



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA
TECNOESA-ECUADOR**

Realizado por:

LUIS STALIN PATAJALO VILLALTA

Director del proyecto:

Phd. Edilberto Llanes Cedeño

Como requisito para la obtención del título de:

**MÁSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Quito, 18 de marzo 2020

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, LUIS STALIN PATAJALO VILLALTA, con cédula de identidad # 171827682-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a 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.



FIRMA

171827682-5

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR”

Realizado por:

LUIS STALIN PATAJALO VILLALTA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MÁSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

ha sido dirigido por el profesor

EDILBERTO LLÁNES CEDEÑO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

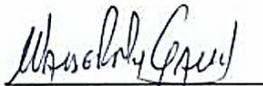
MSc. Walberto Gallegos

MSc. Rodolfo Jefferson Rubio Aguiar

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su

defensa oral ante el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

Quito, 18 de marzo del 2020

DEDICATORIA

A mi madre, que toda mi vida ha estado para guiarme y enseñarme valores que me han formado como persona.

A todos mis seres queridos, por ser quienes me impulsan a ser mejor.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Internacional SEK y a los docentes por las enseñanzas, experiencias compartidas durante este tiempo, a mis compañeros de trabajo quienes me apoyaron cuando lo requería para asistir a clases, y a Dios que siempre ha estado a mi lado para continuar a pesar de momentos difíciles que se presentaron.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ÍNDICE

DECLARACIÓN JURAMENTADA	ii
DECLARATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	23
ESPECÍFICOS	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
ZONA DE ESTUDIO	24
METODOLOGÍA DE CAMPO	25
RESULTADOS	30
PROCESO DE PRODUCCIÓN	30
ESTRATIFICACIÓN	32
DESEMPEÑO ENERGÉTICO	35
ENERGÍA ELÉCTRICA	35

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ENERGÍA TÉRMICA	42
ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA	45
ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	47
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES	60
AGRADECIMIENTO.....	61
REFERENCIAS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Influencia de gastos en energía en los ingresos 2018.....	33
Tabla 2 Consumo de los energéticos de la planta durante el año 2018.....	34
Tabla 3 Producción y límites de control.....	35
Tabla 4 Consumo de electricidad y límites de control.	36
Tabla 5 Datos de producción y consumo de energía eléctrica 2019.	40
Tabla 6 Consumo de GLP y límites de control.	42
Tabla 7 Consumo de GLP durante una jornada de producción.....	45
Tabla 8 Consumo de energía eléctrica en los equipos.....	52
Tabla 9 Desempeño energético de la planta de producción de cilindros.....	57

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Evolución del consumo de energía en diferentes sectores.	14
<i>Figura 2.</i> Consumo de energía en la industria y tipo de combustible en América Latina. ..	15
<i>Figura 3.</i> Línea base energéticas de consumo de electricidad con respecto a la producción.	18
<i>Figura 4.</i> Variación del índice de consumo con respecto a la producción.....	20
<i>Figura 5.</i> Variación de la eficiencia con respecto al tiempo, indicado en la gráfica de índice base 100.	21
<i>Figura 6.</i> Gráfica de sumas acumuladas el cual indica si un proceso o equipo se acerca o se aleja de la eficiencia.	22
<i>Figura 7.</i> Actividades a desarrollar para revisión energética.	25
<i>Figura 8.</i> Diagrama de los procesos de fabricación de cilindros.	31
<i>Figura 9.</i> Diagrama de gastos en combustible y electricidad.....	32
<i>Figura 10.</i> Diagrama de gastos en combustible y electricidad.....	33
<i>Figura 11.</i> Representación de la energía utilizada durante el año 2018.....	34
<i>Figura 12.</i> Gráfico de control de la producción	36
<i>Figura 13.</i> Gráfico de control del consumo de electricidad.	37
<i>Figura 14.</i> Consumo de electricidad y producción vs tiempo, año 2018.....	37
<i>Figura 15.</i> Línea base energética para la electricidad.....	38
<i>Figura 16.</i> Índice de consumo vs producción, para la electricidad.....	39
<i>Figura 17.</i> Indicador de eficiencia base 100 para la energía eléctrica.....	40

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

<i>Figura 18.</i> Gráfico Sumacum para la energía eléctrica.....	41
<i>Figura 19.</i> Gráfico de control del consumo de GLP.....	43
<i>Figura 20.</i> Consumo de GLP y producción vs tiempo, año 2018.....	44
<i>Figura 21.</i> Línea base de la energía vs la producción para el GLP.....	44
<i>Figura 22.</i> Consumo de GLP durante una jornada de trabajo.....	45
<i>Figura 23.</i> Consumo de cada horno por cada hora de trabajo.....	46
<i>Figura 24.</i> Indicador de consumo específico de los hornos.....	46
<i>Figura 25.</i> Curva característica de consumo de potencia eléctrica en la prensa 1.....	47
<i>Figura 26.</i> Curva característica de consumo de potencia eléctrica en la prensa 2.....	48
<i>Figura 27.</i> Curva consumo de potencia eléctrica del cuarto de los compresores.....	48
<i>Figura 28.</i> Curva característica de consumo de potencia de un equipo de suelda.....	49
<i>Figura 29.</i> Curva característica de consumo de potencia de la desengrasadora.....	50
<i>Figura 30.</i> Curva de la potencia consumida en la granalladora.....	50
<i>Figura 31.</i> Potencia consumida por cada equipo.....	51
<i>Figura 32.</i> Indicadores de consumo específico.....	51
<i>Figura 33.</i> Diagrama de pareto de los equipos con uso significativo de la energía.....	52
<i>Figura 34.</i> Línea base meta para la energía eléctrica.....	55
<i>Figura 35.</i> Línea base meta para el GLP.....	56

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Para someter a: Enfoque UTE

To be submitted: *Enfoque UTE*

Análisis de necesidad para la implementación de un sistema de gestión energética en la empresa Tecnoesa- Ecuador

Necessity analysis for the implementation of an energy management system in Tecnoesa- Ecuador

Luis Stalin Patajalo¹ luis_pa_vi@outlook.es

Edilberto Llanes Cedeño^{1*}

Mónica Delgado Yanez^{1*}

¹Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Phd. Edilberto Lláneez, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

Teléfono: 0999759939 email: edilberto.llanes@uisek.edu.ec

Título corto o Running Tittle: **Análisis de necesidad para la implementación de un sistema de gestión energética.**

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

RESUMEN

La energía es fundamental para el desarrollo y economía, el sector industrial constituye uno de los principales consumidores de energía, en Ecuador se ha implementado varias acciones en el sector energético ya que hoy en día es imperativo la toma de acciones para reducir el consumo, por lo que es necesario medir su desempeño energético, el objetivo del presente trabajo es realizar un estudio de necesidad energética en la planta de fabricación de cilindros TECNOESA mediante el análisis de los indicadores de eficiencia energética para la implementación de un sistema de gestión, por lo que se sigue una metodología basada en la norma ISO 50001, en la que se visita las instalaciones, se recolecta datos de consumo energético del año 2018, se hace una revisión energética, hallando que el GLP es el energético más empleado con un 77,5 %, la electricidad el 20,2 %. Se realiza un análisis de la energía eléctrica, mediante el índice base 100 y sumacum del primer semestre del año 2019, se encontró que hay dos periodos de eficiencia y un periodo de ineficiencia, el mayor índice de consumo específico de electricidad es de 0,71 kwh/ cilindro, en el GLP es necesario discriminar los usos, tanto del tratamiento térmico y secado de la pintura, obteniendo 0,35 kg/cilindro y 0,40 kg/cilindro respectivamente, en el empleo de la energía eléctrica hay un potencial de ahorro realizando cambios operacionales, para el caso del GLP los datos no son concluyentes y se deben hacer mejoras tecnológicas, finalmente se recomienda realizar un SGE basado en la norma ISO 50001, ya que permite comparar internamente el nivel de eficiencia y proponer planes de acción para mejorar el desempeño energético.

Palabras clave: Glp, electricidad, indicadores de desempeño, línea base, cilindro de gas

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ABSTRACT

Energy is essential for development and the economy, the industrial sector constitutes one of the main consumers of energy, in Ecuador several actions have been implemented in the energy sector, since today it is imperative to take actions to reduce consumption, reason why it is necessary to measure its energy performance, the objective of this work is to carry out a study of energy need in the TECNOESA cylinder manufacturing plant by analyzing energy efficiency indicators for the implementation of a management system, therefore that a methodology based on the ISO 50001 standard is followed, in which the facilities are visited, energy consumption data for the year 2018 is collected, an energy review is made, LPG is the most used energy with a 77.5 %, electricity 20.2%. An analysis of electrical energy is carried out, using the base 100 and sumacum index of the first half of the year 2019, it is found that there are two periods of efficiency and a period of inefficiency, the highest specific electricity consumption index is 0.71 kWh / cylinder, in LPG it is necessary to discriminate the uses, both of the heat treatment and drying of the paint, obtaining 0.35 kg / cylinder and 0.40 kg / cylinder respectively, in the use of electrical energy there is a potential of savings made operational changes, in the case of LPG the data is inconclusive and technological improvements should be made, finally it is recommended to perform a SGE based on the ISO 50001 standard, which allows internal comparison of the level of efficiency and propose action plans to improve energy efficiency.

Keywords: LPG, electricity, energy performance indicators, base line, gas cylinder

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

INTRODUCCIÓN

La energía es fundamental para el desarrollo y economía de todos los países, y el consumo en los últimos años ha sido un fenómeno creciente como se aprecia en la figura 1, el ámbito energético se enfrentan a tres grandes retos: la competitividad relacionada directamente con la disminución de la intensidad energética, la seguridad en el suministro (Carretero & García, 2012), problemas en el medio ambiente ocasionados por los diferentes tipos de energía que se utilizan (Correa Soto et al., 2013). Sobre todo la necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles y hallar formas adecuadas para el uso eficiente de todos los recursos energéticos (Palacios e Hidalgo, 2015).

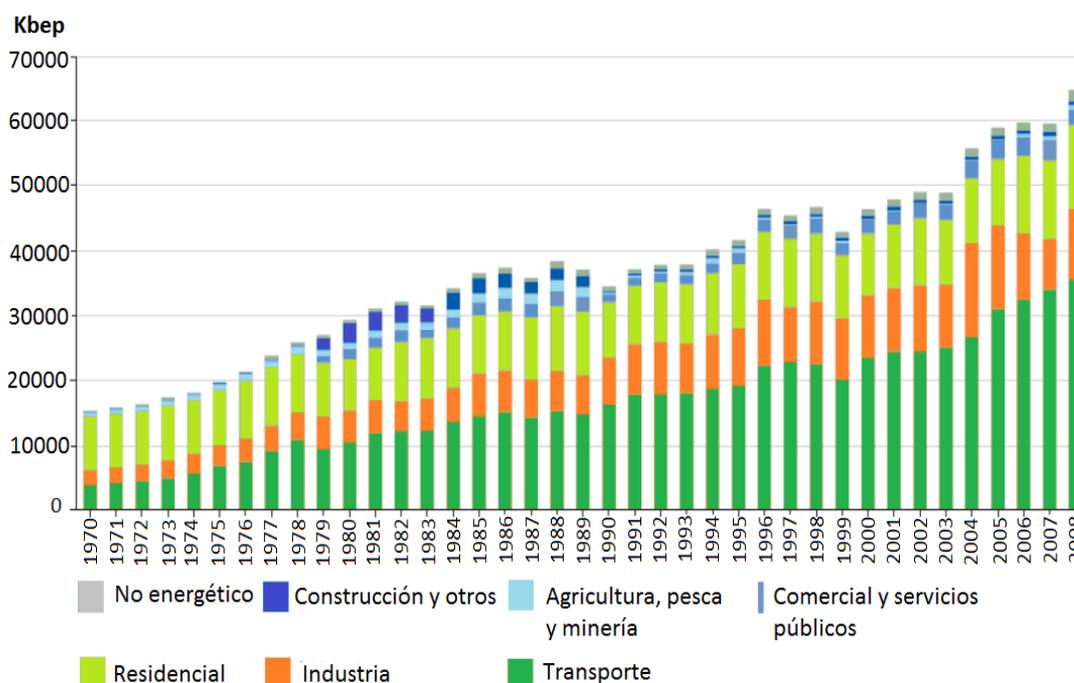


Figura 1. Evolución del consumo de energía en diferentes sectores.

Fuente: Cerrano (2013)

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

El sector de la industria constituye uno de los principales sectores consumidores de energía (figura 2) y generadores de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de otros gases contaminantes (Moreno, 2016), hoy en día se hace imperativo la toma de acciones para reducir el consumo energético en las empresas y así el impacto que el uso irracional de la energía tiene sobre el medio ambiente (Quispe et al., 2008), por lo que el ahorro de energía en el mundo se ha convertido en una necesidad (Llanes Cedeño, 2016).

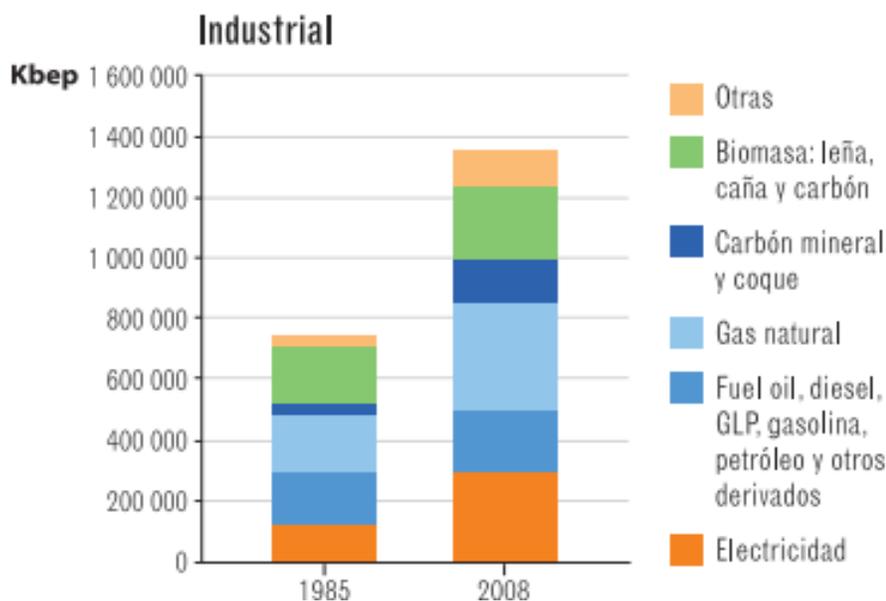


Figura 2. Consumo de energía en la industria y tipo de combustible en América Latina.

