

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA  
INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES”**

Realizado por:

**CHRISTIAN ARTURO CALDERON GAVILANES**

Director del proyecto:

**Rodolfo Jefferson Rubio Aguiar, Ing.**

Como requisito para la obtención del título de:

**MASTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Quito, 14 de enero de 2019

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

### DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, CHRISTIAN ARTURO CALDERÓN GAVILANES, con cédula de identidad No. 1717524936, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



---

Christian Arturo Calderón Gavilanes

CC: 171752493-6

**DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA  
EMPRESA RVR TRANSFORMADORES”**

Realizado por:

**CHRISTIAN ARTURO CALDERÓN GAVILANES**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MASTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

ha sido dirigido por el profesor

**RODOLFO JEFFERSON RUBIO AGUIAR**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



DIRECTOR

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**WALBERTO GALLEGOS**

**JOHANNA MEDRANO**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador



**Walberto Gallegos**

FIRMA



**Johanna Medrano**

FIRMA

Quito, 14 de enero de 2019

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

**DEDICATORIA**

Dedicado a todo aquel que tenga ambición de conocer un poco más. Comunidad UISEK.

**AGRADECIMIENTO**

A Dios.

A mis padres y hermanos.

A ti, Majo Castillo. Porque no es lo mismo caminar solo que acompañado.

A Lucas, mi hijo.

A RVR Transformadores por permitirme realizar en su empresa el desarrollo del proyecto.

**Mejora en la gestión energética en la planta industrial de la empresa RVR**

**Transformadores.**

Proposal for improvement in energy management in the industrial plant of the company RVR

Transformadores.

Christian Calderón Gavilanes<sup>1</sup> & Rodolfo Jefferson Rubio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. Email: [chrisac001@hotmail.com](mailto:chrisac001@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. Email: [rodolfo.rubio@uisek.edu.ec](mailto:rodolfo.rubio@uisek.edu.ec)

\*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Rodolfo Jefferson Rubio, Ing., Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador.

Teléfono: +593 987905726; email: [rodolfo.rubio@uisek.edu.ec](mailto:rodolfo.rubio@uisek.edu.ec)

Título corto (Running title): Gestión energética.



***Resumen.***

Este trabajo de tesis buscó a través de una auditoría energética, establecer un punto de partida en la mejora de la gestión de la energía en la planta industrial de la empresa RVR Transformadores. Tuvo como fin identificar el ahorro en el consumo de energía eléctrica en la planta , así como encontrar los principales usuarios de consumo, determinandosi las mismas son utilizadas eficientemente y encontrar oportunidades de optimización que tengan viabilidad económica y no afecten la calidad de los servicios. (Montero, 2015). La metodología utilizada consistió en la elaboración de un estudio de carga y demanda a través de una auditoría eléctrica, la cual permitió visualizar el estado del consumo de la energía en la planta industrial de la empresa, durante el año 2017, de acuerdo a los principios establecidos en la Norma ISO 50002. Para lo cual se consideraron los siguientes aspectos: 1) Auditoría eléctrica, 2) Selección de la variable significativa, la cual se definió como Unidad Producida Equivalente, 3) Determinación de usos significativos en la planta industrial, 4) Determinación de línea base, consumo por equipo producido. 5 Determinación de oportunidades de ahorro. Lo que permitipó determinar un ahorro del 18% en consumo energético (kW/h) y una reducción en emisión de CO<sub>2</sub> de: 2.77 (Ton CO<sub>2</sub>/kWh) en el sistema de soldadura, 1.65 (Ton CO<sub>2</sub>/kWh) en el sistema de secado y 4.79 (Ton CO<sub>2</sub>/kWh) en el sistema de iluminanci3n.

***Palabras clave:*** ahorro, gesti3n, energ3a, ISO 50002, ISO 50001, Auditor3a El3ctrica, RVR Transformadores.

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

### *Abstract.*

This thesis work sought through an energy audit, to establish a starting point in the improvement of energy management in the industrial plant of the company RVR Transformers. Its purpose was to identify the savings in the consumption of electrical energy in the plant, as well as to find the main users of consumption, determining the relationships of the energy of the services. (Montero, 2015). The information obtained consisted in the elaboration of a study of the load and the demand through an electric audit, the quality of the energy consumption in the industrial plant of the company, during the year 2017, according to the principles Established in ISO 50002. For which the following aspects are considered: 1) Electrical audit, 2) Selection of the significant variable, which is defined as the Equivalent Production Unit, 3) Determination of significant uses in the industrial plant, 4) Determination of baseline, consumption per produced equipment. 5 Determination of savings opportunities. This allows you to determine a saving of 18% in energy consumption (kW / h) and a reduction in CO<sub>2</sub> emission of: 2.77 (Ton CO<sub>2</sub> / kWh) in the welding system, 1.65 (Ton CO<sub>2</sub> / kWh) in the drying system and 4.79 (Tone CO<sub>2</sub> / kWh) in the lighting system.

Keywords: saving, management, energy, ISO 50002, ISO 50001, Electrical Audit, RVR Transformadores.

## **Introducción**

El ahorro de energía debe considerarse como un objetivo ambiental en toda industria, el cual debe alcanzarse por medio de un programa de ahorro de energía, elaborado y ejecutado en el ambiente de la empresa. El uso de la energía puede variar dependiendo del tipo de industria, el tipo de proceso y el volumen de producción, entre otros factores, pero en estos días se vuelve cada vez más prioritaria la optimización del recurso energía para de esta manera reducir costos y tener una producción más amigable con el medio ambiente.

RVR Transformadores, es una empresa dedicada a la fabricación, reparación y mantenimiento de Transformadores de medio y alto voltaje, la cual en su afán de conseguir una producción más amigable con el medio ambiente busca optimizar procesos que demanden menor consumo energético.

Esta industria cuenta con procesos que demandan el uso de una gran cantidad de energía, es por ello que cada oportunidad de ahorro cuenta y no se puede desperdiciar ya que esto se ve reflejado directamente en el costo final del producto. Esto nos permite buscar oportunidades de ahorro y conseguir una mejora continua en el proceso de fabricación de los transformadores. Por lo que es importante recalcar su misión y su visión:

### ***“Misión***

*Somos un grupo de líderes que desarrollamos productos y servicios con los más altos estándares de calidad, aportando al desarrollo sostenible de la sociedad.*

### ***Visión***

*Ser la Marca Nacional en soluciones integrales que transforman la energía del Ecuador para el mundo”.*

En el caso de la empresa RVR Transformadores no existe información de la incidencia real del rendimiento energético sobre los costos operativos en la fabricación de transformadores, ni tampoco existe una política clara o difundida ampliamente sobre gestión de la energía. Es por ello que se propone el estudio, “MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES”; mediante el cual se pretende a mediano y largo plazo, justificar y fundamentar la aplicación de técnicas y normativas de eficiencia energética, a través de una auditoría energética y de esta manera proyectar la implementación de un SGen. Este estudio será un referente para evaluar la situación energética de la planta industrial, iniciando con una auditoría energética, para pasar a desarrollar un Sistema de Gestión básico de la energía según la norma ISO 50001. Por lo que, en la actualidad la planta cuenta con un alto consumo de energía eléctrica, lo que nos indica que hay la oportunidad de mejorar. Para ello se plantearán diversos escenarios de operación y se calculará la participación de los energéticos en el proceso de fabricación de transformadores. RVR Transformadores, al no contar con una gestión o política definida respecto del consumo de energía, genera un uso adicional de energía, incrementando el impacto negativo sobre el medio ambiente ya que sus procesos demandan mucha más energía, lo que nos lleva a la siguiente pregunta ¿Es posible reducir el consumo de Energía Eléctrica en la planta industrial de la empresa RVR Transformadores?

