

# UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK



ECUADOR  
UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
**SEK**

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**Proyecto de Grado para la Obtención del Título de:  
INGENIERO MECÁNICO EN ENERGÍA Y CONTROL**

**Tema:**

Diseño de un Sistema de Gestión Energética para la  
“Empresa Metálicas Suquillo” Ubicado en Sangolquí -  
Ecuador

**Realizado por:**

Marco Antonio Ayo Défaz

**Tutor:**

PhD. Edilberto Llanes Cedeño

# INTRODUCCIÓN



## **PROBLEMA**

La empresa no dispone de un sistema que permita establecer un seguimiento de consumo energético, siendo esto el problema de estudio.

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un Sistema de Gestión Energética para la Empresa Metálicas Suquillo, utilizando los procedimientos de la norma ISO 50001:2011, para el control permanente de los recursos energéticos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación actual de la empresa, con respecto a los requisitos presentados en la norma ISO 50001:2011.
- Determinar la línea base, identificando los trabajos realizados en el taller, para establecer los índices de consumos.
- Establecer el sistema de control continuo de energía, realizando gráficos estadísticos, para monitorear el consumo energético.
- Proponer medidas de ahorro energético, inspeccionando y verificando el uso de consumo energético dentro de la empresa, para disminuir el costo por su uso.

# MÉTODO



## 1. Diagrama de Control, Monitoreo e Implementación del SGE.

Secuencia para la implementación

## 2. Diagrama Energético – Productivo.

Áreas de producción, consumos energéticos

## 3. Gráfico de Estratificación.

Consumo energético mensual, ingresos mensuales



# MÉTODO

## 4. Diagrama de Pareto.

**Energía eléctrica**

kWh → MWh

**Thiñer**

gal → L; densidad en kg/m<sup>3</sup> → T/L

**GLP de 12,5 m<sup>3</sup>**

Kcal → Gcal

**Aceite lubricante**

1tanque → L; densidad g/cm<sup>3</sup> → T/L

Tabla de Equivalencias

1 KW	0,001 MW
1 lt	0,001 m <sup>3</sup>
1 gal	3,78 lt
1 ton	1000 kg
1 tanque de GLP	37,5 m <sup>3</sup>
1 tanque de GLP	112000 Kcal
1 Kcal	0,000001 Gcal
1 tanque de aceite lubricante	220 lt
1 ton	1000000 gr

Tabla de Densidades

Thiñer	800 kg/m <sup>3</sup>
Aceite lubricante	0,92 g/cm <sup>3</sup>

Factores para transformar a Toneladas Equivalentes de Petróleo

PRODUCTO ENERGETICO	FACTOR DE CONVERSIÓN
Electricidad	0,0860 tep/MWh
Thiñer	1,0750 tep/t
GLP	0,0900 tep/Gcal
Aceite Lubricante	0,9600 tep/t

## MÉTODO

### 5. Gráficos de Control.

Electricidad → Producción de torres metálicas vs Consumo de energía eléctrica

Thiñer → Consumo de thiñer vs área pintada

Promedio: 
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar: 
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Límite de control superior: 
$$LCS = \bar{x} + 3\sigma$$

Límite de control inferior: 
$$LCI = \bar{x} - 3\sigma$$

## MÉTODO

### 6. Diagrama de Consumo – Producción (E vs P)

Diagrama de dispersión, línea de tendencia lineal

$$E = m \cdot P + E_0$$

### 7. Diagrama de Índice de Consumo – Producción (IC vs P)

Fabricación de torres metálicas y área pintada; gráfico de dispersión; línea de tendencia potencial

$$IC = m + \frac{E_0}{P}$$

### 8. Diagrama de tendencia

Implementación del SGE, monitoreo

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Representación del sistema de Gestión Energética, Empresa Metálicas Suquillo

