

## **CAJAMARCA COMPETITIVA**

### **CAPITULO VI**

#### **ENERGÍA**

El suministro de energía eléctrica comprende, las actividad desde generación, transmisión y distribución de electricidad. Mientras que en los casos de la transmisión y distribución las tecnologías utilizadas son prácticamente las mismas y no presentan mayores variaciones, en el caso de la generación eléctrica existen diversas fuentes<sup>1</sup> cuyo aprovechamiento difiere considerablemente en cuanto al costo.

En el Perú, el sistema eléctrico está conformado por dos sistemas interconectados: Centronorte (SICN) y Sur (SISUR) , los cuales concentran el 72% de la capacidad instalada de todo el país; el restante 27% corresponde a sistemas aislados<sup>2</sup>. El SICN, que abastece a más de las tres cuartas partes del país, cubre la franja costera, desde Marcona en el sur hasta Piura en el norte, y la zona central del país, desde Ayacucho en el sur hasta Tingo María en el norte. El SISUR cubre desde Tacna hasta Cusco y Puno en el sur, y hasta Arequipa en el norte.

#### **INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN LA SUBREGIÓN**

Para propósitos energéticos, la Subregión está comprendida en el ámbito del Sistema Interconectado Centro Norte (SICN), por lo que la situación y políticas de éste influyen directamente sobre el desenvolvimiento del pequeño sistema energético de la

---

<sup>1</sup>Por el tipo de fuente que la provee, la energía eléctrica puede ser: hidráulica, geotermal, carbonífera, hidrocarburífera líquida, hidrocarburífera gaseosa, eólica, nuclear y solar. A su vez, las centrales hidráulicas pueden ser centrales de pasada (donde no se controla el pase de agua) o centrales de embalse (donde se controla el pase del agua). Las plantas más costosas en cuanto a inversión son las hidráulicas; sin embargo, resultan ser las más económicas en lo que respecta a la operación. La decisión de qué tecnología utilizar debería combinar ambos aspectos. Así podría optarse por la planta que arroje el menor costo medio (anualidad de la inversión más costo de operación de la planta).

<sup>2</sup> La capacidad instalada de centrales eléctricas en todo el país asciende a 4.682 Mw; sin embargo, de acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas, la capacidad económicamente explotable bajo condiciones climáticas adecuadas asciende a 60.000 Mw, sin tomar en cuenta la capacidad proveniente del gas de Camisea y otras fuentes de generación de energía de origen térmico.

Actualmente, las centrales hidráulicas concentran el 54% de la capacidad instalada de generación; sin embargo, producen cerca del 77% de la generación eléctrica del país. El 23% restante corresponde a centrales térmicas a petróleo. Además, del total de la producción de energía eléctrica, los autoprodutores generan cerca del 19%, mientras que el servicio público solamente abastece al 81% del sistema.

Subregión. El SICN, al igual que los otros sistemas, se caracteriza por el predominio de centrales de generación hidráulica (aproximadamente el 75% de la capacidad instalada es hidroeléctrica). En el futuro se espera un fuerte crecimiento de las microcentrales térmicas utilizando el gas de Camisea, debido a que el costo medio de estas plantas resultará ser el menor. La llegada del gas de Camisea asegurará la generación de energía por más de 50 años.

En la actualidad, la Subregión se conecta al SICN a través de la subestación de Guadalupe (departamento de La Libertad, Eteccén), utilizando una línea de 60 Kw de tensión que avanza desde dicha sub estación hasta Cajamarca siguiendo una ruta casi paralela a la carretera de penetración Pacasmayo- Cajamarca. En este sistema resulta importante la generación de la central hidroeléctrica de Gallito Ciego, de la empresa Cementos Norte Pacasmayo -con una capacidad instalada de 34 Mw-, la cual se conecta a esta línea inyectando la energía al sistema en la subestación de Guadalupe.

La distribución de la energía eléctrica a la Subregión está a cargo de Hidrandina (Empresa Regional Electro Norte Medio), que atiende principalmente a las ciudades de Trujillo, Chimbote y Cajamarca.