Este trabajo de tesis busca a través de una auditoría energética, establecer un punto de partida en la mejora de la gestión de la energía en la planta industrial de la empresa, siguiendo los lineamientos establecidos en la normativa ISO 50001 y ISO 50002, (Revisión energética: ISO 50001, literal 4.4.3, Línea Base de Consumo Energético, ISO 50001, literal 4.4.4, Corrección, acción correctiva, acción preventiva, ISO 50001, literal 4.6.4 y Auditor de Energía, Requisitos, ISO 50002, literal 4.2, 4.2.1, 1.2.4, Proceso de auditoría ISO 50002, literal 5, respectivamente); en la cual se llevó a cabo el desarrollo de un proyecto de ahorro de energía utilizando la herramienta de mejora continua PDCA. Lo que contempló: un análisis sistemático del proceso, la identificación de los mayores consumidores de energía, la identificación de la variable significativa, el desarrollo de la línea base, por último, la identificación de las diferentes oportunidades de mejora en la empresa; lo cual permitirá identificar un ahorro energético a través de un plan de acción, adicionalmente se identificó opciones de optimización de energía, mejorando su utilización y vida de los mismos, a través de una auditoría energética en cada uno de los procesos de fabricación de transformadores; esto permitirá reducir costos para maximizar beneficios, logrando visualizar un ahorro tanto técnico como económico para la empresa. [1].

Esta toma de conciencia respecto al tema ambiental y social por parte de las industrias es muy importante, ya que denota el compromiso responsable del control y mitigación de los impactos al

medio ambiente, considerando importante que el uso racional de los recursos naturales renovables y no renovables no solo beneficia al medio ambiente sino también a las empresas las cuales tienen como fin generar ingresos. [4].

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de Estudio*

El proyecto se llevó a cabo en la empresa RVR Transformadores, ubicada en la Ecuador, provincia de Pichincha, en el cantón Quito, en la Panamericana Norte, en el parque industrial Norte. El área de trabajo comprende los procesos de: elaboración de chasis o carcasa, bobinado, elaboración de núcleo, armado de transformador, pintado y ensamble final.

### *Métodos*

#### ***Norma NTE INEN ISO 50001***

La Organización Internacional de Estándares ISO (International Organization for Standardization) es una entidad que ha generado una gran cantidad de normativas, en junio del año 2011 se emitió el estándar sobre sistemas de Gestión de la Energía ISO 50001. El Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización INEN adoptó en el mismo año 2011 la Norma NTE INEN ISO 50001 y es una adaptación del estándar internacional aplicado para nuestro País. (NTE INEN-ISO 50001, 2012).

Esta norma provee una estructura de sistemas y procesos necesarios para el fortalecimiento de la administración y desempeño energético, es aplicable en todo tipo de organización o institución, al mismo tiempo regula tanto al sector privado como al gubernamental, es decir, tiene un amplio espectro de aplicación, el objetivo de la norma es establecer un Sistema de Gestión Energético SGen, siguiendo el procedimiento de ciclo de mejora continua, PDCA. (Plan, Do, Check, Act). (NTE INEN-ISO 50001, 2012).

Siendo los principales:

- Revisión energética: ISO 50001, literal 4.4.3.
- Línea Base de Consumo Energético, ISO 50001, literal 4.4.4.
- Corrección, acción correctiva, acción preventiva, ISO 50001, literal 4.6.4.

### ***Auditoría Energética Según Iso 50002***

Para realizar este trabajo se ejecutó una auditoría energética en base a los lineamientos de la norma ISO 5002, la cual tiene como objetivo implementar una referencia y metodología para manejar correctamente los procesos de auditorías energéticas, ya que la norma es aplicable a todo tipo de institución, empresa u organización junto con todo tipo de energía o procesos de transformación. (ISO 50002, 2014).

### **Principios de la auditoría energética**

Las auditorías energéticas según la norma ISO 50002 deben estar basadas en los siguientes principios:

- La auditoría debe estar enmarcada en función de los alcances, límites y objetivos planteados.
- Las mediciones y observaciones deben ser acorde a los usos finales y consumo energéticos.
- Los datos recolectados del desempeño energético deben ser representativos conforme al proceso, sistema o equipo analizado.
- Se debe identificar oportunidades de mejora.
- El proceso de recolección, validación y análisis de datos deben ser registrados.
- El reporte de auditoría debe contener todos los datos del desempeño energético y formulaciones de mejora. (ISO 50002, 2014).

### **Auditor de Energía, Requisitos, ISO 50002, literal 4.2, 4.2.1.**

La persona adecuada para ejecutar las auditorías energéticas según la norma ISO 50002 debe reunir básicamente las siguientes características:

- Educación acorde a la actividad, es decir con una preparación académica basada o familiarizada con procesos de la energía.
- Habilidades comprobadas respecto a los usos de las energías,
- Conocimiento sobre requerimientos legales y de otro tipo.
- Debe estar familiarizado con los usos finales de la energía en el proceso que va auditar.

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

- Conocimiento de estándares internacionales, respecto al desempeño energético.
- El equipo de auditores debe de igual manera disponer de habilidades y conocimientos respecto a los procesos de la energía y sus usos. (ISO 50002, 2014).

### **Proceso de auditoría ISO 50002, literal 5.**

Mediante la auditoría energética se logrará determinar las oportunidades de mejora en el proceso de fabricación de transformadores, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

- *Planeación de la auditoría:* consiste básicamente en plantear los objetivos, alcances, metas, tiempos, personal requerido, criterios de evaluación, el nivel de detalle requerido, etc.
- *Reunión de apertura:* se refiere a la reunión que se sostiene con los directamente interesados, en esta se asigna personal, roles y responsabilidades, así como definir periodos de trabajo, lugares y plazas de trabajo, definir permisos de acceso y equipo de seguridad industrial, etc.
- *Recolección de datos:* en esta etapa se debe recopilar información de consumos de energía, planos, planillas, etc., en general la información que se registra periódicamente o la organización dispone de antemano.
- *Plan de mediciones:* consiste en determinar y medir todas las variables o parámetros que afectan, cuantifican y determinan el estado del desempeño energético, tales como presiones, temperaturas, consumos, caudales, voltaje, etc.
- *Ejecución:* se refiere a las actividades de mediciones, verificación y afectación de los usos finales, revisión de documentación, cumplimiento de normativas, etc.
- *Análisis de datos y resultados:* etapa en la que se establece una metodología para evaluar los datos obtenidos e interpretar información.
- *Identificación de oportunidades:* determinar oportunidades de mejora aplicables a los procesos, sistemas y equipos auditados, estas deben ser técnicamente y económicamente fiables.
- *Generación del reporte:* debe incluir el resumen de la información recopilada, analizada y en fin todos los resultados relevantes que permiten evaluar a los interesados y tomar decisiones.
- *Reunión de clausura:* las partes deben realizar una reunión donde se explique los resultados y cumplimiento de objetivos metas, etc. además de emitir las respectivas

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

recomendaciones y entregar el informe o reporte de auditoría con las respectivas actas de entrega y clausura. (ISO 50002).



Figura 1. Proceso general de auditorías según norma ISO 50002.  
(Fuente: ISO 50002).

### Marco Legal

- Las normativas y reglamentos recomendados son:
- Artículo 413, CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR 2008. (Promoción de la Eficiencia Energética).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 50001:2012. Sistemas de Gestión de la Energía, Requisitos para Orientación para su Uso.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 50002:2014. Auditorías Energéticas, Requisitos para su Uso.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-11, Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Cosntrucción en Ecuador
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1152:84. Iluminación natural de edificios.





