

---

## Gestión de la energía por el lado de la demanda en la ITAIPU Binacional

Marcelo Miguel (marcelom@itaipu.gov.br), Rodrigo E. Chaparro M. (rodricha@itaipu.gov.py), Marcos D. Morinigo E. (marcosmo@itaipu.gov.py), Gabriela E. Britos G. (gebritos@itaipu.gov.py), Valentim G. Moreira (valentim@itaipu.gov.br), Denison P. de Avila (Denison@itaipu.gov.br), Alexandre Silva de Vargas (asvargas@itaipu.gov.br), Flavia Ljunggren Miret (flavialjunggren@hotmail.com).

### ITAIPU Binacional

### Paraguay/Brasil

## RESUMEN

La Itaipu Binacional viene actuando de manera sistemática en el lado de demanda interna desde la institución del CICE (Comisión Interna de Conservación de la Energía), en el año 1995. Transcurridos 20 años, mucho se evolucionó y se concretizó, y en 2015, se inició el Proceso de implementación de la norma ISO 50.001- Sistema de Gestión la Energía, con el fin de sistematizar la gestión por el lado de demanda.

Este informe técnico describe las acciones de las diversas Áreas de la Entidad que participan en el CICE, destacándose las Direcciones de Coordinación, Administrativa, y Técnica, que actúan tanto en la Casa de Máquina, como en las instalaciones eléctricas ubicadas en la margen derecha (Paraguay) e izquierda (Brasil) de la Central. Actuando fuertemente en nuevas tecnologías, certificaciones de equipos, procesos de compras sustentables, cambio de paradigmas y de cultura en los usuarios.

Estas acciones contribuyen al aumento de la eficiencia energética de las instalaciones y sistemas, reducen el desperdicio de energía en las cuentas pagadas por la Itaipu a la ANDE y a COPEL, reducen los costos de las horas-hombre de mantenimiento, y contribuyen al medio ambiente a través de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por la propia flota de vehículos, reducción de la contaminación del medio ambiente mediante la sustitución de la iluminación a base de mercurio, la reducción del desperdicio de agua a través de la reutilización o reaprovechamiento del agua de lluvia y el agua generada por los sistemas de acondicionamiento aire. Por tanto, estas acciones permiten que más energía sea entregada a los Sistema Eléctricos Paraguayo y Brasileiro, aumentando el desenvolvimiento regional a través de la oferta energética y la distribución de royalties.

## PALABRAS CLAVES

Gestión de Energía, Lado de Demanda, Eficiencia Energética, Reducción de Costos.

## 1. INTRODUCCION

En un mercado cada vez más competitivo, las empresas buscan incesantemente mejorar la eficiencia energética. En las Centrales Hidroeléctricas [8], los campos sujetos a optimización son la producción de energía, el mantenimiento, operación y actualización tecnológica de los sistemas.

En el aspecto económico, significa reducir los costos de producción y/o aumentar los ingresos con la venta adicional de los aumentos de dicha producción.

En el aspecto técnico significa minimizar los desperdicios y pérdidas técnicas, promoviendo la mejoría de la eficiencia de los sistemas [2].

La búsqueda no solo por la reducción de pérdidas, sino también por el mejor aprovechamiento de los procesos productivos fueron objeto de un gran esfuerzo científico desde que el hombre se dio cuenta que los recursos disponibles son reducidos, y se volverán cada vez más escasos e impactantes en el medio ambiente, debido a las cada vez más voraces necesidades de las crecientes demandas energéticas de la sociedad [3].

En este contexto, este trabajo procura demostrar los resultados obtenidos con las técnicas de gerenciamiento por el lado de demanda en las instalaciones de Itaipu Binacional.

En el ámbito mundial, la crisis del petróleo de 1973/1974 dio origen a la generación de los primeros programas mundiales estructurados, en Inglaterra y Estados Unidos, para mejorar la eficiencia energética, siendo que la preservación de este estratégico insumo de la matriz energética mundial se volvió una materia primordial [5]. En Brasil, fue creado el Programa Nacional de Conservación de Energía (PROCEL) en 1985 y en Paraguay, fue creada la Comisión Nacional de Eficiencia Energética (CNEE) en 2011.