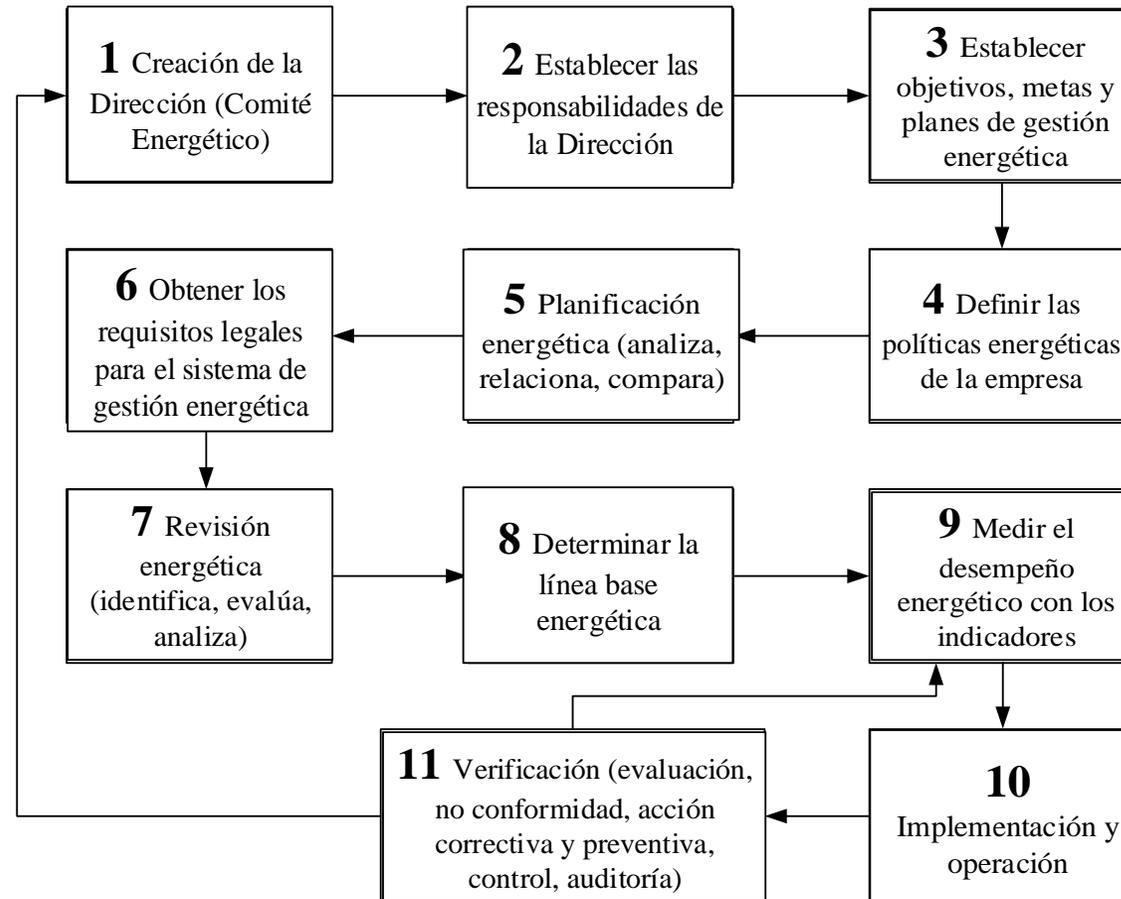
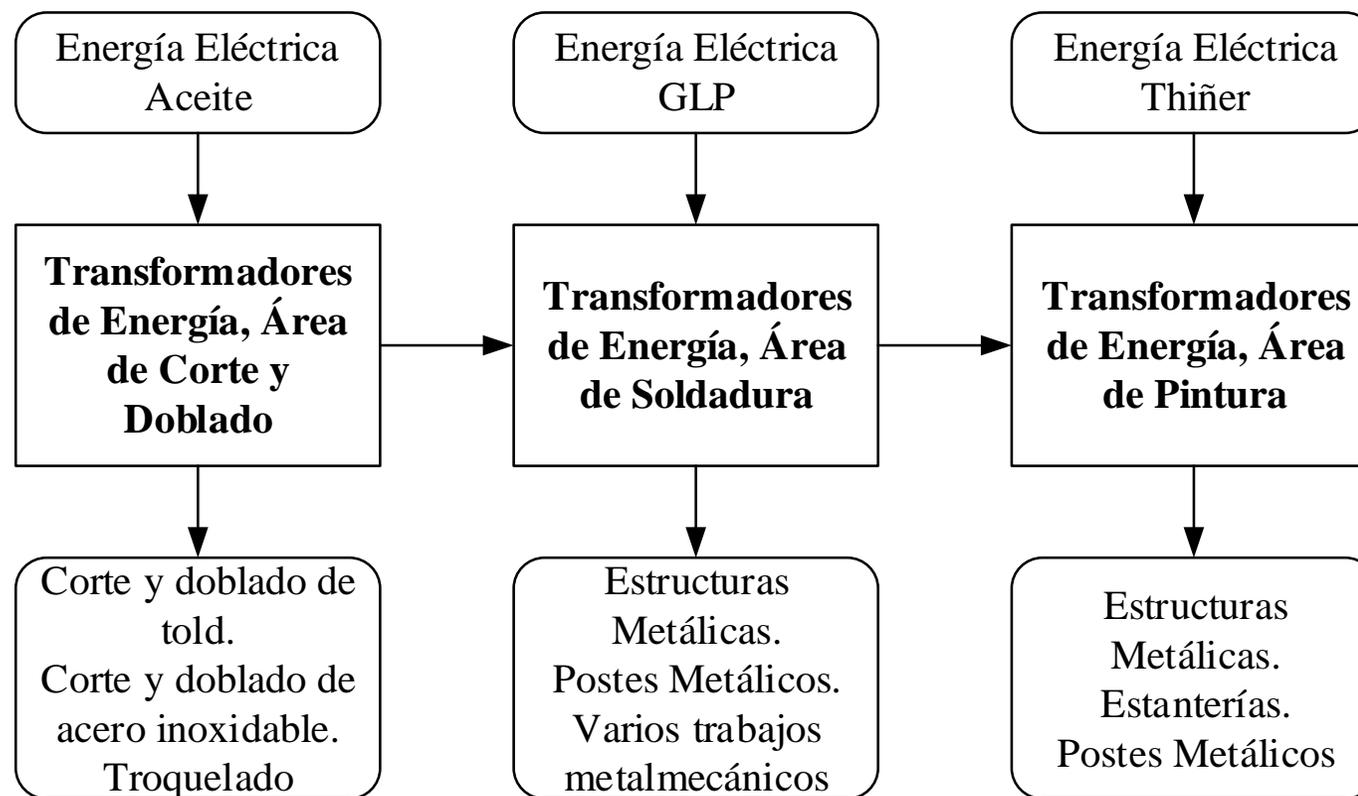


Diagrama para el Control, Monitoreo e Implementación del Sistema de Gestión Energética

