



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
HIDROCARBUROS Y ENERGÍAS



UN PROGRAMA DE  
*Eficiencia  
energética*  
PARA EL SECTOR  
INDUSTRIAL BOLIVIANO

# Programa

## Eficiencia energética

PARA EL SECTOR INDUSTRIAL BOLIVIANO

### UN PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL SECTOR INDUSTRIAL BOLIVIANO

**Autor:**

Ministerio de Hidrocarburos y Energías (MHE)  
Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA)  
Niras – IP Consult para el Programa de Energías Renovables (PEERR II)

**Edición, diseño y diagramación:**

Comunicación Programa de Energías Renovables (PEERR)

Esta publicación es apoyada por la Cooperación Alemana al Desarrollo, a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y su Programa de Energías Renovables (PEERR II).

Se autoriza la reproducción total o parcial del presente documento, sin fines comerciales, citando adecuadamente la fuente.

La Paz, Bolivia, octubre 2022



# Índice

<b>1. La industria manufacturera boliviana</b>	<b>6</b>
1.1 Retrato oficial	6
1.2 Perspectivas	7
<b>2. La experiencia boliviana en eficiencia energética</b>	<b>8</b>
2.1 Programas desarrollados	8
2.2 Barreras identificadas	10
<b>3. Conceptos y cifras que explican la situación actual de la industria en Bolivia</b>	<b>16</b>
3.1 Intensidad Energética (IE)	16
3.2 Uso Final Energético (UFE)	18
<b>4. Cómo encarar la mejora de la productividad energética en la industria boliviana</b>	<b>24</b>
4.1 Línea de Base en gas natural	26
4.2 Línea de Base en bagazo	27
4.3 Línea de Base en electricidad	27
4.4 Líneas de Acción	28
<b>5. La estructura institucional en torno al Programa de Eficiencia Energética</b>	<b>44</b>
<b>6. Bibliografía</b>	<b>46</b>

# Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Barreras, Desafío y Nivel de riesgo	15
<b>Tabla 2.</b> Índices de Consumo Mensual Promedio de Electricidad	20
<b>Tabla 3.</b> Estimación de beneficios en 5 años de ejecución del Programa	25
<b>Tabla 4.</b> Reducción de Consumo de Gas Natural	26
<b>Tabla 5.</b> Reducción del uso final de electricidad	28
<b>Tabla 6.</b> Municipios donde se encuentran las industrias con los mayores consumos promedio mensuales de electricidad.	36
<b>Tabla 7.</b> Municipios donde se encuentran las industrias con los mayores consumos promedio mensuales de gas natural.	41

# Índice de figuras

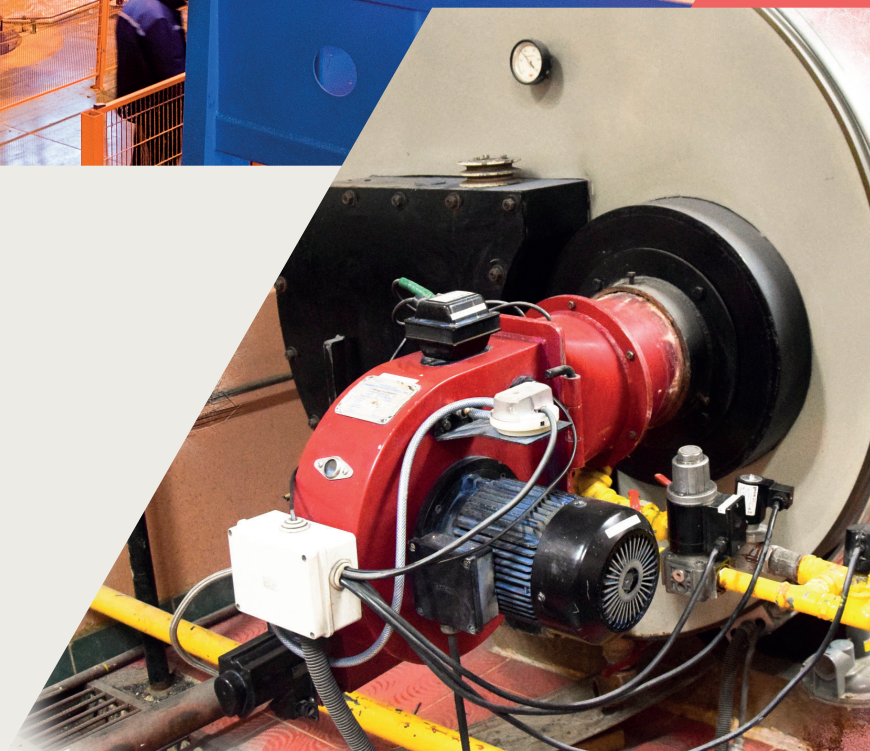
<b>Figura 1.</b> Intensidad Energética Final Industrial por Componentes	17
<b>Figura 2.</b> UFE de electricidad (GWh): CRE, DELAPAZ y ELFEC	19
<b>Figura 3.</b> Consumo total de las distribuidoras y consumo mensual promedio de los establecimientos por distribuidora (kWh/mes-usuario)	19
<b>Figura 4.</b> Consumo Mensual Promedio de Gas Natural	21
<b>Figura 5.</b> Balance de Energía Bagazo: SCZ y LPZ	23
<b>Figura 6.</b> Línea de Base de Consumo de Gas Natural	26
<b>Figura 7.</b> CRE, DELAPAZ, ELFEC. Línea de Base	27
<b>Figura 8.</b> ELFEC. Distribución por segmento de consumo	33
<b>Figura 9.</b> DELAPAZ. Distribución por segmento de consumo	33
<b>Figura 10.</b> CRE. Distribución por segmento de consumo	33
<b>Figura 11.</b> ELFEC. Distribución por categoría	34
<b>Figura 12.</b> DELAPAZ. Distribución por categoría	34
<b>Figura 13.</b> CRE. Distribución por categoría	34
<b>Figura 14.</b> ELFEC. Distribución por municipio	35
<b>Figura 15.</b> DELAPAZ. Distribución por municipio	35
<b>Figura 16.</b> CRE. Distribución por municipio	35
<b>Figura 17.</b> ELFEC: Relación de tarifas como función del Factor de Carga	37
<b>Figura 18.</b> DELAPAZ: Relación de tarifas como función del factor de carga	38
<b>Figura 19.</b> Relación de tarifas como función del factor de carga	38
<b>Figura 20.</b> CBB. GN por segmento de consumo	39
<b>Figura 21.</b> LPB. GN por segmento de consumo	39
<b>Figura 22.</b> SRZ. GN por segmento de consumo	39
<b>Figura 23.</b> CBB. GN por municipio	40
<b>Figura 24.</b> LPB. GN por municipio	40
<b>Figura 25.</b> SRZ. GN por municipio	40
<b>Figura 26.</b> Uso final de GN por rubro de producción	41
<b>Figura 27.</b> Consumo promedio de GN por rubro de producción	42

# Abreviaciones

AETN	Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear	kBs	Miles de Bolivianos
BDP	Banco de Desarrollo Productivo	kWh	Kilovatio hora
BEN	Balance Energético Nacional	Mbep	Millones de Barriles Equivalentes de Petróleo
BEP	Barriles equivalentes de petróleo	MBs	Millones de Bolivianos
BG	Bagazo	MEPS	Estándares Mínimos de Rendimiento Energético (MEPS, por sus siglas en inglés)
Bs	Bolivianos	M\$us	Millones de dólares
BUSA	Banco Unión S.A	MHE	Ministerio de Hidrocarburos y Energías
CRE	Cooperativa Rural de Electrificación R.L.	Mpc	Millones de pies cúbicos
CM	Consumo Mensual	MWh	Megavatio hora
CM-DEL	Consumo mensual promedio de usuarios industriales de DELAPAZ	OSE	Organizaciones de Servicios Energéticos
CM_CRE	Consumo mensual promedio de usuarios industriales de CRE	PEERR	Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética
CM_ELF	Consumo mensual promedio de usuarios industriales de ELFEC	PIB	Producto Interno Bruto
CMP	Consumo Mensual Promedio	PTB	Physikalisch -Technische Bundesanstalt
CNDC	Comité Nacional de Despacho de Carga	SIN	Sistema Interconectado Nacional
CNI	Cámara Nacional de Industrias	UFE	Uso Final Energético
CPTS	Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles	UFE_Ind	Uso Final Energético Industrial
DELAPAZ	Distribuidora De Electricidad La Paz	VMPE	Viceministerio de la Micro y Pequeña Empresa
EE	Eficiencia Energética	VMEEA	Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
ELFEC	Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba	YPFB	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos
ERD	Embajada Real de Dinamarca		
ESMAP	Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía (ESMAP, por sus siglas en inglés)		
FIRE DIN	Fideicomiso para la Reactivación y Desarrollo de la Industria Nacional		
FOGADIN	Fondo de Garantía para el Desarrollo de la Industria Nacional		
GIZ	Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit		
GN	Gas Natural		
INE	Instituto Nacional de Estadística		
kbep	Miles de barriles equivalentes de petróleo		



# La industria manufacturera BOLIVIANA



Con datos oficiales<sup>1</sup>, el número de empresas manufactureras en el año 2016 sería de 6,522. De ese total, 5,860 serían micro y pequeñas empresas (el 90%); 475 empresas medianas (el 7%); y 187 empresas grandes (el 3%). El 85% de las empresas industriales manufactureras se encuentran en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz; la proyección del crecimiento del número de empresas hacia el año 2020 se situaría en un rango de entre 8,000 a 10,000 unidades económicas manufactureras en ese año.

## 1.1 Retrato oficial

El coeficiente de industrialización manufacturera expresa el nivel de participación de la industria manufacturera en el Producto Interno Bruto (PIB). Esa cifra, en Bolivia, alcanzó un valor de 16.5% en 2018 y registró un mínimo de 16.2% en 2015. Para encontrar una cifra más alta, hay que remitirse al año 1994 –hace 28 años–, cuando el referido coeficiente alcanzó, según el reporte de la Cámara Nacional de Industrias, el 18.06% del PIB.

Los tres principales rubros manufactureros de la industria boliviana son: Alimentos, Bebidas y Tabaco. En el año 2018, estos tres rubros representaron el 52.1% del PIB industrial en Bolivia. Los otros rubros industriales son: Textiles, prendas y cuero (6.9%); Madera y Productos (5.4%); Productos de la Refinería de Petróleo (11.8%); Productos minerales no Metálicos (12.2%); y Otras Manufacturas (con el 11.6%). En este último rubro figura la elaboración de productos de plástico y las empresas de productos farmacéuticos y metalmecánica, entre otras.

## 1.2 Perspectivas

Los párrafos anteriores expresan un retrato breve y descriptivo de la industria manufacturera boliviana desde las cifras oficiales del sector. La formulación y propuesta de un Programa de Eficiencia Energética para la industria boliviana –que incluye a la totalidad de establecimientos industriales, formales y no formales, en tanto usuarios del sistema energético y participantes del sistema económico– presenta una mirada más abarcadora y con mayor profundidad, concentrada en el uso final de la energía como uno de los principales factores de producción de la industria.

Dicho Programa tiene el propósito de mejorar la productividad energética de la industria manufacturera boliviana entendiendo que la eficiencia de toda economía radica en su capacidad de transformar la energía en riqueza, es decir, en producto y trabajo,

asumiendo que una economía poco eficiente es aquella que consume cada vez más energía, demanda mucho más capital y genera mucho menos trabajo.

Bajo estos conceptos, el Programa le permitirá al país y a sus industrias manufactureras, en cinco años: 1) Reducir el consumo de gas natural en más de 3.000 millones de pies cúbicos; 2) Ahorrar poco más de 20 millones de dólares en energía en las industrias; 3) Incrementar el ingreso neto de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, YPF, en poco más de 14 millones de dólares; y 4) Generar empleos técnicos calificados para asistir a más de diez mil industrias públicas y privadas.

La puesta en marcha del Programa requiere una política pública sectorial comprometida con la productividad energética del sector.

<sup>1</sup> Datos del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (MDPyEP), Encuesta Anual de Unidades Económicas, 2018.

# La experiencia boliviana en eficiencia energética



## 2.1 Programas desarrollados

Fueron seis los programas nacionales relacionados con la eficiencia energética. Aquí se los reseña brevemente.

**1) Programa de Asistencia a la Gestión del Sector Energético, ESMAP.** Este programa, iniciado en 1994, desarrolló actividades en los ámbitos de la Energía Rural, la Eficiencia Energética y la Energía de Biomasa. De esos tres ámbitos de trabajo surgieron dos programas, el **Programa de Eficiencia Energética** y el **Programa Nacional de Biomasa**. En el primero de ellos, el ESMAP realizó intervenciones de auditoría, capacitación y actividades demostrativas en un grupo de diez industrias nacionales. En dos de ellas, UNAGRO y GUABIRÁ, se identificaron los proyectos de generación de electricidad en las industrias del azúcar.

**El Programa Nacional de Biomasa** tuvo otros alcances. Teniendo como norte el uso eficiente de la biomasa como energético, la sustitución de combustibles y el suministro sostenible de biomasa, entre 1996 y 1998 el Programa llevó a cabo estudios de campo que permitieron identificar 3,722 establecimientos industriales que utilizaban biomasa como fuente de energía, y realizó diagnósticos y evaluaciones de eficiencia energética en más de 200 establecimientos rurales que hicieron posible el diseño e implementación de proyectos demostrativos en varias industrias.

Dos resultados del ESMAP son destacables: el **Programa Nacional de Biomasa** diseñó un mecanismo financiero –denominado Fondo de Biomasa y Producción Más Limpia– dirigido a mejorar las condiciones de acceso al crédito de usuarios portadores de un proyecto de uso energético eficiente de biomasa o de producción más limpia. Este mecanismo daba vigencia a las Organizaciones de Servicios Energéticos (OSE), conformadas por instituciones de la sociedad civil especializadas en el trabajo con organizaciones de productores rurales y con importantes competencias en el ámbito de la energía. Por su parte, el **Programa de Eficiencia Energética** implementó un mecanismo de asistencia técnica para la ejecución de proyectos en el sector privado que se denominó Centro de Producción de Tecnologías Sostenibles (CPTS). La creación de ambos mecanismos fue respaldada institucionalmente por un convenio entre la Secretaría Nacional de Energía y la Cámara Nacional de Industria.

El ESMAP desarrollo sus actividades entre 1994 y 2002. Solamente algunos de sus mecanismos implementados lograron consolidarse en la institucionalidad del sector. Una buena parte, lamentablemente, no tuvieron continuidad una vez que concluyó el financiamiento.

### 2) Programa Nacional de Eficiencia Energética.

Creado por un Decreto Supremo del año 2008, éste es un programa que, a diferencia de otros, tuvo un importante éxito en uno de sus componentes. Sus propósitos –lograr soberanía e independencia energética, beneficios económicos, beneficios ambientales y beneficios sociales– se resumieron en una línea de política energética denominada „Electricidad para Vivir con Dignidad“.

El Programa ejecutó cuatro áreas o líneas de acción: a) dos campañas –*Desplaza tu consumo fuera de las horas pico* y *Luz que apagas, luz que no pagas*– dirigidas a modificar la estructura de carga de electricidad en el horario de punta en el Sistema Interconectado Nacional, SIN; b) una campaña –exitosa– de sustitución masiva de focos incandescentes por luminarias fluorescentes compactas (LFC) en los hogares bolivianos en los años 2008 y 2010. La campaña logró reducir el crecimiento de la demanda de potencia de 10%, en 2007, a 0.4%, en 2008; c) la tercera línea de

trabajo estuvo dirigida a la sustitución de sistemas de calefacción eléctricos por sistemas de gas natural o solares; y d) la cuarta al “incentivo a instituciones y empresas de adoptar normas y políticas de consumo eficiente” (no se logró obtener informaciones más concretas en estos dos últimos casos).

**3) Programa Greenpyme.** Ejecutado entre los años 2012 y 2019 bajo el auspicio de la Corporación Interamericana de Inversiones, institución financiera multilateral del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo (BID), este Programa nació con el propósito de proporcionar servicios de asesoramiento, capacitación y asistencia técnica en planta, a empresas industriales y comerciales, para mejorar su competitividad a través la reducción de sus costos de energía y lograr reducciones significativas en sus emisiones de gases de efecto invernadero. El Programa disponía de un fondo para financiar medidas de eficiencia energética y ejecutó auditorías energéticas y visitas de seguimiento en 210 establecimientos productivos, realizó talleres de sensibilización, identificó un potencial de ahorro de energía del orden de 19 Giga Watios hora al año (GWh/año), y alcanzó un ahorro evaluado del orden de 8 GWh/año.

### 4) Programa de manejo sustentable de recursos naturales y cambio climático.

Con el apoyo de la Embajada Real de Dinamarca, y entre los años 2014 y 2018, este Programa fue ejecutado en ciudades de la región amazónica. Sus principales resultados fueron dos: a) la realización de 29 estudios estratégicos de eficiencia energética, tanto en generadoras de electricidad en sistemas de distribución de electricidad y de bombeo de agua como en empresas del sector industrial y comercial; y b) la prestación de servicios de asistencia técnica para la implementación de medidas de eficiencia energética.

Los estudios de eficiencia energética desarrollados por el Programa permitieron identificar un potencial de ahorro de energía del orden de 20 GWh/año, y las medidas implementadas lograron el ahorro de 1 GWh/año, ambos ahorros medidos en su equivalente en diésel. Lamentablemente, sólo dos empresas involucradas en los mencionados 29 estudios realizados continuaron aplicando medidas de eficiencia energética y realizando inversiones para mejorar sus procesos.

## 5) Proyecto de introducción de sistemas de gestión energética en Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, EPSA.

Durante cuatro años, entre 2016 y 2019, el Instituto Boliviano de Metrología, IBMETRO, y *Physikalisch - Technische Bundesanstalt*, PTB, su par en Alemania, implementaron una serie de actividades de capacitación y seguimiento para la introducción de sistemas de gestión de la energía en las EPSA cuya producción, tratamiento, transporte y distribución de agua, se sostienen por sistemas de bombeo.

Las auditorías de eficiencia energética en varias EPSA permitieron identificar grandes potenciales de ahorro de electricidad y de mejora de la productividad; los estudios desarrollados evidenciaron que existe una clara relación entre el consumo de agua y el consumo de electricidad, develando así un importante potencial de mejora ambiental.

## 6) Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (PEERR).

Con el propósito de mejorar las condiciones técnicas, económicas, legales e institucionales para la integración de las energías alternativas renovables al sistema eléctrico, y para el desarrollo de la eficiencia energética, la cooperación alemana en Bolivia –*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, GIZ–, en coordinación con el Viceministerio de Electricidad y Energías del Ministerio de Hidrocarburos y Energías, lleva a cabo este Programa desde mayo de 2016.

El PEERR, que a la fecha se encuentra en su segunda fase de implementación (2019-2121), se desarrolla con actividades en cinco líneas de acción: Planificación y Marco Normativo de Energías Renovables; Desarrollo de Proyectos de Energías Renovables e Integración a la Red; Eficiencia Energética; Capacitación, Formación e Información en Energías Renovables y Eficiencia Energética; y Electromovilidad.

La Línea de Acción 3, bajo la que se adscribe este documento, tiene dos objetivos: 1) crear las bases institucionales y técnicas que contribuyan con la adopción de acciones concretas para el fomento y aplicación de la eficiencia energética en el país; y 2) el desarrollo de una Estrategia de Eficiencia Energética en el país.