Fuente: Cerrano (2013)

En el Ecuador, la Gestión energética estandarizada puede ser una herramienta utilizada en el sector industrial, que consume aproximadamente el 17 % de los recursos

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

energéticos, constituyéndose en uno de los más importantes sectores de uso final de la energía (Cando, 2014), se puede tomar como ejemplo al país vecino Colombia en el cual la gestión energética ha tomado auge debido a una política de desmontaje de subsidios en los precios de energéticos (Álvaro, Burbano, y Álvaro, 2016).

Actualmente en Ecuador, uno de los principales rubros que consume los recursos fiscales es el gasto energético, que se encuentra liderado por el transporte, seguido por el residencial y en tercer lugar la industria con una participación casi constante de 16 % a 19 % (Cando, 2014), es así que el país ha experimentado un constante cambio a nivel de generación de energía eléctrica. Con el fin de abastecer la demanda y cobertura de energía ha incrementado su generación a una tasa medio anual de 5,75 % en el período de 2005 al 2015 (Guayanlema, Fernández, y Arias, 2017).

El coste creciente de la energía que las empresas industriales están viviendo en los últimos años se está convirtiendo en un obstáculo cada vez más claro para su pujanza competitiva (Laskurain, Wulandari, Heras-Zaizarbitoria, y Casadeus, 2015).

Numerosos análisis realizados en diferentes empresas muestran el insuficiente nivel de gestión energética existente (Rodríguez y Perez, 2015), los nuevos requerimientos de mercado y la aplicación de nuevas tecnologías hacen que las empresas deban ser innovadoras y dinámicas para poder mostrar elementos diferenciadores y ser competitivas (Rosero, Tellez, y Prias, 2013), y la forma de reducir el consumo de recursos energéticos sin disminuir la productividad y su calidad es la eficiencia energética, la cual es una

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

alternativa factible y viable que disminuye la necesidad de invertir en nuevas fuentes de generación (Blanco, 2018).

La Ley Orgánica de Eficiencia Energética del Ecuador en el artículo 4 numeral 3, la define a la eficiencia energética como: “ El conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la implementación de diversas medidas de gestión, de hábitos culturales en la comunidad e inversiones en tecnologías más eficientes, sin afectar al confort y calidad de vida de la población (DEL POZO, 2019)”, Vanegas y Castaño (2017) en su estudio Modelos de Gestión Energética menciona que la eficiencia energética es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovable.

Los principales impulsores de las políticas de eficiencia energética a largo plazo son la seguridad del suministro de la energía,(Horta, 2010), para reducir consumos y costos no solo basta con medidas de ahorro y la mejora en los procesos industriales con mejoras tecnológicas sino que es imprescindible la implementación de un plan un Sistema de Gestión Energética (Rodriguez y Perez, 2015).

En marzo de 2012 el INEN adoptó oficialmente la Norma ISO 50001 "Sistemas de Gestión de la Energía” (Rocha, 2018), el propósito de esta Norma es facilitar a las organizaciones a establecer sistemas y procesos para mejorar el desempeño energético

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía (“Norma ISO 50001 2011).

La norma ISO 50001 menciona que la línea base refleja un período especificado, la cual se puede normalizar usando variables que afecten al uso y consumo de la energía y la cual sirve también para calcular ahorros energéticos, como se muestra en la Figura 2.

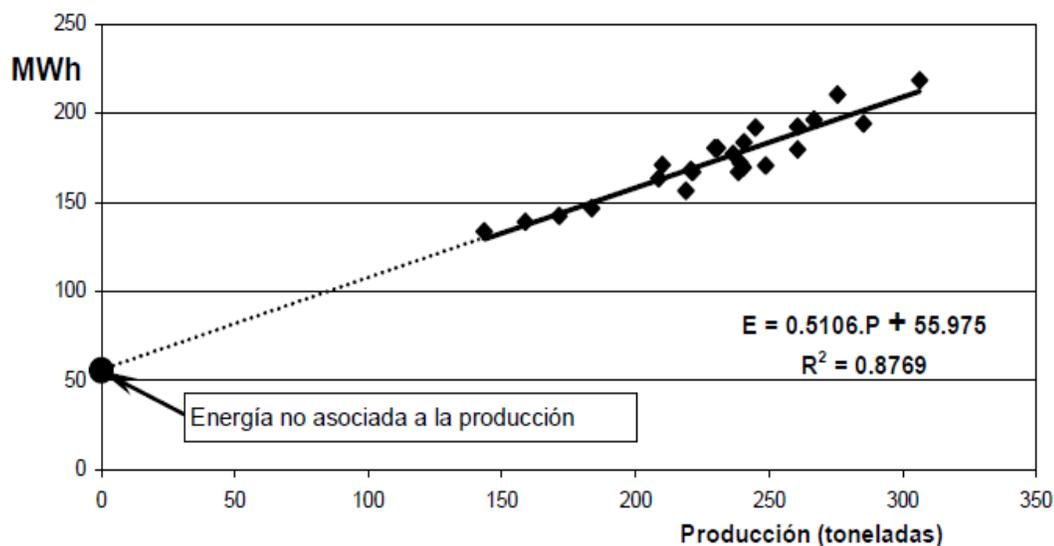


Figura 3. Línea base energéticas de consumo de electricidad con respecto a la producción.

Fuente: Yanes, José, Gaitan, & Geovany (2015)

La Norma ISO 50001 define a los indicadores de desempeño energéticos (IDEn) como un valor cuantitativo o medida del desempeño energético y puede expresarse como una simple medición o un modelo más complejo que deben ser identificados por la

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

organización, debe documentarse y revisarse regularmente y compararse con la línea base energética de una forma apropiada.

Hay que mencionar que el uso de indicadores de desempeño energético son indispensables ya que sirven como base de comparación y monitoreo para controlar y reducir las pérdidas energéticas de las distintas actividades y evaluar los potenciales de reducción de dichas pérdidas, debidas principalmente a la tecnología empleada y hábitos de consumo (Pinzón, Corredor, Santamaría, Hernández, y Cesar, 2012).

Los IDEn han tomado una gran relevancia para la competitividad de las organizaciones modernas, gracias a su estrecha relación con el mejoramiento de la productividad (Pérez y Vera, 2012) permitiendo administrar todo tipo de energía (Álvaro et al., 2016). Ángel Moreno menciona que las industrias ecuatorianas, hasta diciembre 2014, se han ahorrado 16,559 MWh de energía eléctrica que equivale a 1,49 MM USD y 497,617 GJ de combustibles equivalente a 3 280,23 MM USD (Moreno, 2016).

Ecuador ha implementado varias acciones en el sector energético, por lo que es necesario medir su desempeño aplicando indicadores (Guayanlema et al., 2017), los indicadores de desempeño deben permitir establecer el nivel de una condición o un problema como punto de partida para la toma de decisiones a escala empresarial (Pinzón et al., 2012), a continuación se detalla los principales indicadores.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

El indicador de consumo de energía (IC) se define como la relación del consumo de la energía durante el desarrollo de un producto y la producción obtenida con dicha energía utilizada.

En la Figura 3 se presenta un gráfico en la que se observa la influencia de la producción sobre el índice de consumo (Yanes et al., 2015).

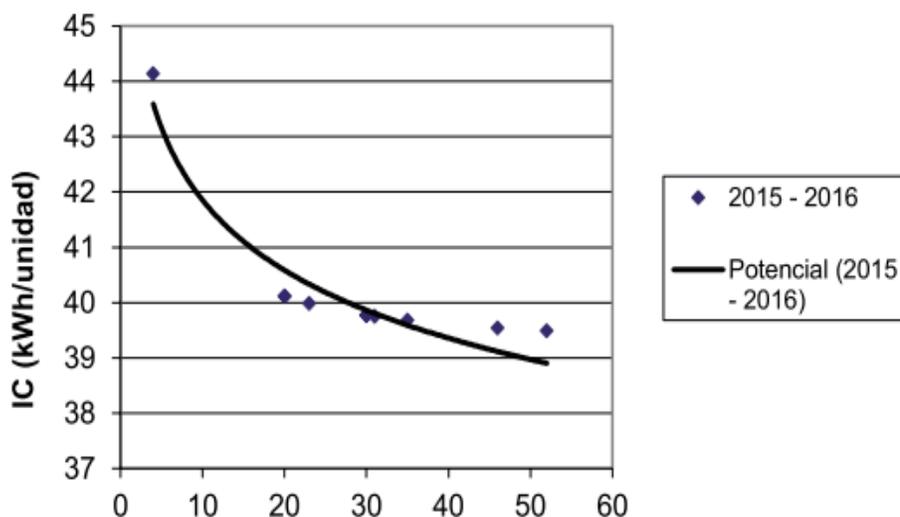


Figura 4. Variación del índice de consumo con respecto a la producción

Fuente: Rocha-hoyos, Tipanluisa, & Reina (2017)

Otro indicador importante es el base 100, que es una herramienta de gestión del área energética, el cual permite comparar el comportamiento de los resultados de consumo energético medidos en un proceso durante un periodo operativo, respecto a los valores de consumo energético base o de tendencia del mismo, tomando como referencia de

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

cumplimiento un valor adimensional de 100, como se aprecia en la Figura 4, la cual consta con una zona de eficiencia y una zona de ineficiencia.

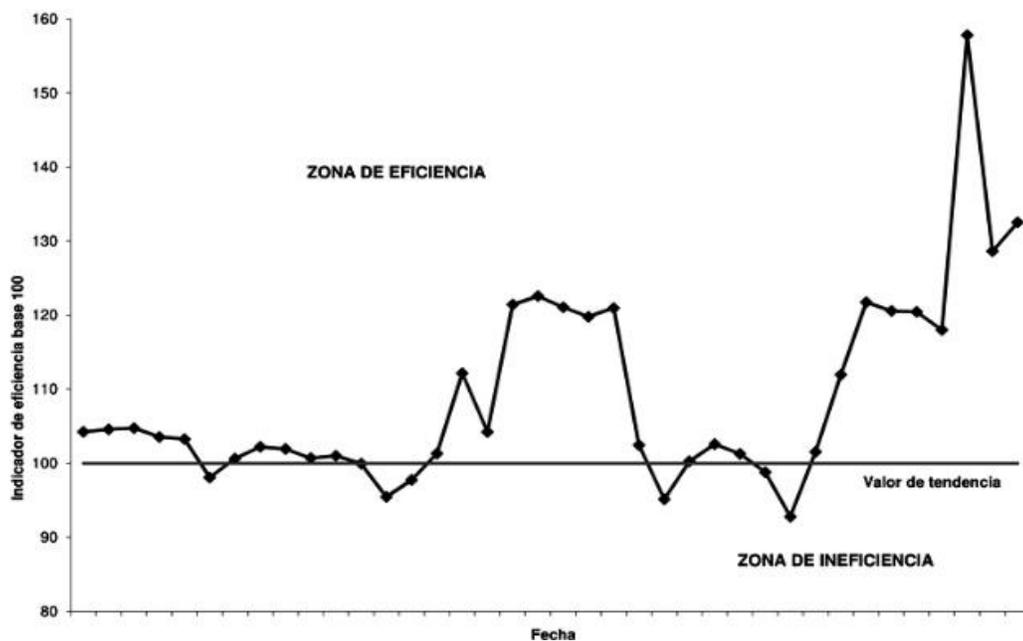


Figura 5. Variación de la eficiencia con respecto al tiempo, indicado en la gráfica de índice base 100.

Fuente: Del Pilar, Gonzales, & Ciro (2013)

El gráfico de tendencia o de sumas acumulado CUSUM de la Figura 5, sirve para monitorear la tendencia de la empresa, área o equipo en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base dado, y determinar cuantitativamente la magnitud de energía que se ha dejado de consumir o se ha sobre consumido hasta el momento de su actualización.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR



Figura 6. Gráfica de sumas acumuladas el cual indica si un proceso o equipo se acerca o se aleja de la eficiencia.

Fuente: Del Pilar et al. (2013)

La industria ecuatoriana es amplia, como es el caso de TECNOESA S.A. que pertenece al área de la metalmecánica, produciendo cilindros de GLP para abastecer buena parte del mercado ecuatoriano tanto para el sector doméstico como industrial, en el transcurso del tiempo ha ido mejorando en tecnología, recurso humano, bienes y servicio, sin embargo, en aspectos importantes como la administración de la energía es poca o casi nula, por eso es necesario conocer el costo de la energía utilizada para la producción, para mejorar el control de los insumos energéticos y la tecnología disponible con el fin de obtener un mejor desempeño energético.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio de necesidad energética en la planta de fabricación de cilindros TECNOESA mediante el análisis de los indicadores de eficiencia energética para la implementación de un sistema de gestión.

