



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***“DISEÑO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA EN LA EMPRESA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI APLICANDO LA NORMA ISO 50001.”***

Alex Danilo Panchi Guamangallo

Diciembre, 2015





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***OBJETIVO GENERAL***

“Diseñar un Sistema de Gestión Energética en la Empresa Industria Metálica Cotopaxi aplicando la Norma ISO 50001 para reducir consumos energéticos.”





# ***OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

- Realizar un diagnóstico energético en el sistema eléctrico con diagramas de flujo o layouts de los procesos operacionales.
- Analizar la calidad de energía eléctrica en la Empresa Industria Metálica Cotopaxi.
- Revisar el uso de la energía en la Empresa Industria Metálica Cotopaxi.
- Establecer planes de mejora para el consumo eficiente de energía.





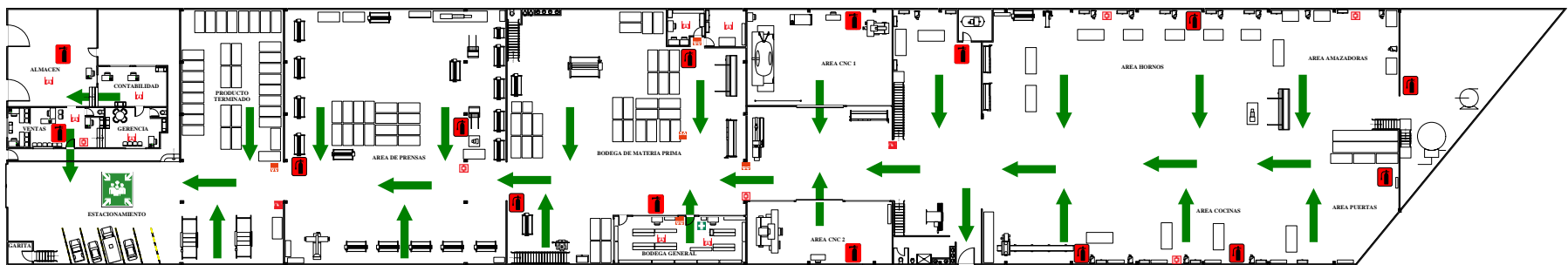
## ***Ubicación y su producción de IMC***

- Industria Metálica Cotopaxi se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, en el sector norte de ciudad de Latacunga en la parroquia de San Buenaventura-barrio San Silvestre, en el anexo A se muestra los planos de la infraestructura de IMC.
- La planta de Industria Metálica Cotopaxi está dedicada a la fabricación y comercialización de Paneles, Troquelados, Hornos para pan, Cocinas, Puertas entre otros productos comercializados a nivel nacional con diseños innovadores, fabricados con tecnología de punta y mano de obra calificada con materia prima de calidad.





**IMC** Industria Metalica Cotopaxi  
**INSTALACIONES Y LAYOUT DE IMC**



<p><b>INDUSTRIA METALICA COTOPAXI</b></p> <p><b>MAPA DE RECURSOS Y EVACUACION</b></p> <p>ELABORADO POR: Ing. Nelson Acosta          REVISADO POR: Sr. Carlos Maldonado          APROBADO POR: Sr. Carlos Maldonado</p>	FECHA:		N° EDITION:		REV:
	JUNIO 2017		SEGUNDA		
	ESCALA:		PUNTO:		PROYECTO:
	1:100		000000		000000

SIMBOLOGIA					
	PUNTO DE ENCUENTRO		VIAS DE EVACUACION		BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS
	EXTINTOR P.G.S		EXTINTOR CO2		PULSADOR DE ALARMA
	DETECTOR DE HUMO		SIENA		LAMPARAS DE EMERGENCIA





# ***Antecedentes***

- Desde sus inicios en Industria Metálica Cotopaxi no se han realizados diagnósticos energéticos en la planta de producción.
- Mediante el diagnóstico energético se pretende conocer la eficiencia energética, calidad de energía eléctrica en la planta de producción e identificar si existe un uso irracional de la misma y buscar alternativas que permita gestionar eficientemente la energía en la planta de producción estableciendo planes de mejora para reducir el consumo de energía eléctrica.





# ***SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA***

- Persiguen la **mejora continua en el empleo de la energía** mediante un uso más eficiente de la misma, reduciendo su consumo, los costes financieros asociados y **las emisiones de gases de efecto invernadero**, así como mediante el mejor aprovechamiento de las energías renovables.
- Permite responder a las siguientes preguntas ¿Cuanto gastamos? ¿Por qué lo gastamos? ¿Cómo gastamos? ¿Cómo podemos ahorrar? ¿Hemos gastado lo que deberíamos? El Sistema debe permitirnos responder a todas estas preguntas.