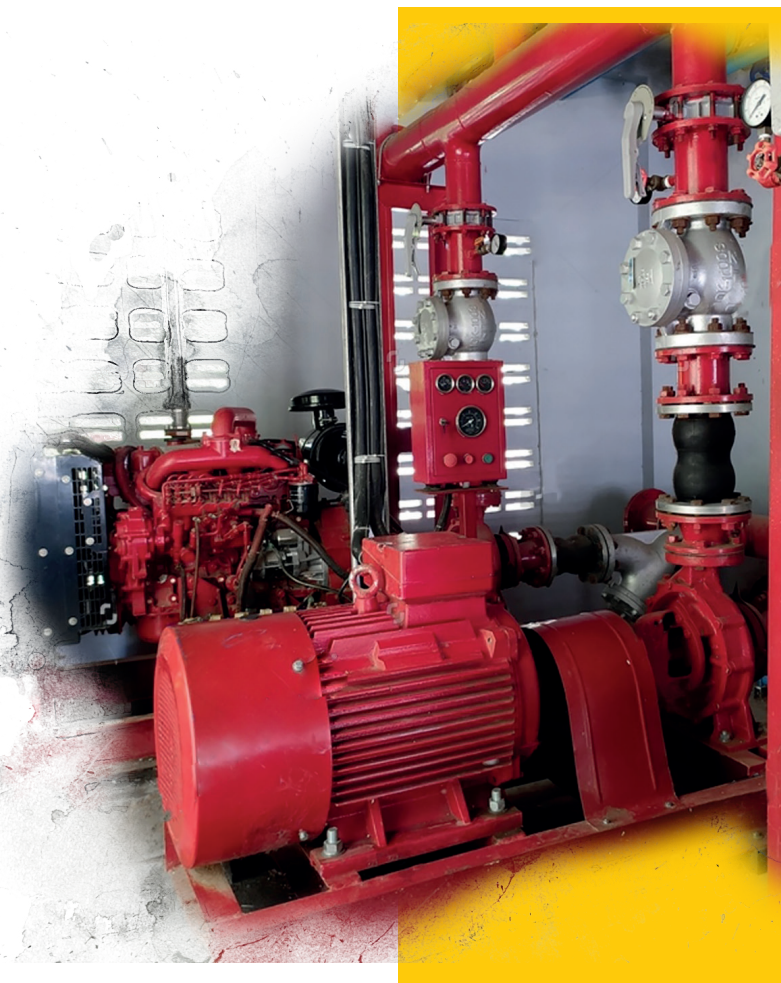
## 2.2 Barreras identificadas

Han transcurrido casi 30 años desde que en Bolivia se empezó a hablar de eficiencia energética. El primero de esos esfuerzos arrancó en 1994, con el ESMAP. El balance de estos esfuerzos arroja una constatación: las acciones para mejorar la eficiencia energética en el sector industrial manufacturero en el país no han logrado sostenerse en el tiempo, y, más importante aún, no han logrado desarrollar un mercado de servicios técnicos y financieros en el área.

¿Qué barreras impidieron que en Bolivia se desarrolle un mercado de servicios técnicos y financieros que derive en inversiones en eficiencia energética en el sector industrial boliviano?<sup>2</sup>

En este informe se identifican cuatro barreras: Institucionales, Financieras, Técnicas y de Información; se señalan también los desafíos a enfrentar para superarlas, y la valoración de riesgos –en términos de la ejecución del Programa y su relación con otras entidades gubernamentales– que supone enfrentar y superar esas barreras.

<sup>2</sup> La pregunta fue trasladada a especialistas del sector. Sus respuestas –y otros textos relacionados– son reseñadas en este informe.



**1) Barreras Institucionales.** Ninguno de los proyectos de eficiencia energética desarrollados en la industria boliviana se ejecutó bajo un marco normativo e institucional diseñado, específicamente, para la eficiencia energética y la facilitación de inversiones.

La ausencia de ese marco normativo e institucional impidió, primero, la creación de incentivos al uso eficiente de energía –o la penalización al uso ineficiente de energía– en un contexto en el que los bajos precios de la energía (gas natural y electricidad) derivan en una baja incidencia en la estructura de costos de las empresas industriales, ya sean privadas o estatales. Impidió, después, la asignación prioritaria de recursos económicos necesarios para el despliegue de las acciones gubernamentales dirigidas a la construcción de capacidades, el moni-

toreo y verificación, la investigación, el desarrollo de instrumentos y la instauración de mecanismos de apoyo a la gestión de la eficiencia energética en el sector industrial.

Para vencer esta barrera se identifican dos desafíos:

- El diseño de un marco jurídico específico destinado a promover la eficiencia energética en las instituciones públicas y privadas del Estado.
- El marco jurídico diseñado, en el ámbito de la industria manufacturera, y en sus definiciones de promoción e incentivo a la producción industrial –particularmente aquella destinada a la sustitución de inversiones–, debiera incluir a la totalidad de empresas industriales, estatales y privadas.

**2) Barreras financieras.** Este documento ha sintetizado dos percepciones a propósito de esta barrera.

La primera de esas percepciones, relacionada con la oferta de recursos para el financiamiento de actividades de eficiencia energética, señala que la banca no ha desarrollado nuevos mecanismos de financiamiento y que se ha concentrado en créditos principalmente con garantía real. No existiría, por tanto, desde esta percepción, un mecanismo de financiamiento adecuado para las actividades de eficiencia energética.

La segunda percepción, a diferencia de la primera, indica que pese a la existencia de una oferta de recursos para el acceso a créditos mejorados por parte de la banca, la evolución de la cartera de proyectos fue muy poco auspiciosa. Y señala, tomando la experiencia del Fondo de Biomasa y Producción Más Limpia desarrollado en el ESMAP, que el problema se encuentra en la gestión técnica de los proyectos, tanto en lo metodológico (insuficiencia técnica para convertir los resultados de una auditoría en un proyecto rentable que luego pueda ser evaluado), como en lo material (ausencia de recursos para financiar el componente no rentable de los servicios técnicos en un mercado abierto).

Aquí, cabe detenerse en dos mecanismos de financiamiento recientemente creados que, por tratarse de una oferta de recursos de bajo costo, plazo

adecuado y facilidades de acceso para la industria, podrían contribuir a derrumbar las barreras financieras que impiden el desarrollo de programas de eficiencia energética en el país.

Se trata de dos fideicomisos vigentes: el **Fideicomiso para la Recuperación Económica de la Industria Nacional, FIRE DIN**, y el **Fondo de Garantía para el Desarrollo de la Industria Nacional, FOGADIN**, administrados por el Banco Unión S.A. (BUSA) y el Banco de Desarrollo Productivo (BDP).

El FIRE DIN cuenta con una bolsa de recursos de 911 millones de bolivianos. Otorga financiamiento –con una tasa de interés anual del 0.5%– a personas naturales o jurídicas del sector productivo para proyectos de capital de inversión y de operaciones. Los recursos otorgados deben ser empleados en la transformación de productos que sustituyen importaciones. El plazo y vigencia del fideicomiso es de quince (15) años, computables a partir de la suscripción de los contratos.

El FOGADIN dispone recursos por un monto de 150 millones de bolivianos. Tiene la finalidad de constituir un Fondo de Garantía para cubrir hasta el 50% de nuevos créditos productivos otorgados a pequeños y microempresarios que no tengan cobertura de otro fondo, o no cuenten con una garantía que cubra la totalidad del crédito al que deseen acceder en el marco del FIRE DIN. Y en ese marco, el BDP está



en proceso de finalizar el diseño de dos productos financieros: el primero destinado a la producción más limpia y, el segundo, al financiamiento de proyectos de eficiencia energética y de energía de fuente renovable.

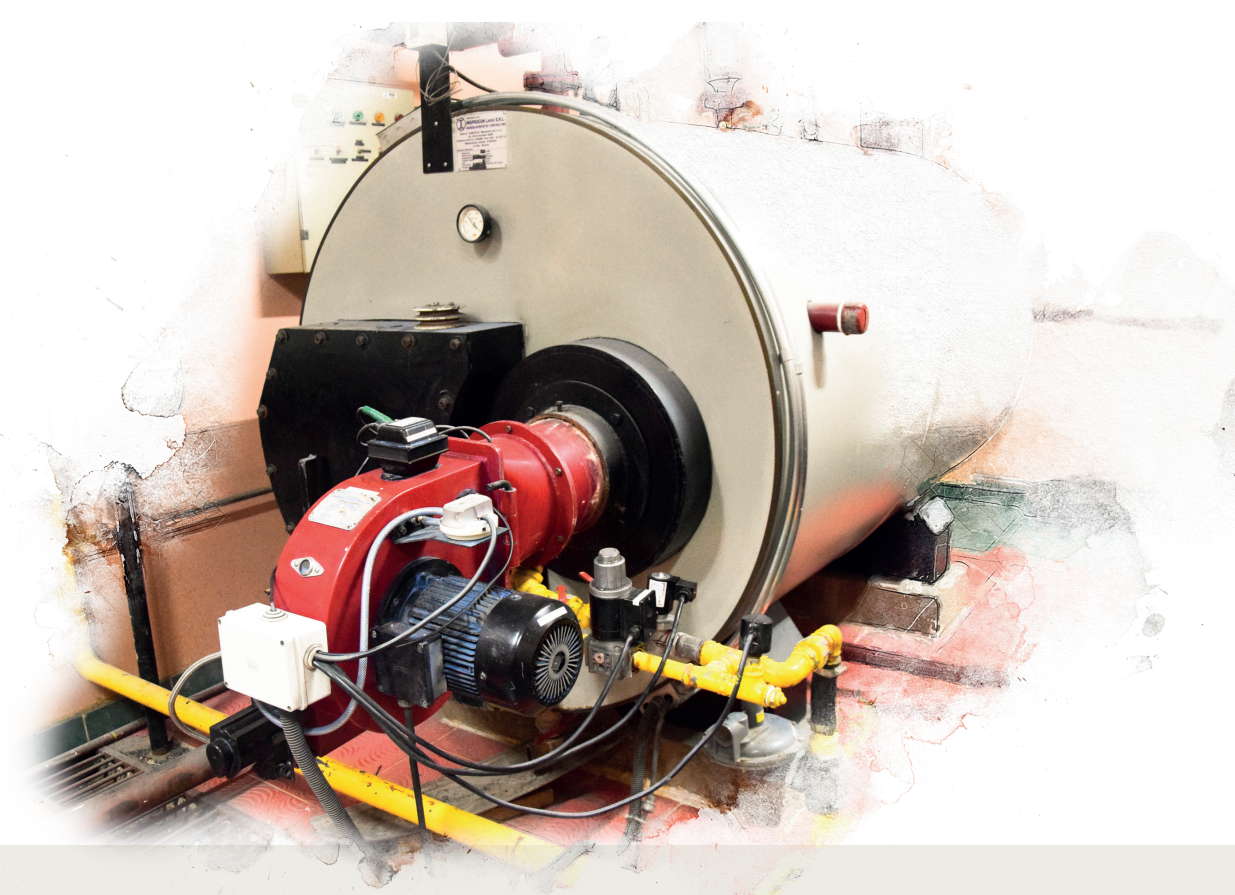
Si estos mecanismos pudiesen incluir a los proyectos de eficiencia energética nos encontraríamos nuevamente –como en el pasado– en una situación en la que los obstáculos al financiamiento de proyectos de eficiencia energética se habrían trasladado hacia el lado de la gestión técnica de esos proyectos.

Para superar esta barrera se identifican tres desafíos:

- Identificar un mecanismo de incentivos tributarios para la importación de equipamiento

eficiente y cuyo estándar de rendimiento energético esté debidamente certificado por los organismos nacionales.

- El establecimiento de estándares mínimos de rendimiento energético para la maquinaria y equipamiento adquirido con recursos de los proyectos, y su incorporación en el diseño de los mecanismos dispuestos para el financiamiento.
- El desarrollo de una masa crítica de proyectos que permita estandarizar formatos, procedimientos y prácticas, que faciliten el trabajo de los bancos y de profesionales y empresas de servicios energéticos. Esto mejorará la confianza de los inversionistas, los bancos y los asistentes técnicos.



**3) Barreras Técnicas.** En este caso es preciso realizar un análisis diferenciando sobre las barreras existentes: barreras en la Normativa y regulación técnica, en las Capacidades técnicas, y barreras en la Insuficiencia de servicios tecnológicos.

**Barreras en la normativa y regulación técnica.** La inexistencia de estudios sectoriales en el ámbito de la eficiencia energética en el país imposibilita una aproximación precisa a las necesidades de estandarizar y replicar un modelo de implementación de proyectos a nivel de mercado.

Pese a ello, es claramente identificable, en la normativa nacional, la ausencia de Estándares Mínimos de Rendimiento Energético (MEPS, por sus siglas en inglés) para el equipamiento industrial eléctrico, particularmente motores y equipos de frío, usos finales que constituyen la mayor parte del uso final de electricidad en el sector industrial. De esto deriva la inexistencia en el país de una base normativa que establezca tanto los métodos de ensayo y verificación de los MEPS como los requisitos para el etiquetado de los motores eléctricos y equipamiento de frío.

La ausencia de este marco normativo impide la creación de incentivos a la importación de motores eficientes.

Se encuentra también que la penalización por bajo factor de potencia no se aplica en todas las distribui-

doras de electricidad, pese a que este factor reduce la eficiencia y capacidad del sistema eléctrico, tanto del lado de la compañía suministradora como del establecimiento industrial.

Finalmente, no se cuenta con información sistematizada sobre consumos específicos de energía en operaciones térmicas que pudiesen dar cuenta del grado de eficiencia energética en las operaciones industriales basadas en calor.

**Barreras en las capacidades técnicas.** Se identifica en la industria manufacturera nacional la carencia de personal técnico con conocimientos en eficiencia energética. En los casos en que la empresa ha realizado algún cambio tecnológico, se observa poca integración entre los proveedores de equipos y la posibilidad de recibir asesoría en eficiencia energética.

Y aunque parecen existir, cada vez más, posibilidades de capacitación en Eficiencia Energética, no se ha identificado la existencia de un mecanismo –idóneo y confiable– de certificación de las competencias de los profesionales que han recibido capacitación en esta especialidad. Tampoco se ha identificado un método o mecanismo de cancelación de los honorarios de asistencia técnica, diferente de los recursos de la cooperación internacional, tanto para las tareas de diagnóstico como de seguimiento, aspecto especialmente relevante en el caso de proyectos de baja rentabilidad.

**Insuficiencia de servicios tecnológicos.** No existe en el país la infraestructura suficiente para la realización de pruebas de equipamiento industrial eficiente. Un ejemplo relevante es el caso de transformación de electricidad en fuerza motriz, a la que se atribuye una buena parte del uso final eléctrico en el sector.

Por otra parte, y ante la necesidad de equipamiento de medición que requiere todo estudio de eficiencia energética en las operaciones industriales, no existe un mecanismo –abierto al mercado– de provisión o alquiler de equipamiento, o, al menos, de servicios de medición de parámetros energéticos.

Tampoco se identifican mecanismos de incentivo a la investigación y la innovación tecnológica para el sector industrial.

Los desafíos para vencer barreras en este campo son numerosos:

- La realización de estudios sub-sectoriales que identifiquen, por tipo de tecnología, las principales demandas energéticas, estudios, además, que aproximen los consumos y costos específicos de energía como base para la descripción del estado de la tecnología y la fijación de metas del programa.

- El diseño de la norma técnica que fije estándares mínimos de rendimiento energético para maquinaria y equipamiento de uso intensivo en el sector industrial.

- El diseño de la norma técnica para la realización de ensayos de rendimiento energético en el equipamiento de uso intensivo en el sector industrial.

- El diseño de una normativa para la fijación de incentivos a la importación de equipamiento eficiente.

- La preparación y entrenamiento de una cantidad crítica de profesionales en el campo de la eficiencia energética –gestión, auditoría y asistencia técnica, diseño y evaluación de proyectos–, y el diseño de un mecanismo idóneo de certificación de sus competencias.

- El diseño de una normativa que permita establecer contratos de asistencia técnica entre las empresas industriales y las empresas de servicios energéticos.

- El diseño de un servicio de alquiler de equipo de medición de parámetros energéticos abierto al mercado.

**4) Barreras de Información.** La superación de las barreras de información, en esta propuesta, es un tema crucial, verdaderamente decisivo. Y se identifican tres barreras: a) Disposición y confiabilidad de datos para la planificación; b) Difusión y divulgación de los potenciales beneficios; y c) Información y cultura empresarial.

**a) Disposición y confiabilidad de datos para la planificación.** La información, con el grado de profundidad requerido para el estudio de la Eficiencia Energética en el sector industrial manufacturero, es, sin duda alguna, una de las primeras y principal barrera.

Cabe apenas un ejemplo, para advertir su importancia: el padrón estadístico (catastro) de usuarios finales de electricidad —además de no contener ningún lazo con sus similares de Gas Natural y agua— no permite la selección de industrias por rubro y actividad productiva, operación básica y fundamental para el diseño de actividades de política pública, sean éstas de promoción de inversiones, incentivo o, simplemente, de planificación energética sectorial y territorial.

Esta limitante no permite, para más ejemplos, priorizar las actividades del Programa por actividad productiva, hecho que facilitaría el diseño de proyectos tipo para su acceso a la oferta financiera existente.

**b) Difusión y divulgación de los potenciales beneficios.** La información sobre ofertas de tecnología energéticamente eficiente es prácticamente inexistente en el mercado boliviano.

En un sentido más amplio, esta barrera puede identificarse también como la falta de divulgación de información relativa a los beneficios de la Eficiencia Energética, el poco acceso de las empresas a información sobre opciones tecnológicas en cuanto a equipos energéticamente eficientes, o la escasa difusión de buenas prácticas o casos de éxito que son factibles de aplicar en varias empresas que enfrentan problemas energéticos similares.

**c) Información y cultura empresarial.** Una causa raíz, que puede ser catalogada como una barrera cultural y que aparece de manera transversal en algunas otras barreras contra la Eficiencia Energética, es que, tanto en ámbitos públicos de planificación, como en las empresas que ejecutan las acciones, la EE no es considerada como una oportunidad económica.

El concepto de EE navega entre lo socioeconómico y lo ambiental. Por lo que, la eficiencia energética aparece más bien como parte de acciones empresariales relacionadas más al cuidado del medio ambiente o de responsabilidad social que como una oportunidad que promueva la mejora de la gestión de las empresas.

La superación de esta barrera implica encarar al menos tres desafíos:

- Implementar un padrón estadístico energético de usuarios finales de electricidad, Gas Natural y agua unificado que permita identificar el rubro y actividad industrial.
- Ampliar la información sobre oferta y opciones de tecnología energéticamente eficiente para las empresas industriales.
- Promover una línea de publicaciones para guías técnicas de Eficiencia Energética y para divulgación de casos de éxito y de buenas prácticas industriales.

**5) Valoraciones de riesgo.** Los desafíos o acciones superadoras para vencer cada una de las cuatro barreras señaladas en los párrafos previos son valorados aquí en su potencial de riesgo para la ejecución del Programa.

El nivel de riesgo, en todos los casos, refiere una situación en la que las acciones de superación de una barrera o desafíos se encuentran fuera del marco de gobernanza del Programa. Son tres esos niveles de riesgo:

**a) Bajo nivel de riesgo:** Aquellas acciones que pueden ser asumidas por la Unidad Ejecutora del Programa en sujeción a las orientaciones de su planificación estratégica y operacional;

**b) Medio nivel de riesgo:** Acciones que pueden ser abordadas por la unidad ejecutora del Programa bajo la conducción de las entidades que le proporcionan gobernanza; y

**c) Alto nivel de riesgo:** Aquellas acciones que, necesariamente, deben ser conducidas por las entidades ministeriales que le dan gobernanza al Programa, es decir, el Ministerio de Hidrocarburos y Energía y el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.

La Tabla 1 sistematiza las Barreras, Desafíos y su Valoración de riesgo.

Barrera	Desafío o acción superadora	Valoración de riesgo
1) Barreras institucionales	Diseño de un marco jurídico específico para promover la EE en instituciones públicas y privadas del Estado Plurinacional de Bolivia	<b>Riesgo medio.</b> Este marco jurídico, entre otros temas, expone la importancia de que las empresas industriales bolivianas, estatales y privadas, deben avanzar hacia un estado de productividad energética mejorada.
	Identificar un mecanismo de incentivos tributarios a la importación de equipamiento eficiente.	<b>Riesgo alto.</b> Implica un importante esfuerzo de explicación y concertación con el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Este esfuerzo debe ser conducido por las entidades que dan gobernanza al programa.
2) Barreras financieras	Establecimiento de MEPS para la maquinaria y equipamiento adquirido con recursos de los proyectos.	<b>Bajo nivel de riesgo.</b> Requiere la formulación de un reglamento técnico del MDPEP, vinculante para los actores.
	Desarrollo de una masa crítica de proyectos.	<b>Bajo nivel de riesgo.</b> Las instancias operativas del MDPEP poseen mecanismos establecidos de acceso y coordinación con el sector industrial.
3) Barreras técnicas	Diseño normas técnicas para fijar MEPS y realizar ensayos de EE en equipamiento de uso intensivo en el sector industrial.	<b>Riesgo medio.</b> Dado que las entidades involucradas en el diseño de las normas tienen establecida una relación de dependencia con el MDPEP el riesgo es bajo. Sin embargo, la emisión de estas normas y su vinculación con las fuentes de financiamiento afectará la importación de equipamiento eléctrico en mercados no formales y secundarios.
	Realización de estudios sub-sectoriales.	<b>Riesgo bajo.</b> Requiere actividades de concertación con los gremios y de diseño de metodología para obtener la información.
	Entrenamiento de una cantidad crítica de profesionales en el campo de la EE.	<b>Riesgo bajo.</b> Requiere la consolidación de un diseño curricular.
	Diseño de un mecanismo de certificación de competencias.	<b>Riesgo alto.</b> Los tipos de certificación conocidos y registros de consultores pueden crear reservas de mercado que impidan la facilitación de inversiones.
	Normativa para establecer contratos de AT entre industria y empresas de servicios energéticos.	<b>Riesgo medio.</b> Los reglamentos de distribución de energéticos no reconocen como actor de la cadena a las empresas de servicios de eficiencia energética. Los contratos estándar no son aplicables.
	Diseño de un servicio de alquiler de equipo de medición.	<b>Riesgo medio.</b> No se identifica un organismo, de mercado abierto, que pueda realizar el servicio.
4) Información	Implementar un padrón estadístico energético unificado.	<b>Riesgo alto.</b> Requiere un alto nivel de concertación con AETN, ANH, YPFB, y gremios del sector industrial.
	Información sobre oferta y opciones de tecnología energéticamente eficiente.	<b>Riesgo bajo.</b> Requiere el diseño de una estrategia de comunicación de carácter técnico.
	Promover una línea de publicaciones.	<b>Riesgo bajo.</b> Requiere de una estrategia de difusión de los productos (particularmente guías técnicas) para su inserción en el currículum de estudios de ingeniería.

