

**Capítulo I**  
**INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Planteamiento del problema**

La falta de aprovechamiento de los abundantes recursos naturales en Bolivia representa una pérdida económica significativa al añadir un valor agregado mediante su transformación en energía eléctrica. La falta de inversión y desarrollo en la producción eléctrica limita el potencial de crecimiento tanto para el sector industrial como para la población en general en términos de suministro energético para hogares. Además, se desperdicia la oportunidad de fomentar la creación de nuevas industrias basadas en energías renovables, así como la posibilidad de expandir la exportación comercial internacional de energía.

El hecho de no optimizar la producción eléctrica, se pierde la oportunidad de reducir los precios de la energía y hacerla más accesible para todos los ciudadanos. Asimismo, estos procesos impulsan la actividad de construcción de infraestructuras necesarias para el transporte, generación y almacenamiento de energía, generando empleo y contribuyendo al desarrollo del país. Es fundamental abordar esta situación y promover el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales para impulsar la economía, mejorar la calidad de vida de la población y fomentar el desarrollo sostenible en Bolivia.

### **1.1.1 Formulación del problema**

¿Es significativa la incidencia de la producción de energía eléctrica en el corto plazo en el crecimiento industrial de Bolivia?

## **1.2 Justificación**

Bolivia, como país poseedor de una vasta cantidad de recursos naturales que tienen el potencial de ser transformados en energía para uso doméstico e industrial; es imprescindible tener como prioridad una investigación que detalle la importancia de la

energía en el proceso económico, es decir, la importancia de la relación que se presenta entre: la generación, suministro y abastecimiento de energía para las familias, sector industrial y las empresas competentes del país con respecto al crecimiento industrial.

El crecimiento industrial está limitado por la disponibilidad de energía que provienen de los recursos naturales; todo tipo de producción material implica un gasto de energía en el proceso, como ser el transporte de la materia prima y bienes finales, el consumo energético de la maquinaria y demás.

Los recursos naturales y energéticos son la base que permiten producir y reproducir la fuerza de trabajo, el capital manufacturado que no tendrían manera de operar sin la energía

La relevancia que tiene el sector eléctrico en el desarrollo social y económico del país, se ve evidenciado en el mejoramiento de la calidad de vida de la población, como por ejemplo en los sectores industriales y comerciales, donde además de proveer bienes y servicios generan empleo. Esta energía debe reunir condiciones de eficiencia, responsabilidad, continuidad, calidad y precio equitativo acordes a las necesidades del país (Lospee, 2015). Sin embargo, si este sistema es deficiente generaría pérdidas económicas y un estancamiento en el crecimiento productivo.

La presente investigación tiene como propósito demostrar la relevante incidencia que presenta la producción de energía eléctrica sobre el crecimiento industrial. De esta manera, dar impulso al desarrollo de investigaciones y difusión del tópico para que tenga alcance en las instituciones competentes y posteriormente exista una mejora en el aprovechamiento del potencial energético del país para generar un incremento en los beneficios económicos y sociales en el largo plazo.

Asimismo, como resultado directo del incremento de la producción de energía eléctrica los usuarios beneficiarios son en sí mismo los agentes económicos: mejorando la calidad de vida de las *familias* accediendo a la instalación de energía eléctrica donde la tarifa es a precios más accesibles para el consumo en el hogar como efecto directo de la reducción de costos energéticos, el impulso en la creación de nuevas *industrias*,

potenciando la producción manufacturera en las industrias existentes y el *gobierno* a través de los ministerios y empresas competentes amplíen y desarrollen lineamientos de política energética, con estrategias para un adecuado suministro a la demanda interna y desarrollar infraestructura para comerciar, exportar como centro energético de Sudamérica.

### **1.3 Objetivos**

Los objetivos de la siguiente investigación descriptiva, se dividen en objetivo general y objetivos específicos.

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar la incidencia de la producción de energía eléctrica en el crecimiento industrial de Bolivia durante el periodo 2005-2022.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar descriptivamente el comportamiento de las variables independientes, generación bruta de energía eléctrica, índice de consumo de energía eléctrica en el periodo de estudio.
- Analizar de manera descriptiva la variable dependiente, PIB industrial según el crecimiento industrial en Bolivia en el periodo de tiempo de análisis.
- Estimar y ajustar un modelo econométrico en base a las variables, generación de energía eléctrica, índice de consumo de energía eléctrica para determinar la incidencia en el PIB Industrial en el periodo de estudio.

### **1.4 Hipótesis**

La producción de energía eléctrica incide significativamente a corto plazo en el crecimiento industrial de Bolivia.

## 1.5 Variables de estudio

En el presente trabajo de investigación se consideró las siguientes variables de estudio:

**Tabla 1.1**

*Descripción y tipo de las variables de estudio*

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>
$X_{2t}$ = Generación Bruta de Energía Eléctrica (Mwh)	Independiente
$X_{3t}$ = Índice de Consumo de Energía Eléctrica (%)	Independiente
$Y_t$ = PIB Industrial (en miles de bs)	Dependiente

**Fuente:** Elaboración propia

## 1.6 Metodología de la Investigación

La metodología del presente trabajo de investigación descriptiva se detalla a continuación:

### 1.6.1 Tipo de investigación

El presente trabajo pertenece a un tipo de investigación descriptiva.

La investigación descriptiva es aquella en que, como afirma Salkind (1998), “se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio”.

Una de las funciones principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de ese objeto Bernal, 2010).

### 1.6.2 Enfoque de investigación

El enfoque de investigación según la perspectiva del problema investigado es cuantitativo, debido a la realidad objetiva del problema que se investiga.

### **1.6.3 Tipo de intervención**

El presente producto de investigación científica se caracteriza por pertenecer al método de investigación inductivo.

El método inductivo utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría (Bernal, 2010).

De esta manera, el presente trabajo de investigación tiene como inicio de análisis indagar desde lo particular: producción de energía eléctrica con el propósito de inferir hacia lo general: el crecimiento industrial de Bolivia.

# **Capítulo II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Producción de energía eléctrica**

La energía, en la ciencia física, es definida como la capacidad de hacer un trabajo, es decir, como un potencial para la transferencia de energía en una dirección específica, desplazamiento en la dirección de la fuerza. (1) (Kostic, 2007).

En el caso del campo económico, la energía incluye todos los bienes y recursos energéticos, materias primas o insumos que incorporan importantes cantidades de energía física para ofrecer la posibilidad de realizar un trabajo. En la literatura revisada en esta investigación sobre el tema de la economía y de la energía (2) (Georgescu-Roegen, 1976).

El consenso que el estudio de la energía desde una perspectiva económica se concentra en cómo los agentes económicos (empresas, individuos, gobiernos) manejan el suministro de los bienes y servicios energéticos, conversión de estos en otras formas de energía útil, transporte a los individuos para su utilización y la eliminación de los contaminantes que la producción de este elemento genera. En esencia, este campo estudia los roles alternativos al mercado y de las estructuras reguladores de estas actividades, y los impactos económicos en eficiencia y distribución.

Con respecto a lo anterior, según Weyman-Jones (1987) argumenta que no existe la economía de la energía como disciplina, debido a que la energía no es un bien que pueda ser vendida ni comprada en el mercado. Sin embargo, los distintos tipos de combustibles (gas natural, petróleo, carbón) si pueden entrar en una dinámica comercial. Esto pone en perspectiva que la “economía de la energía” es en realidad la economía de los mercados de combustibles, y se utiliza para representar a todos los conceptos económicos útiles que surgen se analizan las distintas fuentes de energía. (3) (Weyman, 1987)

La energía es un elemento vital de la economía mundial, un factor crucial para la producción de bienes y servicios en el mundo moderno.

### **2.1.1 Eficiencia energética**

La eficiencia energética como concepto, agrupa acciones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro. Logrando, además, ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general. Simultáneamente se logran reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas. (4) (Poveda, 2007).

#### **2.1.1.1 Indicadores de la eficiencia energética**

Los indicadores de eficiencia energética son medidas utilizadas para evaluar y cuantificar la eficiencia en el uso de la energía en diferentes sectores, como la industria, el transporte, los edificios o los sistemas energéticos en general. Estos indicadores proporcionan información sobre el rendimiento energético de un sistema o proceso y ayudan a identificar áreas de mejora para reducir el consumo de energía y aumentar la eficiencia. (5) (Conant, 1978).

- Consumo específico de energía. - Es la cantidad de energía utilizada por unidad de producción o actividad. Se expresa generalmente en unidades como kilovatios-hora (kWh) por unidad producida o por unidad de superficie.
- Intensidad energética. - Mide la cantidad de energía utilizada por unidad de producto interno bruto (PIB) o producción económica. Se calcula dividiendo el consumo total de energía entre el PIB o la producción económica.
- Factor de carga. - Es la relación entre la carga real y la carga máxima de un sistema o equipo de energía durante un período de tiempo determinado. Un factor de carga alto indica un uso más eficiente de la energía, ya que se aprovecha mejor la capacidad instalada.
- Rendimiento energético. - Es la relación entre la energía útil obtenida y la

energía total consumida. Se expresa generalmente en forma de porcentaje. Un rendimiento energético más alto indica una mayor eficiencia.

- Pérdidas de energía. - Miden las pérdidas de energía en un sistema o proceso. Pueden incluir pérdidas de transmisión, pérdidas por disipación térmica o pérdidas por ineficiencias en equipos y sistemas. Reducir las pérdidas de energía es un objetivo importante para mejorar la eficiencia.
- Índice de consumo de energía. - Es una medida comparativa que compara el consumo de energía de una instalación o edificio con respecto a un estándar de referencia. Permite evaluar el desempeño energético en comparación con otros similares y establecer metas de mejora

## **2.2 Fuentes de energía en Bolivia**

Según el Balance Energético del Ministerio de Hidrocarburos y Energías (2022), Bolivia cuenta con una diversidad de fuentes de energía, tanto convencionales como renovables:

- Gas natural. - Bolivia es conocida por sus vastas reservas de gas natural, siendo uno de los principales productores y exportadores de gas en América del Sur. El gas natural se utiliza ampliamente para la generación de electricidad, el consumo industrial y el suministro de gas doméstico
- Petróleo. - Bolivia también cuenta con reservas de petróleo, aunque en menor medida que el gas natural. La producción de petróleo se utiliza principalmente para el consumo interno, incluyendo la generación de electricidad y el transporte.
- Energía hidroeléctrica. - Bolivia cuenta con una serie de ríos y embalses que brindan el potencial para la generación de energía hidroeléctrica. Algunas de las principales centrales hidroeléctricas en el país son las de San José, Misicuni y Guaraní.

- Energía solar. - Bolivia tiene un alto potencial para la energía solar debido a su ubicación geográfica en una región con altos niveles de radiación solar.
- La energía solar se utiliza tanto para la generación de electricidad a gran escala como para sistemas de energía solar fotovoltaica en áreas rurales y urbanas.
- Energía eólica. - Si bien aún en desarrollo, Bolivia también posee un potencial significativo para la energía eólica, especialmente en regiones como el altiplano y el departamento de Santa Cruz. Se han implementado proyectos piloto de parques eólicos para la generación de electricidad
- Biomasa. - La biomasa, como residuos agrícolas, forestales y estiércol, se utiliza en Bolivia para la generación de energía térmica y eléctrica. Se utilizan sistemas de digestión anaeróbica y plantas de cogeneración para aprovechar los recursos de biomasa.
- Geotermia. - Aunque en menor medida, Bolivia también tiene potencial para la generación de energía geotérmica, utilizando el calor del interior de la Tierra. Sin embargo, aún no se ha desarrollado ampliamente en el país. (6) (MHE, 2022).

### **2.2.1 Energía Eléctrica en Bolivia**

La energía eléctrica se desarrolla principalmente a través del Sistema Interconectado Nacional, SIN, en el cual están integrados los principales centros de producción consumo de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Beni y Santa Cruz y abarca cerca del 90 por ciento del mercado nacional, adicionalmente se cuenta con pequeños sistemas aislados con características diversas en las ciudades y poblaciones menores que cubren el restante 10 por ciento del mercado eléctrico nacional con el Departamento de Pando. Las redes de distribución del conjunto de los distribuidores en el SIN crecieron de 18.600 km a 26.000 km.

La energía es suficiente en cuanto a los hidrocarburos convencionales no se requieren de los no convencionales para la energía termoeléctrica. (7) (Empresa Nacional de Electricidad, 2022).

Las fuentes de **energía primaria** son combustibles no convertidos u originales. Las fuentes de energía primaria en Bolivia incluyen gas natural, petróleo, biomasa, hidroenergía, viento y radiación solar. Las fuentes de energía primaria pueden ser minadas, cosechadas, extraídas, o aprovechadas directamente. En cambio, la **energía secundaria** no se encuentra directamente en la naturaleza y tiene que ser convertida de fuentes de energía primaria, como por ejemplo electricidad a partir de gas natural, o gasolina especial a partir de petróleo. Las principales fuentes de energía secundaria en Bolivia son electricidad, gas natural tratado, diésel oil, gasolina, jet fuel y Gas Licuado de Petróleo (GLP). (8) (Ministerio de hidrocarburos y energías, 2021)

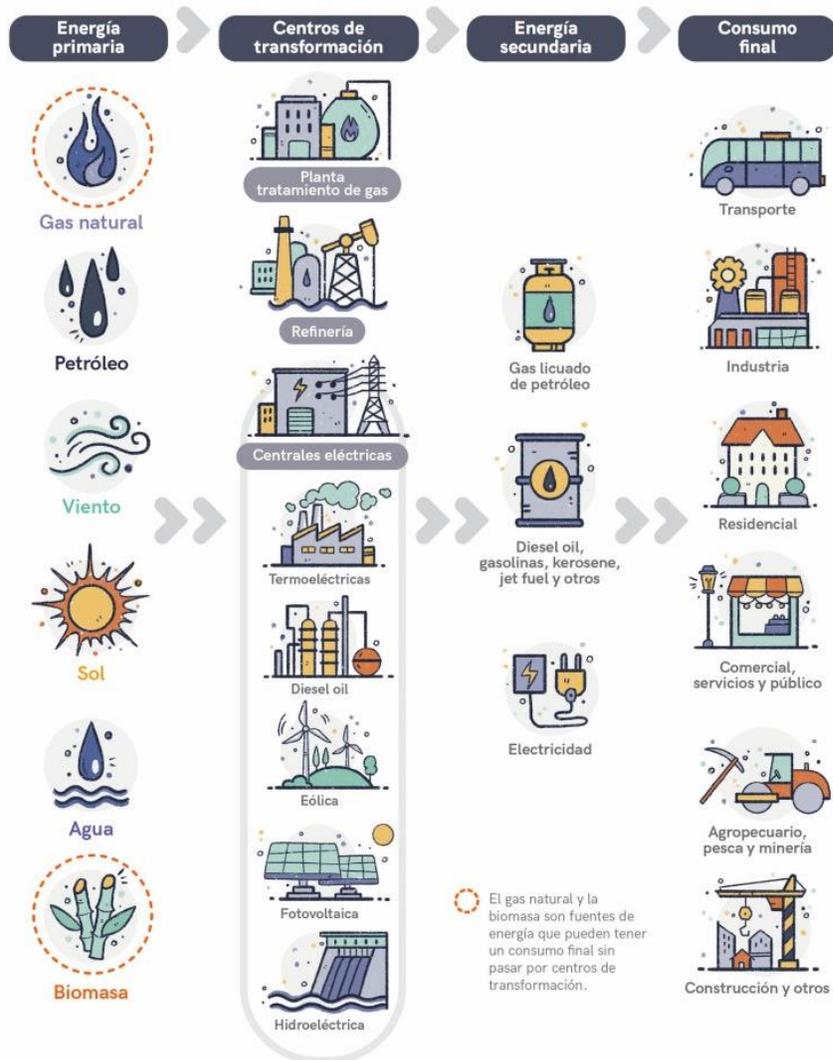
Para poder comparar estas diferentes fuentes de energía primaria y secundaria, según (ministerio de hidrocarburos, 2021) el Balance Energético Nacional 2006-2020 utiliza la unidad de kilo barril equivalente de petróleo (Kbep). Una unidad de Kbep es equivalente a 1,6139 Gigavatio hora (GWh) que es una medida de energía eléctrica.