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

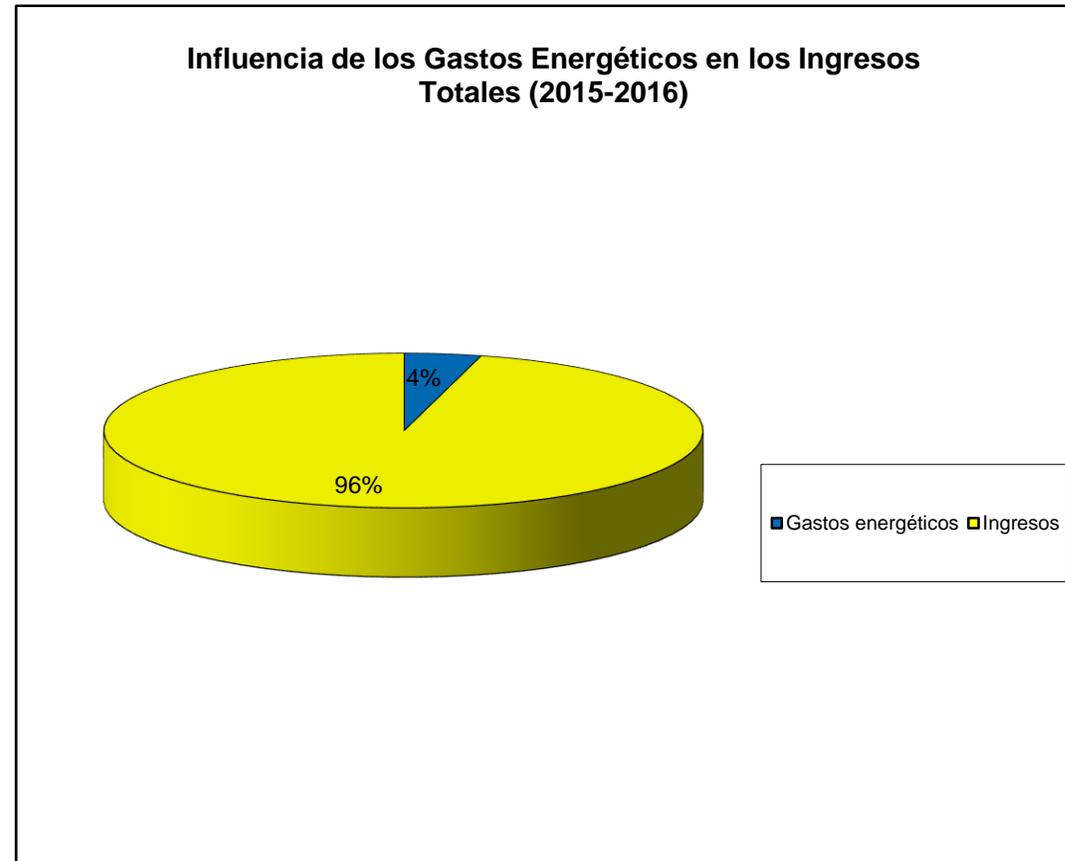
### Diagrama Energético – Productivo



Distribución de Energía de la Empresa Metálicas Suquillo

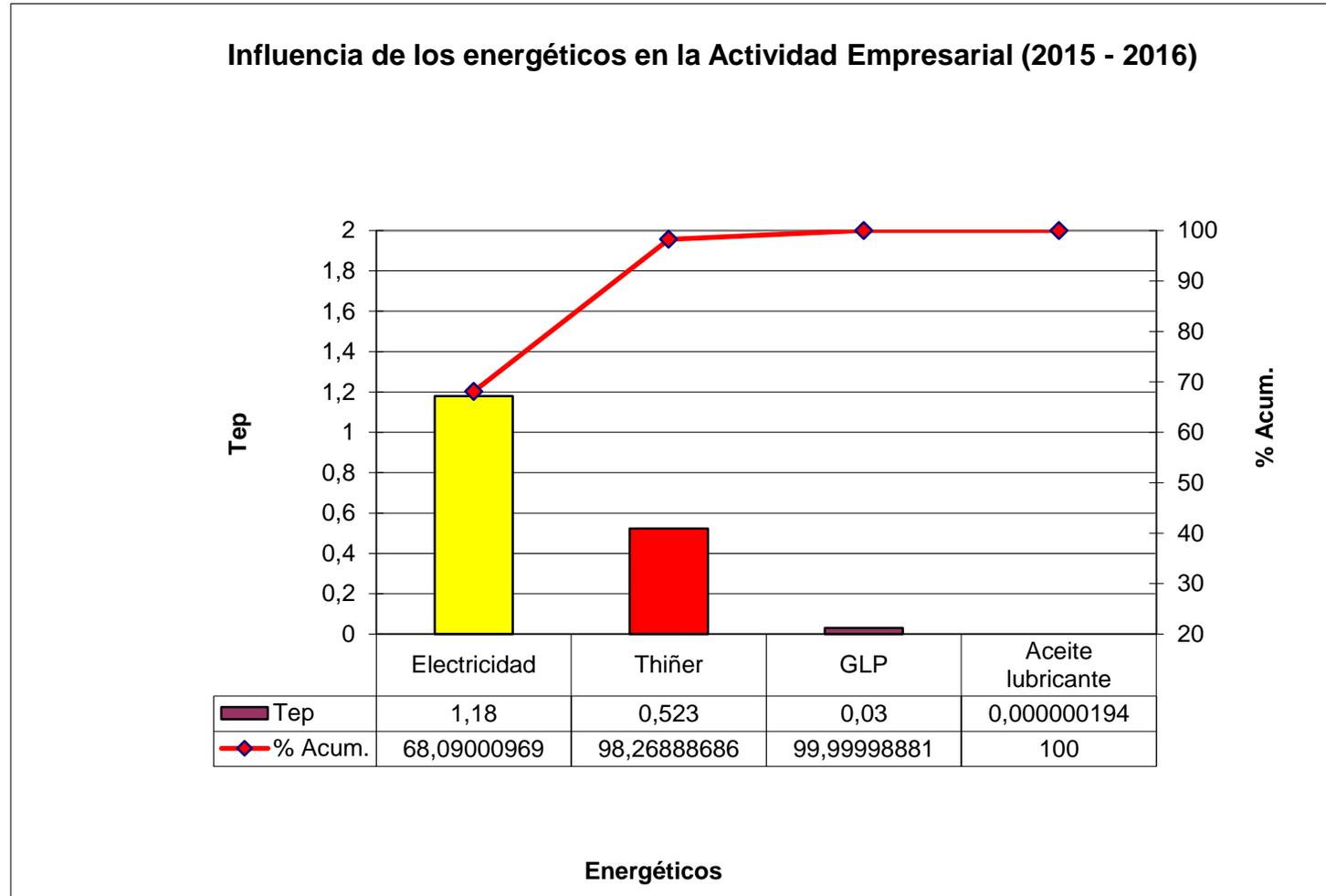
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Gráfico de Estratificación



