Prueba suficiente de que el promotor del proyecto sea el titular legítimo de las unidades de reducción.[18]

Mercado europeo de dióxido de carbono para frenar los efectos del cambio climático

La Directiva 2003/87 crea el mercado de derechos de emisión de gases de efecto invernadero de la Comunidad Europea, en funcionamiento a partir del 1 de enero de 2005.

Se trata de un mercado de cap and trade por el que se crea un derecho de emisión susceptible de ser negociado entre 28 países[19].

---

15 DRUMMOND, S., "Currency of choice: CERs, ERUs, AAUs or EAUs", ob. cit., pág. 11.

16 LECOCQ, F., State and Trends of the Carbon Market 2004, ob. cit., pág. 33.

17 En este punto es en el que encontramos la fragilidad del sistema de mercado de unidades de reducción ya que es difícil comprobar la necesaria adicional de la reducción para proteger el valor ambiental. ENVIRONMENTAL LAW INSTITUTE, Emission Reduction Credit Trading Systems. An overview of recent results and assessment of best practices, Washington, D.C., 2002, pág. 20.

18 No conviene olvidar el que Protocolo de Kioto es un tratado internacional que vincula a los Estados y no a los particulares. Los Acuerdos de Marraquech que desarrollan algunos puntos del Protocolo no tratan sobre la titularidad de los RCE o de los URE por lo que el Estado deberá autorizar a las empresas nacionales a que sean susceptibles de ser titulares de unidades del Protocolo de Kioto. Y ello es así, como veremos en el marco de la Directiva 2003/87. WILDER, M.; WILLIS, M.; CARMODY, J.; KAMEL, S.; y otros, Legal issues guidebook to the Clean Development Mechanism, Copenhagen, 2004, pág. 41.

19 HOBLEY incluye a los 25 Estados miembros de la Unión Europea a Suiza, Noruega y Liechtenstein. HOBLEY A.; HAWKES, P.; MCCANN, A., "The EU Emission Trading Scheme: Allocating carbon liabilities", Greenhouse Gas market emerging but fragmented, International Emissions Trading Association, Ginebra, 2003, pág. 47.

El mercado de derechos de emisión comunitario se plantea a partir del Protocolo de Kioto de 1997 y en particular pretende preparar a los sectores incluidos en el mercado para que se familiaricen con el uso de un mercado de títulos de emisión, instrumento poco utilizado entre los Estados miembros de la Unión Europea[20] y desconocido como tal en el Mercado Común.

El mercado europeo incluye el dióxido de carbono (gas cuantitativamente más importante, representando un 80% de las emisiones de GEI en el ámbito comunitario) y una serie de operaciones que engloban actividades energéticas; de producción y transformación de metales férreos; industrias minerales (vidrio, cemento, cerámica) y producción de papel y pasta de papel (sectores que representan el 46% de las emisiones de CO_2 en la Unión Europea).

El mercado comunitario plantea un sistema dual en el que conviven el permiso y el derecho de emisión. Las fuentes emisoras deberán obtener un permiso de emisión de gases de efecto invernadero que equivale a la autorización de funcionamiento administrativa tradicional, con la particularidad de que no contiene un límite cuantitativo a la emisión, sino que obliga a disponer de derechos de emisión equivalentes a las emisiones reales. Por otra parte, el derecho de emisión de GEI (DEUE) es el creado por la directiva que se expresa en toneladas métricas equivalentes de dióxido de carbono que permite a su titular emitir las toneladas expresadas por el título. Los derechos de emisión serán asignados por el Estado para el periodo 2005-2007; 2008-2012, y seguidamente con carácter quinquenal. Las fuentes emisoras deberán presentar los derechos de emisión equivalentes a las totales de la instalación en cada año natural. Los derechos serán plenamente transmisibles y disponibles por su titular y serán representados mediante anotación electrónica.

El límite máximo de emisiones del mercado será la suma de los límites establecidos por cada Estado miembro según los criterios elegidos por cada uno de ellos. La asignación de los DEUE será también competencia de cada Estado, así como la definición del mercado regulado, del derecho de emisión, del registro, o del seguimiento de las emisiones y su verificación.

La Comisión se ha reservado la competencia de velar por el correcto funcionamiento del mercado interior y evitar las distorsiones que pudieran causar los Estados. .

A modo de resumen, los mercados de *cap and trade* cuentan con los siguientes elementos en común.

El establecimiento del límite máximo de emisiones permitidas en una zona determinada.

La división o fraccionamiento de dicho límite en cuotas, fracciones o títulos; es decir, la definición del título de emisión.

---

20 *Con las excepciones de los mercados daneses de dióxido de carbono, el mercado del Reino Unido y el mercado holandés de NO_x. El mercado danés funcionó de 2001 al 2003 y creó títulos de emisión de CO_2 para las instalaciones de generación de energía eléctrica, es decir, que fue un mercado de dimensiones y alcance muy reducido. El mercado de derechos de emisión creado en el Reino Unido es de carácter voluntario y las empresas acceden a participar a cambio de un descuento de un ochenta por ciento del Impuesto sobre el Cambio Climático, un impuesto sobre el consumo energético en la industria y en el comercio. A los efectos de beneficiarse del descuento, las empresas deben adoptar un límite absoluto o un límite porcentual en sus emisiones de GEI o en su consumo energético. El tipo de límite adoptado por cada empresa determina cuáles son las reglas que le resultan aplicables a su participación en el mercado así como el momento en el que recibe la asignación de los derechos por el Estado. La puesta en marcha del mercado holandés de Nox se ha aplazado hasta comprobar el funcionamiento del mercado europeo de CO_2. BOEMARE, C.; QUIRION, P.; SORRELL, S., "The evolution of emissions trading in the EU: tensions between national trading schemes and the proposed EU directive", Climate Policy, vol. 3, núm. 2, 2003, pág. 105-124.*

La asignación de las cuotas a los participantes en el mercado, de manera común o individual, y las previsiones para los nuevos participantes.

A partir de estos elementos diferenciadores, el derecho de emisión y la unidad de reducción (resultante de los mecanismos del PK) estarán sometidos a una necesaria supervisión administrativa y a un régimen sancionador disuasorio. Corolario de esta condición es la existencia de un sistema de anotaciones en cuenta que sirva de registro constitutivo de la creación, transmisión y cancelación del título y un sistema de medición fiable y que estandarice las unidades de medida para poder comprobar el cumplimiento de la obligación principal de reducción de las emisiones por las fuentes incluidas.

Conclusiones

Hay personas que aprovechan las vacaciones de verano para bucear por el fondo del mar y para poder hacerlo pagan, entre otras cosas, por el aire que tienen que respirar. Si todo el mundo decidiera pasar el verano entero en el fondo del mar, el oxígeno se convertiría seguramente en un bien escaso. Y si el aire fuera escaso, la manera más eficiente para gestionarlo sería permitiendo que el mercado le pusiera precio. Ese es el experimento mágico que hace el mercado de derechos de emisión: le pone precio al aire. De hecho, es la ley de la oferta y la demanda la que le pone precio al aire al convertirlo en un bien escaso. Se convierte en escaso cuando el Protocolo de Kioto limita las emisiones de CO_2 de los países desarrollados a la atmósfera y ahí se podía haber quedado (como la mayoría de las políticas de protección ambiental), pero el experimento mágico consiste aquí en crear un mercado que le ponga un precio al aire. Aquellas industrias emisoras de CO_2 que dejen de emitir unas toneladas de CO_2 se las podrán vender a aquellas industrias que las necesiten. Es decir, si queremos ir a pasar el verano al fondo del mar, pero alguien nos compra el oxígeno que no vamos a utilizar, seguro que se nos ocurren destinos más apetecibles. El mercado incentiva que algunas industrias emitan menos al ponerle precio al esfuerzo de reducción.

En segundo lugar, el mercado incentiva la obtención de resultados ambientales de la manera más eficiente para el emisor. ¿Por qué vamos a querer que los emisores paguen más si se puede conseguir el mismo objetivo pagando menos? No tiene que sonar inmoral el querer minimizar costes, ya que no se trata de castigar a nadie por llevar a cabo una actividad que es absolutamente necesaria para todos -como la generación de energía eléctrica-; se trata de incentivar el cambio de comportamiento para llegar al resultado deseado: disminuir las emisiones de CO_2 hasta niveles predeterminados. Si obligáramos a los emisores a dejar de quemar combustibles fósiles y a utilizar paneles solares para llevar a cabo su actividad industrial, la obligación resultaría de difícil cumplimiento y, además, no fomentaríamos el cambio de comportamiento. El hecho de obligar a un emisor a utilizar un panel solar no es lo mismo que decirle que se le dan cinco derechos y que si emite seis tiene, o bien que reducir (utilizando el panel solar, el molino de viento o lo que guste), o bien que ir a comprar el derecho que le falta al mercado y pagar por ese derecho a su competidor. ¿qué va a intentar hacer el emisor? Reducir, sin duda.

Lo que nos lleva al tercer gran argumento a favor del mercado de derechos de emisión: el fomento de la innovación tecnológica. Teniendo en cuenta los desencuentros públicos entre empresas del mismo sector en España ¿alguien duda de que Endesa va a intentar reducir antes de ir a comprarle derechos a Iberdrola? Y, para reducir, las empresas van a tener que encontrar nuevas tecnologías y desarrollar las existentes de generación eléctrica. ¡Tecnologías que ahora suenan tan mágicas como aspirar de nuevo el

CO_2 emitido a la atmósfera o solidificarlo, hacer minerales con el carbono o conseguir que la energía producida por los molinos de viento se pueda transmitir a larga distancia! El que consiga innovar será el vendedor de derechos.

Porque, finalmente, el mercado asegura un tratamiento igual a todas las industrias. La asignación inicial de derechos, objeto de ríos de tinta, ha resultado en experiencias comparadas no ser determinante para el funcionamiento correcto del mercado. La asignación inicial sirve para intentar partir con consenso hacia el nuevo experimento mágico. Pero, a partir de una asignación inicial, el mercado fomenta la libre competencia entre las diferentes industrias y la mínima intervención del Estado.

Ello no porque se trate de la privatización del aire sino porque, por primera vez, en nuestro país se establecen incentivos financieros a las empresas para modificar su comportamiento y para ir en la dirección correcta hacia la utilización de tecnologías que emitan menos gases de efecto invernadero o que los reduzcan. Si somos capaces de plantear los suficientes incentivos a toda la sociedad, llegaremos a obtener reducciones de CO_2 importantes, con independencia de si el Protocolo de Kioto es bueno o es malo. Porque, entre otras cosas, lo importante es que se gestione la energía de manera eficiente, y para ello necesitamos un instrumento mágico infalible: el precio.

20

Escenario energético de la Unión Europea

Cristóbal Burgos Alonso

Dirección General de Energía y Transportes, Comisión Europea.

Resumen

La presentación se divide en tres apartados principales. El panorama actual de la oferta y demanda de energía, los retos del futuro y las actuaciones de la UE para hacerles frente.

El aprovisionamiento energético muestra una tendencia insostenible debido a una demanda que parece incontrolada. El ámbito de la Unión Europea no es ajeno a esta tendencia global, lo que plantea en un futuro inmediato retos de tres órdenes: la seguridad en el aprovisionamiento, el crecimiento económico sostenible y la protección del medio ambiente. Estos desafíos requieren un replanteamiento urgente de la política energética para hacerles frente y buscar soluciones de futuro.

El Libro Verde de la Comisión Europea desarrolla un enfoque integrado a largo plazo del aprovisionamiento y de la demanda de energía teniendo en cuenta el desarrollo de las necesidades de los países ricos y pobres y la necesidad de proteger el medio ambiente. Propone un cambio radical en el uso de la energía necesario para separar el crecimiento económico del incremento de la demanda energética.

Abstract

This article is divided in three main sections: The current situation of energy offer and demand, the challenges of the future and the actions taken by the EU to face them.

The current energy supplying pattern follows an unsustainable tendency due to the uncontrolled demand. The EU shares this global tendency, which in the near future implies challenges in three levels: the security in the provision, the sustainable economic growth and the environment protection. These challenges raise the need to redefine the energetic policies in order to face them and find solutions for the future.

The Green Book of the European Commission develops a long term integrated approach in the long run for the energy provision and demand, taking into account the development of the needs of the rich and poor countries and the need to protect the environment. It proposes a radical change in the use of the energy, necessary to separate economic growth from the increase of the energy demand.

Résumé

L'approvisionnement énergétique montre une tendance insoutenable à cause d'une demande qui semble incontrôlée.

L'enceinte de l'Union Européenne n'est pas étrangère à cette tendance globale ce qui pose dans un avenir immédiat des défis de trois ordres: la sûreté dans l'approvisionnement, la croissance économique soutenable et la protection de l'environnement. Ces défis demandent une révision urgente de la politique énergétique pour pouvoir leur faire face et pour chercher des solutions d'avenir.

Le Livre Vert de la Commission Européenne développe une perspective intégrée à long terme de l'approvisionnement et de la demande d'énergie en tenant compte du développement des besoins des pays riches et pauvres et la nécessité de protéger l'environnement. Il propose un changement radical dans l'usage de l'énergie pour séparer la croissance économique de l'augmentation de la demande énergétique.

