



*Thomas More*  
u n i v e r s i t a s

# **“Causas de la Ineficiencia Energética de Empresas Nicaragüenses: Posibilidades, Opciones de mejora e Inversiones necesarias”**

## Autores:

- Ing. Ronald Fonseca Sandino  
MBA
- Ing. Pedro Villarreal MBA
- Ing. Silvio De Franco, PhD

## Asesores:

- Ing. Fernando Sánchez PHD.
- Ing. Silvia Aguilera MBA
- Ing. Lesbia Mendoza MBA
- Ing. Marjine Morales MBA

Septiembre, 2017

## Contenido

<b>I. RESUMEN</b> .....	4
<b>II. ANTECEDENTES Y CONTEXTO DEL PROBLEMA</b> .....	5
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	6
<b>IV. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	7
<b>V. JUSTIFICACIÓN</b> .....	7
<b>VI. LIMITACIONES</b> .....	7
<b>VII. HIPÓTESIS</b> .....	8
<b>VIII. VARIABLES</b> .....	8
<b>IX. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	9
<b>X. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y MARCO TEÓRICO</b> .....	10
<b>XI. MÉTODOS (DISEÑO)</b> .....	18
11.1 Tipo de investigación .....	18
11.2 Población y selección de la muestra .....	19
11.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
11.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos (formulación y validación) .....	20
11.5 Procedimiento para el procesamiento y análisis de datos .....	20
<b>XII RESULTADOS</b> .....	21
12.1 Características generales de las empresas.....	21
12.2 Causas de las ineficiencias del uso de energía.....	28
12.3 Recomendaciones identificadas en las auditorías energéticas .....	31
12.4 Ahorros e inversiones estimados .....	36
<b>XIII CONCLUSIONES</b> .....	51
<b>XIV REFERENCIAS</b> .....	53
<b>XV ANEXOS</b> .....	54

## Contenido de tablas

Tabla 1: Actividad económica de las empresas.....	22
Tabla 2: Productos o servicios de las empresas .....	23
Tabla 3: Tarifa energética que poseen las empresas.....	24
Tabla 4: Consumo anual en kWh empresas.....	25
Tabla 5: Desviación estándar de los consumos anuales en kWh de las empresas.....	26
Tabla 6: Clasificación de empresas por niveles de consumo .....	27
Tabla 7: Comparación empresas por tamaño N° empleados vs kWh de consumo .....	27
Tabla 8: Ineficiencias por uso inadecuado de equipos .....	28
Tabla 9: Ineficiencias por mantenimiento deficiente .....	29
Tabla 10: Ineficiencias por desperdicio de energía.....	29
Tabla 11: Ineficiencias por tarifa inadecuada .....	29
Tabla 12: Ineficiencias por equipos de baja eficiencia.....	29
Tabla 13: Recomendación de eficiencia energética 1 .....	31
Tabla 14: Recomendación de eficiencia energética 2 .....	32
Tabla 15: Recomendación de eficiencia energética 3 .....	33
Tabla 16: Recomendación de eficiencia energética 4 .....	34
Tabla 17: Recomendación de eficiencia energética 5 .....	35
Tabla 18: Recomendación de eficiencia energética 6 .....	35
Tabla 19: Análisis de ahorro en kWh anual .....	36
Tabla 20: Análisis de ahorro en dólares .....	38
Tabla 21: Análisis de inversiones .....	40
Tabla 22: Análisis estadístico de consumo kWh, Ahorro US\$ vs Inversión.....	42
Tabla 23: Correlación entre el consumo anual en kWh, el ahorro anual en kWh, el ahorro anual en dólares y la inversión en dólares. ....	43
Tabla 24: Inversión vs Ahorro en kWh.....	49

## Contenido de grafico

Gráfico 1: Empresas desagregadas por sector.....	21
Gráfico 2: Consumo anual y clasificación de empresas por consumo.....	26
Gráfico 3: Frecuencias de causas de ineficiencia.....	30
Gráfico 4: Relación ahorro vs consumo en kWh Anual.....	44
Gráfico 5: Relación ahorro vs Inversión en US\$ Anual.....	45
Gráfico 6: Relación ahorro US\$ vs Ahorro en kWh Anual .....	46
Gráfico 7: Relación Inversión US\$ vs Ahorro en kWh Anual .....	47
Gráfico 8: Relación Inversión vs ahorro en US\$.....	48
Gráfico 9: Inversión vs Ahorro en kWh .....	51

## I. RESUMEN

El presente documento es parte de una iniciativa que comenzó a desarrollarse a partir del año 2016 con una inquietud sobre el uso eficiente del recurso energético en las empresas locales, y la intención de exponer factores que influyen en la productividad de las empresas nicaragüenses. El uso del recurso energía es cada vez más importante pues además de constituir un recurso indispensable en cualquier proceso para agregar valor el incremento de precios de las fuentes energéticas a nivel mundial tiende a incrementar con el tiempo. Por tanto, la presente investigación constituye un aporte para determinar localmente como se está abordado el tema de la eficiencia energética de cara a mantener e incrementar los niveles la productividad y eficiencia en las empresas nicaragüenses. La presente investigación se concentrará en profundizar en las causas de la Ineficiencia Energética y las posibilidades, opciones de mejora e Inversiones que podrían hacerse.

El instrumento utilizado para obtener la información del estudio de investigación fue por medio de asistencia técnica in situ efectuada mediante auditorías energéticas detalladas. La investigación se realizó en un segmento de 40 empresas del sector industrial y de servicios de los rubros energía, construcción, industria, servicio y agroindustria, con ámbito en la zona central y pacífico de Nicaragua, incluye empresas pequeñas, medianas y grandes.

Se describe los productos y servicios de las empresas, tipo de tarifas energéticas a las que están sujetas por la distribuidora de energía, rangos de consumo anual de energía: 1. Empresas pequeñas hasta 740,185 kWh; 2. Empresas medianas en el rango de 740,186 kWh hasta 2,979,480 kWh; 3. Empresas grandes de 3,000,000 kWh a 12,667,200 kWh; y 4. Empresas extra grandes mayores de 13,000,000 kWh por año.

Se identificó que las causas de las ineficiencias que se presentan en las empresas se deben principalmente a Uso inadecuado de equipos, mantenimiento deficiente, desperdicio de energía, algunas empresas se encontraban en tarifas de mayor costo, y equipos de baja eficiencia energética.

Se presentan los consumos anuales de kWh, así como los montos de inversión y ahorros para llevar a cabo la implementación de las medidas de eficiencia energética. Se encontró que la inversión necesaria por cada dólar ahorrado va desde US\$ 0.12 hasta US\$ 41.56, esto está en dependencia del tamaño de la empresa, entre más grande el tamaño, mayor es la inversión necesaria por cada dólar ahorrado.

Este estudio es considerado la base para profundizar en otros temas relacionados con eficiencia energética, los cuales podrán ser investigados en el futuro, en dependencia de múltiples factores, incluyendo los resultados de la presente investigación.

## **II. ANTECEDENTES Y CONTEXTO DEL PROBLEMA**

Las PYMES en Nicaragua son vulnerables y carecen de muchas oportunidades para desarrollarse y crecer, estas conforman el 97.5 % de las empresas en Nicaragua y entre sus debilidades están la parte organizativa, mejora productiva, altos costos energéticos, acceso a nuevos mercados y desempeño socio ambiental. El incremento de los precios de la energía, las presiones normativas y la concienciación medioambiental por parte de las partes interesadas a nivel nacional está ocupando un lugar cada vez más destacado en la agenda país. Son muchas las brechas de conocimientos, técnicas y tecnológicas que hoy en día enfrentan las PYMES, por ello surge la necesidad de incorporar modelos productivos sostenibles, que contribuyan a la mejora competitiva de las empresas.

Según cifras de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018) y los entes reguladores y actores del mercado energético<sup>1</sup> de los países de Centroamérica, el precio promedio que los consumidores finales pagan por la energía en Nicaragua es una de las más altas en la región. Los altos costos energéticos inciden en que las empresas busquen alternativas para reducir sus costos en sus procesos productivos y de servicios, siendo la eficiencia energética y las energías renovables elementos claves para lograrlo.

Asimismo, un estudio realizado por la Federación de Cámaras de Comercio del Istmo Centroamericano (FECAMCO) afirma que en Nicaragua el costo de la energía eléctrica

---

<sup>1</sup> Belize Energy Limited (BEL) (2014), BEL (2019); Centro Nacional de Despacho (CND) (2020); Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) (2014), CNEE (2020); Instituto Nicaragüense de Energía (2020a); y Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) (2019).

hasta 2018 estaba por encima del resto de la región, a nivel de empresas del sector comercio<sup>2</sup> (Rocha, 2019).

### **III. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

- Detectar las ineficiencias del uso de energía en empresas nicaragüenses, prescribir posibilidades de mejoras y las inversiones necesarias para dichas mejoras.
- La investigación aspira propiciar una mayor conciencia de la situación del uso de energía en las empresas e inducir la adopción de medidas para corregir las ineficiencias.

#### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar las fallas en el uso de la energía
- Examinar las causas de las ineficiencias energéticas de la muestra de empresas estudiadas.
- Brindar recomendaciones para aumentar la eficiencia.
- Estimar las inversiones necesarias para llevar a cabo dichas recomendaciones.
- Establecer relaciones entre el ahorro de energía y la inversión necesaria para lograrlo.

---

<sup>2</sup> Al momento de esta publicación, esta es la única información identificada relacionada con el costo de la energía eléctrica en el sector productivo. Sin embargo, puede considerarse como un aproximado del costo de la energía eléctrica para el sector empresarial en general.

#### **IV. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las causas de la ineficiencia del uso de energía en un grupo de empresas de Nicaragua?

¿Qué tan comunes son esas causas?

¿Que se recomienda hacer a las empresas?

¿Qué tan comunes son las recomendaciones?

¿Qué inversiones son necesarias?

¿Qué patrones y relaciones se manifiestan entre el ahorro de energía en kWh, el ahorro en dólares y la inversión necesaria para lograr dicho ahorro?

#### **V. JUSTIFICACIÓN**

La energía es una parte importante de los costos de las empresas que en muchas es ignorado o bien no está en la mente de los gerentes ni en los equipos de trabajo. Dicho costo incide en la productividad y competitividad en los mercados nacionales e internacionales. Aparte de la falta de foco en el recurso energético no existe un conocimiento pleno de las alternativas tecnológicas y operativas para mejorar el uso de dicho recurso. Así, el presente trabajo permitiría mostrar las medidas y estrategias para que las empresas conozcan los beneficios que brinda el adoptar medidas de eficiencia energética en sus procesos y productos para la sostenibilidad de sus negocios, así como profundizar los conocimientos prácticos con casos de éxitos sobre la implementación y los beneficios de la misma, además de ofrecer una mirada integral sobre el impacto económico ambiental, ayudando a la concientización de las empresas.

#### **VI. LIMITACIONES**

Este estudio está limitado al conjunto de empresas que han participado de manera voluntaria en los procesos de auditorías energéticas, y seguimiento a posteriori, y por tanto no puede generalizarse a todas las empresas de Nicaragua ni a un sector económico en particular.

Sin embargo, al presente estudio se le pretende dar continuidad tomando otras muestras de empresas pequeñas y mediana, profundizando en áreas específicas relacionadas con el uso eficiente de la energía.

## VII. HIPÓTESIS

El presente reporte es un avance, y forma parte, de una investigación que sigue en marcha en donde hemos planteado las siguientes hipótesis nulas:

$H_0^1$  No existen causas comunes en la ineficiencia del uso de energía en la empresa estudiadas.

$H_0^2$  No hay alternativas disponibles para las mejoras de eficiencia.

$H_0^3$  Las opciones para mejorar, si existen, no son similares entre las empresas

$H_0^4$  No existe un patrón claro de relacionamiento entre tamaño de empresa, inversión y ahorros.

Las hipótesis alternativas planteadas son:

$H_a^1$  Las causas de ineficiencia del uso de energía en la empresa estudiadas tienden a ser similares

$H_a^2$  Hay alternativas disponibles en Nicaragua para las mejoras de eficiencia.

$H_a^3$  Las opciones de mejora tienden a ser similares entre las empresas.

$H_a^4$  Existe una relación directa entre tamaño de empresa, inversión y ahorros.

## VIII. VARIABLES

Las variables principales de este estudio son:

- Ineficiencias energéticas: Son todas las fallas en la utilización de la energía que conducen a un desperdicio de la misma y/o a un costo mayor.
- Tarifa eléctrica: se define como la categoría de precios que debe pagar una empresa en relación al consumo de energía.
- Recomendación de Eficiencia Energética (EE): se define como la medida de mejora que se recomienda a las empresas para lograr un ahorro energético tanto en dólares como en kilovatios hora.

- Inversión necesaria: se define como el monto de dinero en dólares que las empresas deben erogar para adquirir un bien o tecnología eficiente que se recomienda para que se pueda ahorrar energía
- Ahorros proyectados en kWh y US\$: se definen como los beneficios en kilovatios hora y en dólares que se percibirán una vez que se haya realizado a la inversión para la implementación de la opción recomendada.
- Periodo de recuperación de la inversión: este determina la unidad de tiempo en años y meses que la inversión se recuperara una vez implementada la recomendación de eficiencia energética.