**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

### **Medidor Eléctrico**

El consumo de energía eléctrica anual en kWh se lo obtuvo del suministro eléctrico, el cual está descrito en las facturas de consumo de energía.

<b>Suministro:</b>	1231693-3 – OIL TECH
<b>Medidor:</b>	75003464-LAN-PP
<b>Tarifa:</b>	<b>Industrial Con Registro Horario</b>

### **Desarrollo de la Auditoria**

La auditoría energética se la ejecutó en un periodo de 3 meses.

Iniciada la auditoria se encontró que que la información correspondiente al sistema eléctrico no se encontraba digitalizado.

Tabla 1, planificación de auditoría.

	<b>Nombre de tarea</b>	<b>Duración</b>	<b>Comienzo</b>	<b>Fin</b>	<b>Ejecutado</b>
1	Recopilación de información	40 días	lun 6/18/18	vie 8/10/18	100%
2	Análisis de consumos y comparación de los periodos 2016 - 2017	15 días	lun 8/13/18	vie 8/31/18	100%
3	Campaña de mediciones y recopilacion de datos	15 días	lun 9/3/18	vie 9/21/18	100%
4	Análisis de resultados (determinación de USEn, líneas de tendencia, regresiones lineales, líneas bases, indicadores, matriz energética, informe de auditoría, etc.)	20 días	lun 9/24/18	vie 10/19/18	100%

(Fuente: propia).

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

### Personal de Auditoría

Entre los alcances de este proyecto no se contempla la contratación directa de personal, pero si es necesario mencionar el equipo de profesionales que colaboró en este proceso de mejora energética.

Tabla 2. Equipo de auditoría, conformado por las partes interesadas.




Parte	Integrantes	Habilidad/ Competencia / Profesión	Responsabilidad
Estudiante UISEK	Christian Calderón	Ingeniería Eléctrica	Liderar auditoría eléctrica.
RVR Transformadores	Luis Vasquez	Ingeniería Eléctrica/ Gerente Técnico	Proveer información de la parte eléctrica, producción, planos de la planta y designar técnico para colaborar en la auditoría.
	Juan Paredes	Ingeniería mecánica/ Jefe de Mantenimiento	Guía en las instalaciones, proveer información respecto a operaciones y desempeño de sistemas, equipos, etc.

(Fuente: propia).

### Equipos para las mediciones de la Auditoría Energética

Para la auditoría se utilizarán los siguientes equipos de medición:

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fotografía</b>
Medidor de Energía Eléctrica Fluke 345	El Fluke 345 es más que un medidor de energía eléctrica. Combina las funciones de un medidor de abrazadera, osciloscopio, registrador de datos y medidor de potencia digital en un solo dispositivo práctico, es ideal para trabajar con variadores de frecuencia variable, iluminación de alta eficiencia y otras cargas mediante electrónica de conmutación.	
Analizador de la energía eléctrica Fluke 434 Serie II	Es un instrumento de medición de parámetros eléctricos y el registro de energía, así como de la calidad de la misma.	
Medidor de iluminación Luxómetro Proskit MT 4017	Medidor de intensidad lumínica, es un instrumento de medición de iluminancia con la unidad internacional el lux.	

## **RESULTADOS**

### **Levantamiento y recopilación de datos**

Para efecto de este proyecto de tesis se recopiló información desde enero de 2017 hasta diciembre de 2017, no se considerará parte del estudio la información del 2018 debido a que no representa un periodo o ciclo completo, la información requerida se basa en:

- Planillas o facturas de consumo eléctrico, periodo: enero 2017 – diciembre 2017.
- Unidades producidas en el año 2017.
- Planos de diferentes áreas de la empresa, civiles y eléctricos.

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

**Datos de consumo Eléctrico**

Tabla 3. Planillas de Consumo Eléctrico año 2017

Año	MES	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	CONSUMO ANUAL
2017	desde:	13/12/2016	13/1/2017	13/02/2017	13/03/2017	13/04/2017	15/05/2017	15/06/2017	13/07/2017	14/08/2017	14/09/2017	13/10/2017	16/11/2017	13/12/2016
	hasta:	13/1/2017	13/02/2017	13/03/2017	13/04/2017	15/05/2017	15/06/2017	13/07/2017	14/08/2017	14/09/2017	13/10/2017	16/11/2017	15/12/2017	15/12/2017
	<b>Consumo</b> 07h - 22h (kwh):	7,610	5,481	6,158	8,988	6,161	7,110	6,006	7,908	6,667	5,669	7,070	4,784	
	<b>Consumo</b> 22h - 07h (kwh):	3,634	3,361	3,555	1,979	3,803	2,994	2,258	3,000	2,895	2,667	2,994	1,604	
	<b>Total Consumo</b> 2017 (kwh):	11,244	8,842	9,713	10,967	9,964	10,104	8,264	10,908	9,562	8,336	10,064	6,388	114,356
	<b>Valor \$</b>	\$ 1,100.11	\$ 1,008.65	\$ 953.21	\$ 927.65	\$ 877.80	\$ 986.55	\$ 876.51	\$ 814.37	\$ 941.31	\$ 842.54	\$ 982.64	\$ 1,060.63	<b>\$ 11,371.97</b>
	<b>Reactiva</b>	1,436	1,614	1,401	1,204	1,290	1,355	1,287	1,102	1,230	1,066	1,295	1,440	15,720

(Fuente: Dep. Contabilidad, RVR Transformadores, 2018).

En la Tabla 3 se observa que el mayor consumo de energía se vé reflejado en el horario de 07h a 22h, lo que implicó que en ese horario se realizaran las mediciones como punto de partida. La gráfica 3 muestra la evolución de l consumo mes a mes de la planta industrial, la cual basa su medición a las lecturas proporcionas por la Empresa Eléctrica Quito. (TARIFA GENERAL B.4.3 C) correspondiente a BAJO Y MEDIO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA). [3].

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES**

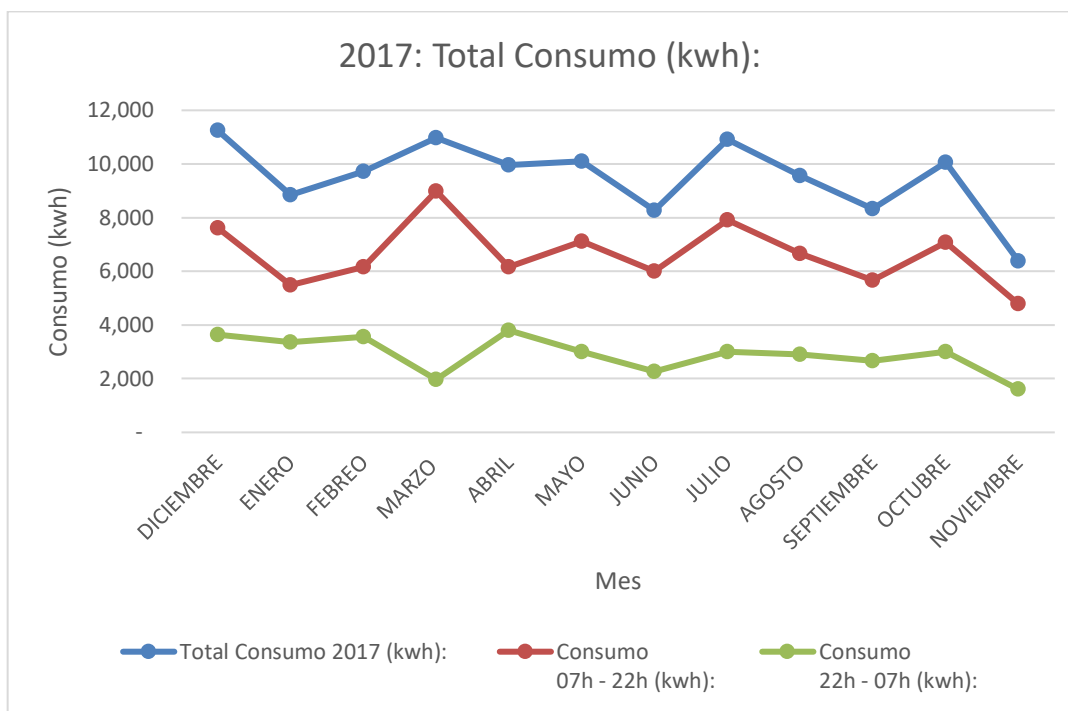


Figura 3. Consumo de energía eléctrica año 2017 en kWh.  
(Fuente: propia).