Panorama de la oferta y la demanda de energía

En un escenario continuista, el aprovisionamiento mundial de energía en los próximos 30 años se basará en los combustibles fósiles.

Así pues, la demanda de energía crecerá un 1,7% anual hasta el 2030, lo que al final del periodo representa un incremento del 66% con relación al 2000 (de 9 GTPE a 15 GTPE[1]); los combustibles fósiles representan el 90% del incremento de la demanda. Entre estos, el gas natural experimentará el crecimiento más rápido, pero el petróleo seguirá siendo la principal fuente de energía en el mundo al final del periodo considerado. La demanda de petróleo debería pasar de los 89 mbpd (millones de barriles por día) del año 2000 a los 120 mbpd en el 2030. El carbón crecerá al 1,4% anual y al final del periodo significará el 25% del cómputo global de energía.

Las energías renovables y la nuclear van a crecer menos en este escenario continuista pues, si se cumplen las previsiones, la nuclear puede ver reducida al 5% su contribución al suministro mundial frente al 7% actual, mientras que las renovables, a pesar del aumento en términos absolutos, mantendrán estable su actual 5%.

Este reparto se explica por el aumento en la demanda de energía, que no parece tener fin debido al aumento de la población, al papel fundamental que la energía tiene en el desarrollo y calidad de vida, y a condicionamientos de nuestro modelo de desarrollo económico, basado en el uso creciente de combustibles fósiles tanto para la producción de electricidad como para las necesidades de movilidad.

Por ejemplo se estima que el consumo de electricidad hasta el 2030 crecerá a un ritmo del 2,4% anual a nivel mundial (OECD 1,5%, países en transición 2,0% y países en desarrollo 4,1%), manteniéndose una relación lineal entre consumo de electricidad y crecimiento del PIB. Igualmente el consumo en el sector del transporte, tanto de pasajeros como de mercancías, será una de las causas de este crecimiento, sobre todo en lo que se refiere al transporte por carretera, que depende en un 90% del consumo de productos petrolíferos.

En la Unión Europea (UE) el transporte de mercancías por ferrocarril (más ahorrador de energía y menos dependiente del petróleo) ha perdido parte de mercado de un modo dramático desde los años 70 en beneficio del transporte por carretera, pasando del 21% de entonces al 8% actual (por ejemplo, en Estados Unidos el ferrocarril cubre el 40%). Esto ocasiona problemas de seguridad de suministro y dependencia de la volatilidad de los precios del petróleo, así como un incremento importante de los costes de congestión, estimados en el 1% del PIB de la UE.

Los países en desarrollo (especialmente China e India), con un consumo de energía per capita bastante más reducido que los países industrializados (cuando tienen acceso a ella, pues no hay que olvidar que, según cifras de la ONU, hay 1.600 millones de personas sin acceso a la electricidad), reclaman la parte del león de los recursos en un futuro previsible. En 2030 China consumirá el 20% de toda la energía del mundo y al final del periodo el consumo de energía en estos países será ya superior al de los países de la OCDE.

Este aumento en la producción y uso de energía tendrá como consecuencia el incremento de las emisiones globales de CO_2, que crecerán a razón del 1,8% anual. Según la AIE, las emisiones originadas

---

1. GTPE = 10^9 toneladas equivalentes de petróleo.

por esta causa serán un 60% superior a las actuales en los próximos 25 años. Por sectores económicos, la producción de energía eléctrica será la responsable de la mitad de este aumento de emisiones; el sector del transporte será responsable de una cuarta parte, mientras que el resto hay que atribuirlo a la industria y al sector domestico.

A nivel mundial, la producción de electricidad se volverá más dependiente de los combustibles fósiles. Las tres cuartas partes de las emisiones de CO2 tendrán lugar en los países en desarrollo, cuyas plantas de carbón serán las causantes de más de la mitad del aumento global de CO2 en las próximas tres décadas.

La segunda mayor fuente de emisiones de CO_2 será el aumento de la propiedad de vehículos y el transporte de mercancías por carretera, fenómenos particularmente importantes en Asia.

Pero estas tendencias no deben hacer olvidar que 22 países emiten el 80% de las emisiones mundiales de CO_2, con Estados Unidos, responsable del 23,5% del total, a la cabeza.

En los ámbitos científicos, existe consenso en torno a que el aumento de las concentraciones de CO2 en la atmósfera consecuencia de la acción humana es una de las causas principales del cambio climático. Y mientras estas concentraciones de CO2 son un hecho, hay un derroche de energía a nivel mundial. Por ejemplo solamente en el ámbito de la UE-15 hay una eficiencia energética potencial importante en los tres sectores mencionados anteriormente: 17% en la industria, 14% en el transporte y 22% en el sector doméstico y terciario.

En resumen, el aprovisionamiento energético muestra una tendencia insostenible debido a una demanda de energía que parece incontrolada. Nuestro modelo de desarrollo económico en un contexto de globalización comporta una demanda de energía tanto en los países desarrollados como en los en vías de desarrollo que se traduce en un mayor uso de combustibles fósiles y emisiones causantes del efecto invernadero así como en daños irreversibles y duraderos en el medio ambiente derivados.

Evaluación de los desafíos futuros

Los retos futuros para la UE en este terreno son de tres órdenes: seguridad en el aprovisionamiento, crecimiento económico sostenible y protección del medio ambiente.

La **dependencia externa** de la UE aumentará del 50% actual al 70% en el año 2030. La demanda de energía para el transporte de pasajeros y mercancías podría aumentar en un 20% y 30% respectivamente en los próximos 20 años. Mientras, en el mismo periodo la demanda de electricidad se incrementaría en un 2% anual (3% para los nuevos miembros), a la vez que la capacidad nuclear se reduce debido a las políticas de algunos Estados miembros. Por otra parte, en las condiciones actuales del mercado no se prevén grandes adelantos tecnológicos en las energías renovables, lo que explica nuestra dependencia de suministros externos. Y, por ultimo, la fase de consolidación y expansión del mercado interior de la energía requiere inversiones en infraestructuras e instalaciones nuevas que sean más limpias.

El **crecimiento económico** sostenible es otro de los retos futuros. Como hemos visto anteriormente, la demanda energética está en alza en las mayores economías del mundo, lideradas por China, India y otros países en desarrollo, pero también por el retorno al crecimiento económico de países como Estados

Unidos y Japón. Este crecimiento esta alimentado por el auge del sector del transporte y por la mayor necesidad de electricidad, sectores que hacen frente a esta demanda con un casi monopolio del uso del petróleo en el transporte y con las ventajas económicas y estructurales de la generación eléctrica basada en el uso del carbón. Actualmente, 1.600 millones de personas no tienen acceso a la electricidad, el 80% de los cuales viven en el Sur de Asia y en África Subsahariana. En estas condiciones el desarrollo social, la salud y la higiene se resentirán.

El tercer reto, interrelacionado con los otros dos, se refiere al **medio ambiente y su protección**. Los costes ambientales de las distintas fuentes de energía no se reflejan por completo en los precios. Las externalidades negativas que su uso engendra para la sociedad tampoco se recogen en sus precios de mercado, por lo que estos no dan las señales adecuadas para la distribución óptima de los recursos que se dedican al sector. Las emisiones causantes del efecto invernadero y del cambio climático que se derivan del uso de la energía están creciendo en todo el mundo, como hemos visto, incluso en aquellos países que en el pasado habían reducido sus emisiones (Alemania, Japón, Reino Unido), mientras que países con economías claves desde el punto de vista de las emisiones, como Estados Unidos y Australia, se niegan a ratificar el Protocolo de Kioto. Por ultimo, la contaminación urbana y la congestión asociadas al creciente uso de los vehículos de motor provocan problemas sociales y de salud tanto en los países desarrollados como en los en vías de desarrollo.

Estos desafíos requieren un replanteamiento urgente de la política energética para hacerles frente y buscar soluciones de futuro.

Las actuaciones: el ejemplo de la UE

El punto de partida del nuevo enfoque de la política energética de la UE es el Libro Verde, titulado “Hacia una estrategia europea de la seguridad de suministro energético” (COM [2000] 769 final).

El Libro Verde de la Comisión Europea desarrolla un enfoque integrado a largo plazo del aprovisionamiento y de la demanda de energía, teniendo en cuenta el desarrollo de las necesidades de los países ricos y pobres, así como la necesidad de proteger el medio ambiente. Propone un cambio radical en el uso de la energía, necesario para separar el crecimiento económico del incremento de la demanda energética.

El marco en el que esta nueva política va a desarrollarse es un mercado interior de la energía integrado a nivel de la UE que favorezca unas condiciones de mercado estable pero dinámicas para que se pueda innovar e invertir en nuevas tecnologías e infraestructuras más limpias y más eficientes. Promueve instrumentos de mercado para hacer frente a las obligaciones internacionales de la UE de reducción de CO_2 e incorpora paulatinamente los países que se encuentran en la vecindad geográfica de la UE. A la vez, refuerza el papel que una política de la energía correcta debe tener en las negociaciones internacionales con otros estados tanto productores como consumidores, a la vista de los desafíos globales a los que la comunidad de estados debe hacer frente de una manera colectiva en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

Las actuaciones concretas han promovido un cambio del marco legal de la UE, orientándolo a promover un desarrollo más sostenible. Las principales actuaciones son las siguientes:

A. Medidas orientadas a una reducción de la **demanda energética**:

- Directiva sobre edificios con una mayor eficiencia energética.
- Directivas para promover una mayor utilización del etiquetaje energético de los productos.
- Estándares mínimos de eficiencia energética.
- Propuestas para vehículos más limpios, diseños más ecológicos de productos, mayor eficiencia energética en el uso final de la energía, fijando un objetivo de ahorro del 1% anual durante los próximos 5 años.

B. Medidas orientadas a crear una **base energética más diversificada**:

- Establecimiento de un objetivo europeo de energías alternativas: 12% del consumo final de energía en el 2010.
- Directiva estableciendo un mínimo de producción de electricidad mediante energías renovables: 22,1% en 2010.
- Directiva para promover un mayor uso de las técnicas de cogeneración que favorecen modos de producción más eficaces.
- Directiva fijando objetivos europeas y por Estado miembro para el uso de los biocarburantes y otros combustibles alternativos en los transportes: 5,75% de biocarburantes en el 2010. 20% de combustibles alternativos (incluyendo gas natural e hidrógeno) en el 2020.
- Directiva permitiendo a los Estados miembros reducciones fiscales para favorecer el uso de los biocarburantes en el transporte.
- Propuesta de directivas para promover la utilización limpia y segura de la energía nuclear, haciendo frente al problema de los residuos radioactivos. Obligación de cierre de las instalaciones nucleares inseguras en los tratados de adhesión de los algunos nuevos Estados miembros.

C. Medidas orientadas a **estimular la inversión y la investigación**:

- El 6° Programa marco de investigación y desarrollo de la UE se centra en las fuentes de energía y tecnologías limpias y da especial importancia a un grupo reducido de prioridades para concentrar los esfuerzos económicos y obtener mejores resultados: energías renovables, hidrógeno, células de combustible, técnicas de secuestro de carbón, etc.
- La legislación sobre el mercado único fomenta la innovación y crea condiciones para una mayor inversión en eficiencia energética.
- El mercado de emisiones de CO_2 de la UE creará incentivos y ofrecerá recursos para mejorar la eficiencia y la inversión en tecnologías con pocas emisiones de carbón.

D. Medidas orientadas a ofrecer **información y acceso al conocimiento** (know-how)

- El programa Inteligent Energy for Europe promueve tecnologías limpias y la práctica de la eficiencia energética y realza el impacto del resultado de los proyectos.
- La UE da soporte a las redes de información y servicios de Internet para la industria, el sector público y el público en general (OPET network, Managenergy, etc.).
- Los grupos de trabajo y asociaciones internacionales sobre hidrógeno y vehículos limpios pondrán en común las experiencias e incrementaran las sinergias internacionales.

E. Medidas orientadas **a promover el liderazgo internacional de la UE**:

- La Comisión ha tenido un papel de cabeza en asegurar los resultados positivos para los países en desarrollo en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en Johannesburgo y desarrollos posteriores.

- La UE tiene, entre otras prioridades, favorecer la colaboración energética con países productores y consumidores clave (Rusia, OPEC, China, EE.UU, etc.) y extenderla a cuestiones relacionadas con la reducción de la demanda energética.
- Las políticas de vecindad ayudarán a extender los beneficios del enfoque de la UE en el campo energético a los países vecinos y regiones del Este (Sur Este de Europa, Balcanes, Cáucaso) y del Sur (Mediterráneo)

¿Cuál es el resultado de estas medidas? A nivel de la UE, el Segundo Informe de Avance del *Programa Europeo del Cambio Climático* examina el potencial de reducción de las políticas adaptadas y comentadas brevemente en los párrafos anteriores.

Lo resultados de esta evaluación son los siguientes:

En lo que se refiere al suministro de energía, las propuestas actualmente en aplicación o en proceso de negociación con los Estados miembros tienen un potencial de reducción de 150 millones de toneladas de CO_2 equivalente.