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Diagrama de Pareto



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Gráfico de Control Para el Consumo de Electricidad

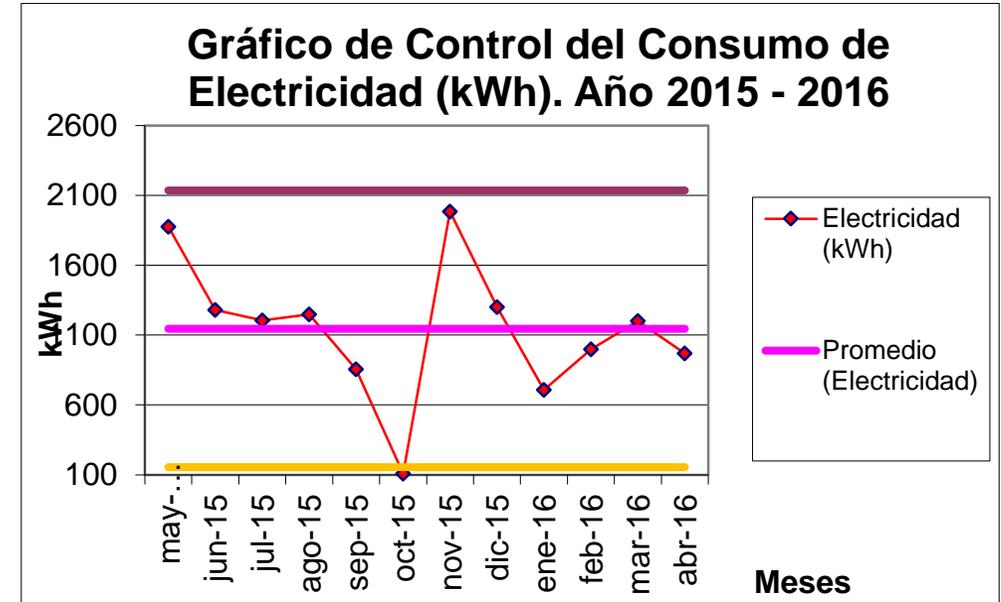
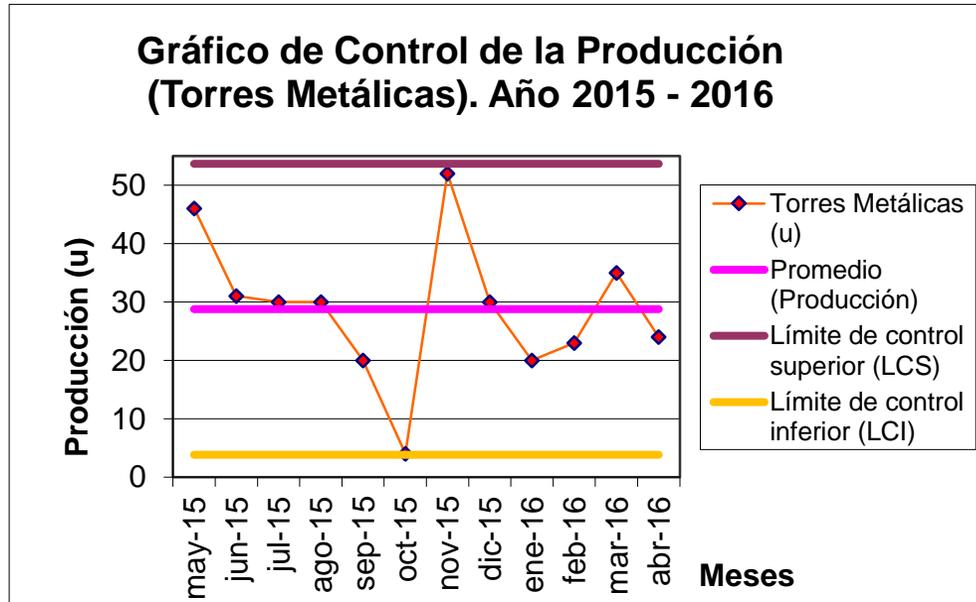


Gráfico de Control de la Producción (Torres Metálicas)

Gráfico de Control del Consumo de Electricidad

4 torres metálicas fabricadas, 109 kWh consumido

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Diagrama de Consumo Producción (E vs P) Para el Consumo de Electricidad

