



# TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO HUMANO DE LAS COMUNIDADES RURALES AISLADAS

COORDINADORES:

José Ignacio Pérez Arriaga

Ana Moreno Romero

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA

© 2011 de los textos, los autores

**COPYRIGHT DE ESTA EDICIÓN**

© 2011, Real Academia de Ingeniería  
Don Pedro, 10. 28005 Madrid  
Tel.: 91 528 20 01. Fax: 91 364 55 48  
E-mail: [secretaria@real-academia-de-ingenieria.org](mailto:secretaria@real-academia-de-ingenieria.org)  
[www.real-academia-de-ingenieria.org](http://www.real-academia-de-ingenieria.org)

**REALIZACIÓN**

Calamar Edición y Diseño

ISBN: 978-84-95662-44-6

DEPÓSITO LEGAL: M-xxxxxxx-2011

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

Impreso en España - *Printed in Spain*

# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	11
Elías Fereres Castiel (Presidente de la Real Academia de Ingeniería)	
<b>PRÓLOGO</b> .....	13
José Ignacio Pérez Arriaga (Académico de la Real Academia de Ingeniería)	
<b>PREÁMBULO</b> .....	17
Ana Moreno Romero (Universidad Politécnica de Madrid)	
<b>CAPÍTULO 1. DESARROLLO HUMANO Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL</b> .....	21
Carlos Mataix Aldeanueva (Coordinador. UPM). Beatriz Novales Colado (AECID)	
<i>Académico revisor:</i> Javier Rui-Wamba Martija	
1.1 Introducción .....	22
1.2 El desarrollo: ¿algo más que una creencia occidental? .....	22
1.3 Los orígenes. Descolonización y predominio de una visión “economicista” del desarrollo .....	24
1.4 El desarrollo humano. La visión multidimensional del desarrollo .....	26
1.5 El desarrollo humano en las zonas rurales .....	30
1.6 La promoción del desarrollo humano. Una mirada desde el sistema de cooperación para el desarrollo .....	32
1.7 Hacia una cooperación para el desarrollo más eficaz .....	37
1.8 Consideraciones para la cooperación al desarrollo en las Comunidades Rurales Aisladas .....	39
<b>CAPÍTULO 2. LAS COMUNIDADES RURALES AISLADAS</b> .....	45
José María Arraiza (Coordinador. Fundación Energía Sin Fronteras). Academia de Ingeniería de Ecuador, Academia de Ingeniería de Brasil, Jaime Conde Zurita (RAI). <i>Académico revisor:</i> Jaime Conde Zurita	
2.1 Introducción .....	46
2.2 Caracterización y situación actual de las CRA .....	46
2.3 Estimaciones de las necesidades a servir y programas en marcha .....	50
2.4 Otras tecnologías o servicios básicos esenciales .....	54
2.5 Aspectos económicos y sociales .....	56
2.6 Papel de las diferentes instituciones .....	57
2.7 Mecanismos de cooperación .....	58
2.8 Aspectos metodológicos .....	58

### **CAPÍTULO 3. TECNOLOGÍAS ADECUADAS E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO** 63

Andrés González García (Coordinador. Ingeniería Sin Fronteras). Ricardo Navas Hernández (Fundación Ingenieros del ICAI para el Desarrollo), Miguel Ángel Pantoja Molina (Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo), Valentín Villarroel Ortega (Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo)

*Académico revisor:* José Manuel Sanjurjo Jul

3.1 Introducción .....	64
3.2 El rol de la tecnología y de los ingenieros para resolver el problema .....	64
3.3 El enfoque del PNUD: la tecnología está vinculada con el desarrollo humano .....	73

### **CAPÍTULO 4. SUMINISTRO DE ENERGÍA** 87

Lucila Izquierdo Rocha (Coordinadora. Fundación Energía Sin Fronteras), Mónica Aguado Alonso (CENER), Enrique Alcor Cabrerizo (ATERSA), Leopoldo Antolín Álvarez (Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo), Miguel Ángel Doménech Rojo (Consultor), Julio Eisman Valdés (Fundación Acciona Microenergía), Luis Fernández Narvarte (UPM), Enrique Gómez de las Heras Carbonell (Gamesa), Jesús Gómez Martín (Fundación Energía Sin Fronteras), Leire Iriarte Cerdán (Fundación Energía Sin Fronteras), Julio Lumbreras Martín (UPM), Miguel Révolo Acevedo (Osinergmin), Thierry Reyners (Energía Sin Fronteras)

*Académico revisor:* José Luis Díaz Fernández

4.1 Introducción y planteamiento general del problema .....	88
4.2 Aspectos básicos en el acceso a la electricidad de las CRA .....	95
4.3 Aspectos básicos de la producción de calor para cocina y calefacción .....	103
4.4 Tecnologías para el acceso a la energía en las CRA .....	106
4.5 La regulación de los sistemas eléctricos aislados de la red .....	124
4.6 Análisis de casos .....	128
4.7 Conclusiones .....	143