Las medidas que se refieren al control de la demanda tienen un potencial de reducción de emisiones que se estima entre 214 y 259 millones de toneladas de CO_2 equivalentes en el primer periodo de Kioto (2008-2012).

Esto significa que si estas medidas se llevaran a cabo por los Estados miembros y se implementaran en la legislación nacional de cada uno de ellos, la UE podría hacer frente a sus obligaciones internacionales después de la ratificación y entrada en vigor del Protocolo de Kioto. De ahí la importancia de asegurar una correcta aplicación de la legislación vigente en todos los Estados miembros.

La Comisión Europea ha hecho recientemente una evaluación de *escenarios energéticos alternativos* al enfoque continuista detallado en los apartados anteriores.

En estos escenarios alternativos se combinan las distintas políticas desarrolladas después de la aprobación del Libo Verde que se han detallado más arriba.

Pues bien, el resultado es que la puesta en práctica de estas políticas producen una diferencia sustancial con relación al escenario que he llamado continuista. Por ejemplo, la dependencia externa se puede reducir al 55% en el 2030; las fuentes de energía autóctonas y que no producen CO_2 pueden llegar a representar un tercio de la balanza energética en el mismo año, frente al 18% actual; a largo plazo, las emisiones de CO_2 pueden ser inferiores en un 27% a las de 1990.

Conclusiones

No obstante, y a pesar de los progresos realizados, persisten algunos **obstáculos**:

- Las estructuras sociales, fiscales y económicas implican un persistente aumento de la demanda de petróleo y gas importados, así como el aumento del consumo de electricidad.
- Hay que hacer frente a la falta de motivación de los consumidores para invertir en el uso de energías más eficientes y limpias.

- El suministro energético depende de decisiones en otras áreas, como las relaciones internacionales, las políticas medioambientales, fiscales, agrícolas, investigación, competitividad –las cuales tienen diferentes objetivos.

Hay, por tanto, que reforzar un enfoque integrador de las distintas políticas.

- La UE ha sido capaz de marcar el camino. En el futuro, como ha declarado el Comisario europeo responsable de la energía, Sr. Piebalgs, habrá que:
- Crear sinergias aún más fuertes entre las políticas de la energía, de medio ambiente y de investigación y desarrollo.
- Asegurarse del buen funcionamiento del mercado interior de la energía.
- Reducir la demanda de energía.
- Promover las fuentes de energía renovables.
- Reforzar la seguridad nuclear.
- Continuar desarrollando la política de relaciones internacionales en el campo de la energía.

21

La ayuda oficial al desarrollo española y el sector de la energía

Gonzalo Marín

Responsable del Área de Proyectos Fundación Canal de Isabel II.
Vocal de Estudios, Ingeniería Sin Fronteras Madrid.

Resumen

Desde el inicio de sus actividades, hace ya casi tres lustros, Ingeniería Sin Fronteras (ISF) ha prestado una especial atención a la realización de proyectos de desarrollo en los países del Sur, actuando en aquellos sectores en los que su contribución era más adecuada, por las especificidades de la preparación profesional y humana de su base social. Más tarde, conforme la organización se fue consolidando en algunas zonas geográficas del Sur, se constató la necesidad de abordar actividades de sensibilización e incidencia.

Fruto de esta decisión ha sido la redacción de una serie de estudios sectoriales destinados a caracterizar, con distintos grados de detalle, la ayuda oficial al desarrollo (AOD) que se canaliza hacia los sectores tecnológicos y, de forma específica, hacia el agua, las TIC y los transportes. En el citado Informe, además de analizar la problemática de la AOD, se detectan las conexiones entre el cambio climático y la pobreza y se pone de manifiesto la importancia que, a este respecto, tiene el Protocolo de Kioto y sus instrumentos de flexibilización, en especial, los denominados mecanismos de desarrollo limpio, por las eventuales interrelaciones que pudieran surgir entre los fondos destinados a financiarlos y la AOD.

Abstract

Since its foundation 30 years ago, Engineering Without Borders-Spain has paid great attention to development projects in developing countries, in the sectors in which its contribution was more adequate due to the professional qualification of its members. Later on, as the organization started to consolidate in some developing countries, it was noted that aware-raising and incidence activities in the North were necessary.

As a result of this decision, a series of sector studies have been written to describe Spain's Official Development Assistance directed at technological sectors, particularly Water, Information and Communication Technologies (ICT) and Transport. This report analyses the problems of Official Development Assistance, detects the relation among climate change and poverty and it reflects on the importance of the Kyoto Protocol and its flexible instruments, specially the so called clean development mechanisms, for the interrelations that could arise among the funds dedicated to finance them and the Official Development Assistance.

Résumé

Dès le début de ses activités, il y a presque déjà trois décennies, Ingénierie Sans Frontières (ISF) a prêté une attention spéciale à la réalisation de projets de développement dans les pays du Sud, dans les secteurs dans lesquels sa contribution était plus adéquate, étant donné des spécificités de la préparation professionnelle et humaine de sa base sociale. Ensuite, au fur et à mesure que l'organisation se consolidait dans quelques zones géographiques du Sud, on a constaté le besoin d'aborder des activités de sensibilisation et d'incidence.

Un fruit de cette décision a été la rédaction d'une série d'études sectorielles destinées à caractériser, avec des degrés divers de détail, l'aide officielle au développement (AOD) qui s'oriente vers les secteurs technologiques et, plus particulièrement, vers l'eau, les TIC et les transports. Dans ce rapport, en plus d'analyser les problèmes de l'AOD, on détecte des liens entre le changement climatique et la pauvreté. A ce sujet on met en évidence l'importance du Protocole de Kyoto et ses instruments de flexibilisation, spécialement les soi-disant mécanismes de développement propre.

Justificación

Desde el inicio de sus actividades, hace ya casi tres lustros, Ingeniería Sin Fronteras (ISF) ha prestado una especial atención a la realización de proyectos de desarrollo en los países del Sur, actuando en aquellos sectores en los que su contribución era más adecuada, por las especificidades de la preparación profesional y humana de su base social: los denominados *sectores tecnológicos* y, en especial, los relacionados con el agua, la energía, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y el sector agropecuario.

Conforme la implantación de esta organización se fue consolidando en algunas zonas geográficas del Sur, se constató la necesidad de abordar actividades de sensibilización e incidencia en España, con el convencimiento de que la problemática del desarrollo afecta a ambos hemisferios, aunque con manifestaciones e intensidades diferentes. Consecuentemente, se tomó la decisión de profundizar en el conocimiento de las relaciones entre la pobreza, el desarrollo y los sectores en los que ISF centra su actividad, con objeto de generar una fundamentación conceptual, metodológica y documental a su quehacer técnico.

Fruto de esta decisión ha sido la redacción de una serie de estudios sectoriales destinados a caracterizar, con distintos grados de detalle, la ayuda oficial al desarrollo (AOD) que se canaliza hacia los *sectores tecnológicos* y, de forma específica, hacia el agua, las TIC y los transportes; en lo que sigue se sintetiza el Informe que recientemente se ha realizado referente al sector de la energía, abordado conjuntamente con la organización Greenpeace[1]. En el citado Informe, además de analizar la problemática de la AOD, se detectan las conexiones entre el cambio climático y la pobreza y se pone de manifiesto la importancia que, a este respecto, tiene el Protocolo de Kioto y sus instrumentos de flexibilización, en especial, los denominados mecanismos de desarrollo limpio, por las eventuales interrelaciones que pudieran surgir entre los fondos destinados a financiarlos y la AOD.

Energía y pobreza

En el Informe sobre Desarrollo Humano 2004 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)[2] se pone de manifiesto que existen importantes carencias en el mundo en relación con la energía, de forma que más de 2.000 millones de personas no tienen acceso a la electricidad, ni a los servicios que proporciona, entre otros, la iluminación, refrigeración, telecomunicaciones y energía mecánica. Esta circunstancia representa una limitación fundamental para el desarrollo en las zonas donde se localiza, cosa que, por otra parte, fue puesta de manifiesto de forma explícita en el Plan de Implementación adoptado en la Cumbre del Desarrollo Sostenible de Johannesburgo de 2002:

…tomar acciones conjuntas y mejorar esfuerzos trabajando juntos en todos los niveles para mejorar el acceso a servicios energéticos fiables para el desarrollo sostenible necesario para facilitar el éxito de

---

1 Ayuda Oficial al Desarrollo en Energía. *Greenpeace e Ingeniería Sin Fronteras. 2005*

2 Human Development Report 2004. Cultural liberty in today´s diverse world. UNDP.

los objetivos del milenio, incluyendo el de reducir a la mitad la proporción de pobreza para 2015 y como medio que genere servicios que mitiguen la pobreza, teniendo en cuenta que el acceso a la energía facilita la erradicación de la pobreza...

El déficit de electricidad aludido enmarca el problema global, pero no lo caracterizan en toda su dimensión y complejidad, ya que es el reflejo de una realidad que presenta grandes diferencias geográficas y, dentro de una misma zona, desigualdades radicales entre el ámbito rural y urbano. Esta circunstancia se puede comprobar en la Tabla 1.

REGIÓN	URBANA	RURAL	TOTAL
Norte de África	99,3	79,9	90,3
África subsahariana	51,3	7,5	22,6
África	**63,1**	**16,9**	**34,3**
Asia meridional	68,2	30,1	40,8
Latinoamérica	98,0	51,5	86,6
Asia oriental y China	98,5	81,0	86,9
Medio Oriente	98,5	76,6	91,1
Países en desarrollo	**85,6**	**51,1**	**64,2**
Mundo	**91,2**	**56,9**	**72,8**

Tabla 1. Coberturas de electricidad en 2000 (%)
Fuente: World Energy Outlook 2002

Como puede verse, aunque a escala mundial la cobertura de electricidad es de un 73%, las deficiencias más relevantes se dan en África subsahariana –donde, con datos del año 2000, la cobertura de electricidad era tan sólo del 23%–, y Asia meridional, que en 2000 contaba con una acceso a la electricidad del 41%[3]. Sin embargo, estas cifras son mucho más extremas si se considera el ámbito rural, donde la coberturas tan sólo alcanza el 7,5% y el 30% en África subsahariana y Asia meridional, respectivamente. Por cuanto se refiere a América Latina, si bien en el ámbito urbano el acceso a la electricidad se estima en el 98%, en el rural se reduce drásticamente hasta el 51%.

En términos continentales, Asia es el que tiene el mayor número de personas sin servicios de electricidad, mientras que en África es porcentualmente mayor debido a las diferencias demográficas de ambos continentes. Se puede deducir que existe una relación directa entre la cobertura de electricidad y los índices de pobreza y de desarrollo humano; las Figuras 1 y 2, elaboradas con la información del World Energy Outlook 2002 y del Informe de Desarrollo Humano 2003 del PNUD[4], corroboran lo anterior. Se puede afirmar que, en términos generales, y tal como se refleja en las curvas de tendencia representadas, cuanto menor es la cobertura en electricidad, menor es el índice de desarrollo humano y mayor la proporción de pobres en un país.

3 World Energy Outlook *2002.*

4 *Informe sobre Desarrollo Humano 2003. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio: un pacto entre las naciones para eliminar la pobreza humana. PNUD.*

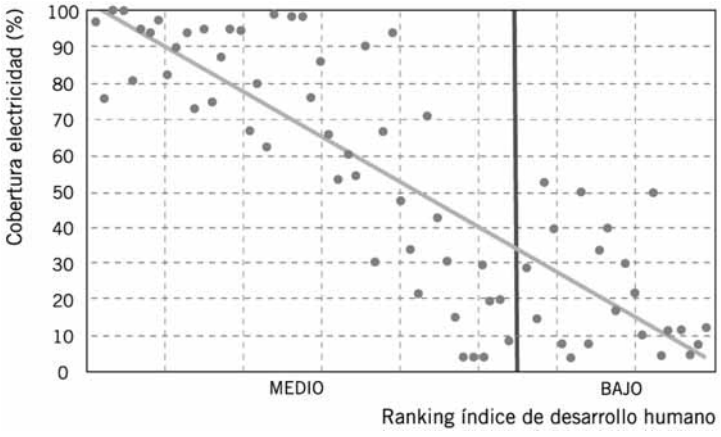


Figura 1. Relación entre la cobertura de electricidad y el Índice de Desarrollo Humano.

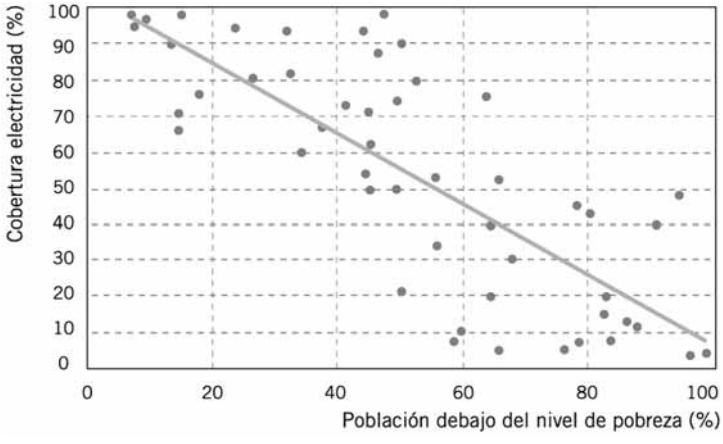


Figura 2. Relación entre cobertura de electricidad y pobreza.