ESPECÍFICOS

- Determinar los principales energéticos usados en la fabricación de cilindros de gas doméstico, usando información de la base de datos de la empresa durante un periodo establecido.
- Evaluar el desempeño energético usando líneas bases de energía para el establecimiento de índices de consumos, y creación de otros indicadores, a través de información histórica.
- Medir el consumo de potencia eléctrica y energía térmica en los procesos asociados a la producción mediante muestreo en campo para la estimación e identificación de equipos principales que provocan el mayor uso significativo de recursos energéticos.
- Proponer medidas de ahorro, a partir de los indicadores evaluados con el fin del mejoramiento de la gestión energética.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

HIPÓTESIS: Si se realiza una prueba de necesidad en base al comportamiento energético de la empresa TECNOESA, entonces se podrá evaluar la necesidad de implementación de un sistema de gestión

MATERIALES Y MÉTODOS

ZONA DE ESTUDIO

Tecnoesa S.A. tienen relación directa con Eni Ecuador S.A., está ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito en la Panamericana sur Km 10 ½ y Calle S 43 Camino al Conde E3-08 pasaje E-3A, barrio Pucara y acorde a la demanda del país cuenta con la infraestructura para fabricar cilindros de acero para gas licuado de petróleo (GLP) de 5, 10, 15 y 45 kg de capacidad de acuerdo a las normas vigentes. Siendo la empresa responsable de la calidad de los cilindros que produce y considerando las exigencias del mercado, cumple con todas las normas establecidas por el Instituto de Normalización Ecuatoriano.

En un reportaje realizado por Ecuavisa en julio del año 2017 sobre Tecnoesa S.A. indica que produce mensualmente diez mil cilindros de gas aproximadamente, principalmente para la región sierra, su materia prima son bobinas de lámina de acero, que son aplanadas y llevadas al conformado mecánico en donde adquieren su forma característica, luego de otros procesos los cilindros son llevados a un horno para realizar el tratamiento térmico con la finalidad de eliminar tensiones internas.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

METODOLOGÍA DE CAMPO

El desarrollo del proyecto consta de algunas fases según se muestra en la Figura 6, los cuales se deben ir desarrollando secuencialmente hasta su finalización, estas son: conocer el consumo mensual de energía tanto eléctrica como térmica; visitas a la planta de producción de cilindros y hacer un recorrido para observar y conocer los procesos, enfocarse en los equipos o procesos principales donde se dé el mayor consumo de la energía con el fin de recopilar la información de consumo de energía y producción mensual de los últimos dos años;

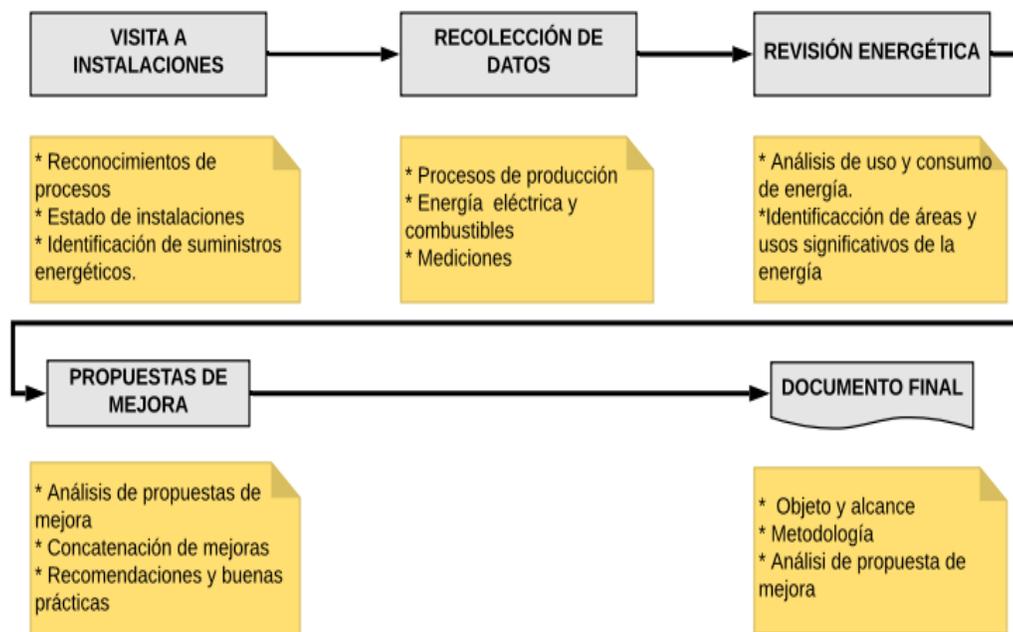


Figura 7. Actividades a desarrollar para revisión energética.

Fuente: Basado en la metodología de norma ISO 50001(Carretero & García, 2012)

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Visita a las instalaciones

El propósito es conocer los procesos y verificar el estado de las instalaciones para obtener evidencia y evaluarla de manera objetiva, además se puede determinar cuáles son los recursos energéticos utilizados en la producción.

Recolección de datos

Los métodos más usados para hacer un pronóstico futuro de consumo de energía y que es de utilidad para obtener los datos de energía y producción en el presente estudio son: el método de la tendencia histórica simple que inicialmente se usó para realizar análisis de finanzas (Delmar, Santiesteban Velázquez, y Rodríguez, 2014), y se lo obtiene de la base de datos de la empresa.

Para obtener los valores de la potencia consumida por los equipos se realiza varias mediciones de la corriente consumida durante el trabajo con una pinza amperimétrica, con un voltaje referencial de 230 voltios aplicamos la ecuación 1.

$$P = I \times V \times \sqrt{3} \quad (1)$$

Donde:

P : Potencia consumida en kW

I : Corriente en amperios (A)

V : Voltaje en voltios (V)

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Otro método es el de usuarios finales que expresa el consumo para cualquier local donde existan consumidores eléctricos en dependencia de su número, potencia y el tiempo (Delmar et al., 2014), usando ecuaciones clásicas de la ingeniería eléctrica (ecuación 1) y poder obtener tanto el consumo diario como mensual.

$$E = P \times T \text{ (kWh)} \quad (2)$$

Donde:

E : Energía consumida

P : Potencia consumida en kW

h : Tiempo en horas

Revisión energética

La revisión energética se la realiza basándose en la Norma ISO 50001-2011 en la cual establece que la organización debe:

a) analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir: identificar las fuentes de energía actuales; evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía.

Para determinar los principales energéticos se utilizará el diagrama de Pareto, aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20 % de las causas que provoca el

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

80 % de los efectos de cualquier fenómeno estudiado, mientras que para evaluar el uso y consumo de la energía se utilizará las siguientes herramientas:

Línea base: Se recopila en un documento los datos de producción y consumo de energía de los últimos dos años para crear una base de datos de la empresa, y mediante regresión lineal se obtiene la línea base, y se obtiene una ecuación lineal de la siguiente forma:

$$E = c + m_p x_e \quad (3)$$

Donde:

m_p : Factor tecnológico de consumo energético equivalente.

x_e : Producción equivalente

C: Energía no asociada al proceso

Índice de consumo: Para calcular el índice de consumo se lo hace a partir de la línea base mediante la fórmula:

$$IC = \frac{c + m_p x_e}{x_e} \quad (4)$$

Índice base 100: Este indicador se calcula a partir de los datos de producción y energía para un periodo de análisis determinado y la ecuación o línea de base energética establecida durante la caracterización energética.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

$$E_{base\ 100} = \frac{\text{Índice de consumo real}}{\text{Índice de consumo modelado}} \times 100\% \quad (5)$$

Suma Acumulada (Cusum): se puede determinar cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha sobre-consumido hasta el momento de su actualización.

$$CUSUM = (E - E_{tendencia})_1 + (E - E_{tendencia})_{I-1} \quad (6)$$

b) basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir: identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía; identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía, para esto nuevamente se acudirá a la ley de Pareto.

c) Identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.

En este punto se debe determinar el desempeño energético de la planta con indicadores de desempeño energético como:

- Energía eléctrica consumida/unidad producida.
- Energía térmica consumida/unidad producida.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

RESULTADOS

PROCESO DE PRODUCCIÓN

La fabricación de los cilindros de gas se hace por lotes y sigue los procesos indicados en la figura 6, la cual comienza con la recepción del material, que son rollos de acero de 5 mm de espesor, cada rollo pesa alrededor de 6 toneladas, luego se le desenrolla y endereza para que pase a la troqueladora en la cual se cortan discos y se los clasifican, para formar los casquetes superiores y los casquetes inferiores de los cilindros, los cuales son modelados en prensas de 150 toneladas de capacidad, las rebabas formadas en el prensado son cortadas y pasan por un desengrasador el cual mediante un producto químico evaporado limpia el cilindro, después pasa al área de suelda en la cual se coloca los accesorios, y el cilindro se completa al unir mediante suelda de arco sumergido.

A continuación, pasa al horno en la cual se hace un tratamiento térmico para aliviar tensiones en la cual se someten a temperaturas de 600 °C, 700 °C y 900 °C en tres etapas, luego se hace pruebas hidráulicas con agua e ingresando aire comprimido entre 50 y 60 psi, la escoria causada en el tratamiento térmico es limpiada por una granalladora para posteriormente ser pintado con pintura electrostática y ser curado en un horno a temperaturas ente 200 °C y 250 °C.

Finalmente pasa al área de terminado en donde se coloca y ajusta la válvula en el cilindro y se hace una prueba hidrostática para determinar que el cilindro cumpla las normas de calidad, para finalizar se almacena para su distribución.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

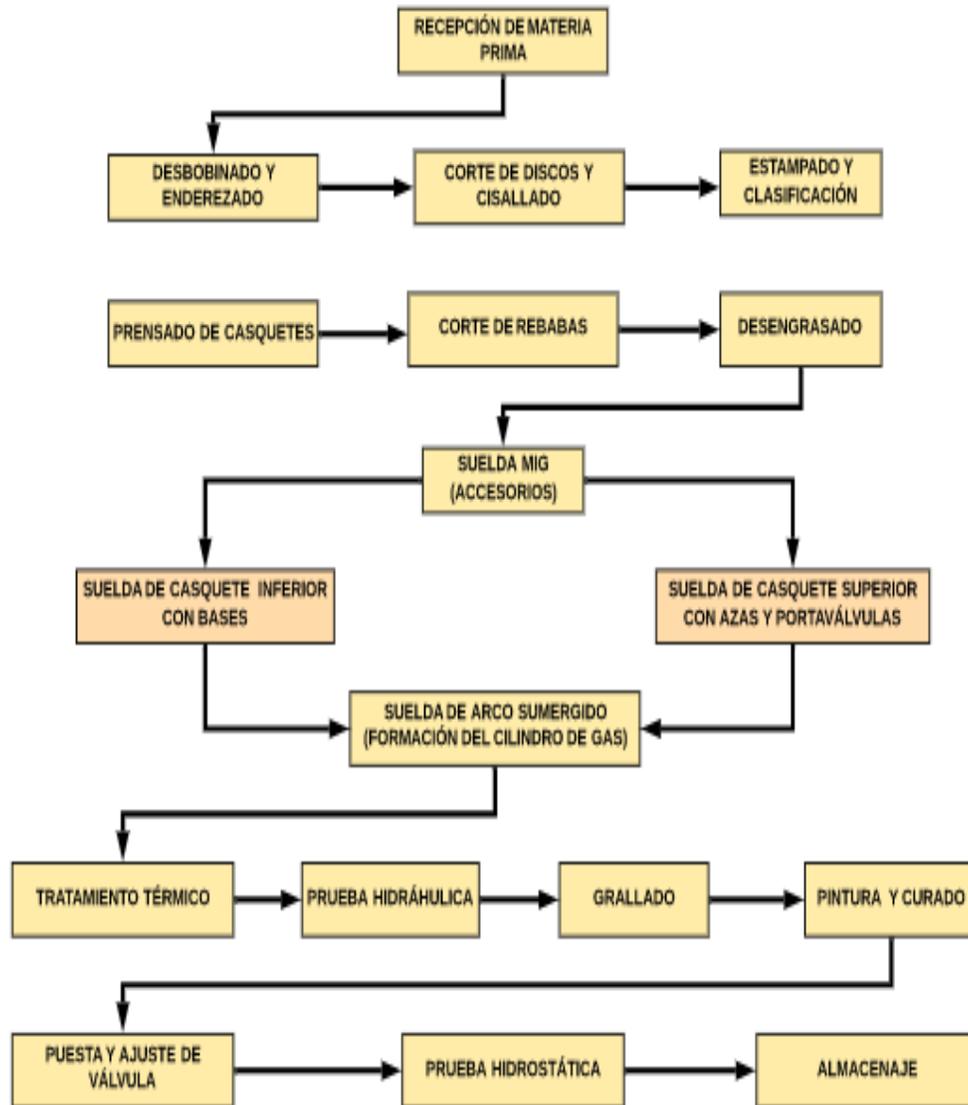


Figura 8. Diagrama de los procesos de fabricación de cilindros.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ESTRATIFICACIÓN

Los principales portadores energéticos que se consumen en la planta de fabricación de cilindros TECNOESA en sus procesos son: el diésel, la gasolina, gas licuado de petróleo (GLP) y la electricidad.

A continuación, en la Figura 9, se observa los gastos realizados en combustibles y electricidad durante el periodo 2018, en la cual se observa que el GLP con UDS 103156,84 y la electricidad con UDS 60654,21 son los energéticos de mayor gasto, los cuales representan el 62 % y 37 % respectivamente.

