

El Proyecto Chalaco:
Electrificación de Escuelas Públicas Rurales de Chalaco
mediante Energía Solar Fotovoltaica

Chalaco

Chalaco es un distrito rural de la sierra andina de Piura, Perú. Aunque cuenta con recursos naturales suficientes para la autosuficiencia, el frágil ecosistema y la escasa formación técnica de sus habitantes sitúa a la mayoría de la población en el margen de pobreza o pobreza extrema. Beneficiado desde hace dos años con un programa desarrollado por la ONGD navarra ProPerú, que refuerza los ejes de producción, salud, participación ciudadana y educación, se encuentra en un momento óptimo para la potenciación de éste último eje que ofrece el proyecto de Energía Sin Fronteras.



Fotografía 1: Chalaco



Fotografía 2: Alumnos y profesor

La necesidad de electrificar las escuelas fue identificada por ProPerú dentro del Plan Estratégico de Desarrollo 2004-2015 de la municipalidad de Chalaco. Conociendo las líneas de actuación de ESF, ProPerú encontró una rápida acogida. Así comenzamos a trabajar en equipo con ProPerú y con la Universidad de Piura, contraparte en el proyecto.



Fotografía 3: Diseño del proyecto



El proyecto

Con la visión de que cada pueblo debe ser protagonista de su propio desarrollo, y de que la educación es la herramienta básica para que cada uno encuentre el camino más apropiado para ello, el proyecto está dirigido al centro cultural de cada caserío, su escuela, dotándole de medios que amplían las posibilidades educativas.

Así, se pretende incorporar a la metodología educativa de las escuelas rurales el uso de medios audiovisuales (televisor, DVD, radio). El sistema fotovoltaico instalado en cada escuela debe suministrar suficiente energía para iluminar las aulas, lo que permitirá su aprovechamiento nocturno para alfabetización de adultos, celebración de reuniones organizativas del caserío e incluso celebración de fiestas. El equipo de TV y DVD permite incorporar a la enseñanza métodos audiovisuales editados por el gobierno y por ciertas universidades peruanas, además de ser un nuevo centro de reunión y desarrollo cultural mediante el cine-forum.

Los objetivos según la metodología del marco lógico pueden resumirse en la Tabla 1. La Tabla 2 muestra el cronograma del proyecto:

<p>Objetivo global:</p> <p>Aumento de las capacidades propias para el desarrollo</p> <p>Objetivo específico:</p> <p>Mejora de la calidad de la educación pública</p> <p>Resultado 1: Las escuelas tienen mejor infraestructura</p> <p>Resultado 2: Enseñanza mediante medios audiovisuales</p> <p>Resultado 3: Los profesores están asentados</p> <p>Resultado 4: Refuerzo de la participación ciudadana</p> <p>Resultado 5: La población mejora su autoestima</p> <p>Resultado 6: Los sistemas fotovoltaicos son sostenibles</p>

Tabla 1: Marco lógico

<p>Mayo: Definición de sistemas</p> <p>Junio: Compra de sistemas</p> <p>Julio: Replanteo</p> <p>Septiembre: Control de calidad de equipos</p> <p>Octubre: Instalación</p> <p>Noviembre: Control de calidad instalación</p> <p>Diciembre: Inauguración y mantenimiento</p> <p>Marzo: Mantenimiento</p> <p>1 año de garantía total</p> <p>3 años de garantía de equipos</p> <p>Servicio de asistencia técnica indefinido</p>
--

Tabla 2: Cronograma técnico



En cuanto al compromiso y aportación local, el proyecto ha sido diseñado con el apoyo de la municipalidad de Chalaco y de la Red Educativa Local (REL), que depende del Ministerio de Educación. El municipio financia la compra de pequeño material para la mejora de las escuelas y facilita la micrologística. La Red Educativa supervisará el buen uso pedagógico de los sistemas, y gestionará la reubicación del sistema fotovoltaico a otro caserío si un día llegara la red eléctrica convencional. La población beneficiaria, representada por un Comité elegido en cada caserío, construye un local adjunto a la escuela para las baterías, apoya los trabajos de instalación, realiza el mantenimiento preventivo y recoge fondos para el correctivo.