Otro aspecto que conviene resaltar es el del consumo per cápita en el mundo que, como se puede apreciar en la Figura 3 –elaborada con datos del Informe de Desarrollo Humano 2004–, difiere sustancialmente según se trate de habitantes de los países con desarrollo alto –con una media de 8.520 kWh–, desarrollo medio –tienen un consumo per cápita medio de 1.022 kWh– o bajo, con un consumo medio de tan sólo 218 kWh, es decir, casi cuarenta veces menos que los del primer caso.

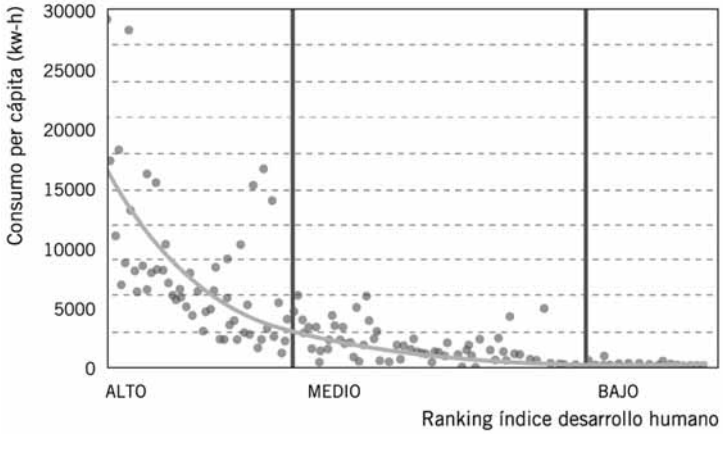


Figura 3. Relación entre consumo de energía e Índice de Desarrollo Humano.

De lo expuesto hasta ahora, se puede concluir que los déficit energéticos en general, y los que se refieren al acceso a la electricidad en particular, afectan primordialmente a las zonas rurales y las áreas periurbanas de las grandes urbes –tugurios– de los países con menores índices de desarrollo humano. En este contexto, son los sectores sociales más pobres los que los padecen especialmente.

Cualquier política de ayuda al desarrollo debe tener esto en cuenta cuando establece prioridades geográficas y territoriales para sus actuaciones. Pero también el tipo de soluciones y, en especial, a la consideración de las energías renovables ya que, por sus posibilidades de limitado impacto y modularización, resultan particularmente idóneas para ser aplicadas en proyectos de cooperación al desarrollo, especialmente en el ámbito rural donde en gran parte de los casos no está accesible la red de distribución eléctrica convencional.

La AOD y el sector energía

El análisis de la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) destinada al sector de la energía se ajusta a las siguientes coordenadas:

- Se considera la AOD realizada en el periodo 1997-2002 con el fin de abarcar un periodo suficientemente extenso para que sea posible extraer conclusiones sobre tendencias y asociarla, con todas las limitaciones del caso, a los compromisos de inversión adquiridos
- Se analiza la AOD de los países del Comité de Ayuda al Desarrollo(CAD)[5] de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) en este periodo, para contar con un elemento de referencia para la AOD española
- En la AOD se distinguen dos modalidades diferentes, en función de los agentes que intervienen y la forma en la que se canaliza la ayuda: bilateral –acuerdos entre el país donante y el receptor–, y la multilateral, en la que intervienen tanto las agencias internacionales de financiación –los denominados Organismos Internacionales de Financiación (OIF)–, como los Organismos Internacionales no Financieros (OINF), fundamentalmente los pertenecientes al Sistema de la Organización de las Naciones Unidas.
- La ayuda española se analiza en su componente bilateral, tanto porque se refiere a la centralizada –atribuible a los organismos centrales del Estado–, y la descentralizada, de las administraciones autonómicas y locales.

La caracterización cuantitativa de la ayuda se ha conseguido utilizando la información oficial de la OCDE disponible y, en concreto, la proveniente de la base de datos denominada Creditor Reporting System (CRS)[6], que está estructurada según la clasificación del CAD y que contempla a la energía como sector individualizado distinguiendo los grupos siguientes: políticas, producción, transmisión, centrales térmicas y nucleares, energías hidroeléctrica, geotérmica, eólica y marítima, y educación e investigación sobre temas energéticos.

---

5 *Se trata de un grupo formado por 22 países donantes junto con la Comisión Europea; controla las actividades de la ayuda y establece criterios sobre la misma. Forman parte del CAD todos los países de la OCDE excepto Grecia, Islandia, Méjico y Turquía.*

6 Creditor Reporting System. Aid Activities. OECD. *www.oecd.org.*

EL *CREDITOR REPORTING SYSTEM (CRS)*

La base de datos CRS es uno de los dos sistemas de información con que cuenta el CAD de la OCDE; se refiere a compromisos presupuestarios y recoge las actividades específicas de la ayuda, basada en la información de cada proyecto concreto; en cambio, no considera los reembolsos de los países receptores respecto a créditos concedidos en el pasado y que en el cómputo de la AOD se detraen de los nuevos desembolsos producidos en el año contemplado.

Con respecto a la información del CRS, conviene resaltar que los datos que contiene son totalmente coherentes y coincidentes con los incluidos en los informes de seguimiento de los Planes Anuales de Cooperación Internacional (PACI) cuando se consideran las actividades no reembolsables; sin embargo, se han detectado diferencias en la ayuda reembolsable, motivadas, fundamentalmente, por los créditos del Fondo de Ayuda al Desarrollo (FAD) y el año en el que se contabilizan como comprometidos sus presupuestos. Pueden existir diferencias adicionales, toda vez que en las cifras que aprueba el CAD eventualmente elimina partidas y gastos que, aun cuando son consideradas por el Gobierno español como AOD, no se ajustan a los criterios contables usados internacionalmente.

El contexto internacional

En la Figura 4 se representa la variación de la ayuda con la que han financiado los países del CAD al sector energía, considerando tanto la bilateral como la multilateral; en términos totales. La inversión en el sector tuvo una tendencia decreciente entre 1997 (cuando se invirtieron 6,64 millardos de dólares), y 1999 (la inversión fue de 4,15 millardos de dólares), permaneció sensiblemente constante hasta 2000 (con un presupuesto de 4,22 millardos) y se incrementó sostenidamente hasta llegar a los 6,22 millardos de dólares en 2002.

Por cuanto se refiere a la ayuda bilateral, experimentó una disminución desde los 3,95 millardos de dólares en 1997, hasta 1,86 millardos en 2001; en 2002 se incrementó hasta 2,70 millardos. Cabe resaltar que la componente multilateral es mayor que la bilateral en todos los años del periodo excepto en 1997 y 1999.

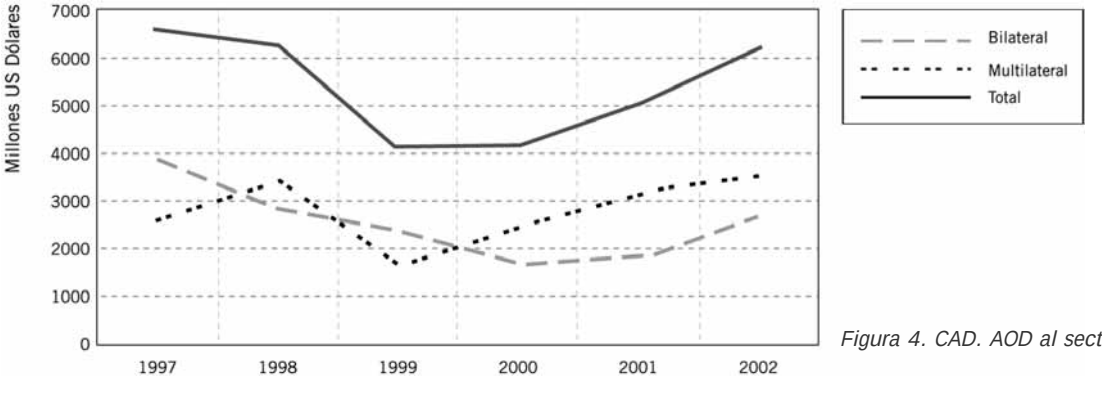


Figura 4. CAD. AOD al sector de la Energía

Ayuda bilateral

En la Tabla 2 se refleja la ayuda bilateral aportada por los países del CAD en el periodo 1997-2002 y en la que se puede comprobar, en términos cuantitativos, la evolución a la que se alude en los párrafos precedentes. Se distinguen las siguientes modalidades, de acuerdo con la terminología del CAD:

- *Ayuda no reembolsable:* corresponde a las donaciones, por lo que las transferencias hechas en dinero, bienes o servicios no requieren un desembolso a cambio.
- *Ayuda reembolsable:* se canaliza a través de créditos y, por tanto, implican una devolución por parte del receptor en determinadas condiciones.
- *Ayuda ligada:* vinculada a que los bienes o servicios aportados se adquieran en el país donante.
- *Ayuda parcialmente ligada:* los bienes o servicios se deben adquirir en el país donante o en un grupo de países prefijado, entre los que normalmente están casi la totalidad de los receptores de ayuda.
- *Ayuda no ligada:* es la que los bienes y servicios asociados se pueden conseguir en cualquier país sin estar previamente establecidos.
- *Cooperación técnica:* incluye tanto donaciones al personal local para su formación, en el país receptor o en el extranjero, como el apoyo de consultores, profesores y demás personal técnico en los países receptores
- *Coste local:* aportación destinada a financiar bienes y servicios provenientes del mercado local

AÑO	TOTAL	REEMBOL	NO REEMBOL	LIGADA	NO LIGADA	PARCIAL LIGADA	COSTE LOCAL	COOP TÉCNICA
1997	3.948,91	729,22	3.212,27	691,98	3.156,75	47,14	770,01	71,02
1998	2.855,75	649,78	2.184,01	534,25	1.945,22	262,72	87,53	171,62
1999	2.438,96	983,08	1.375,06	205,24	1.503,31	122,36	316,15	128,67
2000	1.704,51	763,37	941,14	134,51	1.037,97	40,22	67,74	63,03
2001	1.856,99	704,36	1.145,76	207,88	1.147,83	27,60	-	-
2002	2.702,90	1.298,61	1.404,29	370,81	1.443,56	44,40	-	-

Tabla 2. CAD. AOD Bilateral entre 1997- 2002 (Millones US $)
NOTA. En algunos años la suma de reembolsable y no reembolsable *no coincide con el total anual debido a que algunos proyectos no tienen desglosada la ayuda en estos componentes.*

En el periodo considerado, Japón fue el país que aportó, con gran diferencia, una cantidad mayor: nada menos que 9 millardos de dólares, que representa el 58% del total, si bien se verifica que entre 1997 y 2000 su contribución disminuyó sensiblemente, probablemente debido a la crisis que afectó a este país. También cabe resaltar, entre los mayores aportadores de ayuda en el sector energía a Estados Unidos (14,6%), Alemania (8,5%), Estados Unidos (9,6%), Gran Bretaña (4,2%) y Francia (3,4%). En un segundo grupo están los que aportan entre el 1 y el 2%: Noruega (2,1%), España (1,8%), Suecia (1,6%), Dinamarca (1,5%), Canadá (1,3%) y Holanda (1,3%); la aportación del resto es, en términos relativos, poco relevante.

Un elemento significativo para evaluar la calidad de la ayuda es la consideración de la relación entre las componentes reembolsable –créditos–, y no reembolsable –donaciones–, así como el peso que tiene la ayuda ligada en el monto total. En la Tabla 3 se reflejan estos aspectos.

AÑO	TOTAL	NO REEMBOLSABLE		REEMBOLSABLE		LIGADA	
1997	3.948.909,78	729.215,14	18,5%	3.212.271,48	81,3%	691.984,81	17,5%
1998	2.855.753,25	649.781,70	22,8%	2.184.014,93	76,5%	534.253,41	18,7%
1999	2.438.963,45	983.076,24	40,3%	1.375.056,38	56,4%	205.237,48	8,4%
2000	1.704.505,16	763.369,70	44,8%	941.135,45	55,2%	134.505,34	7,9%
2001	1.856.993,00	704.357,00	37,9%	1.145.755,00	61,7%	207.880,00	11,2%
2002	2.702.897,00	1.298.611,00	48,0%	1.404.286,00	52,0%	370.814,00	13,7%

Tabla 3. CAD. AOD Bilateral. Calidad de la Ayuda (Miles US$)
NOTA. En algunos años la suma de reembolsable y no reembolsable *no coincide con el total anual debido a que algunos proyectos no tienen desglosada la ayuda en estos componentes.*

Se verifica que la ayuda reembolsable osciló, en el periodo considerado, entre el 52% y el 81% del total, porcentajes superiores a los que se dan en el conjunto de la AOD; por cuanto se refiere a la ayuda ligada, está en el entorno del 15% de la total en todo el periodo. Estos datos están claramente determinados por las políticas de los países con mayor aportación, especialmente la de Japón, que canaliza el 96,4 de su ayuda a través de créditos, y, en menor importancia, España que lo hace en el 90%. En relación con la ayuda ligada, cabe resaltar que Japón lo hace en tan sólo el 3,7% de su ayuda y España presenta el mayor porcentaje, ya que lo hace en el 83%.