**Datos de Unidades Producidas en 2017**

Para el efecto se recolectó datos de unidades producidas mes a mes en el 2017. Información que fue remitida por el departamento técnico de la empresa RVR Transformadores.

Tabla 4. Unidad de Producción

<b>Año 2017</b>	<b>Unidades de Producción (Trafos/mes)</b>
<b>Diciembre</b>	50
<b>Enero</b>	58
<b>Febrero</b>	69
<b>Marzo</b>	61
<b>Abril</b>	21
<b>Mayo</b>	58
<b>Junio</b>	32
<b>Julio</b>	43
<b>Agosto</b>	28
<b>Septiembre</b>	55
<b>Octubre</b>	30

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

<b>Noviembre</b>	21
<b>Total:</b>	<b>506</b>
<b>Promedio:</b>	<b>42</b>

(Fuente: propia sobre datos de producción proporcionados por RVR).

### Mediciones y análisis del sistema de eléctrico

Se realizó el levantamiento de la demanda en la planta industrial de la empresa, a través de un estudio de carga, subdividido en los procesos descritos anteriormente, que forman parte de la producción y elaboración de un transformador. (Ver Anexo 1).

### Sistema de iluminación

Se realizó una campaña de inspección y medición de iluminación de la planta industrial, obteniendo los siguientes datos de consumo:

Tabla 5. Luminarias y Potencia instalada.

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Número de Luminarias</b>	<b>Potencia Total por tipo de luminarias (kW)</b>
L1	Luminaria fluorescente 3x32W/120V para cielo falso, con equipo electrónico completo, incluye celda brillante.	96	20,00	1,92
L Hg	Luminaria Tipo Mercurio Halogenado 220V 400 W	400	32,00	12,80
			<b>TOTAL =</b>	<b>14,72</b>

(Fuente: propia).

Una vez realizada la medición en las luminarias existentes, se pudo observar que el consumo energético es elevado, respecto del área que cubre la iluminación, obteniendo 600 lúmenes en el área de trabajo. Lo recomendado en áreas de trabajo industriales es de 300 lúmenes, lo que quiere decir que la planta se encuentra sobre iluminada y que consume en un 2 a 1 la energía.

[7]

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

**Matriz Energética por carga instalada de Electricidad por Usos Significativos finales USEn.**

La matriz de carga instalada de USEn Eléctricos de la planta industrial, está compuesta por:

- Iluminación
- Equipos eléctricos para bobinado.
- Equipos eléctricos para ensamblado.
- Equipos eléctricos para secado.
- Equipos eléctricos para pintado.
- Otros.

Para obtener este cuadro resumen, se levantó proceso por proceso y en lo posible en cada uno de los ambientes de la planta industrial., tanto la carga instalada de iluminación cuanto los equipos en los diferentes procesos para elaboración de transformadores.

Tabla 6. Usos Significativos de Energía Eléctrica por área.

<b>USEn Electricidad</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>Demanda kW</b>	<b>Porcentaje Consumo</b>	<b>Horas de Trabajo Mensual</b>	<b>kW/mes</b>
Ensamblado de Chasis	22,80	22,89%	60	1.094,3
Bobinado	9,65	9,69%	70	540,5
Ensamblado de núcleos	11,78	11,83%	70	659,8
Armado de transformador	4,63	4,65%	80	296,3
Pintado	15,11	15,17%	100	1.208,7
Ensamblaje Final	13,61	13,66%	100	1.088,7
Bodega	3,68	3,70%	160	471,6
Iluminación planta	14,72	14,78%	160	1.884,2
Equipos de Oficina	3,63	3,65%	160	464,8
<b>TOTAL</b>	<b>99,62</b>	<b>100,00%</b>	<b>960,00</b>	<b>7.708,9</b>

(Fuente: propia).



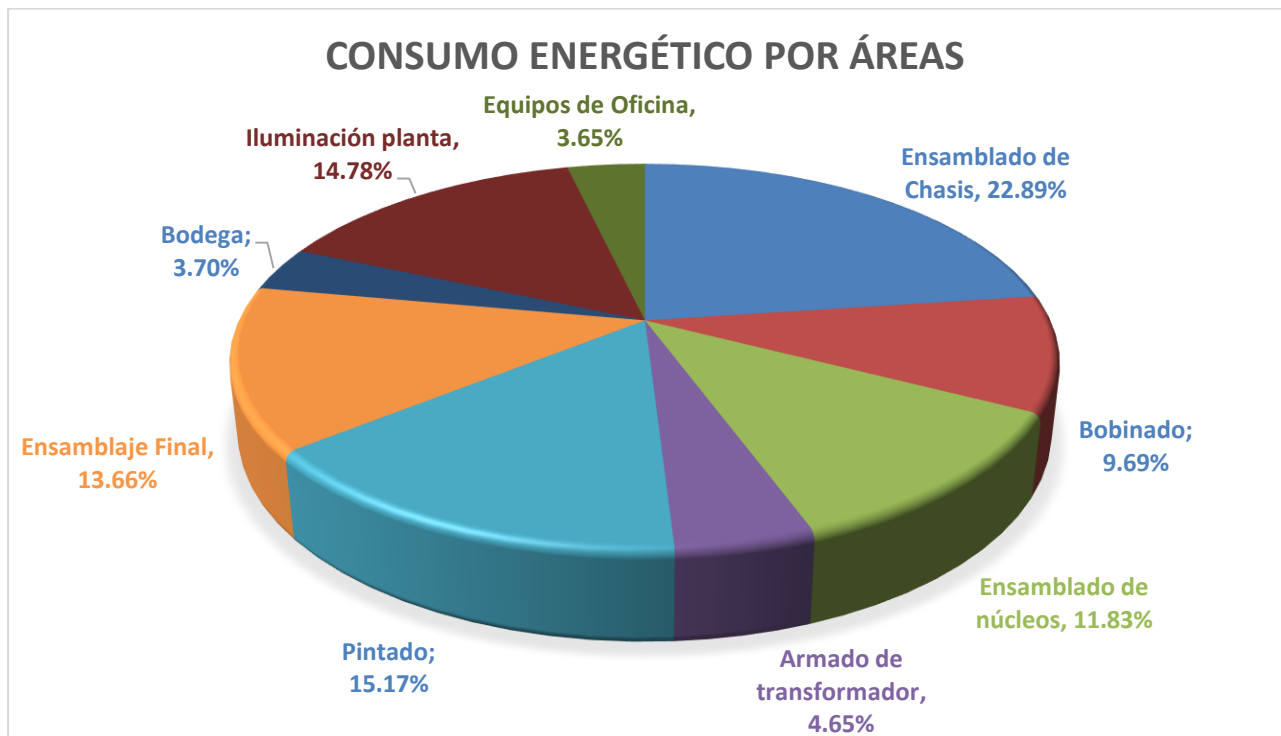


Figura 4. Usos Significativos de Energía en la planta industrial.  
(Fuente: propia).