Fotografía 4: Rediseño del proyecto con el Alcalde, los Concejales y la REL

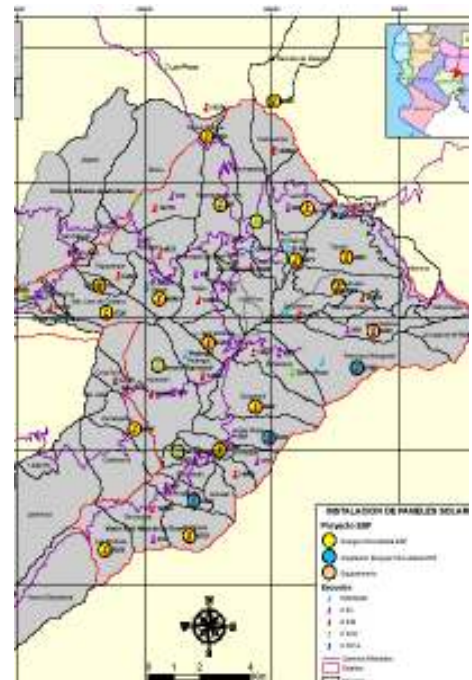


Fotografía 5: Presentación del proyecto a los comités de los caseríos

Se escogieron 20 escuelas en Chalaco, de modo que toda la zona fuera de los planes de extensión de la red eléctrica queda cubierta por un centro electrificado a una distancia a pié de menos de dos horas. Los centros de escolarización se han elegido entre los que atienden a alumnos de mayor edad y están bien comunicados con los centros poblados más cercanos. Los planes de uso docente de los sistemas han sido propuestos y aprobados por la propia comunidad educativa de Chalaco.



La Universidad de Piura (UDEP) utiliza un Sistema de Información Geográfica en la planificación de los proyectos de la zona. Este sistema ha significado una gran ayuda gráfica en la elección de caseríos. En sus distintas posibilidades, muestra el recorrido de la línea eléctrica que atraviesa el distrito y de los puntos de distribución en baja tensión, así como el trazado de la extensión de la red planeada por el gobierno, actualmente en ejecución. Distingue los centros en función la edad de los alumnos, y muestra incluso los caminos rurales de acceso a cada caserío. La reproducción mostrada como Mapa 1 identifica en amarillo los electrificados en el Proyecto.



Mapa 1: Instalaciones fv en Chalaco

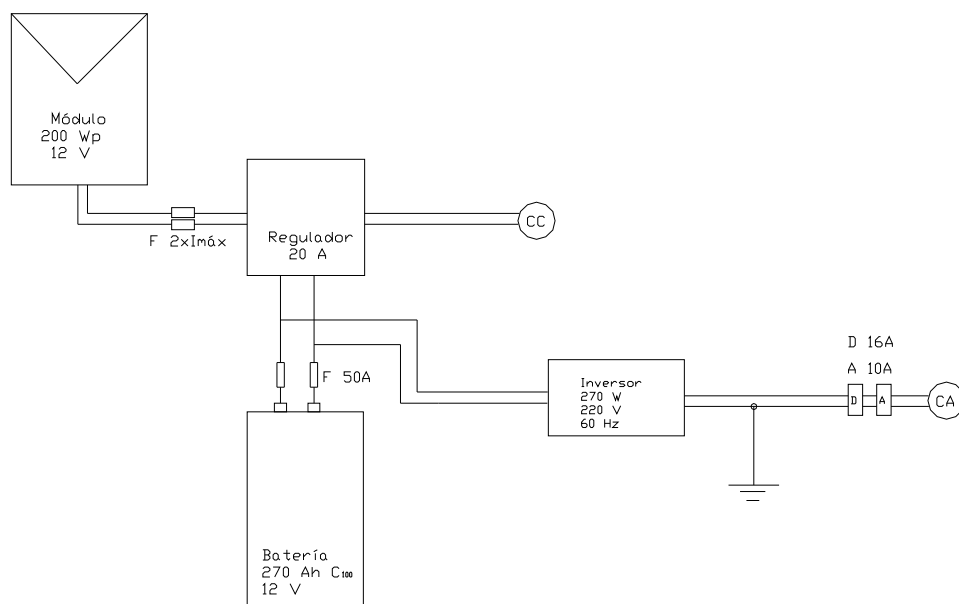
Los sistemas fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos son un medio de generación energética ideal para cubrir pequeñas necesidades eléctricas en lugares aislados, dada su robustez, baja necesidad de mantenimiento y alta dispersión del recurso. El alto coste de mercado los hace inaccesibles para la mayoría de la población mundial sin acceso a la red, por lo que sólo campañas estatales de electrificación, subvenciones o donaciones de ONGDs (Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo) o los modernos sistemas de renting y microcréditos pueden acercarlos a sus destinatarios naturales. En el proyecto Chalaco, varios donantes privados, entre ellos Ingenieros del ICAI para el Desarrollo, financian la totalidad de la inversión inicial, quedando a los beneficiarios únicamente la gestión y coste del mantenimiento y posibles repuestos.