Los países que en el periodo considerado dirigieron su ayuda exclusivamente a través de donaciones fueron Australia, Dinamarca, Finlandia, Grecia, Irlanda, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal, Suiza, Reino Unido y Estados Unidos. Por otra parte, los países con menores porcentajes de ayuda ligada son Grecia, Irlanda, Japón, Portugal y Suiza; por contra, los que ligaron sus aportaciones por encima del 70% son Canadá, Finlandia, Italia y, especialmente, España que, como ya se ha expuesto, ligó el 83%.

En lo que se refiere a los subsectores hacia los que se destinó la ayuda bilateral, se verifica que el 90% de la del periodo le corresponde a los siguientes: centrales nucleares (10,4%), producción energética con fuentes no renovables (11,5%), centrales térmicas de carbón (15,9%), centrales hidroeléctricas (20%) y transmisión/distribución de energía eléctrica (23%). Es de resaltar que los subsectores asociados a las energías renovables, tan solo recibieron un 5,9% de la inversión total del periodo; por otra parte, la ayuda dedicada a fomentar políticas energéticas recibió el 9,6%. En la Figura 5 está reflejada la distribución sectorial de la ayuda bilateral en el periodo analizado.

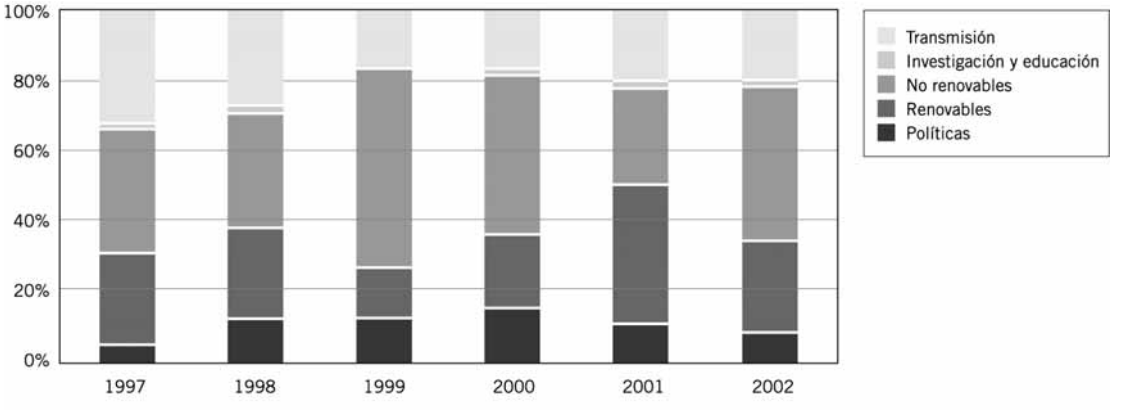


Figura 5. CAD. AOD Bilateral. Distribución sectorial.

La Tabla 4 refleja la ayuda destinada a Europa y Oceanía que, en el periodo, se concretó, de forma preponderante –superior al 92%–, a través de donaciones, mientras que en el caso de América y Asia el 63% y 83%, respectivamente, fueron créditos; por otra parte, el 32% de la ayuda destinada a África fue ligada, el 18% en caso de América, bajando hasta el orden del 10% en los restantes continentes.

CONTINENTE	TOTAL		NO REEMBOLSABLE		REEMBOLSABLE		LIGADA	
EUROPA	2.019.227,18	13,0%	1.861.360,15	92,2%	157.867,03	7,8%	223.868,84	11,1%
ÁFRICA	1.852.221,01	12,0%	1.040.657,04	56,2%	811.563,96	43,8%	588.523,04	31,8%
AMÉRICA	848.037,94	5,5%	221.102,79	26,1%	536.875,68	63,3%	154.209,77	18,2%
ASIA	10.506.942,17	67,8%	1.745.180,47	16,6%	8.734.729,58	83,1%	1.133.141,40	10,8%
OCEANÍA	259.464,43	1,7%	237.981,43	91,7%	21.483,00	8,3%	25.799,64	9,9%
TOTAL	15.485.892,76	100,0%	5.106.281,90	33,0%	10.262.519,26	66,3%	2.125.542,71	13,7%

Tabla 4. CAD. AOD Bilateral. Distribución geográfica (Miles US$)
NOTA. En algunos casos la suma de reembolsable y no reembolsable *no coincide con el total correspondiente debido a que algunos proyectos no tienen desglosada la ayuda en estos componentes.*

Ayuda multilateral

Los organismos internacionales que han financiado proyectos de energía en el periodo considerado son el Banco Africano de Desarrollo (AfDB) y el Fondo Africano de Desarrollo (AfDF), el Banco Asiático de Desarrollo (AsDB) y el Fondo Asiático de Desarrollo (AsDF), el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (IBDR) y la Asociación Internacional de Desarrollo (IDA) –ambos pertenecientes al grupo del Banco Mundial–, el Fondo de Desarrollo Europeo (EDF) de la Comisión Europea (EC), el Banco Interamericano de Desarrollo (IDB), el Fondo Especial de Operaciones del Banco Interamericano de Desarrollo (IDB SpF) y la agencia de las Naciones Unidas PNUD. En la Tabla 5 está representado el esfuerzo dedicado por cada uno de estos organismos en el periodo, destinado a los proyectos de energía.

AGENTE	1997	1998	1999	2000	2001	2002
AfDB	62.069	30.792	62.789	50.812	55.715	174.986
AfDF	2.101	-	6.631	-	64.492	20.975
AsDB	100.000	641.400	500.000	982.000	-	510.000
AsDF	182.693	135.906	-	180.429	57.113	144.218
EC	37.888	7.535	31.724	19.068	785.916	891.159
IBRD	710.400	1.115.000	313.400	322.650	735.890	559.550
IDA	455.400	453.970	63.500	230.600	601.520	803.380
IDB	1.092.571	979.900	734.723	727.652	886.150	335.134
IDB Sp F	45.000	76.130	-	-	250	77.400
PNUD	-	-	4.738	-	-	-
TOTAL	**2.688.122**	**3.440.633**	**1.717.505**	**2.513.211**	**3.187.046**	**3.516.802**

Tabla 5. AOD Multilateral (Miles US$ corrientes).

La ayuda multilateral en el periodo asciende a 17,1 millardos de dólares, habiendo presentado un máximo absoluto en 2002, cuando la financiación alcanzó los 3,5 millardos. En términos generales, los organismos del grupo del Banco Mundial –IBRD e IDA–, son los que han aportado mayor financiación entre 1997

y 2002 ya que supuso el 37% del total. Los Bancos regionales de Desarrollo y Fondos Asiático y Africano aportaron el 23%, el Interamericano el 31%, el Fondo Europeo casi el 9% y, por último, lo aportado al PNUD fue irrelevante –4,7 millones de dólares en todo el periodo–. En el gráfico siguiente se plasma la importancia relativa de la inversión que las diversas agencias aportaron a la AOD multilateral en el periodo considerado.

Como era de prever, casi la totalidad de la ayuda multilateral se canalizó a través de la modalidad reembolsable; las excepciones son las aportaciones del Banco Africano de Desarrollo que, en 1997, materializó toda su ayuda mediante donaciones. Sin embargo, cabe llamar la atención del caso de la Comisión Europea cuya ayuda entre 1997 y 2000 fue no reembolsable; mientras que en 2000 y 2001, por el contrario, se concretó el grueso de su ayuda mediante créditos.

El 56% de la ayuda multilateral del periodo se destinó a financiar proyectos relacionados con las políticas y la gestión administrativa (23.010), el 22% a las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica (23.040), el 14% a proyectos asociados a energías no renovables y el 6% a las renovables; por último, en la energía hidroeléctrica se invirtió el 2%. En la Figura 6 se pueden comprobar la importancia relativa de los sectores de energía en el periodo 1997-2002.

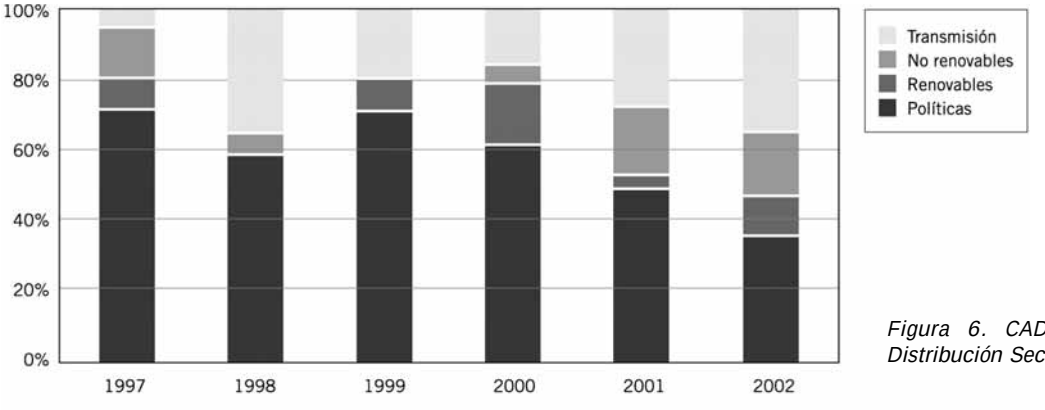


Figura 6. CAD. AOD multilateral. Distribución Sectorial.

Todos los años la inversión destinada a financiar las políticas energéticas representa el porcentaje mayoritario –osciló entre el 36% en 2002 y el 71% en 1999–. Conviene resaltar el protagonismo tan relevante que, en términos de la inversión realizada, ha adquirido este sector ya que cabe relacionarlo con el establecimiento de las condiciones adecuadas para llevar a cabo los planteamientos privatizadores de las instituciones de financiación internacionales.

Como en el caso de la ayuda bilateral, Asia es el continente que, en el periodo considerado, recibió más ayuda multilateral: nada menos que el 41%, seguida de América, con el 34%, África con el 18% y Europa con el 7%; los proyectos destinados a Oceanía supusieron una cantidad mínima.

La AOD española al sector energía

Hasta la fecha, la energía no ha sido un sector diferenciado de actuación en la cooperación internacional española, sino que, por el contrario, es transversal a las prioridades sectoriales establecidas en la Ley de Cooperación y en los dos Planes Directores que se han emitido. Esta circunstancia dificulta, en principio,

el seguimiento específico de la ayuda dedicada a los proyectos relacionados con la energía, ya que, hasta el año 2003, la evaluación anual de la AOD que realiza la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) se hace analizando los sectores definidos en el *Plan Director* vigente. Esta circunstancia se ha obviado usando la información de la base de datos CRS que, como ya se ha expuesto, sí considera de forma individualizada los proyectos y actuaciones energéticas relacionadas con la AOD. A continuación, se analiza la situación de la ayuda oficial al desarrollo española destinada al sector energía entre 1997 y 2002, su distribución geográfica y sectorial y la forma en la que se ha materializado (créditos o donaciones).

La ayuda bilateral española destinada a financiar al sector energía tuvo, en el periodo considerado, un comportamiento similar a un *diente de sierra* ya que experimentó un crecimiento entre 1997 –la inversión fue de 18,86 millones de dólares USA–, y 1998, cuando la ayuda alcanzó los 61,17, disminuyó en 1999 con 46,89 millones de dólares, volvió a aumentar en 2000 con 71,75 millones, disminuyó hasta los 30,64 millones en 2001 y llegó a los 44,25 millones en 2002. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 7.

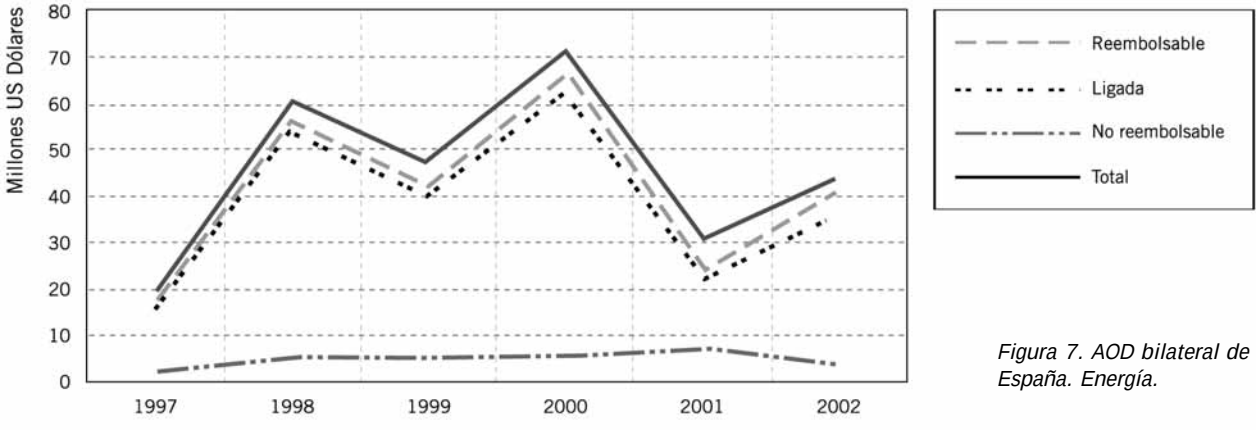


Figura 7. AOD bilateral de España. Energía.

