

# Mejora de Tecnologías Energéticas Apropriadas en Zonas Rurales

Líneas de investigación GRECDH-ESF

Enero 2009 - Junio 2010

## **Autores:**

Enrique Velo García

Laia Ferrer Martí

Ivet Ferrer Martí

Daniel Clos Costa

Oriol Gomis Bellmunt

Guillermo Martín Segura



Grup de Recerca en Cooperació i  
Desenvolupament Humà - GRECDH  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



**Enginyeria**  
Sense Fronteres

Barcelona, Julio 2009

## Tabla de contenidos

1. Contexto .....	4
2. Actores.....	4
3. Líneas de Trabajo.....	5
3.1. Mejoras técnicas de microaerogeneradores .....	5
3.1.1. Estudios mecánicos .....	5
3.1.1.1. Objetivos .....	5
3.1.1.2. Actividades.....	5
3.1.2. Estudios eléctricos .....	6
3.1.2.1. Objetivos .....	6
3.1.2.2. Actividades.....	6
3.1.3. Estudios electrónicos .....	6
3.1.3.1. Objetivos .....	6
3.1.3.2. Actividades.....	6
3.1.4. Estudio de tecnologías de fabricación .....	6
3.1.4.1. Objetivos .....	6
3.1.4.2. Actividades.....	6
3.1.5. Instalaciones de experimentación.....	6
3.1.5.1. Objetivos .....	6
3.1.5.2. Actividades.....	7
3.2. Metodologías de intervención.....	7
3.2.1. GIS .....	7
3.2.1.1. Objetivos .....	7
3.2.1.2. Actividades.....	7
3.2.2. Evaluación del viento .....	7
3.2.2.1. Objetivos .....	7
3.2.2.2. Actividades.....	7
3.2.3. Modelos de toma de decisiones .....	7
3.2.3.1. Objetivos .....	7
3.2.3.2. Actividades.....	7
3.3. Bioenergía .....	8
3.3.1. Biodigestores .....	8
3.3.1.1. Objetivos .....	8
3.3.1.2. Actividades.....	8
3.3.2. Gasificación de biomasa.....	8
3.3.2.1. Objetivos .....	8
3.3.2.2. Actividades.....	9
4. Programación Período Enero 2009 - Junio 2010.....	10

## Listado de acrónimos

DEM, Departamento de Ingeniería Mecánica, Barcelona, UPC.

ENISER, Programa de Energía y Servicios Básicos de SP-ITDG, Perú.

ESAB, Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, Barcelona, UPC.

ETSECCPB, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos Canales y Puertos de Barcelona, UPC.

ETSEIB, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, UPC.

IIFIEE, Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, de la UNI.

UdG, Universidad de Girona, Girona, España.

UNC, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

UNI, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

UPC, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

UPRG, Universidad Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo, Perú.

URV, Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, España.

GRECDH, Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano, de la UPC.

SP-ITDG, Soluciones Prácticas- Intermediate Technology Development Group, Perú.

## 1. Contexto

Los organismos de desarrollo más importantes a nivel mundial han reconocido el papel fundamental que juega la provisión de servicios energéticos asequibles y fiables en el fomento del Desarrollo Humano y en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. La electricidad es una forma avanzada de energía que contribuye de forma efectiva a la mejora de las condiciones de vida de las personas a través de la mejora en servicios como la iluminación nocturna (pública y doméstica), el acceso a la información y las comunicaciones, el acceso al agua potable y al saneamiento, la salud y la educación, así como a través de la oportunidad de generación de ingresos y puestos de trabajo. Asimismo, puede contribuir de forma eficiente al fortalecimiento social, al fomento de la equidad y al empoderamiento de las mujeres.

Desde el último cuarto del S.XX, los gobiernos han estado intentando extender los servicios eléctricos desde los centros de demanda altamente concentrados a las áreas rurales mediante la extensión de la red eléctrica. Pero, a medida que la red se ha ido extendiendo, el coste de conexión de cada familia ha ido incrementándose hasta alcanzar costes inviables. Debido a ello, actualmente son los pequeños sistemas descentralizados de suministro eléctrico los que se configuran como económicamente más favorables para la electrificación rural.