## **IX. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se realizó en un segmento de empresas del sector industrial y de servicios de diferentes rubros con ámbito en la zona central y pacífico de Nicaragua, incluyen empresas pequeñas, medianas y grandes las cuales se caracterizaron por criterios previamente seleccionados, entre estos:

- Número de trabajadores.
- Ingresos anuales en ventas.
- Consumo de energía eléctrica en kWh/mes.
- Consumo de energía eléctrica en US\$.

Dichas empresas han tenido la oportunidad de ser apoyadas con una auditoría energética detallada y con seguimiento para la implementación de las medidas recomendadas en la auditoría.

Son empresas de diversos tamaños y rubros económicos y que en el momento de ser seleccionadas no habían efectuado medidas de eficiencia energética en sus empresas.

## X. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y MARCO TEÓRICO

En el presente marco teórico se citan y definen conceptos que enmarcan y dan las pautas a la metodología que se seguirá para el desarrollo en el presente estudio.

La (International Organization for standarization, 2011) en la norma ISO 50001 define la eficiencia energética como *“la proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de la energía”*, por su parte la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), define la eficiencia energética como: *“...el cociente entre los flujos energéticos útiles deseables producidos y los flujos consumidos.”* (Horta, 2019), de acuerdo a ambas definiciones la eficiencia energética puede ser aprovechada para explicar uno de los usos empresariales de la eficiencia, la productividad, comúnmente entendida como “hacer más con menos” o, en el peor de los casos “hacer más con lo mismo”

Una de las herramientas que se utiliza para implementar la eficiencia energética en las empresas es la Auditoría Energética, la cual se define de la siguiente manera

*“El conocimiento del consumo energético en las instalaciones y la identificación de los factores que influyen directamente en el consumo de energía, permiten identificar las posibilidades de ahorro energético que las empresas tienen a su alcance”* (García Galludo, Ramos, & de Isabel, 2009).

*“La auditoría energética se define como un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico. Dichas valoraciones suponen generalmente mejoras de la calidad de los servicios prestados, mejoras económicas y mejoras medioambientales”.* (Cortés Martínez, 2011)

Por tanto, la auditoría energética en resumen tiene como propósito conocer la situación actual respecto al uso y consumo de energía.

En cuanto que la auditoría energética debe satisfacer unas necesidades podrían definirse multitud de alcances posibles, no obstante basados en los documentos La asociación de Ingenieros en calefacción, refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE), asociación muy reconocida, en Estados Unidos quien ha definido tres niveles principales de auditoría energética y tomando como referencia en España a La Asociación de Empresas de Eficiencia Energética (A3E) quien también tiene una propuesta para estandarizarlas, podríamos definir los siguientes grandes tipos de auditoría energética:

### **NIVEL 0. Análisis energético preliminar.**

Revisión de los consumos energéticos en el que se puede determinar en base a facturación una visión general del patrón de consumo. Muchas veces es sorprendente la información que se puede obtener en un Análisis energético preliminar.

### **NIVEL I. Diagnóstico energético.**

Equivalente al definido por ASHRAE como revisión energética (“Walk-through analysis”) o al “diagnóstico energético” definido por La Asociación de Empresas de Eficiencia Energética (A3E)

Basada en el análisis de facturas energéticas, mínimo un año, y de la revisión de un formulario o “checklist”, el objetivo principal de estas auditorías sería identificar Medidas de Ahorro Energético de nulo o bajo costo. Se realiza normalmente un inventario de consumos por grandes centros de carga.

### **NIVEL II. Auditoría energética.**

El nivel II proporciona ya un análisis detallado del uso de la energía desglosando las cargas principales e identificando las medidas de ahorro que cumplen los requerimientos del cliente. Se elabora un balance energético y finalmente se listan las medidas de ahorro energético (MAEs) con costos y beneficios estimados.

### **NIVEL III. Auditoría energética ESE o grado inversión.**

Auditoría energética destinada a proyectos de ahorro compartidos o sustitución de equipos. Proporciona un estudio detallado de las mejoras intensivas en capital, por lo que deberá incluir estudio financiero detallado, así como presupuestos de equipos e instalaciones.

#### **Nivel de inversiones y ahorros**

Para producir ahorros muchas de las medidas de eficiencia energética requieren por lo general algún tipo de inversión las cuales deben de ser estimadas de acuerdo con la situación y recomendaciones de mejoras para cada empresa.

La literatura académica ha explorado en profundidad las distintas posibles causas de los bajos niveles de inversión observados en la realidad (Gillingham et al., 2009). En el conjunto de potenciales factores que inhiben la inversión se incluyen explicaciones muy variadas como: (a) la existencia de costes no visibles (hidden costs), incluidos los costes de transacción asociados a la identificación de soluciones adecuadas (Jaffe et al., 2004); (b) ahorros energéticos en el mundo real menores que los estimados, debido a la heterogeneidad de los consumidores (Hausman y Joskow, 1982); (c) ahorros futuros inciertos que dan lugar a un mayor peso del coste inicial de inversión en el proceso de decisión (Sutherland, 1991); (d) la irreversibilidad de las inversiones y el valor de opción de retrasar la decisión de invertir (Hassett y Metcalf, 1993, 1995; van Soest y Bulte, 2001); (e) una divergencia entre las expectativas reales de precios de los consumidores y las de los analistas, posiblemente basadas en proxies incorrectas (Jaffe et al., 2004); (f) fallos de mercado como el riesgo moral de los agentes<sup>3</sup> (Giraudet y Houde, 2016).

Linares y Labandeira (2010), estudiando la “paradoja de la eficiencia energética”, indican que hay dos posiciones en el debate académico: (1) los mercados son eficientes y las inversiones en eficiencia energética son óptimas, por lo que, en caso de diferir de las esperadas, se debe a que no se tiene en cuenta de forma adecuada el comportamiento de los agentes (i. e., su racionalidad) (Joskow, 1994; Metcalf y Hassett, 1999); (2) existen

---

<sup>3</sup> El riesgo moral ocurriría cuando las decisiones de inversión (en eficiencia energética) dan lugar a comportamientos no orientados al ahorro energético. Por ejemplo, la inversión en un vehículo con menor consumo da lugar a una conducción más agresiva y, por tanto, a un mayor consumo unitario.

fallos de mercado que explican esa diferencia (Kooimey y Sanstad, 1994; Banfi et al., 1998).

Entre los factores que explican la divergencia entre los niveles de inversión reales y los esperados y que no pueden considerarse fallos de mercado pueden citarse unos precios bajos de la energía, costes elevados de inversión que incluyen costes ocultos (p. ej., ligados a los niveles de servicio, etc.), la incertidumbre e irreversibilidad de algunas inversiones cuando los riesgos asociados a estas no son sistemáticos (es decir, no pueden diversificarse), procesos lentos de difusión de nuevas tecnologías o divergencias entre las tasas de descuento privadas y sociales<sup>4</sup>. Otros factores, como información imperfecta, asimétrica o miopía, racionalidad acotada, el problema principal-agente<sup>5</sup> o imperfecciones en los mercados de capital caerían dentro de la categoría de fallos de mercado.

### **Posibilidades, Opciones de mejora e Inversiones necesarias**

Otros expertos hacen referencia a las posibles oportunidades e inversiones en diferentes partes del mundo, que de tomarse en consideración permitirían a las empresas aumentar su productividad. Por ejemplo, Paul Waide, (2010), en su publicación de la Agencia Internacional de Energía (IEA) destaca sobre las implicaciones y consecuencias internacionales para la oferta y demanda de sistemas de iluminación GFLi, y deja en evidencia la preocupación de los países miembros de la Unión Europea por modificar las normativas y regulaciones para lograr la importación a escala de esta nueva tecnología de iluminación. Hace énfasis en los riesgos de no regular dicha actividad de cara a la disminución de la productividad por el aumento en los costos de la energía. Queda claro el interés de evitar desperdicios e incentivar a las empresas que aun utilizan sistemas de iluminación incandescentes o de baja eficiencia, que adopten de sistemas de iluminación de mayor eficiencia, proyectando altos niveles de adopción para los próximos 10 años. Lisa Ryan y Nina Campbell, (2012) en su ensayo informativo para la Agencia Internacional de Energía, también expone la importancia de atender y entender los

---

<sup>4</sup> Linares y Labandeira (2010) argumentan que, dado que este es un problema que afecta a todas las inversiones, la cuestión relevante no es si la divergencia está justificada, sino si la rentabilidad social de las inversiones en eficiencia energética excede o no la de otro tipo de inversiones sociales alternativas.

<sup>5</sup> Este problema surge si el agente que realiza la inversión no es el mismo que el agente que recibe los beneficios de la misma. Esto puede producirse, por ejemplo, entre arrendatarios y arrendadores de locales comerciales o para usos industriales.

resultados potenciales de implementar medidas de eficiencia energética; establece que los beneficios de las mejoras en eficiencia energética en las empresas tienen un impacto socio-económico que va más allá de la reducción de la demanda de energía o del aumento en la productividad en la organización. Entre algunos de los beneficios que no son tomados en cuenta para la valoración de toda la gama de resultados positivos posibles, destacan en primer lugar aquellos beneficios no mercantiles, que no son monetizables, y que además son difíciles de cuantificar. En segundo lugar, destacan las dificultades para aislar y determinar causalidad de los factores y finalmente hace una crítica sobre la especialización de los profesionales que laboran en las diferentes agencias, pues a su juicio solo visualizan beneficios limitados a sus áreas de interés. En conclusión, sugiere que poner atención a estos temas a nivel de estados, de manera que se consideren normas y regulaciones que incentiven prácticas de eficiencia en el uso de la energía que a la larga generaría un efecto domino en todos los niveles y sectores de las economías. Las mismas autoras hacen una clasificación de los beneficios desde una perspectiva individual (como persona, en los hogares, la empresa), a nivel sectorial (industrial, comercial, etc.), a nivel nacional en lo relacionado a la creación de empleos y del gasto público en lo relacionado con reducción por concepto de energía, y finalmente a nivel internacional (reducciones de emisiones, regulación de precios de la energía, gestión de los recursos naturales y metas de desarrollo).

En otro estudio relacionado con PyMEs, John Allan, National Chairman of the Federation of Small Businesses (2015), SME Guide to Energy Efficiency, llega a la conclusión que tomar medidas para lograr el uso eficiente de la energía es la mejor manera de reducir costos y crecer a largo plazo.

Munish Datta, Head of Plan A and Facilities Management at Marks and Spencer (2015), expone que ha obtenido grandes beneficios al realizar uso eficiente de la Energía entre ellos se encuentran: Cuido del medio ambiente ya que disminuye el óxido de carbono que se encuentra en la atmosfera, reducción de costos operativos y brinda beneficios a la cadena de suministros. Dando como resultado a la vez un mejor servicio a sus clientes, con las mejoras que trae consigo el uso eficiente de este recurso.

Michelle Hubert, Head of Group, CBI (2015), expresa que el precio de la energía eléctrica aumentara en un 30% en los próximos años, por ende, recomienda tomar medidas para

evitar el aumento de los costos de operación en las empresas. Realizando cambios en el sistema de iluminaria, climatización y brindar información acerca del tema a los empleados, para que tomen medidas preventivas con respecto al uso de energía.

Shankara Naik and S B Mallur, *The Benefits of Energy Efficiency in Small and Medium Enterprises* (2018), expresa la importancia de la energía eléctrica en el mundo, ya que existe una relación entre el uso eficiente de la Energía y el crecimiento económico. Esta es una de las variables por las cuales crecen las MIPYME y se traduce en empleos para la población. Es importante que los gobiernos brinden un servicio eficiente en el suministro de energía y también que ofrezcan un precio justo. Pero también las empresas deben de explotar este recurso de una manera eficaz y mantener las medidas necesarias para el cuidado del medio ambiente. Presenta el caso que se vive en India, donde las MIPYME están realizando mal uso de la energía y ha llevado a daños perjudiciales al medio ambiente.

Según los estudios realizados en India, deben de tomar medidas para ahorrar energía y disminuir la emisión de GEI; proponiendo cambios o modificaciones en el sistema de energía, entre algunas de las recomendaciones que realizan se encuentran las siguientes: Uso de motores eléctricos, calderas, mantenimiento de los equipos mecánicos, uso de inversores, sustitución de luminarias en diferentes áreas y adaptación de tecnología para implementar uso eficiente de la energía.

Algunas experiencias en la Introducción de Prácticas de Eficiencia Energética de PYMEs en Zonas Rurales podemos analizar el estudio realizado por Ackah, I. (2017) que deja claro que reducir la cantidad de energía utilizada para producir un producto determinado es una forma rentable de abordar el calentamiento global. Además, la eficiencia energética promueve la seguridad energética y representa ahorros sustantivos.