# CAPÍTULO 03



## Conceptos y cifras que explican la situación actual de la industria EN BOLIVIA

En la primera parte de este texto quedó dicho que la propuesta de un Programa de Eficiencia Energética exige una indagatoria profunda en el sector industrial. En este apartado, a partir de un indicador, el de la Intensidad Energética (IE), y de una magnitud, la de Uso Final Energético (UFE), se busca lograr ese propósito: una descripción más precisa y completa de la industria manufacturera nacional.

### 3.1 Intensidad Energética (IE)

La Intensidad Energética en el sector industrial es la relación entre el Uso Final Energético y el Producto Interno Bruto de este sector. Expresa la habilidad económica y energética de la industria para transformar la energía, como factor de la producción, en riqueza.

La IE, por tanto, tiene una relación inversamente proporcional con la productividad energética: a un mayor nivel de IE le corresponde un menor nivel de productividad energética y viceversa. Por ello, la IE es un principal indicador de la eficiencia energética y económica del sector industrial.

En 2018, la IE del sector industrial boliviano habría alcanzado el valor de 1.19 bep/10<sup>3</sup>Bs.<sup>-3</sup>, tuvo un valor máximo en 2013, cuando registró la cifra de 1.28 bep/10<sup>3</sup>Bs.-, y habría experimentado un crecimiento del 0.78%/año en el periodo 2000-2018. Esta evolución da cuenta de una pérdida de productividad energética en el sector industrial respecto al valor medido en el año 2000.

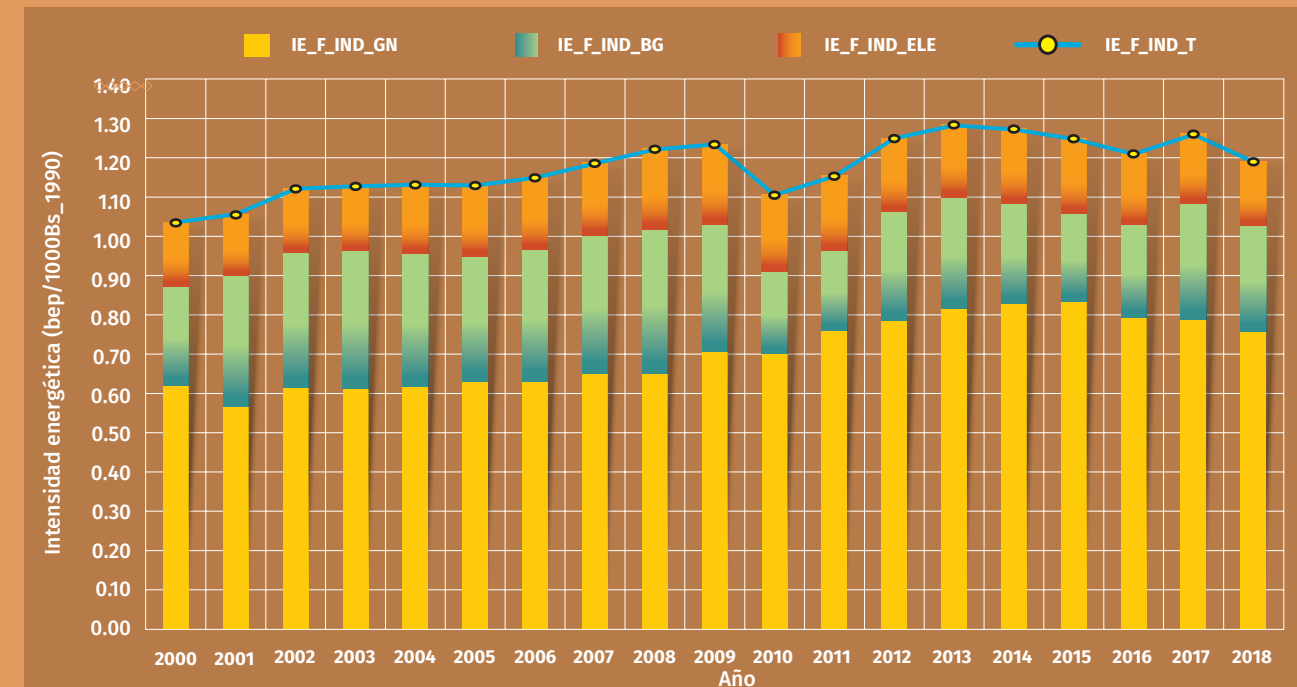
<sup>3</sup> Esta cifra quiere decir que la industria manufacturera boliviana ha gastado poco más de un barril equivalente de petróleo para generar 1,000 Bs. de valor agregado o de PIB industrial.

El valor de la IE en el sector industrial boliviano tiene tres componentes:

- La Intensidad Energética debido al uso final de gas natural es de 0.76 bep/10<sup>3</sup>Bs.-;
- la Intensidad Energética por el uso final de biomasa (bagazo de caña) es de 0.27 bep/10<sup>3</sup>Bs.-; y
- la Intensidad Energética por uso final de electricidad es de 0.16 bep/10<sup>3</sup>Bs.-

La **Figura 1** muestra la evolución de la intensidad energética de uso final del sector industrial por sus componentes. En ella se puede apreciar una tendencia a la baja desde el año 2013, atribuida principalmente a mejoras de productividad energética de los tres principales energéticos.

Figura 1. Intensidad Energética Final Industrial por Componentes



Fuente: Elaboración propia en base a Reporte de Indicadores de Eficiencia Energética (EE).

La desagregación de la Intensidad Energética (IE) por componentes es útil por su contribución al marco de justificación del diseño del Programa de Eficiencia Energética en el sector:

- La pérdida o ganancia de productividad energética está fuertemente relacionada con los usos finales térmicos en la industria.
- La mejora de la eficiencia y productividad energética de la industria del azúcar, por su potencial de cogeneración de electricidad, está fuertemente relacionada con el valor de ventas de electricidad en el Sistema Interconectado

Nacional (SIN) para un similar consumo de energía primaria de bagazo.

- La mejora de la eficiencia energética en los procesos térmicos se expresa, al mismo tiempo, en la mejora de la productividad del gas natural, en un contexto de reducidas reservas de este bien escaso.
- La mejora de la eficiencia energética de electricidad constituye una oportunidad para mejorar la productividad industrial dado el mayor costo relativo de este factor.

### 3.2 Uso Final Energético (UFE)

El Uso Final Energético (UFE), o la energía de uso final, es la energía directamente consumida por la industria. La industria manufacturera boliviana se alimenta de tres fuentes de energía: el gas natural, la combustión de biomasa (el bagazo de la caña de azúcar) y la electricidad, en orden de importancia.

El Uso Final Energético en el sector industrial (UFE-Ind) en Bolivia ha alcanzado, en 2018, a 9,479 kbp (nueve millones y medio de barriles equivalentes de petróleo<sup>4</sup>) y registra, para el periodo 2000-2018, una tasa de crecimiento del 5.17%/año.

Medido en términos de energía primaria, el UFE-Ind tiene la siguiente estructura:

- El 13.5% del UFE-Ind es aportado por electricidad (cuya fuente de energía primaria es el gas natural)<sup>5</sup>;
- el 63.8% del UFE-Ind es aportado por gas natural (a través de redes de gas); y
- el 22.7% del UFE-Ind es aportado por la combustión de biomasa (bagazo).

**UFE de electricidad en el sector industrial.** En 2019, el UFE de electricidad en el sector industrial del Sistema Interconectado Nacional (SIN) ha alcanzado la cifra de 1,991 GWh (casi dos mil millones de kilovatios hora), y ha experimentado un crecimiento del 5.42%/año en el periodo 2000-2019.

La tarifa media de suministro eléctrico para el sector, a diciembre de 2019, tenía el valor de c\$us8.46/kWh, y se incrementó, en dólares corrientes, a un ritmo del 1.75%/año.

En 2019, el valor bruto de ventas de electricidad a los usuarios del sector industrial por parte de las distribuidoras de electricidad fue de M\$us168.4, y tuvo un crecimiento del 7.27%/año en el periodo 2000-2019.

En el SIN, según las cifras de la Autoridad de Electricidad y Tecnología Nuclear del año 2020, se encuentran registrados 20,185 usuarios en la categoría industrial. Se trata, en el promedio, de pequeñas empresas cuyo consumo mensual promedio es de 8,220 kWh/mes. Este valor es importante en la identificación del marco de justificación del Programa, pues se habría reducido ligeramente, a razón de -0.53%/año.

Antes de seguir, debe decirse que, por los alcances de este estudio, el universo de establecimientos industriales analizados son aquellos atendidos por tres distribuidoras de electricidad: 1) La Cooperativa Rural de Electrificación, **CRE**, de Santa Cruz; 2) la Distribuidora de Electricidad La Paz, **DELAPAZ**; y 3) la Empresa de Luz y Fuerza Eléctrica Cochabamba, **ELFEC**.

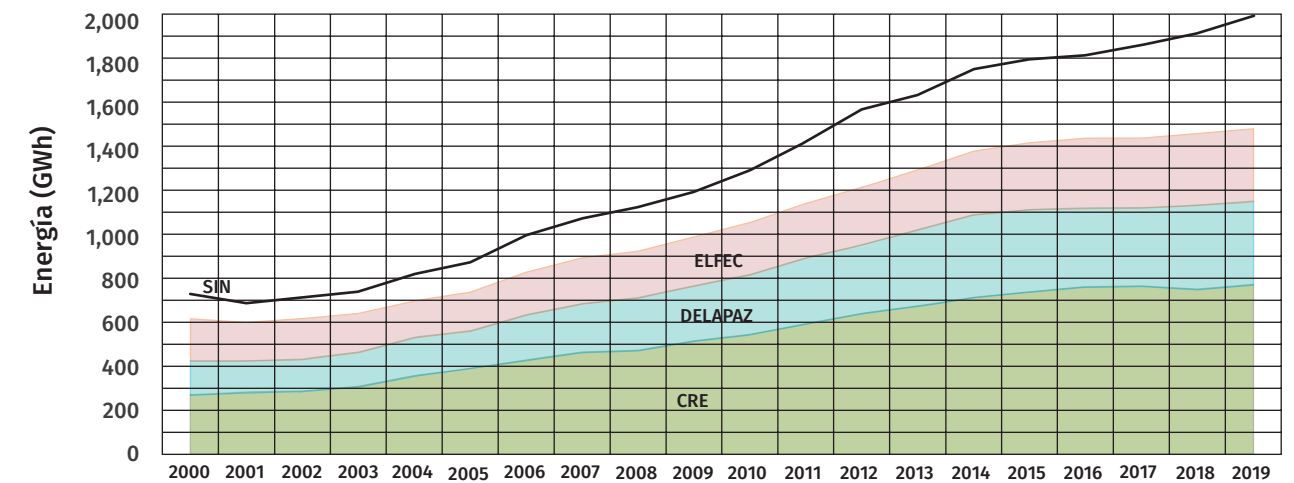
En 2019, el UFE de electricidad en las tres distribuidoras mencionadas alcanzó la cifra de 1,478 GWh (casi un mil quinientos millones de kilovatios hora), tuvo un crecimiento promedio anual –en el periodo 2000 a 2019– del 4.72%/año, y representa el 74.2% del uso final de electricidad en los establecimientos industriales atendidos por las distribuidoras del SIN.

La **Figura 2** muestra la evolución del uso final de electricidad en el sector industrial de las tres distribuidoras mencionadas y la demanda total en el SIN.



4 El consumo final de energía se agrega en una sola unidad energética, el barril equivalente de petróleo (bep).  
 5 No se incluye el uso final de diésel, GLP y queroseno, debido a que los valores contenidos en la información pública provienen de asignaciones –del tipo “eficiencia congelada”– al nivel de distribución mayorista de combustibles.

Figura 2. UFE de electricidad (GWh): CRE, DELAPAZ y ELFEC



Fuente: Elaboración propia con base en Anuarios estadísticos de AETN.

Las tres distribuidoras atienden a 16,468 usuarios en la categoría industrial, y, entre los años 2000 y 2019, el número de establecimientos industriales registrados en las distribuidoras creció en 2.61 veces.

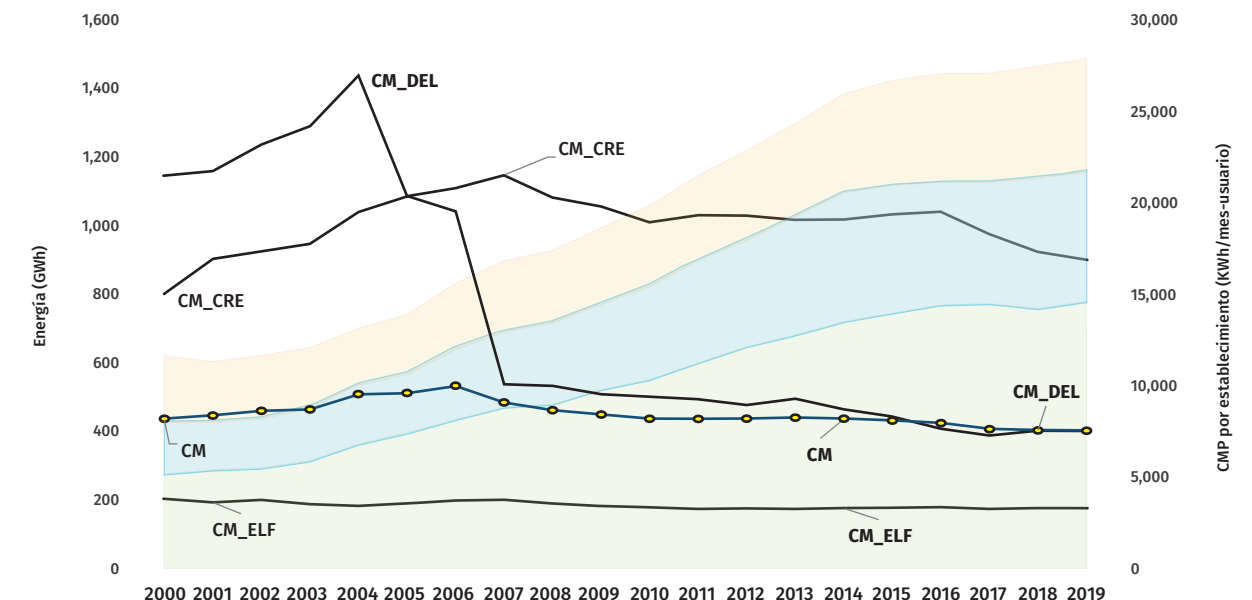
El sector industrial de Santa Cruz, atendido por CRE, demanda el 52% de la electricidad del conjunto estudiado; el 26% es atendido por DELAPAZ; y sólo el 22% por ELFEC en Cochabamba.

De los más de 16,000 usuarios atendidos por las distribuidoras, el 51% se encuentra en Cochabamba, el 26% en La Paz y sólo el 23% en Santa Cruz.

El consumo promedio mensual de electricidad de los establecimientos industriales en las distribuidoras consideradas se ha reducido de 8,129 kWh/mes a 7,479 kWh/mes, a una tasa de -0.44 %/año. Esta evolución, que representa al promedio de lo ocurrido en el universo estudiado, no es necesariamente representativa de la situación particular en cada distribuidora.

La **Figura 3** muestra la evolución del consumo promedio mensual por distribuidora.

Figura 3. Consumo total de las distribuidoras y consumo mensual promedio de los establecimientos por distribuidora (kWh/mes-usuario)



Fuente: Elaboración propia.

En la citada Figura se puede apreciar que:

- El consumo promedio de los establecimientos industriales atendidos por CRE (Santa Cruz) se habría incrementado en el período 2000-2019, pero viene descendiendo desde 2007 y mucho más notoriamente desde el 2016.
- Este consumo, en el caso de ELFEC (Cochabamba), se ha mantenido casi constante con una ligera tendencia a reducirse, también, desde el año 2007.
- En el caso de la distribuidora DELAPAZ el cambio es notable. De un consumo promedio mensual del orden de 27,000 kWh/mes-usuario, el sector industrial de La Paz habría reducido su consumo promedio al orden de 7,400 kWh/mes-usuario. El cambio más importante en su tendencia creciente ocurrió entre 2004 y 2007. A partir de allí la reducción fue gradual y semejante a lo ocurrido en Santa Cruz y Cochabamba.

En la **Tabla 2** se expone el resultado de evaluar las variables que explican la evolución del consumo mensual promedio de los usuarios industriales. Para ello se analizó la evolución de los índices de consumo mensual promedio.

A partir de la lectura de la **Tabla 2**, puede advertirse lo siguiente:

- En los tres casos (ELFEC, DELAPAZ y CRE), predomina el crecimiento del número de usuarios de la categoría industrial respecto al crecimiento del índice de consumo total.
- Es particularmente llamativo el caso de la distribuidora DELAPAZ que, respecto del año 2000, habría multiplicado por siete veces el número de usuarios de la categoría industrial para el 2019. Esto querría decir que lo que podría estar sucediendo, en este caso, es el surgimiento de una nueva corriente de emprendimientos industriales.
- El crecimiento del índice de consumo total es particularmente importante en Santa Cruz: 2.85 veces.

Tabla 2. Índices de Consumo Mensual Promedio de Electricidad

Descripción	ELFEC	DELAPAZ	CRE	Total
Consumo actual/Consumo inicial	1.71	2.48	2.85	2.40
No de usuarios actual/ No de usuarios inicial	2.00	7.12	2.54	2.61
Venta de electricidad actual/venta de electricidad inicial	2.47	3.48	3.67	3.26
Consumo promedio actual/consumo promedio inicial	0.85	0.35	1.12	0.92

Fuente: Elaboración propia.



**UFE de gas natural en el sector industrial.** En 2019, el consumo final de gas natural por parte de la industria manufacturera nacional fue de 29,280 millones de pies cúbicos (Mpc) y experimentó una reducción, respecto del año 2014, de 0.60%/año. Por el contrario, las ventas de gas natural al sector se incrementaron a razón de 5.82%/año y alcanzaron un valor del orden de 68 millones de dólares (M\$us).

La tarifa promedio del combustible, entre 2014 y 2019, experimentó un incremento de \$us1.70 /mpc (metros de pies cúbico) a \$us2.32 \$us/mpc.

Siete distribuidoras de gas natural atienden a un total de 1,052 establecimientos industriales, número que ha experimentado una ligera reducción del 0.33%/año desde el año 2014. Se trata, en el promedio, de empresas industriales cuyo consumo mensual se encuentra en el orden de 2.3 Mpc/mes (poco más de dos millones de pies cúbicos al mes).

Como se observa, se trata de un mercado muy poco dinámico, tanto en el número de usuarios como en el consumo del combustible.