Existe, sin embargo, un amplio consenso entre los promotores energéticos de que todavía existen grandes barreras que impiden una amplia diseminación de los pequeños sistemas descentralizados basados en el aprovechamiento de fuentes renovables de energía en los Países en Desarrollo. Entre estas barreras destacan la falta de: tecnologías asequibles y apropiadas (las actuales tienen costos iniciales muy elevados o baja fiabilidad), mecanismos de financiación asequibles, capacidad para operar y mantener los sistemas una vez puestos en marcha y marcos legales e institucionales apropiados (se puede ver su influencia en el árbol de problemas mostrado más adelante).

El mercado rural para la generación descentralizada de electricidad se puede dividir en cuatro categorías: 1) Grupos concentrados (pueblos desde unas decenas de habitantes a ciudades de unos pocos miles de familias); 2) Grupos de familias que viven cerca unas de otras (desde unidades a unas pocas decenas de familias) y familias dispersas que viven en granjas; 3) Demandas institucionales como centros de salud, escuelas, iglesias, centros comunitarios y otros; y 4) Pequeños negocios agropecuarios. La primera categoría requiere de pequeñas unidades de generación descentralizada con mini redes de distribución, mientras que las otras tres requieren unidades mucho más pequeñas. Para suplir estas demandas, bajas y dispersas, es extremadamente importante que los sistemas de generación sean asequibles y que exista capacidad local para operarlos y mantenerlos.

Los sistemas modulares fotovoltaicos han tenido una amplia diseminación en el sector de población dispersa durante las dos décadas pasadas, con rangos de potencia entre 20 y 50 Wp y, ocasionalmente, de 75 o 100 Wp. El rápido avance en el uso de sistemas fotovoltaicos en áreas rurales se ha debido principalmente al constante trabajo de promoción de los grandes fabricantes (lobby) y a la buena receptividad que han encontrado en el seno de la Cooperación Internacional al Desarrollo.

En este contexto, los pequeños aerogeneradores también pueden contribuir a la provisión de servicios eléctricos para la población dispersa de las zonas rurales en los Países en Desarrollo, tanto para uso doméstico como para pequeños usos productivos o sociales. No obstante, existen muy pocos fabricantes en el mundo que comercialicen sistemas de generación eléctrica en el rango de 50 a 500W, casi todos en países industrializados y con altos costos de producción, lo que los hace técnicamente inasequibles para la población rural pobre de los Países en Desarrollo.

## 2. Actores

**Practical Action** ha desarrollado durante los últimos años varios prototipos de sistemas de aerogeneración de baja potencia (100, 200W) que han sido probados en Sri Lanka, Perú y Nepal con gran aceptación por parte de los usuarios y con buenos beneficios sociales y económicos. Sin embargo, los sistemas han mostrado algunas dificultades técnicas y fallos. Los sistemas eólicos se encuentran entre los sistemas de generación técnicamente más complejos debido a su exposición a velocidades de viento muy variables y a condiciones de entorno de instalación muy duras. Conscientes de ello, los diseñadores y promotores tienen la visión de que para disponer de una tecnología apropiada y robusta, se necesitan todavía algunos ajustes de diseño en el ámbito de la ingeniería, así como de trabajos de

investigación social. Estos últimos hacen referencia a la contribución de los pequeños aerogeneradores a los beneficios sociales y a las formas de ganarse la vida de las personas en las zonas rurales, así como a los aspectos organizativos para gestionar los sistemas de forma sostenible.

**Enginyeria Sense Fronteres** cuenta desde 2003 con un grupo especializado en Energía y Desarrollo Humano. Actualmente está ejecutando el "Programa Andino de Electrificación Rural y Acceso a las Energías Renovables". Una de las líneas de trabajo de éste es "Acceso universal a los servicios energéticos sostenibles". ESF trabaja conjuntamente con Soluciones Prácticas-ITDG y con otras contrapartes locales en Perú y Ecuador en el desarrollo de capacidades en el ámbito de las tecnologías energéticas que aprovechan fuentes renovables de energía, y en la implantación de proyectos piloto de abastecimiento de energía mediante tales tecnologías, principalmente con energía solar fotovoltaica y con pequeños sistemas de aerogeneración.