Este estudio utiliza el indicador de desmaterialización generacional de productos (PGD) para investigar prácticas de eficiencia energética en Ghana. El PGD se ha aplicado a la desmaterialización o desacoplamiento, uso de recursos como el agua y la reducción de desperdicios, por ejemplo, de desperdicios de alimentos (Guidat et al., 2015; Van Ewijk y Stegemann, 2014).

El indicador PGD mide un cambio en la población con relación a los cambios en la energía utilizada por esta población específica (Ziolkowska y Ziolkowski, 2010).

Al respecto, el indicador PGD tiene tres ventajas principales. Primero, permite un análisis dinámico de consumo de energía. En segundo lugar, ayuda a crear un nuevo método de interpretación y visualización. Finalmente, proporciona un modelo que es fácilmente comprendido por el público, los formuladores de políticas y los inversionistas.

Los resultados del PGD revelan que el consumo de combustibles fósiles es relativamente ineficiente en comparación con el consumo de electricidad. Esto puede deberse al énfasis que hace la Comisión de Energía de Ghana sobre la eficiencia eléctrica a expensas de la eficiencia de otras fuentes de combustibles.

### **Métodos de Análisis utilizados en el Estudio**

El estudio aplica además en primer lugar el método de evaluación subjetiva para examinar la energía práctica de eficiencia de las PYME y las barreras a la eficiencia energética en las zonas rurales de Ghana.

En segundo lugar, el estudio aplica el método de desmaterialización generacional de productos para examinar el consumo de eficiencia energética de la electricidad y los combustibles fósiles en las zonas rurales de Ghana.

Finalmente, el modelo general sin restricciones (GUM) se aplica al consumo de energía en Ghana. Los resultados revelan que la reducción del consumo de energía entre las pymes se puede atribuir principalmente a apagones y no a la eficiencia, como indica el 72% de los encuestados.

## Hallazgos

- a) Uno de los resultados del estudio es que el consumo de energía en Ghana no ha sido eficiente.
- b) También se descubrió que la productividad es uno de los principales impulsores de la eficiencia energética.
- c) El consumo de energía de la mayoría de las PYMES en las zonas rurales de Ghana ha disminuido. Sin embargo, esta reducción se atribuye a las crisis eléctricas y los altos precios de la electricidad. Se pudo encontrar que la eficiencia energética ocupó el tercer lugar en el ranking de factores que inciden de manera importante en la reducción del consumo eléctrico.
- d) La mayoría de las PYMES utilizan medidores pos pago de baja eficiencia, a pesar de los esfuerzos de los formuladores de las políticas de fomentar el uso de medidores pre pagos más eficientes, para así poder pagar facturas eléctricas más reducidas.
- e) La falta de información sobre las prácticas de eficiencia energética es la barrera más importante para la eficiencia energética. En este sentido, con relación a las prácticas empleadas, como apagar los aparatos eléctricos cuando no se usan o cuando el negocio está cerrado, o utilizar nuevos y menos aparatos eléctricos para lograr el mismo objetivo, son algunos de los enfoques comunes adoptados por las PYMES en las zonas rurales de Ghana.

## Recomendaciones

- a) Impulsar la educación pública en temas de ahorro de energía.
- b) Promover el uso de electrodomésticos nuevos ("no de segunda mano") para ahorrar energía.

predicciones de modelos ingenieriles y económicos en tres categorías: (1) fallos de mercado (p. ej., información asimétrica, mercados de energía con externalidades y precios basados en costes medios, mercados de capital sujetos a restricciones de liquidez o fallos en los mercados de innovación debidos a la difusión de información sobre actividades de I+D, etc.); (2) explicaciones relacionadas con el comportamiento de los agentes (falta de atención, miopía, racionalidad acotada y métodos de decisión heurísticos, sesgos sistemáticos en la visión y creencias sobre mercados y tecnologías, etc.); (3) errores de modelización y de medidas (p. ej.,

supuestos incorrectos sobre costes, perfiles de uso, atributos de los productos o características de los consumidores, uso de tasas de descuento incorrectas, incertidumbre, irreversibilidad y el valor de la opción de esperar, etc.).

Además, Gerarden et al. (2017) indican en su análisis hasta qué punto las principales potenciales explicaciones tiene un mayor impacto sobre el “hueco de eficiencia privado” (inversiones que benefician a un consumidor individual no se llevan a cabo”), el “hueco de eficiencia público” (no se producen inversiones que serían eficientes desde el punto de vista de los bienes públicos) o el “hueco de eficiencia social” (no se producen inversiones que serían eficientes desde el punto de vista social)

## **XI. MÉTODOS (DISEÑO)**

### 11.1 Tipo de investigación

El presente estudio se clasifica como una investigación-acción (Action Research), ya que se procura determinar que los hallazgos lleven a una mayor conciencia de la situación respecto a las ineficiencias energéticas en las empresas y a una mayor disponibilidad de opciones para que las mismas puedan mejorar su eficiencia en el uso del recurso. Al mismo tiempo, buscaremos en investigaciones futuras, derivadas de esta primera, conocer las motivaciones y barreras que enfrentan las empresas para poder exponer el futuro maneras y ejemplos de cómo superarlas y lograr mayor productividad.

Para la investigación se ha elegido usar una técnica de muestreo no probabilístico en la cual se tomaron datos puntuales a 60 empresas y se midieron parámetros cuantificables, los cuales se presentaron en los reportes diagnósticos.

En esta primera parte de una investigación en marcha (en varias etapas o de la cual se pretenden derivar otros estudios de investigación) presentamos el análisis de 40 de ellas con sus respectivos seguimientos de implementación.

Esperamos seguir adelante completando el análisis con más empresas en la próxima etapa, una vez completada toda la información necesaria para el análisis.

El estudio que se realiza también es de carácter transversal dado que es un tipo de investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre un conjunto predefinido.

## 11.2 Población y selección de la muestra

La investigación se enfoca a una población de 40 empresas, la cuales proporcionaron sus contactos con el objetivo de participar en el proyecto de eficiencia energética

Para seleccionarlas se consideró a través de un método no probabilístico por conveniencia el cual no fue aleatorio, se hizo a través de bases de datos de empresas a las cuales se les distribuyo los criterios de participación y el método de aplicación para ser consideradas a realizarse las auditorías energéticas.

Las empresas seleccionadas debían seguir un procedimiento de aplicación para poder ser consideradas en participar en el proyecto de eficiencia energética, el cual consistía en el siguiente:

Tener un consumo energético mínimo equivalente a USD\$500 mensuales, que incluya principalmente equipos consumidores como: aire acondicionado, motores, compresores, entre otros.

Registros de: facturas eléctricas, consumo de combustibles (si aplica), y de producción de los últimos 12 meses.

Completar formulario de aplicación, con información general de la empresa, consumos de energía, proyectos o modificaciones que eficiencia energética que desearían realizar en su empresa, información sobre las instalaciones, principales usos de la energía, entre otros.

## 11.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada fue puntual y presencial basándonos en diagnósticos de eficiencia energética (auditoría energética detallada), así mismo, los análisis se basaron en reportes de monitoreo y seguimiento a los diagnósticos por lo menos un año después de haber efectuado la auditoría energética en cada empresa.

Para la recolección de información de las empresas se desarrollaron las siguientes actividades:

- Webinar o evento online con plataformas virtuales para explicar el procedimiento de aplicación de las empresas que podían participar en la auditoría.
- Se realizaron las auditorías energéticas presenciales en las empresas.
- Se realizaron seguimientos a la implementación de los resultados de las auditorías energéticas detalladas al año de finalizadas las mismas en forma presencial.

#### 11.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos (formulación y validación)

Las auditorías energéticas son prácticas probadas y utilizadas comúnmente en este tipo de estudio. El instrumento de monitoreo y seguimiento es parte del proceso posterior a la auditoría energética y ha sido también aprobado y validado dentro de las metodologías de MRV (Medición, Revisión y Verificación), este paso sirve para dar seguimiento a la implementación de las medidas de Eficiencia Energética propuestas en la auditoría, estos instrumentos han sido probados y validados en múltiples auditorías energéticas realizadas por el Centro de Producción más Limpia CPML-N, como Centro Especializado adjunto de la Universidad Thomas More.

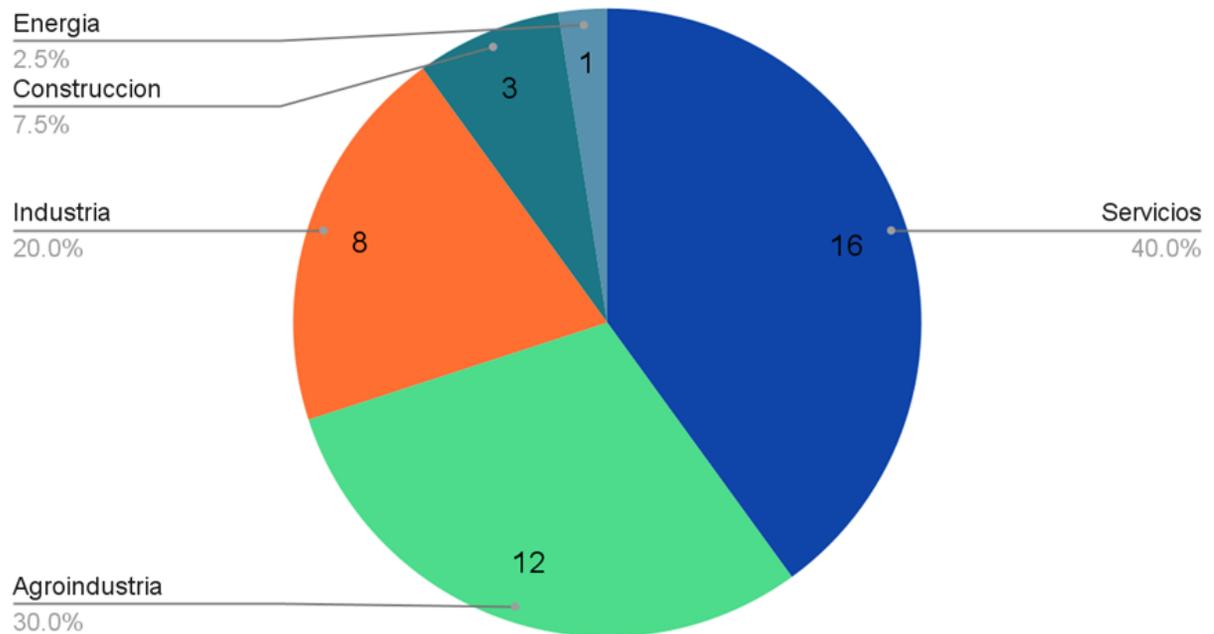
#### 11.5 Procedimiento para el procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos fue llenado en el programa SPSS la cual procesa los datos generando tablas, gráficos y cruce de variables para el análisis de los resultados de las empresas.

## XII RESULTADOS

### 12.1 Características generales de las empresas

Las 40 auditorías energéticas se realizaron en los sectores de energía, construcción, industria, servicio y agroindustria. El gráfico 1, muestra la distribución de los sectores a los que pertenecen las empresas en esta fase de la investigación:



*Gráfico 1: Empresas desagregadas por sector*

Como puede verse, el sector con mayor representación en esta muestra es Servicio (40%) sin embargo, al agrupar la industria con la agroindustria representan un 50% de la misma.

Las actividades específicas a las que se dedican se encuentran en la tabla 1, donde puede apreciarse la variedad de productos y servicios de las empresas estudiadas.

Tabla 1: Actividad económica de las empresas

Actividad Económica	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Agregados de concreto	1	2.5	2.5	2.5
Alimentos	1	2.5	2.5	5.0
Almacenamiento	1	2.5	2.5	7.5
Almacenamiento y control de inventarios	1	2.5	2.5	10.0
Café	1	2.5	2.5	12.5
Comercio	1	2.5	2.5	15.0
Cooperación y acompañamiento	1	2.5	2.5	17.5
Cultivo y procesamiento	1	2.5	2.5	20.0
Educación secundaria y primaria	1	2.5	2.5	22.5
Educación universitaria	1	2.5	2.5	25.0
Fabricación de sacos	1	2.5	2.5	27.5
Hotelería	2	5.0	5.0	32.5
Lácteos	1	2.5	2.5	35.0
Matadero	1	2.5	2.5	37.5
Oficinas	1	2.5	2.5	40.0
Pesquero y acuícola	1	2.5	2.5	42.5
Portuaria	3	7.5	7.5	50.0
Procesamiento	13	32.5	32.5	82.5
Producción	4	10.0	10.0	92.5
Publicidad	1	2.5	2.5	95.0
Religioso/Educación	1	2.5	2.5	97.5
Venta	1	2.5	2.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

La concentración más grande de la muestra se encuentra en Procesamiento y Producción. Entre ambas son el 42,5% de las empresas estudiadas.

La tabla 2, muestra que la variedad de productos o servicios que proveen las empresas es muy grande y no hay una concentración en particular que llame la atención.