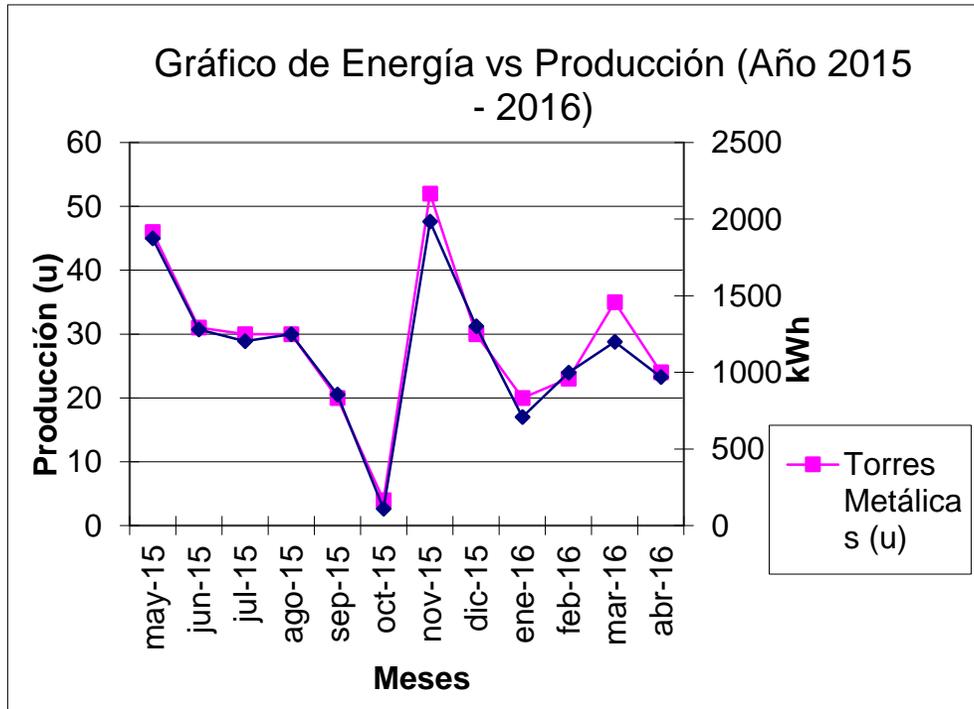


Gráfico de Energía vs Producción (Torres Metálicas)

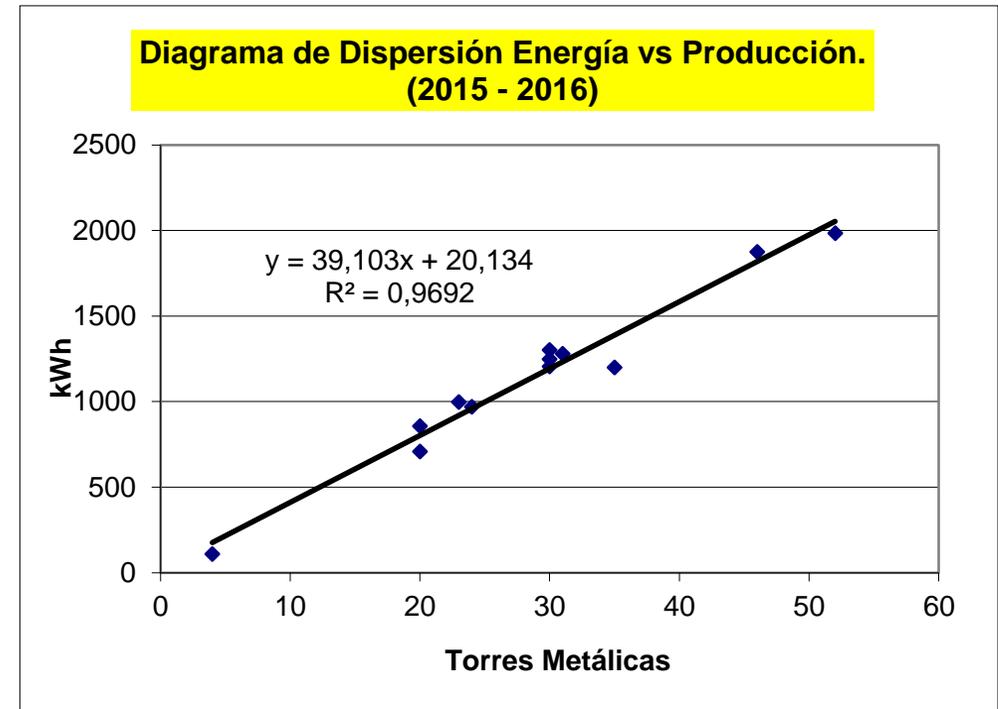
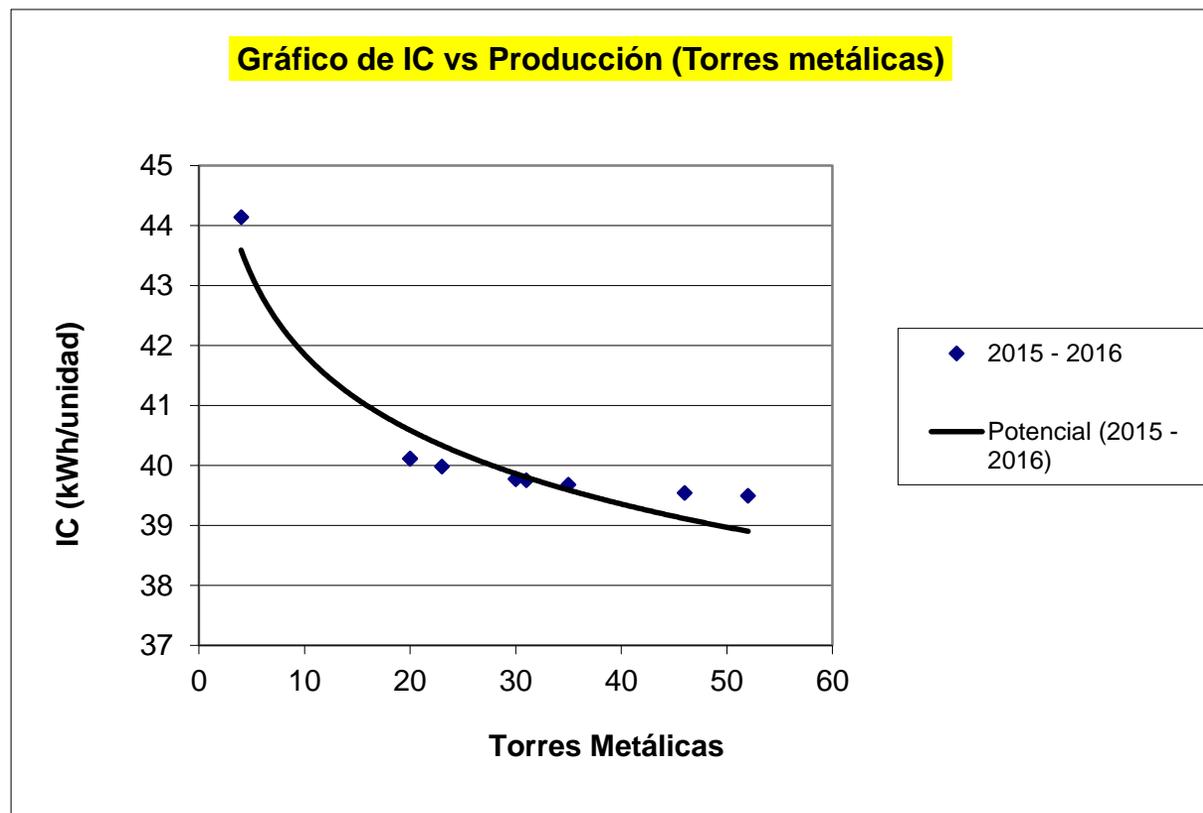


