

**10**

ROBERTO FUNK

**EXPERIENCIAS DE**  
**ELECTRIFICACION RURAL**

DIACONIA

## **TRES EXPERIENCIAS DE ELECTRIFICACION RURAL**

---

### **1. CENTRAL ELECTRICA JAMBON**

(Construida 1975-76)

#### **Ubicación**

Provincia de Huari, Departamento Ancash. Gracias a la electrificación dos distritos han sido beneficiados, Chacas y San Luis, y a partir de 1984 han llegado a ser provincias.

#### **Población beneficiada**

4,000 personas, distribuidas en dos ciudades, Chacas y San Luis, y los pueblos de Jambón y Acochaca.

#### **Objetivo de la electrificación**

Luz eléctrica en cada casa de las poblaciones beneficiadas, alumbrado público, instalación de pequeñas industrias que justifican la electrificación. Participación gratuita de la población beneficiada, según sus posibilidades (mano de obra con material del lugar, postes, instalación y conexiones domiciliarias). Participación en los costos e instalación de la red de baja tensión.

#### **Características técnicas del proyecto**

Consta de:

-02 turbinas Francis horizontal de 120 HP cada una; para un caudal de 120 lts/seg. y altura de caída 56 mts. (fabricación alemana).

- 02 generadores (fabricación alemana) de 75 KW, 220 V cada uno.

- 02 transformadores (nacionales) de salida 125 KW 220 V -11, 8 KV, seccionadores, pararrayos, etc (fabricación argentina)

- 01 tablero de mando (nacional) con dos salidas, equipado con sincronoscopio para marcha de paralela de ambos generadores.

- 02 tubos de presión de plástico de 10" con dilataciones (nacional), enterrados a 1mt. de profundidad.

- Línea de alta tensión 11,8 KV, aisladores (Japón), 75 kms. de alambre de acero encobrado (Argentina). La distancia de la central eléctrica a Chacas es de 10 kms. y a San Luis de 12 kms.

- Red de baja tensión 220 V, alumbrado público, seccionadores para subestaciones, transformadores (fabricación peruana).

- Se capta el río Jambón de los deshielos de un nevado. El río tiene un volumen de agua constante de aprox. 250 lts/seg generalmente limpia.

- La bocatoma esta construída ligada a un puente acoplado con un desarenador de 8 mts. El conducto de agua desde el desarenador al reservorio de regulación es de 10 x 10 x 2.5 mts., consistente en 300 mts. de tubo de desagüe de 12" enterrados en un canal y tapados con tierra.

## **Instalación**

Era necesario construir una defensa en el caudaloso río Chacas, donde la central eléctrica Jambón bota el desagüe. Para la construcción e instalación de la casa de fuerza al lado de los tubos de alta presión de 130 mts. se usó rieles y un carro de mina acoplado a una wincha mecánica para bajar la maquinaria y material de construcción.

## **Características económicas**

La obra civil, instalación de la maquinaria, línea de alta y red de baja tensión, fue construida con el aporte de mano de obra gratuita de las

4 poblaciones beneficiadas. La instalación domiciliaria desde la red secundaria a su domicilio ha sido autofinanciada por cada usuario.

### Costos

02 turbinas, 02 generadores, 02 conductos de alta presión, válvulas, tablero de mando	US\$26,000
Obra civil: reservorio de regulación, bocatoma, desarenador, casa de fuerza e instalación de la maquinaria de defensa del río.	28,000
Red de alta y baja tensión, transformadores, seccionadores, aisladores, alambres, transporte e instalación.	43,000
Sub total	US\$97,000
Aporte propio en mano de obra, material del lugar, postes, etc., jornal US\$0.75 (estimado)	29,000
Total	US\$126,000
Costo por kilovatio instalado aproximadamente es de	US\$805
Costo real para DIACONIA Kilovatio instalado es de	650
(El poder adquisitivo de un dólar en 1988 es aproximadamente la mitad del año 1978)	
Costo de mantenimiento de la central:	
Costo de operación actual (3 empleados) sueldo mensual	l/. 21,000
Gastos de mantenimiento (mensual)	10,000
Gastos de reposición del equipo (rebobinar un generador)	130,000
Total	l/.161,000

Actualmente está acoplado un grupo DIESEL de 50 KW por la mayor demanda de corriente de lo requerido inicialmente. Los gastos de mantenimiento (petróleo, aceite, repuestos) son mucho más elevados (aproximadamente 1:5) en comparación a la central hidroeléctrica.