Existe una relación directa entre la energía y el medio ambiente. Actualmente, el desafío de la expansión está pasando por un proceso de búsqueda de alternativas energéticas, debido a que los recursos no renovables son de uso limitado, por el agotamiento de las materias primarias mundiales [4]. Siendo así, la búsqueda de la eficiencia de los recursos caracteriza las actuales prioridades energéticas. En cuanto al medio ambiente, sabemos del gran impacto mundial causado por la industria energética mundial, y de la emisión de gases de efecto invernadero de los combustibles fósiles, además de una dependencia cada vez mayor del hombre por la energía eléctrica, así como la preocupación con la sustentabilidad del planeta.

Según World Energy Council [10], necesitamos “repensar” la Tierra, y la energía necesita ser “descarbonizada”, lo que conduciría inevitablemente a un futuro sustentable que, a su vez, proporcionaría y democratizaría la energía, evitando así, futuros conflictos entre las naciones por las posesiones de las reservas energéticas mundiales.

## 2. OBJETIVO

Validar las oportunidades del gerenciamiento por el lado de demanda de la Central Hidroeléctrica Itaipu, particularmente en el contexto de las norma ISO 50001, contribuyendo a la reducción de desperdicios hidro-energéticos en la Centrales Hidroeléctricas, así como su impacto y su contribución para la mejoría de la eficiencia energética [10].

### 3. METODOLOGIA

La norma ISO 50001 para Sistemas de Gestión de Energía -requisitos con orientaciones para uso [1], propone habilitar las organizaciones a establecer sistemas y procesos para la mejoría del desempeño energético, de acuerdo con las siguientes etapas:

- Revisión energética: identificar las actividades de las empresas que se relación con recursos energéticos;
- Planeamiento y plan de acción: crear Plan de Gestión;
- Sistema de Gestión, Control de Documentos: tratar de forma sistemática las informaciones relacionadas al tema;
- Monitoreo, Medición y Análisis: utilizar y/o desenvolver índices de acompañamiento, control y monitoreo;
- Comunicación, Entrenamiento: buscar la concientización y capacitación de los usuarios;
- Creación de Cultura Interna y en la Cadena de Proveedores: Buscar desenvolver una cultura encaminada a la eficiencia energética en nuestras actividades.