Tabla 2: Productos o servicios de las empresas

Productos o servicios	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Acopio, procesamiento y distribución de pescados y mariscos	1	2.5	2.5	2.5
Alojamiento y eventos	1	2.5	2.5	5.0
Alquiler de bodegas refrigeradas	1	2.5	2.5	7.5
Arroz	1	2.5	2.5	10.0
Azúcar y energía	3	7.5	7.5	17.5
Bloques, postes y material de construcción	1	2.5	2.5	20.0
Café	1	2.5	2.5	22.5
Camarón	1	2.5	2.5	25.0
Carne bovina	1	2.5	2.5	27.5
Carnes, embutidos	1	2.5	2.5	30.0
Cartón	1	2.5	2.5	32.5
Colegio	1	2.5	2.5	35.0
Comida rápida	1	2.5	2.5	37.5
Depósito público y agentes aduaneros	1	2.5	2.5	40.0
Desarrollo	1	2.5	2.5	42.5
Embajada	1	2.5	2.5	45.0
Embutidos	1	2.5	2.5	47.5
Estudios superiores	1	2.5	2.5	50.0
Frutas	1	2.5	2.5	52.5
Huevo	2	5.0	5.0	57.5
Lácteos	1	2.5	2.5	60.0
Leche y queso	1	2.5	2.5	62.5
Maní	1	2.5	2.5	65.0
Materiales de construcción	2	5.0	5.0	70.0
Papel reciclado	1	2.5	2.5	72.5
Parroquia/Formación técnica	1	2.5	2.5	75.0
Productos de plástico	1	2.5	2.5	77.5
Productos perecederos	1	2.5	2.5	80.0
Publicidad	1	2.5	2.5	82.5
Resort & Spa	1	2.5	2.5	85.0
Restaurantes	1	2.5	2.5	87.5
Sacos	1	2.5	2.5	90.0
Servicio portuario comercial	3	7.5	7.5	97.5

Productos o servicios	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Tilapia	1	2.5	2.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

La tabla 3, muestra la multiplicidad de tarifas eléctricas a las que están sujetas las empresas de acuerdo a los pliegos tarifarios establecidos por la empresa distribuidora de energía del país.

*Tabla 3: Tarifa energética que poseen las empresas*

Tipo de tarifa	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cogeneración	1	2.5	2.5	2.5
T-1	2	5.0	5.0	7.5
T-2	4	10.0	10.0	17.5
T-2D	4	10.0	10.0	27.5
T-3	2	5.0	5.0	32.5
T-4	2	5.0	5.0	37.5
T-4D	2	5.0	5.0	42.5
T-4E	2	5.0	5.0	47.5
T-5	1	2.5	2.5	50.0
T-5D	10	25.0	25.0	75.0
T-5E	5	12.5	12.5	87.5
T-6C	2	5.0	5.0	92.5
T1-BT	1	2.5	2.5	95.0
T2-E	1	2.5	2.5	97.5
T4-BT	1	2.5	2.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

La más frecuente de ellas es la T-5D que corresponde<sup>6</sup> a una tarifa industrial en tensión mayor, indicada para fábricas, talleres e industria en general.

El consumo anual en kWh muestra, asimismo, una gran variación que va de 46,320 kWh hasta 87,651,693 kWh. Dicho consumo se muestra en la tabla 4:

<sup>6</sup> Ver Anexo Pliego tarifario de costo de la energía.

Tabla 4: Consumo anual en kWh empresas

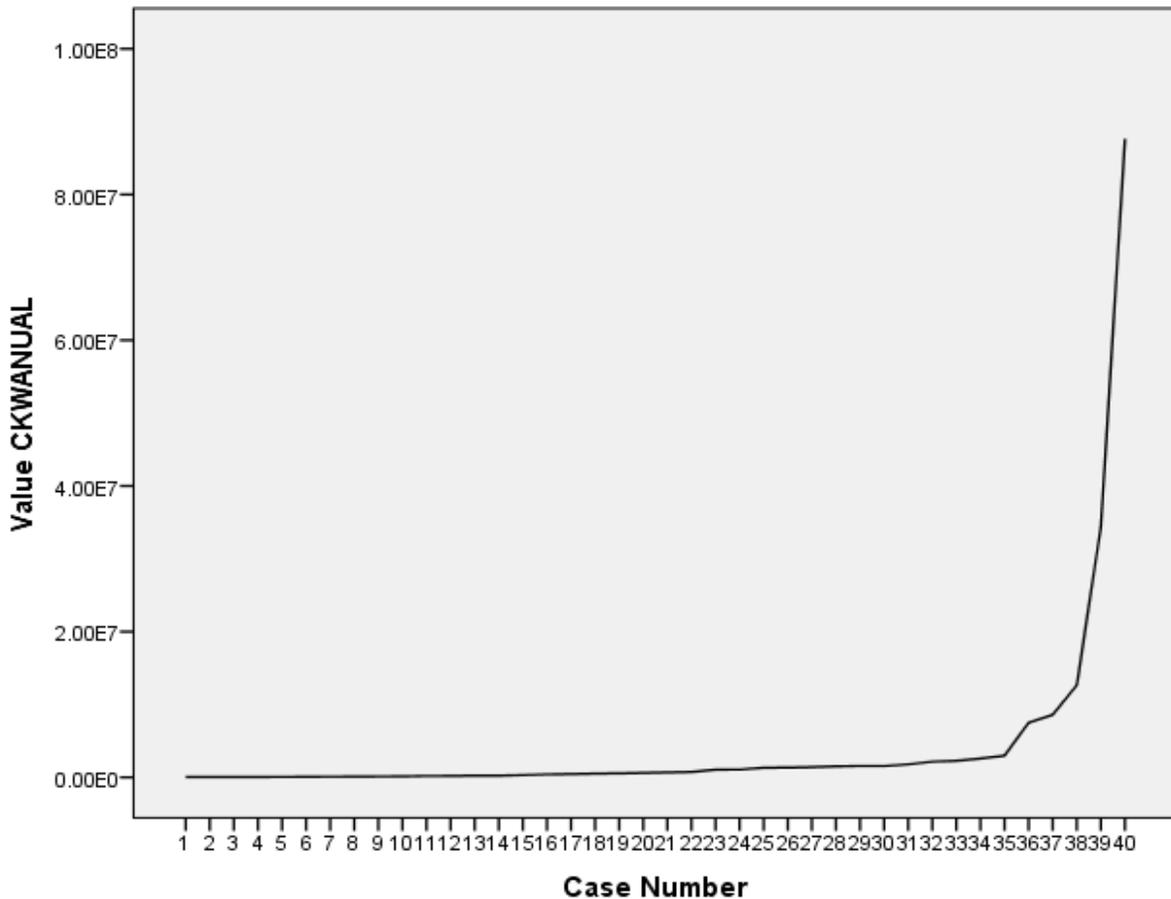
Consumo anual en kWh	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
46320.00	1	2.5	2.5	2.5
47151.00	1	2.5	2.5	5.0
54000.00	1	2.5	2.5	7.5
54624.00	1	2.5	2.5	10.0
64680.00	1	2.5	2.5	12.5
74616.00	1	2.5	2.5	15.0
95000.00	1	2.5	2.5	17.5
114040.00	1	2.5	2.5	20.0
120600.00	1	2.5	2.5	22.5
137433.00	1	2.5	2.5	25.0
186530.00	1	2.5	2.5	27.5
203940.00	1	2.5	2.5	30.0
226640.00	1	2.5	2.5	32.5
240216.00	1	2.5	2.5	35.0
316800.00	1	2.5	2.5	37.5
412700.00	1	2.5	2.5	40.0
456120.00	1	2.5	2.5	42.5
527100.00	1	2.5	2.5	45.0
558216.00	1	2.5	2.5	47.5
619320.00	1	2.5	2.5	50.0
686784.00	1	2.5	2.5	52.5
740185.00	1	2.5	2.5	55.0
1071000.00	1	2.5	2.5	57.5
1083600.00	1	2.5	2.5	60.0
1319000.00	1	2.5	2.5	62.5
1349600.00	1	2.5	2.5	65.0
1412460.00	1	2.5	2.5	67.5
1505905.00	1	2.5	2.5	70.0
1552600.00	1	2.5	2.5	72.5
1559600.00	1	2.5	2.5	75.0
1781500.00	1	2.5	2.5	77.5
2163700.00	1	2.5	2.5	80.0
2278389.00	1	2.5	2.5	82.5
2597000.00	1	2.5	2.5	85.0
2979480.00	1	2.5	2.5	87.5
7510200.00	1	2.5	2.5	90.0
8598300.00	1	2.5	2.5	92.5
12667200.00	1	2.5	2.5	95.0
34338624.00	1	2.5	2.5	97.5
87651693.00	1	2.5	2.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

La amplia variedad de consumo se refleja en una la desviación estándar muy grande:

*Tabla 5: Desviación estándar de los consumos anuales en kWh de las empresas*

N	Valid	40
	Missing	0
Mean	4485071.6500	
Median	653052.0000	
Mode	46320.00 <sup>a</sup>	
Std. Deviation	14671187.47599	
Skewness	5.133	
Std. Error of Skewness	.374	
a. Multiple modes exist. The smallest value is shown		

Una apreciación mejor de la variabilidad del consumo es posible a través del gráfico a continuación, en donde los datos se presentan en orden ascendente de consumo anual de energía:



*Gráfico 2: Consumo anual y clasificación de empresas por consumo*

En base a la tabla 5 y al gráfico 2, se construye la siguiente clasificación de las empresas de acuerdo a las discontinuidades más salientes de los niveles de consumo: 1. Empresas pequeñas hasta 740,185 kWh; 2. Empresas medianas en el rango de 740,186 kWh hasta 2,979,480 kWh; 3. Empresas grandes de 3,000,000 kWh a 12,667,200 kWh; y 4. Empresas extra grandes mayores de 13,000,000 kWh por año. Dicha clasificación se muestra en la tabla 6:

*Tabla 6: Clasificación de empresas por niveles de consumo*

Nivel de clasificación	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Pequeña	22	55.0	55.0	55.0
Mediana	13	32.5	32.5	87.5
Grande	3	7.5	7.5	95.0
Extra grandes	2	5.0	5.0	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

En la clasificación anterior la mayoría de las empresas (55%) son consideradas pequeñas; 32.5% son medianas y el resto son grandes o extra grandes. Las dos últimas empresas mostradas en el gráfico anterior pertenecen a esta categoría y son notablemente más grandes que las demás.

Vale la pena señalar el contraste entre la clasificación basada en número de trabajadores y la utilizada aquí. En la tabla 7, en la columna puede verse la clasificación basada en la cantidad de trabajadores (como la usada por el MIFIC, por ejemplo) y en las filas la clasificación utilizada en esta investigación:

Tabla 7: Comparación empresas por tamaño N° empleados vs kWh de consumo

Descripción		Pequeña	Mediana	Grande	Extra grande	Total	
T A M A N O	Grande	Count	5	9	3	2	19
		% of Total	12.5%	22.5%	7.5%	5.0%	47.5%
	Mediana	Count	11	2	0	0	13
		% of Total	27.5%	5.0%	0.0%	0.0%	32.5%
	Pequeñas	Count	6	2	0	0	8
		% of Total	15.0%	5.0%	0.0%	0.0%	20.0%
<b>Total</b>	<b>Count</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>40</b>	
	<b>% of Total</b>	<b>55.0%</b>	<b>32.5%</b>	<b>7.5%</b>	<b>5.0%</b>	<b>100.0%</b>	

En la tabla 7, puede verse que hay 14 de las 19 empresas clasificadas como grandes por el número de trabajadores pero que en términos de consumo serían pequeñas o medianas.

## 12.2 Causas de las ineficiencias del uso de energía

La medición de la eficiencia del uso de energía se realizó por medio de auditorías energéticas tal como se explica en el marco de referencia. El instrumento utilizado para obtener la información del estudio de investigación fue por medio de asistencia técnica in situ efectuada mediante auditorías energéticas detalladas.

Se tomaron datos y se midieron puntualmente en las empresas, posteriormente hubo una fase de seguimiento el instrumento utilizado para recopilar la información de la implementación o adopción de las medidas fue por medio de una visita de seguimiento y pasar una entrevista a las gerencias de mantenimiento y general, en total los aspectos se agrupan en los siguientes:

- i. Información general: Detalla nombre del contacto y empresa, tipo de empresa o proceso productivos y clasificación según empleados e ingresos.
- ii. Retos y obstáculos en proyectos de inversión en eficiencia energética: Se consulta a la empresa las dificultades que posee en su negocio a raíz de la pandemia COVID-19 y los obstáculos que limitan la ejecución de proyectos de inversión.
- iii. Necesidades de inversión: Explora las necesidades de inversión y asistencia técnica para aumentar la rentabilidad de su negocio, así como los factores de motivación para adquirir un crédito bancario.