La **Universitat Politècnica de Catalunya** tiene un gran potencial investigador y de desarrollo tecnológico y un gran potencial humano y tradición en la Cooperación para el Desarrollo. En febrero de 2006 se aprobó la constitución de un Grupo de Investigación en Cooperación para el Desarrollo Humano (GRECDH). Este es un grupo transversal en el que participan profesores e investigadores de diversos departamentos universitarios y entre cuyos objetivos se encuentra "la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación en tecnologías apropiadas para el desarrollo humano para obtener resultados transferibles que faciliten la modernización productiva y mejoren la calidad de vida de las personas en los países en desarrollo". El grupo de investigación cuenta con un área de energía que aglutina investigadores con experiencia y capacidades en el desarrollo e implantación de tecnologías energéticas que usan fuentes renovables de energía.

Los diferentes contactos llevados a cabo últimamente entre estas tres instituciones han puesto de manifiesto las sinergias que pueden surgir del trabajo conjunto entre organizaciones de desarrollo e instituciones académicas en los ámbitos de generación y difusión de conocimiento y de investigación, desarrollo e innovación. Es por ello que las tres instituciones han mantenido contactos y han convenido colaborar en un marco de trabajo estable las líneas que este documento detalla.

### **3. Líneas de Trabajo**

#### **3.1. Mejoras técnicas de microaerogeneradores**

##### **3.1.1. Estudios mecánicos**

###### **3.1.1.1. Objetivos**

- Desarrollar un modelo de simulación mecánica de aerogeneradores de baja potencia.
- Estudiar analíticamente el sistema de regulación/protección por cola plegable.
- Estudiar la interacción de los sistemas de regulación eléctricos y mecánicos.
- Proponer mejoras en el diseño mecánico que aumenten la confiabilidad y el rendimiento de aerogeneradores de baja potencia

###### **3.1.1.2. Actividades**

- Desarrollo un modelo de simulación mecánica de aerogeneradores de baja potencia (con ADAMS).
- Validación el modelo con los datos tomados en las instalaciones experimentales (túnel de viento)
- Estudios analíticos del sistema de protección con cola plegable y su interacción con la regulación eléctrica
- Propuesta de mejoras en el diseño mecánico de aerogeneradores de baja potencia
- Construcción de un prototipo de aerogenerador de baja potencia mejorado

### **3.1.2. Estudios eléctricos**

#### **3.1.2.1. Objetivos**

- Desarrollar un modelo de simulación eléctrico de aerogeneradores de baja potencia
- Proponer mejoras en el diseño de un convertidor eléctrico que permita optimizar el rendimiento de aerogenerador regulando su funcionamiento siempre en el punto de máxima Cp.

#### **3.1.2.2. Actividades**

- Desarrollo un modelo de simulación eléctrica del sistema aerogenerador-convertidor eléctrico de aerogeneradores de baja potencia.
- Construcción de un preprototipo de convertidor y de un banco de ensayos que permita su validación.
- Propuesta de mejoras en la construcción del aerogenerador y el convertidor.
- Construcción de un prototipo de aerogenerador de baja potencia mejorado
- Contacto con una universidad u otro organismo o institución peruana que se encargue conjuntamente con SP-ITDG, GRECDH i CITCEA-UPC del desarrollo de un convertidor funcional adecuado al mercado peruano.