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***BENEFICIOS ECONÓMICOS***

Un SGE permite ahorro de costes generando un efecto diferenciador frente a los competidores.

- Reducción de un porcentaje elevado del consumo de energía total de los procesos productivos.
- Incorporación de un gran número de medidas correctivas a corto plazo con bajas inversiones.
- Acciones de mejora continua con retornos económicos directos.
- Optimización de equipos instalados.







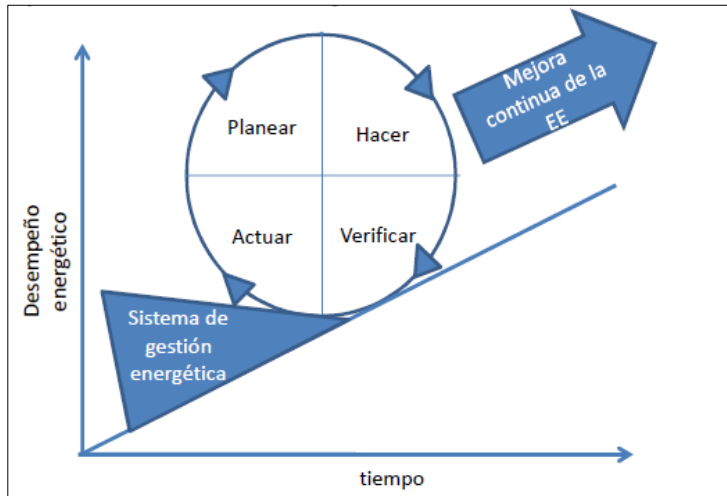
# ***Norma ISO 50001***

- El 11 de octubre del 2011, la organización internacional de normalización (ISO) publicó la norma ISO 50001, este documento especifica los requisitos para implementar un sistema de gestión energética.
- Cuyo objetivo es permitir a una organización mejorar la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo





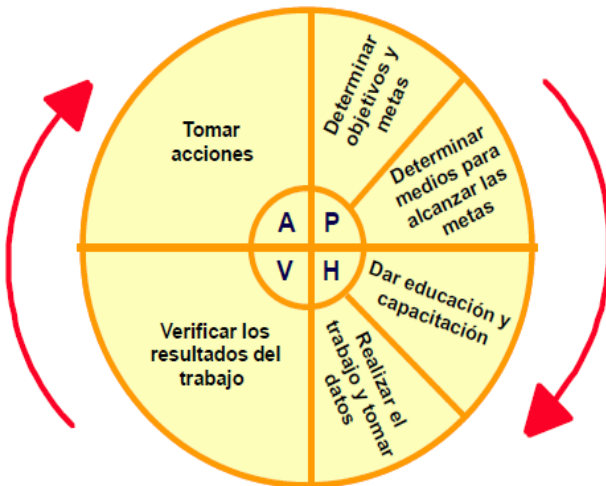
# De qué trata la norma ISO 50001.



Gestionar la energía para organizaciones grandes y pequeñas en el sector público y privado, en la manufactura y los servicios

Desarrollando:

- Una política para un uso más eficiente de la energía.
- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política.
- Utilizar datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía.
- Medir resultados.
- Revisar la eficacia de la política.
- Mejorar continua de la gestión de energía





## ***Diagnóstico energético.***

- En Industria Metálica Cotopaxi se aplicara un diagnóstico de segundo nivel, donde se revisara los siguientes puntos:
- Análisis de los aspectos energéticos, en equipos y sistemas principales
- Consumo
- Producción
- Facturación





- Y mediciones eléctricas con instrumentos como:
- Analizador
- Multímetro
- Luxómetro
- Donde se determina el potencial de ahorro de energía con:
- Estimación de eficiencias
- Identificación de nuevas tecnologías





- Y finalmente el análisis técnico- económico de las medias a implementarse:
- Implementación de los planes de ahorro de energía
- Relación costo beneficio y tiempo de recuperación de 7 meses a 3 años de recuperación.