Las tablas de la 8 a la 12, muestran la frecuencia de las causas de ineficiencia:

*Tabla 8: Ineficiencias por uso inadecuado de equipos*

-	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Uso inadecuado de equipos	18	45.0	45.0	45.0
0	22	55.0	55.0	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

*Tabla 9: Ineficiencias por mantenimiento deficiente*

-	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Mantenimiento deficiente	17	42.5	42.5	42.5
0	23	57.5	57.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	-

*Tabla 10: Ineficiencias por desperdicio de energía*

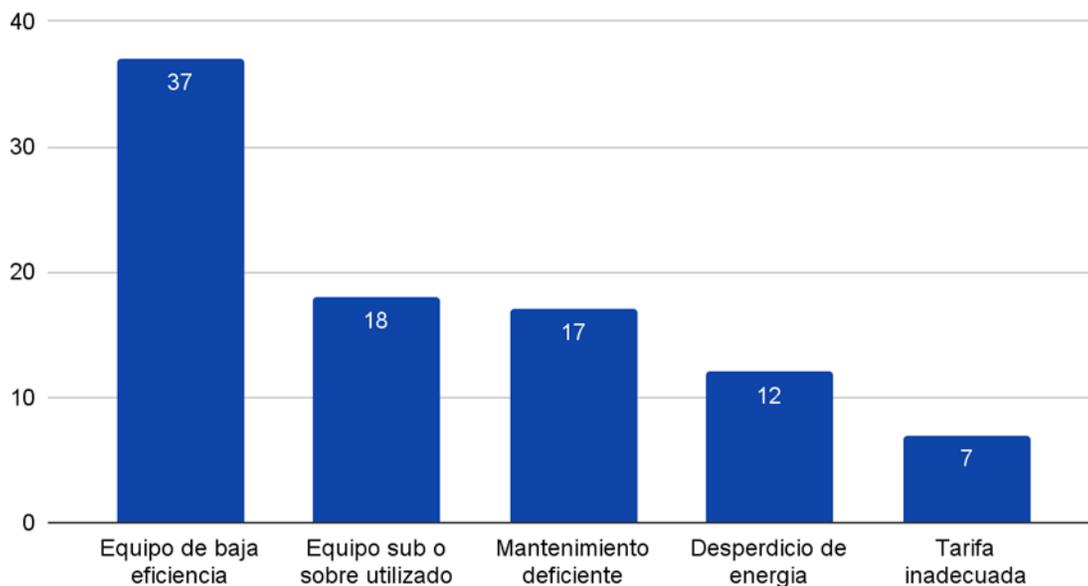
-	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Desperdicio de energía	12	30.0	30.0	30.0
0	28	70.0	70.0	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	-

*Tabla 11: Ineficiencias por tarifa inadecuada*

-	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Tarifa inadecuada	7	17.5	17.5	17.5
0	33	82.5	82.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	-

*Tabla 12: Ineficiencias por equipos de baja eficiencia*

-	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	3	7.5	7.5	7.5
Equipos de baja eficiencia	37	92.5	92.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	-



*Gráfico 3: Frecuencias de causas de ineficiencia*

Dichas causas pueden dividirse en:

1. Equipos de baja eficiencia por obsolescencia. Tal como se aprecia en las tablas de la 8 a la 12 y el gráfico 3, esta es la causa más común de ineficiencia en el uso de energía. En las visitas a las empresas se pudo apreciarse una cierta prevalencia del criterio de cambiar un equipo o motor mientras siga funcionando. Dicho de otra manera, sólo se cambia cuando el equipo o motor falla totalmente, en el entretiempp se repara mientras se puede ya sea por ignorancia del costo operativo de equipos obsoletos o bien por falta de recursos para hacer el cambio.
2. Equipos sub o sobre utilizados. Esta es la segunda causa más frecuente que ocurre, la presencia de equipos sobre o sub dimensionados respecto a la tarea que deben realizar. Estas situaciones también se dan por fluctuaciones/bajas en la cantidad producida por factores ambientales, tales como la pandemia, por dimensionamiento erróneo o por bajas en las cantidades que la empresa está produciendo.
3. Mantenimiento deficiente que acarrea desperdicio y pérdidas de energía. Este ha sido un problema persistente en Nicaragua pues en la experiencia del conjunto de investigadores que realizaron el trabajo de campo (sobre todo ingenieros) con el mantenimiento preventivo ocurre algo similar que con el equipo obsoleto.
4. Uso inadecuado de energía en prácticas operativas deficientes. Se da por desperdicio de energía en la programación de operaciones (por ej. arranque frecuentes de motores); iluminación innecesaria en determinados periodos; regulación inadecuada de

climatización; desperdicio de insumos por mal uso de ellos o bien por no aprovechamiento de posibilidades de generar energía en la empresa.

5. Tarifa eléctrica inapropiada para el tipo de clasificación de empresa.

### 12.3 Recomendaciones identificadas en las auditorías energéticas

La metodología ya descrita inicia con la auditoría energética donde se realizan mediciones puntuales, se recaba información y se genera el diagnóstico de lo encontrado. Es así que partiendo del análisis de la información se generan las recomendaciones o medidas de mejora para el ahorro energético, así mismo se presentan las causas que generan esa ineficiencia y las oportunidades de ahorrar energía.

Como puede verse a continuación hay seis conjuntos de recomendaciones las cuales son aplicables a la situación particular de cada empresa y se basan en el diagnóstico de las ineficiencias en el uso y/o aprovechamiento de la energía.

En el conjunto 1 de recomendaciones destaca la necesidad de sustitución de equipos/motores en un 30% de los casos. El reemplazo de iluminación con luces ahorrativas es también un 30% de las recomendaciones.

*Tabla 13: Recomendación de eficiencia energética 1*

Conjunto 1 (Recomendaciones)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Aprovechamiento mejor de insumos	3	7.5	7.5	7.5
Cambiar a tarifa apropiada	1	2.5	2.5	10.0
Cambiar motores/maquinaria	4	10.0	10.0	20.0
Generación de energía	1	2.5	2.5	22.5
Instalar Sistema Solar Fotovoltaico	6	15.0	15.0	37.5

Conjunto 1 (Recomendaciones)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Mejorar el factor de potencia	1	2.5	2.5	40.0
Mejorar mantenimiento	1	2.5	2.5	42.5
Racionalizar uso de energía	3	7.5	7.5	50.0
Sustitución de equipos de climatización	8	20.0	20.0	70.0
Sustitución de Iluminación	12	30.0	30.0	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

En el Segundo conjunto de recomendaciones también se destacan la sustitución de equipos/motores (37%), racionalizar el uso de la energía (no desperdiciarla) con un 17.5% y el reemplazo de iluminación con un 12.5%

*Tabla 14: Recomendación de eficiencia energética 2*

Conjunto 2 (Recomendaciones)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Aprovechamiento mejor de insumos	1	2.5	2.5	2.5
Cambiar a tarifa apropiada	1	2.5	2.5	5.0
Cambiar motores/maquinaria	9	22.5	22.5	27.5
Generación por biogás.	1	2.5	2.5	30.0
Instalación de un sistema eólico	1	2.5	2.5	32.5
Instalar Sistema Solar Fotovoltaico	3	7.5	7.5	40.0

Mejorar el factor de potencia	4	10.0	10.0	50.0
Mejorar mantenimiento	2	5.0	5.0	55.0
Racionalizar uso de energía	1	2.5	2.5	57.5
Racionalizar uso de energía	6	15.0	15.0	72.5
Sustitución de equipos de climatización	6	15.0	15.0	87.5
Sustitución de Iluminación	5	12.5	12.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

En el tercer grupo de recomendaciones sobresale la sustitución de iluminación, la instalación de sistemas fotovoltaicos y usar mejor la energía.

*Tabla 15: Recomendación de eficiencia energética 3*

Conjunto (Recomendaciones)	3	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Balanceo de corriente		1	2.5	2.5	2.5
Cambiar motores/maquinaria		5	12.5	12.5	15.0
Generación de Energía Eléctrica		1	2.5	2.5	17.5
Instalar Sistema Solar Fotovoltaico		7	17.5	17.5	35.0
Mejorar el factor de potencia		1	2.5	2.5	37.5
Mejorar mantenimiento		2	5.0	5.0	42.5
N/A		1	2.5	2.5	45.0

Conjunto 3 (Recomendaciones)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Racionalizar uso de energía	9	22.5	22.5	67.5
Sustitución de equipos de climatización	1	2.5	2.5	70.0
Sustitución de Iluminación	10	25.0	25.0	95.0
Sustituir el banco de transformadores	2	5.0	5.0	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

*Tabla 16: Recomendación de eficiencia energética 4*

Conjunto 4 (Recomendaciones)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambiar motores/maquinaria	1	2.5	2.5	2.5
Instalar Sistema Solar Fotovoltaico	3	7.5	7.5	10.0
Mejorar el factor de potencia	2	5.0	5.0	15.0
Mejorar mantenimiento	1	2.5	2.5	17.5
N/A	18	45.0	45.0	62.5
Racionalizar uso de energía	11	27.5	27.5	90.0
Reemplazar las actuales grúas	1	2.5	2.5	92.5
Sustitución de equipos de climatización	2	5.0	5.0	97.5

Conjunto (Recomendaciones)	4	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Sustitución de Iluminación		1	2.5	2.5	100.0
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

*Tabla 17: Recomendación de eficiencia energética 5*

Conjunto (Recomendaciones)	5	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambiar motores/maquinaria		1	2.5	2.5	2.5
Instalar Sistema Solar Fotovoltaico		1	2.5	2.5	5.0
Mejorar mantenimiento		1	2.5	2.5	7.5
N/A		29	72.5	72.5	80.0
Racionalizar uso de energia		4	10.0	10.0	90.0
Sustitución de equipos de climatización		2	5.0	5.0	95.0
Sustitución de Iluminación		2	5.0	5.0	100.0
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

*Tabla 18: Recomendación de eficiencia energética 6*

Conjunto (Recomendaciones)	6	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
		1	2.5	2.5	2.5
Instalar Sistema Solar Fotovoltaico		1	2.5	2.5	5.0
Mejorar mantenimiento		2	5.0	5.0	10.0

Conjunto (Recomendaciones)	6	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
N/A		35	87.5	87.5	97.5
Sustitución de Iluminación		1	2.5	2.5	100.0
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-</b>

Los cambios de tarifa implican gestionar el paso a una tarifa más adecuada para el ramo donde está la empresa. Los cambios de tecnología y/o equipos implican cosas tales como sustitución de motores, sustitución de equipos de climatización, sustituciones de iluminación, y en algunos casos usar nuevas tecnologías como la generación de energía con biomasa. Racionalizar el uso de la energía significa cambios en prácticas operativas para evitar el desperdicio de energía u optimizar el consumo de algunos insumos tales como el diésel o el hielo. Mejorar el mantenimiento implica efectuar a su debido tiempo ya sea preventiva o correctivamente. Las demás medidas se explican por su mismo nombre.

#### 12.4 Ahorros e inversiones estimados

El ahorro en kWh proyectado si se implementaran todas estas recomendaciones se calcula dentro de la auditoría energética cuantificando la cantidad de kWh que la implementación de la medida de EE va a lograr en relación al consumo base diagnosticado en la auditoría, para esto se consideran las mediciones puntuales en los equipos que se proponen cambiar o mejorar su eficiencia, vs lo que se lograra al implementar la medida de EE.

La estimación de dichos ahorros se muestra en la tabla 19:

*Tabla 19: Análisis de ahorro en kWh anual*

Ahorros en kWh anual	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
9746.00	1	2.3	2.5	2.5
11803.15	1	2.3	2.5	5.0
14070.00	1	2.3	2.5	7.5
21288.84	1	2.3	2.5	10.0

Ahorros en kWh anual	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
25010.00	1	2.3	2.5	12.5
25024.18	1	2.3	2.5	15.0
28104.00	1	2.3	2.5	17.5
30018.09	1	2.3	2.5	20.0
43214.46	1	2.3	2.5	22.5
45074.00	1	2.3	2.5	25.0
53159.56	1	2.3	2.5	27.5
53885.50	1	2.3	2.5	30.0
67994.00	1	2.3	2.5	32.5
87781.74	1	2.3	2.5	35.0
93162.80	1	2.3	2.5	37.5
125820.00	1	2.3	2.5	40.0
151956.82	1	2.3	2.5	42.5
155944.96	1	2.3	2.5	45.0
156847.00	1	2.3	2.5	47.5
162357.55	1	2.3	2.5	50.0
173952.00	1	2.3	2.5	52.5
185544.00	1	2.3	2.5	55.0
203997.03	1	2.3	2.5	57.5
245398.83	1	2.3	2.5	60.0
284951.00	1	2.3	2.5	62.5
438988.00	1	2.3	2.5	65.0
440302.24	1	2.3	2.5	67.5
454977.70	1	2.3	2.5	70.0
481181.98	1	2.3	2.5	72.5
509881.00	1	2.3	2.5	75.0
618605.00	1	2.3	2.5	77.5
636811.10	1	2.3	2.5	80.0
662440.00	1	2.3	2.5	82.5
669142.00	1	2.3	2.5	85.0
1090170.00	1	2.3	2.5	87.5

Ahorros en kWh anual	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
1279898.00	1	2.3	2.5	90.0
1292363.57	1	2.3	2.5	92.5
2583383.00	1	2.3	2.5	95.0
3166377.00	1	2.3	2.5	97.5
3679868.00	1	2.3	2.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>93.0</b>	<b>100.0</b>	-
<b>System</b>	<b>3</b>	<b>7.0</b>	-	-
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100.0</b>	-	-

En relación al cálculo del ahorro en términos monetarios o económicos en dólares procede de calcular la cantidad de kWh que se ahorrará de la implementación de la medida de EE y multiplicar por el costo del kWh en la tarifa energética que tenga la empresa, en otros casos el ahorro en dólares también puede provenir de cambiar de tarifa en ese sentido el ahorro se calcula restando el precio que se tiene por consumo energético en kWh multiplicado por el costo en la tarifa actual vs el nuevo costo en la nueva tarifa que debe ser menor, y en otros casos, el ahorro procede por eliminarse una multa por algún consumo ineficiente o mal uso de los equipos, o por tener un bajo factor de potencia, por el cual se propone muchas veces corregir esos errores y el ahorro proviene de no seguir pagando esa multa, que si no hiciéramos la opción continuaría la multa por esta ineficiencia.