### **3.1.3. Estudios electrónicos**

#### **3.1.3.1. Objetivos**

- Desarrollar un datalogger de bajo coste

#### **3.1.3.2. Actividades**

- Construcción de un prototipo de datalogger de bajo coste
- Vista a Perú, validación del prototipo y exposición del trabajo realizado a SP-ITDG
- Contacto con una universidad, organismo o institución peruana que se encargue conjuntamente con SP-ITDG, GRECDH i CITCEA-UPC del desarrollo del datalogger.
- Seguimiento del trabajo realizado por la universidad, organismo o institución que se encargue de su desarrollo

### **3.1.4. Estudio de tecnologías de fabricación**

#### **3.1.4.1. Objetivos**

- Fabricación
- Componentes eléctricos/electrónicos

#### **3.1.4.2. Actividades**

### **3.1.5. Instalaciones de experimentación**

#### **3.1.5.1. Objetivos**

- Disponer de instalaciones experimentales para:
  - validación de modelos
  - obtención experimental de las características de los aerogeneradores

- realización de ensayos de campo de fiabilidad

### **3.1.5.2. Actividades**

- Construcción y puesta en marcha de un túnel de viento en los laboratorios de la UNI en Lima.
  - Adecuación y/o ampliación de los instrumentos de medida
  - Toma de datos experimentales y análisis de los mismos
- Construcción y puesta en marcha de una instalación experimental en el Campus del Baix Llobregat de la UPC.
  - Adecuación y/o ampliación de los instrumentos de medida
  - Toma de datos experimentales y análisis de los mismos
- Construcción y puesta en marcha de un banco de ensayos electro-mecánicos en la UPC.

## **3.2. Metodologías de intervención**

### **3.2.1. GIS**

#### **3.2.1.1. Objetivos**

- Evaluar la utilidad y viabilidad del uso de GIS en programas de electrificación rural.

#### **3.2.1.2. Actividades**

- Estudio de viabilidad técnica que incluye un extenso estudio del estado del arte.

### **3.2.2. Evaluación del viento**

#### **3.2.2.1. Objetivos**

- Evaluar la utilidad y viabilidad del uso de software de simulación de viento en programas de electrificación rural.

#### **3.2.2.2. Actividades**

- Estudio preliminar
  - Análisis y evaluación del software comercial
  - Contacto y colaboración con empresas del sector y otros actores
- Realización de casos de estudio
- Realización de un manual de evaluación de viento a microescala

### **3.2.3. Modelos de toma de decisiones**

#### **3.2.3.1. Objetivos**

- Desarrollar un modelo de ayuda a la toma de decisiones para el diseño de sistemas eólicos o híbridos eólicos/solar, considerando la utilización de microrredes
- Proponer herramientas de decisión y comparación para el diseño de proyectos de electrificación eólicos o híbridos solares/eólicos

#### **3.2.3.2. Actividades**

- Desarrollo de un modelo de diseño de un proyecto eólico, considerado como criterio de optimización el económico

- Desarrollo de un modelo de diseño de un proyecto híbrido eólico/solar, considerado como criterio de optimización el económico
- Estudio comparativo la influencia en la soluciones de la demanda considerada y del tamaño de los aerogeneradores considerados
- Estudio y propuesta de criterios de decisión y comparación para el diseño de proyectos de electrificación eólicos o híbridos solares eólicos
- Desarrollo de un modelo de diseño de un proyecto eólico, considerado como criterio de optimización ponderado
- Desarrollo de un modelo de diseño de un proyecto híbrido eólico/solar, considerado como criterio de optimización el ponderado

### **3.3. Bioenergía**

#### **3.3.1. Biodigestores**

##### **3.3.1.1. Objetivos**

- Evaluar y caracterizar el funcionamiento biodigestores tipo manga
- Estudiar los usos del biogás y del biol producido
- Contribuir a la diseminación de la tecnología de biodigestores de bajo coste en la zona andina.

##### **3.3.1.2. Actividades**

- Construcción de una planta piloto en Cusco, en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), en la que se experimentará y comparará en funcionamiento de los biodigestores frente diferentes concentraciones en la carga orgánica.
- Monitoreo de los biodigestores instalados en Cusco
- Instalación de nuevos biodigestores en Cusco
- Construcción de una planta piloto en Cajamarca, en el INIA, en la que se experimentará y comparará en funcionamiento de diferentes diseños de biodigestores
- Monitoreo técnico de los biodigestores instalados en Cajamarca
- Experimentación y evaluación de los usos de biol en Cajamarca y Cusco (Feb 10-Ago 10)