### Estabelecendo o Sistema de Gestão da Energia - SGE

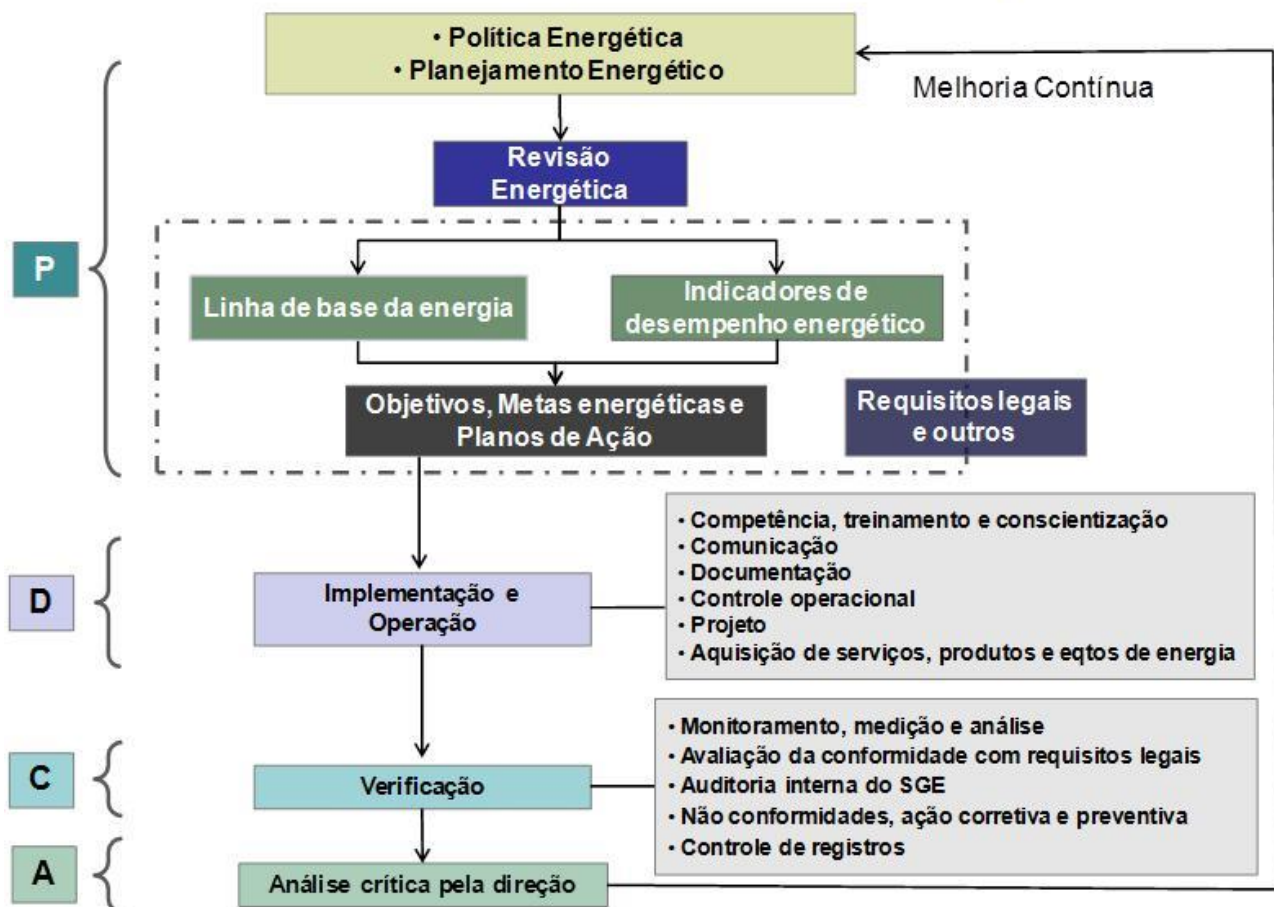


Figura 1: Diagrama de flujo del modelo ISO 50001 [7].