### **CAPÍTULO 5. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO** 149

Gonzalo Marín Pacheco (Coordinador. Fundación Canal de Isabel II), Agustí Pérez Foguet (UPC), Alejandro Jiménez Fernández de Palencia (Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo), David Muñoz Cifuentes (Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo), Alberto Ibáñez Llarío (Intermón OXFAM España), Ma del Mar Rivero Rosas (Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo)

*Académico revisor:* José Ramón Irisarri Yela

5.1 De las tecnologías apropiadas a la provisión de servicios .....	150
5.2 Condiciones de acceso al agua y saneamiento .....	158
5.3 La gestión comunitaria .....	164
5.4 Hacia un modelo de intervención sostenible .....	171
5.5 Retos a medio plazo .....	174
5.6 Estudio de caso 1. El banco de proyectos de agua en Etiopía. Provisión de agua potable y saneamiento en comunidades rurales aisladas y no-pastorales .....	176
5.7 Estudio de caso 2. Intervenciones de ingeniería sin fronteras - ApD en Tanzania .....	180

## **CAPÍTULO 6. ACCESO A SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) Y SOCIEDAD EN RED** ..... 189

Luis Lada Díaz (Coordinador. RAI), Luis Miguel Uriarte de los Santos (Coordinador. Consultor)  
Manuel Acevedo Ruiz (Consultor), Antonio Castillo Holgado (Universidad Carlos III), Andrés Martínez  
Fernández (Fundación EHAS), David Pascual portela (Indra), Carmen Rodríguez Arteaga (AECID),

*Académico revisor:* Luis Lada Díaz

6.1 Introducción .....	190
6.2 Marco conceptual .....	190
6.3 Las TIC como vector transversal a la actividad económica y social en la sociedad en red. Algunos usos prioritarios en las CRA .....	199
6.4 Tecnologías para las comunidades rurales aisladas .....	209
6.5 Políticas TIC: modelos de gestión y promoción .....	218
6.6 Estudios de casos .....	224

## **CAPÍTULO 7: AGRICULTURA, SISTEMAS AGROFORESTALES Y BOSQUES** ..... 235

Elías Fereres Castiel (Coordinador. RAI), Jaime Conde Zurita (RAI), Margarita García Vila (ONGD Bosque  
y Comunidad), Helena Gómez Mac Pherson (Instituto de Agricultura Sostenible-CSIC), José Alberto  
Pardos Carrión (RAI), Luis Alfonso Gil Sánchez (RAI), Juan Ángel Mintegui Aguirre (UPM), Alfonso San  
Miguel Ayanz (UPM), José Carlos Robredo Sánchez (UPM), Paula Guzmán Delgado (Cooperadora en  
Tierras Altas de Etiopía). *Académico revisor:* José Alberto Pardos Carrión

7.1 Introducción .....	236
7.2 Las técnicas agrícolas en las comunidades rurales aisladas (Jaime Conde, Elías Fereres Castiel, Helena Gómez Mac Pherson, Margarita García Vila) .....	239
7.3 Los sistemas agroforestales, o la diversificación de estructuras y productos como estrategia para compatibilizar producción y conservación en un medio natural difícil (Alfonso San Miguel) ...	257
7.4 La ordenación y la restauración de las cuencas de montaña con poblaciones aisladas. (Juan Ángel Mintegui Aguirre, José Carlos Robredo Sánchez) .....	264
7.5 Tres vías innovadoras para el aprovechamiento sostenible de los bosques: conservación y uso de recursos genéticos, captura de carbono y obtención de biomasa con fines energéticos. (José Alberto Pardos Carrión) .....	272
7.6 Reforestación de terrenos degradados en las tierras altas de Etiopía. (Luis Alfonso Gil Sánchez, Paula Guzmán Delgado) .....	280

## **CAPÍTULO 8. TERRITORIO Y PAISAJE: LA MATRIZ IMPRESCINDIBLE** ..... 299

Eduardo Crespo de Nogueira y Greer (Coordinador. MARM), Academia Nacional de Ingeniería de Uruguay,  
Josefina Gómez Mendoza (RAI), Santiago González Alonso (UPM), Marta González del Tánago del Río  
(UPM), Ignacio Monfort Quintana (INECO), Eduardo Moyano Estrada (IESA), Blanca Ruiz Franco (MARM)