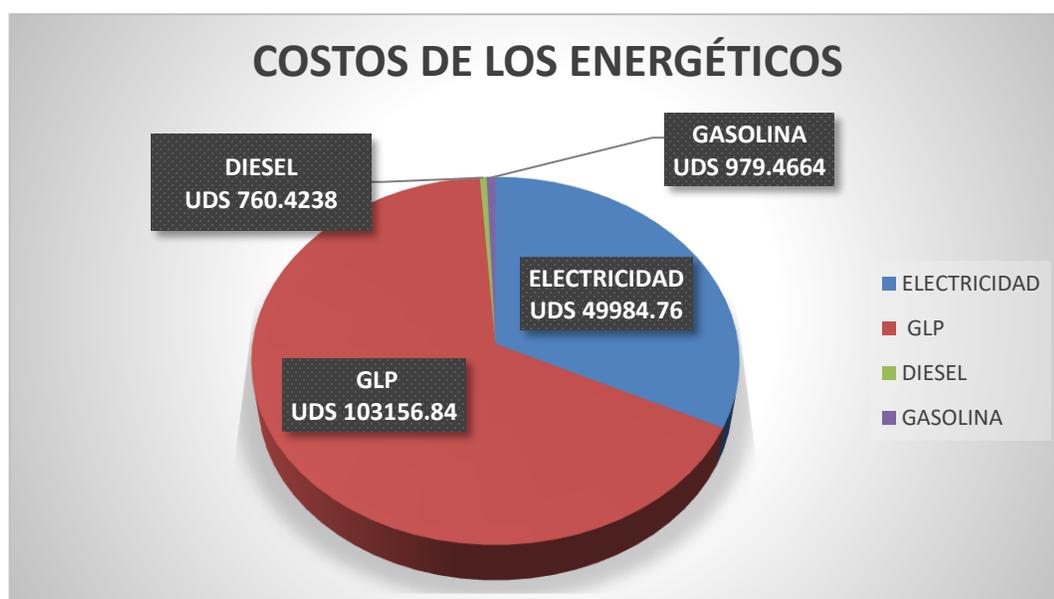


Figura 9. Diagrama de gastos en combustible y electricidad

La influencia de los energéticos de los gastos de energía sobre el presupuesto se puede apreciar en la Tabla 1.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Tabla 1

Influencia de gastos en energía en los ingresos 2018

INDICADORES	UDS
INGRESOS	4364443,95
GASTOS ENERGÉTICO	154881,49

El diagrama de pastel (figura 10) muestra que los gastos realizados en energía representan el 4 % en los ingresos, de la planta de fabricación de cilindros, con un valor de UDS 154881,49.

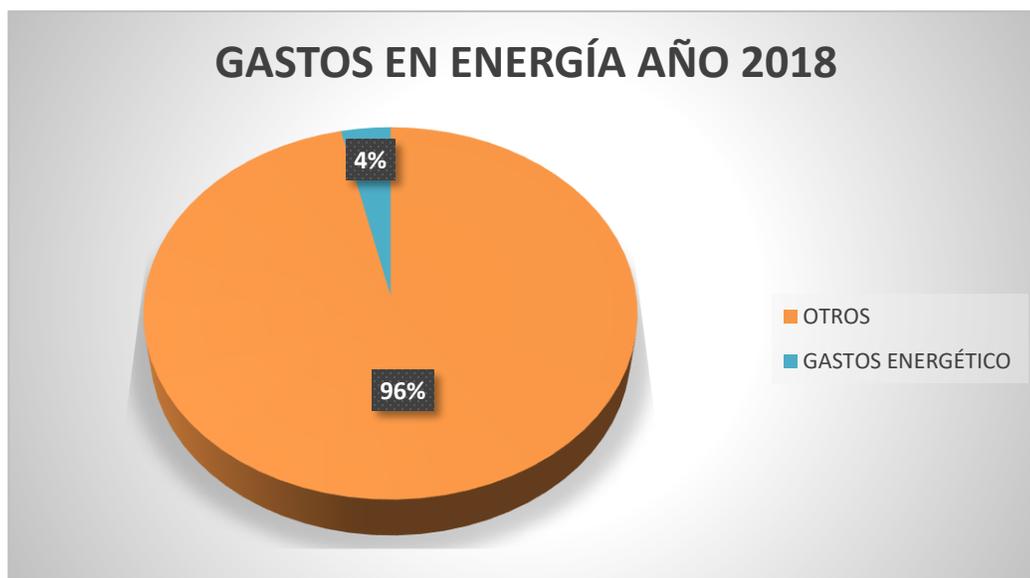


Figura 10. Diagrama de gastos en combustible y electricidad

En la tabla 2 se aprecia la influencia de los energéticos durante el periodo 2018, obteniendo que el 97.7 % del uso es el GLP y la electricidad.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Tabla 2

Consumo de los energéticos de la planta durante el año 2018

ENERGÉTICOS	TEP	%	ACUMULADO	% ACUM
GLP	158,39	77,5%	158,39	77,50%
Electricidad	41,26	20,2%	199,65	97,70%
DIESEL	2,67	1,3%	202,32	99,00%
GASOLINA	2,04	1%	204,36	100,00%
TOTAL	204,36	100%		

En el diagrama de la Figura 11 se representa el consumo de energía en el cual se aprecia que el GLP ocupa el 77,5 %, la electricidad el 20,2 %, el diésel el 1,3 % y el de menor consumo es la gasolina con el 1 %.



Figura 11. Representación de la energía utilizada durante el año 2018

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

DESEMPEÑO ENERGÉTICO

ENERGÍA ELÉCTRICA

Gráficas de control

La tabla 3 indica el promedio, la desviación estándar, así como los límites de control inferior y superior, obtenidos durante la producción de cilindros de GLP durante el periodo 2018.

Tabla 3

Producción y límites de control.

MES	CILINDROS FABRICADOS AÑO 2018		
ENERO			10505
FEBRERO			11202
MARZO			9500
ABRIL			8150
MAYO			14050
JUNIO			12497
JULIO			14010
AGOSTO			14040
SEPTIEMBRE			14050
OCTUBRE			15639
NOVIEMBRE			18610
DICIEMBRE			18500
PROMEDIO	DESV. ESTÁNDAR	LCS	LCI
13396,08	3255,68	23163,12	3629,05

La figura 12 representa la gráfica de control de la producción, con un promedio de 13396 cilindros construidos.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

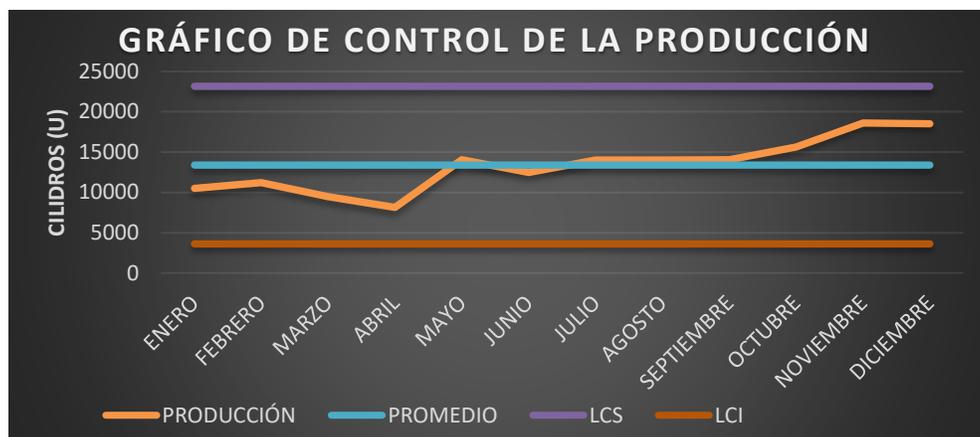


Figura 12. Gráfico de control de la producción

La energía eléctrica que consumió durante el año 2018 se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4

Consumo de electricidad y límites de control.

MES	CONSUMO DE ELECTRICIDAD 2018 (kwh)			
ENERO				37229,68
FEBRERO				30687,36
MARZO				32954,62
ABRIL				28479,18
MAYO				43345,73
JUNIO				37396,24
JULIO				42596,41
AGOSTO				39534,58
SEPTIEMBRE				38862,67
OCTUBRE				52484
NOVIEMBRE				48263
DICIEMBRE				47977
PROMEDIO	DESV. ESTÁNDAR	LCS	LCI	
39984,21	3134,69	61969,19	17999,22	

Los límites de control en la figura 13, muestra un consumo promedio de 40000 kwh.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

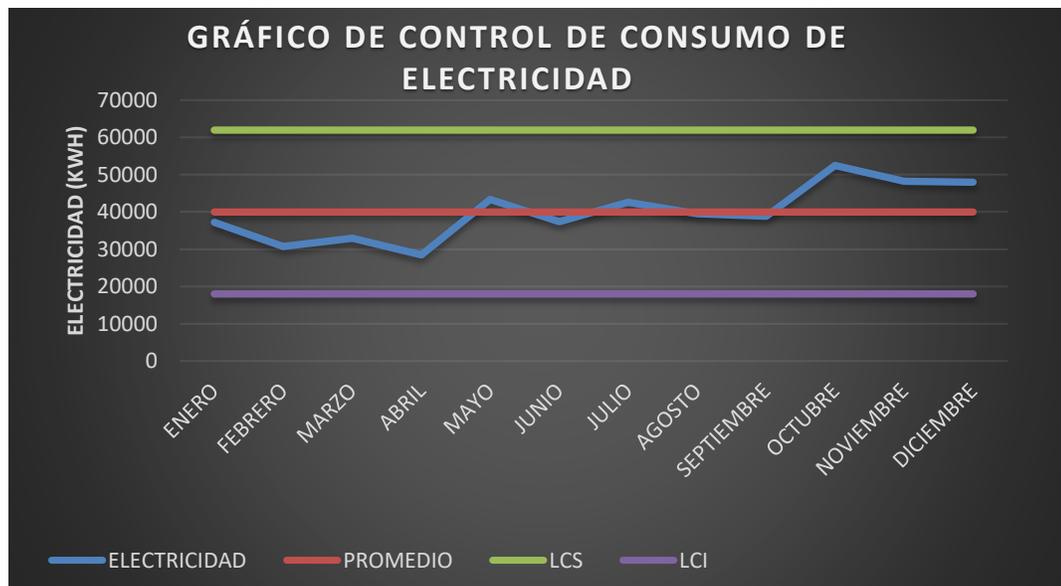


Figura 13. Gráfico de control del consumo de electricidad.

Energía – Producción vs tiempo

La figura 14, indica la relación entre la producción y el consumo de energía eléctrica.

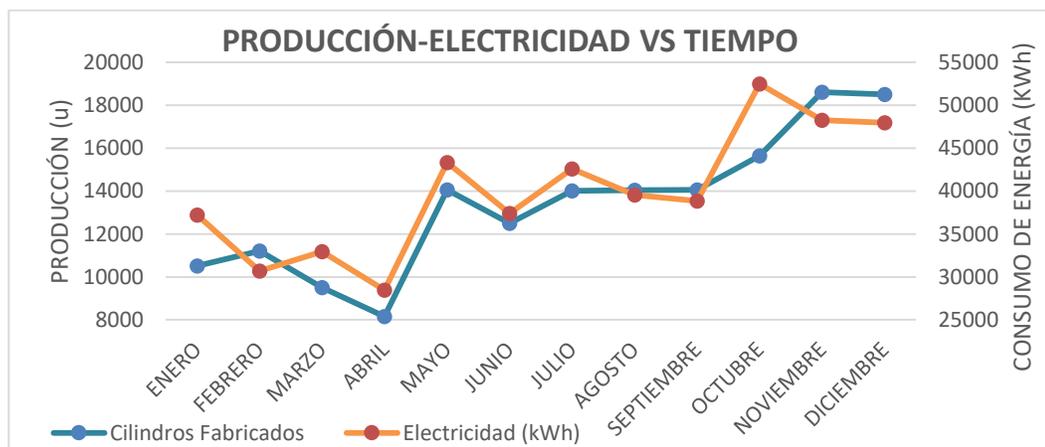


Figura 14. Consumo de electricidad y producción vs tiempo, año 2018.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Línea base

Las líneas base de la figura 15, para la energía eléctrica se ve una línea base real, la cual posee un factor de correlación (R^2) de 0,78.

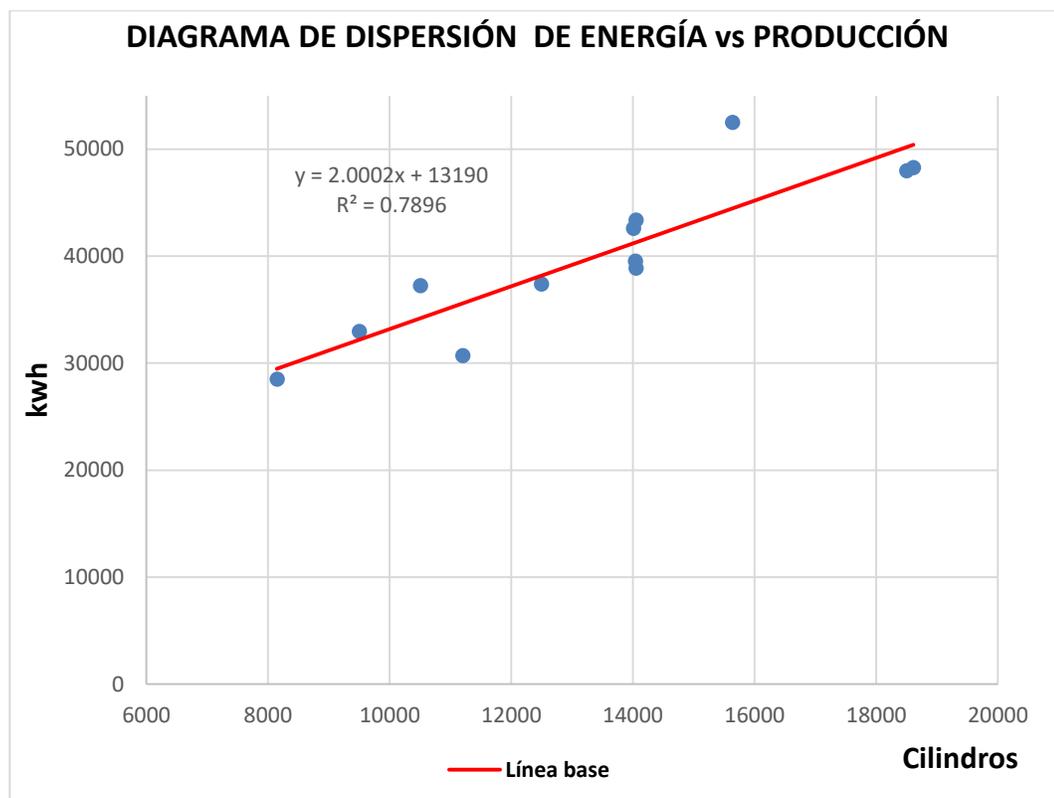


Figura 15. Línea base energética para la electricidad.