### **2.2.2 Centros de transformación de energía en Bolivia**

En Bolivia los centros de transformación de energía primaria en energía secundaria están conformadas por 1) plantas de tratamiento de gas, 2) refinerías de petróleo, y 3) centrales eléctricas. Las plantas de tratamiento de gas procesan el gas natural con el fin de recuperar hidrocarburos líquidos compuestos como gasolina y GLP, entre otros. Las refinerías procesan el petróleo para obtener diésel, gasolinas, GLP, aceites y otros. Las centrales eléctricas son de diferente tipo según la fuente de energía primaria que utilizan. La mayoría de las centrales eléctricas cuentan con diferentes tipos de turbinas que son movidas por la fuerza del agua, el viento, y la combustión de gas natural, biomasa o diésel. Las centrales fotovoltaicas tienen una tecnología diferente a las basadas en turbinas ya que transforman la radiación solar en electricidad a través de

paneles solares. (9) (Ministerio de hidrocarburos, 2021).

El **consumo final** en Bolivia se clasifica en los sectores de a) transporte, b) industrial, c) residencial, d) comercial, servicios y público, e) agricultura, pesca y minería, y f) construcción y otros. Las únicas fuentes de energía primaria que tienen un consumo final sin pasar por centrales de transformación en Bolivia son una gran parte del gas natural y la biomasa. (10) (Ministerio de hidrocarburos, 2021).

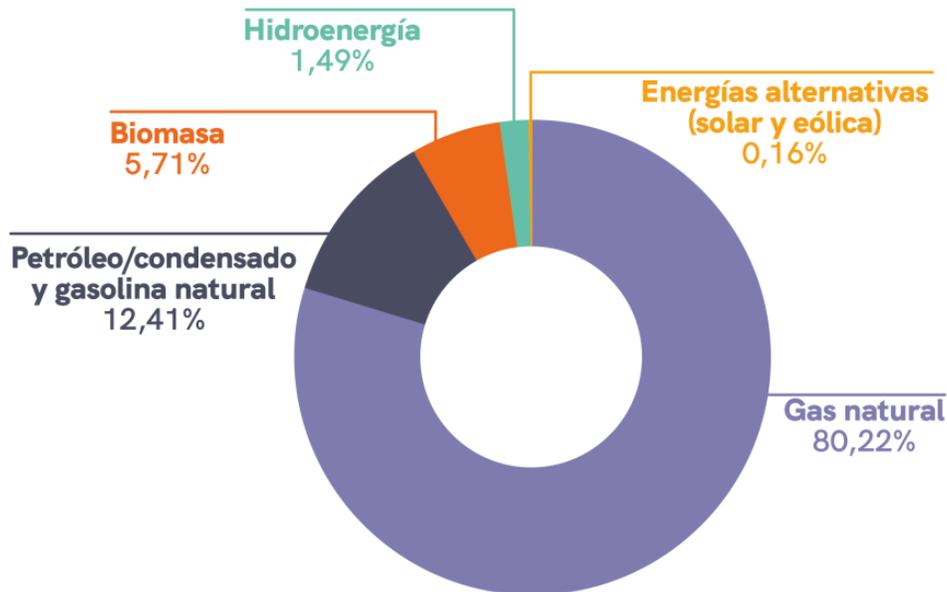


**Fuente:** Fundación Solón, 2023

Figura 2.1: Fuentes, transformación y consumo de energía

### 2.2.3 Matriz energética de Bolivia

El gas natural y el petróleo representan más del 92% de las fuentes de energía primaria de la matriz energética de Bolivia, el segundo lugar, con una participación de apenas 5,71%, lo ocupa la biomasa, tercer lugar, tenemos a las hidroeléctricas con 1,49% y en último lugar la energía eólica y solar con sólo un 0,16%. (11) (Ministerio de hidrocarburos y energías, 2021)



Fuente: Fundación Solón, 2023

Figura 2.2: Participación porcentual por tipo energético en la producción primaria

### 2.2.4 Generación bruta de energía

La generación bruta de energía se refiere a la producción total de energía eléctrica en una determinada región o país, sin tener en cuenta las pérdidas o consumos propios de las instalaciones generadoras.

La generación bruta de energía incluye la producción de electricidad en todas las fuentes y tecnologías de generación, ya sean centrales térmicas (como las que utilizan carbón, gas natural o petróleo), centrales hidroeléctricas, plantas nucleares, parques eólicos, plantas solares fotovoltaicas, entre otros. (12) (MHE, 2022).

### **2.2.5 Índice de consumo de energía**

Un índice de consumo de energía es una medida relativa que relaciona el consumo de energía con algún indicador socioeconómico, como el PIB, la población o la actividad industrial. Este enfoque permite comparar el consumo de energía a lo largo del tiempo o entre diferentes regiones o sectores de la economía. Los índices de consumo de energía son útiles cuando se busca comprender las tendencias de consumo a largo plazo y su relación con otros factores socioeconómicos. Sin embargo, estos índices no proporcionan una medida absoluta del consumo de energía, sino una referencia relativa.

Megavatios (MW): Utilizar megavatios para cuantificar el consumo de energía implica medir la potencia eléctrica en un momento dado. Esta medida es más directa y proporciona una medida absoluta del consumo de energía en términos de la cantidad de electricidad utilizada en un instante específico. Los MW son útiles cuando se necesita conocer la cantidad exacta de energía eléctrica consumida en un momento determinado, como para el dimensionamiento de infraestructuras eléctricas o para evaluar la capacidad de carga en una red eléctrica. (13) (MHE, 2022).

## **2.3 Crecimiento económico**

El interés por estudiar los determinantes de la creación de riqueza en una economía es la piedra angular sobre la que se construyó la estructura económica clásica. Esto es evidente en las obras pioneras de Smith (1776) y Ricardo (1817). Esta obra analizó en detalle como la división del trabajo, el intercambio, el rol del dinero y la distribución,

dentro de un marco de análisis más amplio conocido como teoría del valor determinan el crecimiento de una economía, sobre las ventajas relativas, absolutas y competitivas dado las condiciones espaciales y políticas de la época. La riqueza de las naciones varía en un momento específico, lo cual significa que es un stock que varía a lo largo del tiempo. En un sentido matemático, el valor de un variable stock esta siempre determinado por el valor de un variable flujo. Aunque de un modo imperfecto, las variaciones en la riqueza de una economía (el stock) pueden determinarse a partir de las fluctuaciones en el ingreso de los individuos (el flujo). Como el ingreso de una economía es equivalente a su nivel de producción, entonces la variación en la riqueza de una economía depende en última instancia de las fluctuaciones en el nivel de producción. Este último proceso se conoce como crecimiento económico. (14) (Metzger, 1982).

Las teorías formales sobre los determinantes del crecimiento económico surgen a mediados del siglo XX, fundamentalmente con (Solow, 1956, 1957), creador de un modelo de crecimiento de estilo neoclásico. En este modelo, la tasa de crecimiento económico está determinada por la acumulación de factores de producción, básicamente capital. a su vez, la acumulación de capital depende del ahorro de la economía, definido como una proporción constante del ingreso. La relación matemática entre acumulación de factores y nivel de producción esta dada por la función de producción y sus características matemáticas.

Dado los supuestos de que cada factor de producción posee rendimientos marginales decrecientes a escala, dando el aporte de cada factor al crecimiento de la producción. Este aporte está dado por el producto entre la tasa de crecimiento del factor y su participación en los ingresos factoriales totales (el trabajo y el capital absorben el total de los ingresos factoriales, debido a que estos modelos suponen la existencia de solo dos factores). Dado las condiciones económicas, los países con un menor stock de capital por trabajador tendrán a crecer más rápido debido a que el aporte marginal de una unidad adicional de capital es mayor cuando el nivel de acumulación de este factor es bajo; en consecuencia, los países pobres terminarían alcanzando los niveles de

bienestar de los países ricos, con menores tasas de crecimiento debido a su elevado stock de capital.

Sin embargo, los resultados empíricos de Solow demostraron que no todo el crecimiento económico era explicado por la acumulación de factores. Por ejemplo, las innovaciones tecnológicas que permiten mejoras en la productividad generan un aumento en el crecimiento que no puede atribuirse estrictamente a la acumulación de capital o al empleo de los trabajadores. (15) (Appleyard, R., Dennis, F., & Alfred, J., 2003).

### **2.3.1 Definición de crecimiento económico**

“El crecimiento económico es un fenómeno complejo en el que, mediante la acumulación de más y mejores factores productivos y de su utilización mediante técnicas cada vez más productivas, las economías son capaces de generar una mayor cantidad de bienes y servicios”. Se trata además de un proceso dinámico que entraña un cambio continuo en la estructura sectorial. (16) (Kuznet, 1973)

Por su parte, se define al crecimiento económico, como “el aumento de la producción, esta puede dar una idea de la expansión de una economía determinada pero no de su calidad y sus consecuencias para el bienestar que son objeto de atención, en cambio por quienes se preocupa del verdadero desarrollo con calidad de vida”. (17) (Tamames, 1994).

“El crecimiento económico representa la expansión de la producción potencial de un país en el largo plazo. El crecimiento económico se concreta cuando se desplaza hacia fuera la frontera de posibilidades de producción. El crecimiento de la producción per cápita es un objetivo importante del Estado, porque se relaciona con mayores ingresos reales promedio y mejores niveles de vida”. (18) (Samuelson-Nordhaus, 2006)

Entonces, el “crecimiento económico” es considerado un objetivo intermedio de una economía y la meta el “desarrollo económico”, en efecto, se tiene la relación con la cantidad de bienes materiales disponibles y por ende una cierta mejora del nivel de vida de las personas “Bienestar Material y Psicológico”.

### **2.3.2 Producto Interno Bruto (PIB)**

Para medir el comportamiento de una economía, el indicador universal es el Producto Interno Bruto o PIB

“En una economía, la medida más completa de la producción total es el producto interno bruto (PIB). El PIB es la medida de valor de mercado de todos los bienes y servicios finales. Hay dos maneras de medir el PIB. El PIB nominal se calcula a precios actuales de mercado. El PIB real se calcula a precios constantes o invariantes de un año base, es la medida de la producción más exactamente observada; funciona como el pulso, cuidadosamente vigilado, de la economía de un país. (19) (Samuelson-Nordhaus, 2006).

El crecimiento económico, se mide a través del producto interno bruto (PIB) per cápita real. Define al producto interno bruto como la suma del valor de todos los bienes y servicios finales producidos en un país por el cual se denomina interior en un año. Se habla de bienes y servicios finales porque es producción consolidada, que implica la agregación sector por sector, eliminando posibles duplicaciones del cálculo. Se le llama bruto, porque en este no se deducen las amortizaciones. (20) (Andrade, 2008)

Asimismo, define al PIB, “es el valor monetario total de todos los bienes y servicios finales producidos para el mercado dentro de las fronteras de un país durante un periodo de tiempo dado (normalmente un año)”. (21) (Mankiw, 1995)

### **2.4 Crecimiento industrial**

“El crecimiento industrial se refiere al aumento cuantitativo y cualitativo de la producción y la actividad económica en el sector industrial de un país o región. Implica el incremento en la producción de bienes y servicios manufacturados, el aumento de la productividad, la inversión en tecnología y maquinaria, así como el desarrollo de nuevos sectores y la diversificación de la economía”. (22) (Mankiw, 1995)

### **2.4.1 El sector industrial en Bolivia**

El sector industrial en Bolivia se mide a través del PIB Industrial, es un indicador que se divide en diversas actividades de producción que se detallan en el siguiente punto:

### **2.4.2 PIB Industrial**

El Producto Interno Bruto (PIB) industrial es una medida económica que representa el valor monetario de la producción total generada por el sector industrial de un país durante un período específico, generalmente un año. El PIB industrial se calcula sumando el valor de todos los bienes y servicios producidos por las industrias manufactureras, de construcción, minería y suministro de servicios públicos dentro de la economía.

El PIB industrial es un indicador clave para evaluar el rendimiento y la contribución del sector industrial a la economía de un país. Representa la capacidad de producción y la actividad económica de las empresas involucradas en la transformación y producción de bienes materiales.

Es importante tener en cuenta que el PIB industrial es solo una parte del PIB total de un país, que también incluye otros sectores como el agrícola, el de servicios y el de gobierno. El PIB industrial se utiliza para analizar el crecimiento económico, medir la productividad y comparar el desempeño industrial entre diferentes países o regiones. También puede servir como base para la formulación de políticas y decisiones relacionadas con el sector industrial. (23) (Andrade, 2008).

El Producto Interno Bruto Industrial, también denominado PIB Industrial, es el tercer sector de la economía que se encuentra en el Producto Interno Bruto (PIB) y presenta las siguientes actividades económicas de la industria manufacturera:

- Alimentos
- Bebidas y Tabaco
- Textiles, Prendas de Vestir y Productos del Cuero
- Madera y Productos de Madera
- Productos de Refinación del Petróleo

- Productos de Minerales no Metálicos
- Otras Industrias Manufactureras

## **2.5 La energía como fuente de crecimiento**

“La energía representa una fuente de crecimiento en un sentido estricto, es el progreso técnico para el movimiento de la maquina económica, que es el principal interés relativo de su efecto en el crecimiento y desarrollo económico y humano, como fin traducida en el bienestar de la economía y sociedad”. (25) (Dornbusch Rudiger & Fischer Stanley, 1991).

### **2.5.1 El consumo de energía**

Analizar el nivel de bienestar indica a partir de “la hipótesis según la cual la mejora del bienestar exige un fuerte crecimiento del consumo de energía no debe ser aceptada ciegamente”. Dicho de otra manera, no hay una relación mecánica de causa a efecto entre el consumo de energía, el crecimiento económico y el desarrollo humano, cabe subrayar que el consumo de energía debe ser analizado como consecuencia y al mismo tiempo factor del desarrollo y del crecimiento. Esto significa que, un PIB superior permite obtener un índice de Desarrollo Humano (IDH), sin embargo, las condiciones geográficas, las estructuras económicas, la eficiencia energética y los estilos de vida en los diferentes países son homogéneas y que no identitario la relación matemática. (26) (Goldemberg, 1987).

Por otra parte, es evidente el papel que desempeña la energía en el desarrollo. Se circunscribe, en las teorías de modernidad que el acceso a la energía es una importante fuente de bienestar Se subraya que “un acceso limitado a la energía es identificado como un indicador de pobreza por los pobres mismos”. (27) (Majid Ezzati, 2004).

Por ello, la importancia de la electricidad para el crecimiento económico y el progreso tecnológico ha sido demostrado, en el caso de Estados Unidos de América, poniendo en evidencia de manera particular “El papel crítico de la electricidad... la indispensable herramienta de la innovación tecnológica”. (28) (Schurr, 1984).

Por otra parte, no existe pues una relación mecánica de causa a efecto entre energía, crecimiento y desarrollo. Hay sin embargo un umbral crítico por abajo del cual se puede hablar de pobreza energética. Además, la electricidad y el petróleo revisten un carácter estratégico para la innovación tecnológica.

En esa perspectiva conviene mencionar que, sobre la intensidad energética, que está dada por la relación entre la utilización de la energía y el PIB, que desde hace un siglo aproximadamente se constata una disminución significativa de esta relación. (29) (Martin, 1988).