*Académica revisora:* Josefina Gómez Mendoza

8.1 Introducción (Eduardo Crespo de Nogueira, MARM) .....	300
---	-----

8.2 Paisaje, territorio y recursos en la perspectiva de las comunidades rurales aisladas (Josefina Gómez Mendoza, RAI) .....	302
8.3 Gobernanza, tecnología y cohesión territorial en las áreas rurales (Eduardo Moyano, IESA) ....	xx
8.4 Transformación del paisaje, gestión del territorio y comunidades locales (Santiago González Alonso, UPM) .....	318
8.5 Principios básicos y tecnologías para la restauración de los ecosistemas fluviales (Marta González del Tánagodel Río, UPM) .....	326
8.6 Los SIG, una herramienta para conocer y gestionar el patrimonio natural (Blanca Ruiz, MARM) .	334
8.7 Medio ambiente, territorio, y sus instrumentos en la cooperación al desarrollo en Iberoamérica: de Araucaria a la Ecadert (Eduardo Crespo de Nogueira, MARM) .....	339
8.8 Accesibilidad. Conceptos generales (Ignacio Monfort, INECO) .....	348
8.9 Accesibilidad a las comunidades rurales en los países en desarrollo (Ignacio Monfort, INECO)	351
8.10 Accesibilidad en la AOD. El caso de España (Ignacio Monfort, INECO) .....	357
8.11 Proyecto y construcción de un puente colgante sobre el arroyo Fray Bentos (2005) en Uruguay (Academia Nacional de Ingeniería del Uruguay) .....	360

## **CAPÍTULO 9. POR UNA TECNOLOGÍA PERTINENTE PARA DOTAR DE HABITABILIDAD BÁSICA A LAS COMUNIDADES RURALES AISLADAS** .....

Julián Salas Serrano (Coordinador. CSIC). Belén Gesto Barroso (ETSAM)

*Académico revisor: Ricardo Torrón Durán*

9.1 Tecnología y habitabilidad básica .....	370
9.2 Acotaciones a los contenidos de la ‘habitabilidad básica’ .....	376
9.3 La importancia de los materiales autóctonos .....	388
9.4 Por una manualística de soluciones tecnológicas de habitabilidad básica para el sector rural ...	394
9.5 Nacimiento de un germen de aldea rural aislada en Mozambique tras las inundaciones del año 2000 .....	410

## **CAPÍTULO 10. LOGÍSTICA Y TECNOLOGÍA EN LA ACCIÓN HUMANITARIA** .....

Ruth Carrasco Gallego (Coordinadora. UPM). Jaime Bará Viñas (Cruz Roja Española)

*Académico revisor: Pere Brunet Crosa*

10.1 Introducción .....	428
10.2 Delimitando el concepto y el alcance de la logística humanitaria .....	429
10.3 Las fases de la acción humanitaria de emergencia .....	430
10.4 Características de la logística humanitaria .....	432
10.5 Oportunidades de transferencia de conocimiento entre la logística humanitaria y la logística comercial .....	434
10.6 Sostenibilidad en la acción humanitaria .....	436
10.7 El caso Cruz Roja .....	437
10.8 Conclusiones .....	445

## **CAPÍTULO 11. TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO Y LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO . . . . 449**

Jaime Cervera Bravo (Coordinador. UPM), Agustí Pérez Foguet (UPC), Carlos Mataix Aldeanueva (UPM), Ana Moreno Romero (UPM), José Ignacio Pérez Arriaga (RAI), Jorge Pérez Martínez (UPM)

*Académico revisor:* José Ignacio Pérez Arriaga

11.1 Introducción . . . . .	450
11.2 El mundo globalizado... y en Red . . . . .	450
11.3 El desarrollo como empoderamiento . . . . .	453
11.4 Hacia una ingeniería global responsable . . . . .	454
11.5 El panorama de la formación . . . . .	457
11.6 La investigación e innovación para el desarrollo en técnicas apropiadas a las Comunidades Rurales Aisladas, y su imbricación con la formación . . . . .	459
11.7 Respuestas y recomendaciones para la formación de profesionales orientados a liderar el cambio . . . . .	466

## **CAPÍTULO 12. LAS ORGANIZACIONES ESPAÑOLAS Y EL DESARROLLO DE LAS CRA . . . . . 471**

Ana Moreno Romero (Coordinadora. UPM), Paloma López-Izquierdo Botín (MARM), José Ignacio Pérez Arriaga (RAI), Luis Alberto Petit Herrera (RAI), Eduardo Sánchez Jacob (Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo), Diego Felipe Uribe Rodríguez (UPM)

*Académico revisor:* Luis Alberto Petit Herrera

12.1 Introducción . . . . .	472
12.2 La tecnología como entorno cotidiano y complejo . . . . .	473
12.3 Una nueva ciudadanía global . . . . .	474
12.4 El rol de los ingenieros en el ejercicio profesional . . . . .	474
12.5 Responsabilidad Social Empresarial y Desarrollo Humano . . . . .	476
12.6 Las Alianzas Público Privadas para el Desarrollo . . . . .	478
12.7 El sistema español público de cooperación y el del tercer sector. Marco de intervención en CRA . . . . .	481
12.8 El modelo español de desarrollo territorial como referencia para las CRA . . . . .	484
12.9 Proyecto Etnodiversidad: proyecto piloto de creación de una red de centros de teletrabajo rural . . . . .	487
12.10 Los ingenieros y las comunidades rurales aisladas con bajo índice de desarrollo humano . . . . .	493