Adicionalmente, la Subregión cuenta con algunas minicentrales térmicas ubicadas en las zonas rurales más alejadas de las ciudades principales, las cuales abastecen sistemas aislados.

Esta infraestructura energética resulta insuficiente para satisfacer las necesidades de la Subregión, por lo que existe un alto déficit energético, sobre todo en las zonas más alejadas, situación que no resulta diferente de la de muchas otras regiones el país<sup>3</sup>.

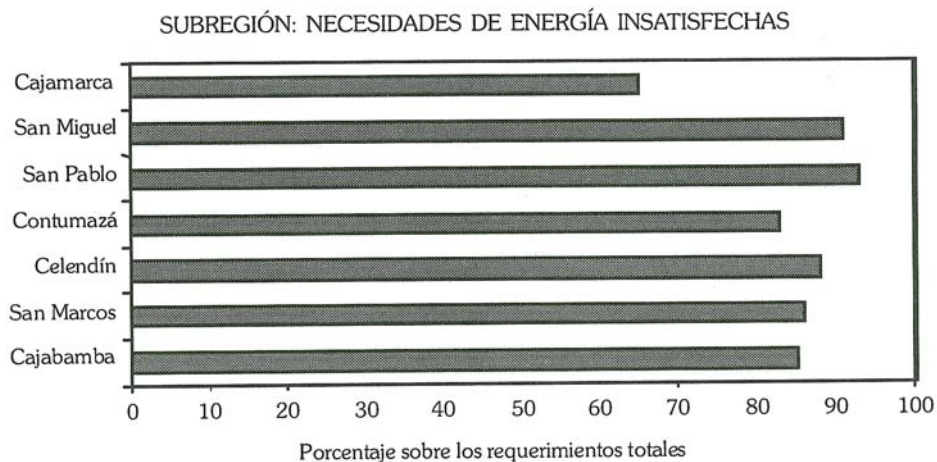
---

<sup>3</sup> Como se mencionó, la capacidad instalada del sector es de 4,682 Mw (1996) y la producción de energía eléctrica de los sistemas interconectados es de alrededor de 14.700 Gwh (1996). A pesar de los incrementos en generación eléctrica de los últimos años, se estima que el déficit nacional todavía es de unos 500 Mw, además del bajo nivel de electrificación del país que apenas supera el 50 % de las necesidades. Por otro lado, cabe resaltar que actualmente el Perú presenta uno de los índices más bajos de consumo de energía por habitante en Sudamérica: 637 Kw/h por año en promedio; mientras que Brasil y Chile alcanzan a 1,531 y 16,61 Kw/h por año, respectivamente.

Nota: la capacidad instalada es medida en Megawatts y refleja la capacidad de generación máxima posible, mientras que la producción de energía es medida en Gwh (1Gwh equivale a 1,000 Mw multiplicado por 365 días, por 24 horas y por el porcentaje de uso de la capacidad instalada).

A pesar de los importantes esfuerzos que se han venido realizando desde hace algunos años por ampliar el servicio eléctrico, el SICN todavía presenta márgenes muy pequeños de reserva del sistema de generación, un grado de confiabilidad precario y una escasez de inversiones en nuevas centrales de generación frente a la demanda creciente.

El abastecimiento proporcionado por el SICN solamente alcanza a la ciudad de Cajamarca, dado que no existe una red de distribución que lleve energía a los pueblos vecinos, es decir, no existen ramales que partan de esta troncal hacia el interior de la Subregión. Asimismo, si bien existen algunas microcentrales en la Subregión, éstas sólo son capaces de abastecer a las localidades aledañas a ellas, por lo que los índices de población desabastecida de energía eléctrica son altos.



Fuente: INEI.

## LAS INVERSIONES FUTURAS

En el ámbito nacional, existen actualmente proyectos de líneas de transmisión y subestaciones encaminados a atender el creciente déficit proyectado de energía. También se están mejorando los niveles de tensión en el sistema principal de transmisión, lo que a su vez mejorará significativamente con la entrada en operación de las centrales térmicas cercanas a los puntos de demanda.