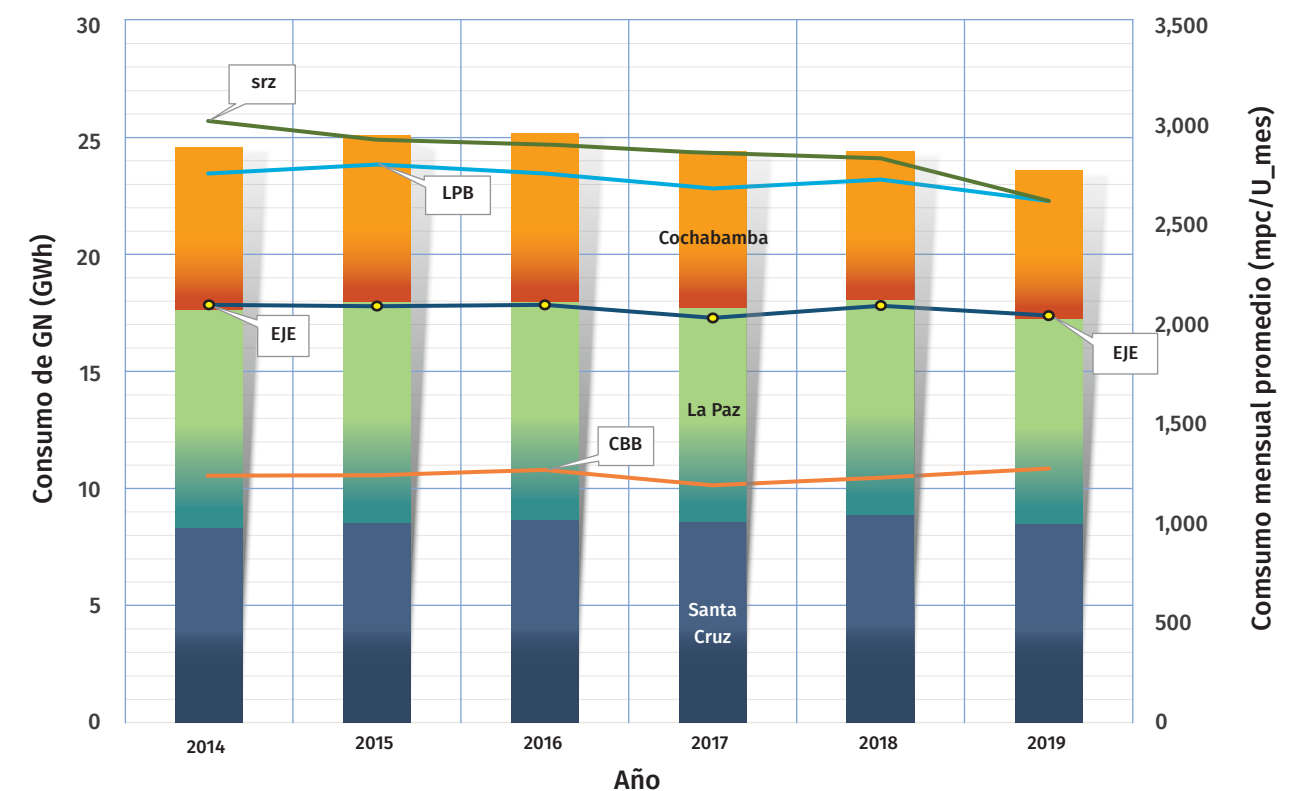
A continuación, por el alcance del estudio, la información se concentra en los departamentos de La

Paz, Cochabamba y Santa Cruz. El consumo de los 968 usuarios de la categoría industrial registrados en esos tres departamentos alcanzó al orden de 23,600 millones de pies cúbicos, es decir, el 81% del consumo nacional de la categoría. La tarifa promedio del combustible para este universo de consumidores es de \$us2.30/mpc.

El consumo promedio de los usuarios del universo en estudio se encuentra en el orden de 2 Mpc/mes, ligeramente inferior al promedio de los siete departamentos que cuentan con el servicio de gas natural por redes; se ha mantenido estable en el período analizado (2014-2019), con una ligera tendencia a la reducción. Al contrario de lo que ocurre con los usuarios industriales de electricidad, se advierte, incluso, una reducción del número de establecimientos industriales que utilizan el combustible. En el presente caso es posible afirmar que la reducción del consumo está relacionada con mejoras en la eficiencia energética y la productividad en el uso del gas natural.

Su evolución, por departamentos, se muestra en la **Figura 4**.

Figura 4. Consumo Mensual Promedio de Gas Natural



Fuente: Elaboración propia.



Anónima), UNAGRO (Unión Agroindustrial de Cañeros – Unagro S.A), AGUAÍ (Ingenio Sucroalcoholero Aguaí S.A.) y EASBA (Empresa Azucarera San Buenaventura), y la empresa generadora GESA (Guabirá Energía S.A.).

En la **Figura 5**, se presenta del Balance de Energía del bagazo en los departamentos de Santa Cruz y La Paz.

El Balance que nos ofrecen los datos registrados en la **Figura 5** permiten señalar que pese al importante crecimiento de la inyección de electricidad por parte de los ingenios azucareros al SIN, ésta representaría:

- Algo menos que el 4% de la energía que teóricamente ingresa a las calderas de generación de vapor; y
- que esa inyección representa el 1.6% de la electricidad total inyectada al SIN.

Es importante destacar, asimismo, que la magnitud de la inyección depende de la eficiencia energética con la que ocurren las operaciones térmicas en la fábrica: cuanto más eficientes sean éstas, mayor será la cantidad de electricidad destinada a las inyecciones al SIN.

**UFE de bagazo en el sector industrial.** El uso final energético de bagazo se concentra en la industria que procesa caña de azúcar<sup>6</sup> (el bagazo es el residuo de la trituración de la caña de azúcar). El Instituto Nacional de Estadística (INE) informa, con datos de 2019, que en el departamento de Santa Cruz existen cinco ingenios que procesan la caña, UNAGRO, Guabirá, La Bélgica, San Aurelio y Aguaí, un ingenio en el departamento de Tarija, Industrias Agrícolas Bermejo, y otro en el departamento de La Paz, la Empresa Azucarera San Buenaventura.

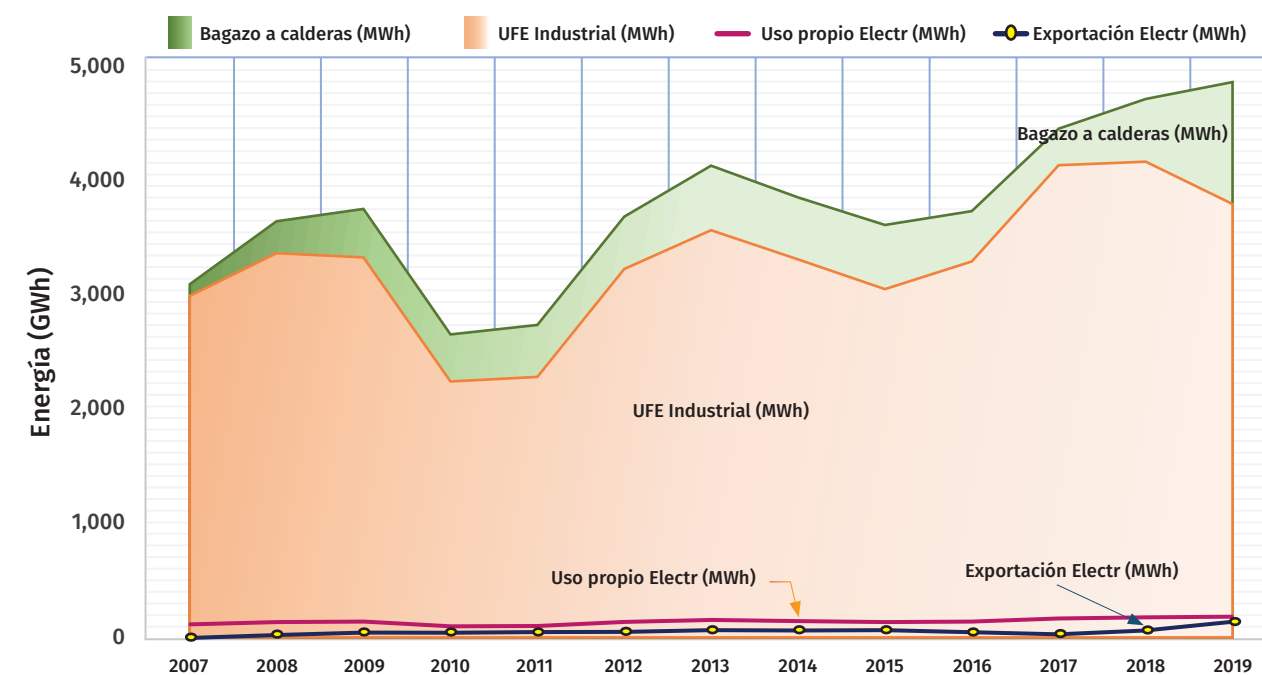
Un estudio del Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (PEERR, 2021) señala que el potencial energético contenido en el bagazo que procesan los ingenios azucareros es de 3.7 Mtep, y que, entre 2007 y 2019, se ha registrado un crecimiento promedio del 3.5%/año.

Una parte del potencial energético del bagazo de caña, cuyo poder calorífico se encuentra alrededor de 7,614 kJ/kg<sup>7</sup>, es utilizado para la producción de vapor que se emplea en el procesamiento de azúcar, en la destilación de alcohol y en la generación de electricidad para uso propio. Desde 2007, la producción de vapor también se utiliza para la exportación de excedentes de electricidad al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

La electricidad inyectada en el SIN desde los ingenios azucareros ha alcanzado la cifra de 150 GWh/año, y experimentó un crecimiento promedio del 21%/año entre 2007 y 2019<sup>8</sup>.

Actualmente, son cinco las empresas que inyectan electricidad en el Sistema: los ingenios azucareros IAGSA (Ingenio Azucarero Guabirá Sociedad

Figura 5. Balance de Energía Bagazo: SCZ y LPZ



Fuente: Elaboración propia.

6 La información de uso final de otros tipos de biomasa, como leña, estiércol o residuos vegetales, no posee información actualizada proveniente de mediciones, y no es posible incorporarla en el estudio.

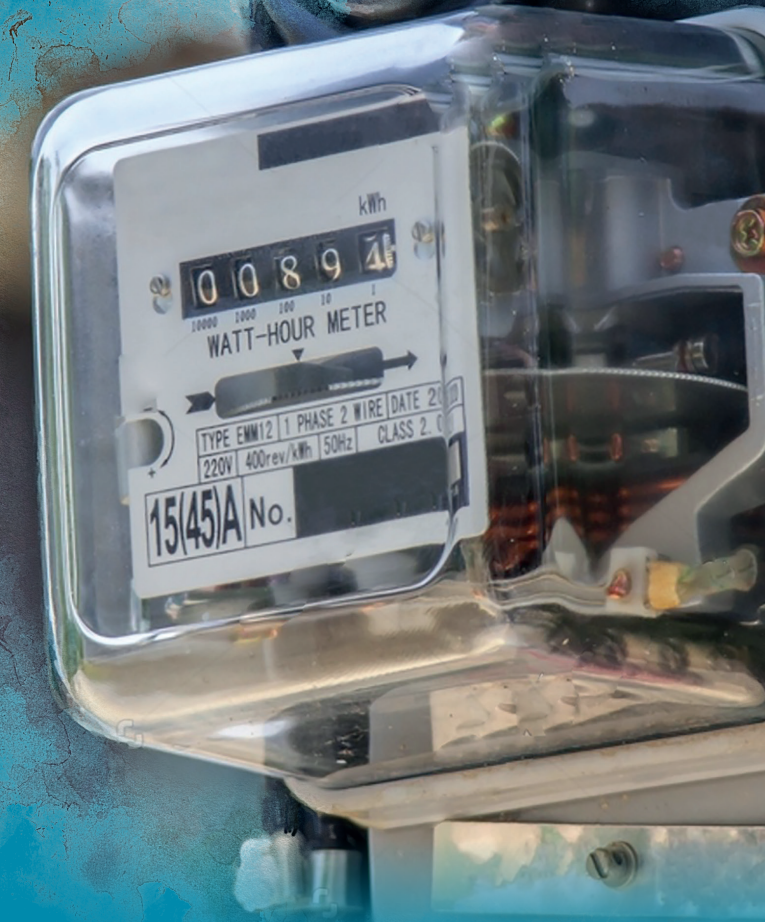
7 7,614 kilo Julios por cada kilogramo. El Julio es una unidad de energía, igual que el kW.

8 La información sobre la cantidad total de electricidad generada en las industrias se conoce gracias a los reportes diarios del Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC) –en el caso de los excedentes de electricidad inyectados en el SIN–, y a la información registrada en los anuarios estadísticos de la Autoridad de Electricidad y Tecnología Nuclear (AETN) –en el caso de las centrales auto productoras–.

Cómo encarar la mejora de la productividad

# Energética en la industria BOLIVIANA

Superar las barreras institucionales, financieras y técnicas que obstaculizan el desarrollo de un mercado de servicios técnicos y financieros en el campo de la eficiencia energética y al servicio de las industrias privadas y estatales, no solamente colocará al país a tono con los objetivos globales de reducción de las emisiones de efecto invernadero y de contención de la variabilidad climática, sino también –y principalmente– podría aportar beneficios económicos concretos para el sector y para el país.



En la **Tabla 3** se presenta un resumen de la estimación de los beneficios que un Programa de Eficiencia Energética bien enfocado podría aportar, a partir de alcanzar una modesta mejora de la eficiencia y productividad energética del sector industrial.

◆◆◆◆ **Tabla 3. Estimación de beneficios en 5 años de ejecución del Programa**

Descripción	Unidad	EE Eléctrica	EE Térmica	Total
Establecimientos representativos meta	--	10,741	553	
GN reducido en 5 años	Mpc	1,438	2,019	3,458
<b>Beneficio 1:</b> Ahorro del sector a tarifa constante	\$us	15,750,284	4,647,905	20,398,188
Valor del GN reducido a precios locales	\$us	1,869,682	4,647,905	6,517,586
Ingresos brutos por exportación del GN reducido	\$us	8,629,301	12,116,581	20,745,882
<b>Beneficio 2:</b> Incremento del ingreso neto estatal al nivel de YPFB	\$us	6,759,619	7,468,677	14,228,296

Fuente: Elaboración propia.

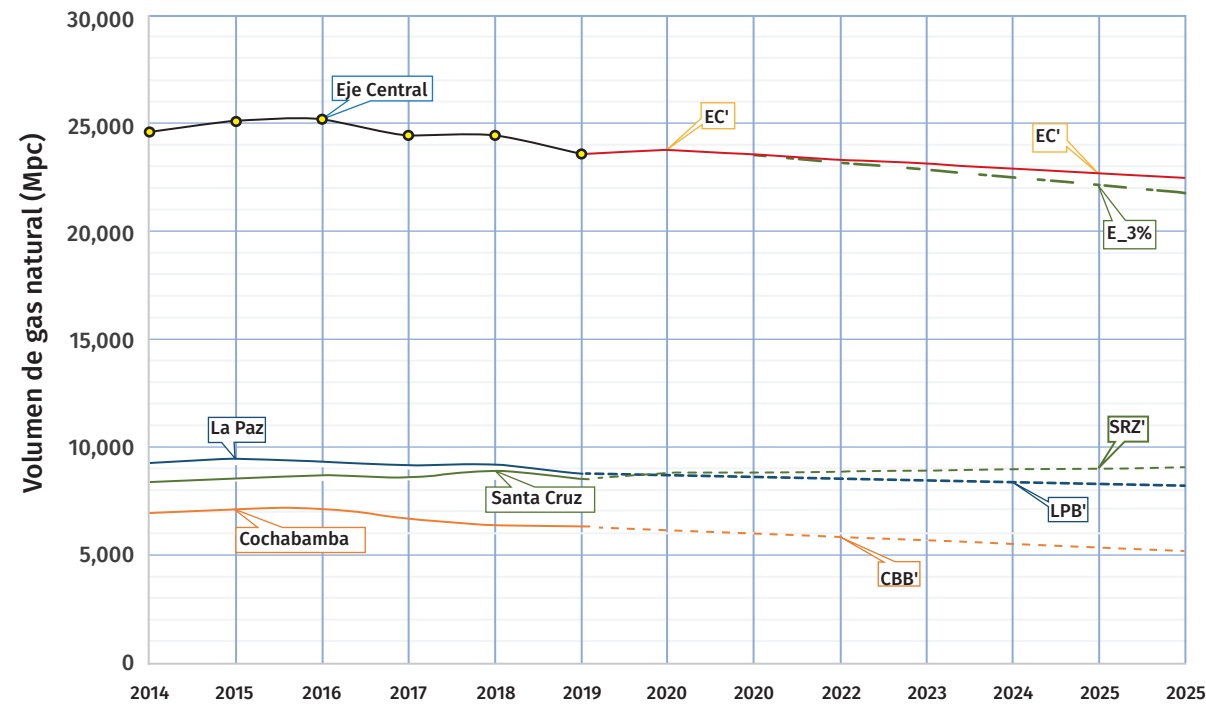
Las cifras de la **Tabla 3** son el resultado de proyectar, en cinco años, la evolución de las reducciones de uso final de las principales fuentes de energía utilizadas en el sector. Esta proyección, denominada **Línea de Base**, es explicada en los párrafos a continuación.

## 4.1 Línea de Base en gas natural

Dada la disparidad en la tendencia de evolución y la magnitud de los consumos por la industria en gas natural, se optó por realizar una proyección lineal del uso final del combustible –por separado– para cada una de las distribuidoras consideradas en el universo de estudio.

El resultado fue integrado en una curva de proyección denominada „Eje central“, para, finalmente, proyectar una modesta reducción de consumo del 3% respecto al actual. El resultado se muestra en la **Figura 6**.

Figura 6. Línea de Base de Consumo de Gas Natural



Fuente: Elaboración propia.

Las implicaciones de la reducción de consumo mencionada (el 3%) se resumen en la **Tabla 4** y suponen una reducción acumulada que alcanza la cifra de 2,000 Mpc de gas natural. El logro de la meta demandaría la intervención del Programa en algo más de 550 establecimientos industriales de consumo promedio.

Tabla 4. Reducción de Consumo de Gas Natural

Descripción	Unidad	Cantidad
GN reducido en 5 años	Mpc	2,019
Consumo del establecimiento representativo en 5 años	Mpc	121.7
Reducción de consumo por establecimiento	Mpc	3.7
Número de establecimientos de consumo equivalente.	--	553
GN reducido al inicio de la cadena	Mpc	2,019

Fuente: Elaboración propia.



## 4.2 Línea de Base en bagazo

Los valores del balance energético, estimado y mostrado en la **Figura 3**, dejan ver que las mejoras de eficiencia energética en las operaciones de fábrica –reflejadas en la reducción del uso final industrial– están fuertemente relacionadas con la exportación de excedentes de electricidad.

Las tendencias estimadas son útiles para anticipar un importante potencial de eficiencia energética

en el uso final industrial de la energía obtenida del bagazo y –por tanto– de exportación de excedentes de electricidad al SIN. Se entenderá que por cada unidad de electricidad inyectada al SIN, existe la posibilidad de desplazar una cantidad equivalente de electricidad generada con Gas Natural.

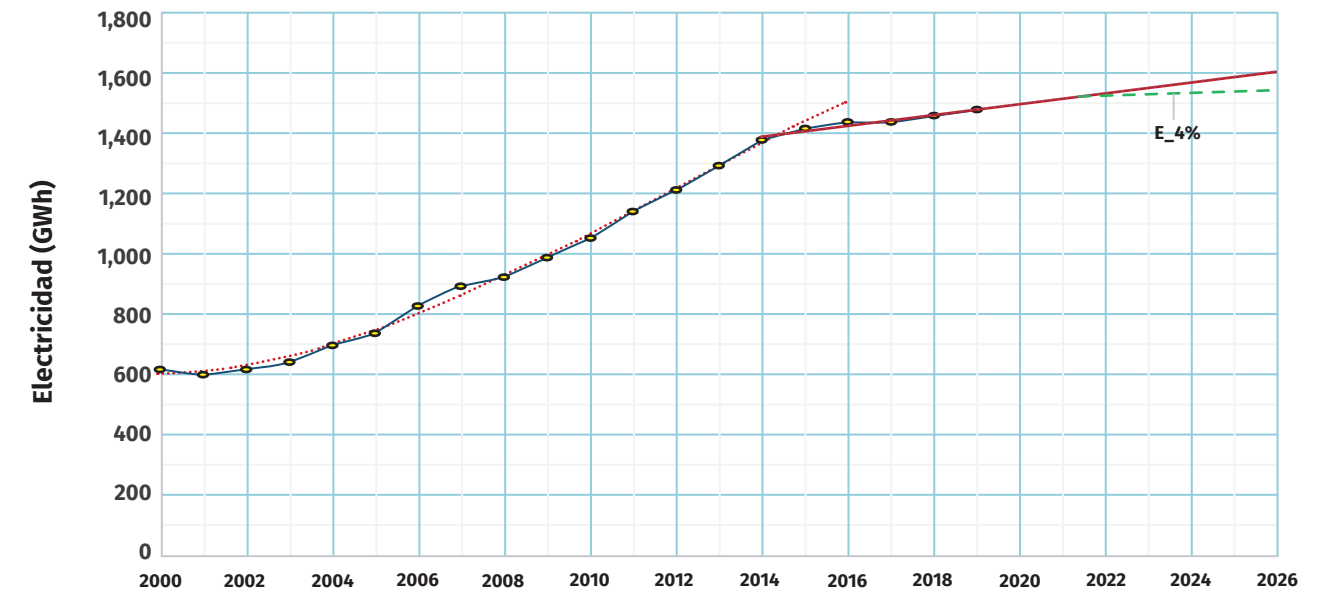
La información obtenida, sin embargo, ha sido considerada insuficiente para trazar una línea de base.