#### **3.3.2. Gasificación de biomasa**

##### **3.3.2.1. Objetivos**

1. Demostrar la viabilidad técnica, económica, ambiental y social del uso de gasificadores de baja potencia para la electrificación y potenciación de usos productivos en zonas aisladas con abundantes recursos de biomasa, susceptibles de ser gestionados de forma sostenible. (2008-2010)
2. Desarrollar una tecnología propia de gasificación de biomasa apta para la electrificación rural (2009 – 2011).
3. Diseminar la tecnología de gasificación de biomasa, mediante (2011-2015)
  - a. Transferencia de tecnología a fabricantes locales en Cataluña y en países en desarrollo.
  - b. Promoción de la substitución de grupos diesel por gasificadores, tanto en sistemas sólo diesel, como híbridos, en proyectos existentes y en nuevos proyectos.

### **3.3.2.2. Actividades**

1. Realización de estudios de viabilidad (2008-2010)
  - a. Del uso de gasificadores como fuente alternativa de energía
  - b. Del uso de gasificadores en sistemas híbridos con microred de distribución.
2. Promoción y participación (asesoría) en proyectos piloto y demostrativos.(2008-2015)
3. Estudios de I+D en Cataluña (Proyecto CIDEM VALTEC2008)(2009-2011)
4. Transferencia de la tecnología desarrollada en la UPC (2011-2015).

#### 4. Programación Período Enero 2009 - Junio 2010

Líneas	Sub líneas	Recursos humanos	Productos esperados	Colaboración ESF
Mejoras técnicas de microaerogeneradores	Estudios mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesor Daniel Clos, coordinador y responsable de los estudios. (Ene 09-May 10)</li> <li>• Profesor Joan Puig, coordinador y responsable de los estudios. (Ene 09-May 10)</li> <li>• Estudiante Adrián Fisher (curso 2008/09)</li> <li>• Estudiante (curso 2009/10)</li> <li>• Ing. Carles Ponti, experimentación en el túnel de viento (May 09 – Jun 10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponencia al Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica (CIBIM 2009) “Caracterización aerodinámica de un aerogenerador de baja potencia” (Dec 09).</li> <li>• Resultados del modelo y validación en el túnel.</li> <li>• Informe de propuesta de mejora de diseño.</li> <li>• Prototipo mejorado de aerogenerador de baja potencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos técnicos de los equipos utilizados en las comunidades electrificadas de Bolivia. Características, planos, proceso de fabricación y montaje.</li> <li>• Informes de evaluación y monitoreo del funcionamiento de los aerogeneradores en las comunidades electrificadas (El Alumbre, Alto Perú, Bolivia). Fallos mecánicos ocurridos, soluciones adoptadas, mantenimiento, lecciones aprendidas de su uso....</li> <li>• Ayuda en la organización de las posibles visitas.</li> <li>• Contactar con estudiantes interesados en trabajar el tema</li> <li>• Contactar con estudiantes interesados en realizar su proyecto final de carrera o final de master en el proyecto</li> </ul>