# ***Causas que inciden en el consumo de energía***

- **Calidad del producto referente al suministro eléctrico.**
- Nivel de voltaje
- Armónicos
- Factor de potencia
- **Rendimiento de equipos**
- **Falta de material u operario**
- **Incorrecto uso de la maquinaria por el usuario**





# Equipos utilizados

- Registrador trifásico FLUKE 1735



- Multímetro Truper MUT 202



» Luxometro HS1010A

Software de simulación Etap





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO***

- **Situación energética de IMC**
- Desde los inicios en IMC no se han realizado un diagnostico energético por lo que se desconoce:
- La calidad del producto referente al suministro eléctrico para conocer si se encuentra en los rangos permitidos por el ARCONEL.
- El área a las cuales se debe priorizar un control operacional en pos para reducir consumos de energía eléctrica.







# ***Carga instalada en la planta de producción***

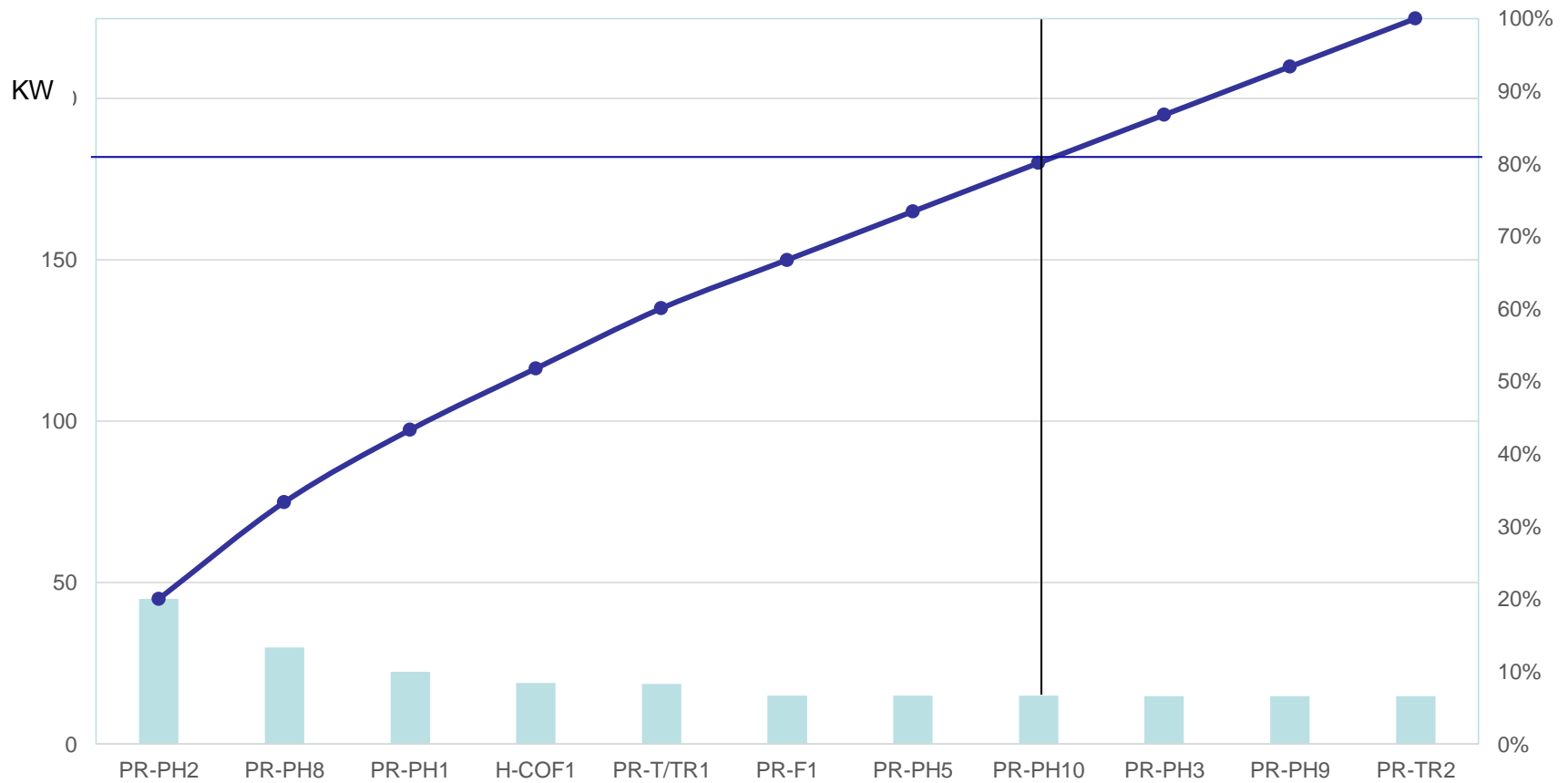
- Para determinar la carga instalada se usó los datos de placa de cada máquina y para un mejor análisis se categorizo por áreas..