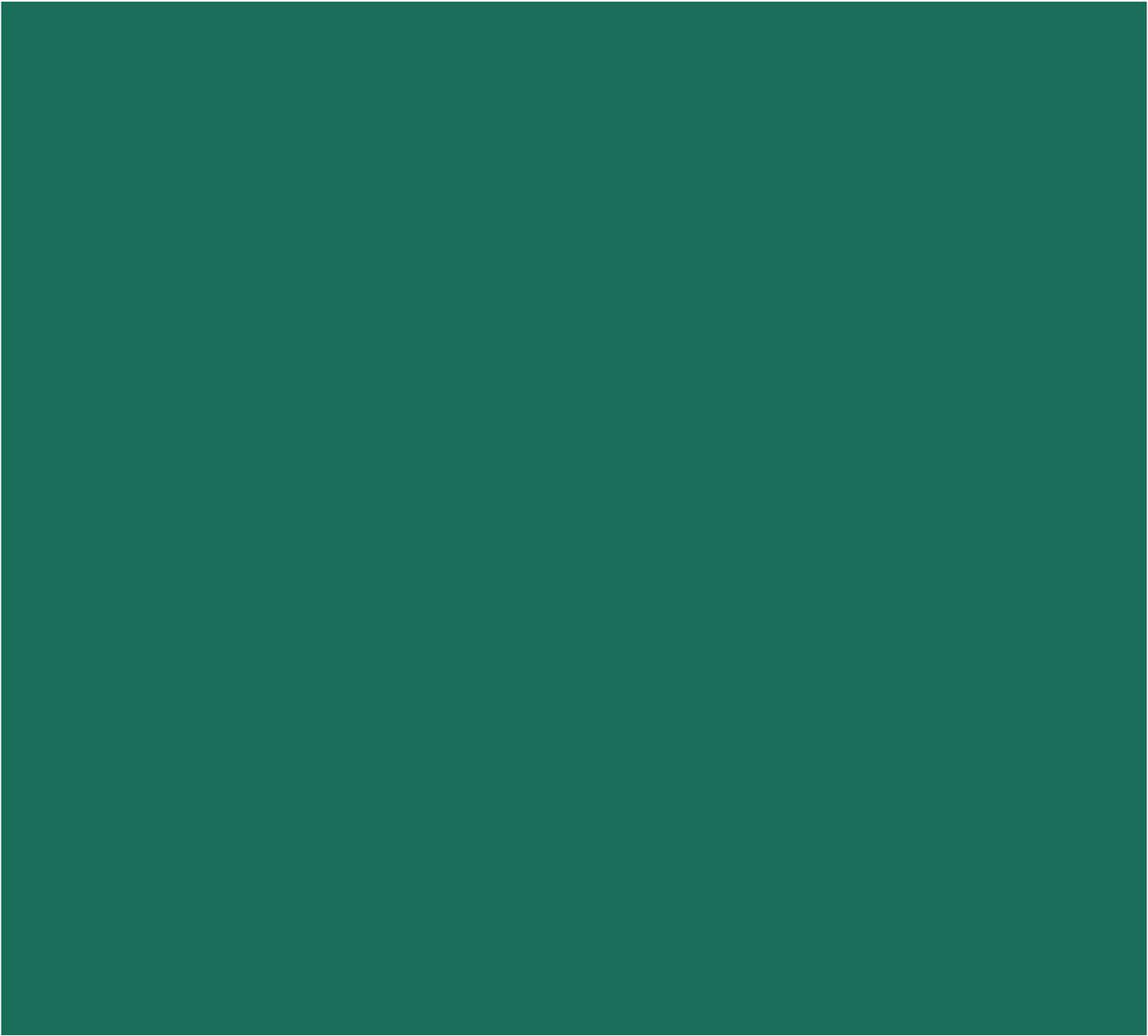
## **CAPÍTULO 13. SÍNTESIS Y REFLEXIONES . . . . . 497**

Coordinadores: José Ignacio Pérez-Arriaga (RAI) y Ana Moreno Romero (UPM)

13.1 Fundamentos del estudio . . . . .	498
13.2 Análisis por sectores . . . . .	501
13.3 Aportaciones a la Agenda del Desarrollo de las CRA desde la tecnología . . . . .	508