Los siguientes factores permiten explicar la disminución de la intensidad energética:

- 1) cambios en la estructura económica, en particular el aumento del peso del sector terciario, el cual genera relativamente más valor agregado;
- 2) mejora de la eficiencia energética, gracias al progreso tecnológico y a la promoción de la utilización racional de la energía que permite crear más ingreso y bienestar con la misma cantidad de energía;
- 3) de manera casi paradójica la difusión de la electricidad. Este último fenómeno ha sido puesto en evidencia por Schurr, quien ha mostrado que la penetración de la energía eléctrica ha engendrado más ingreso que la utilización de la energía primaria. Además, permite comprender la evolución de la intensidad eléctrica en la medida en que se toman en cuenta también las ganancias de productividad menos importantes.

Las evoluciones de la intensidad energética y eléctrica y el uso eficiente de los mismos, no deben hacer perder de vista el aumento extraordinario del consumo de energía desde la revolución industrial que: entre 1800 y 1985, la producción mundial de energía aumentó 879 veces; entre 1900 y 1985, 12 veces. Durante el período 1800-1985, la tasa promedio de crecimiento anual fue de 3.7%; entre 1900 y 1985, de 3.0% según las investigaciones. (30) (Etemad y Luciani, 1991).

Este crecimiento se explica por la aparición de nuevos bienes y servicios, por ejemplo, en el campo de los transportes y del tiempo libre. Conviene también recordar el aumento de nivel de vida de las categorías sociales menos acomodadas, el cual se traduce por la compra de bienes y servicios (automóviles, electrodomésticos, TV, etc.) que antes les eran inaccesibles.

### **2.5.2 Energía y crecimiento económico**

A partir del sistema capitalista de producción, se introduce la producción y circulación de los bienes y servicios, así como: la existencia de un aparato productivo necesita de capital y trabajo, está a su vez para la transformación de materias primas (fuentes primarias) se necesita instrumentos, herramientas de trabajo que dado el nivel de manufactura de las mismas necesita energía humana o artificial (fuentes secundarias). Como resultado es el nivel de producción de una economía o sistema midiendo el crecimiento u otro fenómeno adverso. (31) (Tamames, 1994).

### **2.6 Electricidad, Crecimiento y Desarrollo Económico**

La Revolución Industrial en los Siglos XVIII y XIX, fue un proceso de transición económico-social fundamentado principalmente en el uso del conocimiento científico aplicado a la práctica, la tecnología. Las invenciones dieron lugar al desarrollo de la ciencia cuantitativa y experimental; el descubrimiento y aplicación de nuevas formas de energía, motor de todas estas aplicaciones; el descubrimiento y uso de nuevos materiales; el desarrollo de obras y mega estructuras; el estudio científico del trabajo; entre otros.

Dentro de toda esta riqueza histórica, el uso de la energía eléctrica ha jugado un papel trascendental y acelerador de todos los procesos de desarrollo, crecimiento económico, desarrollo de la calidad y el confort de vida de los residentes de este planeta, Tierra. Diversos aspectos de la energía eléctrica son el motivo de esta reseña: sus inicios, su papel en la Revolución Industrial, el impacto que ha tenido en las sociedades y entre otros. (32) (Etemad y Luciani, 1991).

### **2.6.1 La primera revolución industrial**

El estudio de la citada evolución industrial se divide en dos etapas o periodos bien diferenciados. La primera etapa, tiene sus inicios en Inglaterra, en la década de 1690, siendo este un movimiento que removi6 los cimientos de la sociedad feudal, caracterizada por la producci6n agraria rudimentaria y de economía de subsistencia; la misma es una revoluci6n anti feudal en Francia y en otros países europeos y de Asia. Producto de este proceso aparece un nuevo orden económico, el capitalismo, lo que promueve la rápida caída y desintegraci6n del régimen actual, pero que crea dos clases: la burguesía industrial y el proletariado (el capitalista y el obrero). Este proceso estuvo marcado por innovaciones tecnológicas en las que el carb6n, el vapor y la fuerza del agua fueron las fuentes de energía básicas, se da primordialmente en Inglaterra, y se caracteriza por aspectos tecnológicos, socio-econ6micos y culturales.

Los aspectos tecnológicos fueron dominados por la invenci6n y uso de: la maquinaria de vapor en los sistemas ferroviarios, los vapores navales, y las primeras industrias de producci6n masiva; el telégrafo que permiti6 los inicios de las comunicaciones, y otras innovaciones relativas a estos sistemas. En este período, la Ingeniería Mecánica fue de gran importancia, se usan nuevos materiales tales como el hierro y acero para la construcci6n de máquinas; el carb6n de piedra es la fuente energética primaria para la producci6n de vapor, y la energía hidráulica para impulsión de maquinaria industrial. (33) (Etemad y Luciani, 1991).

### **2.6.2 La segunda revoluci6n industrial**

La segunda etapa, denominada por muchos como la segunda revoluci6n industrial o era del capitalismo, tiene sus inicios en la década de 1850, debido al notable surgimiento de nuevos tipos de industria mucho más tecnificadas, tales como la eléctrica, química y automovilística. En este periodo se desarrolla un proceso de industrializaci6n en varias naciones del planeta. Aparecen innovaciones tecnológicas sin precedentes, se desarrolla la investigaci6n científica como base de las innovaciones en nuevos campos de la ciencia, se dan nuevas transformaciones sociales, predomina el capital en las relaciones económicas y la hegemonía de los países industrializados

sobre las naciones pobres. Surgen nuevas formas de energía, entre ellas, el petróleo y sus derivados y la electricidad; aunque el carbón aún mantiene su posición entre las energías primarias usadas, incluso hoy día, para generación de electricidad y vapor industrial.

El petróleo y sus derivados, aunque ya conocidos desde la antigüedad, emergen al mismo tiempo que la electricidad y su aplicación para propósitos industriales. La nueva industria química hace posible el desarrollo de múltiples productos y materiales a partir del petróleo, así como su utilización en nuevas innovaciones tecnológicas en el área de la transportación terrestre y aérea, con el motor de combustión interna reemplazando en corto tiempo la máquina de vapor. Se crea el automóvil y el aeroplano los que acortan las distancias entre naciones y continentes convirtiéndonos en una aldea de países y naciones. Todo este proceso requirió la utilización de nuevos materiales, especialmente, metales que hicieron posible todo el desarrollo tecnológico y mejoraron la eficiencia de las nuevas máquinas, equipos y dispositivos. La Ingeniería Metalúrgica juega un rol indispensable en este proceso de desarrollo industrial. Se considera el fin de este periodo, en Europa, el inicio de la primera guerra mundial, y más tarde en otras naciones desarrolladas no participantes en los conflictos bélicos de entonces. (34) (Etemad y Luciani, 1991).

### **2.6.3 La energía eléctrica motor impulsor del desarrollo tecnológico**

La electricidad tiene un sinnúmero de aplicaciones en todos los ámbitos de la vida: industrial, comercial, las comunicaciones, las sociedades, los usos residenciales, etc. Con la electricidad surge el teléfono, la radio, los sistemas de refrigeración mecánica, que permiten el progreso y vida en áreas del mundo inhóspitas; la iluminación urbana y residencial, la ampliación de las jornadas de trabajo a las 24 horas del día y con ello, el incremento de la producción industrial y comercial; los medios de comunicación urbanos tales como trenes y autobuses eléctricos; las telecomunicaciones; y los procesos industriales, como la electrólisis, base para la extracción de metales como el aluminio, a partir de la Bauxita, entre muchas otras aplicaciones. Es prácticamente imposible cuantificar en dinero las proporciones del impacto que este tipo de energía

aporta al desarrollo científico y tecnológico en este periodo, y particularmente porque está ligada con el uso del petróleo y sus derivados.

La industria eléctrica se puede analizar en dos partes componentes. Primero: la generación y transporte, distribución a los centros de consumo y, la utilización y comercialización de la electricidad. Segundo: la producción y desarrollo de equipos, dispositivos y máquinas eléctricas. Estas son la base para el surgimiento de nuevas formas de producción industrial. Sin embargo, nada de esto ha sido posible sin la simbiosis entre las diferentes áreas del conocimiento científico tales como: la ingeniería civil (obras, estructuras, suelos, cemento) (35) (Etemad y Luciani, 1991).

#### **2.6.4 Electricidad, Crecimiento Económico y Bienestar**

El crecimiento, el desarrollo económico y social de un país está íntimamente relacionado con la electricidad y su consumo. En la medida que la sociedad aumenta su bienestar requiere mayor cantidad de energía eléctrica debido al acceso a los servicios asociados a la misma.

El producto interno bruto (PIB) se identifica con la producción de todos los bienes y servicios de uso final que se crean en la economía en un periodo dado. Independientemente de algunas limitaciones que contiene este indicador, al no informar acerca de la distribución entre los diferentes estratos de la sociedad y de las regiones que componen el país. No obstante, es la fuente que permite el crecimiento cuantitativo de la economía y el aumento del empleo. Puede decirse que el aumento del PIB es una condición necesaria, pero no suficiente para el desarrollo y el bienestar. Sin embargo, al establecer la relación que existe entre la dinámica del PIB y el consumo de electricidad, por las familias y por el sector productivo, ese vínculo permite mostrar que el consumo de energía eléctrica es un buen estimador del PIB. Esto significa, que el consumo de los hogares e intermedio de electricidad impacta en un mayor grado al proceso productivo y se relaciona con un desempeño económico de niveles superiores de desarrollo económico. Ambos tipos de consumo siguen un patrón similar al del PIB. Por tanto, existe la relación entre el consumo de energía eléctrica, el crecimiento y su aporte al desarrollo económico. (36) (Dornbusch, 1991).

### **2.6.5 Impacto económico de la confiabilidad del suministro de energía eléctrica**

Ante la falta del suministro eléctrico se manifiesta una alteración importante en el desempeño de la sociedad. La falta de servicio eléctrico ocasiona pérdidas millonarias en la economía. Un ejemplo que avala lo señalado es el apagón que se presentó en el este y noreste de Estados Unidos y la provincia de Ontario en Canadá, el 14 de agosto de 2003. El informe final del comité de análisis de la secretaria de energía de Estados Unidos y Canadá (US Canadá Power System Outage Task Force, 2004), presenta que éste hecho dañó a 50 millones de personas por un lapso de 3 días y el efecto en la economía de Estados Unidos se estimó en 10.000 millones de dólares y en la economía de Canadá la pérdida alcanzó los 2.300 millones de dólares canadienses.

La falta de confiabilidad del suministro de energía eléctrica afecta el proceso productivo de todos los sectores que componen el sistema económico de los países, como consecuencia el efecto impacta la sociedad desorganizando sus actividades y perjudicando su bienestar.

A su vez, impacta el sistema financiero. Por su parte, la continuidad del servicio se caracteriza por la ausencia de apagones y significa una señal de certidumbre para la inversión. Este comportamiento influye en el riesgo país y el costo de la deuda de las empresas.

A escala mundial se reconoce la importancia de la confiabilidad del suministro eléctrico y es un indicador universalmente aceptado para evaluar el comportamiento de los sistemas eléctricos. Las variables, precio de energía y confiabilidad de servicio inciden en el crecimiento económico y el bienestar social, esta relación ha motivado a economistas y políticos a estudiar las complejas relaciones que existen entre los sistemas de producción de energía y los mercados relacionados con la electricidad y los energéticos. (37) (Dornbusch, 1991).

### **2.6.6 La electricidad, el precio y el libre mercado**

La teoría del libre mercado y asume que el eléctrico opera igual que los mercados convencionales de bienes y servicios, para lo cual se requiere que la interacción entre los agentes del mercado sea eficiente, transparente y permita que sus fuerzas converjan para determinar el precio justo para todos los participantes del mercado.

La condición necesaria para que un mercado sea eficiente es que el número de participantes en la producción y en la distribución y el consumo, sea tal, que ningún participante pueda ejercer su poder en el mercado y controlar el precio, una condición adicional es la liquidez y la ausencia de fricción o costo de las operaciones de mercado para garantizar que el precio lo define el mercado.

La industria eléctrica a nivel mundial se desarrolló por su naturaleza física y su disposición geográfica bajo la figura del monopolio natural, a pesar de tener problemas propios, el desarrollo de las empresas eléctricas fue dominado por la estructura vertical, de la cadena de valor integrada por los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

La justificación del argumento político económico de las propuestas de reformas estructurales del sector centra su crítica en la ineficiencia operativa, la falta de competencia y altos costos de la electricidad en el esquema de producción actual, con un enfoque parcial se utiliza la teoría económica de eficiencia del mercado para establecer la hipótesis, que con un mercado abierto de electricidad, el productor y el consumidor se beneficiarían al contar con un precio ideal que reduciría el costo del servicio de energía eléctrica para el usuario final, sin embargo, esto considera una condición ideal, que de origen invalida la propuesta de reforma y favorece el argumento de mantener el control del Estado. (38) (Hunt, 2002).

### **2.6.7 Consumo de Energía Eléctrica y el Crecimiento Económico**

Durante las últimas décadas se han realizado diversos estudios para determinar la relación de causalidad entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico, empleando diferentes metodologías, aplicadas en distintos países del mundo y obteniendo diversos resultados.

El análisis de causalidad es muy importante dadas las implicaciones que podría tener en la orientación de las políticas energéticas de un país. De ahí que, determinar la relación de causalidad, permite establecer el posible impacto que pueden tener las políticas conservacionistas sobre el crecimiento económico.

Conforme a la literatura respecto al tema, existen cuatro posibles relaciones de causalidad. La primera establece una relación de causalidad unidireccional del consumo de energía hacia el crecimiento económico, en este caso las políticas conservacionistas podrían afectar negativamente el crecimiento económico, especialmente en países en desarrollo como Bolivia. Por otro lado, una relación de causalidad unidireccional, dirigida del crecimiento económico al consumo de energía eléctrica, implica que no existe dependencia del crecimiento al consumo energético, por lo tanto, las políticas conservacionistas podrían ser implementadas sin afectar significativamente el crecimiento económico. De manera similar en la “causalidad neutral”, no existe una relación de causalidad y el crecimiento económico no se ve afectado por las políticas de reducción del consumo de energía eléctrica. Finalmente, una relación de causalidad bidireccional indica que las políticas conservadoras de energía no son recomendables, para esto se propone incentivar el desarrollo del sector eléctrico impulsando el crecimiento económico.

El modelo empleado para determinar la relación de causalidad en Bolivia incorpora el empleo como la tercera variable de análisis, de este modo amplía el horizonte de estudio para determinar la relación de causalidad no solo en un crecimiento per se, sino también determinando el crecimiento en términos de desarrollo, su impacto en la sociedad y evaluando otros factores como el empleo<sup>14</sup> y la formación bruta de capital fijo. (39) (Apergis & Payne, 2009)

## **2.7 El Modelo ARDL (Autoregressive Distributed Lag)**

El modelo ARDL (Autoregressive Distributed Lag) es un enfoque econométrico utilizado para analizar la relación de largo plazo entre variables. Es particularmente útil cuando se sospecha que existe una relación de cointegración entre las variables en estudio.

El modelo ARDL es una extensión del modelo de corrección de errores (ECM), que permite examinar tanto la relación de corto plazo como la relación de largo plazo entre las variables. En un modelo ARDL, las variables endógenas son regresionadas en términos de sus propios rezagos y los rezagos de las otras variables, además de cualquier variable exógena relevante. (Wooldridge, J. M., 2019)

La especificación general de un modelo ARDL es la siguiente:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \delta X_t + \varepsilon_t$$

El modelo ARDL permite estimar los coeficientes de largo plazo, que indican la relación estable y de equilibrio entre las variables, así como los coeficientes de corto plazo, que indican cómo las variables responden en el corto plazo a los desequilibrios.

Una vez estimado el modelo ARDL, se puede realizar una prueba de cointegración, como la prueba de bounds (bounds test), para verificar si existe una relación de cointegración entre las variables. Si se encuentra evidencia de cointegración, esto implica que las variables están relacionadas en el largo plazo y que existe un equilibrio de largo plazo entre ellas.