Gráfico de Dispersión Energía vs Producción (Torres Metálicas)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diagrama de Índice de Consumo vs Producción (IC vs P) Torres Metálicas



**Rango: 23 - 50**

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Gráfico de Control Para el Consumo de Thiñer

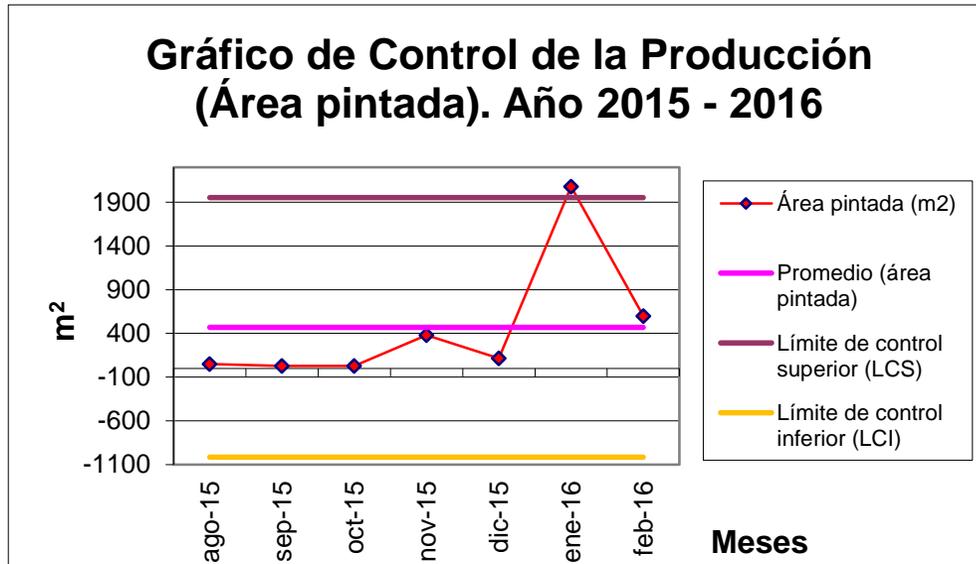


Gráfico de Control de la Producción (Área Pintada)