## **VISIÓN DE LOS PATROCINADORES . . . . . 515**

## **HAN COLABORADO . . . . . 527**





## PRESENTACIÓN

### **Elías Fereres Castiel**

Presidente de la Real Academia de Ingeniería

**H**ace pocos meses y por vez primera en la historia de la humanidad, los habitantes en las áreas urbanas del Planeta sobrepasaron en número a los que habitan en las zonas rurales. Ello no obstante, las últimas estadísticas indican que la pobreza extrema se concentra de forma muy mayoritaria en el mundo rural de los países menos desarrollados. Uno de los motivos principales del hambre y la pobreza de dichas zonas rurales es su aislamiento físico, lo cual conlleva, además de las dificultades para el suministro de alimentos, una falta de acceso a nuevos conocimientos y experiencias. De hecho, los avances científicos y técnicos de las últimas décadas han sobrepasado a la gran mayoría de esa población ubicada en las comunidades rurales aisladas de muchas partes del mundo. La brecha existente hoy día entre las sociedades urbanas de los países más ricos y los núcleos de población rural de los países pobres, es inmensa y viene ampliándose en las últimas décadas. No se trata solo de una brecha en los ingresos *per capita*; las brechas en educación, bienestar, salud y esperanza de vida continúan agrandándose a pesar de los intentos que países, organis-

mos internacionales y no gubernamentales hacen por ayudar a los más necesitados.

Para cambiar esta situación es preciso paliar y erradicar la pobreza en la que apenas sobreviven muchos habitantes del mundo rural de los países más pobres. En muchos casos, ni siquiera tienen libre acceso a las tierras y recursos que les rodean, debido a las incertidumbres relacionadas con la tenencia de la tierra o creadas por conflictos bélicos locales. Es bien sabido que el desarrollo económico en el mundo rural parte de mejorar su agricultura y luego se expande a otras actividades económicas. No obstante, la capacidad para producir o adquirir suficientes alimentos para erradicar el hambre es una condición necesaria pero no suficiente para mejorar las condiciones de vida en las comunidades rurales pobres. Es necesario crear empleos duraderos que permitan a las familias acceder a un medio de vida estable. Para ello, la ingeniería siendo solo uno de los muchos ingredientes necesarios para alcanzar este objetivo, es un ingrediente que puede hacer la diferencia si se usa en forma apropiada. Es bien sabido que la Revolución Verde

que incrementó en décadas pasadas la productividad agraria de grandes y pequeños productores en varios continentes, particularmente en Asia, apenas ha tenido influencia hasta ahora en el África Subsahariana. Durante varias décadas se han buscado las causas de este hecho diferencial, y sólo en estos últimos años estamos asistiendo a un nuevo desarrollo rural en algunos países africanos, los cuales finalmente han podido solventar las numerosas dificultades que les impedían comenzar el camino al desarrollo. En todos estos casos de éxito, el uso de tecnologías apropiadas y adaptadas a las condiciones locales ha sido útil para alcanzar los objetivos establecidos, dentro de un contexto en el que predomi-

nan los aspectos sociales, institucionales, económicos, culturales y legales.

Este estudio pone el énfasis en destacar el papel que la técnica y la ingeniería pueden jugar en el desarrollo de las comunidades rurales aisladas. Ha supuesto un esfuerzo considerable, tanto en la coordinación de los numerosos autores como en el ensamblaje de los diversos temas y enfoques donde la ingeniería puede aportar soluciones válidas a los problemas que se plantean en las comunidades citadas. Es de desear que este volumen sea útil a todos aquellos que dedican esfuerzos a ayudar a aquellos que verdaderamente están más necesitados en un mundo cada vez menos solidario con los que menos tienen.



## PRÓLOGO

### José Ignacio Pérez Arriaga

Presidente de la Sección de Actividades Científicas y Técnicas de la RAI.

Desde sus orígenes, la ingeniería ha contribuido al progreso económico y social. El aumento del nivel de bienestar que disfruta nuestra sociedad no hubiera sido posible sin la ingeniería y sus profesionales, que han aportado sus conocimientos, su creatividad y sus capacidades al desarrollo de procesos, productos y servicios que han mejorado la calidad de vida de las personas. La ingeniería, además, ha sabido adaptarse a los cambios que se han ido produciendo en la sociedad, y no ha eludido el compromiso con los principales problemas que en cada momento histórico reclamaban su implicación.

El presente Estudio de la Real Academia de Ingeniería (RAI) examina la contribución de la tecnología al desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas (CRA), con el fin de proponer iniciativas y soluciones. El tema ha merecido la atención de la RAI por los formidables retos que, desde la perspectiva tecnológica, la tarea presenta, y que tienen su origen en las características específicas de estas comunidades.

Las CRA constituyen un conjunto muy amplio y diverso, con muy distintas formas de vida que, en conse-

cuencia, presentan diferentes retos en relación con la tecnología y el desarrollo. Sin embargo fundamentalmente les une la pobreza y la ausencia de unas infraestructuras básicas, el mínimo necesario para alcanzar unos niveles dignos de bienestar.