El modelo ARDL es útil para analizar relaciones económicas complejas y puede aplicarse en una amplia gama de áreas, como macroeconomía, finanzas, comercio internacional, entre otras. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones y supuestos del modelo al interpretar sus resultados.

Es posible la solución de los problemas presentados a través del modelo ARDL, aquel que rescata la relación de corto plazo de las variables en un tiempo de largo plazo. (Wooldridge, J. M., 2019)

Las 3 series tienen las siguientes características que deben ser consideradas en un modelo econométrico:

- Tendencia
- Estacionalidad
- Observaciones atípicas: Fluctuación en el segundo trimestre de 2020 a causa de la pandemia covid19

Estas deben ser eliminadas o incorporadas para no distorsionar los resultados del modelo (Gujarati, 2007).

En el presente trabajo de investigación interesa ambas relaciones, la de largo plazo y la de corto plazo. Este objetivo se logra mediante la estimación de un modelo de corrección de errores que tiene la siguiente forma:

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t + \beta_2 [y_{t-1} - \beta_3 x_{t-1}] + u_t$$

La variable dependiente está diferenciada y la(s) variable(s) independiente también lo están, por lo tanto, el parámetro  $\beta_1$  muestra el efecto de corto plazo.

En cambio, la expresión del corchete está en niveles y, por tanto, el parámetro  $\beta_3$  muestra el efecto de largo plazo. Finalmente, el parámetro  $\beta_2$  muestra el grado de corrección de un desequilibrio transitorio. Esta es la principal ventaja de los modelos de corrección de error (Gujarati, 2007).

La metodología más reciente para este tipo de modelos está disponible en Eviews 10 y siguientes a través de los modelos ARDL que estiman automáticamente el modelo de corrección de errores.

**Capítulo III**

**METODOLOGÍA PARA LA  
RECOPIACIÓN DE  
INFORMACIÓN**

### **3.1 Técnicas e instrumentos de investigación**

En este apartado se procederá a explicar las técnicas e instrumento a los que se recurrió para el levantamiento y procesamiento de la información, así como también el tipo de fuentes de información a los que se acudió para conformar la base de datos.

#### **3.1.1. Descripción del levantamiento de información**

El presente trabajo de investigación presenta como fuente la información secundaria porque se recurre a la búsqueda de los valores relacionados con las variables para la construcción de la base de datos requerida para la estimación y ajuste del modelo econométrico.

##### **3.1.1.1. Fuentes de información**

Se acudió a fuentes de información secundaria en un estudio documental, tanto para los conceptos teóricos como para los datos e información estadística. Esta información se la puede catalogar como información bibliográfica, digital y de internet.

Se compiló datos y estadísticas de varios trabajos de investigación, libros y principalmente de las paginas e informes oficiales de organismos nacionales e internacionales como el Instituto Nacional de Estadística (INE), Comité Nacional de Despacho de Cargas (CNDC), Ministerio de hidrocarburos y Energía.

##### **3.1.1.2 Población objetivo y tamaño de la población**

La delimitación de la población es esencial para garantizar la validez y aplicabilidad de tus resultados.

La población de estudio se limita a Bolivia, y que se basa en los datos económicos y energéticos: generación bruta de energía eléctrica, índice de consumo de energía eléctrica y PIB Industrial disponibles para ese país en el periodo de estudio de 2005 a 2022.

### **3.1.1.3 Periodo de análisis de serie temporal**

El periodo de análisis se caracteriza por pertenecer a un tipo de datos de serie temporal en un estudio de tiempo trimestral porque de esta manera es más sencillo identificar patrones, tendencias en el comportamiento de las variables.

Asimismo, el intervalo de años abarca desde la gestión 2005 hasta la gestión 2022 debido a la limitación de las fuentes de información, principalmente relacionado a la variable *generación bruta de energía eléctrica (Mw/h)* porque la información trimestral sólo existe desde 2005 en la página del Comité Nacional de Despacho de Cargas (CNDC).

### **3.1.2. Procesamiento de datos**

Una vez que se obtuvo la información necesaria de las fuentes, Se procesó en primera instancia mediante el Método de Tabulación Manual, que consiste según Razo en “en recolectar, tabular y clasificar los datos obtenidos aplicando el conteo de datos y otros métodos manuales como la sumarización y el promedio de resultados. Estos métodos... son lentos, pero también son el medio más común de concentrar los datos” (Muñoz Razo, 2011).

Posteriormente y una vez recopilada la información se recurrió a métodos de tabulación estadística, automatizada y computarizada. La recopilación de datos se hizo utilizando equipos electrónicos de cálculo o de cómputo. Con el apoyo de éstos, se hace una concentración más rápida de resultados a través de la tabulación y clasificación de información. “Los resultados se presentan así, en forma más confiable, con mayor profundidad y en un menor tiempo” (Muñoz Razo, 2011).

“Utilizando las técnicas estadísticas, matemáticas y de cálculo que se aplican en la recolección, tabulación y clasificación de la información recopilada, se pretende profundizar en los resultados y mejorar los cálculos e interpretaciones de los mismos”. (Muñoz Razo, 2011)

“En los modernos sistemas de computación es posible efectuar no sólo la recopilación, la tabulación y el análisis de datos, sino que, además, se ha agregado una serie de sistemas que ayudan a la elaboración de instrumentos de recopilación, concentración y presentación de resultados en gráficas, cuadros e incluso documentos que resumen la información obtenida. En Internet existen servicios de captura, recopilación y concentración de resultados, además de muchas páginas de información al respecto”. (Muñoz Razo, 2011). Para concretar nuestros modelos econométricos se acudió al uso del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Por lo tanto, para llevar acabo el procesamiento de datos se utilizó las siguientes herramientas, que principalmente son informáticas:

- Microsoft Excel 2010 (Hoja Electrónica de Cálculo)
- SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) se llama "IBM SPSS Statistics 27"
- Eviews 10 (Programa estadístico)

### **3.1.3 Modelo Econométrico**

Un modelo econométrico es la representación simplificada de variables que tienen como objetivo el estudio de la dependencia de la variable dependiente con respecto a las variables independientes. (Pindyck y Rubinfeld, 2001)

La especificación del modelo econométrico se caracteriza por datos de serie temporal puesto que abarca un periodo de análisis de 18 años, desde 2005 hasta el 2022.

El modelo econométrico se caracteriza por estar conformado por las siguientes variables de estudio:

$Y_t$  = PIB Industrial de Bolivia (en miles de Bs)

$X_{2t}$  = Generación Bruta de Energía Eléctrica (MWh)

$X_{3t}$  = Índice de Consumo de Energía Eléctrica (%)

### **3.2 Diseño de la investigación**

Se puede dividir el proceso de la investigación a partir de cuatro fases principales, las cuales se describen a continuación.

#### **3.2.1. Fase I: Análisis exploratorio y teórico del tema**

Se llevó a cabo una investigación de distintas fuentes acerca del contexto que implica el Crecimiento Industrial a nivel nacional a través del PIB Industrial, así como las principales teorías que intentan explicar el comportamiento de esta variable.

#### **3.2.2. Fase II: Recopilación de la información**

Se recopiló los datos que posteriormente se utilizaran para hacer el análisis. En esta fase se aplicó una búsqueda intensiva de información en las principales páginas web de los organismos, instituciones nacionales más importantes.

#### **3.2.3. Fase III: Procesamiento de la información y análisis de los resultados**

En esta fase se aplicó las principales herramientas de procesamiento de datos para obtener resultados estadísticos que permitieran analizar el PIB Industrial y sus principales variables: Generación Bruta de Energía Eléctrica y el Índice de Consumo de Energía Eléctrica.

#### **3.2.4. Fase IV: Conclusiones y recomendaciones**

En la última fase se realiza comentarios finales y las principales conclusiones de la investigación, así como también las recomendaciones.

# **Capítulo IV**

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### 4.1 Antecedentes

El esquema institucional vigente en el sector eléctrico boliviano, determina que la producción de electricidad está segmentada verticalmente en tres actividades: generación, transmisión y distribución. En el sector de la generación, con el objetivo de promover la competencia, las empresas no pueden ser propietarias de más de 35% de la capacidad instalada del Sistema Interconectado Nacional (SIN) como se indica en la Figura 1.1. Actualmente, esta desintegración vertical, está siendo modificada con la asignación de funciones de generación, transmisión y distribución a la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE). Aunque la transmisión y la distribución, por su naturaleza, son en realidad monopolios regulados (Lordemann, et al., 2012).

En función de la información del Sector Eléctrico del Comité Nacional de Despacho de Carga se adaptó para la elaboración del esquema del SIN de empresas:



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 4.1:** Estructura de las empresas en el SIN.

Desde otro punto de vista, el SIN está conformado por los mercados eléctricos mayorista y minorista. El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), está conformado por empresas de generación, transmisión, distribución y consumidores no regulados; mientras que el Mercado Eléctrico Minorista, está conformado por empresas de distribución y consumidores regulados.

#### **4.2 Comportamiento de la producción de energía eléctrica**

Cumpliendo con la primera parte del primer objetivo específico, se realiza un análisis descriptivo de una de las dos variables independientes. En esta sección, se examina en detalle el comportamiento de la variable principal, que es la producción de energía eléctrica, representada por la generación bruta de energía eléctrica. Esta variable refleja la oferta de energía, es decir, la cantidad producida. Además, es la variable clave en el estudio, ya que se considera su incidencia en el aumento del PIB Industrial.

Para analizar los datos de generación bruta de energía eléctrica en MWh a lo largo de los 18 años, es posible observar la tendencia general en una serie de tiempo anual y trimestral. Primeramente, los datos anuales son los siguientes:

Tendencia. – Los datos presentan una tendencia general al aumento de la generación bruta de energía eléctrica a lo largo del tiempo. Inicialmente, la generación bruta se encontraba alrededor de 348,881.67 MWh en el año 2005 y fue incrementando progresivamente hasta alcanzar su punto máximo en el año 2022 con 883,286.67 MWh.

De esta manera la producción de energía eléctrica ha sido creciente donde se presentó irregularidades en el año de la pandemia.

La tabla de análisis de datos y el gráfico de línea se presentan a continuación:

**Tabla 4.1**

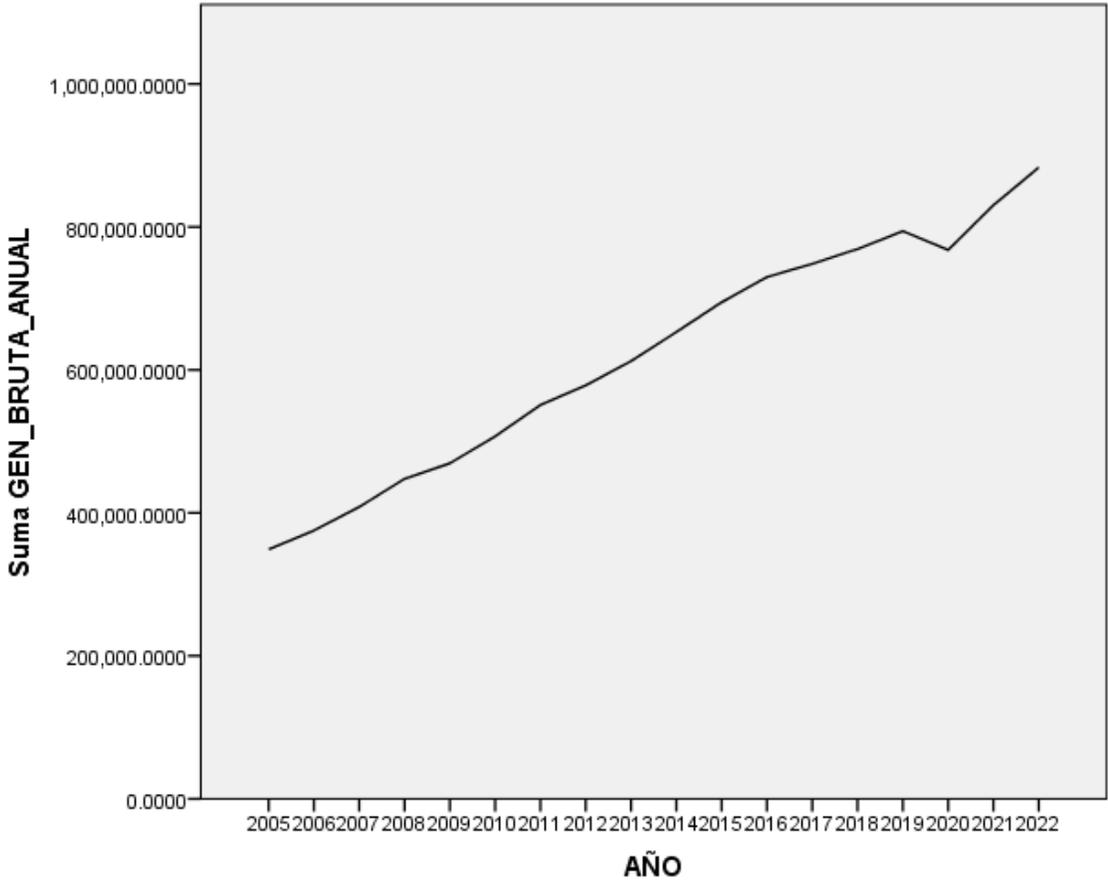
*Producción de Generación Bruta de Energía Eléctrica Anual en el periodo 2005-2022 (MWh)*

<b>Años</b>	<b>GEN_BRUTA_ANUAL</b>
2005	348881.67
2006	375466.17
2007	408429.58
2008	447666.75
2009	469388.17
2010	507121.92
2011	550950.50
2012	578383.58
2013	612310.33
2014	653036.92
2015	694567.58
2016	729938.67
2017	748442.08
2018	769183.17
2019	794230.25
2020	767698.75
2021	830514.83
2022	883286.67
<b>Total</b>	<b>11169497.58</b>

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del CNDC

**Figura 4.2**

*Gráfico de línea de la Generación Bruta de Energía Eléctrica Anual (MWh)*



**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del CNDC

**Tabla 4.2**

*Producción de Generación Bruta de Energía Eléctrica Trimestral en el periodo  
2005-2022 (MWh)*

AÑOS	GEN_BRUTA
2005Q1	1013465
2005Q2	1019457
2005Q3	1061561
2005Q4	1092097
2006Q1	1079545
2006Q2	1094998
2006Q3	1141899
2006Q4	1189152
2007Q1	1149623
2007Q2	1171462
2007Q3	1246425
2007Q4	1333645
2008Q1	1307603
2008Q2	1305211
2008Q3	1364726
2008Q4	1394461
2009Q1	1350725
2009Q2	1360130
2009Q3	1426587
2009Q4	1495216
2010Q1	1463873
2010Q2	1463373
2010Q3	1532986
2010Q4	1625231
2011Q1	1564173
2011Q2	1605939
2011Q3	1677901
2011Q4	1763393
2012Q1	1702235
2012Q2	1663569
2012Q3	1746379