<b>CARGA INSTALADA IMC</b>		
SECCIÓN COCINAS	13 kW	TABLA 3
SECCIÓN PUERTAS	22 kW	TABLA 4
SECCIÓN PRENSAS	317 kW	TABLA 5
SECCIÓN HORNOS	211,4KW	TABLA 6
ÁREA ADMINISTRATIVA	4,5kW	TABLA 7





# Máquinas de mayor potencia instalada





# Evaluación de equipos.

## Prensas hidráulicas

Estado técnico	%	Valoración	Servicio de mantenimiento
Bueno	90-100	1	Revisión
Regular	75-89	0.8	Reparación pequeña
Malo	50-74	0.6	Reparación media
Muy malo	< 50	0.4	Reparación general

NOMBRE	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA
MARCA	CMC CLAERING HIDRAULIC	TOSHIBA	LAUFFER	BAKER
CÓDIGO	PR-PH1	PR-PH2	PR-PH3	PR-PH4
<b>ASPECTOS EVALUADOS</b>				
Sistema eléctrico	0,84	0,82	0,83	0,84
Sistema mecánico	0,93	0,92	0,90	0,83
Sistema Hidráulico	0,92	0,94	0,89	0,87
<b>TOTAL</b>	<b>2,69</b>	<b>2,69</b>	<b>2,61</b>	<b>2,55</b>
Valoración %	89,72	89,53	87,06	84,87
NOMBRE	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA
MARCA	NEUGRAFF			IDROMETAL
CÓDIGO	PR-PH5	PR-PH6	PR-PH7	PR-PH8
<b>ASPECTOS EVALUADOS</b>				
Sistema eléctrico	0,84	0,79	0,85	0,84
Sistema mecánico	0,88	0,85	0,87	0,94
Sistema Hidráulico	0,89	0,89	0,82	0,85
<b>TOTAL</b>	<b>2,60</b>	<b>2,52</b>	<b>2,54</b>	<b>2,64</b>
Valoración %	86,75	84,06	84,69	87,89
NOMBRE	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA	PRENSA HIDRAULICA
MARCA	INMES		PH-BANDEJAS	PH-BANDEJAS
CÓDIGO	PR-PH9	PR-PH10	PR-PH11	PR-PH12
<b>ASPECTOS EVALUADOS</b>				
Sistema eléctrico	off	off	0,83	0,83
Sistema mecánico	off	off	0,89	0,93
Sistema Hidráulico	off	off	0,90	0,88
<b>TOTAL</b>			<b>2,61</b>	<b>2,64</b>
Valoración %			87,06	88,11





## • Troqueladoras

NOMBRE	TROQUELADORA	TROQUELADORA	TRAQUELADORA
MARCA	BLIS	MAQTRQ	GUILLEM
CÓDIGO	PR-T/TR1	PR-T/TR2	PR-T/TR3
ASPECTOS EVALUADOS			
Sistema eléctrico	0,89	0,90	0,89
Sistema Neumático	0,88	0,89	0,87
Sistema mecánico	0,87	0,85	0,88
TOTAL	2,64	2,64	2,64
Valoración %	87,91	87,91	88,09
NOMBRE	TROQUELADORA	TROQUELADORA	TRAQUELADORA
MARCA	FARINA	VED WERKZ	GAMEI
CÓDIGO	PR-T/TR4	PR-T/TR5	PR-T/TR6
ASPECTOS EVALUADOS			
Sistema eléctrico	0,87	0,88	0,89
Sistema Neumático	0,88	0,87	0,88
Sistema mecánico	0,82	0,82	0,87
TOTAL	2,56	2,57	2,64
Valoración %	85,45	85,53	88,04
NOMBRE	TROQUELADORA	TROQUELADORA	TRAQUELADORA
MARCA	ARISA	IWK	BIELA
CÓDIGO	PR-T/TR7	PR-T/TR8	PR-T/TR9
ASPECTOS EVALUADOS			
Sistema eléctrico	0,88	0,87	0,00
Sistema Neumático	0,96	0,89	0,00
Sistema mecánico	0,87	0,87	0,00
TOTAL	2,71	2,63	0,00
Valoración %	90,27	87,63	0,00

## Compresor fijo

NOMBRE	COMPRESOR FIJO
MARCA	FINI
CÓDIGO	H-COF1
ASPECTOS EVALUADOS	
Sistema eléctrico	0,94
Sistema neumático	0,96
Sistema mecánico	1,00
TOTAL	2,91
Valoración %	96,94