Durante los primeros años del próximo siglo (2001-2005}, se espera que la topología de la red del sistema de transmisión del SICN varíe sus condiciones, dependiendo específicamente de la ubicación geográfica de las nuevas plantas de generación y del desarrollo de nuevos centros de demanda mayores, especialmente proyectos de inversión de minería y otros sectores eléctricamente intensivos, como los que se espera surjan en el sur del departamento de Cajamarca y el norte del departamento de La Libertad.

## **PRIVATIZACIONES**

En el futuro, se esperan inversiones en las actividades de generación, transmisión y distribución eléctrica en todo el país, principalmente como consecuencia de la privatización de empresas públicas en todas las actividades del sector eléctrico.

En cuanto a generación, en noviembre de 1997 ha entrado en operación la ampliación de la capacidad instalada, en 26 Mw, de la Central Hidroeléctrica de Gallito Ciego. Respecto a transmisión, si bien esta actividad es de carácter monopólico, se prevé la privatización del sistema de transmisión eléctrica (Etecén para la región norte), donde la subestación de Guadalupe sería ampliada, de acuerdo con el Plan Referencial de Electricidad de la Subregión. En cuanto a distribución, se espera la privatización de Hidrandina, lo cual generaría un incremento en la red de distribución eléctrica.

En todo caso, adicionalmente a las inversiones generadas como producto de las privatizaciones, el esquema de privatización de empresas públicas de electricidad está contemplando que los inversionistas privados paguen una parte del precio base en proyectos de inversión necesarios para el desarrollo socioeconómico de las regiones.

## **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

El Ministerio de Energía y Minas (MEM, en adelante) cuenta con diversos proyectos de ampliación de la frontera eléctrica que beneficiarían a la Subregión. Los principales proyectos están vinculados principalmente a las actividades de transmisión, mientras que en el caso de la generación eléctrica, el MEM ha confirmado la existencia de sólo

dos proyectos para la construcción de centrales de generación eléctrica adicionales a las ya existentes en la Subregión, ambos ubicados en la provincia de San Miguel.

Además, la Dirección Ejecutiva de Proyectos del MEM cuenta con algunos proyectos de electrificación a través de pequeñas centrales térmicas e hidroeléctricas diseminadas por todo el territorio, con el propósito de ampliar la frontera eléctrica en el marco del papel subsidiario del Estado; es decir, en proyectos que no resulten rentables para el sector privado.

Los principales proyectos de transmisión y subtransmisión del MEM para el periodo 1997-2000 son los siguientes:

- *Proyecto Chilete, 1 a. y 2a. Etapa.* La ejecución de la primera etapa de este proyecto reviste gran importancia ya que estaría llevando, por primera vez, energía eléctrica a las provincias de San Miguel, San Pablo y Contumazá. El proyecto se complementaría con la segunda etapa, al llevar la energía a las pequeñas localidades aledañas.
- *Proyecto Guadalupe-Cajamarca 2a. Terna.* La importancia de este proyecto reside en que permitirá afianzar la potencia de suministro a los sistemas eléctricos de Tembladera, Chilete la. y 2a. etapa y Cajamarca, lo que es sumamente relevante debido a que todas las futuras expansiones de la red se harán a partir de esta troncal. En este proyecto, la empresa Cementos Norte Pacasmayo se ha comprometido a financiar el primer tramo del proyecto, hasta Tembladera. La financiación del segundo tramo, hasta Cajamarca, está a cargo de Hidrandina, por lo que es muy probable que este proyecto sea culminado antes del año 2000.
- *Proyectos Cajamarca-Cajabamba y Cajamarca-Celendín.* Ambos proyectos proponen la extensión de la actual línea troncal de Cajamarca -de 60 kw- en dos ramales, uno hasta Cajabamba y el otro hasta Celendín. Uno de los factores de mayor importancia del proyecto a Cajabamba es que permitiría interconectar por medio de subestaciones a los pequeños sistemas eléctricos de Namora y San Marcos. Sin embargo, probablemente se lleve a cabo entre 1999 y el 2000.

## INTERMEDIAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP

Adicionalmente a los proyectos del MEM, el proyecto Intermedial Technology Development Group, ITDG -de una institución británica de cooperación técnica internacional- viene operando en el área desde 1989 y ha instalado varias microcentrales hidroeléctricas en zonas rurales de la Subregión. Si bien la ejecución de estos proyectos de microcentrales de la ITDG dista de ser una solución al problema energético de la Subregión por el limitado alcance de éstas, la iniciativa es muy interesante debido al alto potencial hidroenergético de la Subregión. También, porque este tipo de tecnología está ya probada, es de fácil acceso y todas las piezas que se requieren son de origen y fabricación nacional.

### INTERMEDIAL TECNOLOGY DEVELOPMENT GROUP PROYECTOS PARA LA SUBREGIÓN

| Provincia  | Distrito        | Central     | Kw  | Etapa                | Nº Familias Beneficiadas |
|------------|-----------------|-------------|-----|----------------------|--------------------------|
| Cajamarca  | Encañada        | Yanacancha  | 43  | Proyecto             | 100                      |
| Celendín   | Miguel Iglesias | Chalán II   | 12  | Estudio Factibilidad | Industrial               |
| Cajabamba  | Sitacocha       | Sitacocha   | 25  | Estudio Factibilidad | 120                      |
|            |                 | Llaucán     | 62  | Estudio Factibilidad | 120                      |
|            |                 | Combayo     | 55  | Estudio Preliminar   | 120                      |
| Cajamarca  | Chetilla        | Chetilla    | 80  | Estudio Definitivo   | 80                       |
|            |                 | Marcabalito | 140 | Estudio Definitivo   | 140                      |
| San Miguel | Tongod          | Tongod      | 80  | Estudio Definitivo   | 90                       |
| San Pablo  | Tumbadén        | Tumbadén    | 36  | Estudio Factibilidad | 60                       |

Fuente: ITDG.

## PERSPECTIVAS

La Subregión se enfrenta a una falta casi absoluta de infraestructura energética, lo cual constituye una fuerte limitante para su desarrollo. Sin un adecuado abastecimiento energético cualquier posibilidad de desarrollo es inviable<sup>4</sup>.

El desarrollo del abastecimiento de energía eléctrica en la Subregión implica altos niveles de inversión<sup>5</sup>. Si bien es posible que la inversión necesaria provenga del sector privado, del Estado o de organismos internacionales, debe tenerse en cuenta que el sector privado solamente estará interesado en invertir en aquellos proyectos que resulten económicamente rentables, es decir, no estará interesado en el abastecimiento de energía eléctrica a pueblos pequeños.

La Subregión dispone de un gran potencial de generación eléctrica, pero esto no es suficiente. El principal obstáculo para la inversión privada es el reducido nivel de demanda, consecuencia del bajo poder adquisitivo de la población en general. En efecto, para el poblador promedio, el porcentaje que representaría el costo de la energía sobre sus ingresos sería muy alto.

Se espera que el Estado tome a su cargo el abastecimiento de energía en lugares que no son atractivos para el sector privado, sobre todo a través de minicentrales, la alternativa más conveniente para pueblos pequeños desde el punto de vista económico. Si bien la operación de las minicentrales térmicas puede resultar más cara que la de centrales hidroeléctricas, la inversión requerida para las centrales hidroeléctricas, incluyendo las líneas de transmisión y distribución, es muy alta para proyectos pequeños.

La otra opción de provisión de energía son los organismos internacionales. En cuanto al ITDG, su aporte es valioso, ya que constituye una posibilidad energética para las localidades no comprendidas dentro de los planes de expansión del MEM. Por lo sencillo de su puesta en operación, las microcentrales hidroenergéticas pueden ser administradas y mantenidas por los

---

<sup>4</sup> De acuerdo con las estimaciones del Ministerio de Energía y Minas, la elasticidad consumo eléctrico/producto bruto interno es de 1,3, es decir, por cada punto que se incrementa el PBI, la demanda por energía eléctrica crece 1,3 veces.