	Estudios eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesor Oriol Gomis, coordinador y responsable de los estudios (Jun 09-May 10)</li> <li>• Doctorando Guillermo Martin, (Jun 09-May 10)</li> <li>• Estudiante Alba Colet (Ene 09 - may 09)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PFC Alba Colet “Modelització i control d'un sistema de generació eòlica amb PMSG per sistemes elèctrics aïllats” (May 09)</li> <li>• Ponencia 13th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE 2009). ““Electromechanical Modelling and control of a micro-wind generation system for isolated low power DC micro grids” (set 09)</li> <li>• Diseño de la placa base de un convertidor para aerogeneradores de baja potencia</li> <li>• Banco de ensayos adecuado para la validación de el preprototipo de convertidor</li> <li>• Placa base de convertidor desarrollada por una universidad u otro organismo o institución peruana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de proyecto según construido de las comunidades electrificadas (El Alumbre, Alto Perú, Bolivia)</li> <li>• Informes de evaluación y monitoreo del funcionamiento de los aerogeneradores en la comunidades electrificadas (El Alumbre, Alto Perú, Bolivia)</li> <li>• Datos técnicos de los equipos eléctricos/electrónicos utilizados en las comunidades electrificadas (El Alumbre, Alto Perú, Bolivia) así como experiencia y lecciones aprendidas de su uso.</li> <li>• Ayuda en la organización de las posibles visitas.</li> <li>• Contactar con estudiantes interesados en realizar su proyecto final de carrera o master en el proyecto</li> </ul>
	Estudios Electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doctorando Guillermo Martin, coordinador y responsable de los estudios (Ene 09-May 10)</li> <li>• Profesor Oriol Gomis, (Ene 09-May 10)</li> <li>• Estudiant Josep Fontseca Dalmau (UdG)</li> <li>• Estudiant Robert Camós Vidal (UdG)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de dos PFCs</li> <li>• Diseño de la placa base realizado por los estudiantes de la UdG</li> <li>• Curso sobre el diseño y construcción del datalogger dirigido a SP-ITDG y al organismo o institución peruana encargado de desarrollarlo conjuntamente con ellos</li> <li>• Propuesta de mejoras del datalogger diseñado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de evaluación y monitoreo del funcionamiento de los aerogeneradores en la comunidades electrificadas (El Alumbre, Alto Perú, Bolivia)</li> <li>• Información sobre los datos técnicos de los equipos eléctricos/electrónicos utilizados en las comunidades electrificadas (El Alumbre, Alto Perú, Bolivia) así como experiencia y lecciones aprendidas de su uso.</li> <li>• Ayuda en la organización de las posibles visitas.</li> <li>• Contactar con estudiantes interesados en realizar su proyecto final de carrera o master en el proyecto</li> </ul>
	de Tecnologías Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesor Daniel Clos, coordinador y responsable de los estudios. (Ene 09-May 10)</li> <li>• Profesor Oriol Gomis, coordinador y responsable de los estudios (Jun 09-May 10)</li> <li>• Doctorando Guillermo Martin, (Jun 09-May 10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe sobre el estado actual de las tecnologías de fabricación y propuestas de mejora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes y caracterización de las tecnologías de fabricación utilizadas en la construcción de los aerogeneradores en Bolivia.</li> <li>• Coordinación de una visita de la profesora Laia Ferrer al taller de fabricación.</li> </ul>

	Instalaciones de experimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesor Daniel Clos, coordinador y responsable del seguimiento de los estudios en túnel de viento.</li> <li>• Profesor Lluís Batet, coordinador y responsable de la fase de construcción de la instalación experimental del Campus del Baix Llobregat.</li> <li>• Profesor Joan Puig, colaborador en las instalaciones experimentales en Barcelona.</li> <li>• Profesor Oriol Gomis, coordinador y responsable del banco de ensayos electro-mecánicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones experimentales en funcionamiento.</li> <li>• Datos experimentales para la validación de modelos y caracterización de los aerogeneradores.</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
de Metodologías intervención	GIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesor Enrique Velo, coordinador y responsable de los estudios. (Ene 09-Jun 10)</li> <li>• Profesora Laia Ferrer, (Ene 09-Jun 10)</li> <li>• Estudiante de Master Maribel UPC Maribel Maldueño (Ene 09-Dic 10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PFM Maribel Maldueño</li> <li>• Manual</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>