## Fresadora

NOMBRE	FRESADORA
MARCA	BURGMASER
CÓDIGO	PR-F1
ASPECTOS EVALUADOS	
Sistema eléctrico	0,92
Sistema mecánico	0,86
TOTAL	1,78
Valoración %	89





# ***Datos de producción***

- El producción se lleva a cabo por ordenes de trabajo, en la tabla se muestra el resumen de la producción del mes de enero. Revisar tabla 15 hasta 26

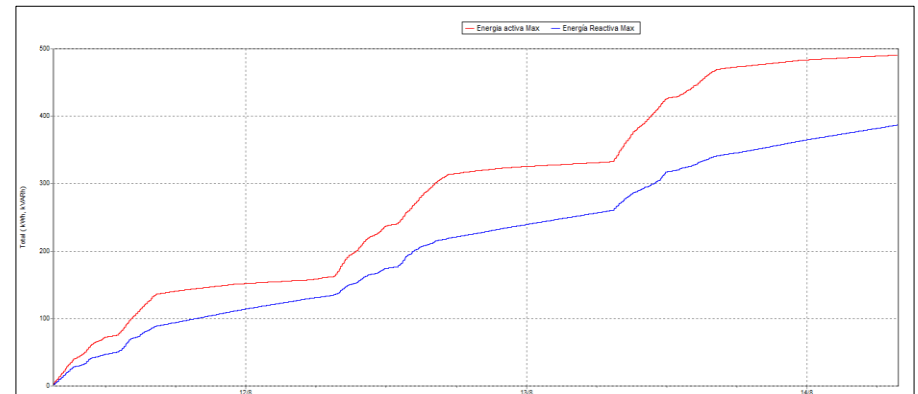
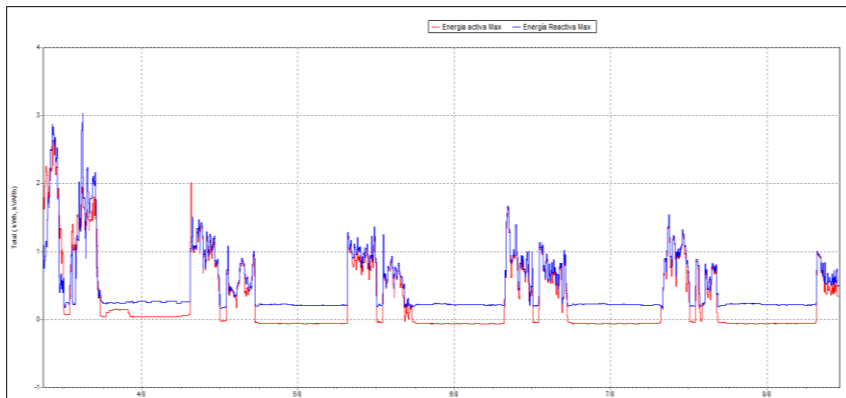
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>19027</b>	PANELES VARIAS MEDIDAS	18471
<b>199192</b>	PUERTA CORREDIZA 4.15*2.20	1
<b>199351</b>	AUT.PRTA.2HOJAS MOTOR BOB 3.15*2.50	1
<b>20791</b>	MARCO DE PUE DECOR 2.20X.27X1.5 L.F	575
<b>320001</b>	HORNO 6 LATAS TURBO 110 VOL	12
<b>320191</b>	HORNO 2 LATAS PARA ZAPATAS 86ANCHO*	1
<b>32076</b>	AMAZADORA SOBADORA 220 V 50 LIBRAS	1
<b>32079</b>	HORNO 16 LATAS GIRATORIO 220 V	8
<b>32080</b>	PORTALATAS NEGRO 16 LATAS	20
<b>33069</b>	COCINA 4 QUEM + PLANCHA FORRADA	1
<b>338041</b>	SELF SERVICE 6 BANDEJAS MATE	1
<b>339031</b>	FREGADERO 3 POZOS 1.80*65*90 MATE	2
		19094