En la tabla 6, se puede observar el consumo de los diferentes usos significativos de la planta mensual (promedio), siendo el ensamblado de chasis, el pintado y la iluminación, los que más consumen en la planta industrial. Consumo que se ve representado en la figura 4, respecto de los demás procesos que se ven inmersos en la fabricación de transformadores. Lo que permitió visualizar hacia donde apuntar para encontrar mejoras y oportunidades de optimización en el sistema de producción de la empresa.

### Pareto

Aplicando Pareto a los diferentes equipos que intervienen dentro de los procesos de fabricación de transformadores, se obtuvo lo siguiente:

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

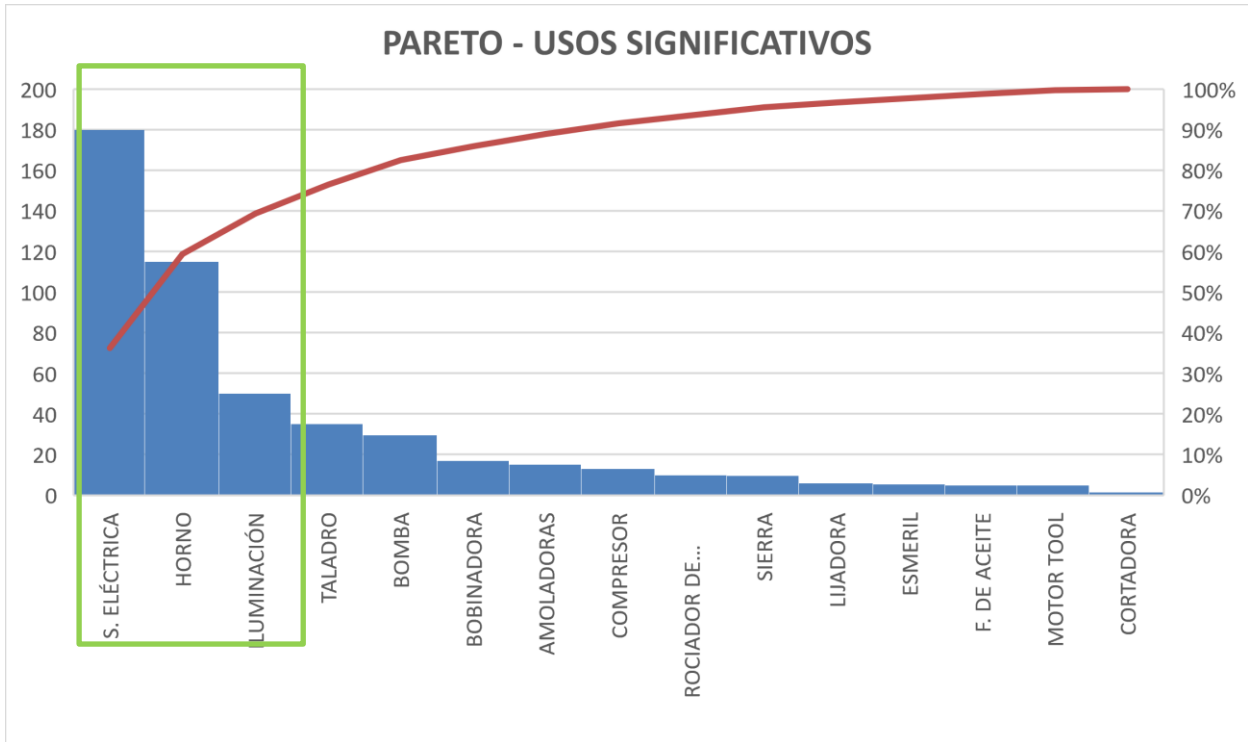


Figura 5. Pareto de usos significativos  
(Fuente: propia).

De este cuadro se determinó que el principal USEn es el proceso de ensamblado de chasis como carga instalada, este proceso cuenta con equipos como: soldadoras eléctricas, las cuales son de uso repetitivo y resultan cargas continuas por lo que su aporte al consumo es alto y determinante.

El segundo uso final es el Pintado integrada por hornos eléctricos principalmente como mayores consumidores de energía.

La tercera es la iluminación ya que cuenta con una cantidad considerable de Luminarias Tipo Mercurio Halogenado a 220V de 400 W cada una y Luminarias fluorescentes 3x32W/120V para cielo falso, con equipo electrónico completo, incluye celda brillante.

### Variable Significativa

El comité energético de la empresa, determinó que la variable significativa objeto de análisis sea, la Unidad de Producción Equivalente, es decir que se van a considerar todas las unidades de transformadores producidos mes a mes durante el año 2017.

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

**Unidad de Producción Equivalente**

Dentro del proceso de producción de transformadores, y una vez tabulados los datos, se encontró que la empresa fabrica transformadores de las siguientes potencias:

- 300 kVA
- 400 kVA
- 1 mVA
- 2 mVA.

Lo que implicó realizar una equivalencia en unidad de energía (kW/H), de cada una de las unidades producidas descritas anteriormente.

Para lo cual y en conjunto con el gerente técnico de la empresa, se decidió realizar 2 mediciones de consumo de energía en las unidades de 300 kVA y 1 mVA.

- **Con fecha 25 de agosto se realizó la medición de la unidad de 300 kVA, obteniendo los siguientes datos:**

Tabla 7. KWH consumidos en UP de 300 Kva

<b>Unidad Producida de 300 kVA</b>				
<b>USEn Electricidad</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>Corriente Medida (Amp)</b>	<b>Horas Diarias Trabajo</b>	<b>Potencia Medida en KW</b>	<b>Potencia Medida en KWH</b>
Ensamblado de Chasis	36.69	1.30	13.98	18.17
Bobinado	27.39	2.30	10.44	24.01
Ensamblado de núcleos	17.43	3.50	6.64	23.25
Armado de transformador	8.87	3.00	3.38	10.14
Pintado	25.26	3.00	9.63	28.88
Ensamblaje Final	30.56	5.00	11.64	58.22
Iluminación	9.58	8.00	3.65	29.20
Equipos de Oficina	4.53	8.00	1.73	13.81
<b>TOTAL</b>			<b>61.09</b>	<b>205.68</b>

(Fuente: propia sobre datos obtenidos en UP 300 kVA).

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

La tabla 7, muestra el consumo diario que requiere una unidad de 300 kVA, para ser producida.

- **Con fecha 15 de septiembre se realizó la medición de la unidad de 1 mVA, obteniendo los siguientes resultados:**

Tabla 8. KWH consumidos en UP de 1 mVA

<b>Unidad Producida de 1 MVA</b>				
<b>USEn Electricidad</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>Corriente Medida (Amp)</b>	<b>Horas Diarias Trabajo</b>	<b>Potencia Medida en KW</b>	<b>Potencia Medida en KVA</b>
Ensamblado de Chasis	42.94	3.00	16.36	49.09
Bobinado	35.79	3.00	13.64	40.91
Ensamblado de núcleos	26.51	4.00	10.10	40.41
Armado de transformador	8.87	3.00	3.38	10.14
Pintado	25.26	3.00	9.63	28.88
Ensamblaje Final	30.56	5.00	11.64	58.22
Iluminación	9.58	8.00	3.65	29.20
Equipos de Oficina	4.53	8.00	1.73	13.81
<b>TOTAL</b>			<b>70.13</b>	<b>270.66</b>

(Fuente: propia sobre datos obtenidos en UP 1 mVA).

La tabla 8, en cambio muestra el consumo diario que requiere una unidad de 1 MVA, para ser producida.