	Evaluación del viento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesora Laia Ferrer, coordinadora y responsable de los estudios (ene 09- jun 10)</li> <li>• Estudiante de master UPC Matteo Ranaboldo, (ene 09- jul 09)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto Final de Master del estudiante Matteo Ranaboldo: "Evaluación del recurso eólico a micro-escala. Aplicación a proyectos de electrificación rural". (Jul 09)</li> <li>• Ponencia al II Congreso UPC Sostenible: "Avaluació de recurs i disseny de sistemes micro-eòlics er a l'electrificació rural". (jul 09)</li> <li>• Ponencia al International Workshop On Small Wind Energy for Developing Countries:"Wind resource estimation and siting of turbines in a village electrification project." (Set 09)</li> <li>• Manual de evaluación de viento (jul 09)</li> <li>• Mapas de viento de las comunidades a electrificar con eólica</li> <li>• Ponencia presentada al ELPAH</li> <li>• Artículo publicado en revista científica</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministrar información sobre las comunidades a electrificar con eólica (información según especificado en el manual de evaluación de viento)</li> <li>•</li> </ul>
--	-----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Modelos de toma de decisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesora Laia Ferrer, coordinadora y responsable de los estudios (ene 09- jun 10)</li> <li>• Estudiante de ETSEIB UPC Gregori Miquel Capó (ene 09- dec 09)</li> <li>• Estudiante de master UPC Jorge Luís Ochoa (ene 09- dec 09)</li> <li>• Estudiante de ETSEIB UPC Bruno Domenech (ene 10- jul 10)</li> <li>• Productos esperados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuestas de diseño de electrificación de las comunidades a electrificar a partir de la información necesaria, según modelo)</li> <li>• Ponencia al congreso Congreso en Ingeniería en Organización (CIO 2009): "Un modelo de ubicación de microaerogeneradores para el diseño de proyectos de electrificación rural con energía eólica". (set 09)</li> <li>• Presentación de ponencia al 23 European Conference on Operational Reserach (EURO 2009): "An optimization model to site solar and wind generators in a village electrification project" (jul 09)</li> <li>• Resum enviat i acceptat al International Workshop On Small Wind Energy for Developing Countries: "El Alumbre: Design, Implementation and Management of a Community Small-scale Wind Generation Project"</li> <li>• PFC Gregori Miquel Capó (Dec 09)</li> <li>• PFM Jorge Luis Ochoa (Dec 09).</li> <li>• PFC Bruno Doménech (Jul 10).</li> <li>• Artículo publicado en revista científica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación de una visita de la profesora Laia Ferrer a la comunidad electrificada en Bolivia</li> <li>• Información sobre las comunidades a electrificar/estudiar (según modelo y documentación).</li> <li>• Informes según construido del proyecto de aerogeneradores individuales (El Alumbre)</li> <li>• Informes de evaluación y monitoreo del proyecto de aerogeneradores individuales (capacitaciones, modelo de gestión, demanda/necesidades cubiertas, energía generada)</li> <li>• Informes déficit e ideas a mejorar en la implementación de sistemas individuales</li> <li>• Informes según construido del proyecto de microrred (Alto Perú)</li> <li>• Informes de evaluación y monitoreo del proyecto de electrificación con microrred (capacitaciones, modelo de gestión, demanda/necesidades cubiertas)</li> <li>• Informes déficit e ideas a mejorar en la implementación de sistemas con microrredes</li> <li>• Informes según construido del proyecto de Bolivia</li> <li>• Informes de evaluación y monitoreo del proyecto de Bolivia (capacitaciones, modelo de gestión, demanda/necesidades cubiertas, energía generada)</li> <li>• Informes déficit e ideas a mejorar en la implementación del proyecto de Bolivia</li> </ul>