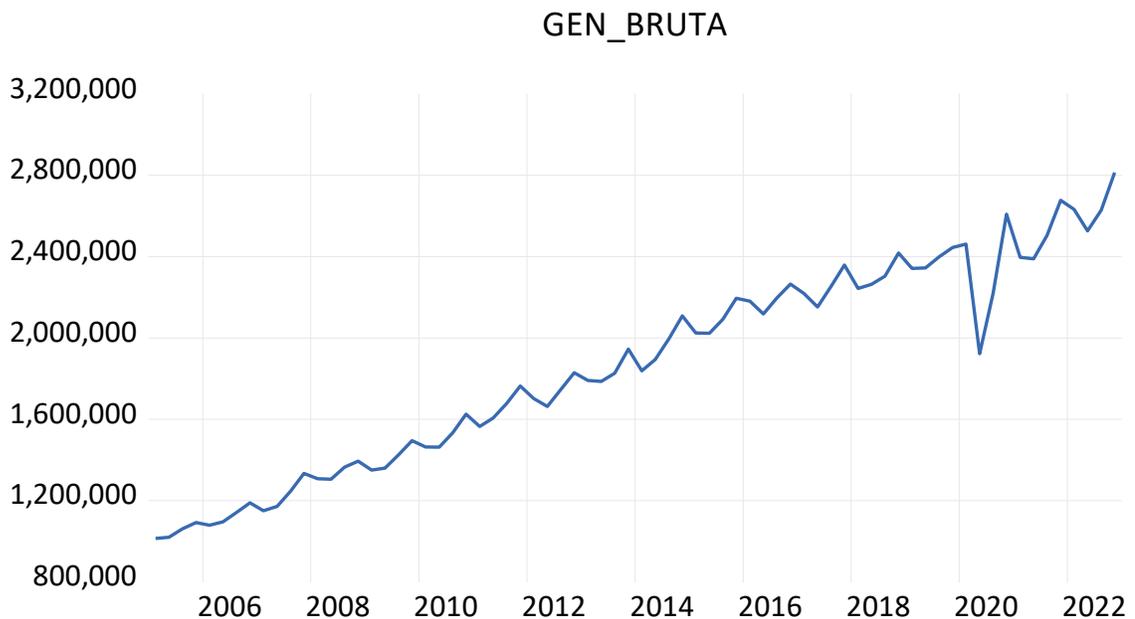
2012Q4	1828420
2013Q1	1790843
2013Q2	1785709
2013Q3	1826755
2013Q4	1944417
2014Q1	1838325
2014Q2	1894056
2014Q3	1995494
2014Q4	2108568
2015Q1	2024595
2015Q2	2023284
2015Q3	2091892
2015Q4	2195040
2016Q1	2181225
2016Q2	2117313
2016Q3	2195622
2016Q4	2265104
2017Q1	2218348
2017Q2	2151952
2017Q3	2252371
2017Q4	2358634
2018Q1	2243707
2018Q2	2263911
2018Q3	2304435
2018Q4	2418145
2019Q1	2342231
2019Q2	2344486
2019Q3	2398686
2019Q4	2445360
2020Q1	2461844
2020Q2	1922788
2020Q3	2218922
2020Q4	2608831
2021Q1	2396262
2021Q2	2388737
2021Q3	2503993
2021Q4	2677186
2022Q1	2632268
2022Q2	2526235

2022Q3	2628294
2022Q4	2812643
<b>Total</b>	<b>134033971</b>

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del CNDC

**Figura 4.3**

Gráfico de línea de la Generación Bruta de Energía Eléctrica Trimestral (Mwh)



**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del CNDC

La variable principal Generación Bruta es la generación de energía eléctrica en megavatios hora. El gráfico presenta una tendencia claramente positiva, la estacionalidad está menos marcada que en el caso del PIB. Asimismo, también existe una alteración en el segundo trimestre de 2020 a causa del Covid19.

Los motivos para la estacionalidad en la generación bruta de energía eléctrica en Bolivia pueden deberse a varios factores, como ser:

Variabilidad climática. - Bolivia experimenta variaciones en las condiciones climáticas a lo largo del año, con estaciones secas y húmedas. La generación hidroeléctrica, que depende de la disponibilidad de agua en ríos y embalses, puede estar influenciada por las variaciones estacionales en la precipitación y el caudal de los ríos. Como también en los parques eólicos, están en función del comportamiento meteorológico.

Demanda de energía. - La demanda de energía eléctrica puede variar según la época del año debido a factores estacionales, como el consumo energético relacionado con la calefacción o la refrigeración, la actividad económica estacional y las festividades que pueden aumentar la demanda de energía.

Patrones de consumo. - El consumo de energía puede variar según las actividades estacionales, como la agricultura, la minería u otras industrias que pueden tener demandas específicas en ciertas épocas del año.

Políticas energéticas. - Las políticas y regulaciones energéticas, como tarifas diferenciales según la temporada, incentivos para ciertos tipos de generación en ciertos períodos o restricciones en la exportación o importación de energía, también pueden influir en la estacionalidad de la generación eléctrica.

**Tabla 4.3**

*Medidas de posición y dispersión de la Generación Bruta de Energía Eléctrica Trimestral (Mwh)*

		GEN_BRUTA
N	Válido	72
	Perdidos	0
Media		1861582.9306
Mediana		1866190.5000
Desviación estándar		498465.31225
Asimetría		-.089
Percentiles	25	1402492.5000
	80	2350145.2000

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del CNDC

La variable presenta las siguientes medidas de tendencia central y dispersión:

**Media.** - La media o promedio de la generación bruta de energía eléctrica en Bolivia es de aproximadamente 1,861,583 MWh (megavatios-hora). Representa el valor central de los datos y proporciona una estimación del promedio de generación eléctrica en el país durante el período analizado.

**Mediana.** - La mediana de la generación bruta de energía eléctrica es de aproximadamente 1,866,191 MWh. La mediana es el valor que se encuentra justo en el medio de los datos cuando se ordenan de menor a mayor. Es otra medida de tendencia central y es útil para representar el valor central de los datos cuando hay valores atípicos o valores extremadamente altos o bajos.

**Desviación estándar.** - La desviación estándar es de aproximadamente 498,465 MWh. Indica la dispersión o variabilidad de los datos alrededor de la media. Una desviación estándar alta sugiere que los valores están más dispersos, mientras que una desviación estándar baja indica que los valores están más agrupados cerca de la media.

Asimetría. - La asimetría es aproximadamente -0.089. La asimetría mide la falta de simetría en la distribución de los datos. Un valor negativo indica que la distribución tiene una cola hacia la izquierda, lo que significa que hay más valores altos que bajos.

Error estándar de asimetría: El error estándar de asimetría es aproximadamente 0.283. Es una medida de la precisión con la que se estima la asimetría de la población a partir de la muestra.

Percentil 25. - El 25% de los datos están por debajo de 1,402,492.5 MWh. Es útil para identificar el valor que separa el primer cuartil de los datos.

Percentil 80. - El 80% de los datos están por debajo de 2,350,145.2 MWh.

En resumen, estos valores estadísticos te brindan una descripción de la distribución y variabilidad de la generación bruta de energía eléctrica en Bolivia durante el período analizado

#### **4.3 Comportamiento del Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE)**

En el presente apartado de la investigación se detalla analítica y descriptivamente el comportamiento de la variable independiente: el Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE), esta segunda representa el comportamiento de la demanda de energía eléctrica.

El ICEE presenta distintas clasificaciones por *tipo de usuario*, aquellos son: doméstico, general, industria pequeña, industria grande, minería, alumbrado público, fábrica de cemento y pueblos.

Asimismo, el tipo de usuario que presenta mayor consumo en orden descendente es:

- Alumbrado público
- General
- Industria grande
- Doméstico

Los datos del Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) en una serie de tiempo de 18 años, es posible examinar en un tiempo anual y trimestral, así como el comportamiento general de la variable a lo largo del tiempo. Primeramente, en un tiempo anual se presenta:

Tendencia. – Se presenta una tendencia general al aumento del Índice de Consumo de Energía Eléctrica a lo largo del tiempo. El ICEE comenzó en 258.681 en el año 2005 y fue aumentando gradualmente hasta alcanzar su punto máximo en el año 2022 con 570.540.

En general el comportamiento de la variable la variable del Índice de Consumo de Energía Eléctrica muestra un aumento gradual a lo largo de los años, lo que sugiere un incremento en el consumo de energía eléctrica. Sin embargo, también se pueden notar variaciones interanuales, con fluctuaciones tanto ascendentes como descendentes en ciertos años.

Los datos del comportamiento del ICEE y el gráfico de línea se presentan:

**Tabla 4.4**

*Índice de Consumo de Energía Eléctrica Anual (ICEE) (%)*

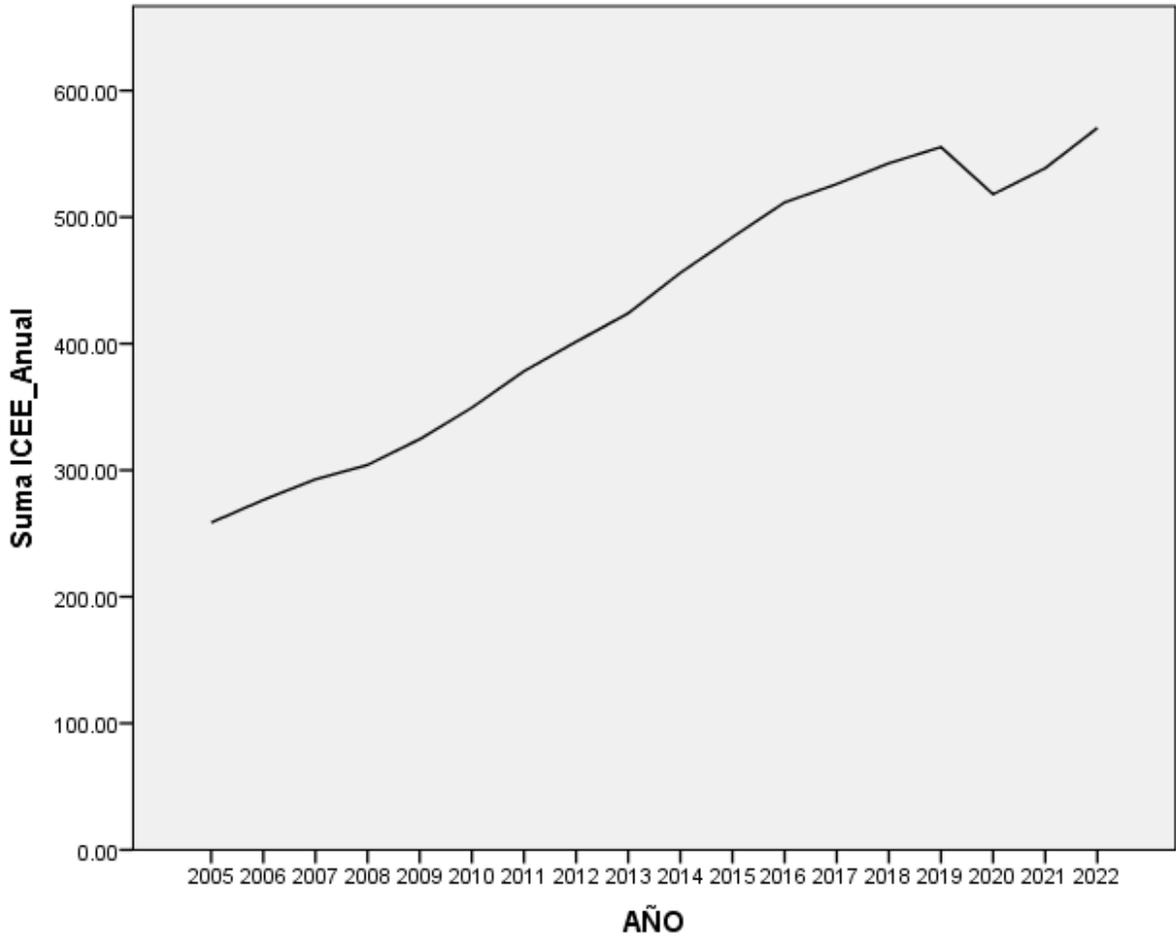
<b>Años</b>	<b>ICEE</b>
2005	258.681
2006	276.541
2007	292.785
2008	304.153
2009	324.509
2010	349.337
2011	378.317
2012	401.480
2013	424.014
2014	456.016
2015	484.117
2016	511.623
2017	526.101
2018	542.577
2019	555.360
2020	518.053
2021	538.669
2022	570.540

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

**Figura 4.4**

*Gráfico de línea del comportamiento del Índice de Consumo de Energía Eléctrica (%)*

(%)



**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

**Tabla 4.5***Índice de Consumo de Energía Eléctrica Trimestral (%)*

AÑOS	ICEE
2005Q1	254.85
2005Q2	249.16
2005Q3	262.30
2005Q4	271.30
2006Q1	270.13
2006Q2	269.12
2006Q3	280.08
2006Q4	295.50
2007Q1	284.85
2007Q2	278.64
2007Q3	290.20
2007Q4	304.81
2008Q1	303.90
2008Q2	288.47
2008Q3	299.19
2008Q4	320.24
2009Q1	316.94
2009Q2	311.03
2009Q3	325.64
2009Q4	350.88
2010Q1	341.09
2010Q2	328.64
2010Q3	351.93
2010Q4	381.19
2011Q1	362.02
2011Q2	354.94
2011Q3	384.13
2011Q4	412.75
2012Q1	385.63
2012Q2	376.70
2012Q3	405.86
2012Q4	430.11
2013Q1	411.84

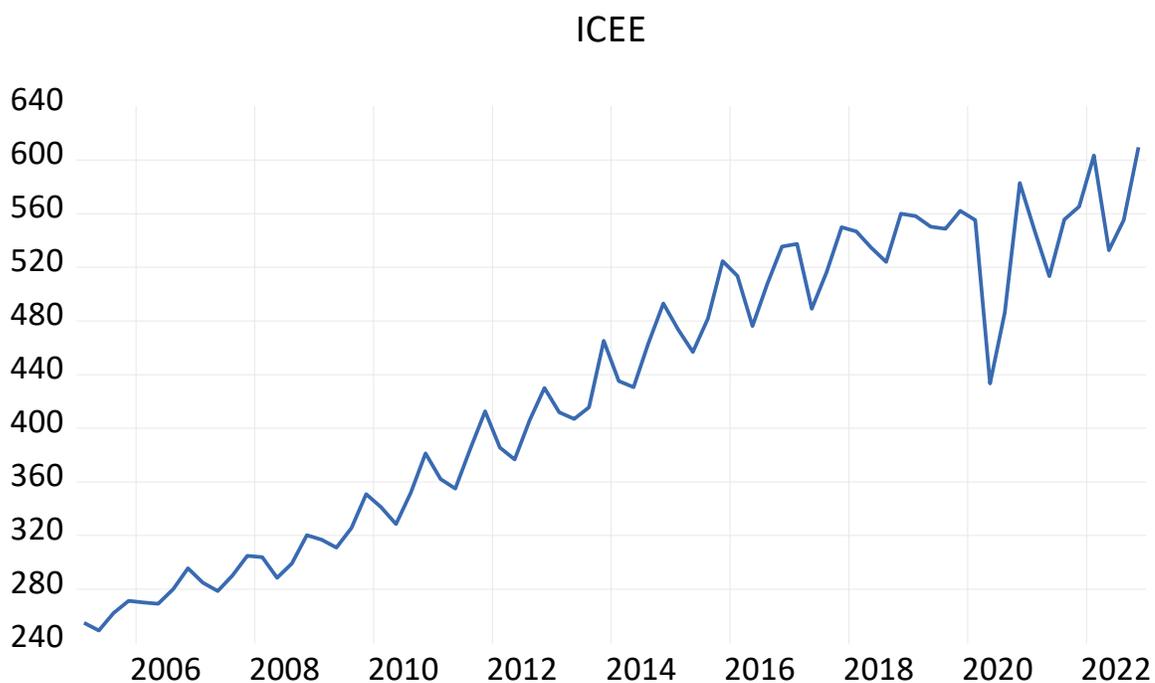
2013Q2	406.85
2013Q3	415.55
2013Q4	465.11
2014Q1	435.23
2014Q2	430.59
2014Q3	463.15
2014Q4	492.99
2015Q1	473.66
2015Q2	456.80
2015Q3	481.69
2015Q4	524.59
2016Q1	513.45
2016Q2	476.20
2016Q3	507.35
2016Q4	535.55
2017Q1	537.46
2017Q2	489.00
2017Q3	516.33
2017Q4	549.93
2018Q1	546.69
2018Q2	534.70
2018Q3	524.10
2018Q4	559.98
2019Q1	558.07
2019Q2	550.28
2019Q3	548.69
2019Q4	562.11
2020Q1	555.26
2020Q2	433.44
2020Q3	486.28
2020Q4	582.82
2021Q1	547.34
2021Q2	513.31
2021Q3	555.52
2021Q4	565.37
2022Q1	603.43
2022Q2	532.67
2022Q3	555.22
<u>2022Q4</u>	<u>609.41</u>

**Total** 30850.3

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

**Figura 4.5**

*Gráfico de línea del Índice de Consumo de Energía Eléctrica Trimestral (%)*



La variable ICEE es el índice de consumo de energía eléctrica con base 1990=100. Tiene tendencia positiva, al igual que las demás variables también presenta estacionalidad marcada, fluctuación a causa del COVID19 en el segundo trimestre 2020.