La condición de aislamiento de una comunidad viene definida por la falta de desarrollo y conectividad de las infraestructuras y provisión de servicios, así como por el aislamiento político y administrativo. A pesar de su gran diversidad, las CRA tienen en común el hecho de haber conseguido un muy notable modelo de subsistencia en condiciones adversas, pudiendo mantener una identidad cultural que les ha permitido sobrevivir a los innumerables ataques de los que han sido objeto a lo largo del tiempo.

A efectos del presente Estudio debe destacarse la carencia de infraestructuras de suministro de agua, saneamiento, energía y telecomunicaciones en las CRA, junto con un bajo nivel de asistencia de salud, educación y cultura. Como consecuencia de su aislamiento, en las CRA frecuentemente existen problemas de hambre,

salud, educación, mortalidad infantil y deterioro del entorno medioambiental, a los que la tecnología podría aportar soluciones que hoy están disponibles y que, por razones diversas que se analizan en este Estudio, no están al alcance de las personas que habitan en estas comunidades.

La finalidad de este Estudio de la RAI sobre las “Tecnologías para el desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas” es promover iniciativas y soluciones que ayuden a impulsar nuevas formas de desarrollo en las comunidades y pequeños núcleos rurales que carecen de servicios esenciales tales como agua, telecomunicaciones y electricidad. Este fin, que en definitiva consiste en crear oportunidades para los que se sienten que están aislados y que están lejos de todo menos de la pobreza, está justificado porque es en las CRA donde la tecnología tiene un mayor recorrido por delante para promover el bienestar de las personas y el desarrollo de los pueblos.

Precisamente por su carácter de exclusión y apartamiento –geográfico, de servicios esenciales, político y administrativo– las CRA suponen un considerable reto tecnológico en la consecución –con recursos locales y con frecuencia escasos– de un suministro sostenible de energía, agua y saneamiento, conectividad, comunicaciones y acceso a la información, así como en facilitar un eficiente desarrollo agrícola y forestal, con una utilización respetuosa del territorio y del paisaje, y en permitir una capacidad adecuada de respuesta a las emergencias humanitarias.

El contenido del Estudio cubre un amplio colectivo que, además de las comunidades rurales estrictamente aisladas y en países en desarrollo, incluye muchas otras poblaciones que, sin tener características específicas tan

particulares también carecen, por diversas razones, de los beneficios que la tecnología aporta para el desarrollo y el bienestar.

El título del Estudio hace referencia explícita al *desarrollo humano*. Aquí se ha evitado el ligar el concepto de desarrollo directamente al crecimiento económico, medido en producto bruto, y se ha adoptado el incorporar otras medidas que recogen factores sociales y ambientales más directamente asociados al bienestar de la gente, la equidad y la solidaridad con las generaciones futuras. Se entiende así el desarrollo humano como un proceso de ampliación de capacidades y libertades, de forma que los factores a tener en cuenta son, además del valor del producto interno del país, la esperanza de vida, el nivel educativo, la satisfacción de servicios básicos, la gobernabilidad, la situación de las mujeres o el adelanto tecnológico.

El subdesarrollo de una CRA no siempre requiere la intervención que, desde la perspectiva del mundo desarrollado, parece más adecuada. Una CRA que pudiera calificarse de subdesarrollada puede no sentirse necesitada de intervención, o puede demandar intervención en algunos aspectos puntuales y no en otros. Esto no obsta para seguir afirmando que el acceso a las tecnologías apropiadas presenta un alto potencial de incremento de bienestar en las comunidades y puede ser un elemento clave para la erradicación de la pobreza y sus consecuencias. Pero ha de utilizarse la capacidad organizativa de las propias comunidades, pues una mejora tecnológica introducida en una CRA no será permanente si no es asimilada y asumida como propia por la comunidad beneficiada, lo que requiere tiempo, paciencia y seguimiento.

El Estudio evita concentrarse en la búsqueda de soluciones específicas para comunidades concretas y en cambio trata de pasar del concepto de Proyecto al de Programa y de ahí al concepto de servicio, sostenible y escalable, en un ámbito amplio espaciotemporal. El problema económico que subyace en las actuales carencias de dotaciones de las CRA tiene que resolverse, en cada caso, con un criterio definido y justo entre aportaciones desde presupuestos públicos y desde la eficiente prestación de los servicios por parte de empresas y organizaciones sociales implicadas.

El Estudio comienza con un primer bloque de tres capítulos en los que se ofrece una reflexión sobre una correcta aproximación al concepto de desarrollo humano, se analizan los factores que caracterizan a las CRA y se examinan las características que deben reunir las tecnologías apropiadas y la innovación para el desarrollo humano.

A continuación, en la parte principal del Estudio, se dedica un conjunto de capítulos a examinar las contribuciones de las distintas tecnologías en la mitigación de las distintas carencias que sufren las CRA.

Se comienza por el suministro de energía, pues existe un consenso universal en que el acceso a formas eficientes de energía –electricidad para iluminación y comunicación, y combustibles y dispositivos adecuados para el calentamiento y el cocinado– es imprescindible para el desarrollo humano, la eliminación de la pobreza, y el logro de los Objetivos del Milenio.