Índice de consumo energía eléctrica

En la figura 16 se observa la variación del índice de consumo con respecto a la variación de la producción.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

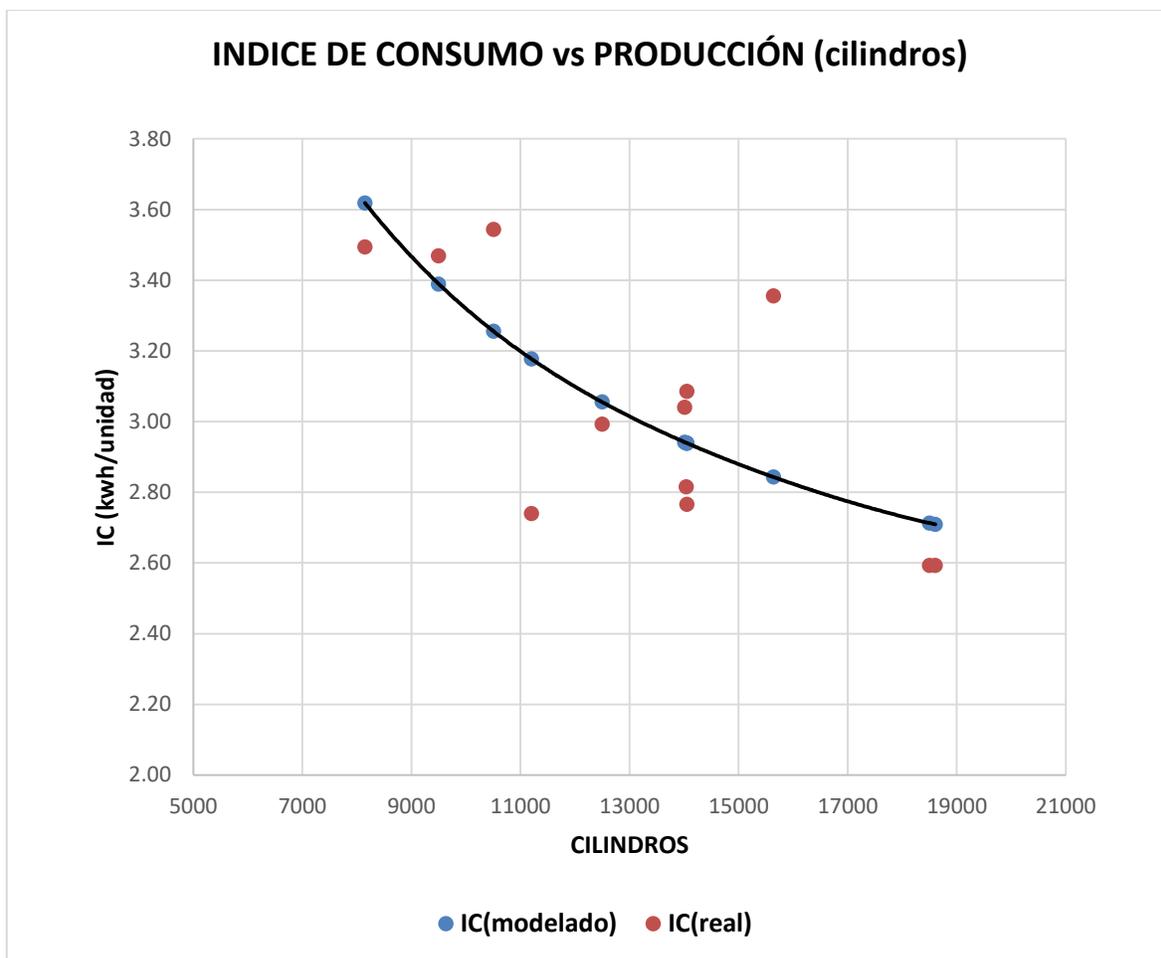


Figura 16. Índice de consumo vs producción, para la electricidad.

Índice de base 100 y Sumacum para la energía eléctrica

En la tabla 5 se muestran los datos de energía eléctrica utilizada durante el primer semestre del año 2019, estos valores nos permiten modelar el indicador de base 100 y sumas acumuladas (Sumacum), mediante la ecuación obtenida anteriormente a partir de los datos del año 2018.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Tabla 5

Datos de producción y consumo de energía eléctrica 2019.

2019	PRODUCCIÓN	ENERGIA ELECTRICA (kwh)	MODELO $y = 2,0002x + 13190$	SUMACUM	INDICE BASE 100
ENERO	17600	58750,8	48393,52	10357,28	121,40
FEBRERO	20728	53081,83	54650,15	8788,96	97,13
MARZO	22520	52519,17	58234,50	3073,63	90,19
ABRIL	22100	57885,79	57394,42	3565,00	100,86
MAYO	22050	61117,83	57294,41	7388,42	106,67
JUNIO	22015	56670,54	57224,40	6834,56	99,03

En la figura 17 se muestra la gráfica el índice base 100, en el que se aprecia que el mes de enero se encuentra en la zona de eficiencia, pero va disminuyendo a medida que se acerca a febrero, de febrero a abril es ineficiente, en los siguientes dos meses (mayo y junio) se mantiene un indicador eficiente ya que se encuentra sobre el 100.

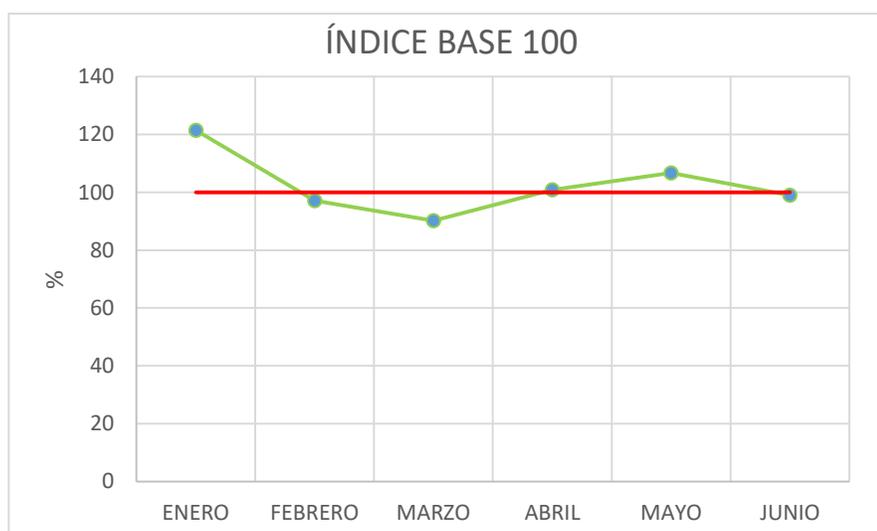


Figura 17. Indicador de eficiencia base 100 para la energía eléctrica.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

La figura 18 de sumas acumuladas muestra que el mes de enero tuvo un consumo de 3689 kwh sobre promedio (6688 kwh) a medida que se acerca a marzo disminuye el consumo, es más eficiente, a partir de ese mes va subiendo el consumo, es ineficiente.

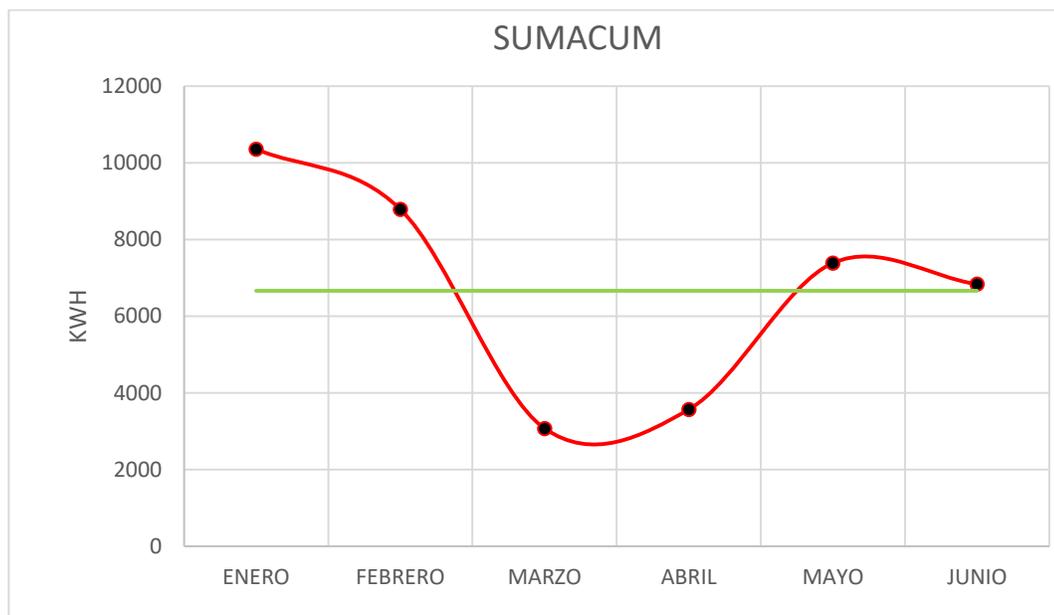


Figura 18. Gráfico Sumacum para la energía eléctrica.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ENERGÍA TÉRMICA

Gráficas de control

El empleo de la energía térmica (GLP) esta detallada en la tabla 6, el control se lo hace mediante las descargas realizadas cada dos días aproximadamente por lo que se registra la masa del GLP transferido hacia los tanques de almacenamiento, expresada en kilogramos, el consumo promedio mensual de la planta es de 11698,58 kg.

Tabla 6

Consumo de GLP y límites de control.

MES	CONSUMO DE GLP AÑO 2018 (kg)		
ENERO			10591
FEBRERO			9237
MARZO			9006
ABRIL			8586
MAYO			11198
JUNIO			10342
JULIO			13656
AGOSTO			10159
SEPTIEMBRE			9955
OCTUBRE			19196
NOVIEMBRE			15636
DICIEMBRE			12605
PROMEDIO	DESV. ESTÁNDAR	LCS	LCI
11698,58	3134,69	21084,66	2276,50

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

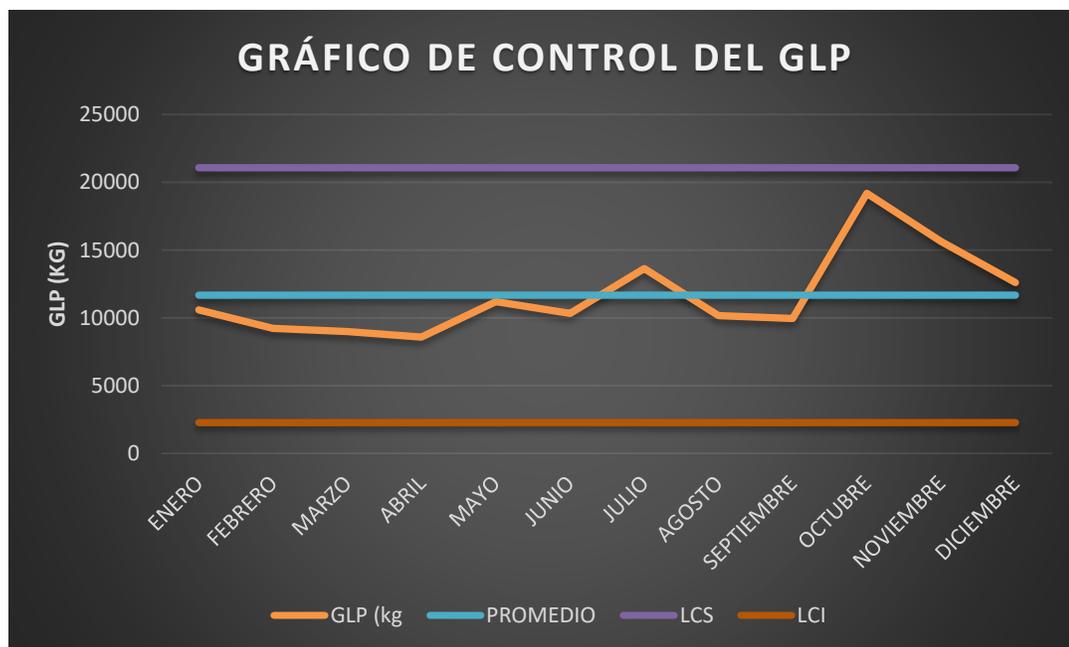


Figura 19. Gráfico de control del consumo de GLP.