El diseño del sistema se ha realizado a partir de la estimación de cargas: potencia y horas de uso de cada equipamiento eléctrico - iluminación en CC, radio en CC, TV + DVD



en CA - y de las horas solares pico esperables en la zona en la temporada anual de menor irradiación solar. La flexibilidad o inevitable imprecisión en los cálculos con estos supuestos de partida significará una mayor o menor disponibilidad de energía en cada caserío según el uso que den a su sistema y la época del año. El sistema tiene capacidad para alimentar la totalidad de las cargas durante más de tres horas diarias, lo que con toda probabilidad supone un exceso de energía disponible que en el futuro podrá tener otros usos, como la alimentación de un ordenador, experimento que ya está funcionando satisfactoriamente en otras escuelas de caseríos más importantes de la zona.



Esquema 1: Circuito eléctrico del sistema tipo

El Esquema 1 muestra el circuito básico de los sistemas. Algunos detalles técnico-sociales que introduce nuestro proyecto en los sistemas fotovoltaicos son:

- Luminarias exterior con protector antirrobo, para reuniones al aire libre
- 2 tipos de luminaria: potente para leer y suave "de tertulia"
- Pantalla estética y reflectante
- Pintura clara para mejora de eficiencia lumínica global
- Calamina transparente para ahorro diurno
- Poste sobre tejado para dificultar robos o vandalismo
- Enchufes con interruptor para evitar pérdidas de stand-by



- Batería en caseta exterior con ventilación
- Capacidad para ampliación de potencia de consumo
- Tornillería antirrobo

Un estudio de replanteo en terreno determinó el número exacto de puntos de luz y fuerza, trazado, etc. del circuito eléctrico necesario en cada una de las escuelas. Esta visita se aprovechó también para encuestar a los habitantes sobre sus necesidades, información que está siendo estudiada para próximos proyectos en la zona, tal como se explica en el apartado Análisis Presupuestario.

El desarrollo del proyecto

Las actividades educativas que ProPerú desarrolla en la zona dentro del Programa Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña del Perú están financiadas por la Agencia Española de Cooperación Internacional y el Gobierno de Navarra. Por exigencias de la financiación, las actividades finalizan a mediados de 2006, plazo coincidente con cualquier otro aporte privado al Programa como ha sido el de EsF. Esta limitación, junto al gran interés compartido por ProPerú y EsF de sincronizar sus EsFuerzos en el tiempo, convencidos de que la suma de objetivos tendrá un efecto multiplicador, motivó la decisión de comprar localmente los materiales: sistemas fotovoltaicos, equipos audiovisuales, material eléctrico. Una exportación desde España habría disminuido los costes de distribución y los impuestos aplicables, pero nuestra experiencia con los trámites administrativos de desaduanización y exoneración de impuestos en Perú desplazaban el cronograma más allá del periodo de lluvias, que en Chalaco se extiende durante unos cinco meses a partir de Diciembre, y por tanto lo hacía incompatible con el cronograma del Programa.