## 4.3 Línea de Base en electricidad

La **Figura 7** muestra la evolución del uso final de electricidad en el sector industrial en las tres distribuidoras estudiadas. Se aprecia un punto de inflexión en el año 2014 –detectado también en la evolución de

la intensidad energética– que nos sugiere proyectar una Línea de Base en el período 2014-2019, de mejor grado de correlación que una proyección lineal de la tendencia en el período 2000 - 2019.

Figura 7. CRE, DELAPAZ, ELFEC. Línea de Base



Fuente: Elaboración propia con base en información de AETN.

Asumiendo un modesto potencial de ahorro del 4%, se esperaría encontrar –a la finalización de un eventual programa en 2026– una reducción acumulada del consumo de electricidad del orden de 190,000 MWh en las tres distribuidoras. Para alcanzar dicho

resultado, el programa debiera ayudar a intervenir con medidas de eficiencia energética, en el mismo período, en casi 10,800 establecimientos cuyo consumo mensual es igual al consumo promedio mensual del universo (7,479 kWh/mes-usuario)<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Si la referida intervención se realiza en establecimientos cuyos consumos son mayores al promedio, la meta establecida podría ser alcanzada en una menor cantidad de esos establecimientos, con evidentes reducciones logísticas y de costos operativos.



La reducción del uso final de electricidad en 2026 supone una reducción acumulada de 563,936 MWh de energía primaria al inicio de la cadena de electricidad, es decir, una reducción de 1,332 Mpc de gas natural que podrían ser comercializados en mercados de mejor oportunidad económica. La Tabla 5 muestra el detalle de las reducciones mencionadas.

**Tabla 5. Reducción del uso final de electricidad**

Descripción	Unidad	Cantidad
Electricidad reducida en 5 años	MWh	192,799
Consumo del establecimiento representativo en 5 años	MWh	449
Reducción de consumo objetivo	%	4%
Reducción de consumo por establecimiento	MWh	18
Número de establecimientos de consumo equivalente		10,741
Energía primaria reducida al ingreso de centrales	MWh/año	563,936
Energía primaria reducida al ingreso de centrales a GN	MWh	407,776
GN Reducido en 5 años	Mpc	1,332

Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Líneas de Acción

Recogiendo las experiencias desarrolladas en el pasado inmediato, la materialización del Programa de Eficiencia Energética que aquí se propone requiere poner en marcha una suerte de círculo virtuoso capaz de armonizar o desencadenar, efectivamente, tres componentes: la demanda y oferta de servicios técnicos, el diseño de proyectos, y la realización de inversiones sostenibles.

En el primero de esos componentes, es necesario remarcar, en especial, la importancia que tiene para el Programa el desarrollo de una potente oferta de servicios técnicos en eficiencia energética, auspiciada y organizada por una política pública comprometida con la mejora de la productividad energética del sector industrial público y privado.

A continuación, las tres Líneas de Acción propuestas.

**Línea de Acción 1: Normativa técnica y regulatoria para la eficiencia energética.** Como en otros ámbitos, Bolivia cuenta con un marco legal suficiente para desarrollar instrumentos legales –decretos o resoluciones– para viabilizar acciones de regulación y creación de incentivos en el ámbito de la eficiencia energética en el sector industrial. Sin embargo, una **Ley de Eficiencia Energética** podría asegurar una sólida y clara distribución de responsabilidades, un marco institucional robusto y una adecuada disposición de recursos públicos para impulsar las acciones que requiere el Programa. Una ley, además, proveería el marco institucional necesario y suficiente para que YPFB se involucre efectivamente en las metas y resultados del Programa, más aún si tomamos en cuenta que las acciones del Programa disminuirán los costos de producción de las empresas industriales y mejorarán los ingresos de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos.

En este contexto, el marco jurídico que se sugiere:

- Establecería las competencias y responsabilidades del Ministerio de Hidrocarburos y Energía para promocionar y gestionar la Eficiencia Energética –transversalmente– en todas las instancias ejecutivas y operativas del Gobierno General, tanto en sus instancias centralizadas como en la gestión pública descentralizada.

- Lograría la institucionalización del Programa de Eficiencia Energética para el sector industrial en instancias operativas del Ministerio de Desarrollo Productivo y definiría las instancias de gobernanza del Programa con participación estrecha del Ministerio de Hidrocarburos y Energía.
- Establecería fuentes, incentivos y mecanismos de financiamiento para el funcionamiento del Programa, y el sostenimiento de los mecanismos de apoyo.
- Entre los incentivos, se proponen:
  - Incentivos tributarios a la importación de equipamiento eficiente cuyo estándar de rendimiento energético esté debidamente certificado por los organismos nacionales;
  - la participación de recursos de YPFB en el Programa, como parte de los ahorros que perciba el Estado por la reducción del consumo de gas natural en la generación de electricidad y en el uso final industrial; y
  - la transferencia de los ahorros que perciba el Estado por la reducción del consumo de gas natural en la generación de electricidad hacia el FIREFIN (Fideicomiso para la Reactivación y Desarrollo de la Industria Nacional) o al BDP (Banco de Desarrollo Productivo), para alimentar los recursos de financiamiento de las actividades de eficiencia energética que los generaron.

Por otra parte, entre las actividades más importantes en el campo de la normativa se identifica la formulación de una propuesta de reglamentación técnica para regular la importación de motores cuyos estándares de rendimiento energético sean superiores y posean el certificado de origen que los acredita. Esta propuesta debiera ser vinculante para las instituciones involucradas en la normalización técnica, la realización de ensayos de rendimiento energético y el control de las importaciones.

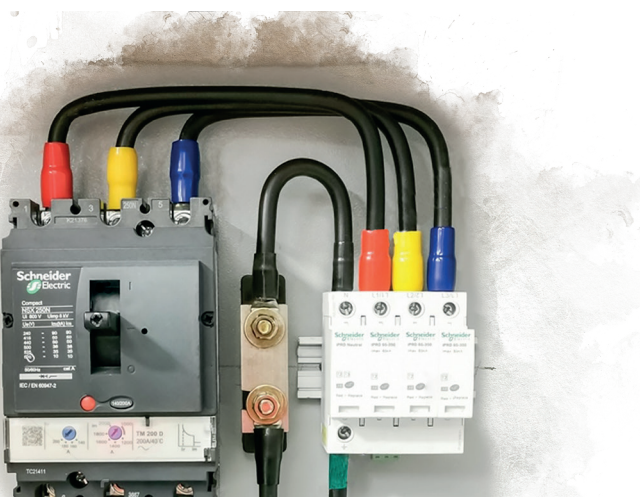
En ese mismo campo, y una vez probados los mecanismos de identificación del rendimiento energético de los motores importados –incluida su certificación (trazabilidad)– y la realización de ensayos de rendimiento energético para la aprobación de modelos, el Programa debiera realizar una propuesta para la provisión de incentivos tributarios a la importación de equipamiento eficiente.

**Línea de Acción 2: Mecanismos de apoyo a la promoción de la Eficiencia Energética.** En esta segunda Línea de Acción se identifican cuatro mecanismos de apoyo: 1) Mecanismo financiero; 2) Facilitación de la Normativa Técnica; 3) Desarrollo de capacidades técnicas en Eficiencia Energética; y 4) Plataforma de información, divulgación y capacitación.

**1) Mecanismo financiero.** El referido ambiente favorable para las inversiones en el sector industrial mencionado en el capítulo dos de este documento, particularmente el relacionado con la sustitución de importaciones a partir de los recursos ofertados por el FIREFIN y por los productos financieros diseñados por el Banco de desarrollo Productivo (BDP), reduce las obligaciones del Programa en el diseño de un mecanismo financiero específico para promocionar la eficiencia energética.

En su lugar, el Programa debiera abordar la tarea de realizar complementaciones al diseño de los productos financieros diseñados por el BDP, para introducir algunos requisitos que garanticen la efectividad de los proyectos gestionados con dichos recursos. A saber:

- Diseño de prototipos de proyectos financieros de eficiencia energética relacionados con la sustitución de motores;
- diseño de prototipos de proyectos financieros de eficiencia energética sobre gestión y control de la demanda de potencia en horario de punta;
- diseño de prototipos de proyectos financieros de eficiencia energética sobre mejora del factor de carga de las plantas industriales;
- diseño de prototipos de proyectos financieros de eficiencia energética sobre mejora del rendimiento energético global de hornos y calderas;
- diseño de prototipos de proyectos financieros de eficiencia energética sobre mejora de la gestión del calor de proceso y reducción del consumo de gas natural;
- inclusión –en términos de requisitos– de Estándares Mínimos de Rendimiento Energético (MEPS por sus siglas en inglés) en los proyectos financieros de eficiencia energética;
- identificación de mecanismos de disposición final de los equipos sustituidos (desguace de motores, reciclaje de partes de acero y cobre, reúso de cojinetes, etc.);
- identificación de los recursos para cubrir los costos de asistencia técnica a los proyectos.



**2) Facilitación de la Normativa Técnica.** El país no cuenta aún con una Normativa Técnica, formalmente establecida, referida a la Eficiencia Energética de equipamiento de uso final en el sector industrial. Se identifican, empero, esfuerzos iniciales de diseño de normativa técnica y reglamentación para el etiquetado de equipamiento industrial<sup>10</sup>.

Aunque la norma sobre rendimiento de motores se encuentra en la agenda de planificación del Comité 8.7 (de eficiencia energética) del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), actualmente ésta no se encuentra como prioridad.

Por otra parte, los procesos de trazabilidad de certificados de rendimiento energético emitidos en origen por organismos acreditados, son conocidos y realizados en Bolivia. La organización acreditada en el país para la realización de estos procesos es el IBNORCA.

Adicionalmente, las tareas de medición de los estándares de rendimiento del equipamiento están delegadas al Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO), institución que podría alcanzar, en breve plazo, las facilidades para lograrlas.

Por estas importantes tareas, este informe identifica al IBNORCA y al IBMETRO como las instituciones responsables del desarrollo de la normativa técnica, la verificación del cumplimiento de la normativa, los ensayos de rendimiento y el etiquetado.

Para que esta y otras normas sean prioritarias, es necesario que una entidad –en este caso el Programa– realice las gestiones necesarias con IBNORCA e IBMETRO, con la finalidad de que la revisión de estas normas sea exitosa –en el marco del Comité 152 del Comité Panamericano de Normas Técnicas (COPANT)–, y permita que las facilidades de medición de los estándares de rendimiento energético estén instaladas y dispuestas para la certificación.

Finalmente, como fue anticipado en la Línea de Acción 1, una vez probados los mecanismos de trazabilidad, certificación y ensayos de rendimiento energético, se precisará involucrar a la Aduana Nacional en el mecanismo de control e incentivo a las importaciones de equipamiento eficiente.

**3) Desarrollo de capacidades técnicas en Eficiencia Energética.** Se identifica como imprescindible que el Programa aborde la necesidad de crear capacidades para incrementar la oferta de servicios de asistencia técnica a un universo de industrias que, en términos de consumo promedio, es mayor a 10.000 establecimientos. Esta oferta debe estar concentrada en:

- ✓ La realización de auditorías energéticas que identifiquen las medidas de eficiencia energética priorizadas.
- ✓ La elaboración de los cálculos de ingeniería que respaldan las potenciales reducciones en el consumo energético eléctrico y térmico.
- ✓ La supervisión y monitoreo de los proyectos.

La propuesta de formación profesional estará orientada, en principio, a la identificación y diseño de proyectos de eficiencia energética en las áreas de prioridad (por ejemplo: sustitución de motores, gestión de la carga, sustitución de luminarias y eficiencia energética en hornos y calderas, entre otras).

Entre las actividades destinadas a facilitar las inversiones en eficiencia energética se identifica, también, la necesidad de elaborar programas de capacitación diferenciados según especialidad en la cadena de gestión de los proyectos. Dichas especialidades son tres:

- 1) **Gestores Energéticos** en plantas industriales;
- 2) **Oficiales de Crédito** en las entidades financieras identificadas; y
- 3) **Técnicos Mecánicos y Electricistas**, responsables del mantenimiento y reparación de equipamiento de uso final de energía.

Inicialmente, y para colaborar en el diseño de un currículo de entrenamiento en planta de Gestores Energéticos y del diseño de proyectos de eficiencia energética, se identifica la necesidad de contar con un equipo de Consultores Senior y especialistas. Este mismo equipo de consultores sería responsable de entrenar en planta a Consultores Junior que hubiesen superado exitosamente los cursos teóricos de gestor energético en actual vigencia.

La identificación de los Consultores Junior que serían entrenados en planta será abierta, pública, y alentarán, en acuerdo con las instituciones de formación profesional, su participación en los cursos teóricos de Gestor Energético.

El espacio de entrenamiento en planta será proporcionado por las auditorías energéticas realizadas durante los primeros 24 meses de ejecución del Programa. Se espera que el entrenamiento en planta propuesto constituya el mecanismo de lanzamiento de un importante número de consultores.

Paralelamente, se identifica como prioritario el diseño de un Mecanismo de Certificación de las competencias de gestores energéticos, auditores y especialistas, dadas las implicaciones de seguridad industrial y operativa que conllevan las tareas de eficiencia energética en planta.

**4) Plataforma de información, divulgación y capacitación.** Independientemente de las prioridades de intervención identificadas por el Programa, en el presente documento, tanto en términos de rubros productivos, magnitud del uso final de energía y ubicación de las empresas en el territorio, se identifica como imprescindible el desarrollo de un instrumento de comunicación del Programa con los beneficiarios. Dicho instrumento, denominado “Plataforma”, estaría encargado de:

- ✓ La comunicación periódica entre el Programa y los beneficiarios directos acerca los proyectos de eficiencia energética en la industria nacional.
- ✓ La difusión de la oferta de servicios técnicos y financieros del Programa: auditorías energéticas, elaboración de proyectos financieros, capacitación y formación de gestores y auditores.
- ✓ La administración de un Banco de Consultores con competencias evaluadas y certificadas por una entidad académica asociada al Programa.
- ✓ La confección y gestión permanente de una Base de Datos de Usuarios de la Plataforma, como medio de evaluación y orientación de las actividades de gestión del conocimiento sobre Eficiencia Energética en todo el sector industrial.
- ✓ La difusión de los procedimientos y criterios de elegibilidad y acceso al Programa dirigida a industrias, gestores, auditores y especialistas externos. Esta información debe referir también los proyectos de eficiencia energética, el acceso al mecanismo financiero y la oferta de equipamiento certificado.

✓ La difusión sistemática de información referida a los servicios de actualización profesional y dirigida a gerentes de empresas industriales, oficiales de crédito del sistema financiero, gestores energéticos de las empresas industriales y auditores independientes, y técnicos de los talleres de mantenimiento y reparación de equipamiento de uso final de energía.

✓ La información de servicios de actualización profesional debe producirse en diversos formatos y diseños curriculares, por ejemplo: jornadas de información y divulgación (webinarios) acerca del potencial económico y ambiental de la Eficiencia Energética o sobre los avances tecnológicos en el campo de la Eficiencia Energética; cursos cortos especializados en ámbitos como el de la sustitución de motores, rendimiento de calderas, instalación de variadores de frecuencia y rentabilidad de los proyectos, entre otros.

✓ La difusión de noticias relativas a la Eficiencia Energética en el sector industrial manufacturero y artesanal como medio de promover el enfoque y las mejores prácticas de eficiencia en las unidades productivas. Las guías de Eficiencia Energética para el sector serán igualmente útiles en este propósito.

✓ La conformación de una base de datos (y link a la Plataforma) de los proveedores de equipamiento eficiente que hayan adherido a la normativa y certificación promovida por el Programa.

✓ La divulgación de información estadística, útil para el monitoreo de las metas del Programa y la planificación del sector.

✓ El despliegue de campañas o actividades de sensibilización y educación al universo de participantes en el Programa y público en general.

✓ La gestión de medios para difundir y promover el reconocimiento a los principales responsables del Programa con información referida a los resultados de los proyectos, los actores principales y los funcionarios de las empresas industriales que logran las reducciones. Los premios y reconocimientos debieran incluir la cantidad de energía reducida, la mejora en la eficiencia energética alcanzada y la huella de carbono asociada al logro.

<sup>10</sup> Entre esos esfuerzos deben mencionarse los siguientes: Normas en elaboración para el etiquetado de eficiencia energética para refrigeradores de uso doméstico (la normativa se encuentra en proceso de consulta pública); normativa en elaboración para el etiquetado, de eficiencia energética, de luminarias LED y equipos de aire acondicionado; propuesta en desarrollo del Reglamento Técnico de Etiquetado de Eficiencia Energética para Equipos Energéticos, entre los que se encuentran algunos equipos frecuentemente utilizados en la industria como calderas, motores eléctricos o equipos de aire acondicionado.

**Línea de Acción 3: Identificación e implementación de estudios y proyectos sectoriales.**

Esta es la Línea de Acción en la que se concentra el propósito central, o estrategia, del Programa de Eficiencia Energética propuesto.

El programa debiera implementar esta línea de acción siguiendo una estrategia de ejecución de estudios y proyectos sectoriales en orden a garantizar una base importante de resultados y optimizar la relación costo/beneficio de las auditorías energéticas y de los proyectos de eficiencia energética.

La estrategia de ejecución expuesta a continuación fue derivada de Los cálculos y estadística realizados para presentar el estudio. Permite identificar (o seleccionar), con precisión, a aquellas industrias y rubros productivos que podrían (o deberían) formar parte del Programa.

Se las identifica –en el caso de las industrias que consumen electricidad– por cuatro CRITERIOS: el nivel o segmento de consumo; la categoría de suministro; el consumo promedio mensual según municipio; y la relación entre el factor de carga y la tarifa de suministro.

En el caso de las industrias consumidoras de gas natural, se las identifica también por otros cuatro CRITERIOS: el nivel o segmento de consumo; el

consumo promedio mensual según municipio; el Uso Final Energético (UFE) por rubro de producción; y el consumo promedio de gas natural por rubro de producción.

El Programa implementará estudios para la mejora de la productividad energética en las industrias que así lo decidan, dados los CRITERIOS con los que se las ha identificado.

El Programa implementará proyectos concretos –no sólo estudios– dirigidos a mejorar la productividad energética de las industrias que opten por ser parte de él, siempre en base a los CRITERIOS con los que las ha identificado.

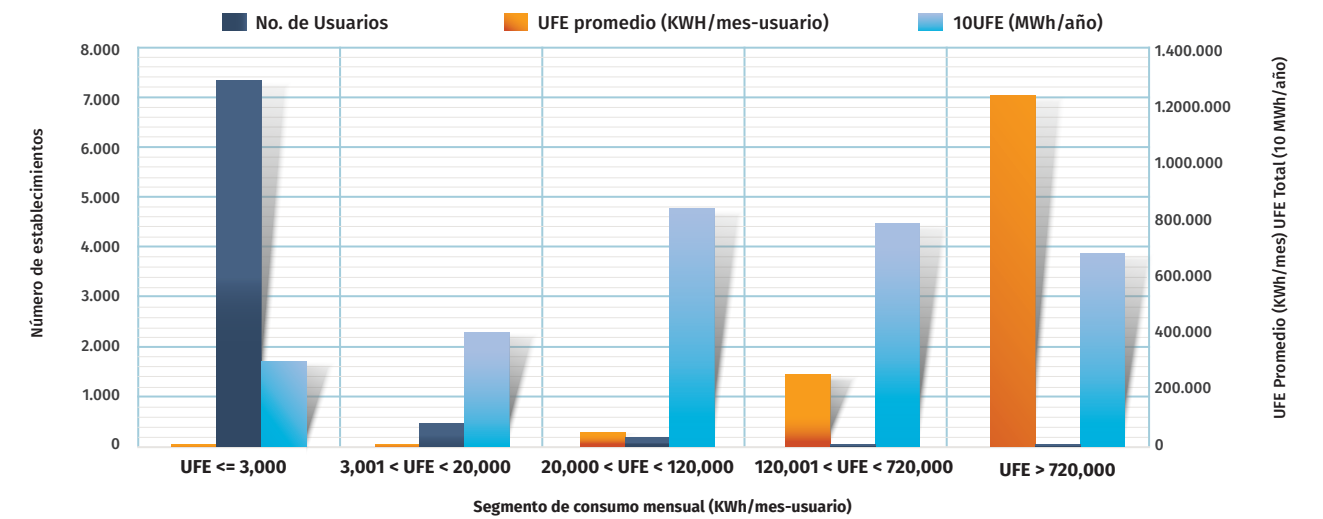
Finalmente, el Programa ejecutará estudios y proyectos sectoriales, es decir, por rubros o sectores de la industria manufacturera nacional.