# Consumos de energía en T1

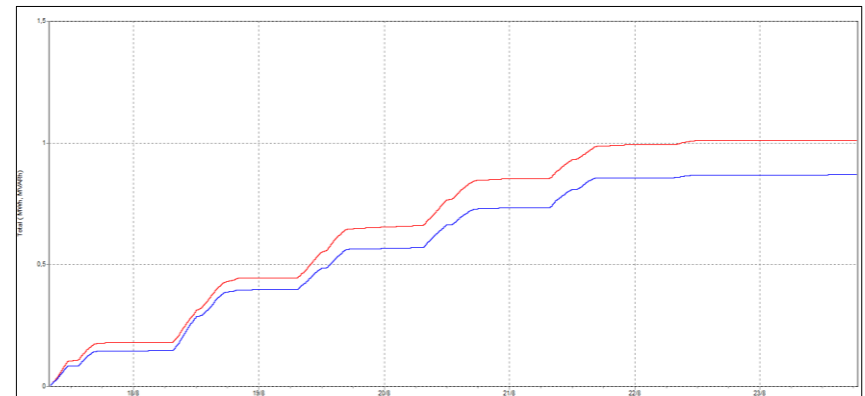
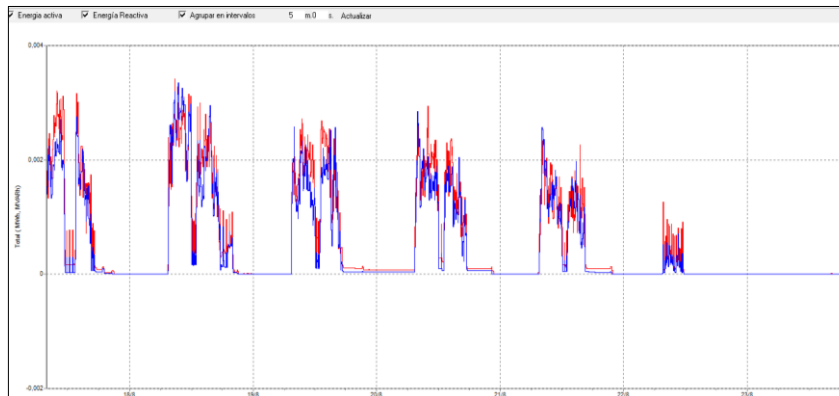
- Total de 819,42 kW-h y 709,417 kVAR-h. En el transcurso de 5:30 pm a 7:30 am el consumo de energía debería ser 0 kW-h, pero se registra un consumo de 87,66 kW-h que representa \$ 5,25 semanales , \$21 mensual y \$ 252 anual





# Consumos de energía en T2

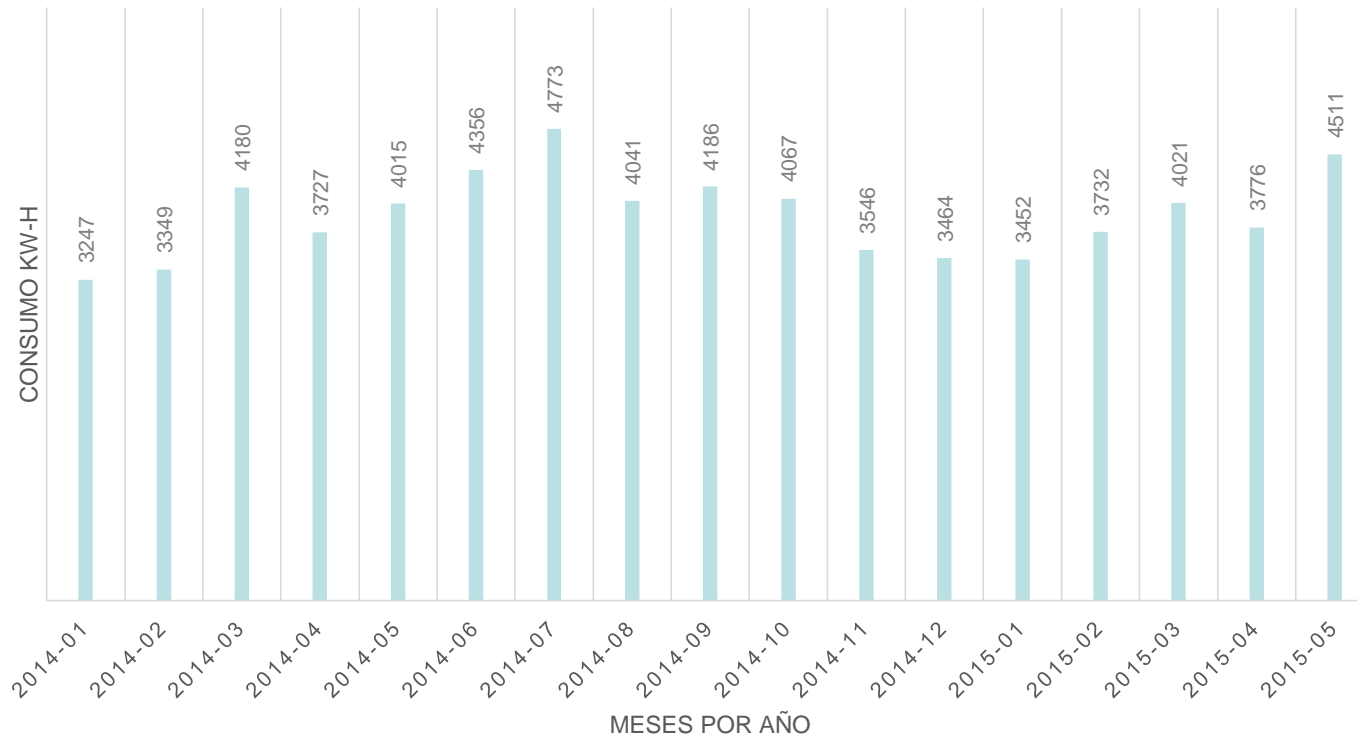
Total de 1010.68 kW-h y 869.55 kVAR-h. En el transcurso de 5:30 pm a 7:30 se registra un consumo de 46,44 kW-h que representa \$3,15 semanal y \$12,44 mensual y \$150 anual, en ambos transformadores T1 y T2 en las horas no laborales se registra una perdidas de energía que representan \$402 anual.