<sup>5</sup> Las inversiones en el sector eléctrico son altamente intensivas en capital, principalmente en cuanto a generación eléctrica. Solamente para fines ilustrativos, el costo de una minicentral de 10 kw se estima en aproximadamente 30 mil dólares. En el caso de las redes de transmisión (adicionalmente a la inversión requerida en las subestaciones para instalar la red), el costo por km depende de su potencia: para una red de entre 10 y 33 kw es de aproximadamente 10 mil dólares por km; para una red de entre 60 y 66 kw, de aproximadamente 42 mil dólares por km; y para redes superiores a los 220 kw, se acerca a 90 mil dólares por km.

mismos pobladores. Adicionalmente, son ellos mismos los que asumen la deuda contraída para financiar esta infraestructura, y se espera puedan pagarla con los ingresos que el desarrollo permitido por la energía generará en la Subregión.

Por otro lado, algunos analistas consideran que el probable desarrollo de la actividad minera en la Subregión podría generar una alternativa atractiva de inversión privada en energía para abastecer a los asentos mineros grandes, como Yanacocha, Michiquillay, Cerro Corona y La Granja. De progresar esta idea, una opción que podría ser interesante para el inversionista privado es la posibilidad de interconectarse a la red del SICN que llega hasta Carhuaquero, en la provincia norteña de Santa Cruz. Esta línea tiene una potencia de 220 Mw, suficiente para abastecer la demanda minera potencial, con lo que el inversionista tendría que invertir sólo en red de transmisión. Compraría la energía con el fin de comercializarla y centraría el negocio en transmisión y distribución.

Sin embargo, estas posibles inversiones para atender los nuevos asentos mineros no significan necesariamente una solución a los problemas de la Subregión. Los proyectos mineros requieren mucha energía<sup>6</sup>, por lo que generalmente tienen abastecimientos dedicados o se construyen líneas de transmisión a partir del sistema principal para abastecerlos. En estos sistemas, el bajar la energía a una línea de menor voltaje -de tal manera que pueda ser aprovechada para el abastecimiento urbano y rural- puede resultar muy caro y antieconómico, por lo que el desarrollo minero de la Subregión no tiene necesariamente que beneficiar al desarrollo eléctrico de la zona.

Por esta razón, puede considerarse que lo más conveniente para los poblados de reducida demanda es el desarrollo de minicentrales térmicas, de menor costo de inversión y mayor costo de operación. Estos proyectos tendrían que estar principalmente financiados por el Estado o por organismos internacionales, porque es muy probable que el sector privado no se muestre interesado en ellos, con excepción de aquellos que abastecerían a los grandes proyectos mineros.

Una alternativa energética que también debe ser tomada en cuenta para la Subregión es la generación eléctrica a partir de fuentes no convencionales, como la irradiación solar, la energía geotérmica y la energía eólica.

---

<sup>6</sup> Se estima que los requerimientos energéticos del proyecto minero La Granja es de unos 200 Mw,

En el primer caso, la Subregión cuenta con una gran intensidad de irradiación solar en su superficie, un bien inagotable. La energía solar es empleada principalmente para infraestructura social ( cocinas, hornos, calentadores de agua, secadores de alimentos, bombas, invernaderos, destiladores de agua y otros equipos).

La energía geotérmica, resultante de la energía generada por las diferencias de temperatura en el subsuelo, es un recurso muy importante que todavía no ha sido explorado a plenitud. La fuente son los muchos brotes termales del subsuelo, situados principalmente en las zonas altas.

Por su parte, la energía eólica también constituye una fuente de generación eléctrica de bajo costo, que puede ser empleada para aplicaciones de bombeo de agua y generación eléctrica para pequeñas poblaciones.

ENERGÍA EN CAJAMARCA

| Energía solar              |        | Energía eólica                             |       |
|----------------------------|--------|--|-------|
| Latitud                    | 7,1 S  | Velocidad media V m/s                      | 1,9   |
| Longitud                   | 78,5 W | Energía producible kwh/m <sup>2</sup> /año | 1.157 |
| Altitud kwh/m <sup>2</sup> | 2.640  |  |       |
| Irradiación solar diaria   | 4,47   |  |       |

Fuente: Santiago Roca y colab. *Perú: destino de inversiones; ambiente, sectores, regiones, financiamiento y estrategias.* 1997, p. 389 y 391.

---

mientras que los requerimientos energéticos de toda la ciudad de Cajamarca no superan los 5 Mw.