**Criterio 1: Segmentos de consumo de electricidad**

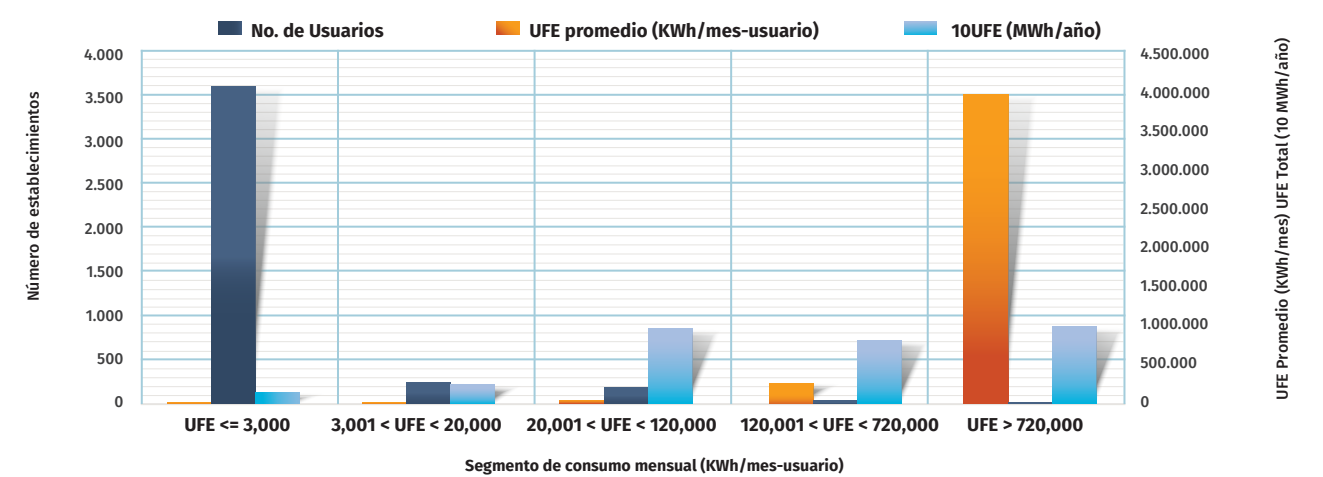
La estadística recogida por el estudio, en este caso organizada por segmentos de consumo de electricidad (Figuras 8 a 10), sugiere que el Programa tendría mayores tasas de impacto al identificar, en primera instancia, a establecimientos industriales cuyos consumos mensuales de electricidad son mayores a 120,000 kWh/mes. Este criterio aplica a las tres distribuidoras de electricidad analizadas.

**Figuras 8, 9 y 10. Distribución de electricidad por segmento de consumo**

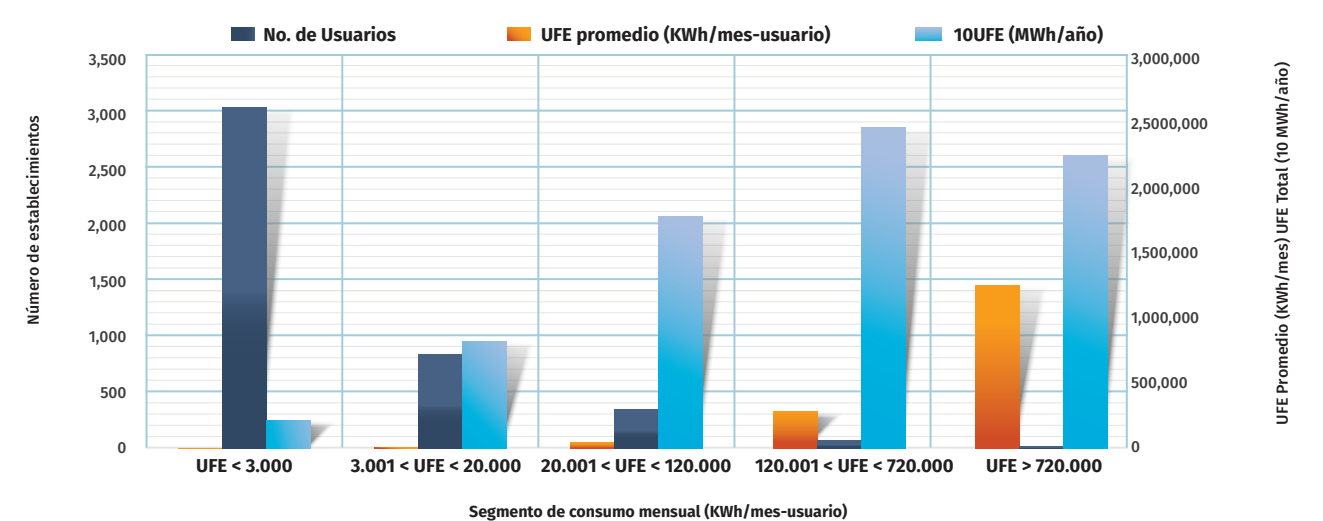
**Figuras 8. ELFE: Sector Industrial. Distribución por segmento de consumo**



**Figuras 9. DELAPAZ: Sector Industrial. Distribución por segmento de consumo**



**Figuras 10. CRE: Sector Industrial. Distribución por segmento de consumo**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de distribución.



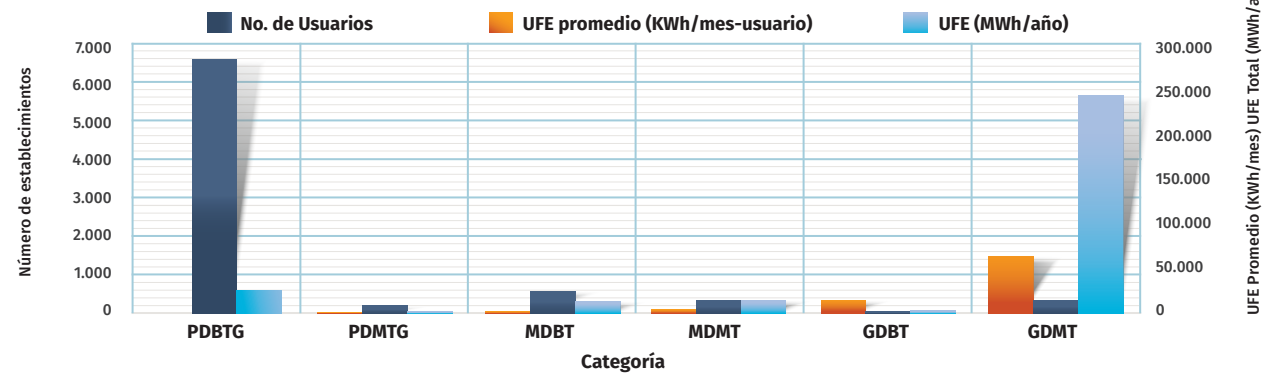
### Criterio 2: Categoría de suministro de electricidad

La categoría de suministro de electricidad que se diferencia por dos factores: Demanda (Pequeña, Mediana, Grande) y Tensión (Baja, Mediana, Alta). La estadística de este estudio, en este criterio, utiliza esta categorización (**Figuras 11 a 13**) y establece que el Programa tendría un mayor impacto al seleccionar

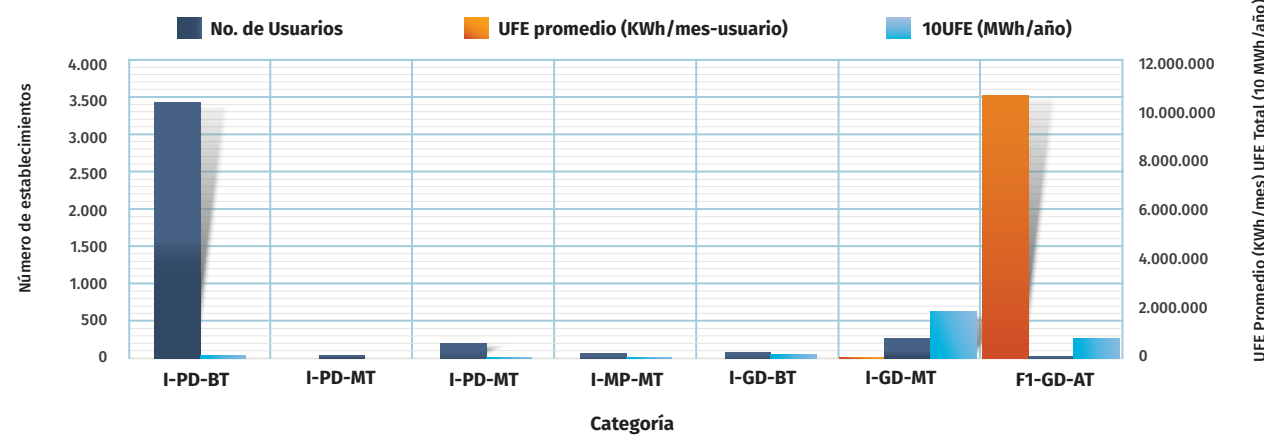
establecimientos industriales de las categorías GD-MT (Gran Demanda-Media Tensión) y F1-GD-AT (F1-Gran Demanda-Alta Tensión), es decir, establecimientos de grandes demandas cuyo suministro ocurre en media y alta tensión. Este criterio aplica a las tres distribuidoras estudiadas.

**Figuras 11, 12 y 13. Distribución de electricidad por categoría**

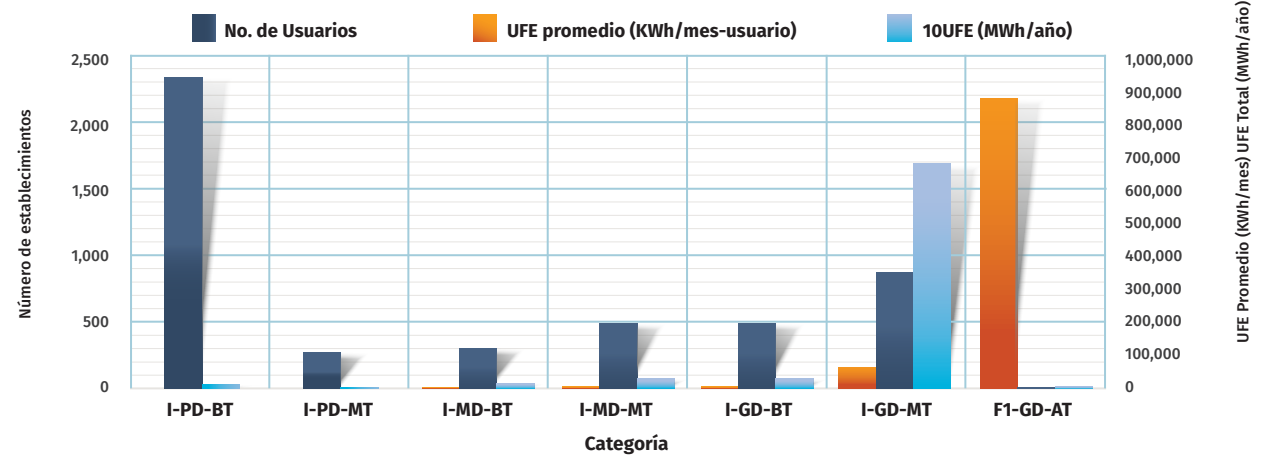
**Figura 11. ELFE. Distribución por categoría**



**Figura 12. DELAPAZ. Distribución por categoría**



**Figura 13. CRE. Distribución por categoría**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de distribución.

### Criterio 3: Consumo promedio mensual de electricidad según municipio

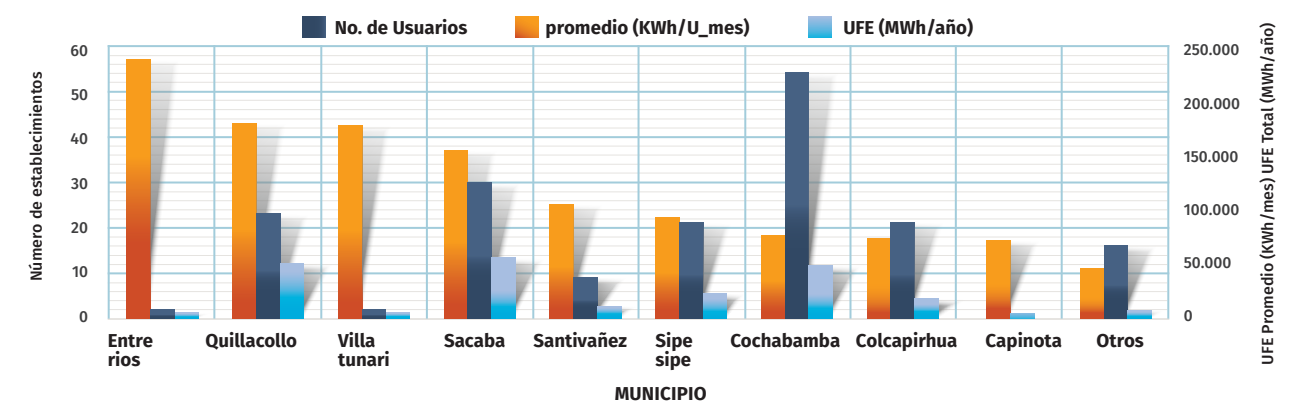
Los cálculos y estadística del estudio identifican clara e inmediatamente aquellos municipios en los que se encuentran ubicados los establecimientos industriales con los mayores consumos promedio mensuales (**Figuras 14 a 16**). Este criterio le permitirá al Programa abordar las tareas de estudios sectoriales y en planta, según estrategias diferenciadas:

en forma directa con las industrias; en colaboración con los gremios industriales, los gobiernos municipales –cuando sea el caso– y/o la administración de los parques industriales.

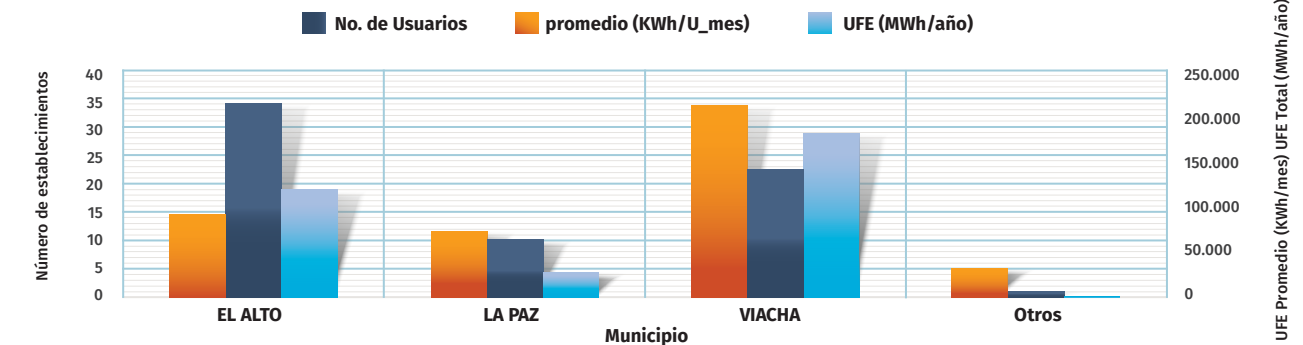
En la **Tabla 6** figuran los municipios en los que se registran los mayores consumos según este criterio.

**Figuras 14, 15 y 16. Distribución de electricidad por municipio**

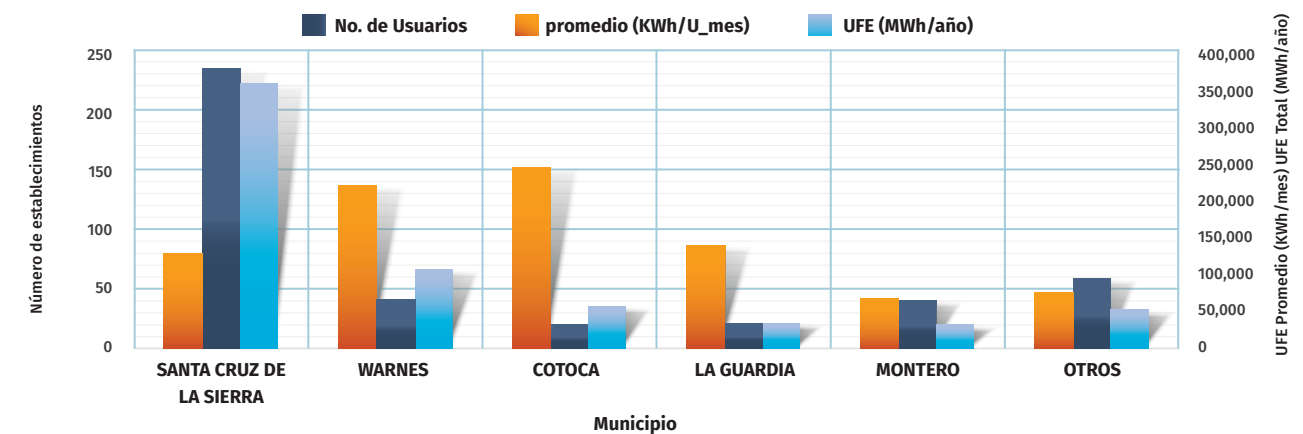
**Figura 14. ELFE. Distribución por municipio**



**Figura 15. DELAPAZ. Distribución por municipio**



**Figura 16. CRE. Distribución por municipio**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de distribución.

**Tabla 6. Municipios donde se encuentran las industrias con los mayores consumos promedio mensuales de electricidad.**

Cochabamba	La Paz	Santa Cruz
Entre Ríos Viacha		Santa Cruz de la Sierra
Quillacollo	El Alto	Warnes
Villa Tunari	La Paz	Cotoca
Sacaba		La Guardia
Santibañez		Montero
Sipe Sipe		
Cochabamba		

Fuente: Elaboración propia.

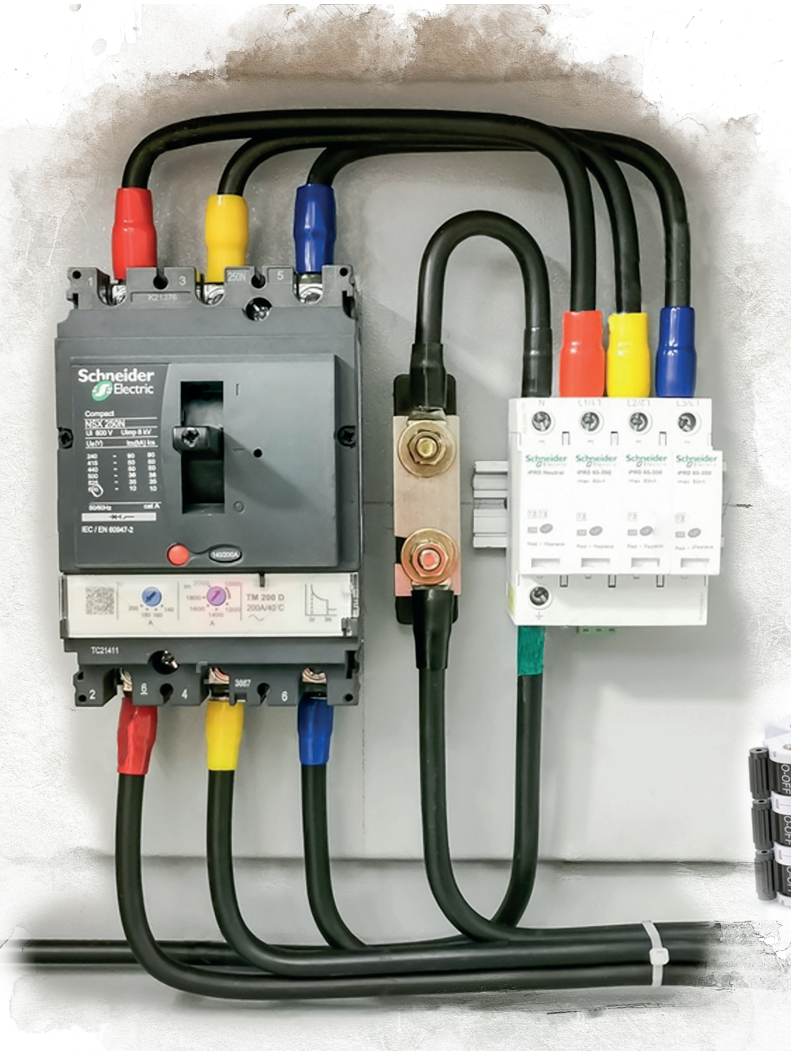
**Criterio 4: La relación entre el Factor de Carga y la Tarifa de Suministro**

La Tarifa de Suministro aplicada a las categorías industriales mayores contiene dos componentes: el Cargo por Energía y el Cargo por Demanda de Potencia en horario de punta. Las tarifas son aprobadas por la Autoridad de Electricidad y Tecnología Nuclear (AETN) con base en estudios que se actualizan cada cuatro años.