# Análisis de facturación

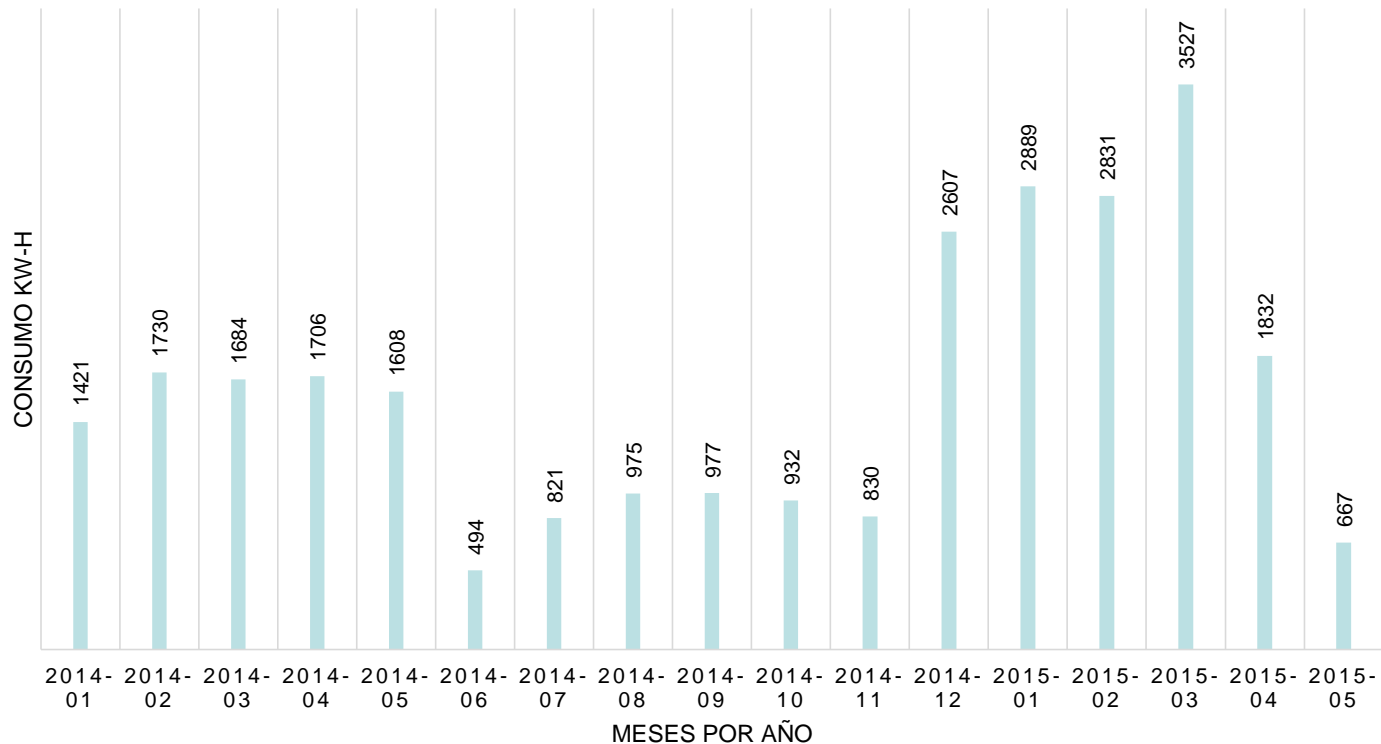
- En T1 el mes de Enero del 2014 se tuvo el menor consumo de energía con 3247 KW-h y en julio fue el de mayor consumo de energía con 4773 kW-h