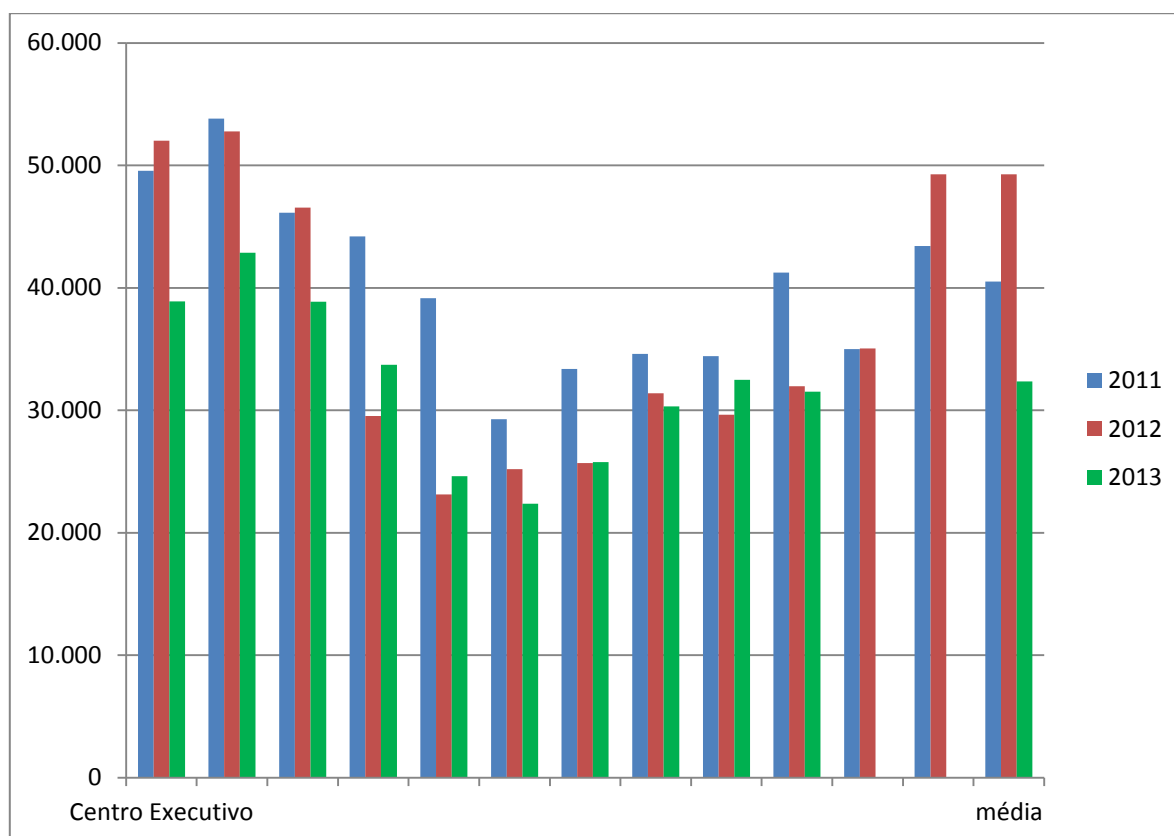
## 4. RESULTADOS

Diversas Áreas de la Entidad ya están implementando las técnicas de gestión de energía.

A continuación son presentados los resultados de las implementaciones ya realizadas.

### 4.1 Centro Ejecutivo

El centro ejecutivo de Itaipu fue la primera edificación de Itaipu que se habilitó para certificación con la norma ISO 50001. Utilizando las técnicas de gestión por el lado de demanda, hubo mejoría del desempeño energético tal como se muestra en la Figura 2:



**Figura 2: Energía mensual en kWh. Fuente: SGII. AD, Itaipu Binacional.**

Las secciones identificadas incluyeron el Retrofit de la iluminación convencional por las luminarias LED, la substitución de los accesorios de aire acondicionado por el sistema Split-inverter, aislamiento térmico del techo, introducción de energía solar térmica y fotovoltaica, instalación de sensores de presencia para accionamiento de la iluminación[9].

## 4.2 Iluminación vial de la Margen Derecha

La iluminación en las vías de acceso a la Central Hidroeléctrica Itaipu fue totalmente remodelada con la substitución de las luminarias convencionales por las luminarias LED, aumentando la vida útil, reduciendo el consumo, mejorando la iluminación, reduciendo el tiempo de mantenimiento y los costos operacionales.

**Tabla 1: Retrofit de la iluminación de las vías de acceso a la CHI en la Margen Derecha**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONVENCIONAL	LED
A	NÚMEROS DE ARTEFACTOS		170
B	POTENCIA EN WATTS	400	233
C	HORAS DE FUNCIONAMIENTO DIARIO	12	12
D	DIAS		30
E	POTENCIA CONSUMIDA= (A)*(B)	68000	39610
F	ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA EN kWh =(C)*(D)*(E)	24.480,00	14.259,60
G	ENERGÍA ANUAL CONSUMIDA =(F)*12	293.760	171.115
H	AHORRO DE ENERGÍA ANUAL kWh		122.644,80

**Fuente: ODMS. CE, Itaipu Binacional.**

Fue calculado también la reducción del costo de mantenimiento obtenida con la implementación de la nueva tecnología, conforme muestra la tabla 2 a seguir:

**Tabla 2: Retrofit de la iluminación de las vías de acceso a la CHI en la Margen Derecha**

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Oficial Electricista	15	Hora - Hombre	14	207
Ayudante electricista	15	Hora - Hombre	10	148
Lampara, Ignitor, reactor y capacitor.	20	Unidad	65	1.300
Camión Grúa	15	Hora	46	690
<b>TOTAL MENSUAL ESTIMADO EN MANTENIMIENTO</b>				<b>2.345</b>

**Fuente: ODMS. CE, Itaipu Binacional.**

Otro de los logros significativos fue la sustentabilidad, pues las luminarias convencionales poseen Mercurio, que tienen un alto nivel de polución y células cancerígenas por ser acumulativas.