Basándonos en los datos del Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) en Bolivia en el período 2005-2022, se observa una aparente estacionalidad en el consumo de energía eléctrica a lo largo del tiempo. Para entender las posibles razones detrás de esta estacionalidad, es importante considerar varios factores que pueden influir en el consumo de energía eléctrica en el país:

Factores climáticos. - Bolivia experimenta diferentes estaciones del año, con variaciones en las temperaturas y el clima. Durante las estaciones más frías, como el invierno, es posible que se aumente el consumo de energía eléctrica debido al uso de calefacción eléctrica y otros dispositivos para mantener el calor. Por otro lado, en las estaciones más calurosas, como el verano, podría haber un aumento en el uso de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, lo que también puede influir en el consumo de energía.

Actividades económicas. - El consumo de energía eléctrica puede variar en función de las actividades económicas y productivas en diferentes momentos del año. Por ejemplo, si ciertas industrias tienen temporadas de alta producción o si hay eventos económicos importantes en ciertos trimestres, esto puede afectar el consumo de energía eléctrica.

Festividades y días festivos. - Durante ciertas festividades o días festivos, es posible que aumente la demanda de energía eléctrica debido a las celebraciones, eventos y actividades adicionales que implican un mayor uso de electrodomésticos, iluminación, entre otros.

Turismo. - En ciertas temporadas, puede haber un aumento en el turismo, lo que puede incrementar la demanda de energía eléctrica en hoteles, restaurantes y otras instalaciones turísticas.

Cambios demográficos. - Los cambios en la población y la urbanización pueden afectar el consumo de energía eléctrica en diferentes períodos. Por ejemplo, si hay un aumento en la población o una mayor urbanización en ciertas regiones del país, esto puede llevar a un mayor consumo de energía eléctrica.

**Tabla 4.6**

*Medidas de posición y forma del Índice de Consumo de Energía Eléctrica Trimestral (%)*

		ICEE
N	Válido	72
	Perdidos	0
Media		428.4760
Mediana		432.0167
Desviación estándar		107.76676
Asimetría		-.122
Percentiles	25	321.5940
	80	546.9507

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

Los valores del Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) tiene las siguientes interpretaciones:

Media. - La media del ICEE en Bolivia es de aproximadamente 428.48% Representa el valor central de los datos y proporciona una estimación del promedio del consumo de energía eléctrica en el país durante el período analizado.

Mediana. - La mediana del ICEE es de aproximadamente 432.01%. Es el valor que se encuentra justo en el medio de los datos cuando se ordenan de menor a mayor. Es otra medida de tendencia central y es útil para representar el valor central de los datos cuando hay valores atípicos o valores extremadamente altos o bajos.

Desviación estándar. - La desviación estándar es de aproximadamente 107.77%, indica la dispersión o variabilidad de los datos alrededor de la media.

Una desviación estándar alta sugiere que los valores están más dispersos, mientras que una desviación estándar baja indica que los valores están más agrupados cerca de la media.

Asimetría. - La asimetría es aproximadamente -0.122. La asimetría mide la falta de simetría en la distribución de los datos. Un valor negativo indica que la distribución tiene una cola hacia la izquierda, lo que significa que hay más valores altos que bajos.

Percentil 25. - El 25% de los datos están por debajo de 321.59%. Es útil para identificar el valor que separa el primer cuartil de los datos.

Percentil 80. - El 80% de los datos están por debajo de 546.95%.

En resumen, estos valores estadísticos te brindan una descripción de la distribución y variabilidad del Índice de Consumo de Energía Eléctrica en Bolivia durante el período analizado.

#### **4.4 Comportamiento del PIB Industrial**

Dando cumplimiento al segundo objetivo específico se presenta el análisis del comportamiento anual y trimestral del sector industrial, es decir, la industria manufacturera, donde las principales actividades económicas que componen el mismo son: alimentos, bebidas y tabaco, textiles, prendas de vestir y productos del cuero, madera y productos de madera, productos de refinación del petróleo, productos de minerales no metálicos y otras industrias manufactureras.

Los datos del PIB Industrial en una serie de tiempo de 18 años se presentan los datos analizados y el gráfico de línea primeramente anual y posteriormente trimestral:

**Tabla 4.7**

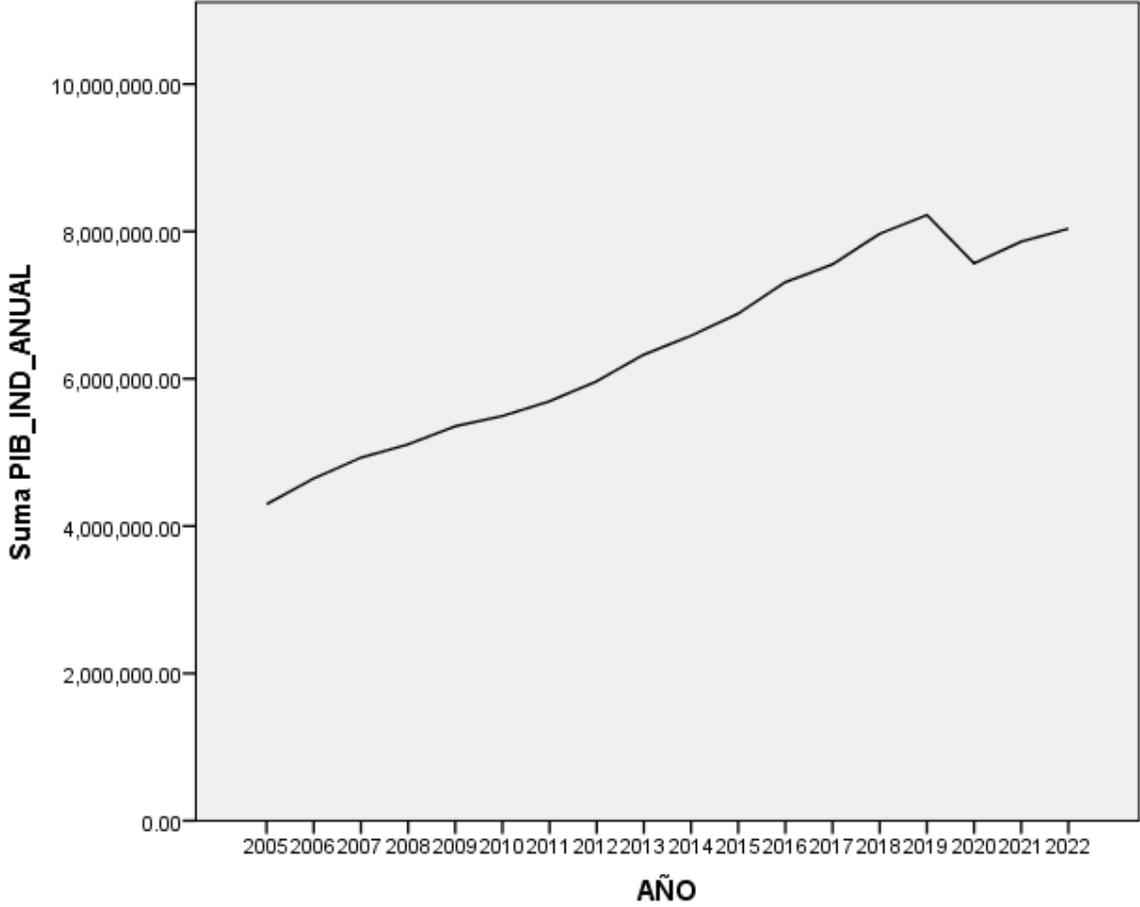
*Producción del PIB Industrial Anual en el periodo 2005-2022 (en miles de bs)*

<b>AÑO</b>	<b>PIB_IND</b>
2005	4,298,295
2006	4,646,134
2007	4,929,111
2008	5,109,524
2009	5,355,324
2010	5,493,991
2011	5,695,896
2012	5,966,185
2013	6,329,243
2014	6,584,447
2015	6,885,791
2016	7,311,665
2017	7,551,997
2018	7,968,579
2019	8,223,078
2020	7,566,003
2021	7,861,787
2022	8,037,362
<b>Total</b>	<b>115,814,412</b>

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

**Figura 4.6**

*Gráfico de línea del PIB Industrial Anual en el periodo 2005-2022 (en miles de bs)*



**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

**Tabla 4.8**

*Producción del PIB Industrial Trimestral el periodo 2005-2022 (en miles de bs)*

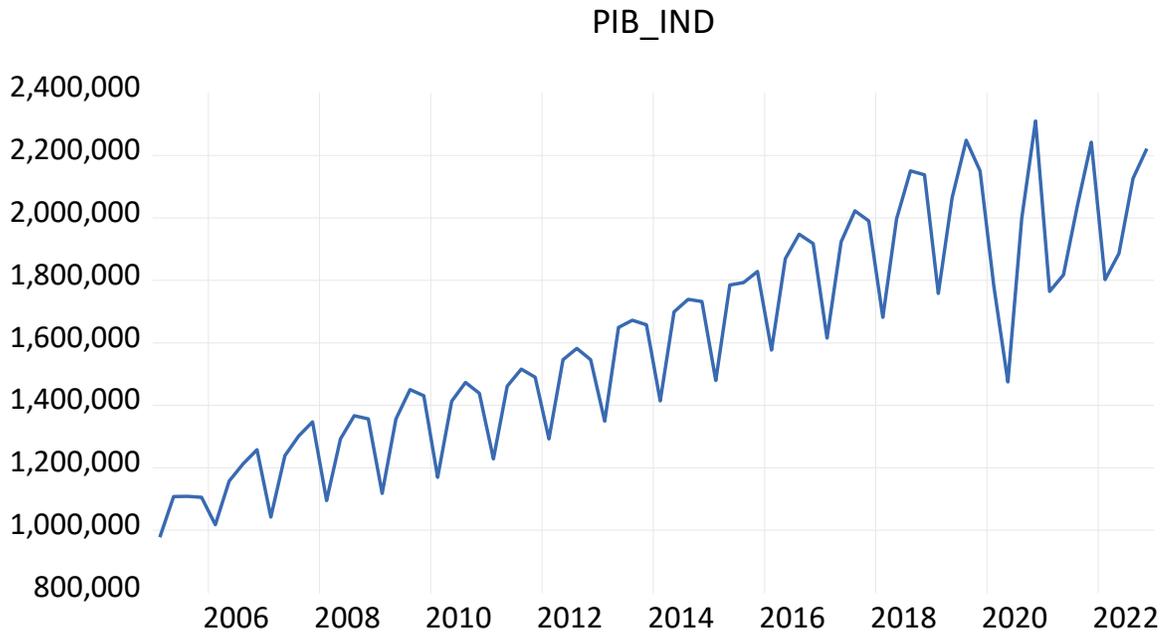
AÑOS	PIB_IND
2005Q1	976988
2005Q2	1107993
2005Q3	1108220
2005Q4	1105094
2006Q1	1017962
2006Q2	1157573
2006Q3	1212939
2006Q4	1257661
2007Q1	1042059
2007Q2	1238620
2007Q3	1301719
2007Q4	1346713
2008Q1	1094597
2008Q2	1292153
2008Q3	1366733
2008Q4	1356041
2009Q1	1117619
2009Q2	1356457
2009Q3	1450388
2009Q4	1430861
2010Q1	1168980
2010Q2	1413595
2010Q3	1472971
2010Q4	1438445
2011Q1	1228504
2011Q2	1461772
2011Q3	1515705
2011Q4	1489914
2012Q1	1292680
2012Q2	1545803
2012Q3	1582099
2012Q4	1545603
2013Q1	1348895
2013Q2	1649728

2013Q3	1672457
2013Q4	1658162
2014Q1	1413779
2014Q2	1699013
2014Q3	1739418
2014Q4	1732237
2015Q1	1479261
2015Q2	1785064
2015Q3	1792998
2015Q4	1828468
2016Q1	1576910
2016Q2	1869364
2016Q3	1947792
2016Q4	1917600
2017Q1	1615374
2017Q2	1923366
2017Q3	2022895
2017Q4	1990363
2018Q1	1681760
2018Q2	1997651
2018Q3	2150890
2018Q4	2138278
2019Q1	1758701
2019Q2	2064865
2019Q3	2248802
2019Q4	2150710
2020Q1	1782337
2020Q2	1475031
2020Q3	1998103
2020Q4	2310532
2021Q1	1764601
2021Q2	1817404
2021Q3	2037112
2021Q4	2242670
2022Q1	1802812
2022Q2	1886319
2022Q3	2126026
2022Q4	2222205
<b>Total</b>	<b>115814414</b>

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

**Figura 4.7**

*Gráfico de línea del PIB Industrial Trimestral en el periodo 2005-2022 (en miles de bs)*



**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

El comportamiento del PIB Industrial en tiempo trimestral presenta una tendencia positiva, una marcada estacionalidad, una fluctuación negativa en el periodo del covid19 en el segundo trimestre del 2020.

La estacionalidad en el PIB industrial se presenta debido a fluctuaciones regulares y predecibles en la producción y actividad económica en diferentes momentos del año. En el caso de Bolivia, algunos de los motivos que podrían explicar esta estacionalidad en el PIB industrial son:

Factores climáticos. - En países como Bolivia, donde la actividad agrícola y agroindustrial es significativa, los cambios estacionales en las condiciones climáticas pueden influir en la producción y, por ende, en el PIB industrial. Por ejemplo, la producción agrícola puede ser más alta durante ciertas estaciones del año debido a la cosecha de cultivos específicos.

Turismo y temporada alta. -Si la industria del turismo es relevante en la economía, las temporadas altas de visitantes pueden impulsar la demanda de bienes y servicios, lo que a su vez afecta el PIB industrial en ciertos trimestres.

Eventos económicos y festivos. - Algunos eventos económicos, como ferias comerciales o festivales, pueden concentrarse en ciertos periodos del año y estimular la actividad industrial relacionada con estos eventos.

Políticas fiscales o monetarias. - El gobierno podría implementar políticas económicas o programas específicos en ciertos momentos del año que influyen en la producción industrial.

Cadenas de producción. - Algunas industrias pueden estar vinculadas a otras, lo que puede generar efectos en cascada a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si una industria experimenta un aumento en la producción en un trimestre específico, esto podría afectar a otras industrias conectadas a ella.