El gasto de GLP durante el primer semestre del año es inferior al promedio en octubre se incrementa el consumo y está cerca al límite de control superior (figura 19), aparentemente hay un empleo controlado de este energético,

Energía – Producción vs tiempo

El consumo de energía mostrado en la figura debe estar relacionado con la producción, ya que es directamente proporcional, sin embargo, hay particularidades en ciertos meses que no se cumple, por ejemplo, entre septiembre y octubre se incrementa la producción y el consumo de GLP aumenta desproporcionadamente, mientras que entre noviembre y diciembre tiene una producción máxima y el consumo disminuye.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

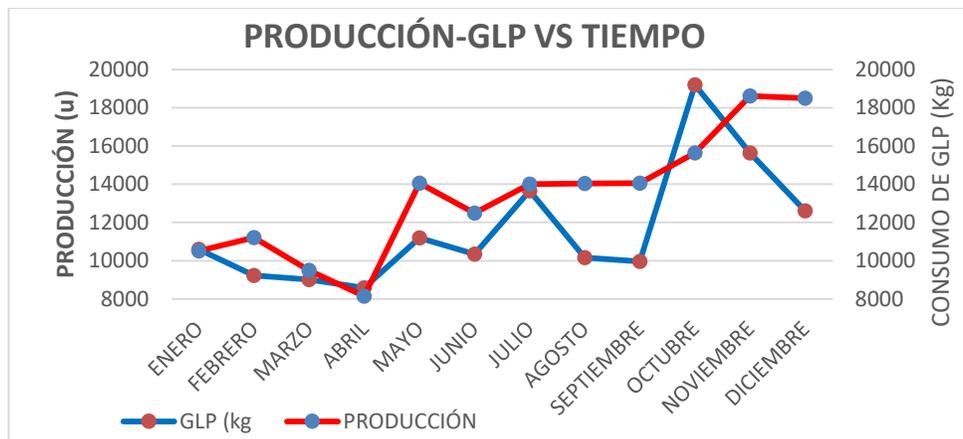


Figura 20. Consumo de GLP y producción vs tiempo, año 2018.

Línea base

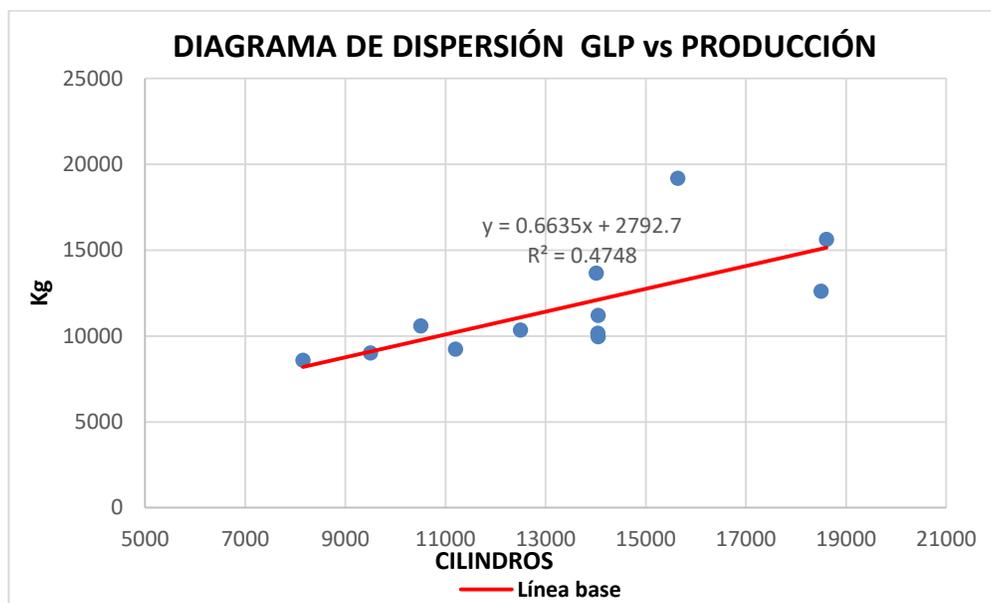


Figura 21. Línea base de la energía vs la producción para el GLP.

Las líneas base de la figura 21, para la energía térmica en la producción de cilindros de gas doméstico, posee un factor de correlación (R^2) de 0,475.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA

Tabla 7

Consumo de GLP durante una jornada de producción

HORAS	TK1 (Kg)	TK2(Kg)	Variación (Kg)	
1	1218,96	1368,66	106,93	106,93
2	1112,03	1261,73	42,77	42,77
3	1069,26	1218,96	42,77	42,77
4	1026,49	1176,19	42,77	42,77
5	983,72	1133,42	42,77	42,77
6	940,95	1090,65	42,77	42,77
7	898,18	1047,88	898,18	1047,88

El mayor consumo de GLP se presenta durante la primera hora de trabajo en el arranque de los hornos, en la tabla 6 se observa el nivel de cada tanque, la variación es igual.

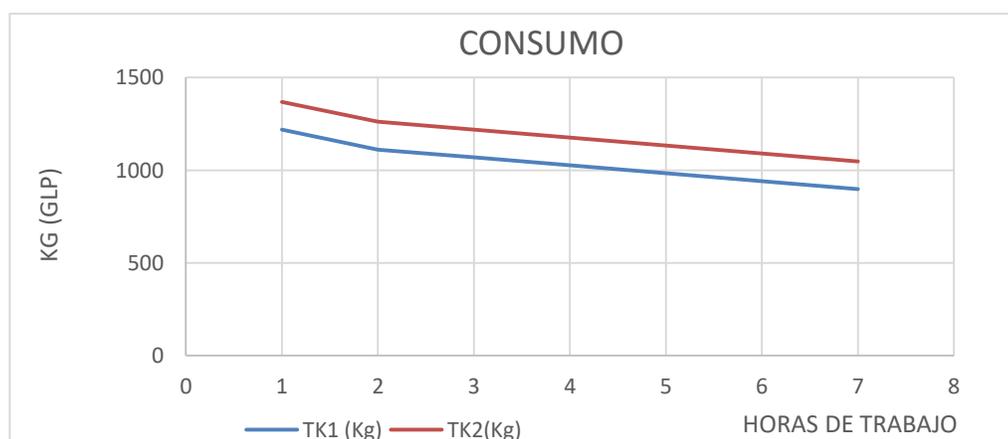


Figura 22.. Consumo de GLP durante una jornada de trabajo

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

La figura 22 muestra el empleo del GLP en kilogramos, durante la primera hora un consumo aproximado de 107 kg, al alcanzar las temperaturas de trabajo de cada horno hay una estabilización del consumo de 42,77 kg por cada hora de trabajo.

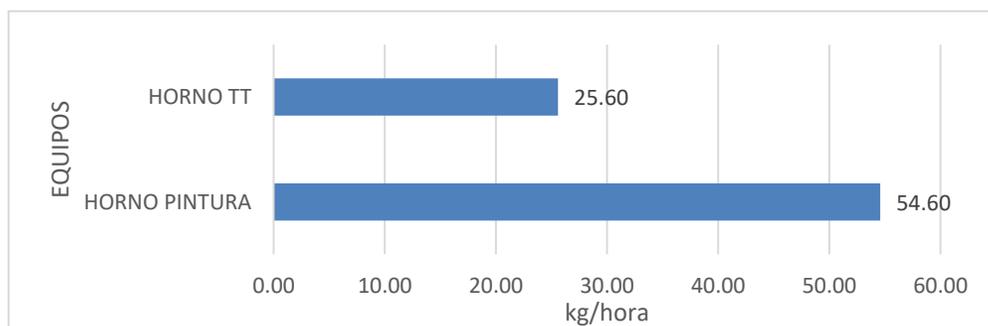


Figura 23. Consumo de cada horno por cada hora de trabajo.

En la figura 23 se muestra el consume de GLP por cada hora de trabajo realizado.

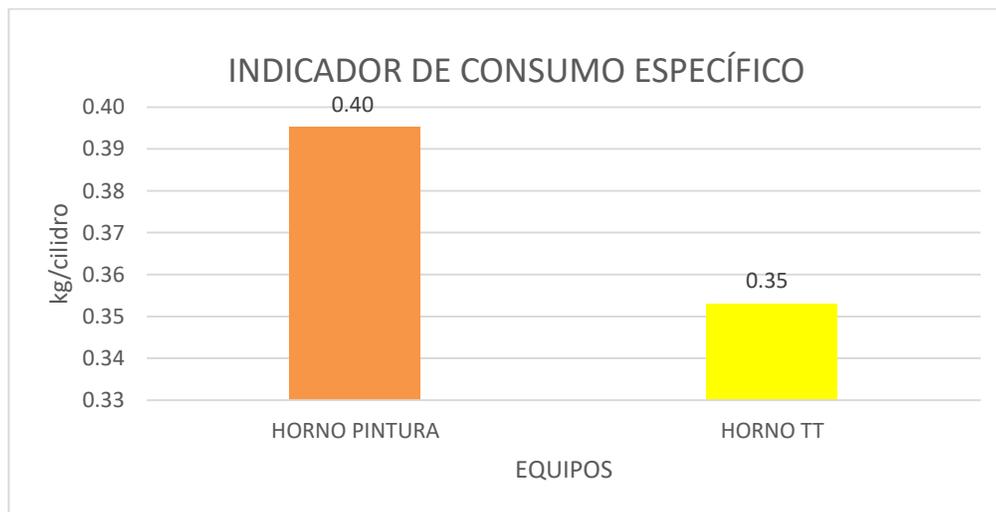


Figura 24. Indicador de consumo específico de los hornos

En la figura 24 se obtiene el indicador de consumo específico de la energía térmica para cada horno.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Prensa 1

El tiempo en formar un casquete es de 39,78 segundos, cada ciclo tiene una curva como se ve en la figura 25, en la que el pico más alto de consumo de potencia eléctrica es durante el prensado, de la cual se obtiene que en un día operativo normal consume 299,84 kwh.

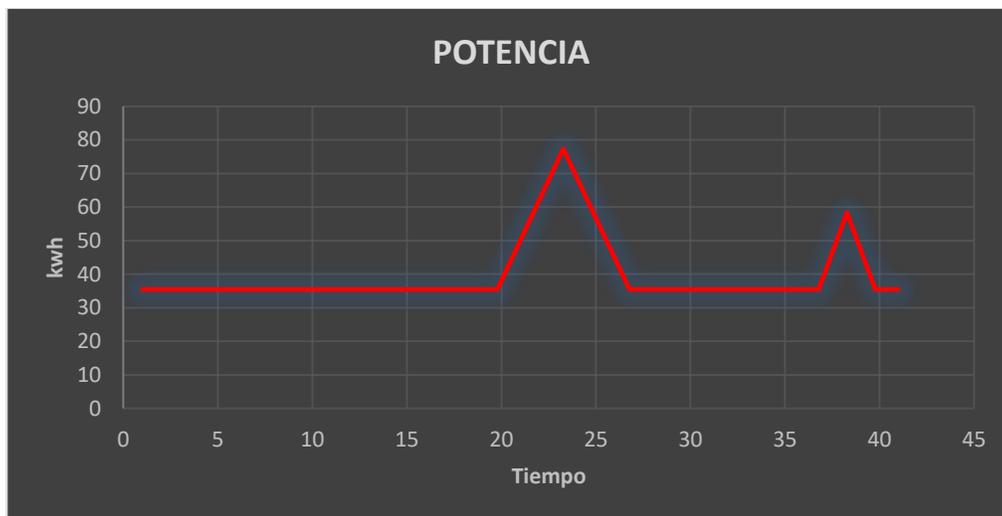


Figura 25. Curva característica de consumo de potencia eléctrica en la prensa 1.

Prensa 2

El tiempo en formar un casquete es de 46,24 segundos, cada ciclo tiene una curva como se observa en la figura 26, en un día operativo normal consume 475,34 kwh, el pico de mayor consumo es durante el trabajo de formación del casquete.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

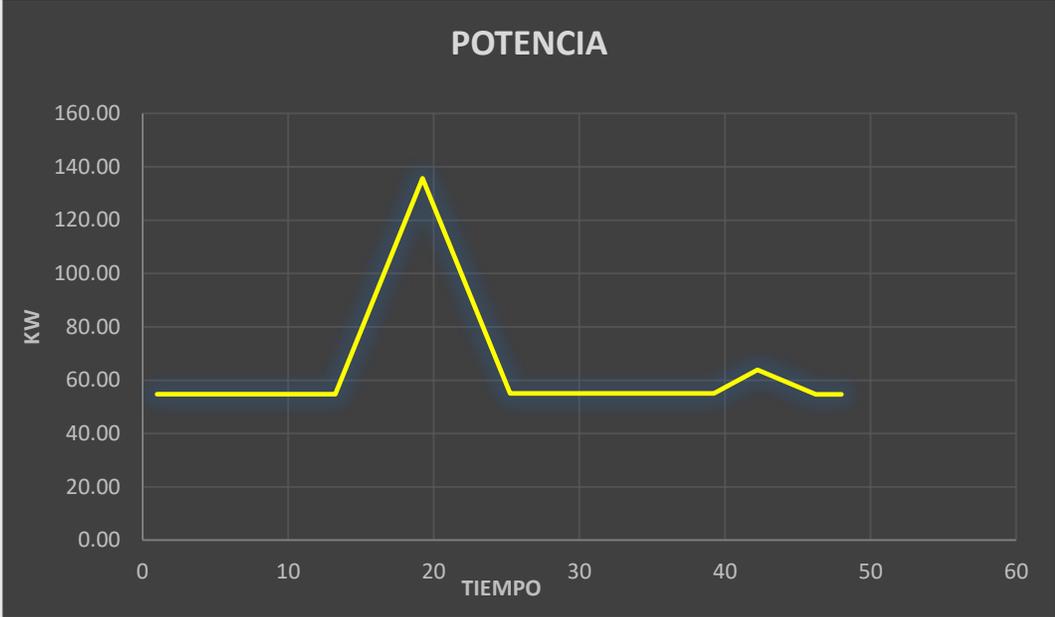


Figura 26. Curva característica de consumo de potencia eléctrica en la prensa 2.

Compresores



Figura 27. Curva consumo de potencia eléctrica del cuarto de los compresores.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

La curva de la potencia consumida en los compresores es atípica no muestra un consumo estable, ya que depende mucho del uso del aire comprimido, la energía promedio empleada por los compresores durante el día es de 291,38 kwh, obtenida de la figura 27.

Suelda

Cada equipo consume alrededor de 50,78 kwh en promedio por día durante su empleo, la energía se la obtiene de la curva mostrada en la figura 28.