- **Con los datos obtenidos se pudo determinar valores estimados de consumo para las unidades de 400 kVA y 2 mVA. Así,**

Tabla 9. KWH consumidos en UP de 400 kVA

<b>Unidad Producida de 400 kVA</b>				
<b>USEn Electricidad</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>Corriente Medida (Amp)</b>	<b>Horas Diarias Trabajo</b>	<b>Potencia Medida en KW</b>	<b>Potencia Medida en KVA</b>
Ensamblado de Chasis	38.07	2.00	14.51	29.01
Bobinado	28.19	3.00	10.74	32.23
Ensamblado de núcleos	17.45	3.50	6.65	23.27
Armado de transformador	8.87	3.00	3.38	10.14
Pintado	25.26	3.00	9.63	28.88

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

Ensamblaje Final	30.56	5.00	11.64	58.22
Iluminación	9.58	8.00	3.65	29.20
Equipos de Oficina	4.53	8.00	1.73	13.81
<b>TOTAL</b>			<b>61.92</b>	<b>224.76</b>

(Fuente: propia sobre datos obtenidos en UP 400 kVA).

La tabla 9, muestra el consumo diario que requiere una unidad de 400 kVA, para ser producida.

Tabla 10. KWH consumidos en UP de 2 mVA

<b>Unidad Producida de 2 MVA</b>				
<b>USEn Electricidad</b>				
<b>ÁREA</b>	<b>Corriente Medida (Amp)</b>	<b>Horas Diarias Trabajo</b>	<b>Potencia Medida en KW</b>	<b>Potencia Medida en KVA</b>
Ensamblado de Chasis	42.34	3.00	16.13	48.40
Bobinado	48.12	4.30	18.34	78.85
Ensamblado de núcleos	22.25	4.30	8.48	36.46
Armado de transformador	8.87	3.00	3.38	10.14
Pintado	25.26	3.00	9.63	28.88
Ensamblaje Final	30.56	5.00	11.64	58.22
Iluminación	9.58	8.00	3.65	29.20
Equipos de Oficina	4.53	8.00	1.73	13.81
<b>TOTAL</b>			<b>72.98</b>	<b>303.96</b>

(Fuente: propia sobre datos obtenidos en UP 2 mVA).

La tabla 10, muestra el consumo diario que requiere una unidad de 400 kVA, para ser producida.

Con las mediciones obtenidas en las tablas 7, 8, 9 y 10, se pudo identificar el consumo de energía que se requiere para producir una unidad de cada tipo descrito anteriormente. Lo cual permitió realizar una comparación entre las mismas y determinar que mientras más grande es el bobinado a producir por la potencia del transformador, mayor es el consumo de energía en el proceso. Por lo cual una unidad de 300 kva, se produce en menor tiempo que una unidad de 2 mVA.

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

**Línea base del consumo energético**

<b>Factor</b>		<b>1.00</b>	<b>1.09</b>	<b>1.32</b>	<b>1.48</b>	
<b>Potencia Requerida kw/h</b>		<b>205.68</b>	<b>224.76</b>	<b>270.66</b>	<b>303.96</b>	
<b>Unidad Producida</b>		<b>300 KVA</b>	<b>400 KVA</b>	<b>1 MVA</b>	<b>2 MVA</b>	<b>U. Producida Equiva.</b>
<b>Diciembre</b>	30.00	6.00	8.00	13.00	3.00	
2016		6.00	8.74	17.11	4.43	<b>36.28</b>
<b>Enero</b>	58.00	39.00	18.00	1.00		
		39.00	19.67	1.32		<b>59.99</b>
<b>Febrero</b>	69.00	22.00	34.00	13.00		
		22.00	37.15	17.11		<b>76.26</b>
<b>Marzo</b>	61.00	41.00	20.00			
		41.00	21.86			<b>62.86</b>
<b>Abril</b>	21.00	11.00	8.00		2.00	
		11.00	8.74		2.96	<b>22.70</b>
<b>Mayo</b>	58.00	25.00	14.00	15.00	4.00	
		25.00	15.30	19.74	5.91	<b>65.95</b>
<b>Junio</b>	32.00	7.00	25.00			
		7.00	27.32			<b>34.32</b>
<b>Julio</b>	43.00	38.00	5.00			
		38.00	5.46			<b>43.46</b>
<b>Agosto</b>	28.00	28.00				
		28.00				<b>28.00</b>
<b>Septiembre</b>	55.00	35.00	10.00	7.00	3.00	
		35.00	10.93	9.21	4.43	<b>59.57</b>
<b>Octubre</b>	30.00	24.00	6.00			
		24.00	6.56			<b>30.56</b>
<b>Noviembre</b>	21.00	8.00	11.00		2.00	
2017		8.00	11.15		2.15	<b>21.31</b>
<b>Total</b>	<b>506.00</b>	<b>284.00</b>	<b>159.00</b>	<b>49.00</b>	<b>14.00</b>	

(Fuente: propia).

Con la información obtenida en el cálculo de la variable significativa y representada en la línea base, se pudo calcular el factor de referencia equivalente, es decir, considerando como base las unidades de 300 kVA, se identificó cuántas unidades equivalente se produjo de cada tipo de transformador, así: 300 kva, factor 1, unidad de 400 kva, factor 1.09, unidad de 1 mVA, factor 1,32, unidad de 2 mVA, factor 1.48. Comparación que nos permite identificar mes por mes cuántas unidades fueron producidas en el año 2017, respecto de la base escogida.

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

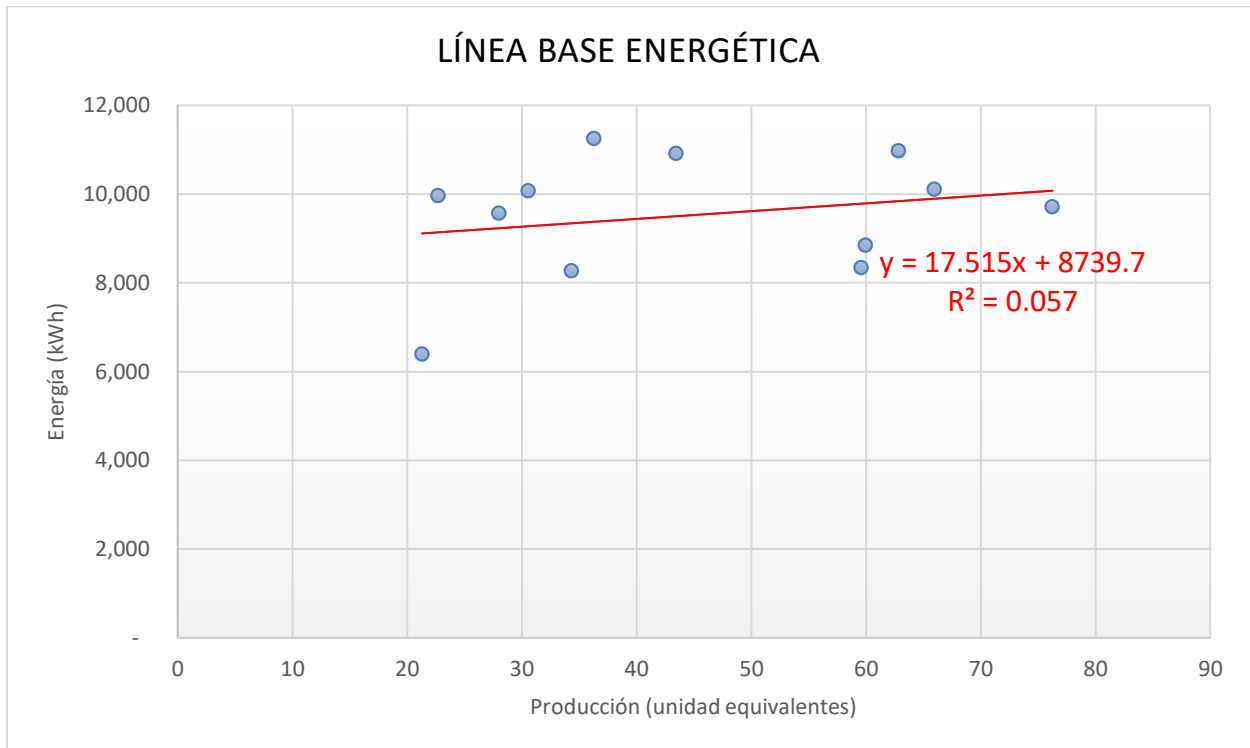


Figura 6. Línea base del Consumo Eléctrico, diciembre 2016 – noviembre 2017.  
(Fuente: Propia).