Asimismo, es esencial considerar otros factores económicos, como la inversión, el comercio exterior, la demanda interna y externa, así como los cambios en la política económica y la regulación que también pueden influir en las fluctuaciones trimestrales del PIB industrial en Bolivia. Un análisis más profundo requeriría de un estudio detallado y una evaluación exhaustiva de la economía boliviana y sus dinámicas específicas

**Tabla 4.9**

*Comportamiento del PIB Industrial Anual por sectores económicos en el periodo 2005-2022 (en miles de bs)*

Año	Actividad Económica						
	Alimentos	Bebidas y Tabaco	Textiles, Prendas de Vestir y Productos del Cuero	Madera y Productos de Madera	Productos de Refinación del Petróleo	Productos de Metales no Ferrosos	Otras Industrias Manufactureras
2005	1,559,298	619,998	428,527	279,498	504,512	344,208	562,254
2006	1,703,536	711,303	441,309	288,874	525,349	392,038	583,726
2007	1,792,060	765,709	453,748	309,312	574,342	440,012	593,928
2008	1,805,432	832,516	459,453	321,187	615,439	505,815	569,681
2009	1,911,895	900,103	455,389	337,351	580,733	566,999	602,854
2010	1,940,212	944,451	473,286	357,503	594,909	594,421	589,208
2011	2,015,519	980,581	483,777	361,906	609,688	659,910	584,515
2012	2,136,884	1,036,518	490,503	368,689	646,705	677,416	609,470
2013	2,222,695	1,078,842	500,072	380,230	745,648	756,156	645,600
2014	2,266,605	1,118,470	513,566	384,434	806,193	827,847	667,333
2015	2,385,715	1,171,468	522,636	395,718	851,026	861,500	697,728
2016	2,546,768	1,235,238	528,522	408,519	942,100	917,284	733,234
2017	2,719,301	1,279,166	540,330	421,216	915,098	929,694	747,192
2018	2,820,908	1,333,291	551,144	428,340	937,568	975,694	921,636
2019	2,955,161	1,370,778	557,563	434,295	924,520	999,380	981,381
2020	3,084,383	1,124,291	488,954	399,619	901,250	747,511	819,996
2021	3,157,321	1,129,365	505,982	391,863	887,473	851,427	938,357
2022	3,279,270	1,177,887	553,448	396,527	796,027	930,729	903,474

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

La tabla muestra la producción en miles de bs para diferentes sectores de la actividad económica en Bolivia en el período de 2005 a 2022. Para interpretar estos valores y entender las fluctuaciones en los sectores del PIB industrial, es importante considerar diversos factores económicos y contextuales que pueden estar influyendo en cada uno de los sectores:

**Alimentos.** - La producción de alimentos ha mostrado un crecimiento sostenido a lo largo de los años. Esto puede estar relacionado con el aumento de la población y la creciente demanda de alimentos debido al crecimiento demográfico y cambios en los hábitos de consumo. La seguridad alimentaria y la necesidad de satisfacer la demanda interna también podrían ser factores clave.

**Bebidas y Tabaco.** - El sector de bebidas y tabaco ha experimentado un crecimiento, aunque con algunas fluctuaciones. Esto puede estar relacionado con cambios en las preferencias de consumo de bebidas y productos de tabaco, así como con políticas gubernamentales sobre el consumo y la producción de estos productos.

**Textiles, Prendas de Vestir y Productos del Cuero.** - La producción en este sector ha tenido un crecimiento relativamente lento con algunas variaciones. Los factores que podrían influir en esto incluyen la competencia internacional, cambios en la demanda y las tendencias de la moda, así como la disponibilidad de materias primas y mano de obra.

**Madera y Productos de Madera.** - Este sector ha mostrado un crecimiento general, aunque con ciertas fluctuaciones. La disponibilidad de recursos forestales y la demanda de productos de madera en la construcción y otros usos podrían estar influyendo en estos resultados.

**Productos de Refinación del Petróleo.** - La producción de productos de refinación del petróleo ha tenido variaciones, lo que podría estar relacionado con los cambios en los precios internacionales del petróleo y la demanda de combustibles y derivados del petróleo tanto en el mercado interno como en el externo.

Productos de Minerales no Metálicos. - Este sector ha experimentado un crecimiento constante, lo que podría estar relacionado con el aumento de la construcción e infraestructura tanto a nivel nacional como internacional.

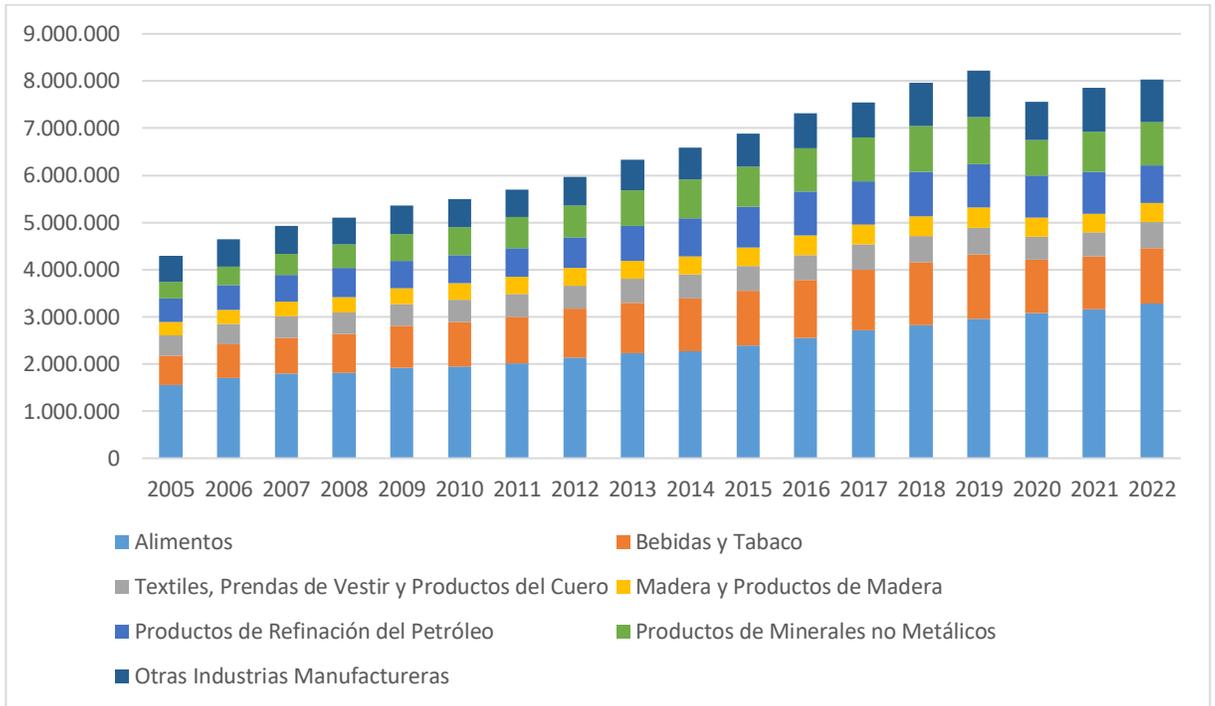
Otras Industrias Manufactureras. - Esta categoría incluye varias industrias manufactureras no especificadas en detalle. El crecimiento en esta categoría podría ser resultado de la diversificación industrial y la aparición de nuevas oportunidades de negocios.

Es importante destacar que los sectores que aportan más al PIB industrial pueden estar influenciados por diversos factores como la disponibilidad de recursos naturales, la demanda del mercado interno y externo, las políticas gubernamentales, la inversión en infraestructura y tecnología, entre otros.

En resumen, las fluctuaciones en los sectores del PIB industrial en Bolivia pueden atribuirse a una combinación de factores económicos, sociales y políticos que varían a lo largo del tiempo. Los sectores que aportan más al PIB industrial generalmente tienen una alta demanda de sus productos, valor agregado significativo, disponibilidad de recursos y una base sólida de producción y empleo en la economía.

**Figura 4.8**

*Gráfico de barras compuesto del PIB Industrial Anual (en miles de bs)*



**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

El gráfico por sectores del PIB Industrial presenta que la actividad económica que más aporta es: Alimentos, seguido de Bebidas y Tabaco y Textiles.

**Tabla 4.10**

*Medidas de dispersión y forma del PIB Industrial Trimestral (en miles de bs)*

		PIB_IND
N	Válido	72
	Perdidos	0
Media		1608533.5278
Mediana		1579504.5000
Desviación estándar		351678.50388
Asimetría		.146
Percentiles	25	1347258.5000
	80	1964820.4000

**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE

Los valores del PIB Industrial en base a las estadísticas proporcionadas, tiene las siguientes interpretaciones:

**Media.** - El valor medio del PIB Industrial es de aproximadamente 1,608,534 millones de bolivianos. Esto indica que, en promedio, la producción industrial en Bolivia se encuentra en ese nivel.

**Mediana.** - La mediana del PIB Industrial es de alrededor de 1,579,505 millones de bolivianos. La mediana representa el valor que se encuentra en el punto medio de la distribución de datos, lo que sugiere que la mitad de los datos del PIB Industrial están por encima de este valor y la otra mitad están por debajo.

**Desviación estándar.** - La desviación estándar es de aproximadamente 351,679 millones de bolivianos. Esto muestra la dispersión o variabilidad de los datos con respecto a la media. Cuanto mayor es la desviación estándar, mayor es la variabilidad de los datos.

Asimetría. - El coeficiente de asimetría es de aproximadamente 0.146. Una asimetría positiva indica que la distribución de los datos tiene una cola más larga hacia la derecha, lo que significa que hay algunos valores más altos en el PIB Industrial que están aumentando el promedio y estirando la distribución hacia la derecha.

Percentiles: El percentil 25 es de alrededor de 1,347,258 millones de bolivianos, lo que significa que el 25% de los datos del PIB Industrial están por debajo de este valor. El percentil 80 es de aproximadamente 1,964,820 millones de bolivianos, lo que indica que el 80% de los datos están por debajo de este valor.

En general, estos valores estadísticos proporcionan información sobre la distribución y características de los datos del PIB Industrial en Bolivia.

De esta manera, los datos del PIB Industrial muestran un promedio de aproximadamente 6,434,134.00, con una variabilidad en los valores y una ligera asimetría hacia la izquierda. Además, se observa una moda en 4,298,295.00, que puede representar un patrón común en el PIB Industrial.

#### **4.5 Incidencia de la producción de energía eléctrica en el crecimiento industrial**

Con el propósito de dar cumplimiento al tercer y último objetivo específico se realizó la estimación de un modelo de regresión múltiple:

##### **4.5.1 Modelo ARDL**

Como resultado de los problemas que presentan las variables, es necesario eliminar la tendencia, movimiento estacional y las fluctuaciones en el periodo del covid 19.

Las 3 series tienen las siguientes características que deben ser consideradas en un modelo econométrico:

- Tendencia
- Estacionalidad
- Observaciones atípicas: Fluctuación en el segundo trimestre de 2020 a causa de la pandemia covid19

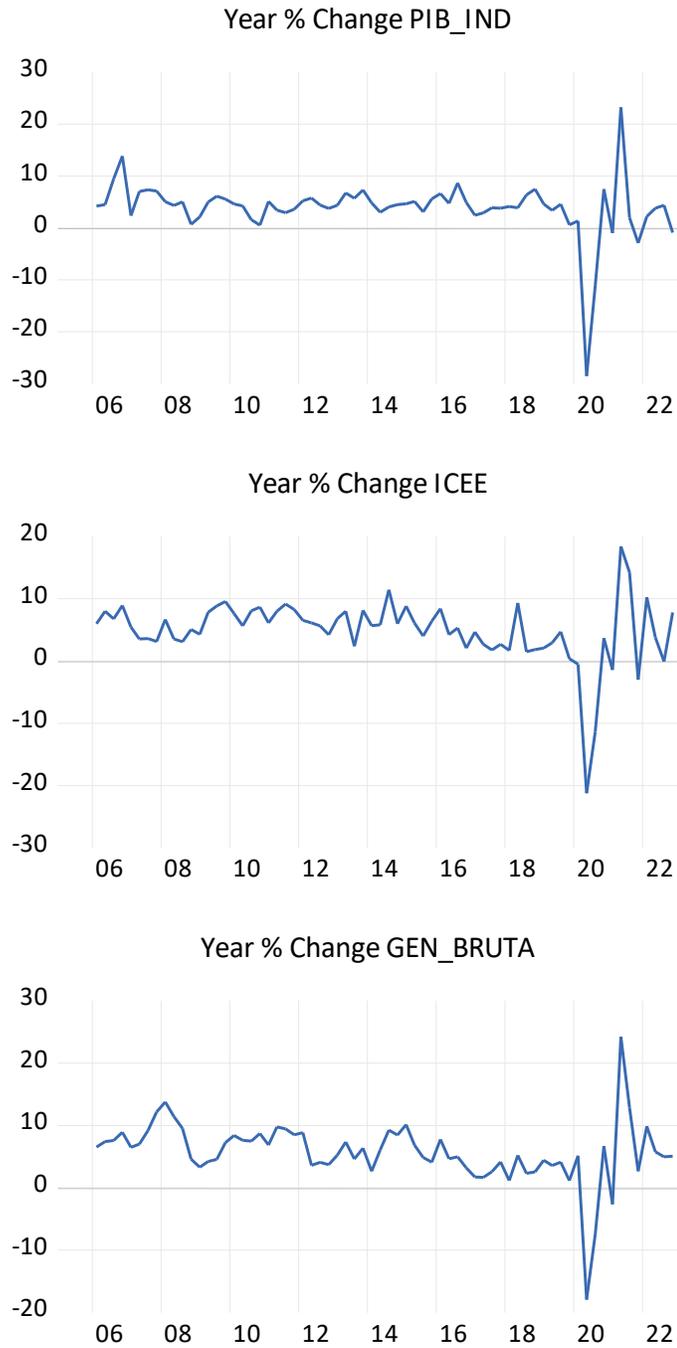
Una forma de tratar estos temas es *diferenciar la serie respecto del año anterior*, de esa manera se elimina la tendencia y el movimiento estacional. La desestacionalización de una serie temporal es un proceso importante en el análisis económico y la econometría. Consiste en eliminar o ajustar las variaciones estacionales que pueden estar presentes en los datos a lo largo del tiempo. Esto se hace para obtener una representación más clara y precisa de las tendencias subyacentes y los patrones económicos que no están influenciados por factores estacionales.

De esta manera, se elimina la tendencia y el movimiento estacional, pero se mantiene la distorsión en el año del covid 19. El costo de esta conversión es que un modelo en diferencias presenta una relación de corto plazo solamente, pero no de largo plazo.

Los resultados son los siguientes:

**Figura 4.9**

*Gráfico de línea del PIB Industrial, Índice de Consumo de Energía Eléctrica y Generación Bruta de Energía Eléctrica en Primeras Diferencias*



**Fuente:** Elaboración Propia en base a datos del INE y el CNDC

En el presente estudio interesa ambas relaciones, la de largo plazo y la de corto plazo. Este objetivo se logra mediante la estimación de un modelo de corrección de errores que tiene la siguiente forma:

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t + \beta_2 [y_{t-1} - \beta_3 x_{t-1}] + u_t$$

La metodología más reciente para este tipo de modelos está disponible en Eviews 10 y siguientes a través de los modelos ARDL que estiman automáticamente el modelo de corrección de errores que a continuación se presenta:

Para evitar falsas heteroscedasticidades y además para obtener las elasticidades de manera directa, se utilizan logaritmos:

**Tabla 4.11**

*Estimación del Modelo ARDL Inicial*

Dependent Variable: LOG(PIB\_IND)  
 Method: ARDL  
 Sample (adjusted): 2006Q1 2022Q4  
 Included observations: 68 after adjustments  
 Maximum dependent lags: 4 (Automatic selection)  
 Model selection method: Akaike info criterion (AIC)  
 Dynamic regressors (4 lags, automatic): LOG(ICEE) LOG(GEN\_BRUTA)  
 Fixed regressors: C  
 Number of models evaluated: 100  
 Selected Model: ARDL(4, 4, 2)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
LOG(PIB_IND(-1))	0.123279	0.071656	1.720431	0.0910
LOG(PIB_IND(-2))	0.027114	0.063515	0.426898	0.6711
LOG(PIB_IND(-3))	-0.093628	0.061024	-1.534275	0.1307
LOG(PIB_IND(-4))	0.771622	0.068337	11.29148	0.0000
LOG(ICEE)	0.015340	0.183579	0.083559	0.9337
LOG(ICEE(-1))	0.444035	0.180448	2.460735	0.0170

LOG(ICEE(-2))	0.572620	0.170025	3.367857	0.0014
LOG(ICEE(-3))	0.004413	0.117229	0.037640	0.9701
LOG(ICEE(-4))	-0.602245	0.104912	-5.740487	0.0000
LOG(GEN_BRUTA)	1.096245	0.187489	5.846982	0.0000
LOG(GEN_BRUTA(-1))	-0.915411	0.221270	-4.137067	0.0001
LOG(GEN_BRUTA(-2))	-0.463423	0.218061	-2.125204	0.0381
C	3.894000	1.592073	2.445868	0.0177
<hr/>				
R-squared	0.986061	Mean dependent var	14.28899	
Adjusted R-squared	0.983020	S.D. dependent var	0.209103	
S.E. of regression	0.027248	Akaike info criterion	-4.197515	
Sum squared resid	0.040834	Schwarz criterion	-3.773198	
Log likelihood	155.7155	Hannan-Quinn criter.	-4.029388	
F-statistic	324.2343	Durbin-Watson stat	1.533722	
Prob(F-statistic)	0.000000			

\*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

El algoritmo que utiliza Eviews ha seleccionado el anterior modelo entre 100 modelos.