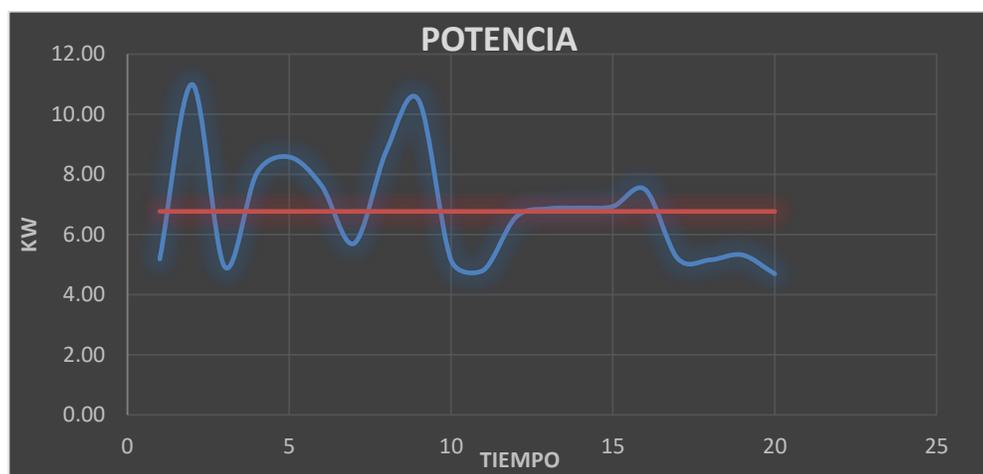


Figura 28. Curva característica de consumo de potencia de un equipo de suelda.

Desengrasadora

Este equipo opera continuamente ya que se encarga de limpiarles a los casquetes consume aproximadamente 98,32 kwh durante un día de trabajo, este consumo varía de acuerdo a las temperaturas de control, su curva característica se observa en la figura 29.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR



Figura 29. Curva característica de consumo de potencia de la desengrasadora.

Granalladora

La energía que consume en un día es de 258 kwh, obtenida de la figura 30.



Figura 30. Curva de la potencia consumida en la granalladora.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

En la figura 31 se detalla el consumo de energía de cada equipo utilizado en la fabricación de cilindros.

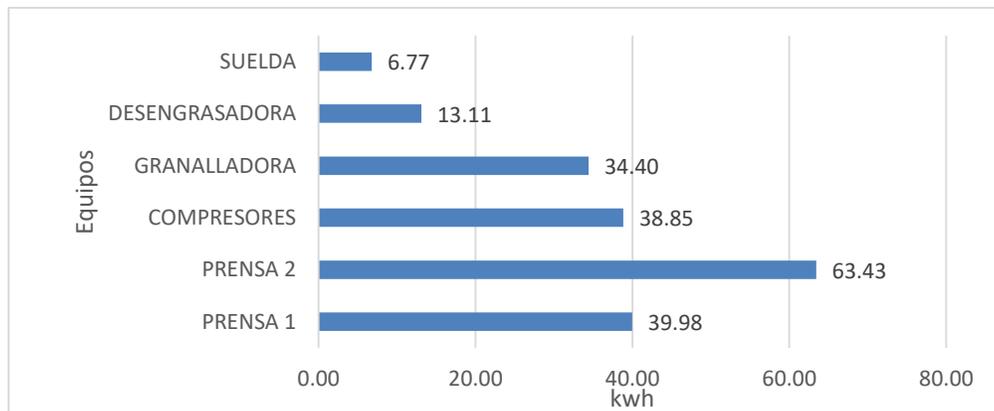


Figura 31. Potencia consumida por cada equipo

En la figura 32 se obtiene los indicadores del uso específico de la energía eléctrica.

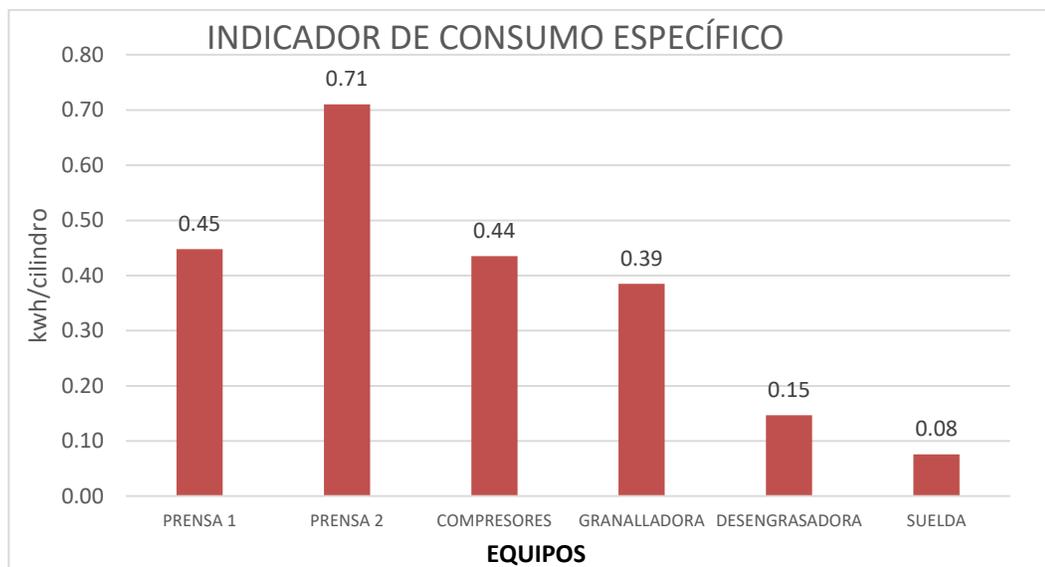


Figura 32. Indicadores de consumo específico.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

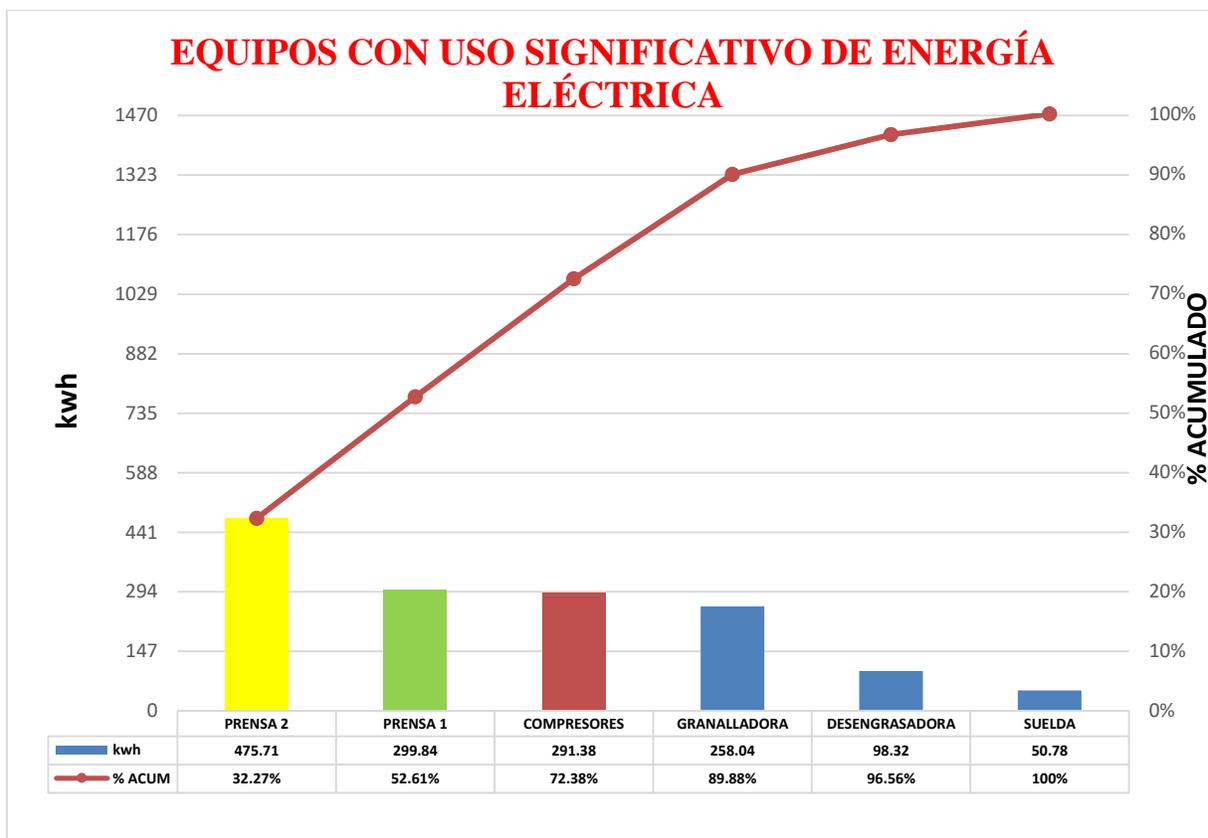


Figura 33. Diagrama de Pareto de los equipos con uso significativo de la energía.

Tabla 8

Consumo de energía eléctrica en los equipos

EQUIPO	KWH	%	ACUMULADO	% ACUM
PRENSA 2	475,71	32,27%	475,71	32,27%
PRENSA 1	299,84	20,34%	775,55	52,61%
COMPRESORES	291,38	19,77%	1066,93	72,38%
GRANALLADORA	258,04	17,50%	1324,97	89,88%
DESENGRASADORA	98,32	6,67%	1423,29	96,56%
SUELDA	50,78	3,44%	1474,07	100%
TOTAL	1474,07	100%		

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

La tabla 9 indica el resultado del consumo total en un día de operación normal en los equipos indicados es de 1474,07 kwh, de las cuales los equipos que más consumen son las prensas con el 52,61% y compresores con el 19,77 % como se aprecia en el diagrama de Pareto en la figura 33.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La figura 9 muestra que entre la energía eléctrica y el GLP se gasta alrededor de 153141 dólares que representa el 99 %, mientras que en el diésel y gasolina ocupa el 1%, gastando UDS 1740 , el consumo energético total tiene un costo del 4% (figura 10) con respecto a los ingresos de la planta de producción, este resultado es casi similar con el estudio realizado en la empresa metálicas por Rocha & Llanes (2018), en la cual se obtuvo que el gasto energía representa el 4% .

El diagrama de pastel de la figura 11, este gráfico señala que el GLP y electricidad representa el 97,70 % del consumo energético, ocupando el GLP un 77,5 % , Eras & Santos (2018) en su estudio de planificación energética para ahorrar diésel, obtiene que el 97,94 % de portadores energéticos corresponde a la energía térmica (diésel) y energía eléctrica, siendo el fuel oil el energético más usado con el 70%.

El diagrama de control de la producción figura 12, el promedio durante el 2018 fue de 13396 cilindros, encontrándose que de enero a abril fueron los meses que menor producción, específicamente en abril que fue la más baja producción con tan solo 8150

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

cilindros que representa un ingreso de UDS 221272,5 y en noviembre 2018 se produjo 18610 cilindros que equivale a 505261,5.

El diagrama de control de consumo de electricidad figura 13 señala en todos los puntos del año están dentro de los límites de control, teniendo en cuenta que en el mes de octubre es el mes de mayor consumo de energía eléctrica (52484 kwh) cancelando un valor por su uso de UDS 5946, a pesar de ser el mes de mayor producción (15639 cilindros), pero en general tiene un buen comportamiento de consumo, ya que en su mayoría al incrementar la producción sube el consumo de electricidad como se aprecia en las curvas de la figura 14.

El promedio de consumo de GLP es 11680 kg, en la gráfica de control se mantiene dentro de los límites de control indicados en la figura 19, siendo en octubre el periodo de mayor consumo (19196 kg) y produce 15639 cilindros, en noviembre el mes de mayor producción 18610 cilindros consume 15636 kg, esto da el primer indicio que no se lleva un correcto registro de los datos o hay perdidas de GLP, o alguna falla técnica.

El diagrama de la figura 15, muestra una energía no asociada a la producción de 13190 kwh y un factor de correlación (R^2) de 0,78 que refleja una convalidación aceptable y una buena tendencia, así lo afirma (Cando, 2014) ya que un levantamiento de línea base obtuvo un factor de correlación (R^2) igual a 0,81. Esto ocurre cuando los puntos de dispersión no se alejan demasiado de la pendiente, Pérez & Vera (2012) mencionan que: para encontrar un potencial de ahorro por variabilidad operacional, es decir sin hacer

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

cambios tecnológicos, se debe obtener una línea base meta como se ve en la figura 34, en la cual la energía no asociada a la producción es de 11223 kwh.