El peso de los créditos frente a las donaciones es preponderante en la inversión realizada, ya que, excepto en 2001 cuando supuso el 77% de la total, siempre estuvo en torno al 90%. En la Figura 8 se compara la evolución de la componente no reembolsable de la AOD del CAD y de España, poniéndose de manifiesto el distinto peso relativo que tienen los créditos en ambos casos: siempre, entre 1997 y 2002, la importancia relativa de la ayuda reembolsable es muy superior en el caso de España, llegando a tener diferencias de hasta cuarenta puntos porcentuales.

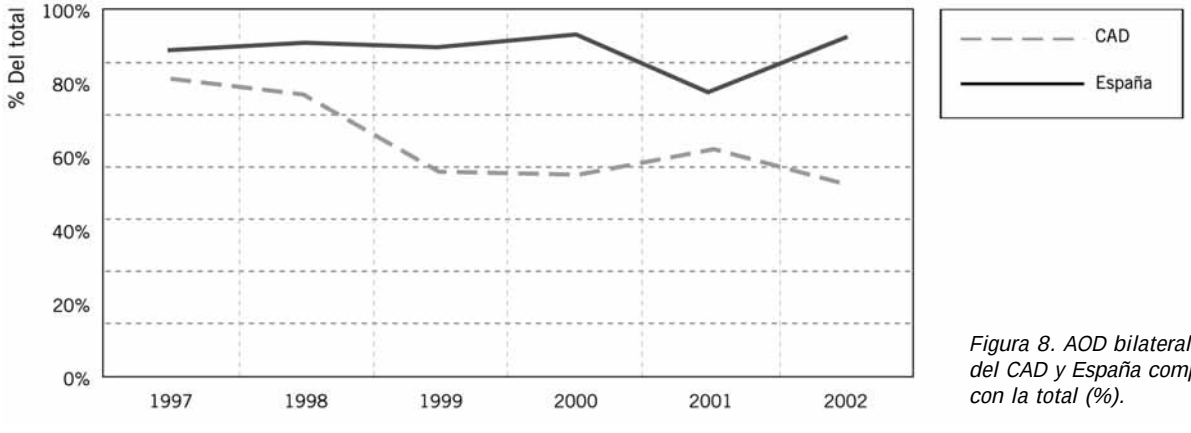


Figura 8. AOD bilateral del CAD y España comparada con la total (%).

En cuanto a la ayuda ligada española, su relevancia es desmesurada en el sector energía. En el periodo analizado, se sitúa siempre por encima del 81%, excepto en 2001 que alcanzó el 70%, en contradicción con las recomendaciones establecidas al efecto por el CAD En la figura 9 se plasma la evolución del peso porcentual de la ayuda ligada con respecto al total de la inversión dedicada al sector energía tanto en España como en el CAD; se pone de manifiesto que en éste último, la tendencia es mantener la ayuda ligada por debajo del 20%, mientras que en España varía, en los últimos años, entre el 70% y el 88%.

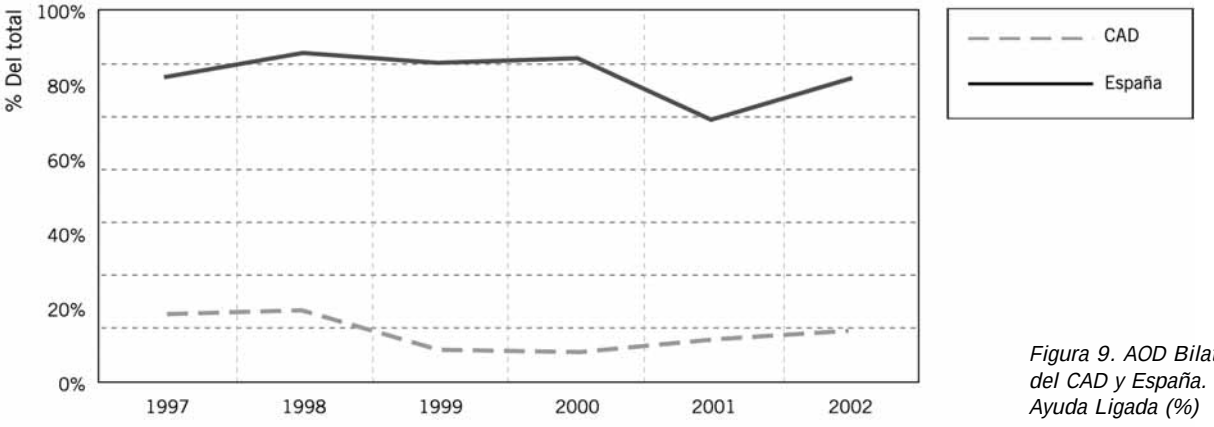


Figura 9. AOD Bilateral del CAD y España. Ayuda Ligada (%)

Un aspecto que caracteriza a la ayuda bilateral española destinada al sector energía es que se encuentra muy concentrada en términos presupuestarios –pocos países acaparan la mayor parte de la ayuda cada año–, y es muy dispersa desde el punto de vista geográfico –se destinan pequeñas cantidades de ayuda a muchos países–. De hecho, la concentración es consecuencia de la importancia de la componente reembolsable, que, en el periodo, se canalizó en todos los casos a través de los denominados créditos FAD, con carácter de ayuda ligada; fueron muy pocos créditos formalizados con los siguientes países:

- 1997. Créditos a Bolivia (1), Costa de Marfil (1) y Angola(1). Representan el 89 % del total, invertido en 20 proyectos.
- 1998. Créditos a Angola (2), Bolivia (1), Bosnia y Herzegovina (1), Burkina Faso (1), China (1), Ghana (2) y Kenia (1). Son el 91% del total de cuarenta y dos proyectos.
- 1999. Créditos a Angola (2), Bolivia (1), China (5), Ghana (1), Honduras (1) y Túnez (1). Son el 90% del total de treinta y nueve proyectos.
- 2000. Créditos a Bolivia (1), China (1), Costa de Marfil (1), Honduras (1), Nicaragua (1), República Dominicana (1), Túnez (1) y Yemen (1). Suponen el 93% del total de cuarenta y seis proyectos.
- 2001. Créditos a Bolivia (2), Honduras (1), Kenia (1) y Yemen(1). Representan el 77% del total de la ayuda destinada al sector energía del año concretada en cuarenta y cinco actuaciones.
- 2002. Créditos a Bolivia (1), Costa Rica (1), Nicaragua (1), República Dominicana (1) y Túnez (1) que suponen el 92% del total de cuarenta y cinco proyectos.

Por cuanto se refiere al esfuerzo inversor a nivel continental, se verifica que fue África, hasta 1999, el principal receptor de la ayuda; a partir de entonces, América es el continente más beneficiado. En la Tabla 6 se refleja la distribución geográfica de la ayuda bilateral, pudiéndose comprobar los extremos aludidos.

CONTINENTE	1997		1998		1999		2000		2001		2002	
EUROPA	-	0%	21.130,95	35%	2.430,78	5%	389,51	1%	1.646	5%	882	2%
ÁFRICA	15.921,026	84%	30.529,02	50%	22.327,59	48%	6.032,40	8%	7.611	25%	4.571	10%
AMÉRICA	2.934,999	16%	4.063,12	7%	6.916,66	15%	54.896,23	77%	12.694	41%	38.323	87%
ASIA	-	0%	5.415,94	9%	15.216,44	32%	10.201,00	14%	8.482	28%	332	1%
OCEANÍA	-	0%	28,11	0%	-	0%	232,62	0%	204	1%	140	0%
TOTAL	**18.856,025**		**61.167,16**		**46.891,48**		**71.751,78**		**30.637**		**44.248**	

Tabla 6. AOD Bilateral española. Distribución geográfica (Miles US$).

Respecto a los países beneficiarios, se verifica que en todos los años del periodo considerado, los de rentas medias y bajas son los principales receptores de la AOD bilateral española.

En la Figura 10 se refleja la distribución de la ayuda canalizada hacia el sector energía, agrupándola por sectores relacionados con políticas, renovables, no renovables, investigación y educación o transmisión. Se verifica que es el sector asociado a la distribución y transmisión de energía eléctrica es el que acapara la mayor parte de la inversión en todos los años del periodo excepto en 1998, cuando recibió el 24% del total.

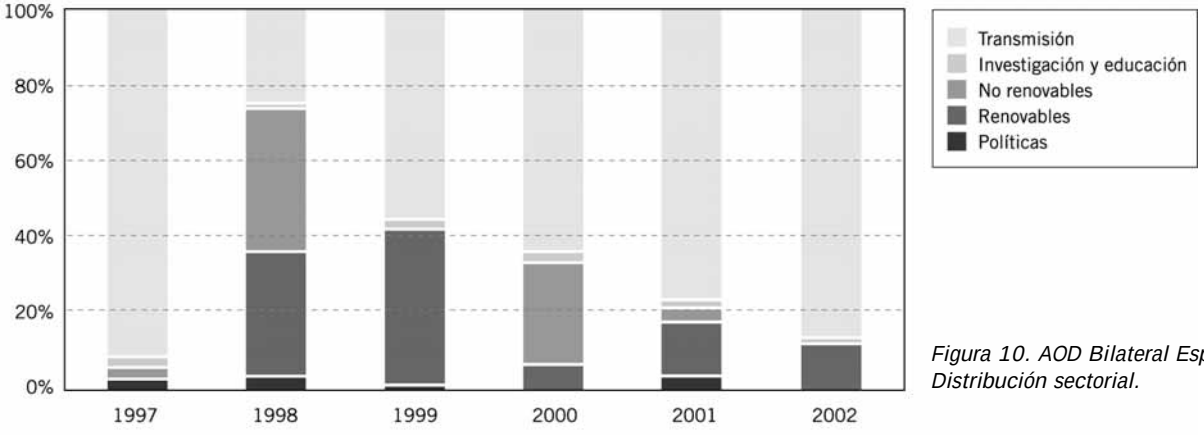


Figura 10. AOD Bilateral España. Distribución sectorial.

Conclusiones

*Sobre la **distribución geográfica** de la ayuda.*

- Conviene que los países receptores de la ayuda sean tales que realmente la necesiten: países de rentas bajas y los países menos adelantados (PMA), por una parte, y aquéllos en los que el déficit en el acceso a la energía sea un condicionante para el desarrollo, por otra. Es evidente que este planteamiento exige cambios relevantes en lo que hasta ahora ha sido predominante, tanto por cuanto se refiere a las áreas geográficas como a los países concretos. Al respecto, conviene resaltar que, si bien entre 1997 y 1999 fue África el continente más beneficiado de la AOD en el sector energía, desde 2000 y hasta 2002 fue América la principal protagonista ya que acaparó el 72% de la ayuda, seguida de Asia (13%) y África (12%).

Sobre la ***calidad.***

- Es necesario reconsiderar la forma en la que hasta ahora se ha concretado la ayuda en el sector de la energía, toda vez que se ha detectado que entre 1997 y 2002 el 83% de la AOD fue ligada, en clara contradicción con las recomendaciones del CAD para desvincularla. La modalidad de ayuda no reembolsable –es decir, las donaciones–, debería ser prioritaria en el caso de los PMA y, en todo caso, de los denominados *países pobres altamente endeudados* (*HIPC*, en su acrónimo en inglés). Este planteamiento también está en contradicción con la práctica inmediata, ya que, en términos globales, la ayuda reembolsable fue el 90% de la realizada entre 1997 y 2002.

Sobre la ***distribución sectorial****.*

- En consonancia con lo expuesto anteriormente, es necesario primar los sectores energéticos que favorezcan la lucha contra la pobreza y ayuden, a su vez, a promover el desarrollo sostenible y especialmente a las energías renovables. Este planteamiento supone, una vez más, un cambio en la práctica que se ha seguido hasta ahora en España, que supuso que, en el periodo 1997-2002, el 78% del total se destinó a proyectos asociados con energías no renovables (incluyendo 40 millones de dólares para la reconstrucción de dos centrales hidroeléctricas en Honduras y Mostar), el 19% a energías renovables y el 3% restante a actividades relacionadas con políticas y gestión administrativa así como de educación e investigación.

  Cabe resaltar que esta tendencia no ha sido privativa de España, sino que también es la imperante en la ayuda bilateral de los países del CAD y en la multilateral, tal y como se ha mostrado a lo largo de este artículo al analizar tanto la ayuda bilateral del CAD como la distribución de la ayuda multilateral.

22

La energía con relación a otros factores de desarrollo: WEHAB y Objetivos del Milenio

Ignasi Salvador Villà

Grupo Asesorías Técnicas, Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.
Grupo Educación e Investigación para el Desarrollo,
Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.

Jorge Sneij Oria

Grupo Educación e Investigación para el Desarrollo,
Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.
Grupo Energía, Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.

Resumen

Hace ya algún tiempo que los distintos agentes de desarrollo han comprendido que la división conceptual que se establece entre distintas áreas temáticas de actuación (agua, energía, agricultura, etc.) no implica en absoluto que estén aisladas unas de otras. De hecho existe una gran relación entre muchas de ellas.