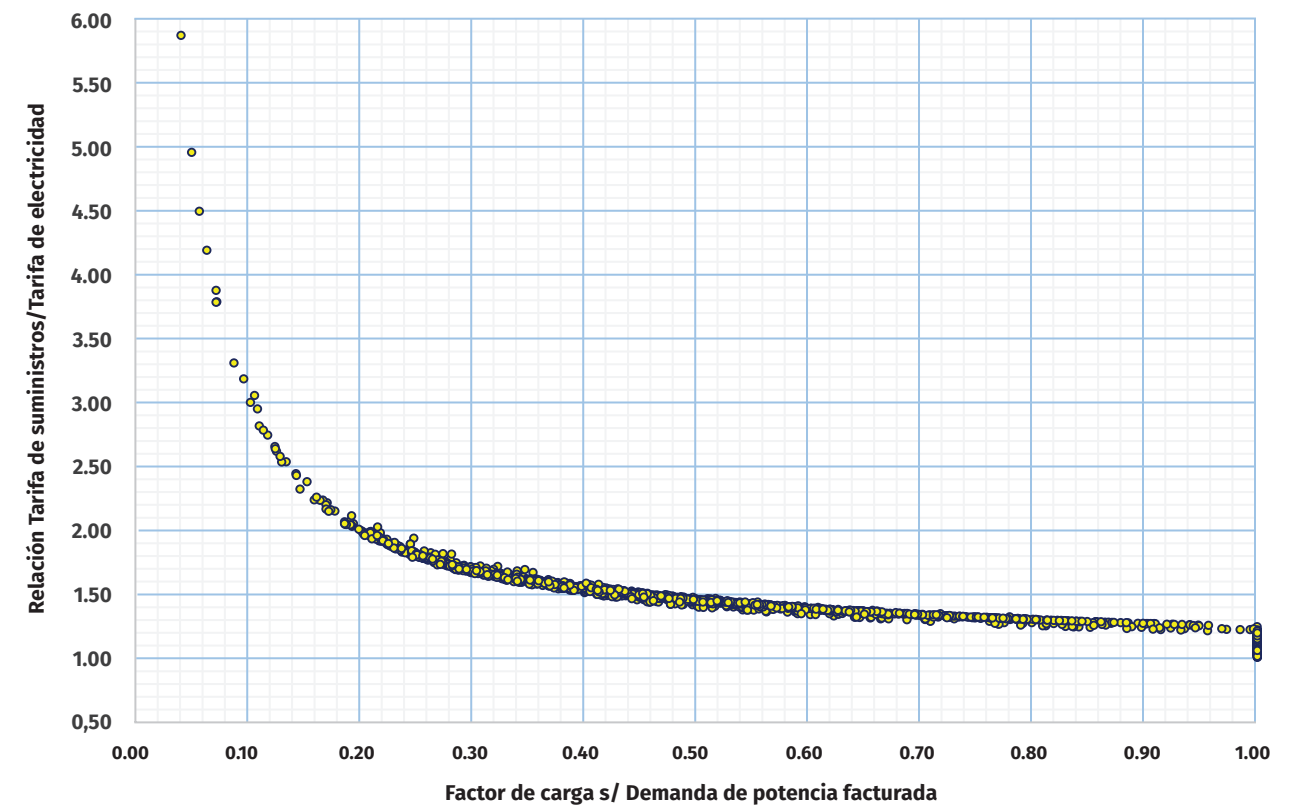
El Cargo por Demanda de Potencia en horario de punta incrementa el costo del suministro para una misma cantidad de energía utilizada. Se aplicará siempre que el costo unitario del suministro será mayor al costo de la electricidad.

El Factor de Carga de una planta, por su parte, es un indicador del grado de uso de las instalaciones energéticas en un establecimiento industrial: los valores mayores corresponden a usos intensivos del equipamiento energético, y, por el contrario, los valores menores corresponden a un uso intermitente, y, muchas veces, asociado a un déficit en las tareas de programación de la producción.

El estudio en el universo de usuarios de las categorías GDMT y GDAT para consumos de electricidad mayores a 20,000 kWh/mes-usuario, durante el año 2019, cuyos resultados se muestran en las **Figuras 17, 18 y 19** a continuación da cuenta del grado de afectación que tiene el Factor de Carga sobre el costo unitario del suministro eléctrico que acaban pagando los establecimientos industriales.



**Figura 17. ELFEC: Relación de tarifas como función del Factor de Carga**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de ELFEC.

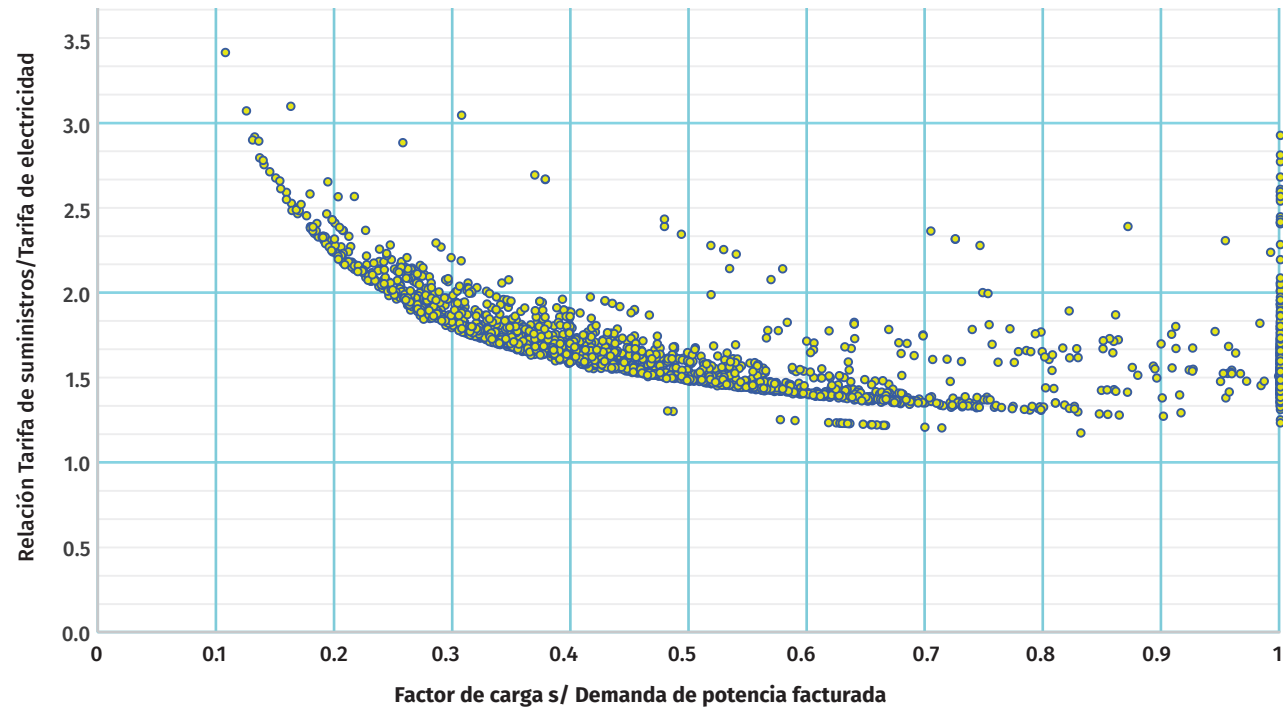


En la Figura 17 aparecen las industrias de la categoría GDMT (Gran Demanda Media Tensión) atendidas por ELFEC. Puede verse claramente que la relación entre la tarifa de suministro respecto a su similar de electricidad, en las industrias con un factor de carga menor a 0.40, es mayor a 1.5 veces.

Se aprecia, también, que algunas industrias, con factores de carga menor a 0.10, pueden ver incrementada su tarifa de suministro -respecto a su tarifa de electricidad- en tres o más veces.

En el caso de las industrias atendidas por DELAPAZ (Figura 18) puede apreciarse que la relación entre el factor de carga y la relación de tarifas obedece a una tendencia aun cuando su índice de correlación es muy pobre y existen industrias cuya relación de tarifas se aproxima a 3 a pesar de su alto factor de carga.

**Figura 18. DELAPAZ: Relación de tarifas como función del factor de carga**

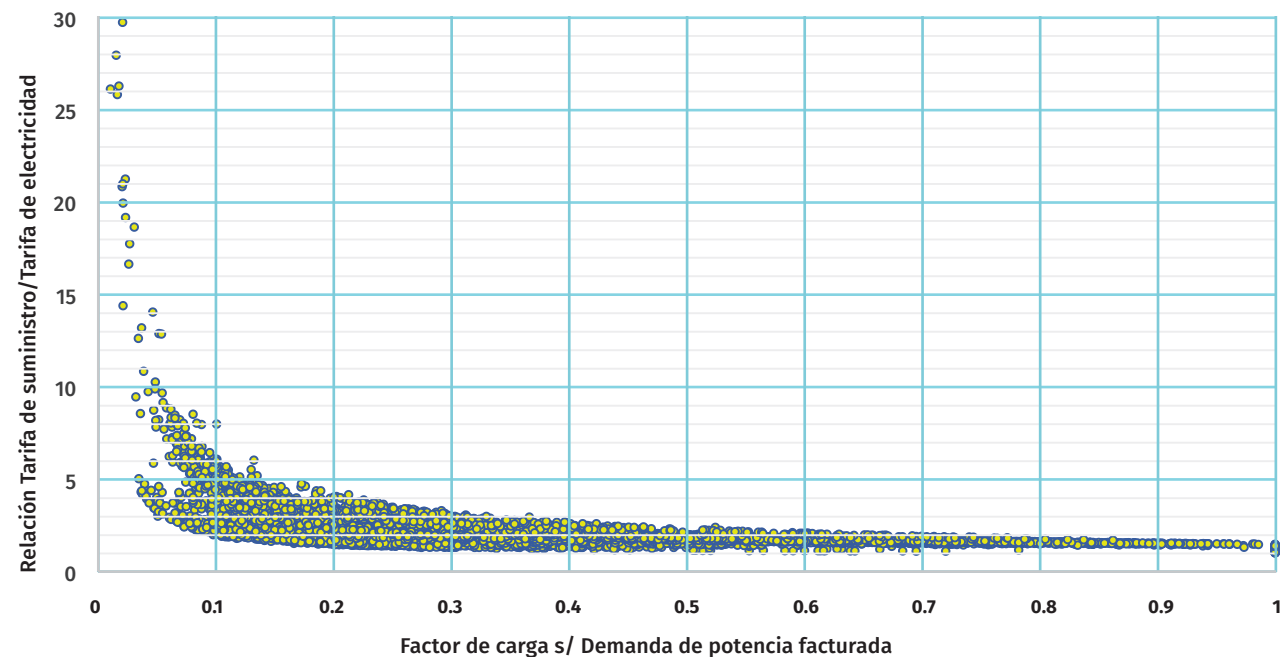


Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de DELAPAZ.

En el caso de Santa Cruz la tendencia es muy parecida a la encontrada en Cochabamba: la relación existente entre la tarifa de distribución y la de electricidad se eleva según disminuye el factor de carga.

Es necesario mencionar, sin embargo, que los valores de esta relación son particularmente altos en el caso de Santa Cruz. La Figura 19 muestra que ésta varía entre 2 y 5 veces cuando el factor de carga es del orden de 0.10, y puede alcanzar valores mayores a 5 veces, cuando éste es menor a 0.05.

**Figura 19. Relación de tarifas como función del factor de carga**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de DELAPAZ.

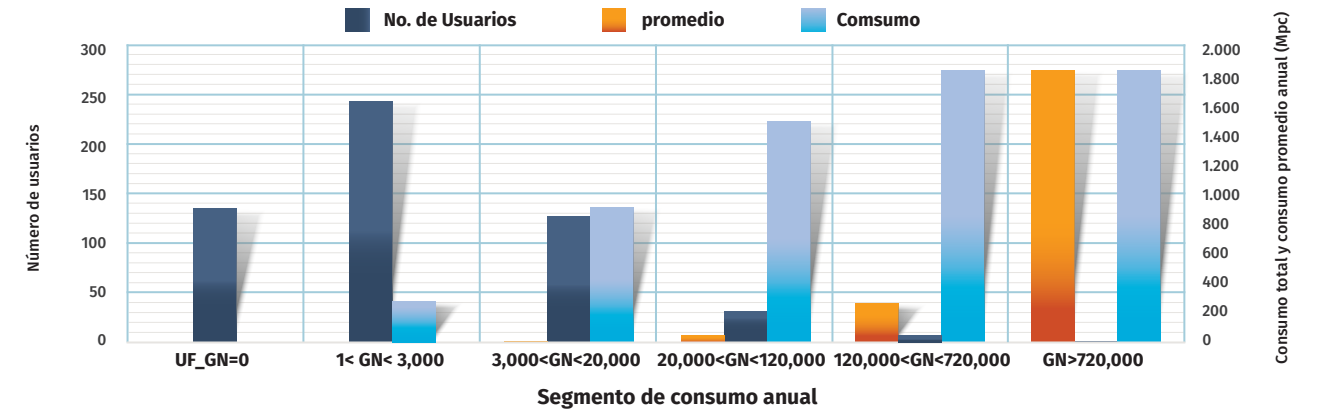
**Criterio 5: Segmentos de consumo de gas natural**

Se agrupan aquí las industrias por segmentos de consumo de gas natural (Figuras 20, 21 y 22). Los datos obtenidos sugieren unas mayores tasas de impacto del Programa en estas industrias cuando se

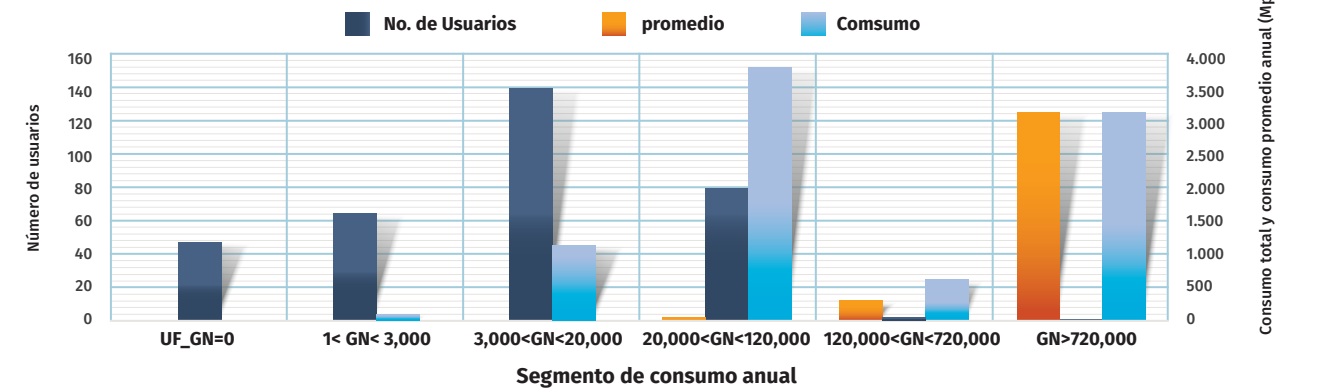
selecciona, en primera instancia, a establecimientos industriales cuyos consumos mensuales de gas natural son mayores a 20,000 mpc/mes. Este criterio aplica a las tres distribuidoras estudiadas.

**Figuras 20, 21 y 22. Distribución de gas natural por segmento de consumo**

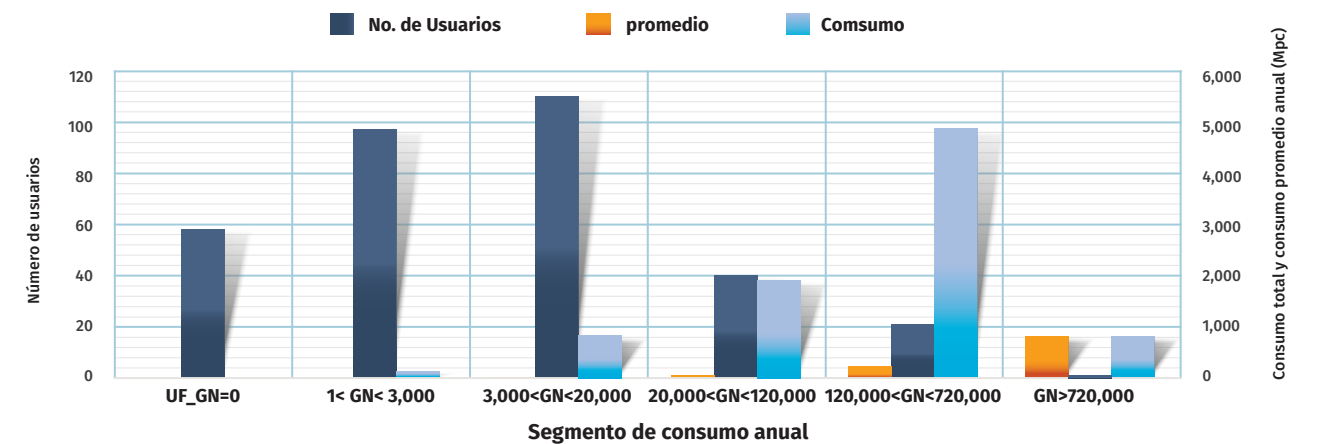
**Figura 20. CBB. GN por segmento de consumo**



**Figura 21. LPB. GN por segmento de consumo**



**Figura 22. SRZ. GN por segmento de consumo**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de YPFB.

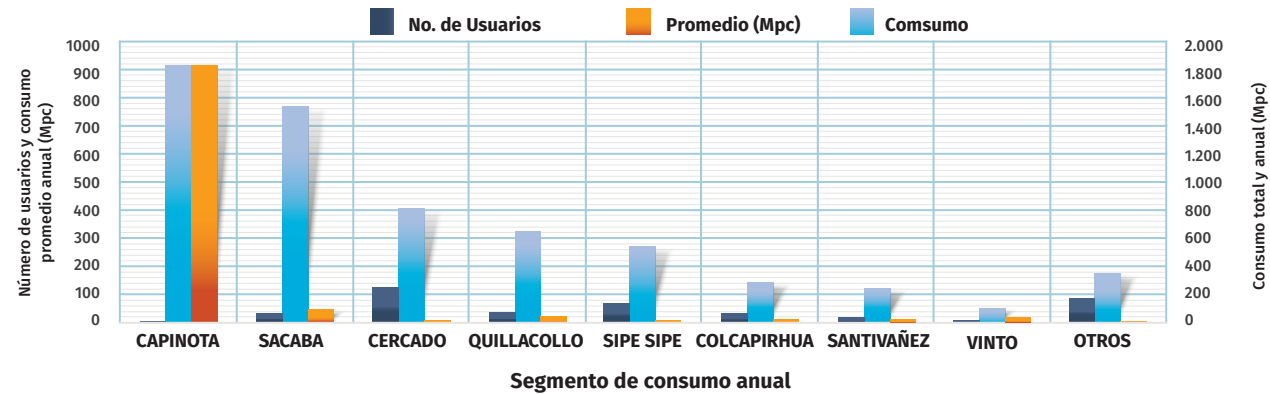
**Criterio 6: Consumo promedio mensual de gas natural según municipio**

El estudio identifica a los municipios en los que se encuentran ubicados los establecimientos industriales con los mayores consumos promedio mensuales (Figuras 23, 24 y 25). Este criterio permitirá abordar las tareas de estudios sectoriales y en

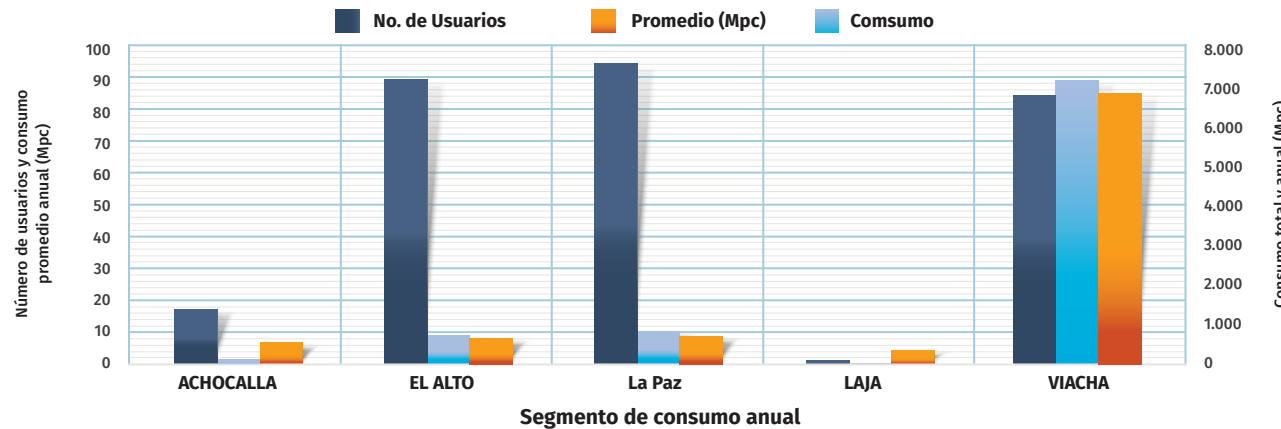
planta según estrategias diferenciadas: en forma directa con las industrias; en colaboración con los gremios industriales, los gobiernos municipales — cuando sea el caso— y/o la administración de los parques industriales.