La línea base representada en la figura 6, representa de forma lineal el consumo de la energía eléctrica en función de la producción de unidades de transformadores por mes en el año 2017. El coeficiente de correlación o determinación  $R^2$ , es de 0.057, el cual indica una baja correlación entre la energía y la producción.

La dispersión de puntos de la figura 6, muestra que la empresa no cuenta con un adecuado control respecto al registro de información de su sistema del cual se proporcionó las unidades producidas mes por mes. Esto no permitió establecer un patrón de incidencia de consumo de las unidades producidas en el año 2017.

### Reporte de Auditoría

Concluido el proceso de auditoría, se presenta a través de un reporte técnico los resultados obtenidos de la auditoría eléctrica. El cual se adjunta en el Anexo 2.

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

**Plan de Acción**

Una vez que se ha identificado los USEn, las líneas base ELB, se pudo visualizar varias medidas que pueden ser simples, otras más complejas y que tienen inversiones de capital más altas que deben ser evaluadas para determinar si son adecuadas y el tiempo de retorno de dichas inversiones serán adecuados.

**Sistema de Soldadura**

El sistema de soldadura existente contempla sueldas eléctricas con gran consumo mensual de energía, por lo que se planteó la suelda de punto, la cual aumentando la potencia, mejora el tiempo de utilización de la máquina. Con lo cual se planteó el siguiente cuadro de ahorro a la gerencia:

Tabla 11. Comparativo suelda convencional vs. Suelda punto por punto.

Suelda Eléctrica Convencional					Suelda Eléctrica por Punto				
Item	Descripción	Potencia (kVA)	Número de Sueldas	Potencia Total por sueldas (kVA)	Item	Descripción	Potencia (W)	Número de Sueldas	Potencia Total por sueldas (kVA)
1	Suelda Eléctrica, Lincon Eléctric	22800	1.00	22.80	1	Suelda de Punto	20000	2.00	40.00
2	Suelda Eléctrica, English Electric	12700	1.00	12.70					
<b>TOTAL =</b>				<b>35.50</b>	<b>TOTAL =</b>				<b>40.00</b>
Horas mes de trabajo =				140.00	Horas mes de trabajo =				110.00
Total Anual kWh =				47,712.00	Total Anual kWh =				42,240.00
<b>Ahorro Anual kWh =</b>				<b>5,472.00</b>					

Este ahorro de 5,472.00 kw/h, representa para la empresa un ahorro anual de 339,26 USD, es decir el 5% del consumo total. Esto muestra una reducción de 2.77 [Ton CO2/kWh] en sus emisiones al ambiente.

**Sistema de secado mediante Hornos**

El sistema de secado mediante hornos por el momento no tiene la viabilidad de la gerencia de la empresa de modificar o reemplazar los equipos, mediante una tecnología nueva y mayormente eficiente; por lo que se propone un sistema automatizado de control mediante un programable lógico controlado (PLC), con lo cual se pretende establecer el período de tiempo necesario para



**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

secar y de esta manera contrarestar el tiempo que el horno innecesariamente debe estar prendido hasta que el operador apague el sistema.

Tabla 12. Comparativo horno de secado vs. Horno de secado

Horno Eléctrico					Horno Eléctrico				
Item	Descripción	Potencia (kVA)	Número de Sueldas	Potencia Total por sueldas (kVA)	Item	Descripción	Potencia (W)	Número de Sueldas	Potencia Total por sueldas (kVA)
1	Horno Industrial Grande	14000	1.00	14.00	1	Horno Industrial Grande	14000	1.00	14.00
2	Horno Industrial Grande	9600	1.00	9.60	2	Horno Industrial Grande	9600	1.00	9.60
3	Horno Industrial Grande	4000	1.00	4.00	3	Horno Industrial Grande	4000	1.00	4.00
<b>TOTAL =</b>				<b>13.60</b>	<b>TOTAL =</b>				<b>13.60</b>
Horas mes de trabajo =				100.00	Horas mes de trabajo =				75.00
Total Anual kWh =				13,056.00	Total Anual kWh =				9,792.00
<b>Ahorro Anual kWh =</b>				<b>3,264.00</b>					

Este ahorro de 3,264.00 kw/h, representa para la empresa un ahorro anual de 202,37 USD, es decir el 3% del consumo total. Esto muestra una reducción de 1.65 [Ton CO2/kWh] en sus emisiones al ambiente.

### Sistema de Iluminación

La iluminación existente es antigua y con una tecnología que resulta hoy por hoy no amigable con el ambiente, por lo que se propone al consejo de energía de la empresa, cambiar la iluminación existente por lamparas con tecnología led., respetando la normativa de iluminación de 300 lúxes en área de trabajo (NEC 2013). Con lo cual se obtuvo el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 13. Comparativo iluminación existente vs. Iluminación LED propuesta

**MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR  
TRANSFORMADORES**

Luminarias Existentes					Luminarias LED Propuestas				
Item	Descripción	Potencia (W)	Número de Luminarias	Potencia Total por tipo de limunarias (kVA)	Item	Descripción	Potencia (W)	Número de Luminarias	Potencia Total por tipo de limunarias (kVA)
1	Luminaria fluorescente 3x32W/120V para cielo falso, con equipo electronico completo, incluye celda brillante.	96	20.00	1.92	1	Luminaria Led tipo T8 6500 k, 2x27W	40	54	2.16
2	Luminaria Tipo Mercurio Halogenado 220V 400 W	400	32.00	12.80	2	Reflector Kunix LED 100W 6000 k	64	100	6.40
<b>TOTAL =</b>				<b>14.72</b>	<b>TOTAL =</b>				<b>8.56</b>
Horas mes de trabajo =				160.00	Horas mes de trabajo =				160.00
Total Anual kWh =				22,609.92	Total Anual kWh =				13,148.16
<b>Ahorro Anual kWh =</b>				<b>9,461.76</b>					

Este ahorro de 9,461.76 kw/h, representa para la empresa un ahorro anual de 586.63 USD, es decir el 8% del consumo total. Esto muestra una reducción de 4.79 [Ton CO2/kWh] en sus emisiones al ambiente.

### **Estructuración Del Sistema De Gestión Energético**

Las responsabilidades de la alta dirección pueden ser:

- Crear el comité de gestión energética CGEn.
- Nombramiento del delegado o representante del CGEn
- Comunicar la importancia, funciones y beneficios del SGen.
- Provisión de recursos económicos, humanos e incentivos del SGen.
- Planteamiento de metas del SGen: las metas que plantee la gerencia general serán medibles y cuantificables, basadas en los resultados de la auditoría energética.
- Determinar junto con el CEn, los indicadores energéticos más relevantes IDENs y propios de la organización: los indicadores deben ser establecidos en bases a los resultados de la auditoría energética. Los IDENs determinados en el presente estudio pueden ser considerados como los valores de partida.
- Revisión y aprobación de informes anuales o semestrales. parciales.
- Evaluación de nuevas metas:
- Difusión de logros: la difusión de logros se lo hará por medios escritos (Fuente, ISO 50001).