## 4.3 Iluminación Vial de la Margen Izquierda

Para el dimensionamiento de la capacidad de iluminación de la Central Hidroeléctrica, consideramos su capacidad con parámetros conocidos de eficiencia. Para efecto de esos cálculos conforme a lo siguiente:

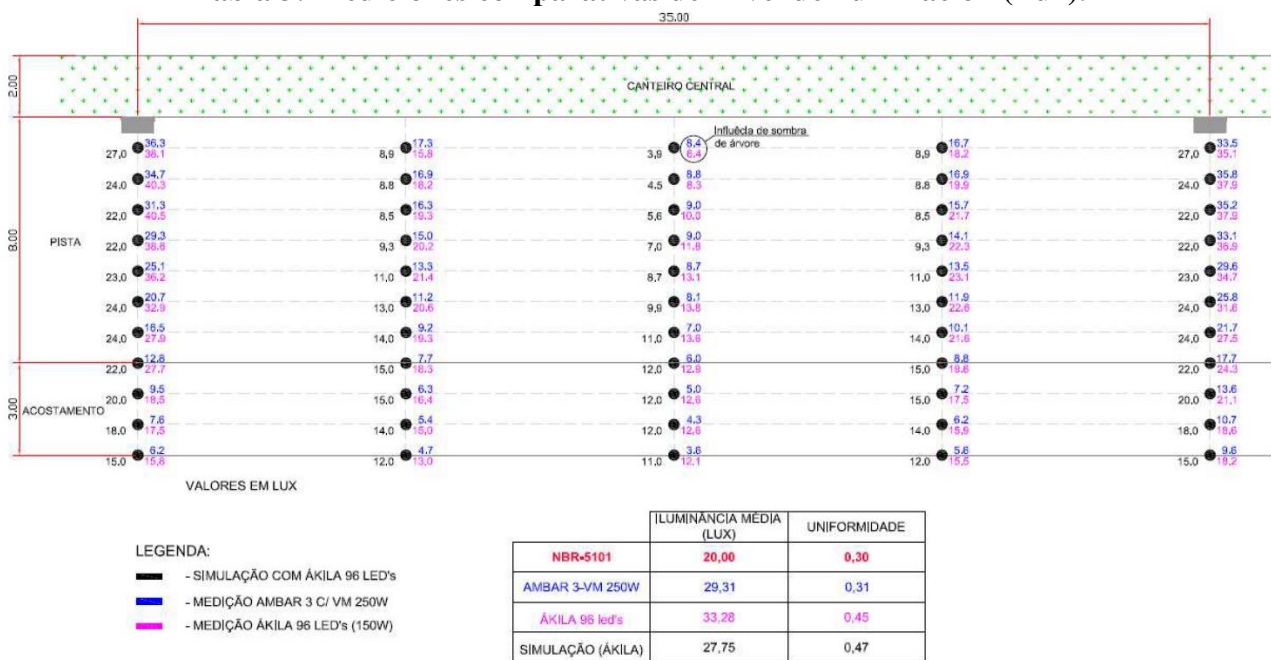
- 1a Etapa: 205 luminárias Vapor de Mercurio 400W = 82.000 W instalados
- 2a Etapa: 205 luminárias Vapor Metálico 250W = 51.250 W instalados
- 3a Etapa: 205 luminárias LED 150W = 30.750 W instalados

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ  
25 y 26 de Agosto de 2016

De la 1ª etapa a la 2ª, hubo una mejoría de 37,5%. Tomándose como línea de base la potencia de 400W (1ª etapa), se consiguió una reducción de potencia instalada en 62,5%.

Además del aumento de la eficiencia energética y de la vida útil prometida de la lámpara de 24.000 a 100.000 horas, se consiguió la mejoría del nivel de iluminación en Lux, conforme se detalla en la tabla 3 a continuación:

**Tabla 3: Mediciones comparativas del nivel de iluminación (Lux).**



Fuente: ODMS. CD Itaipu Binacional.

### 4.3 Estación de Tratamiento de Agua

En la Estación de Tratamiento de Agua (ETA II) fueron substituidas 2 motobombas de 100 y 150 CV por 2 de 20CV y una de 40CV.