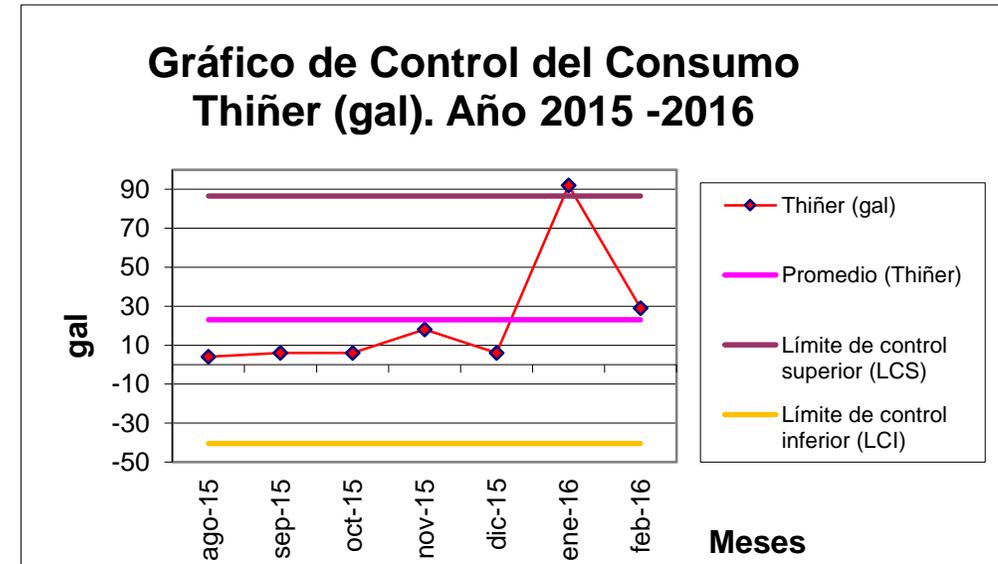


Gráfico de Control del Consumo de Thiñer

2.077,6 m<sup>2</sup>, 92 gal de thiñer

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Diagrama de Consumo - Producción (E vs P) Para el Consumo de Thiñer

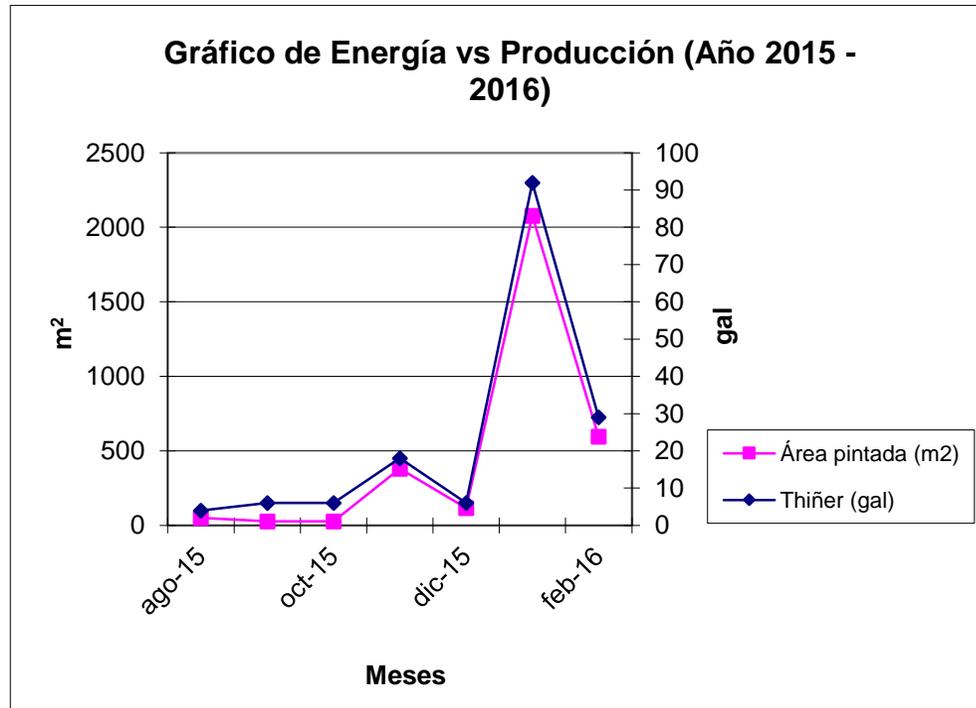


Gráfico de Energía vs Producción (Área Pintada)