El financiamiento de las dos turbinas fueron de donaciones recibidas a raíz del sismo de Mayo 1970 de las diferentes iglesias evangélicas luteranas de Suecia, Finlandia y Alemania.

Para la liberación de los impuestos de importación fue necesario redactar un acta de donación para el Ministerio Energía y Minas.

Los ingresos por el consumo eléctrico mensual no cubren los gastos previstos para reparación y sueldos y solamente se pagan los gastos de funcionamiento. La diferencia la asume la Parroquia de Chacas, que administra la planta.

La Parroquia es dueña de una carpintería con varias máquinas para el trabajo de 30 empleados. Así la planta trabaja en el día para la industria, de noche para el alumbrado público. El taller se dedica a la fabricación de muebles tallados para el mercado europeo y depende totalmente de esta planta eléctrica.

### **Ampliación de la planta existente**

El Gobierno Italiano pretende financiar una segunda central eléctrica de 600 KW por la creciente demanda de energía en ambas provincias.

Para la administración de la nueva planta eléctrica de Chacas, cuya instalación se iniciará pronto, se formará en Chacas una empresa que dará luz a todos los usuarios con criterios económicos y control más estricto.

### **Problemas administrativos**

#### *1. Propiedad y manejo*

Los distritos de San Luis y Chacas ha solicitado a la Iglesia Evangélica Luterana en el Perú Sección Desarrollo Comunal (hoy DIACONIA) la electrificación de sus capitales distritales en 1973. La planta y sus redes

fueron financiados con donaciones (diezmos) de las iglesias evangélicas luteranas de Alemania y Suecia.

Para la construcción e instalación de la planta se formó en cada ciudad y pueblo un total de 4 Comités "Pro electrificación" con un Comité Central. Cada Comité tenía dos representantes en el Comité Central. La construcción no dió mayores problemas organizativos.

Para conseguir la liberación de impuestos de aduana se elaboró un documento de donación de la planta eléctrica al Ministerio de Energía y Minas. Una vez instalada la planta y en funcionamiento, el Ministerio pidió su entrega para hacerse cargo del manejo y administración. El Comité Central Pro-electrificación se desintegró porque los pueblos ya no eran los dueños. El Ministerio de Energía y Minas, sin embargo, nunca asumió la tarea del manejo y administración. El Comité Central, formado por los representantes de los pueblos, tuvo que retomar su función.

Por rivalidad entre los dos distritos de Chacas y San Luis, se formaron 2 Comités de Administración, donde cada uno administraba una turbina con su generador y realizaba los cobros en su provincia.

Después de dos años, por cambio de política del Gobierno Central, todas las pequeñas centrales deberán ser entregadas a ELECTROPERU, sin embargo, este nunca tomó interés y la planta quedó con los pueblos.

Actualmente los concejos distritales de Chacas y San Luis son los responsables del cobro del suministro de cada usuario y del alumbrado público. El párroco es responsable de la administración de la planta eléctrica.

La mejor solución es la formación de una empresa en Chacas dirigida por un administrador voluntario que se encargue del mantenimiento y pago de los empleados, mientras el cobro de luz sigue bajo la responsabilidad de los concejos provinciales. El precio de la energía consumida no se determina con criterios comerciales sino por un servicio a la comunidad con criterios políticos.

## *2. Canal de Riego*

La planta sufre durante los meses de agosto-noviembre escasez de agua. Antes de comenzar la construcción de la planta eléctrica, se clau-

suró, por acuerdo de los pueblos, un canal afluente del río Jambón que daba servicio a la agricultura de la zona. Una vez instalada y puesto en servicio la central, el canal fue reabierto para regar los cultivos.

Muchos de los regantes de este canal no viven dentro de los cuatro pueblos beneficiarios, pero gozan de sus derechos del uso de agua para riego.

Un canal adicional proyecto de 1.5 Km. del río Chacas, para aumentar el caudal de la planta, no fue construido por indecisión (rivalidad) entre ambas provincias.