Antes de expresar el modelo en forma de corrección de error, se hacen los test de autocorrelación, heteroscedasticidad y normalidad para asegurar la buena calidad del modelo (Gujarati, 2007).

**Tabla 4.11***Test de autocorrelación serial*

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	2.360379	Prob. F(2,53)	0.1042
Obs*R-squared	5.561459	Prob. Chi-Square(2)	0.0620

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: ARDL

Sample: 2006Q1 2022Q4

Included observations: 68

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PIB_IND(-1))	-0.086854	0.083777	-1.036721	0.3046
LOG(PIB_IND(-2))	0.005840	0.066713	0.087542	0.9306
LOG(PIB_IND(-3))	-0.033254	0.062671	-0.530603	0.5979
LOG(PIB_IND(-4))	-0.056746	0.075431	-0.752289	0.4552
LOG(ICEE)	-0.169253	0.196377	-0.861878	0.3926
LOG(ICEE(-1))	-0.012585	0.182188	-0.069077	0.9452
LOG(ICEE(-2))	0.086689	0.174622	0.496436	0.6216
LOG(ICEE(-3))	0.075579	0.119700	0.631405	0.5305
LOG(ICEE(-4))	0.089979	0.120044	0.749547	0.4568
LOG(GEN_BRUTA)	0.145884	0.195024	0.748034	0.4577
LOG(GEN_BRUTA(-1))	0.094436	0.228534	0.413224	0.6811
LOG(GEN_BRUTA(-2))	-0.185404	0.230144	-0.805600	0.4241
C	1.225839	1.708818	0.717361	0.4763
RESID(-1)	0.372616	0.171649	2.170804	0.0344

RESID(-2)	-0.023193	0.167485	-0.138480	0.8904
R-squared	0.081786	Mean dependent var	2.22E-16	
Adjusted R-squared	-0.160761	S.D. dependent var	0.024687	
S.E. of regression	0.026598	Akaike info criterion	-4.224017	
Sum squared resid	0.037494	Schwarz criterion	-3.734420	
Log likelihood	158.6166	Hannan-Quinn criter.	-4.030023	
F-statistic	0.337197	Durbin-Watson stat	1.960414	
Prob(F-statistic)	0.985548			

Con un nivel de significancia de 5%, no se rechaza la hipótesis nula. Por ende, no existe autocorrelación serial en el modelo econométrico.

**Tabla 4.13***Test de Heteroscedasticidad*

Heteroskedasticity Test: White

Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.019371	Prob. F(12,55)	0.4446
Obs*R-squared	12.37210	Prob. Chi-Square(12)	0.4163
Scaled explained SS	3.680194	Prob. Chi-Square(12)	0.9885

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 06/23/23 Time: 00:43

Included observations: 68

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.004537	0.017131	-0.264860	0.7921
LOG(PIB_IND(-1))^2	-6.59E-05	5.32E-05	-1.237989	0.2210
LOG(PIB_IND(-2))^2	3.70E-05	4.72E-05	0.784019	0.4364
LOG(PIB_IND(-3))^2	5.44E-05	4.54E-05	1.197936	0.2361
LOG(PIB_IND(-4))^2	-3.46E-05	5.08E-05	-0.681067	0.4987
LOG(ICEE)^2	0.000458	0.000316	1.452588	0.1520
LOG(ICEE(-1))^2	-0.000669	0.000306	-2.183587	0.0333
LOG(ICEE(-2))^2	-8.05E-05	0.000293	-0.274779	0.7845
LOG(ICEE(-3))^2	5.82E-05	0.000201	0.289882	0.7730
LOG(ICEE(-4))^2	0.000141	0.000181	0.782399	0.4373
LOG(GEN_BRUTA)^2	-0.000191	0.000137	-1.393478	0.1691
LOG(GEN_BRUTA(-1))^2	0.000232	0.000160	1.452507	0.1520
LOG(GEN_BRUTA(-2))^2	9.48E-06	0.000159	0.059542	0.9527

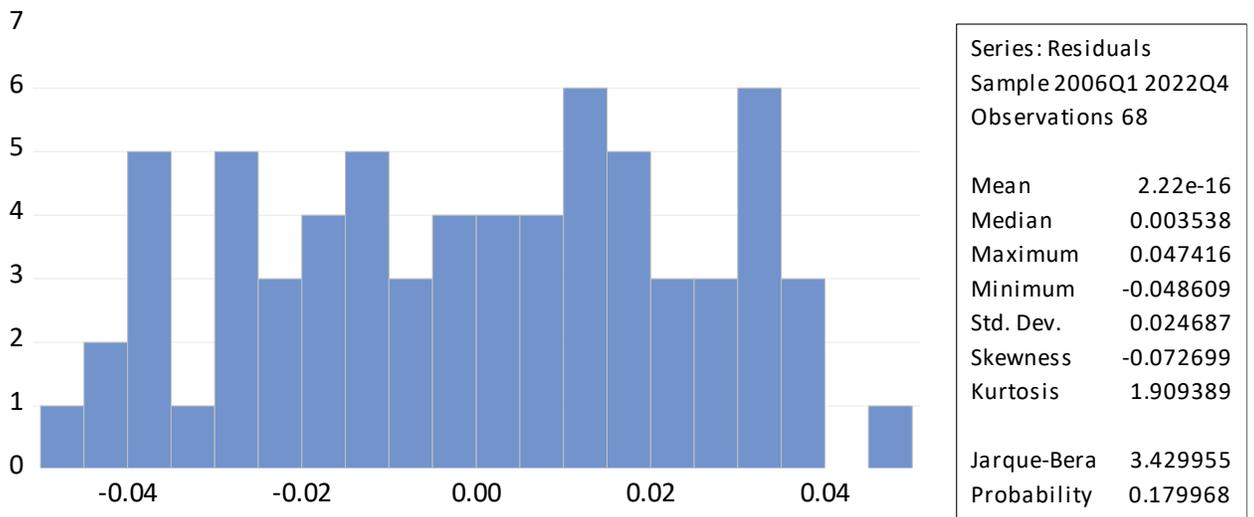
R-squared	0.181943	Mean dependent var	0.000601
Adjusted R-squared	0.003457	S.D. dependent var	0.000577
S.E. of regression	0.000576	Akaike info criterion	-11.91107
Sum squared resid	1.82E-05	Schwarz criterion	-11.48675
Log likelihood	417.9762	Hannan-Quinn criter.	-11.74294
F-statistic	1.019371	Durbin-Watson stat	2.131306
Prob(F-statistic)	0.444635		

---

Con un nivel de significancia de 5%, se presenta que los valores de probabilidad son mayores que 0.05 y por ende entonces no existe heteroscedasticidad en el modelo econométrico.

**Tabla 4.14**

*Test de normalidad de los residuos*



Como el valor de probabilidad es mayor que 0.05 entonces existe normalidad de los residuos.

Por lo tanto, el modelo es adecuado y podemos hacer análisis económico en base al mismo.

Ahora se expresa el Modelo en forma de Corrección de Error:

**Tabla 4.15**

*Estimación del Modelo de Corrección de Error de Corto Plazo*

ARDL Error Correction Regression

Dependent Variable: DLOG(PIB\_IND)

Selected Model: ARDL(4, 4, 2)

Case 2: Restricted Constant and No Trend

Sample: 2005Q1 2022Q4

Included observations: 68

---

---

ECM Regression

Case 2: Restricted Constant and No Trend

---

---

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOG(PIB_IND(-1))	-0.705109	0.063756	-11.05943	0.0000
DLOG(PIB_IND(-2))	-0.677994	0.062597	-10.83112	0.0000
DLOG(PIB_IND(-3))	-0.771622	0.047795	-16.14426	0.0000
DLOG(ICEE)	0.015340	0.169975	0.090247	0.9284
DLOG(ICEE(-1))	0.025213	0.195424	0.129017	0.8978
DLOG(ICEE(-2))	0.597833	0.097485	6.132550	0.0000
DLOG(ICEE(-3))	0.602245	0.080908	7.443618	0.0000
DLOG(GEN_BRUTA)	1.096245	0.175083	6.261293	0.0000
DLOG(GEN_BRUTA(-1))	0.463423	0.211987	2.186092	0.0331
CointEq(-1)*	-0.171612	0.051076	-3.359945	0.0014

---

---

R-squared	0.966222	Mean dependent var	0.010273
Adjusted R-squared	0.960981	S.D. dependent var	0.134326
S.E. of regression	0.026534	Akaike info criterion	-4.285751
Sum squared resid	0.040834	Schwarz criterion	-3.959352
Log likelihood	155.7155	Hannan-Quinn criter.	-4.156422
Durbin-Watson stat	1.533722		

---

---

\* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	2.676325	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5

En el corto plazo la variable ICEE no es significativa, por lo tanto, no tiene efecto sobre el crecimiento del PIB industrial.

En el corto plazo generación bruta es significativa y su elasticidad es 1.09 que significa que si la generación bruta aumenta en 100% el PIB industrial aumentará en 109%.

El coeficiente de corrección de error es significativo y con valor -0.17 que quiere decir que 17% de la discrepancia respecto de los valores óptimos se corrige en el periodo actual.

Para saber si existe o no la relación de largo plazo el estadístico F del boud test debe ser mayor al menos a uno de los valores de tablas, en este caso es mayor al valor del 10%, por lo tanto, existe una relación de largo plazo:

**Tabla 4.16**

*Estimación del Modelo de Corrección de Error de Largo Plazo*

Levels Equation				
Case 2: Restricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(ICEE)	2.529895	2.092040	1.209295	0.2317
LOG(GEN_BRUTA)	-1.646670	1.953987	-0.842723	0.4030
C	22.69068	15.50639	1.463312	0.1491
$EC = LOG(PIB\_IND) - (2.5299*LOG(ICEE) - 1.6467*LOG(GEN\_BRUTA) + 22.6907)$				
F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	2.676325	10%	2.63	3.35
k	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5
Finite Sample: n=70				
Actual Sample Size	68	10%	2.73	3.445
		5%	3.243	4.043
		1%	4.398	5.463
Finite Sample: n=65				

10%	2.74	3.455
5%	3.285	4.07
1%	4.538	5.475

---

---

Es posible observar que en el largo plazo ambas variables generación bruta e ICEE no son significativas, por lo que el PIB industrial no depende en el largo plazo de la generación y consumo de energía eléctrica, es decir, aumentando la oferta de energía no garantiza un crecimiento industrial y del mismo modo, un aumento en la demanda de energía tampoco garantiza un crecimiento de la industria largo plazo.

En conclusión, la demanda de energía reflejada en el ICEE no es significativa ni en el corto ni en el largo plazo para explicar el PIB industrial. Sin embargo, existe un efecto rezagado de 2 y 3 trimestres en que esta variable llega a afectar al PIB industrial.

La oferta de energía eléctrica, en cambio, tiene un impacto significativo de corto plazo con una elasticidad de 1, y un efecto adicional rezagado de un trimestre también significativo. En cambio, en el largo tampoco es significativa.

**Capítulo V**

**CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

En función de la información recolectada, clasificada, jerarquizada y posteriormente analizada e interpretada es posible establecer las siguientes conclusiones:

- Los comportamientos analíticos descriptivos de las variables independientes son similares a la variable dependiente puesto que tanto la generación bruta de energía eléctrica y el índice de consumo de energía eléctrica presentan una tendencia común creciente hasta la gestión 2020 debido que tienden a moverse en la misma dirección.

La generación bruta de energía eléctrica es la variable principal que representa la oferta de la producción. Presentó estacionalidad debido a patrones regulares y recurrentes. La producción promedio en el periodo de estudio es 1.861,583 MWh.

El índice de consumo de energía eléctrica presenta que, en proporción, el Alumbrado Público es el tipo de usuario que más consumo energía eléctrica. Se debe tomar en cuenta que, en función de las tarifas de pago las familias pagan por el servicio de alumbrado público. El valor promedio es de aproximadamente 428,48%.

- El análisis del comportamiento del crecimiento industrial, que se representa en medición a través del PIB Industrial presenta una tendencia creciente positiva desde el periodo 2005 hasta el año de la pandemia 2020, posteriormente continúa con un ritmo creciente.

La actividad económica que más contribuye son los Alimentos, seguido de Bebidas y Tabaco. Asimismo, en el análisis temporal por trimestres, el IV es aquel que presenta valores más elevados comparado con los tres trimestres previos de los 18 años de análisis.

- El modelo econométrico estimado y ajustado presenta el comportamiento de la demanda de energía, representada por el ICEE, incide de manera indirecta; sin embargo, la oferta de energía, es decir, que la incidencia de la producción de energía eléctrica es significativa en el a corto plazo en el crecimiento industrial de Bolivia.

## **5.2 Recomendaciones**

De acuerdo a las conclusiones establecidas, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar investigaciones que indaguen en el análisis de serie de tiempo de la variable generación bruta de energía eléctrica y cómo la misma puede llegar a incidir significativamente en el proceso económico.
- Se recomienda en profundizar el presente tema de investigación porque el tema de economía energética en el proceso de la economía no es un tópico de estudio a pesar de la crisis energética que se vive a nivel mundial y sobre todo a nivel nacional. Posteriormente, una vez generado un grado de conciencia académica respecto a la cuestión energética se requiere una decisión política firme que sustente las actividades de largo plazo, que conduzcan a su vez a resultados tangibles, como los que se observados en la presente investigación.
- Las autoridades competentes y demás actores del sector eléctrico, es imperativo priorizar la eficiencia energética, que genera un incremento en el almacenamiento y por ende abastecimiento energético que influye en contribuir en el ámbito de crecimiento industrial, económico, social y ambiental.
- Una alternativa que actualmente está siendo factible en Chile a través de la empresa “Energas” desde noviembre de 2022, es el gas mezclado con hidrógeno verde, azul y gris.

Para el desarrollo aplicaron la “electrólisis” que consiste en separar los componentes de la molécula del agua aportando oxígeno al ambiente y generando hidrógeno verde que posteriormente es mezclado con el gas natural.

La generación de este tipo de energía puede ser utilizada eventualmente para alcanzar una energía más eficiente. Actualmente Chile presenta un 3,2% del gas que llega a los hogares es a través del hidrógeno verde. Un alcance de un 20% de inyección de hidrógeno en la red de gas natural generará una reducción de 340 toneladas de dióxido de carbono al año.

De esta manera, la matriz energética de Bolivia debe ser primeramente consolidada e incrementar de la eficiencia. La teoría del gobierno respecto al país como centro energético de Sudamérica es bastante asequible puesto que de acuerdo a un artículo publicado el día el 30 de julio de la presente gestión, Bolivia es el cuarto país en exportar energía eléctrica. El primer puesto ocupa Paraguay, seguido de Brasil y Chile. (laRazón, 2023).

Asimismo, el hidrógeno mezclado con el gas natural es una alternativa que mitiga la contaminación y la calidad del servicio es considerablemente mejor para la sociedad.