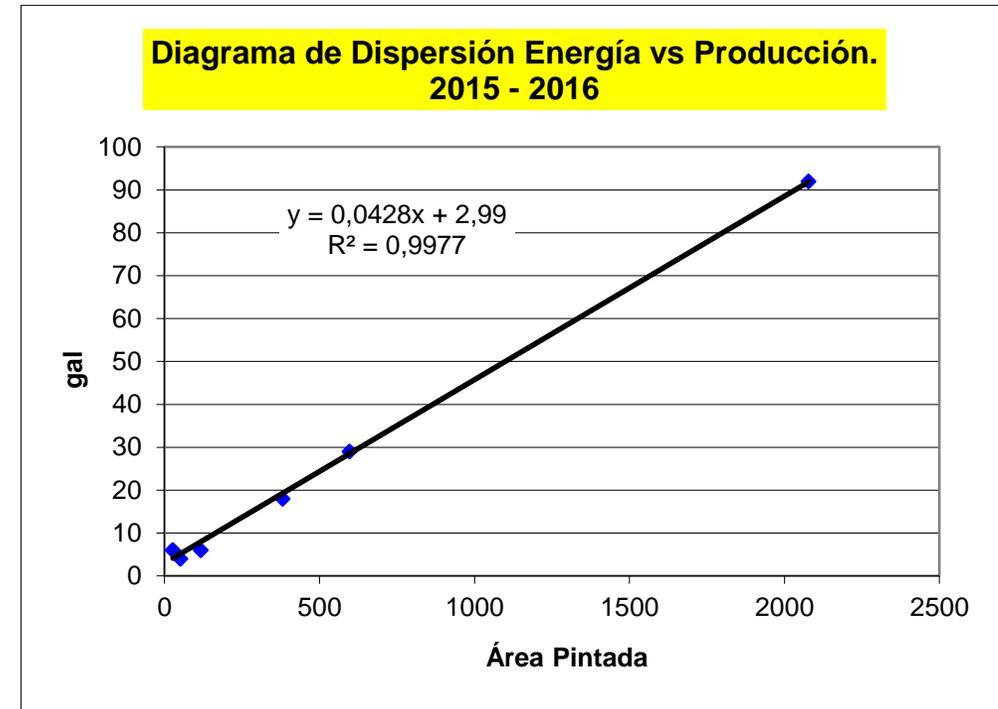
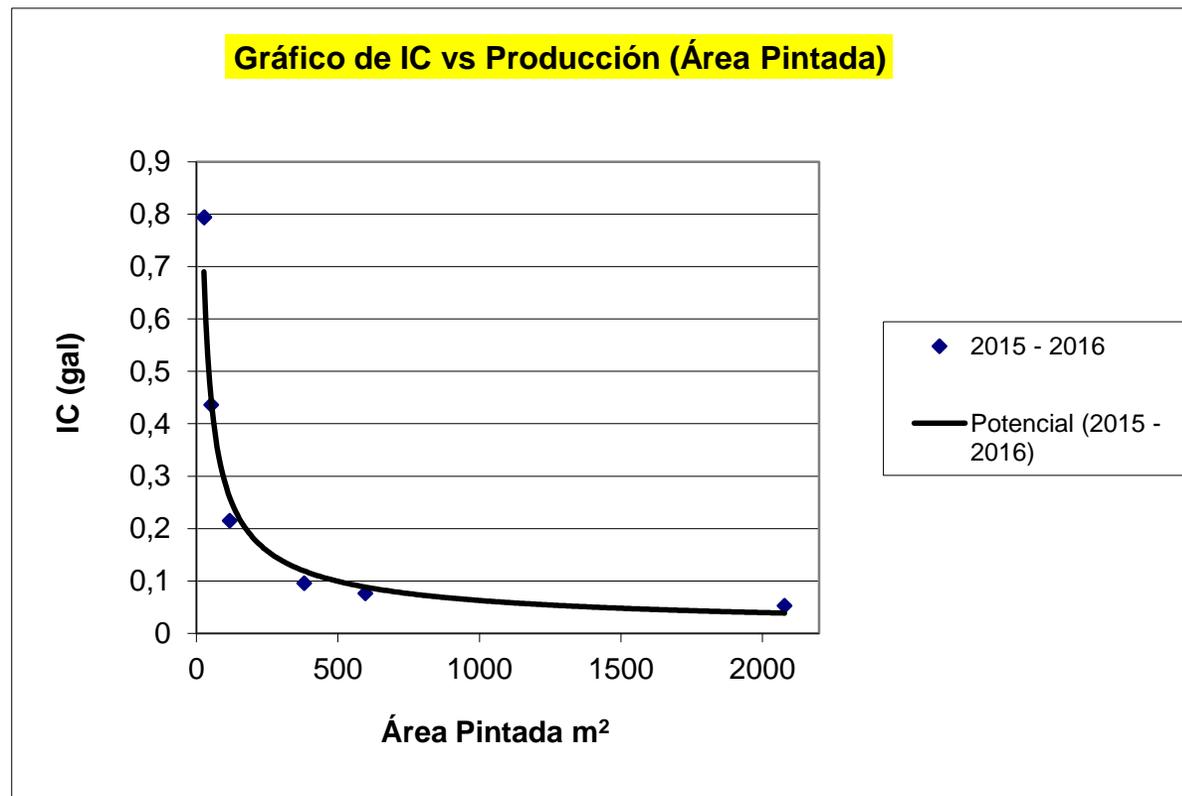


Gráfico de Dispersión Energía vs Producción (Área Pintada)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diagrama de Índice de Consumo vs Producción (IC vs P) Área Pintada



**Rango: 380 m<sup>2</sup> - 2000 m<sup>2</sup>**

## CONCLUSIONES

- Se identificó el estado energético actual de la empresa para determinar oportunidades de ahorro de energía.
- Se determinó la línea base identificando las variables de los trabajos realizados en el taller, con ello se obtuvo los identificadores de consumos, para esto se realizó las correlaciones de consumo de energía vs torres metálicas fabricadas y consumo de thiñer vs área pintada.
- Se identificó que los gastos energéticos representan el 4% de los ingresos de la empresa equivalente a \$ 3.565,7, a pesar de ser un porcentaje relativamente bajo la norma ISO 50001:2011 menciona que se puede implementar un sistema de gestión energética independientemente del tamaño de la empresa y su actividad económica.
- Mediante el diagrama de Pareto se identificó los dos productos energéticos que representan el 80 % de gastos de la empresa, siendo estos la energía eléctrica y el consumo de thiñer.
- Se determinó que el consumo de energía eléctrica no asociada a la producción para el caso de la fabricación de torres metálicas es de 20,134 kWh, y para el consumo de thiñer es 2,99 gal, estos valores se los puede disminuir al implementar el sistema de gestión energética.
- Se propuso medidas de ahorro de energía, realizando inspecciones y verificando el uso de consumo energético dentro de la empresa.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la toma de datos de una manera ordenada utilizando los formatos incluidos en los Anexos para evitar posibles errores en los resultados obtenidos.
- Socializar y capacitar a todo el personal perteneciente a la empresa en el uso correcto de energía, en específico con la energía eléctrica y el uso del thiñer.
- Ante un posible incremento del consumo energético, es aconsejable mantener un monitoreo continuo del sistema para poder realizar las correcciones respectivas y evitar pagar altos costos de consumo.
- Las correcciones o mejoras que se vaya a realizar al sistema de gestión energética de la empresa no debe depender de una sola persona, sino de todos los profesionales pertenecientes al comité energético, además de tomar en cuenta las sugerencias o notificaciones por parte de las personas que operan las máquinas y equipos.
- Se recomienda revisar periódicamente el buen funcionamiento de las máquinas y equipos y realizar las respectivas reparaciones de ser el caso.



*¡Gracias!*