En mayo de 2005 EsF convocó una licitación pública en Perú, en la búsqueda del suministrador e instalador piurano que pudiera asegurar con la mejor oferta económica las mejores condiciones técnicas, de calidad, y de sostenibilidad, líneas marcadas y exigidas por EsF. En junio se estudiaron las ofertas y se adjudicaron los lotes, cerrando



el trato y firmando las subcontratas, con óptimas condiciones de sostenibilidad técnica definidas entre actores de la cooperación peruana, de la empresa privada fotovoltaica y de agentes sociales de Chalaco.



Fotografía 6: El equipo técnico al completo: Martín Flores, UDEP, Michael Schoenfeld, Suministrador, Wilder Parrilla, Instalador, y Elena Horno, EsF

Esta primera experiencia de ESF con las empresas adjudicatarias, Schonimex en el suministro y Sinelec en la instalación, no ha podido ser más satisfactoria. Ambas empresas han ofrecido una visión social de la tecnología a partir de su experiencia, y han demostrado una enorme flexibilidad ante las peculiaridades que supone trabajar en el entorno cambiante de los proyectos de desarrollo. Como ejemplo, las innovaciones antirrobo, la incorporación de luminarias de exterior o la contratación de mujeres para la instalación de Sinelec, o la entrega con adelanto de las estructuras y la donación de pantallas para las lámparas cortesía de Schonimex.

En Septiembre se recibieron los sistemas en Piura, y se procedió a un primer control de la calidad sobre muestras aleatorias de cada uno de los tipos de equipo. La totalidad de los equipos fue aceptada sin restricciones.



Fotografía 7: Pruebas de aceptación de equipos, con el invitado de honor Orlando Velásquez Calle, Alcalde de la Municipalidad Distrital de Chalaco

En Octubre se trasladaron los equipos a varios almacenes locales en Chalaco, desde donde se instalaron a lo largo del mes de Noviembre. La instalación presentó algunos contratiempos, que fueron resueltos gracias a la colaboración de todos los participantes. El día 21 se dio por finalizada la instalación. Simultáneamente se ha ido realizando el control de calidad de funcionamiento y la inauguración en cada caserío, mediante el primer cine-forum, que era ansiosamente esperado por la población, avisada de la llegada de los equipos mediante simpáticas emisiones radiales de elaboración local.



Fotografía 8: Transporte



Fotografía 9: Colaboración



Fotografía 10: Apoyo a la igualdad de género mediante la contratación de mujeres



Fotografía 11: Cole con electricidad



Fotografía 12: Niños atónitos



Fotografía 13: Segunda pasantía de capacitación a profesores

En Marzo y Octubre de 2006 tuvieron lugar las visitas de mantenimiento preventivo profesional, recogándose excelentes resultados reales de los equipos en funcionamiento, sometidos a estas duras condiciones climatológicas. De la totalidad de sistemas, sólo 3 lámparas debieron ser sustituidas y un DVD fue robado durante su almacenamiento, lo que fue debidamente denunciado a la policía y sustituido por otro en espera de su eventual recuperación.



La sostenibilidad

Según los últimos estudios, asegurar la sostenibilidad supone no olvidar implicar a los tres pilares de la sociedad: la comunidad afectada, el gobierno local y la empresa privada, o dicho de otro modo, lo social, lo político y lo económico. Un diseño sostenible no puede ignorar ninguna de las tres realidades, ya que podrían entrar en conflicto en el futuro.

En el proyecto Chalaco ha podido contarse con los tres actores desde la etapa de diseño, de modo que se han recogido todas las opiniones para la formulación del proyecto, y ésta ha sido aprobada también por todos los afectados antes de ponerse en marcha. Cada uno tiene un papel activo y asumido en la etapa de ejecución, y todos deberán participar en la delicada etapa de sostenibilidad a largo plazo.