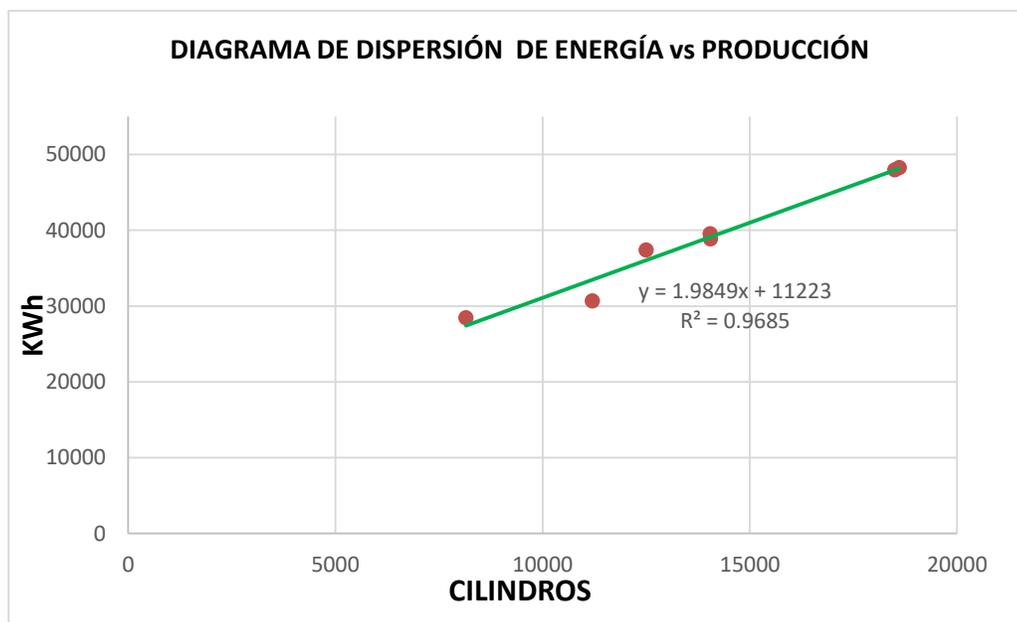


Figura 34. Línea base meta para la energía eléctrica

Las gráfica de correlación de la figura 21, para la energía térmica con respecto a la producción de cilindros de gas se aprecia que tiene un consumo base de 2792, 7 kg de GLP, posee un factor de correlación (R^2) de 0,475 por debajo de lo medianamente aceptable, esto se debe a la alta dispersión de los puntos, así lo corrobora Rosero, Tellez, & Prias (2013) que en su trabajo de gestión energética integral para procesos industriales obtuvo un coeficiente de correlación de 0,4167.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

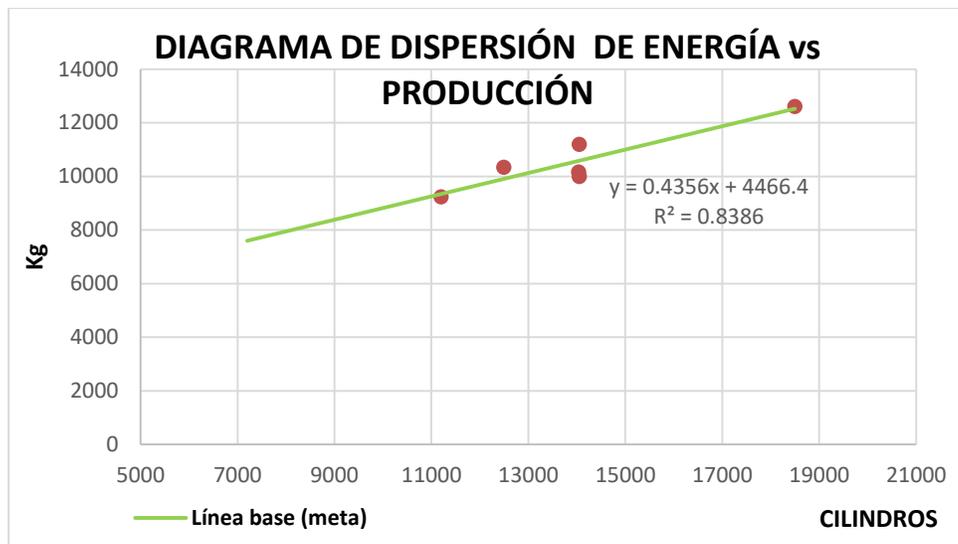


Figura 35. Línea base meta para el GLP

La línea base meta de la figura 35 muestra un consumo de energía no asociada a la producción de 4466 kg de GLP, mostrando que en vez de tener un potencial de ahorro incrementa el gasto, esto indica que el modelo es débil y poco confiable para obtener el índice base 100 y sumacum.

La Norma ISO 50001 indica que el desempeño energético son los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía, en la tabla 10 se muestra el desempeño energético de la planta de elaboración de cilindros en la cual se aprecia que existe un potencial de ahorro en energía eléctrica de 1967 kwh,

Yanes, José, Gaitan, & Geovany (2015) menciona que al disminuir la producción disminuye la energía consumida pero el índice de consumo por unidad aumenta, debido al aumento del peso relativo de la energía no asociada a la producción, como se aprecia en la

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

figura 16, y se observa en la tabla 10 en la que se tiene un índice de consumo de 3,54 (kwh/unidad) con una producción de 10505 cilindros y 2,59 (kwh/cilindro) e incrementa su producción, 18610.

Tabla 9

Desempeño energético de la planta de producción de cilindros.

DESEMPEÑO ENERGÉTICO			
Consumo total de energía eléctrica (kwh)		479810	
		Línea base	línea base meta
			Potencial ahorro
	Energía no asociada a la producción (kwh)	13190	11223
	Factor de correlación	0,79	0,97
	Índice de consumo (kwh/cilindro)	3,54	Producción
		2,59	10505
			18610
Electricidad	Enero-febrero	Base 100	21 %
	Febrero-marzo		10%
	Febrero-marzo	Sumacum	5715 kwh
	Abril –mayo		3823 kwh
			Ineficiente
			Eficiente
			Ineficiente
INDICADORES			
	Equipo	kwh	kwh/cilindro
	Prensa 1	39,98	0,45
	Prensa 2	63,43	0,71
	Compresores	38,85	0,44
	Granalladora	34,40	0,39
	Desengrasadora	13,11	0,15
	Suelda	6,77	0,08
Consumo total de GLP (kg)		140167	
		Línea base	línea base meta
			Potencial ahorro
	Energía no asociada a la producción	2792	4466
	Factor de correlación	0,47	0,83
			Modelo no confiable
			-
INDICADORES			
	Equipo	kg/h	kg/cilindro
	HORNO PINTURA	54,60	0,40
	HORNO TT	25,60	0,35

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

En la figura 17 se observa el índice de eficiencia base 100 para la electricidad, de enero a febrero, el consumo de electricidad es eficiente siendo el 21% el valor más alto (tabla 10) y en el mes de febrero a marzo bajo un 10% (tabla 10), por debajo del índice base encontrándose en la zona de ineficiencia, según Del Pilar, Gonzales, & Ciro (2013).

El gráfico de sumas acumuladas para la electricidad mostrado en la figura 18 señala que hay un período que la curva tiende hacia la eficiencia, en la tabla 10 se aprecia que de febrero a marzo disminuye 5715 kwh y otro periodo que tiende a la ineficiencia de abril a mayo aumenta en 3823 kwh.

En la Norma ISO 50001 menciona que el indicador puede ser una simple medición, un cociente, entre otros, resultados obtenidos por Horta (2010) sobre el índice de consumo específico para diferentes industrias de varios países relaciona el consumo de energía de cada país sobre la producción, en la tabla 10 se detalla los indicadores, teniendo el consumo específico para cada horno, obteniendo que el horno de pintura para el secado rápido tiene un consumo específico de 0,40 kg/cilindro pintado , y el horno de tratamiento térmico arrojó un consumo específico de 0,35/cilindro tratado, Los índices de consumo específico de la electricidad (figura 32) para los principales equipos, también son mostrados en la tabla 10, obteniendo que el la prensa 2 es el equipo con mayor consumo específico.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

CONCLUSIONES

Los principales portadores energéticos usados en la fabricación de cilindros son el GLP para el tratamiento térmico y secado de pintura y electricidad para procesos de prensado, solda, entre otros, aunque el gasto en energía representa un coste bajo respecto a los ingresos, energéticamente hablando se tiene que el 77,5 % representa el consumo de GLP y el 20,2 % la energía eléctrica.

Los diagramas de dispersión en función de los históricos muestran que los consumos de energía eléctrica con la producción están relacionados directamente, como se vio en la discusión de resultados se obtuvo un coeficiente de correlación aceptable y hay un potencial de ahorro, realizando cambios operacionales, por otro lado se obtuvo un bajo coeficiente de correlación para el consumo de GLP y al trazar la línea de base meta no se halló un potencial de ahorro, esto significa que es conveniente analizar y determinar el problema raíz que necesariamente no sea la producción, sino el control y registro de cilindros procesados térmicamente y pintados, en definitiva para el caso del GLP los datos no son concluyentes.

Se pudo conocer la potencia eléctrica de cada máquina con equipos y cálculos básicos, más la empresa Tecnoesa S.A. no cuenta con instrumentación adecuada para medir el consumo de GLP y otros parámetros como temperatura, presiones, por lo que la estimación fue empírica, para conocer el gasto térmico y establecer los indicadores, por ello es necesario la implementación de un sistema de gestión energética ya que permitirá comparar internamente el nivel de desempeño energético y proponer planes de acción para mejorar.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

RECOMENDACIONES

En la parte de energía eléctrica se puede mejorar el desempeño energético con cambios operacionales, por lo que es necesario que los equipos lo operen el personal técnico con mejor habilidad y mejor desempeño de producción, así como el mantenimiento adecuado.

Conocer el consumo real del GLP es importante ya que es el combustible de mayor uso en la producción, por lo que es preciso implementar medidores de flujo másico, para llevar un registro del gasto diario y mensualmente, también se debe registrar correctamente la producción del proceso realizado, para poder llevar un control y gestión adecuado.

Implementar un Sistema de Gestión Energética basado en la Norma ISO 50001, ya que tiene similitud con otras normas ISO 9001, ISO 14001, además que permite realizarlo por áreas, de este modo se debe enfocar en la energía térmica.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

AGRADECIMIENTO

- PhD. Edilberto LLanes, asesoría metodología.
- A TECNOESA S.A. y al Ing. Ivan Taco por la ayuda prestada durante el desarrollo de la investigación.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

REFERENCIAS

Álvaro, H., Burbano, J., & Álvaro, A. (2016). CARACTERIZACIÓN Y POSIBILIDADES DE AHORRO ENERGÉTICO EN GENERACIÓN DE VAPOR - ESTUDIO DE CASO Redalyc Sistema de Información Científica Universidad Tecnológica de Pereira Colombia, (January).

Blanco, N. (2018). Modelo de gestión de la energía eléctrica con base en indicadores (MGEI), para empresas generadoras con sistemas de cogeneración en Nicaragua, (Febrero 2018). <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3898>

Cando, E. (2014). Análisis del Levantamiento de Líneas Bases Para Implementar Sistemas de Gestión de Energía en Industrias, (September). <https://doi.org/10.13140/2.1.1597.8881>

Carretero, P., & García, M. (2012). Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora.

Cerrano, R. (2013). *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*.

Correa Soto, J., Borroto Nordelo, A. E., Alpha Ba, M., Gonzáles Álvarez, R., Curbelo Martínez, M., & Díaz Rodríguez, A. M. (2013). DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA SEHUN LA NC-ISO 50001:2011, XXXV(Septiembre 2013), 38–47.

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Del Pilar, R., Gonzales, A., & Ciro, E. (2013). LA INDUSTRIA DEL CEMENTO POR PROCESO HÚMEDO A INTEGRAL DE LA ENERGÍA ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT IN THE CEMENT INDUSTRY BY WET PROCESS THROUGH INTEGRAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION, 115–123.

DEL POZO, H. (2019). Ley orgánica de eficiencia energética, (marzo 2019).

Delmar, J., Santiesteban Velázquez, A., & Rodriguez, D. (2014). PRONOSTICO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA USANDO REDES ARTIFICIALES, (November).

Eras, J. J. C., & Santos, V. S. (2018). Planificación energética para el ahorro de fueloil en una lavandería industrial Energy planning for fuel oil saving in an industrial laundry, 26, 86–96.

Guayanlema, V., Fernández, L., & Arias, K. (2017). ANÁLISIS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL ECUADOR. *Revista de Energía de Latinoamérica y El Caribe*, I(Diciembre 2017).

Horta, L. A. (2010). Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y El Caribe.

Laskurain, I., Wulandari, M., Heras-Zaizarbitoria, I., & Casadeus, M. (2015). ¿RESULTA RENTABLE LA ADOPCIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA?

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

EVIDENCIAS DE ESTUDIO, (January 2015). <https://doi.org/10.6036/7291>

Llanes Cedeño, E. A. (2016). Comportamiento de los índices de consumo energético en la industria arrocera en la provincia cubana de Granma, (February).

<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4847.5928>

Moreno, A. (2016). Sistemas de Gestión Energética en la Industria, (October), 89.

Norma ISO 50001 2012.pdf. (n.d.).

Palacios, J.-L., & Hidalgo, V. (2015). Técnicas de Gestión Energética en Sistemas de Vapor, (February 2015).

Pérez, C., & Vera, F. (2012). FUNDAMENTOS PARA LA ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA A TRAVÉS DE INDICADORES DE GESTIÓN.

Pinzón, J., Corredor, A., Santamaría, F., Hernández, J., & Cesar, T. (2012).

IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES ENERGÉTICOS EN CENTROS EDUCATIVOS, 184–201.

Quispe, E., Campos Avella, J. C., Lora Figueroa, E. D., Tovar Ospino, I., Prias Caicedo, F. O., & Vidal Medina, J. R. (2008). Modelo de gestión energética para el sector productivo nacional, (May 2014).

ANÁLISIS DE NECESIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA TECNOESA-ECUADOR

Rocha-hoyos, J., Tipanluisa, L. E., & Reina, S. W. (2017). Evaluación del Sistema de Tracción en un Vehículo Eléctrico Biplaza de Estructura Tubular Evaluation traction system of electric vehicle a two-seat tubular structure, 28(2), 29–36.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000200004>

Rocha, J., & Llanes, E. (2018). Sistema de gestión energética: “Empresa Metálicas” Quito - Ecuador, (December).

Rodriguez, L., & Perez, R. (2015). Implementación de un sistema de gestión energética y ambiental en la fábrica de alimentos balanceados “ Chichí Padrón ” de Villa Clara ., (January 2013).

Rosero, J., Tellez, S., & Prias, O. (2013). Gestión energética integral en procesos industriales, (Octubre 2013).

Yanes, M., José, P., Gaitan, R., & Geovany, O. (2015). Redalyc Sistema de Información Científica Universidad Tecnológica de Pereira Colombia, (January 2005).

Notas de autor

Enlace alternativo