Tras realizar un repaso sobre las principales conferencias y acuerdos establecidos a nivel internacional acerca de la energía, este artículo analiza la contribución del sector energético en el marco de los Objetivos del Milenio fijados en 2000. Posteriormente presenta una iniciativa de Naciones Unidas para integrar diversas de estas áreas bajo un mismo marco conceptual; haciendo especial énfasis en las relaciones de la energía con el resto de áreas.

Abstract

It is some time now that the different development agents have understood that the conceptual division established among different thematic areas of action (Water, Energy, Agriculture, etc) does not imply that they should be isolated from one another. In fact, the relation among many of them is more than considerable.

After reviewing the main international conferences and agreements on energy, this article analyses the contribution of the energy sector, in the framework of the Millennium Development Goals defined in year 2000. Afterwards, the article presents an UN initiative to integrate some of these areas under the same conceptual frame, focussing on the relations of energy with the rest of those areas.

Résumé

Depuis quelque temps déjà les différents agents de développement ont compris que la division conceptuelle qui s'établit entre les différents domaines thématiques (eau, énergie, agriculture, etc..) n'implique pas du tout que les unes soient isolées des autres. En fait il existe une grande relation entre plusieurs d'entre elles.

Après avoir effectué un examen sur les principales conférences et les accords établis au niveau international sur l'énergie, cet article analyse la contribution du secteur énergétique dans le cadre des Objectifs du Millénaire fixés en 2000. Il présente finalement une initiative des Nations Unies pour intégrer quelques-uns de ces domaines sous un même cadre conceptuel, en mettant l'accent particulièrement sur les relations de l'énergie avec le reste des secteurs.

Hace ya algún tiempo que los distintos agentes de desarrollo han acertado a comprender que la división conceptual que se establece entre distintas áreas temáticas de actuación (agua, energía, agricultura, etc.) no implica en absoluto que éstas estén aisladas unas de otras. De hecho, más bien puede afirmarse que existe una gran relación entre muchas de ellas.

Tras realizar un repaso a las principales conferencias y acuerdos internacionales en torno a la energía, analizaremos la contribución de este sector en el marco de los Objetivos del Milenio fijados en 2000. Presentaremos finalmente una iniciativa de Naciones Unidas para integrar diversas de estas áreas bajo un mismo marco conceptual; haciendo especial énfasis en las relaciones de la energía con el resto de las áreas.

Conferencias y acuerdos internacionales

A lo largo de las últimas décadas, la comunidad internacional ha debatido muchas veces sobre la energía: sus efectos medioambientales, su sostenibilidad a largo plazo, su relación con el desarrollo, etc.

La Tabla 1 recoge las principales conferencias y acuerdos de ámbito internacional sobre la materia.

Conferencia/Acuerdo	Objetivos y decisiones
Conferencia internacional de energías renovables (Bonn, 2004)	
Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo y Medio Ambiente (Johannesburgo, agosto 2002) 3ª Cumbre de la Tierra.	Se inicia la Agenda WEHAB. Se empiezan a trazar las relaciones existentes entre energía, agricultura, agua, salud y biodiversidad.
Cumbre Mundial sobre Alimentación (junio 2002)	Se definieron tres grandes retos para la energía: a) energía y cocina, b) acceso a la energía en el sector rural, c) energía sostenible en el sector urbano.
3ª Cumbre Mundial sobre los PVD (mayo 2001)	Evaluar los resultados del Plan de Acción de la 2ª Cumbre Mundial sobre los PVD a nivel país. Reformular el Plan de Acción. Promover el desarrollo de energías renovables mediante políticas activas atractivas para la población.
CSD-9 Comisión de Desarrollo Sostenible, 9ª sesión (abril 2001)	Promover la energía como herramienta de desarrollo sostenible. Se identificaron los siguientes temas clave: accesibilidad a la energía, eficiencia energética, energías renovables, tecnologías avanzadas de combustibles fósiles, tecnologías de energía nuclear, energía rural, energía y transporte, transferencia tecnológica, movilización de recursos financieros, cooperación nacional e internacional. En paralelo se organizaron reuniones regionales y una cumbre de ministros en Bali, con conclusiones específicas para cada región.
Cumbre del Milenio de Naciones Unidas (Nueva York, septiembre 2000)	Se fijan los Objetivos del Milenio con la meta de reducir para el 2015 a la mitad la población que sobrevive con menos de 1 dólar al día.

Conferencia/Acuerdo	Objetivos y decisiones
Conferencia de Kioto (Kioto, diciembre 1997)	Se aprueba el Protocolo de Kioto: Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal. Mejora de la eficiencia energética de sectores clave a nivel estatal.
Sesión especial de la Asamblea General de Naciones Unidas para revisar la implementación de la Agenda 21 (Nueva York, junio 1997)	Se recomienda implementar políticas para mejorar la eficiencia energética. Se crea la CSD-9. Comisión centrada en la energía y el desarrollo sostenible.
Cumbre Mundial Solar (septiembre 1996)	Promover el uso de energías renovables para mejorar el desarrollo económico y social.
Conferencia de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos HABITAT II (junio 1996)	Promover el uso sostenible de la energía. Facilitar el acceso a energías renovables. Promover usos en el terreno que minimicen las demandas de transporte, ahorren energía y protejan las zonas verdes. Incentivar el uso de energías limpias.
4ª Conferencia Mundial de la Mujer (Beijing, septiembre 1995)	Apoyar el acceso de la mujer a las energías renovables mediante procesos participativos a nivel local, regional y nacional. Asegurar que las necesidades de las mujeres son escuchadas en la planificación energética.
Cumbre Mundial del Desarrollo Social (marzo 1995)	Mejorar la disponibilidad y accesibilidad de servicios de energía a nivel local y comunitario. Promover el uso de energías renovables básicamente en zona rural.
Conferencia Internacional sobre Población y Desarrollo (septiembre 1994)	Promover entre los gobiernos el desarrollo e implementación de políticas de gestión medioambiental en las aglomeraciones urbanas.
Convención de Naciones Unidas para combatir la desertificación en los países con graves problemas de sequía (junio 1994)	Promover políticas de ámbito estatal que incluyan el desarrollo y uso eficiente de distintas fuentes de energía, especialmente las renovables; reduciendo el uso de la madera como fuente de energía. Especial énfasis en la capacitación técnica.
Cumbre de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (mayo 1992)	Estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero para asegurar el buen funcionamiento de los ecosistemas, la seguridad de la producción alimentaria y el desarrollo sostenible.
Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo y Medio Ambiente (Rio de Janeiro, junio 1992) 2ª Cumbre de la Tierra.	Su mayor contribución fue la llamada Agenda 21: Plan de acción de los Estados para transformar el modelo de desarrollo en un nuevo modelo que satisfaga las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. Fomento del desarrollo sostenible de los recursos humanos. Protección de la atmósfera. Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenibles. Promover el desarrollo sostenible mediante el uso eficiente de energías; introducir energías renovables. Reducir el efecto adverso causado sobre la atmósfera por el sector energético.
Conferencia de Naciones Unidas sobre Nuevas Fuentes Renovables de Energía (Nairobi, Diciembre 1981)	Promover el desarrollo y uso de las nuevas fuentes de energía renovables. Programa de Acción de Nairobi.

Tabla 1. Conferencias y acuerdos internacionales en torno a la energía. Fuente: Adaptación de WEHAB Working Group. 2002.

Energía y Objetivos del Milenio

Los Objetivos del Milenio (ODM) fijados de forma unánime por la comunidad internacional en septiembre de 2000 en el marco de la Cumbre del Milenio de Naciones Unidas son un listado de objetivos y metas mensurables, con plazos definidos, para combatir la pobreza, el hambre, las enfermedades, el analfabetismo, la degradación del ambiente y la discriminación contra la mujer.

Puede resultar extraño comprobar cómo, a pesar de la cantidad de conferencias internacionales mantenidas entorno a la energía, ésta no aparece de forma explícita en los Objetivos del Milenio.

De todos modos, esto no impide que la energía juegue un papel crucial en la consecución de algunos de los objetivos fijados.

La Tabla 2 describe algunas de las relaciones existentes entre Energía y los distintos Objetivos del Milenio.

Objetivo	Meta	Relación con la energía
01. Erradicar la pobreza extrema y el hambre		
	Reducir a la mitad el porcentaje de personas cuyos ingresos sean inferiores a 1 dólar por día.	
		Tener acceso a la energía favorece el desarrollo empresarial.
		La iluminación permite el trabajo nocturno.
		El empleo de maquinaria incrementa la productividad.
		El suministro energético mediante esquemas de escala local crea empleo en el ente de gestión, así como en lo relacionado a las tareas de operación y mantenimiento.
	Reducir a la mitad el porcentaje de personas que padecen hambre.	
		La mayoría de los alimentos necesitan ser cocinados antes de ser ingeridos.
		Mejorar la productividad en la cadena de alimentación: plantación, recolección, proceso, transporte, etc.
		Reducción de las pérdidas posteriores a la recolección mediante el empleo de cámaras frigoríficas, etc.
02. Lograr la enseñanza primaria universal		
	Velar por que todos los niños y niñas puedan terminar un ciclo completo de enseñanza primaria.	
		La energía contribuye a la creación de un ambiente adecuado para la educación (agua potable, iluminación, etc.), reduciendo el absentismo.
		La disponibilidad de energía en una zona reduce las horas dedicadas por los niños, especialmente las niñas, a tareas de recolección, etc.
		La iluminación en la vivienda favorece el estudio nocturno.
		La iluminación en las escuelas permite dar clases en horas de falta de luz natural.
		La electricidad favorece el acceso a las TIC en las escuelas, aumentando las oportunidades educativas.
03. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer		
	Eliminar las desigualdades entre los géneros en la enseñanza primaria y secundaria, preferiblemente para el año 2005, y en todos los niveles de la enseñanza para 2015.	
		La disponibilidad de energía en una zona reduce las horas dedicadas por las mujeres y las niñas a recolección de agua o madera, elaboración de la comida, etc.
		Una iluminación adecuada en la vivienda favorece el estudio nocturno.
		La electricidad favorece el acceso a las TIC en las escuelas, aumentando las oportunidades educativas.

Objetivo	Meta	Relación con la energía
O4. Reducir la mortalidad infantil		
	Reducir en dos terceras partes la tasa de mortalidad de los niños menores de 5 años.	
		La contaminación en la vivienda contribuye a las infecciones respiratorias que representan el 20% de los 11 millones de muertes infantiles anuales[1].
		La recolección de combustibles fósiles expone a los niños a riesgos de salud y reduce el tiempo dedicado a su cuidado.
		Las energías modernas pueden resultar más seguras (incendios, escapes, etc.)
O5. Mejorar la salud materna		
	Reducir la tasa de mortalidad materna en tres cuartas partes.	
		Se necesita energía para mejorar las instalaciones sanitarias destinadas a este fin mediante, por ejemplo, cámaras frigoríficas, esterilización, etc.
O6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades		
	Detener y comenzar a reducir la propagación del VIH/SIDA.	
	Detener y comenzar a reducir la incidencia del paludismo y otras enfermedades graves.	
		La electricidad en los centros médicos favorece la atención nocturna y facilita el uso equipos especiales como la esterilización.
		La existencia de refrigeradores favorece la vacunación y la conservación de medicamentos para el tratamiento de enfermedades e infecciones.
		La incineración sistemática de las jeringas evita la reutilización de las mismas y la consiguiente expansión potencial del SIDA y otras enfermedades.
O7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente		
	Incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales; invertir la pérdida de recursos del medio ambiente.	
	Reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable.	
	Mejorar considerablemente la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios para el año 2020	
		El aumento de productividad agrícola, mediante el uso de maquinaria e irrigación, reduce la necesidad de tierra para el cultivo, con la consiguiente reducción de la presión sobre los ecosistemas.
		La energía se puede emplear para la potabilización y el bombeo de agua, reduciendo los tiempos empleados para su recolección; así como la presión sobre las fuentes habituales de agua.
		El empleo de los combustibles tradicionales contribuye a la erosión, reduciendo la fertilidad y aumentando la desertización.

Tabla 2. Relación entre Energía y los Objetivos del Milenio. Fuente: Adaptación de DFID. 2002. Energy for the poor. Underpinning the Millennium Development Goals.

A la vista de este listado, resulta totalmente justificado plantear un análisis más detallado que permita establecer un espacio de análisis común entre áreas como la energía, el agua, la biodiversidad, la salud y la agricultura.

1 OMS 2000, con datos de 1999.

WEHAB

La iniciativa WEHAB (Water, Energy, Health, Agriculture and Biodiversity) fue propuesta por el Secretario General de Naciones Unidas Kofi Annan como contribución a la preparación del Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (Suráfrica) en agosto/septiembre 2002.

La intención de esta propuesta era establecer un marco de análisis común para cinco áreas temáticas clave en el desarrollo; de modo que pudiera servir como guía para las discusiones mantenidas a lo largo de toda la Cumbre Mundial. Las áreas seleccionadas fueron Agua, Energía, Salud, Agricultura y Biodiversidad.