Este ahorro en kWh traducido a dólares se muestra a continuación:

*Tabla 20: Análisis de ahorro en dólares*

Ahorros (US\$)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
3413.44	1	2.3	2.5	2.5
3762.00	1	2.3	2.5	5.0
5922.19	1	2.3	2.5	7.5
9000.00	1	2.3	2.5	10.0
9880.00	1	2.3	2.5	12.5
10295.00	1	2.3	2.5	15.0

Ahorros (US\$)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
10622.49	1	2.3	2.5	17.5
12507.39	1	2.3	2.5	20.0
14820.00	1	2.3	2.5	22.5
15835.23	1	2.3	2.5	25.0
17687.61	1	2.3	2.5	27.5
25247.46	1	2.3	2.5	30.0
29558.00	1	2.3	2.5	32.5
31984.00	1	2.3	2.5	35.0
32215.00	1	2.3	2.5	37.5
32660.90	1	2.3	2.5	40.0
34926.71	1	2.3	2.5	42.5
36265.00	1	2.3	2.5	45.0
40617.95	1	2.3	2.5	47.5
41715.74	1	2.3	2.5	50.0
44847.16	1	2.3	2.5	52.5
62318.32	1	2.3	2.5	55.0
67732.72	1	2.3	2.5	57.5
89752.00	1	2.3	2.5	60.0
95236.36	1	2.3	2.5	62.5
97583.00	1	2.3	2.5	65.0
103932.37	1	2.3	2.5	67.5
106141.00	1	2.3	2.5	70.0
113866.18	1	2.3	2.5	72.5
119668.40	1	2.3	2.5	75.0
145250.22	1	2.3	2.5	77.5
184014.48	1	2.3	2.5	80.0
184906.52	1	2.3	2.5	82.5
193875.24	1	2.3	2.5	85.0
310405.14	1	2.3	2.5	87.5
322922.82	1	2.3	2.5	90.0
551980.45	1	2.3	2.5	92.5

Ahorros (US\$)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
595496.51	1	2.3	2.5	95.0
870686.54	1	2.3	2.5	97.5
2313340.68	1	2.3	2.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>93.0</b>	<b>100.0</b>	-
<b>System</b>	<b>3</b>	<b>7.0</b>	-	-
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100.0</b>	-	-

Para calcular la inversión necesaria para implementar la medida de EE, se realizan cotizaciones de los bienes a sustituir, o de la mejora a realizar, se consideran acá todos los costos necesarios para llevar a cabo la implementación de la medida, como son: costos del bien o activo, costos de mano de obra, costos de mantenimiento, costos de capacitación o adiestramiento, garantías, seguros y/o cualquier costo que tenga implicancia directa con la medida a implementar, para todo esto se debe pedir cotizaciones las cuales son revisadas en términos técnicos detallados para poder cumplir con lograr los ahorros estimados en la auditoría.

En la tabla 21, se muestran las frecuencias de las cantidades de inversión (en US\$) para alcanzar los ahorros en cuestión.

*Tabla 21: Análisis de inversiones*

Inversiones (US\$)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
1200.00	1	2.3	2.5	2.5
7581.33	1	2.3	2.5	5.0
8978.21	1	2.3	2.5	7.5
11752.00	1	2.3	2.5	10.0
14207.00	1	2.3	2.5	12.5
23720.15	1	2.3	2.5	15.0
30883.43	1	2.3	2.5	17.5
31656.00	1	2.3	2.5	20.0
32203.08	1	2.3	2.5	22.5

Inversiones (US\$)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
36216.92	1	2.3	2.5	25.0
38460.00	1	2.3	2.5	27.5
41643.54	1	2.3	2.5	30.0
46162.50	1	2.3	2.5	32.5
58159.90	1	2.3	2.5	35.0
62310.00	1	2.3	2.5	37.5
78883.00	1	2.3	2.5	40.0
100557.99	1	2.3	2.5	42.5
105848.20	1	2.3	2.5	45.0
112416.00	1	2.3	2.5	47.5
128060.34	1	2.3	2.5	50.0
131854.00	1	2.3	2.5	52.5
144444.83	1	2.3	2.5	55.0
190734.68	1	2.3	2.5	57.5
230880.11	1	2.3	2.5	60.0
282649.38	1	2.3	2.5	62.5
356363.86	1	2.3	2.5	65.0
440959.10	1	2.3	2.5	67.5
479881.47	1	2.3	2.5	70.0
499853.25	1	2.3	2.5	72.5
516971.61	1	2.3	2.5	75.0
547399.75	1	2.3	2.5	77.5
645500.00	1	2.3	2.5	80.0
758300.01	1	2.3	2.5	82.5
1173177.74	1	2.3	2.5	85.0
1349308.13	1	2.3	2.5	87.5
1757268.45	1	2.3	2.5	90.0
2190688.57	1	2.3	2.5	92.5
2959379.69	1	2.3	2.5	95.0
3057415.91	1	2.3	2.5	97.5
4410768.94	1	2.3	2.5	100.0

Inversiones (US\$)	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>93.0</b>	<b>100.0</b>	-
<b>System</b>	<b>3</b>	<b>7.0</b>	-	-
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100.0</b>	-	-

Los estadísticos- y las grandes -diferencias- particularmente en los promedios y las desviaciones estándares, correspondientes al ahorro en KWH, ahorros en dólares e inversión tal como puede apreciarse no son sorprendente dado dada la gran diferencia entre los tamaños de las empresas.

*Tabla 22: Análisis estadístico de consumo kWh, Ahorro US\$ vs Inversión*

Statistics		Ahorro kWh anual	Ahorro (US\$)	Inversión
N	Valid	40	40	40
	Missing	3	3	3
Mean		511512.3525	174822.3055	577367.4768
Median		168154.7750	43281.4500	129957.1700
Mode		9746.00 <sup>a</sup>	3413.44 <sup>a</sup>	1200.00 <sup>a</sup>
Std. Deviation		838627.02297	391323.80651	986486.82421
Variance		703295283650.885	153134321543.582	973156254334.938
Minimum		9746.00	3413.44	1200.00
Maximum		3679868.00	2313340.68	4410768.94
a. Multiple modes exist. The smallest value is shown				

La tabla 23, muestra la correlación entre el consumo anual en kWh, el ahorro anual en kWh, el ahorro anual en dólares y la inversión en dólares.

Tabla 23: Correlación entre el consumo anual en kWh, el ahorro anual en kWh, el ahorro anual en dólares y la inversión en dólares.

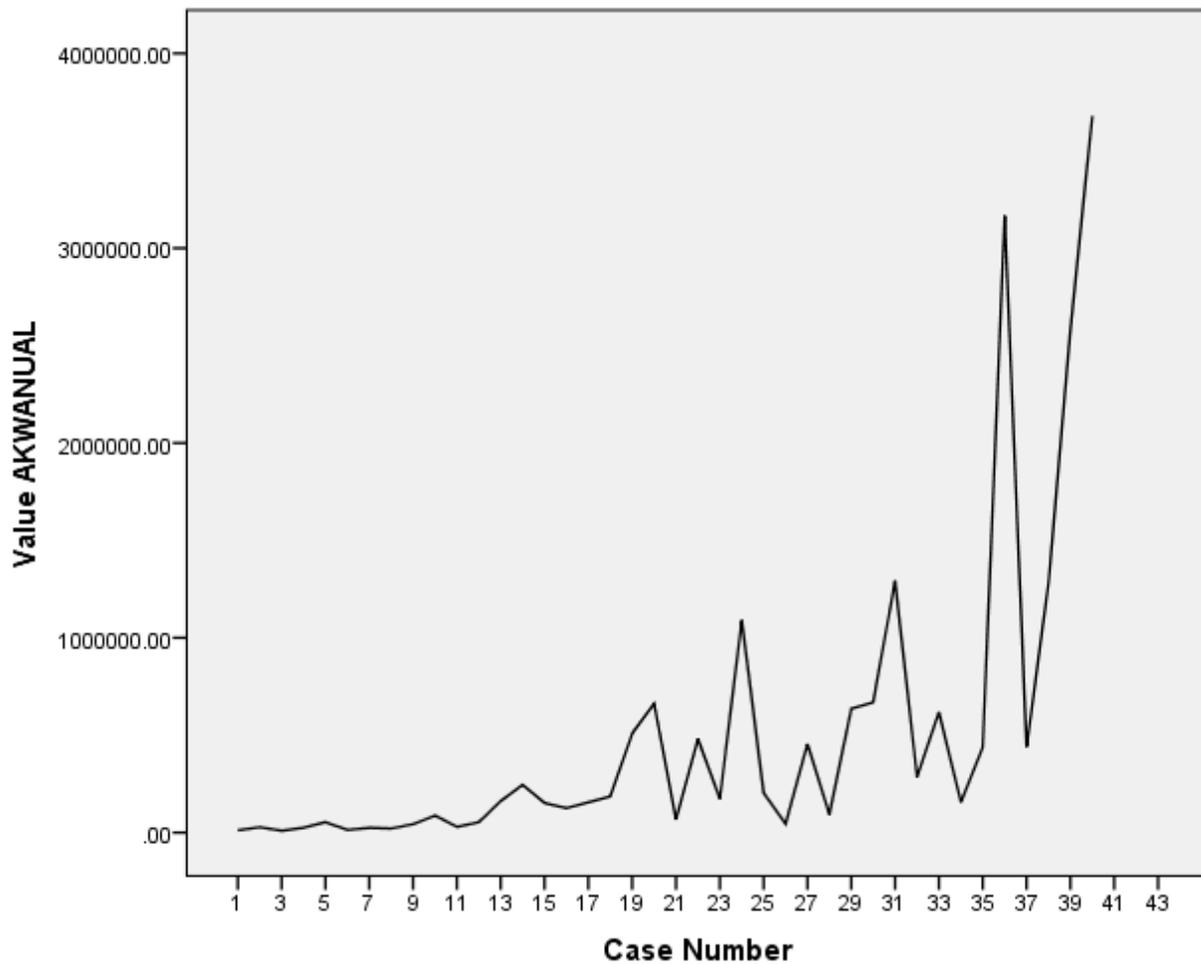
Correlations		Consumo anual en kWh	Ahorro anual en kWh	Ahorro (US\$)	Inversión
Consumo anual en kWh	Pearson Correlation	1	.782**	.230	.365*
	Sig. (2-tailed)		.000	.153	.021
	N	40	40	40	40
Ahorro anual en kWh	Pearson Correlation	.782**	1	.497**	.598**
	Sig. (2-tailed)	.000		.001	.000
	N	40	40	40	40
Ahorro (US\$)	Pearson Correlation	.230	.497**	1	.353*
	Sig. (2-tailed)	.153	.001		.025
	N	40	40	40	40
Inversión	Pearson Correlation	.365*	.598**	.353*	1
	Sig. (2-tailed)	.021	.000	.025	
	N	40	40	40	40