### *3. Uso de energía*

A partir de las 6 p.m. hasta la mañana siguiente 6 a.m. la energía es usada plenamente para el alumbrado público y uso doméstico. Durante el día se alimenta un taller grande de carpintería de aprox. 40 KW, dos talleres de mecánica y dos molinos eléctricos de 10 KW cada uno. Originalmente la planta estaba diseñada para proporcionar durante el día corriente a una mina comunal que mas tarde fue cerrada por mala rentabilidad.

### **Características del proyecto dentro de los planes de desarrollo comunal**

La producción agrícola en los cuatro pueblos fue promovida durante varios años en el cultivo de trigo y la introducción de dos nuevas variedades de papa. La mayor producción de granos generaba la existencia de dos molinos eléctricos en manos privadas. Excepto el taller de carpintería de la parroquia, las pequeñas empresas han recibido apoyo administrativo y técnico pero no financiero. Durante varios años (para reducir los costos de manejo) las comunidades no querían que la planta funcionara durante el día, perjudicando a los talleres. Recién, cuando los talleres aceptaron pagar mayor precio que las casas por el suministro de electricidad, las comunidades autorizaron el funcionamiento de la planta durante el día.

### **Problemas técnicos y sugerencias**

- 1) Antes de instalar una planta eléctrica se debe motivar e instruir a

la población de como usar la corriente eléctrica e informar sobre los gastos mensuales que ocasiona el suministro de luz. Muchos de los comuneros, hasta autoridades, por haber participado con la mano de obra gratuita creen que la corriente debe ser gratuita.

2) Por razones de costos no se han instalado medidores eléctricos en las casas. Así el consumo eléctrico en corto tiempo ha aumentado. Se necesitaron varios cambios en la red secundaria para equilibrar las 3 fases. Los concejos distritales tenían que intervenir para un estricto control en las instalaciones domiciliarias que fueron realizados por algunas personas inexpertas del lugar.

3) Mucha gente aún no tiene la costumbre de apagar la luz y la dejan prendida todo el día, en algunas casas por falta de un interruptor. Así, los generadores arrancan con plena carga. Por esta razón la red de alta tensión fue prevista con seccionadores e interruptores para suministrar energía por sectores o barrios.

4) DIACONIA ha apoyado la terminación de la instalación de otras dos hidroeléctricas de 250 KW y de 40 KW. Las máquinas de estas dos plantas fueron compradas durante el primer gobierno de Belaúnde pero nunca fueron instalados por falta de asistencia técnica experimentada y de fondos.

Si se quiere justificar la construcción de una pequeña hidroeléctrica no solamente para el alumbrado, sino también para generar pequeñas industrias, se debe pensar en instalar una potencia por encima de 200 KW.

5) Hemos constatado que la demanda de energía eléctrica en los primeros 3 años, después de la instalación, casi se duplicó. El poblador en la sierra usa más y más artefactos eléctricos, sobre todo televisores. El arranque de motores en pequeños talleres, inmediatamente influye la red secundaria, lo que puede provocar daños a aparatos domésticos sensibles. Por esta razón, es importante que la planta trabaje durante el día por alimentar a la pequeña industria y de noche solamente para el alumbrado público y domiciliario. También la industria debe asumir los gastos adicionales de los sueldos de los empleados de la planta.



6) Por razones técnicas y altos costos, no es posible instalar una línea eléctrica a cada anexo sino a centros bien poblados. Como los anexos políticamente pertenecen al centro poblado, en algunos casos los campesinos fueron decepcionados por no recibir la luz eléctrica y trataron de dañar las instalaciones arrojando piedras a los aisladores de alta tensión. Hubo un intento de robo de alambre de alta tensión donde un poblador fue electrocutado.

## **2. EXPERIENCIA DE USO DE AGUA PARA PEQUEÑA INDUSTRIA SIN ELECTRICIDAD**

### **Uso de agua para pequeñas industrias**

DIACONIA usa la fuerza de agua con turbina Michell (por su fácil construcción) para accionar molinos y aserraderos. En todo caso se requiere una potencia mínima de 15 HP. El problema principal consiste en la velocidad constante de la turbina a través de una válvula de compuerta, lo que requiere alguna práctica. Por esta razón es recomendable instalar la turbina con una volante y transmisión con faja V.