El acceso al suministro de agua potable y saneamiento es igualmente esencial, de forma que nadie debiera quedar excluido, en consonancia con el derecho humano al agua, y los servicios debieran ser sostenibles con carácter indefinido, lo que tiene importantes implica-

ciones para el compromiso de las comunidades y para los diversos actores que participan en las intervenciones en agua y saneamiento.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) deben ser un factor decisivo del desarrollo humano de las comunidades rurales más aisladas. La telefonía móvil ha abierto la posibilidad de romper el aislamiento y acercar Internet de una forma más generalizada a la población de los países más empobrecidos y a sus zonas rurales más remotas. Las TIC facilitan la integración regional, la difusión de las mejores prácticas y permiten emprender iniciativas de impacto económico y social en los países en vías de desarrollo, dinamizando la participación política en las zonas más aisladas y proporcionando cauces de participación e inclusión social y productiva.

Las mejoras tecnológicas para el desarrollo agrícola y forestal deben proporcionar la subsistencia básica de las CRA, así como facilitar un posible potencial comercial, sin descuidar la seguridad alimentaria de las comunidades. Es asimismo esencial subrayar la importancia que para las comunidades tiene una adecuada gestión y conservación de los bosques.

La aplicación de las medidas tecnológicas debe considerar el territorio y el paisaje de forma unitaria, minimizando la fragmentación y potenciando la cohesión. Las formas de gobernanza son críticas en los procesos de planificación y gestión del territorio. La accesibilidad, resultado de la política de transporte, es especialmente significativa para las CRA comunidades rurales aisladas, y guarda estrecha relación con la gestión territorial.

La habitabilidad básica, debe ser entendida como el conjunto de estructuras físicas elementales: gérmenes de viviendas y cobijos; espacios públicos; infraestructuras de

agua; saneamiento y energía; servicios de educación y salud; espacios productivos y de ocio que, tanto en su referente social como económico, satisfacen las necesidades esenciales de residencia de todas las personas. La atención a un proceso urbanístico que garantice un conjunto de mínimos admisibles es otro de los aspectos esenciales a considerar en el desarrollo de las CRA.

Finalmente el Estudio contempla la aportación de la tecnología en la prevención y mitigación de las emergencias humanitarias. Las CRA son especialmente vulnerables ante catástrofes, no sólo por la conocida relación entre pobreza y vulnerabilidad, sino también por la falta de infraestructuras que permitan acceder de forma rápida a las comunidades afectadas.

Los últimos capítulos del Estudio están dedicados a la aportación a la agenda del desarrollo de las CRA desde la tecnología, a la concienciación ciudadana y a la formación de los ingenieros. El examen de las ideas más sobresalientes en el Estudio de cada uno de los sectores analizados permite realizar aportaciones a la agenda del desarrollo de las CRA desde el valor que aporta la tecnología. En el estudio no se pretende abordar una agenda completa del tratamiento de las CRA, ni siquiera en los aspectos tecnológicos. Sin embargo, sí se trata de ofrecer una visión de conjunto, destacando los aspectos transversales comunes a los sectores analizados, y proponiendo algunas reflexiones desde la tecnología y desde la ingeniería.

Es de esperar que el Estudio contribuya a la comprensión en profundidad de la realidad de las CRA por parte de los profesionales de la ingeniería, de forma que les proporcione una mayor visión global y facilite el logro de un mayor impacto sobre el desarrollo humano de las tecnologías y de los servicios con los que trabajan. El

Estudio manifiesta que los ingenieros, desde administraciones, universidades, empresas y ONG tienen hoy la oportunidad de demostrar que es “técnicamente posible” resolver muchas de las carencias que hoy sufren los millones de personas a quienes la pobreza les priva de sus derechos fundamentales. Si con este Estudio se consigue que un mayor número de profesionales de la ingeniería entiendan los aspectos sociales, ambientales, económicos y tecnológicos para apoyar el desarrollo de las CRA y, a la vez, la importancia de su implicación personal como profesionales y ciudadanos, la Real Academia de Ingeniería de España habrá aportado su grano de arena a la lucha contra la pobreza.

Como Académico responsable del Estudio en su conjunto quiero expresar mi agradecimiento a las Juntas de Gobierno de la RAI, tanto la saliente como la entrante durante el periodo de realización del Estudio, por haberlo apoyado en todo momento; a los muchos Académicos que, de una forma u otra, se han involucrado en el Estudio, como autores de capítulos, como revisores o simplemente prestando su apoyo y amistad; a los autores y coordinadores de los distintos capítulos por la aportación de sus conocimientos, su paciencia y flexibilidad para adaptarse a limitaciones de espacio, estilo y plazos; a M<sup>a</sup> Flora Herreros y Ana Balmaseda por la excelente labor de coordinación; a Diego Uribe por su dedicación y entusiasmo en convertir las aportaciones de múltiples autores en un material editable; y muy especialmente, a Ana Moreno Romero y a Luis Alberto Petit Herrera que, de nuevo en este segundo Estudio, han vuelto a derrochar conocimientos, imaginación, tiempo y mano izquierda, y con sus admirables habilidades de gestión han hecho que este esfuerzo colectivo haya llegado a buen término.