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

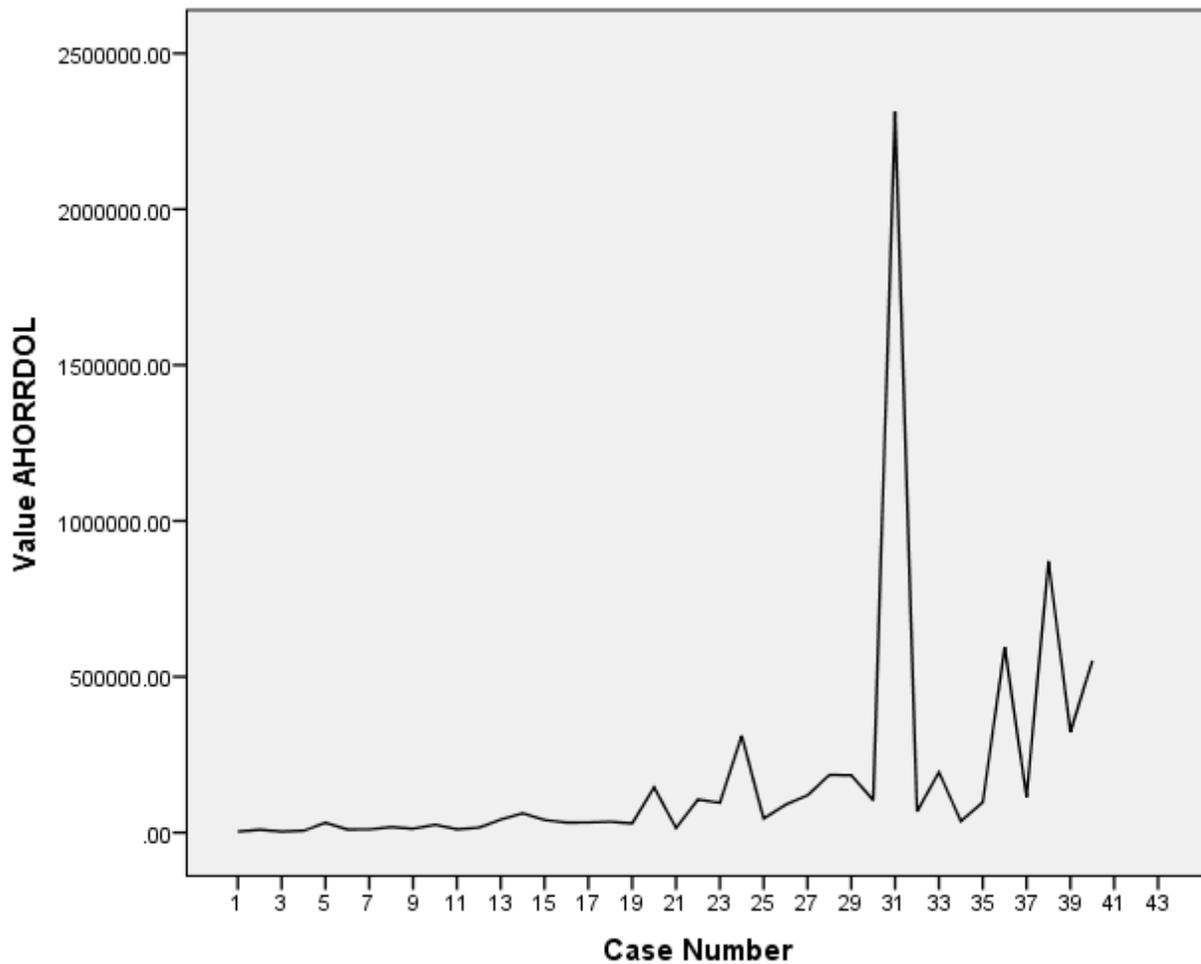
Es interesante observar en dicha tabla que si bien existe una correlación fuerte y significativa en el consumo anual y el ahorro anual en KW (.782), dicha correlación no es significativa con los ahorros en dólares. La correlación del consumo anual con los ahorros en dólares tampoco es significativa.

Los gráficos que siguen ayudan a comprender mejor lo anterior. El primero de ellos muestra el ahorro en kWh en relación al consumo en kWh. Aquí es claro que las empresas que más consumen son las que más potencial de ahorro tienen en kWh.



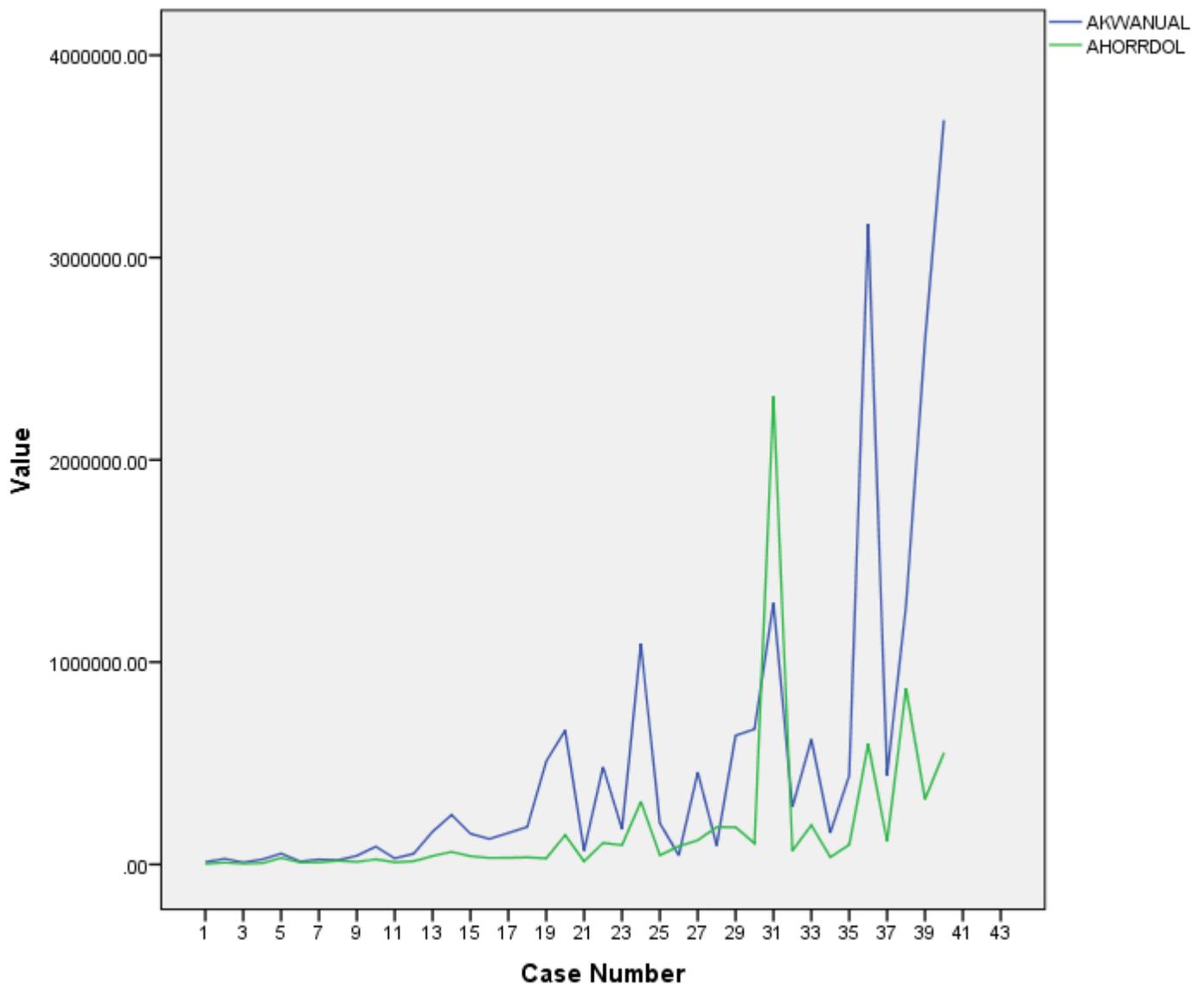
*Gráfico 4: Relación ahorro vs consumo en kWh Anual*

Pero al mismo tiempo, en el gráfico 5, se puede apreciar que los ahorros en kWh más grandes no corresponden necesariamente a los ahorros más grandes en dólares.



*Gráfico 5: Relación ahorro vs Inversión en US\$ Anual*

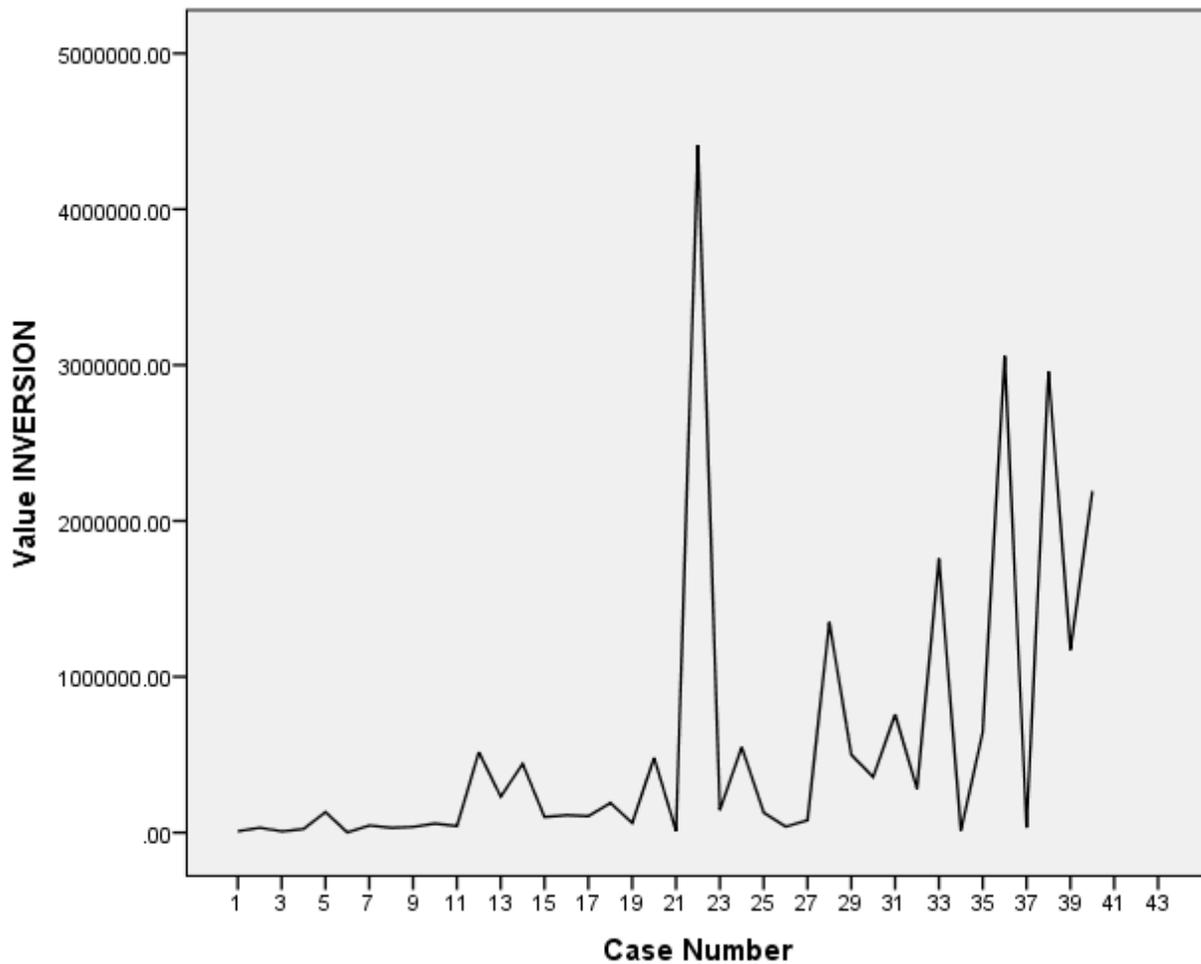
Este contraste se puede apreciar mejor combinando los dos gráficos anteriores en donde se muestra la relación ahorro en dólares por kWh ahorrado.



*Gráfico 6: Relación ahorro US\$ vs Ahorro en kWh Anual*

La inversión total para lograr el impacto de las recomendaciones va de sumas modestas de US\$ 1,200 hasta inversiones considerables de US\$ 4,410,068.