El modo de involucrar y repartir responsabilidades en la sostenibilidad educativa es la siguiente: El uso educativo de los equipos va siendo registrado por el profesor en un cuaderno en el centro educativo, y seguido por la REL en sus visitas de inspección. La REL es designada propietaria de los sistemas, y puede ante un mal uso o la llegada de la red eléctrica, siempre bajo aprobación de la UDEP, trasladar los equipos a otro caserío.

El modo de involucrar y repartir responsabilidades en la sostenibilidad técnica es como sigue: Cada caserío ha designado a un grupo de responsables, entre ellos el profesor y alguna mujer, que participarán en la instalación y recibirán capacitación técnica en tres ocasiones sobre el cuidado preventivo de los sistemas. El instalador profesional ha abierto una delegación en el centro municipal de Chalaco, con stock permanente de equipos de repuesto y con personal electricista con experiencia. Durante el primer año de garantía total cada caserío recibirá varias visitas de mantenimiento y capacitación, y después estarán disponibles a un precio aprobado para seguir dando servicio técnico. Los costes de mano de obra los asumirá la comunidad, y los de repuestos el Municipio.



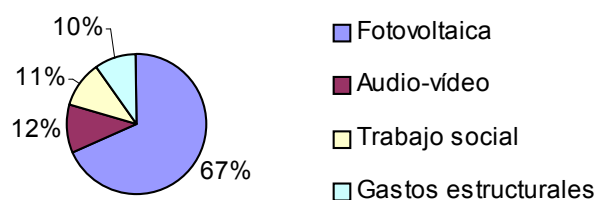
La metodología propia de proyectos de EsF incorpora un seguimiento a medio (entre 2 y 3 años) y largo (entre 5 y 10 años) plazo, de modo que los resultados de esta estructura de sostenibilidad serán analizados para corregir los posibles defectos que vayan apareciendo y para ir mejorando el diseño de nuestros futuros proyectos.

Análisis presupuestario

El compromiso adquirido con ProPerú, basado en una estimación presupuestaria previa al inicio del trabajo de EsF, fue de 120.000€. A pesar del pago de los impuestos de importación, el rediseño técnico, la licitación pública y la devolución de impuestos internos gestionada con la APCI (Agencia Peruana de Cooperación Internacional) han permitido reducir la previsión de gastos a unos 93.000€, de los cuales se han hecho efectivos aproximadamente un 97%, quedando pendientes sólo las partidas de retención en concepto de garantía a largo plazo. Los 27.000€ disponibles han decidido emplearse en la extensión y refuerzo de este proyecto con el objetivo de electrificar la totalidad de las escuelas de Chalaco. Actualmente se está elaborando el proyecto técnico de esta actuación, la "segunda fase" del Proyecto Chalaco.

Equipos, instalación y mantenimiento equipos fotovoltaicos	75.000 USD
Equipos, instalación y mantenimiento equipos audio-vídeo	12.500 USD
Trabajo social	12.000 USD
Gastos estructurales de las tres organizaciones	10.500 USD
TOTAL Proyecto	110.000 USD / 93.000 €

Reparto de gastos proyecto electrificación Chalaco





Los gastos estructurales son mayores de lo esperado en un proyecto tecnológico, donde la compra de equipos tiene un peso muy importante. Una de las causas es que se han cubierto gastos de tres organizaciones, en lugar de una sola como suele ser habitual.

Potencia instalada	4.000	Wp
Ratio euros/Wp componente fv	22	€/Wp

Se observa un ratio muy elevado en el coste de la componente fotovoltaica, debida a los impuestos de importación. Una simulación con exoneración de impuestos ofrece una tasa más apropiada de 15 €/Wp.



*Fotografía 14: Proyecto Chalaco:
La energía para la educación. La educación para el desarrollo.*