La relación entre energía y las demás áreas temáticas

Como resultado del análisis WEHAB centrado en la energía se obtuvo un esquema preliminar que relaciona la energía con la consecución de distintos objetivos relacionados con agua, salud, agricultura y biodiversidad, tal y como indica la Figura 1.

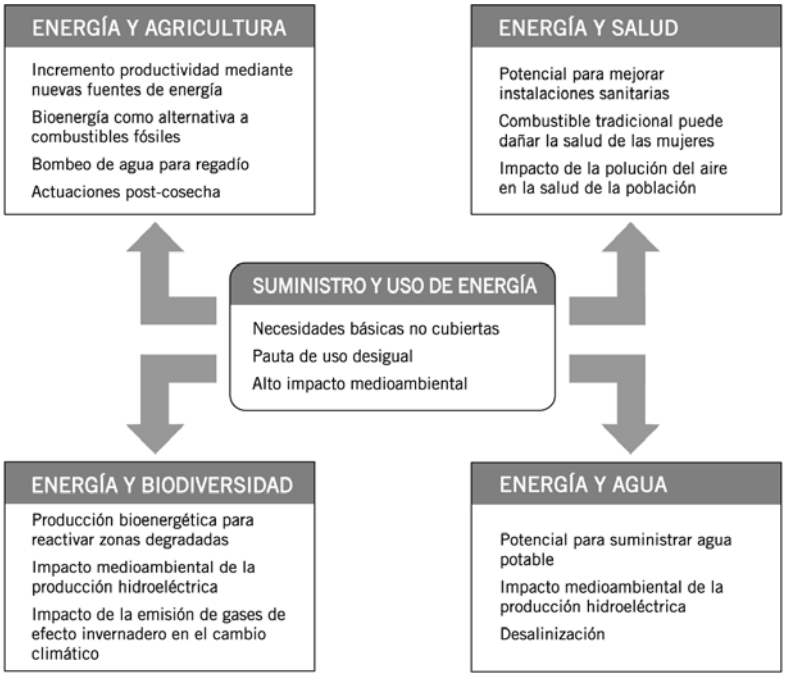


Figura 1. Relación de la energía con otras áreas clave para el desarrollo humano. Fuente. Adaptación de WEHAB, 2002.

Un plan de acción para la energía

El marco de análisis WEHAB entre la energía y el resto de las áreas, permite plantear un plan de acción específico para la energía que facilite la consecución de avances importantes en el resto de las áreas (biodiversidad, agricultura, salud y agua).

La Tabla 3 recoge la propuesta de actuación del grupo de trabajo WEHAB a partir de las relaciones establecidas anteriormente.

Ámbito	Acción
Acceso	Reducir la pobreza facilitando el acceso a servicios modernos de energía en zonas rurales y peri-urbanas. Mejorar la salud y reducir el impacto ambiental de los combustibles y cocinas. Mejorar la accesibilidad y diversificación energética en África.
Eficiencia	Establecer prácticas energéticas probadas en el mayor número de sectores para mejorar la eficiencia energética de éstos. Mejorar la eficiencia en la generación de energía.
Energías renovables	Aumentar progresivamente la presencia de energías renovables en todos los países. Mejorar el acceso de los más desfavorecidos a servicios de salud y educación mediante la instalación de sistemas de energía renovable en escuelas y centros de salud. Promover el uso de energías renovables en los programas de vacunación. Emplear energías renovables en los sistemas de acceso al agua.
Tecnologías avanzadas de combustibles fósiles	Aumentar el uso de tecnologías avanzadas de combustibles fósiles en la generación de energía. Promover el uso de tecnologías limpias de carbón (CCT) en aquellos países que empleen carbón. Reducir la contaminación atmosférica de los sistemas de generación de energía. Mejorar la productividad mediante el uso de tecnologías avanzadas de combustibles fósiles.
Energía y transporte	Mejorar la calidad del aire y la salud pública mediante el uso de combustibles limpios. Introducir sistemas de transporte más eficientes y racionales en las grandes ciudades. Potenciar el transporte público. Promover el uso de nuevas tecnologías en el transporte.

Tabla 3. Plan de acción en el marco WEHAB. Fuente: Adaptación de WEHAB Working Group. 2002.

Conclusiones

Así como en otros ámbitos como la salud o el agua hace ya tiempo que se ha establecido, se conoce y se ha verificado su relación con la reducción de la pobreza, en el de la energía este proceso aún no se ha completado. Prueba clara de esto es que los Objetivos del Milenio no contemplan de forma explícita la energía.

Por ello se ha visto la necesidad de trabajar con herramientas como WEHAB para establecer el marco conceptual que vincula la energía con los otros ámbitos.

Será una vez consensuado este esquema por los agentes de cooperación y verificado con diversas actuaciones en el terreno cuando el sector de la energía pase a formar parte del grupo de grandes estrategias para la reducción de la pobreza, entrando de lleno y con peso propio en las agendas de las agencias de cooperación internacionales más importantes.

Referencias bibliográficas

DFID (2002), *Energy for the poor. Underpinning the Millennium Development Goals.* DFID. Reino Unido

GOLDEMBERG J., JOHANSSON T. (2004), *World Energy Assessment: Overview 2004 Update.* Ed. NDP, UNDESA, World Energy Council.

UN, WWSD (2002), "Water, energy, health, agriculture and biodiversity". Synthesis of the framework paper of the Working Group on WEHAB.

UNDP, UNDESA, *World Energy Council. 2000. Overview to Energy and the Challenge of Sustainability*, the World Energy Assessment.

WEHAB Working Group (WEHAB) (2002). A Framework for Action on Energy. Prepared by J. Gururaja, UNDESA; S. McDade, UNDP; y I. Freudenschuss-Reichl, UNIDO. Disponible en htmlwww.johannesburgsummit.org/ html/ documents/wehab_papers.html.

Sobre los autores

Otras publicaciones de interés

SOBRE LOS AUTORES

Lluís Batet Miracle
Dr. Ingeniero Industrial (Universitat Politècnica de Catalunya).
Profesor Asociado. Departamento de Física e Ingeniería Nuclear.
Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano.
Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España.
Miembro del grupo Energía de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña. Barcelona. España.

Alejandra Boni Aristizábal
Doctora en Derecho.
Profesora Titular de Escuela Universitaria. Departamento de Proyectos de Ingeniería.
Grupo de Estudios en Desarrollo, Cooperación Internacional y Ética Aplicada.
Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España

Cristóbal Burgos Alonso
Economista (Universidad de Barcelona).
Consejero de la Dirección General de Energía y Transportes.
Comisión Europea. Bruselas. Bélgica.

John D. Burton
Ph. D.
Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica.
Universidad de Reading. Reading. Reino Unido.

Estefanía Caamaño Martín
Dr. Ingeniero de Telecomunicación.
Profesora Titular de Universidad. Departamento de Tecnología Electrónica.
Instituto de Energía Solar.
Universidad Politécnica Madrid. Madrid. España

Daniel Camós Daurella
Ingeniero Industrial (Universitat Politècnica de Catalunya).
Diploma Internacional de Estudios Políticos (Instituto de Estudios Políticos, Paris, Francia).
Estudiante de Master en Administración Pública en Desarrollo Internacional (Kennedy School, Harvard University).
Miembro del grupo Energía de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña. Barcelona. España.

Xavier Cipriano Lindes
Ingeniero Químico.
Investigador del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE).
Grupo de Cooperación del Campus de Terrassa.
Universidad Politécnica de Cataluña. Terrassa. España.

Jaume Delclòs Ayats
Estudiante de Ingeniería Industrial.
ETS de Ingeniería Industrial de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España.
Miembro del grupo Energía de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña. Barcelona. España.

Miguel Ángel Egido Aguilera
Dr. Ingeniero de Telecomunicación.
Profesor Titular de Universidad. Departamento de Electrónica Física.
Instituto de Energía Solar.
Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España

Rafael Escobar Portal
Sociólogo (Universidad Nacional de Cajamarca).
Jefe de Proyecto. Programa de Energía y Servicios Básicos.
ITDG-Soluciones Prácticas. Cajamarca. Perú.

Didac Ferrer Balas
Dr. Ingeniero Industrial (Universitat Politècnica de Catalunya).
Director Técnico. CITIES, Centro Interdisciplinario de Tecnología, Innovación y Educación para la Sostenibilidad.
Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España.

Imma Guixé
Licenciada en Derecho (Universitat Pompeu Fabra).
Master en Género y Desarrollo (Universidad de Sussex, Reino Unido) y Master of International Affairs (Universidad de Columbia, EEUU).
Experta en Género y Desarrollo. Miembro del grupo "Advocacy & Oil" de la Universidad de Columbia.

Gonzalo Marín
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (Universidad Politécnica de Madrid).
Responsable del Área de Proyectos.
Fundación Canal de Isabel II. Madrid. España.
Vocal de Estudios de Ingeniería Sin Fronteras Madrid. Madrid. España.

Juan Martínez Magaña
Ingeniero Técnico Industrial.
Coordinador del área Energía.
Cátedra UNESCO de la Universitat Politècnica de Catalunya. Terrassa. España.

Agustí Pérez-Foguet
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (Universitat Politècnica de Catalunya).
Profesor Titular de Universidad. Departamento de Matemática Aplicada III.
Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano.
Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España.
Expresidente y vocal del área de de Educación e Investigación para el Desarrollo de la Federación española de Ingeniería Sin Fronteras.

Josep Puig i Boix
Dr. Ingeniero Industrial (Universitat Politècnica de Catalunya).
Profesor Asociado de Universidad. Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental.
Universidad Autónoma de Barcelona.
Ingeniero consultor, Ecoserveis, Barcelona.
Vicepresidente de EUROSOLAR – Asociación Europea por las Energías Renovables.
Cofundador y presidente de la sección española de EUROSOLAR. Barcelona. España.

Sarah Rimmington
Licenciada en Historia (University of Western Ontario) y en Derecho (University of Windsor).
Master of International Affairs (Universidad de Columbia, EEUU).
Investigadora en Jubilee USA Network, Washington, D.C.
Miembro del grupo "Advocacy & Oil" de la Universidad de Columbia.

Flavia Rosembuj González-Capitel
Licenciada en Derecho.
Senior Legal Counsel. Co-Finance and Project Finance Legal Department.
Banco Mundial. Washington DC. EE.UU.

Ignasi Salvador Villà
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (Universitat Politècnica de Catalunya).
Miembro de los grupos de Asesorías Técnicas y del grupo Educación e Investigación para el Desarrollo de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña. Barcelona. España

Teodoro Sánchez Campos
Ingeniero Mecánico (Universidad Nacional de Ingeniería, Lima). MSc: Energías Renovables (Universidad de Reading).
Consultor. International Progammes.
Practical Action. Rugby. Reino Unido.

Jorge Sneij Oria
Estudiante de Ingeniería Industrial.
ETS de Ingeniería Industrial de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España.
Miembro del grupo de Educación e Investigación para el Desarrollo de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña.
Miembro del grupo Energía de Ingeniería Sin Fronteras Cataluña. Barcelona. España.

Laura Timme
Master of International Affairs (Universidad de Columbia, EEUU).
Investigadora de Grupo FARO, Guayaquil, Ecuador.
Miembro del grupo "Advocacy & Oil" de la Universidad de Columbia.

Enric Velo García
Dr. Ingeniero Industrial (Universitat Politècnica de Catalunya).
Profesor Titular de Universidad. Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.
Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano.
Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. España.
Responsable del grupo Energía de Ingeniería Sin Fronteras – Cataluña. Barcelona. España.

Jan Teun Visscher
Ingeniero Sanitario.
Asesor i ex director del International Water and Sanitation Centre (IRC). Delf. Países Bajos.

OTRAS PUBLICACIONES DE INTERÉS

Introducción a la Cooperación al Desarrollo para las ingenierías. Una propuesta de estudio.
ISBN: 84-689-0708-1

Editores: Agustí Pérez Foguet, Mariana Morales Lobo y Ángel Saz Carranza.
UPC – Ingeniería Sin Fronteras,
Barcelona (España). 2005

Cooperació per al desenvolupament a l'aula. Casos aplicats de tecnología per al desenvolupament humà.
ISBN: 84-689-3242-6

Editores: Sergio Oliete Josa y Agustí Pérez Foguet.
UPC – Ingeniería Sin Fronteras,
Barcelona (España). 2005

Tecnología para el Desarrollo Humano. Agua e Infraestructuras.
ISBN: 84-607-8089-9

Editores: Agustí Pérez Foguet, Miquel Carrillo Ponce y Francesc Magrinyà Torner.
Ingeniería Sin Fronteras,
Barcelona (España). 2003

Energía Solar Fotovoltaica y Cooperación para el Desarrollo
ISBN: 84-89743-08-8

Ingeniería Sin Fronteras.
Madrid (España). 1999

Introducción a la Cooperación para el Desarrollo
ISBN: 84-7721-493-X

Editores: Alejandra Boni Aristizábal y Gabriel Ferrero de Loma-Osorio.
UPV – Ingeniería Sin Fronteras,
Valencia (España). 1997

Para más información, consultar la web de la Federación española de Ingeniería Sin Fronteras:

http://www.isf.es