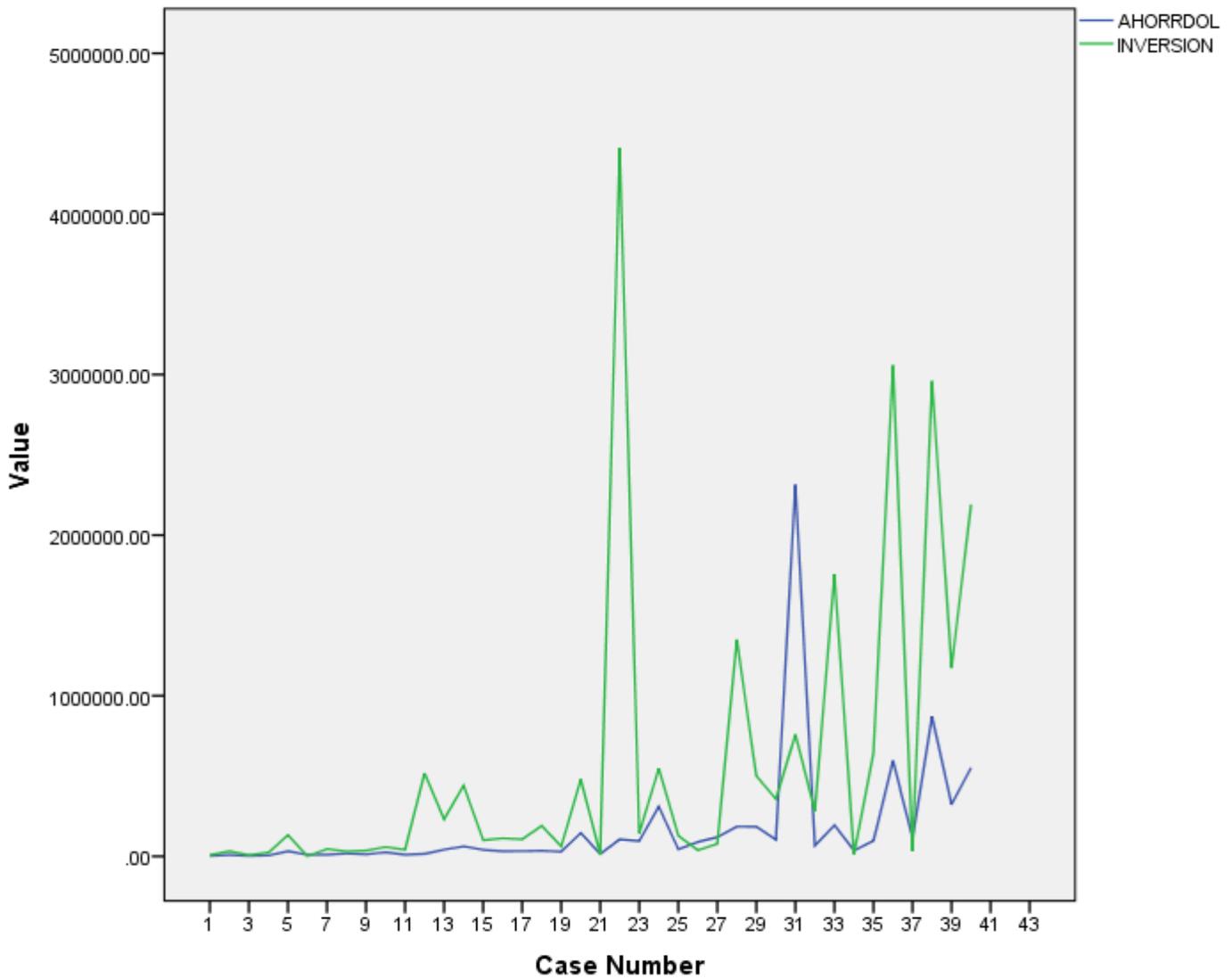
La variabilidad de la inversión se aprecia mejor en el gráfico siguiente, donde el eje de la X muestra los casos en orden ascendente de consumo de kWh y el de la Y la inversión necesaria:



*Gráfico 7: Relación Inversión US\$ vs Ahorro en kWh Anual*

Llama mucho la atención que no existe en esta base de datos un patrón definido de la relación entre la inversión y el ahorro alcanzable en dólares. En algunos casos se requieren inversiones relativamente grandes para alcanzar ahorros más bien bajos.

El grafico 8, se ilustra el punto anterior:



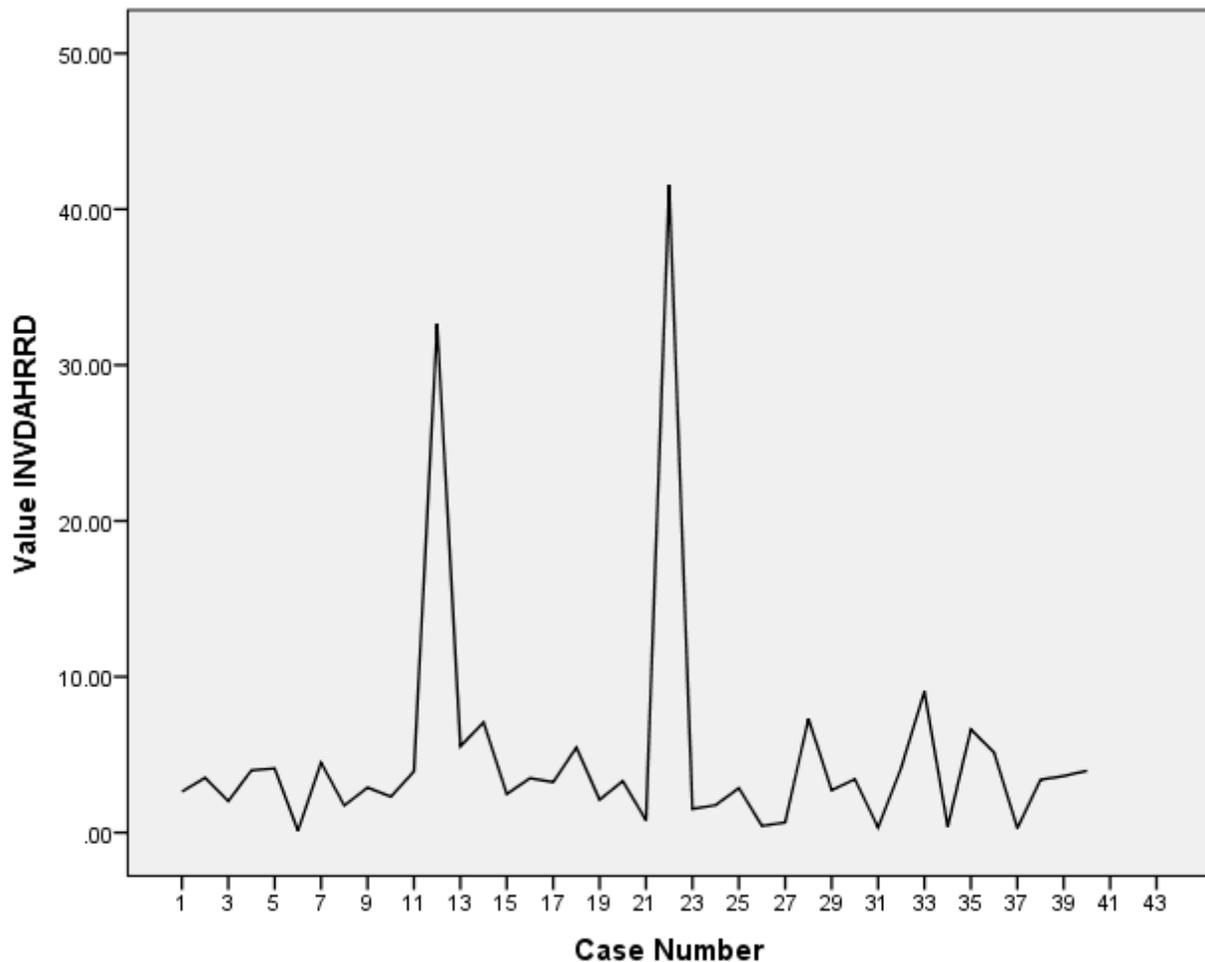
*Gráfico 8: Relación Inversión vs ahorro en US\$*

La inversión necesaria por cada dólar ahorrado va desde US\$ 0.12 hasta US\$ 41.56, una gran variabilidad que también se aprecia mejor en el gráfico 9. Esta variabilidad la introducen tres casos que muestran una necesidad muy grande de inversión por cada kWh ahorrado.

Tabla 24: Inversión vs Ahorro en kWh

Inversión vs Ahorro en kWh	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
.12	1	2.3	2.5	2.5
.28	1	2.3	2.5	5.0
.33	1	2.3	2.5	7.5
.39	1	2.3	2.5	10.0
.43	1	2.3	2.5	12.5
.66	1	2.3	2.5	15.0
.79	1	2.3	2.5	17.5
1.52	1	2.3	2.5	20.0
1.75	1	2.3	2.5	22.5
1.76	1	2.3	2.5	25.0
2.02	1	2.3	2.5	27.5
2.11	1	2.3	2.5	30.0
2.30	1	2.3	2.5	32.5
2.48	1	2.3	2.5	35.0
2.63	1	2.3	2.5	37.5
2.72	1	2.3	2.5	40.0
2.86	1	2.3	2.5	42.5
2.90	1	2.3	2.5	45.0
3.24	1	2.3	2.5	47.5
3.30	1	2.3	2.5	50.0
3.40	1	2.3	2.5	52.5
3.43	1	2.3	2.5	55.0
3.49	1	2.3	2.5	57.5
3.52	1	2.3	2.5	60.0
3.63	1	2.3	2.5	62.5
3.92	1	2.3	2.5	65.0
3.97	1	2.3	2.5	67.5
4.01	1	2.3	2.5	70.0
4.12	1	2.3	2.5	72.5

Inversión vs Ahorro en kWh	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
4.17	1	2.3	2.5	75.0
4.48	1	2.3	2.5	77.5
5.13	1	2.3	2.5	80.0
5.46	1	2.3	2.5	82.5
5.53	1	2.3	2.5	85.0
6.61	1	2.3	2.5	87.5
7.08	1	2.3	2.5	90.0
7.30	1	2.3	2.5	92.5
9.06	1	2.3	2.5	95.0
32.65	1	2.3	2.5	97.5
41.56	1	2.3	2.5	100.0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>93.0</b>	<b>100.0</b>	-
<b>System</b>	<b>3</b>	<b>7.0</b>	-	-
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100.0</b>	-	-



*Gráfico 9: Inversión vs Ahorro en kWh*

La relación de inversión más alta por dólar ahorrado corresponde a empresas relacionadas con servicios portuarios y con educación secundaria por la renovación sustantiva, ya sea por el tipo o la cantidad de equipos que tienen que renovar.

### **XIII CONCLUSIONES**

Las conclusiones que se pueden extraer de esta investigación es que existen causas comunes y repetitivas en la ineficiencia de las empresas lo cual implica que:

Las ineficiencias tienden a ser repetitivas lo que llama la atención a la necesidad de realizar programas de capacitación y sensibilización del personal de las empresas, con el fin de ser parte de la solución y lograr un compromiso con la reducción del consumo energético y estar dispuesto a colaborar con los programas de ahorros energéticos a nivel interno de las empresas.

No existe un patrón definido de relaciones entre inversión, consumo etc. Por lo cual es necesario que cada empresa a nivel individual debe realizar un análisis de las alternativas de ahorro, comenzando por las buenas prácticas operativas, capacitación del personal, sustitución paulatina de los equipos deficientes y la implementación e integración de energía renovable para su autoconsumo energético.

A partir de la auditoría energética se debe de establecer una política interna a nivel de toda la empresa, la cual establece como lineamiento principal, que toda sustitución de equipo o tecnología, deberá realizarse por uno de mayor eficiencia.

Mediante medidas correctivas es posible generar un aumento de dicha eficiencia que redunde en una menor factura eléctrica y, por lo tanto, en un ahorro económico y en una empresa más competitivas y sostenibles.

## XIV REFERENCIAS

- Datta, M et al. (2015). Head of plan A and facilities Management.
- García, G et al. (2009). Guía de Auditorías Energéticas. Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid.
- Guidat et al. (2015). Energy efficiency in the transport sector in the EU-27: A dynamic dematerialization analysis.
- Gillingham, K et al. (2009). Energy Efficiency Economics and Policy. Annual Review of Resource Economics.
- Horta, C. (2010). Indicadores de Eficiencia Energética. CEPAL.
- Hubert, M. (2015). Head of group. CBI
- John, A. (2015).SME Guide to Energy Efficiency. Department of Energy & climate change.
- Naik, S et al. (2018). The Benefits of Energy Efficiency in Small and Medium Enterprises. IOP Conference Series Materials Science and Engineering.
- Ryan, L et al. (2012). Spreading the Net: The Multiple benefits of energy efficiency improvements. International Energy Agency.
- Segarra, A et al. (2019). Determinants of Energy Efficiency and Renewable Energy in European SMEs.
- Waide, P. (2010). Implications for international supply and demand for regulatory compliant lamps. International Energy Agency.
- Wongtharua, p et al.(2005). Total Energy Management Handbook. New Approach to Energy Conservation in Thailand.
- Ziolkowska, J y Ziolkowski, B. (2010). Energy efficiency in the transport sector in the EU-27: A dynamic dematerialization analysis

## XV ANEXOS

Pliego tarifario de costo de la energía.

### TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE JULIO 2019 AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR

MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)						
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR		
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)	
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	6.4655		
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	10.5243		
			Invierno Punta	10.1890		
			Verano Fuera de Punta	7.2726		
Invierno Fuera de Punta	7.0286					
Verano Punta			1,057.7258			
Invierno Punta		660.5665				
Verano Fuera de Punta		0.0000				
Invierno Fuera de Punta		0.0000				
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	5.3479		
		T-4E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	7.8410		
			Invierno Punta	7.5851		
			Verano Fuera de Punta	5.2123		
Invierno Fuera de Punta	5.0391					
Verano Punta			787.7919			
Invierno Punta		491.9943				
Verano Fuera de Punta		0.0000				
Invierno Fuera de Punta		0.0000				
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	5.4862		
		T-5E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	8.1097		
			Invierno Punta	7.8454		
			Verano Fuera de Punta	5.3585		
Invierno Fuera de Punta	5.1827					
Verano Punta			821.0314			
Invierno Punta		512.7456				
Verano Fuera de Punta		0.0000				
Invierno Fuera de Punta		0.0000				
PEQUEÑAS CONCESIONARIAS	Para uso exclusivo de pequeñas distribuidoras de energía eléctrica	TPC	TARIFA MONOMIA			
			Todos los kWh	3.9912		