--	-------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Bioenergía	Biodigestores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesora Ivet Ferrer, coordinadora y responsable de los estudios. (Ene 09-Jun 10)</li> <li>• Investigadora Post-Doctoral UPC Marianna Garfi (May 09-Dic 09)</li> <li>• Investigadora Doctoral ETSECCPB UPC Enrica Uggetti (Feb 09-Mar 09)</li> <li>• Investigador Ingeniero Davide Poggio (Oct 08-Ago 09)</li> <li>• Investigadora Ingeniera Montse Martínez (Jun 09-Ago 09)</li> <li>• Estudiante Ingeniería ETSECCPB UPC Toni Mas (Jul 08-Nov 08)</li> <li>• Estudiante Ingeniería ETSEIB UPC Thibaut Perigault (Feb 09-Ago 09)</li> <li>• Estudiante Ingeniería ETSEIB UPC Jordi Ayala (Feb 09-Ago 09)</li> <li>• Estudiante Master ESAB UPC Nora Ydalga (Jul 09-Ago 09; Feb 10-Jun10)</li> <li>• Estudiante Master ESAB UPC Pau Gelman (Jul 09-Ago 09; Feb 10-Jun 10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe Técnico de Enrica Uggetti: "Producción y calidad de biogás: estudio comparativo entre biodigestores andinos" (mayo 09)</li> <li>• Informe Técnico de Marianna Garfi sobre el proyecto en Cajamarca (2009)</li> <li>• Informe Técnico de Davide Poggio sobre el proyecto en Cusco (2009)</li> <li>• Informe Técnico de Nora Hidalgo y Pau Gelman sobre la evaluación preliminar del biol en Cajamarca y Cusco (2009)</li> <li>• Manual de implementación de biodigestores, aprovechamiento del biogás y del biol (2010)</li> <li>• PFC Toni Mas (2009)</li> <li>• PFC Thibault Perigault (2009)</li> <li>• PFC Jordi Ayala (2009)</li> <li>• Tesina Master Nora Hidalgo (2010)</li> <li>• Tesina Master Pau Gelman (2010)</li> <li>• Ponencia al II Congreso UPC Sostenible: "Producció de biogàs a partir de residus orgànics en biodigestors de baix cost" (Jul 09)</li> <li>• Ponencia al Simposio Latinoamericano del Congreso Anual de la International Solid Waste Association (ISWA 2009): "Biogas production in low-cost biodigesters at high altitude" (Oct 09)</li> <li>• Artículos publicados en revistas científicas o de divulgación (2-3)</li> <li>• Organización de la II Jornada de Biodigestores Familiares de Bajo Coste en la UPC (Dic 10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo en la instalación de la planta piloto de Cajamarca (May 09-Ago 09)</li> <li>• Apoyo en el funcionamiento y monitoreo de la planta piloto de Cajamarca</li> <li>• Apoyo en el monitoreo técnico de los biodigestores instalados</li> <li>• Apoyo en las visitas de identificación a las zonas donde podría experimentarse con el biol en Cajamarca (Ago 09)</li> <li>• Apoyo en la experimentación con el biol (Ene 10-Jun 10)</li> <li>• Informes de evaluación y del impacto social de los biodigestores instalados en Cajamarca</li> <li>• Informes/costes y materiales disponibles para la construcción de biodigestores</li> <li>• Apoyo en la elaboración del Manual de implementación de biodigestores, aprovechamiento del biogás y del biol (2010)</li> <li>• Apoyo en la organización de la II Jornada de Biodigestores Familiares de Bajo Coste en la UPC (Dic 09)</li> </ul>
------------	---------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Gasificación de biomasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesor Enrique Velo, coordinador y responsable de los estudios.</li> <li>• Doctoranda Mar Pérez Fortes. Tesis Doctoral (hasta 2010)</li> <li>• Estudiantes de proyecto fin de carrera que han realizado y están realizando los estudios de viabilidad.</li> <li>• Doctorandos que participan en el proyecto de I+D en la UPC.</li> <li>• Personal técnico de las empresas que participan en el proyecto de I+D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos fin de carrera.</li> <li>• Tesis doctorales.</li> <li>• Difusión del conocimiento generado a través de publicaciones, participación en jornadas y congresos, conferencias, etc.</li> <li>• Asesoramiento técnico a promotores de proyectos piloto y demostrativos.</li> <li>• Transferencia de la tecnología a empresas y talleres fabricantes de los equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración conjunta de propuestas de financiación para la realización de proyectos piloto y demostrativos. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ En una primera fase con tecnología comercial de otros fabricantes.</li> <li>○ En una segunda fase con tecnología UPC.</li> </ul> </li> <li>ESF puede correr a cargo de la identificación de las comunidades y actores locales, de la planificación y de la pre-evaluación de impactos (económicos y sociales), mientras que la UPC actuaría en el asesoramiento técnico y económico.</li> <li>• Ejecución, seguimiento y evaluación, de forma conjunta entre ESF y la UPC, de los proyectos piloto o demostrativos para los que se haya conseguido financiación.</li> <li>• En el largo plazo: ESF puede contribuir a la diseminación de la tecnología mediante acciones de desarrollo de capacidades locales</li> </ul>
--	-------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------