**Figuras 23, 24 y 25. Distribución de gas natural por municipio**

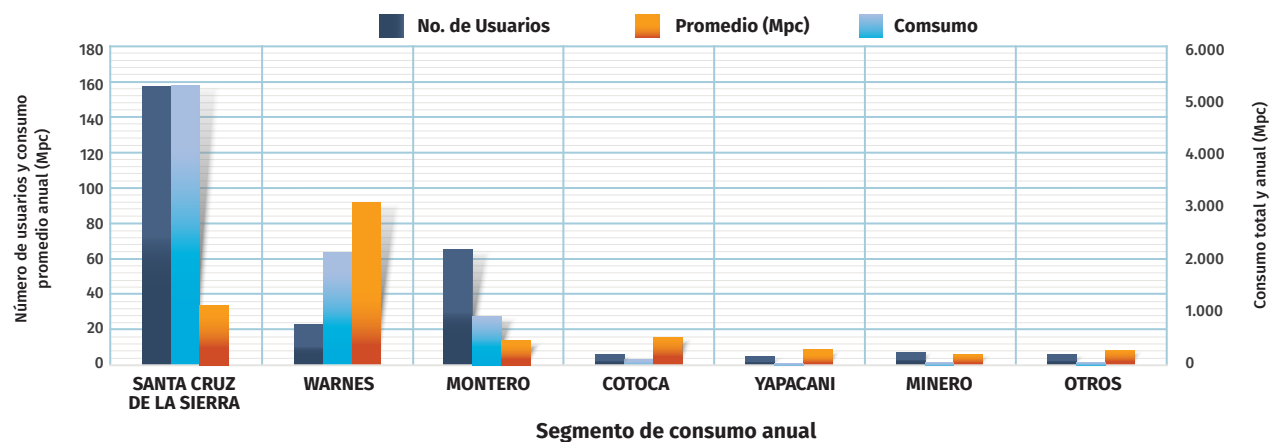
**Figura 23. CBB. GN por municipio**



**Figura 24. LPB. GN por municipio**



**Figura 25. SRZ. GN por municipio**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de YPFB.

Se puede advertir que los mayores consumos promedio de gas natural no necesariamente ocurren en los mismos municipios (Tabla 7) donde se identificaron los mayores consumos promedio de electricidad. Esta diferencia podría constituir, en sí misma, un criterio adicional para ordenar las prioridades del Programa.

**Tabla 7. Municipios donde se encuentran las industrias con los mayores consumos promedio mensuales de gas natural.**

Cochabamba	La Paz	Santa Cruz
Capinota		Santa Cruz de la Sierra
Viacha		
Sacaba	La Paz	Warnes
Cercado	El Alto	Montero
Quillacollo		
Sipe Sipe		
Colcapirhua		
Santivañez		

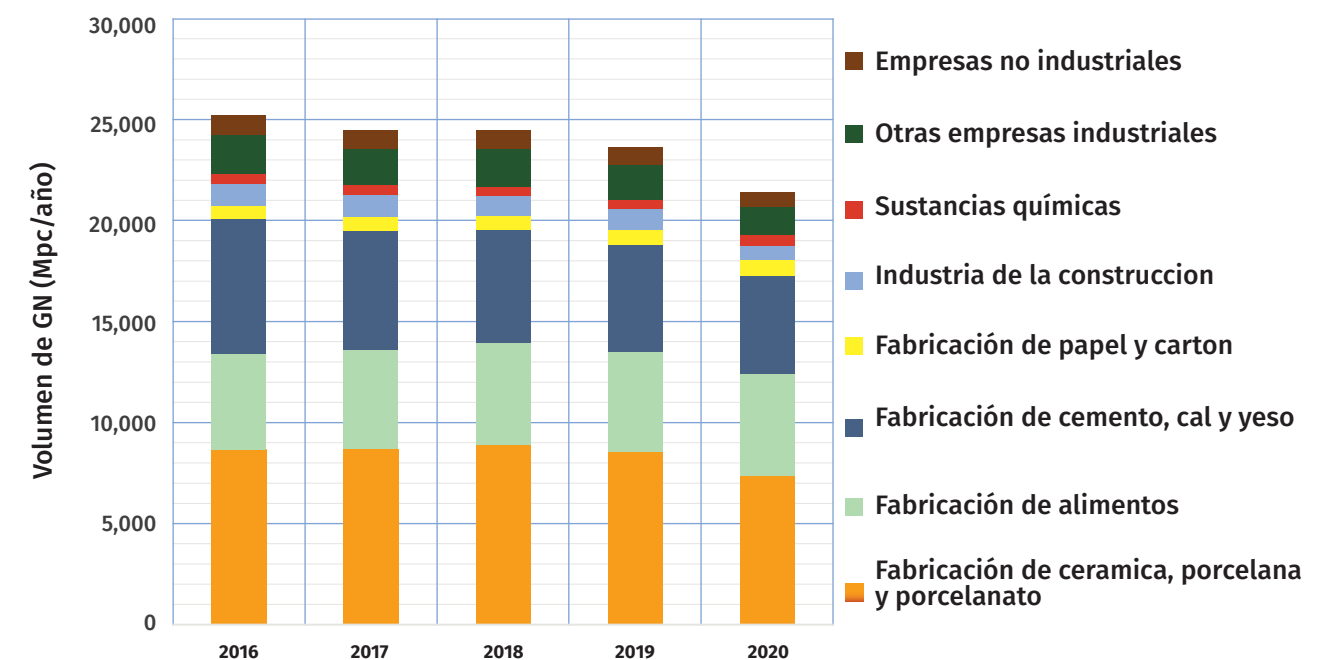
Fuente: Elaboración propia.

**Criterio 7: UFE de gas natural por rubro de producción**

La Figura 26 nos muestra que, en términos de volumen utilizado, la fabricación y procesamiento de materiales para la construcción demanda el 60.6% del gas natural utilizado por el sector industrial, y, más importante aún, que la mayor cantidad de gas

natural se destina a 239 establecimientos de producción de cerámica —la mayoría de ladrillos—, porcelana y porcelanato. Esta información —claramente— sugiere una prioridad para los estudios y proyectos sectoriales del Programa.

**Figura 26. Uso final de GN por rubro de producción**



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de YPFB.

### Criterio 8: Consumo promedio de GN por rubro de producción

Para establecer prioridades diferenciadas, con este criterio encontramos que:

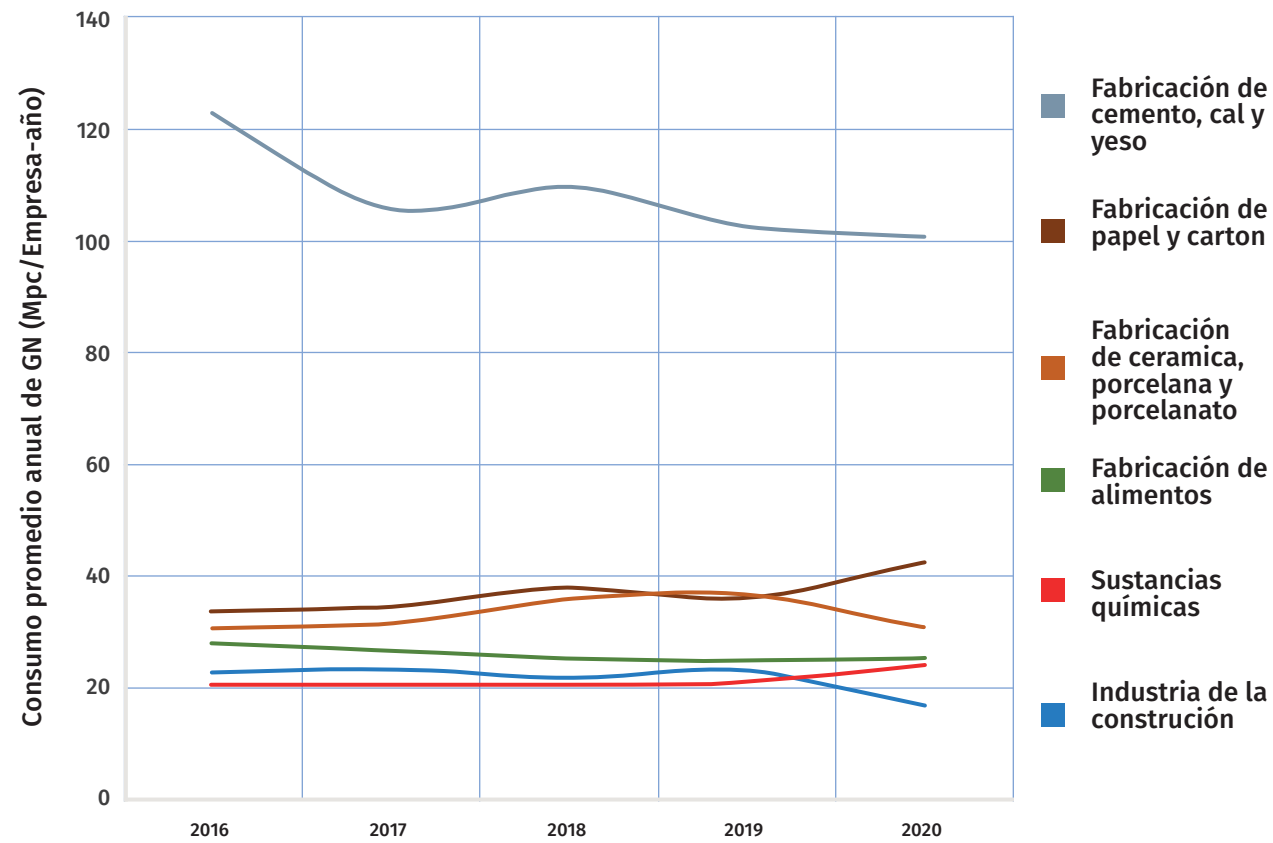
- La fabricación de cemento presenta los más altos consumos promedio por establecimiento.
- Un segundo grupo de prioridades está relacionado con 19 industrias de papel y cartón y 239 establecimientos de fabricación de productos de cerámica, porcelana y porcelanato.
- También se identifica a 18 establecimientos dedicados a la fabricación de alimentos que consumen el 80% del gas natural utilizado por un

total de 200 unidades de este rubro de producción; y 4 industrias dedicadas a la producción de sustancias químicas intensivas en uso de gas natural.

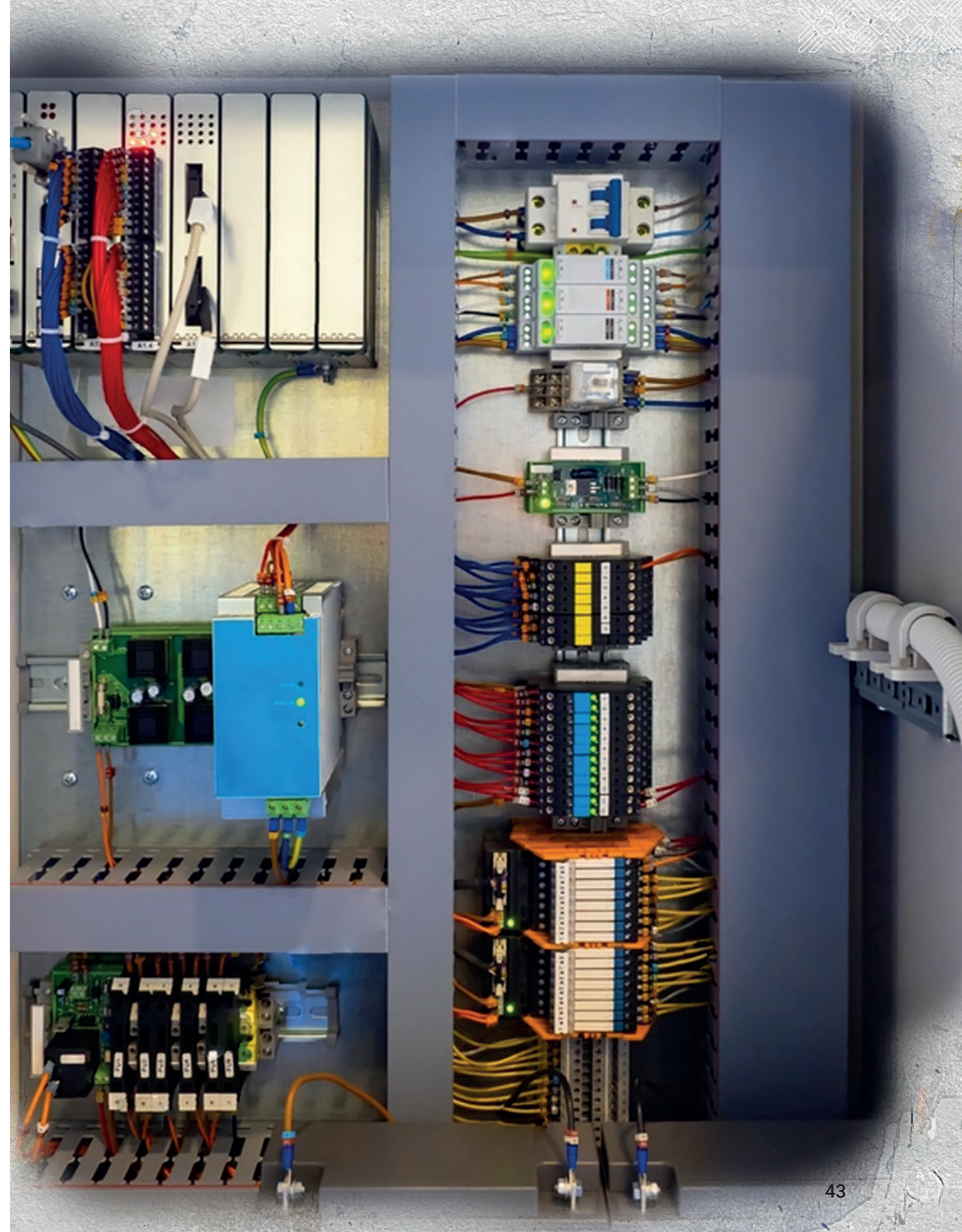
- Finalmente, en el campo de la industria de la construcción, el estudio ha identificado en el grupo de prioridad a 37 unidades dedicadas a la fabricación artesanal de yeso en Cochabamba.

La información precedente ha sido extraída de la evolución del consumo promedio de gas natural por rubro de producción mostrada en la Figura 27.

Figura 27. Consumo promedio de GN por rubro de producción



Fuente: Elaboración propia con base en el padrón estadístico de YPFB.







## La estructura institucional en torno al Programa DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La política pública comprometida con la mejora de la productividad energética del sector industrial público y privado se refleja en la organización institucional del Programa y sintoniza con la magnitud de las metas trazadas: la política de eficiencia energética generada por el Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE) se traduce en un instrumento –el Programa– de mejora de la productividad y competitividad del sector industrial, conducido por el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (MDPEP).

Este diseño no es una selección a priori: la matriz de valoración de riesgos mostrada en los capítulos anteriores muestra que los actores clave para implementar la normativa de eficiencia energética y facilitar proyectos en el sector industrial tienen relación directa con el MDPEP.

En este sentido, se identifica una instancia de gobernanza, en términos de definición de los lineamientos, supervisión y evaluación del Programa, definida por un acuerdo marco entre el Ministerio de Hidrocarburos y Energía y el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.

Esta instancia, que podría tomar la forma de Comité de Orientación y Supervisión, otorgará institucionalidad a tres instancias operativas:

La Unidad Ejecutora del Programa (UE) establecida como instancia operativa del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, compuesta por cuatro profesionales:

- El/la gerente, responsable de dirigir el programa, planificar y ejecutar sus tareas según las Líneas de Acción descritas anteriormente;
- un/a profesional responsable de la gestión de contrataciones de servicios de consultoría y estudios diversos;
- un/a profesional responsable de la promoción de los estudios, proyectos y normativa con los gremios industriales y las mismas industrias; y
- un/una profesional responsable de la estrategia de comunicaciones, publicaciones y servicios de capacitación y divulgación técnica ofertados por a través de la Plataforma de Eficiencia Energética.

Este equipo básico será apoyado por un/a responsable de la administración financiera y un/a asistente informático que proporcione soporte a la plataforma de comunicaciones del programa.

Dado que su principal competencia será la gestión de programas, proyectos, estudios y normativa en el sector industrial, la UE estará asesorada por un equipo de espe-

cialistas senior en el campo de la eficiencia energética y, por varios comités técnicos compuestos por diversas instituciones relacionadas con el objetivo general del programa. A saber:

- Un Comité de asesoramiento técnico a la UE en el campo de la eficiencia energética, en el que participarán el Vice-ministerio de Electricidad y Energías Alternativas y el equipo de asesores especialistas en el campo de la eficiencia energética.
- Un Comité técnico relacionado con la regulación de los mercados energéticos y la información del sector, compuesto por AETN, ANH, YPF, el VMEEA y el equipo de asesores especialistas.
- Un Comité técnico para la elaboración de normativa y procedimientos dirigidos a la fijación de estándares de rendimiento energético y etiquetado, control de importaciones de equipamiento energético, apoyado por IBNORCA, IBMETRO y Aduana Nacional y los asesores especialistas.
- Un Comité técnico para la mejora de capacidades técnicas en el campo de la eficiencia energética apoyado por instituciones de formación profesional y el equipo de asesores especialistas en el campo de eficiencia energética.

PEERR (2020) *Estudio del potencial de aplicar Eficiencia Energética (EE) en el sector industrial*. Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. La Paz, Bolivia.

Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear. (2019) *Anuario Estadístico Histórico 2000 - 2019*. AETN. La Paz, Bolivia.

Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear. (2019). *Padrón estadístico del sector industrial. DELAPAZ, ELFEC, CRE*. Años: 2015-2019.

Comité Nacional de Despacho de Carga. *Inyecciones y Retiros de Energía*. Años: 2000-2019. CNDC.

Espinosa, C. (2021) *Propuesta de directriz para implementar EE en la industria: motores y equipos de frío*. Proyecto COTRIGE.

Guzmán, J.C.; Müller, M. (2019) *Identificación de información para el cálculo de indicadores de desempeño de la Matriz Energética, relativos a la eficiencia energética*. Programa de Energías Renovables (PEERR).

Guzmán, J.C. (2021) *1er Reporte de Indicadores de Eficiencia Energética en Bolivia*. Programa de Energías Renovables (PEERR).

Instituto Nacional de Estadística (2019) *Bolivia: Serie histórica del Producto Interno Bruto a precios constantes por año según actividad económica, 1980-2018*. INE: Cuentas Nacionales. La Paz, Bolivia.

Ministerio de Hidrocarburos y Energía. *Balance Energético Nacional*. Años: 2000-2018. Viceministerio de Planificación del Desarrollo Energético.

Organización Latinoamericana de Energía (2017) *Manual de Estadística Energética*. OLADE. Quito, Ecuador.

Organización Latinoamericana de Energía (2017) *Manual de Planificación Energética*. OLADE. Quito, Ecuador.

Gerencia de Comercialización de Gas Natural por Redes. (2021). *Padrón estadístico del sector industrial La Paz, Cochabamba, Santa Cruz*. Años: 2016-2021.



**NIRXAS**  
IP CONSULT

  
cooperación  
alemana  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

  
años  
de Cooperación alemana  
con Bolivia 1962 - 2022

Implementada por:

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH