

# Electrificación rural con energías renovables para países en desarrollo en asignaturas básicas, especializadas y proyectos final de carrera

Laia Ferrer-Martí\*, Bruno Domenech, Rafael Pastor

Departamento de Ingeniería Mecánica (DEM), Departamento de Organización de Empresas (DOE).  
Instituto de Organización y Control (IOC), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).  
Av. Diagonal, 647, 08028, Barcelona (España).  
E-mail (\*): [laia.ferrer@upc.edu](mailto:laia.ferrer@upc.edu)



**Palabras Clave:** electrificación rural, energías renovables, optimización, ejemplos reales

## Síntesis

Los sistemas de electrificación que utilizan fuentes de energía renovables son adecuados para proveer de electricidad a poblaciones aisladas de forma autónoma. El diseño de estos sistemas es un problema multidisciplinar. Por una parte, requiere conocimientos técnicos especializados de energía y electricidad para el estudio de las necesidades, recursos y dimensionado técnico de los equipos de generación y distribución. Por otra parte, requiere conocimientos más generales de optimización combinatoria y simulación de procesos para decidir la localización de los equipos y la estructura de la red distribución. Este carácter multidisciplinar permite que la electrificación rural se introduzca como ejemplo en problemas a lo largo de los estudios de ingeniería en la Universidad Politècnica de Catalunya. Este trabajo muestra como la electrificación rural para países en desarrollo se introduce tanto en asignaturas básicas y generalistas como más especializadas y específicas, y finalmente en proyectos final de carrera y máster.

## Introducción y Objetivos

Actualmente, hay 1.100 millones de personas en el mundo que no tienen acceso a la electricidad, especialmente en zonas rurales de países en desarrollo. Los sistemas de electrificación basados en el uso de fuentes de energía renovables han demostrado ser adecuados para proveer de electricidad a poblaciones aisladas de forma autónoma. El diseño de estos sistemas es un problema multidisciplinar y esto permite que la electrificación rural se introduzca como ejemplo en problemas a lo largo de las carreras de ingeniería en la UPC, tanto en asignaturas básicas y generalistas como más especializadas y específicas, y finalmente en proyectos final de carrera y máster.



Fuente (fotos): Ferrer-Martí, L.; Garfí, M.; Ferrer, I. (2015) Cooperation and Human Development Projects as Bachelor, Master and PhD Thesis: Evaluating an Internship Program Procedia - Social and behavioral sciences, 63-68

## Resultados

1.- Para diseñar un sistema de electrificación, por una parte, se tiene que estudiar el sistema eléctrico y se requieren conocimientos técnicos especializados de energía y electricidad. Así, se han usado ejemplos de electrificación rural en asignaturas de cálculo de sistemas energéticos: los alumnos deben estimar la demanda de los usuarios, calcular la energía eólica y solar disponible y dimensionar aerogeneradores y placas fotovoltaicas y el resto de componentes eléctricos.

2.- Por otra parte, para el diseño del sistema también se tiene que resolver un problema logístico que solucione la localización de las fuentes de generación y de la estructura de las microrredes de distribución. Para esto se deben explorar todas las combinaciones de localización y estructura requiriendo conocimientos más generalistas sobre optimización combinatoria y simulación de procesos:

2a.- Así, los sistemas de electrificación han servido de ejemplos para examinar la simulación aleatoria de procesos: los alumnos utilizan un programario comercial para simular la generación, distribución y consumo de energía, comprobar el dimensionado de los equipos y comparar estrategias de gestión de la energía.

2b.- Además, es un ejemplo de resolución de problemas reales en asignaturas de aplicación de métodos cuantitativos de organización industrial: se presenta una metodología multicriterio para incorporar en el diseño criterios sociales para garantizar la sostenibilidad del sistema.

2c.- Para facilitar la inclusión de estos ejemplos en otras asignaturas, se ha publicado un capítulo de libro con una propuesta de clases guiadas para enseñar la programación lineal entera y mixta a través de este problema de electrificación. En este caso los alumnos deben empezar planteando un modelo simplificado del sistema, ir incorporando restricciones y solucionar un ejercicio simple a mano y un caso real con un programario comercial especializado

Los ejemplos de electrificación en las asignaturas se plantean con un enfoque muy aplicado, resolviendo casos prácticos reales de diferentes países en que se ha trabajado: Perú, Bolivia, Nicaragua, Cabo Verde y Nepal, entre otros. Además, se pide la colaboración puntual en clase de estudiantes que han hecho trabajos sobre el tema para crear más proximidad y acercar el problema al resto de estudiantes. Esto facilita la sensibilización y motivación y que haya estudiantes que quieran realizar su proyecto final de carrera o máster sobre el tema. Estos proyectos se realizan con estancias o visitas a terreno para promover el conocimiento de la realidad y garantizar que la solución final propuesta sea adecuada.

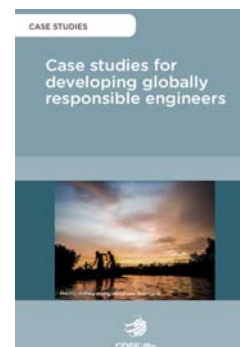
Related document: <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/88921>

Citation: Global Dimension in Engineering Education. "Case studies for developing globally responsible engineers". Barcelona: GDEE, 2015. ISBN 9788460675464.

Is part of: Case studies  
URI: <http://hdl.handle.net/2117/68905>  
DL: DL B 10735-2015  
ISBN: 9788460675464

Contributor: Pérez Foguet, Agustí; Velo García, Enrique; Arranz Plera, Pol; Giné Garriga, Ricard; Lazzarini, Boris; Sierra Castañer, Manuel; Boni Anstizabal, Alejandra; Peris Blanes, Jordi; Zolezzi, Guido; Trombino, Gabriella; Villarreal, Valentín; Nobles, Neil; Bolger, Meadhbh; Mongera, Francesco; Cresswell-Maynard, Katie; Tringham, Rhoda

Document type: Book  
Date issued: 2015  
Publisher: GDEE  
Rights access: Open Access



## Conclusiones

El diseño de sistemas de electrificación rural es un problema multidisciplinar se introduce como ejemplo en problemas a lo largo de las carreras de ingeniería en la UPC, tanto en asignaturas básicas y generalistas como más especializadas y específicas, y finalmente en proyectos final de carrera y máster. Los ejemplos de electrificación se plantean con un enfoque muy aplicado, resolviendo casos prácticos reales. Esto facilita la sensibilización y motivación e interés sobre el tema.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de proyectos financiados por el Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPC dos proyectos de investigación del plan nacional (ENE2010-15509 y ENE2015-67253). Los autores agradecen el apoyo brindado por Soluciones Prácticas (Perú) e Ingeniería Sin Fronteras (Cataluña y Valencia, España)