## Política Energética

Como parte del diseño del SGEN, se plantea para la empresa 8 políticas fundamentales que pueden ser adoptadas por la empresa, sin restringir a que estas pueden ser mejoradas, ampliadas, disminuir o incrementar las mismas.

Formato para presentación de políticas energéticas:

### POLÍTICA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y APROVECHAMIENTO EFICIENTE

RVR Transformadores, dedicada a prestar servicios de producción de transformadores con calidad y calidez, en el ámbito de la asistencia especializada, está comprometido a considerar a la Gestión de la Energía y su aprovechamiento eficiente, como puntales de su desarrollo en todas sus actividades, a través de:

- 1) Optimizar los procesos de producción de transformadores y promover la sostenibilidad ambiental para lograr un uso eficiente de la energía y recursos.
  - 2) Realizar mejoras continuas en el SGEN (Sistema de Gestión Energética) garantizando un mejor desempeño energético.
  - 3) Garantizar el acceso a la información, así como los recursos necesarios para alcanzar las metas y objetivos energéticos planteados.
  - 4) Cumplir con requisitos legales y los que son aceptados por la empresa, que apliquen a la mejora del SGEN y al uso eficiente de energía.
  - 5) Apoyar la compra de productos y servicios energéticamente eficientes, así como diseños y prácticas de uso eficiente de energía.
  - 6) Documentar toda la información relacionada al desarrollo del SGEN y el desempeño energético.
  - 7) Supervisar continuamente el SGEN.
  - 8) Comunicar la política energética a todo el personal de la empresa, para cuyo efecto estará disponible al público en general y a las partes interesadas de manera permanente.
- Octubre 2018

(firma) \_\_\_\_\_  
Nombre:.....  
DIRECTOR/GERENTE

#Doc: 00001

(Fuente: propia).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Representa una buena práctica implementar la auditoría energética, dentro de la planta industrial, ya que sirvió de punto de partida para el diagnóstico preliminar y así determinar el consumo de la energía en la planta industrial. Este procedimiento permitió identificar los principales consumidores de energía dentro del proceso de fabricación de transformadores, lo que constituye un rubro importante en el gasto de energía eléctrica y se ve reflejado en el pago de la facturación mensual de la misma, visualizando que los mayores demandantes de energía son: la suelda eléctrica con 22.89%, el horno de secado con 15.17% y la iluminación con el 14,78% (Tabla 6).

Esta auditoría eléctrica energética permitió además identificar falencias en el mal manejo de la información de la empresa, obteniendo unidades con fechas no definidas de producción, unidades considerados fuera del período de producción, entre otras; esto conllevó al desarrollo y análisis de una línea base determinada por una variable significativa equivalente. Este proceso de cálculo de la variable equivalente fue determinado por el consumo medido en cada uno de los equipos que intervienen en el proceso de fabricación de los transformadores a través de un estudio de carga y demanda (Anexo 1). Sin embargo al realizar el cálculo del coeficiente de correlación o de determinación R, se obtuvo un valor menor a 0.5, lo que indica la falta de correlación respecto a la variable significativa.

Sin embargo, esta falta de correlación, estableció la pauta para determinar oportunidades de mejora, en el proceso de fabricación de los transformadores, con lo cual se vió la necesidad de buscar un plan de acción respecto a estos grandes consumidores de energía.

En conclusión, con la gestión realizada se pudo conseguir un ahorro del 15.91% respecto del consumo energético en el año 2017. Con lo cual el cambio de suelda eléctrica, a suelda eléctrica de punto por punto, optimizará el tiempo de uso de la máquina en un 21%, obteniendo un ahorro anual de 5,472.00 kw/h, resultando un ahorro en dólares de 339,26 USD y reduciendo las emisiones en 2.77 Ton de CO<sub>2</sub> al año.

La implementación de un tablero de control automatizado, garantizará el tiempo adecuado de encendido y apagado del horno de secado, optimizando el tiempo de uso del equipo en un 25%. Logrando un ahorro de 3,264.00 kw/h de consumo, que representa 202,37 USD anual y reduciendo en 1.65 Ton las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

## MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA RVR TRANSFORMADORES

Respecto al sistema de iluminación, el cambio a tecnología LED, beneficiará en un ahorro significativo a la empresa, pero primero se deberá considerar una inversión inicial con la cual se compraran luminarias de potencias más adecuadas y manejables. Sin embargo el ahorro sería de 9,461.76 kw/h respecto del consumo, siendo 586,63 USD y reduciendo en 4,79 Toneladas las emisiones de CO<sub>2</sub>, a la atmósfera.

Se recomienda a la empresa, establecer un proceso que permita administrar de mejor manera el manejo de la información y así evitar datos erróneos en su producción.

Se debe considerar también, completar la auditoría en los lugares en los cuales no se tuvo acceso en la planta industrial. Es decir, completar en tuberías, conductores, tableros de distribución en casa de máquinas y generadores eléctricos, lo cual representa un 10% de la planta industrial.

Igualmente, realizar un seguimiento al consumo energético de la planta y compararlo con el obtenido en la auditoría realizada, para así establecer indicadores que permitan desarrollar más a detalle las oportunidades de ahorro.

Adicionalmente, se deja a criterio de la empresa el continuar con el desarrollo del Sistema de Gestión Energético para la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Michel de Laire Peirano, “Gestión de la Energía e ISO 50001”, Agencia Chilena de Eficiencia, Curso para el sector minería, Diapositivas, 2013.
- [2]. Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN- ISO 50001; Sistemas De Gestión De La Energía. Requisitos Con Orientación Para Su Uso”, Quito, Ecuador, 2012.
- [3]. ARCONEL. PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS (2017). <http://www.regulacioneolica.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/01/Pliego-y-Cargos-Tarifarios-SPEE-2017.pdf>.
- [4]. Albuja Espinosa, Luis Alberto; Baroja Ayala, Vicente Patricio; “Plan piloto para la administración de la demanda y uso racional de la energía eléctrica en un alimentador primario, con carga típica industrial de la Empresa Eléctrica Quito S.A”, Quito, Ecuador, 2001.
- [5]. Ambiente, M. del. Registro Oficial No 349 -Acuerdo Ministerial No. 264. Establecer el Mecanismo para otorgar el Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental "Carbono Neutral# (2014).
- [6]. Ministerio del Ambiente, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, CONELEC, C. (2013). Factor De Emisión De Cos2 Del Sistema Nacional Interconectado Del Ecuador, 24.
- [7]. Norma Ecuatoriana de Construcción [NEC], capítulo 15, INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS, Enero – 2013.
- [8]. MEER. (2016). Plan Nacional de Eficiencia Energética.
- [9]. Ecuador, r. Del. Codificación del reglamento de tarifas eléctricas, NO. 2713 R.O. NO. 598 15 (2002).
- [10]. INEN. (2012). NTE INEN-ISO 50001:2012.
- [11]. Energías Renovables y Eficiencia Energética, Propuesta para superar las barreras de su implementación en Centroamérica, Universidad de Costa Rica, abril 2014.
- [12]. <http://rvrtransformadores.com/w2/gestion-de-calidad/>
- [13]. Antonio Carretero Peña, Juan Manuel García Sánchez, Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora, AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2012.
- [14]. José Alfonso Aranda Usón, Sistemas de gestión de la energía ISO 50001: serie eficiencia energética, Universidad de Zaragoza, 2014.
- [15]. Piedad Fernández Herrero, CÓMO IMPLANTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA SEGÚN LA ISO 50001:2011.