## PREÁMBULO

**Ana Moreno Romero**

Profesora de la UPM. Editora Colaboradora

### La RAI como punto de encuentro para la gestión del conocimiento

La Academia de Ingeniería fue creada en el año 1994 y nace con la vocación de aconsejar y orientar en materias tecnológicas al Estado y a la sociedad. Desde el área de estudios se reflexiona sobre asuntos socialmente interesantes en los que las tecnologías tienen influencia, analizando datos y estableciendo conclusiones y recomendaciones.

En este marco se ha desarrollado el estudio sobre “*Tecnologías para el desarrollo humano de comunidades rurales aisladas*”. Se ha seleccionado este tema por su coincidencia con las líneas identificadas de interés para la RAI, por la magnitud del problema, por el potencial que la aplicación de tecnologías tiene para reducir la marginación de estas poblaciones y por la novedad y potencial utilidad de un estudio en profundidad sobre este asunto. Los objetivos que han orientado este trabajo son:

- Analizar el papel que las tecnologías, tanto nuevas como existentes, pueden tener en el desarrollo de comunidades rurales aisladas.

- Lanzar un debate en las administraciones, universidades y empresas involucradas en los distintos sectores afectados –suministro de agua, de energía, de comunicaciones y otras tecnologías básicas– sobre la necesidad de buscar y aplicar las tecnologías más adecuadas para resolver este problema de forma realista, tratando de recoger las diferentes perspectivas del norte y del sur.
- Reflexionar sobre el papel que juega la educación de los ingenieros e ingenieras en la generación de conocimiento y en la identificación de soluciones.

El estudio ha sido un trabajo cooperativo entre la RAI, empresas y diversas instituciones, con un conjunto de contribuciones de especialistas, seleccionadas y dirigidas por un Comité Gestor del estudio compuesto por académicos y representantes de algunas de las entidades participantes, con especial relevancia de las ONGDs Energía sin Fronteras (EsF) e Ingeniería sin Fronteras (IsF). Algunos expertos provienen del ámbito de la cooperación al desarrollo, otros del de los secto-

res analizados (rural, energético, agua, Tecnologías de la Información y la Comunicación, agrario, forestal, ganadero, fluvial...). El desafío fundamental ha sido encontrar un diálogo productivo entre las necesidades de comunidades rurales asiladas pobres y las experiencias y tecnologías aplicadas en zonas rurales en entornos desarrollados. Para ello se han celebrado numerosas reuniones de debate, cuatro globales y otras muchas por capítulos.

Con esa confluencia de conocimiento previo, debate colectivo, análisis específicos y elaboración de informes, no había duda de que la materia prima estaba garantizada. Han contribuido 61 autores: 17 académicos, 13 profesores de universidad, 7 representantes de instituciones, 14 de ONG y 10 profesionales de empresas. Conseguir que el estudio reúna todas estas aportaciones con un adecuado hilo conductor, ha supuesto un ejercicio de creatividad y flexibilidad por parte de los participantes y, muy especialmente, de los coordinadores de capítulo. La aportación de otras Academias Iberoamericanas, la de Brasil, Uruguay, Ecuador y Venezuela, ha permitido fortalecer los mensajes del estudio en lo que se refiere a la comunidad iberoamericana.

Una parte fundamental del estudio es la posibilidad de enriquecer los puntos de vista, que se recogen en los distintos capítulos, con experiencias prácticas provenientes de la Administración, universidades, de las ONG y de las empresas. El conocimiento aportado desde el Ministerio de Medio Rural y Marino, las Universidades Politécnica de Madrid, Politécnica de Cataluña, ICAI de la Pontificia Comillas, EsF, IsF, Cruz Roja, Aula de Solidaridad, Telefónica, Endesa, Indra, Acciona, Canal de Isabel II, entre otras, es la base para que este estudio sea una realidad.

Han sido 12 meses de intenso trabajo colectivo, con el que la Real Academia de Ingeniería refuerza su compromiso de punto de encuentro del conocimiento técnico al servicio de la sociedad.

Como editora colaboradora de esta publicación de la RAI, llevada a cabo por la Sección de Actividades Científicas y Técnicas, cuyo académico responsable es José Ignacio Pérez Arriaga, quiero agradecer el conocimiento, el tiempo y el talento que los 68 autores ha aportado a este estudio "Tecnologías para el desarrollo humano de comunidades rurales aisladas".