### **Molinos tradicionales de agua**

DIACONIA ha instalado hasta ahora 14 molinos tradicionales con rueda de agua y piedra de granito. Estos molinos son construídos totalmente con los recursos del lugar y con el aporte de mano de obra comunal. El manejo generalmente lo hacen viudas o personas que no tienen chacras. El costo de un molino llega aproximadamente para DIACONIA a US\$800.- valor total US\$3,000.- la desventaja de estos molinos es la poca capacidad, solamente pueden moler hasta 80 Kgs. diarios.

## **3. EXPERIENCIA LUZ CASERA CON BATERIA DE 12 VOLTIOS**

### **Justificación**

El perfil de un proyecto de electrificación se delinea teniendo en cuenta la demanda de energía y la oferta de los recursos hidroenergéticos.

Normalmente se calcula una demanda de 800 W por familia, para uso doméstico. Bajo este concepto, un pueblo rural con una población de 200 familias necesitará por lo menos una potencia instalada de 160 KW posible con recursos hidroenergéticos de 60 mts. de altura y un caudal de 450 lts/seg.

En zonas andinas la gran mayoría de las sub-cuencas están usándose para riego y no cuentan con este caudal, salvo en épocas de avenidas o lluvias. Los caudales que se disponen son generalmente el orden de 20 a 60 lts/seg.

Al no existir los recursos técnicos, financieros e hídricos suficientes muchas poblaciones quedan condenadas a la oscuridad. Es difícil solucionar totalmente la necesidad de energía con bajos costos, pero se puede aprovechar los pocos recursos existentes para aliviar el alumbrado casero.

La preocupación es distribuir socialmente los recursos hídricos para llegar a un mayor número de beneficiarios.

En casos similares, se recomienda que las actividades productivas sean comunales y los equipos (molino, aserradero) se hace accionar con una turbina mediante fajas. No se deben emplear motores eléctricos de regular potencia.

El servicio doméstico para televisores, radios, etc. puede brindarse mediante el recargue de baterías de autos de 12 voltios. Cada familia tiene, por lo menos una batería para su iluminación.

En el mercado nacional existen recargadores de batería de hasta 15 baterías/día, que consumen a plena carga 2,500 W ó 2.5 KW.

Con un uso regular de 3 a 4 horas por noche, la iluminación a una familia le dura 8 días con una batería recargada y después tendrá que volver a recargarlo. Con una planta pequeña de 2.5 KW es posible recargar hasta 105 baterías semanales, lo que significaría servir a 105 familias.

En base a estos cálculos se puede abastecer una población de 200 familias con energía para uso doméstico empleando una hidroeléctrica

de solamente 5 KW. Es suficiente una caída de 30 mts. y caudal de 30 lts/seg. El costo es aproximadamente US\$10,000, alternativa que frente a una planta con 160 KW no dejaría de costar menos de US\$500,000

### Instalación

DIACONIA actualmente está instalando 4 plantas de 5 KW para cargar baterías. Dos plantas son combinadas con sierra circular de 18" (para cortar vigas y tablas) y molinos importados para moler granos hasta 200 Kgs/hora.

Este sistema de iluminación y alimentación de televisores a través de baterías de 12 voltios, de autos, es relativamente barato y simple en su manejo. Satisface la necesidad inmediata de comunidades con pocos recursos financieros e hídricos.

Todos los accesorios para turbina: regulador eléctrico, cargador de batería, tubos de presión, se encuentran en el mercado nacional. Gene-

<b>COSTO DE UNA MINI-CENTRAL DE 5 KW</b>	
Alternador ALGESA	US\$ 1,800
Turbina Michell-Banki	1,800
Regulador eléctrico con resistencia para destruir sobre velocidad	1,500
Cargador 12 V para 15 baterías	600
Tubos plasticos o eternit 4 a 6"	800
Instalacion, transporte	1,500
Cables, fajas, focos, grampas	1,500
Obra civil (mano de obra no especializada gratuita de los comuneros)	2,000
<b>TOTAL US\$</b>	<b>11,500</b>

radores a partir de 2.5 KW fabrica la cõpañía ALGESA - Lima (demora 4 a 6 meses). Se usa turbina tipo Michell por sus características de rendimiento y por su simple fabricación en talleres mecánicos que tienen torno fresadora y soldadura.