**Tabla 4: Retrofit de la ETA II.**

Obra: Sustitución de Motobombas en la ETA II	Antes	Después
Potencia media desenvuelta (W)	35.327	18.209
Energía consumida en un día (8 horas) (kWh)	283	146
<b>Reducción en el consumo (%)</b>		<b>48,5%</b>
<b>Estimativa de la energía economizada (MWh)<sup>1</sup></b>		<b>35,3%</b>
<sup>1</sup> el sistema entro en operación el día 06/02/2015		

Fuente: ODMS. CD Itaipu Binacional.

## 5. DISCUSION

Podemos estimar la cuantificación de la eficiencia energética por la contribución de la norma ISO50.001 de acuerdo con las consideraciones y características de cada sistema o tipo de instalación considerada [6]. En Itaipu fueron seleccionados, inicialmente, el Centro Ejecutivo, la Iluminación Vial y la Estación de Tratamiento de Agua (ETA II). Esta selección fue hecha por las propias áreas que se disponibilidad para esta implementación.

La implementación de normas de gestión de energía y de calidad, en especial en países como Paraguay y Brasil, los cuales tienen un alto porcentaje de la matriz de energía renovable, si es bien utilizado y administrado puede tener un potencial alentador para la inclusión de esta norma en el mercado, integrando definitivamente en los consumidores la cultura de la normalización y de la eficiencia.

A pesar de los beneficios ambientales y técnicos derivados de la mejoría de la eficiencia energética de las instalaciones, la inserción de la norma de forma más extensiva necesita ser fomentada por los agentes del sistema, además de programas de capacitación para los beneficiarios.

## 6. CONCLUSION

La implementación de la norma ISO 50.001 ayudo a elevar los índices de eficiencia alcanzados por las instalaciones seleccionadas, generando la necesidad de romper los paradigmas para el aprovechamiento de las oportunidades de mejoras de eficiencia energética por el lado de demanda y toma una dimensión especial en este nuevo momento global de búsqueda de sustentabilidad, calidad y cantidad de energía para el futuro.

## 7. AGRADECIMENTOS

Al Comité Nacional Paraguayo del Cigré, por permitir la presentación de este artículo en el décimo Seminario del Sector Eléctrico Paraguayo.

La entidad ITAIPU BINACIONAL, a su equipo gerencial y colegas de la CICE (Comisión Interna de Conservación de Energía), por la confianza y la ayuda para viabilizar este artículo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABNT NBR ISO 50.001:2011 Sistemas de gestión de energía – requisitos con orientaciones para uso. Rio de Janeiro, 2011.
- [2] CAMARGO, C. C. de B. Gerenciamiento por el lado de demanda: metodología para identificación de potencial de conservación de energía eléctrica de consumidores residenciales. Florianópolis, 1996. Tese (Doctorado en Ingeniería de Producción) - Programa de Post-graduación en Ingeniería de Producción, UFSC, 1996.
- [3] GELLER, H. S. O Uso eficiente da electricidade: uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil. Rio de Janeiro: INEE, 1994.
- [4] LIMA, J. W. M. Efectos y cambios climáticos en la generación de energía eléctrica. AES Tietê, San Paulo, SP: Hunter Books Editor, 2014
- [5] NADEL, S.; GELLER, H. S. Smart energy policies: saving money and reducing pollutant emissions through greater energy efficiency. Washington, D.C.: ACEEE – American Council for an Energy-Efficient Economy, 2001.
- [6] PINTO, A.B.A.; BASTOS, F. Curso da Norma ISO 50.001 - requisitos con orientaciones para uso. Rio de Janeiro: Electrobras, 2015.
- [7] PINTO, A.B.A. La gestión de energía con la norma ISO 50.001. Disertación (Masterado en Ingeniería de Energía) - Programa de Post-graduación en Engenharia de Energia, UNIFEI – Universidad Federal de Itajubá, 2014.
- [8] SÓRIA, M. A. Z. et al. Dams & The World's Water. CIGB – Commission Internationale des Grands Barrages. Paris, 2008.
- [9] SÓUZA, J. J. et al. Manual del sistema de gestión de energía – Centro Ejecutivo de Itaipu. Foz do Iguaçu, 2008.
- [10] WORLD ENERGY COUNCIL. Energy for Tomorrow's World – Acting Now!. World Energy Council. Londres: 2000.