En T2 los primeros 5 meses se consume un promedio de 1600 kW-h en los siguientes seis meses baja la demanda a un promedio de 800 kW-h y en los últimos seis meses incrementa la demanda con 2800 kW-h, el mes de julio del 2014 se tuvo el menor consumo de energía con 494 kW-h, y en el mes de marzo del 2015 se presentó mayor demanda con 3527 kW-h.



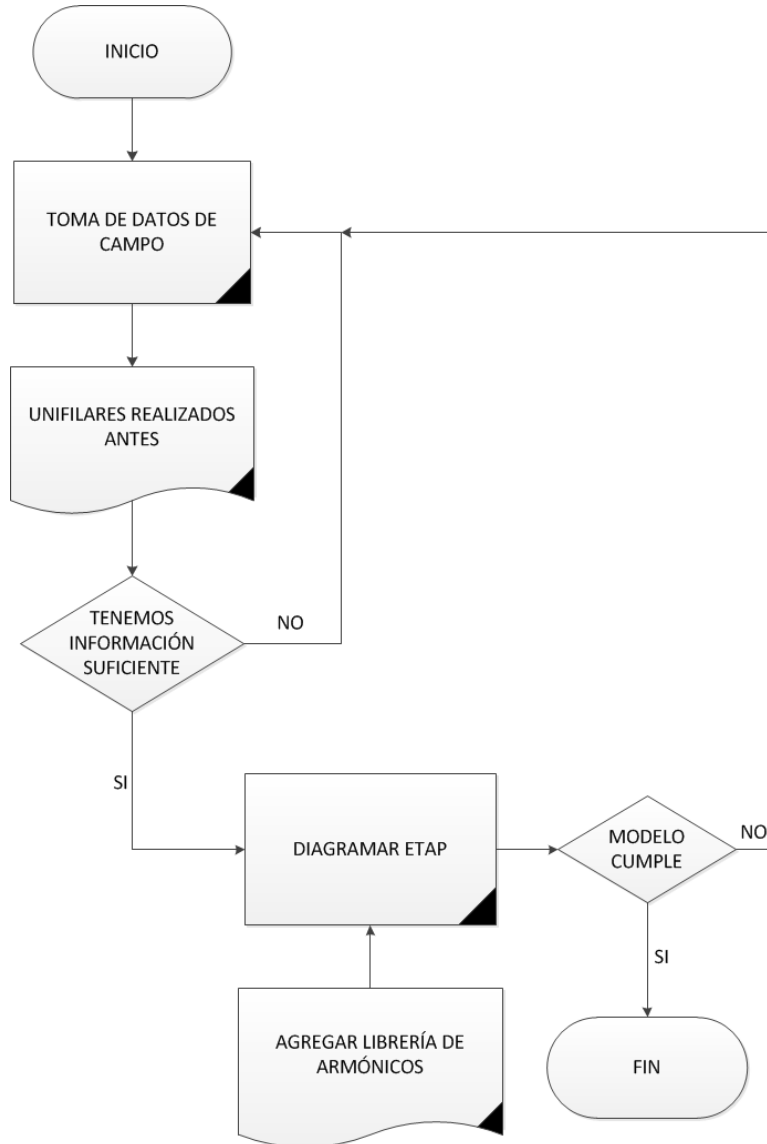


# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***Revisión energética de las instalaciones de IMC***





# *Modelamiento del Sistema Eléctrico de Potencia de IMC*





# Levantamiento de información

## Carga se considera:

- Tipo de carga (lineal o no lineal)
- Nivel de voltaje
- Potencia
- Eficiencia
- Factor de potencia

## En acometidas se considera:

- Tipo de conductor
- Calibre del conductor
- Distancia de la acometida

Lumped Load Editor - PR-PH1

Info | Nameplate | Short-Circuit | Dyn Model | Reliability | Remarks | Comment

19.5 kVA 0.22 kV (80% Motor 20% Static)

Info

ID PR-PH1

Bus Bus9 0.22 kV

Equipment

Tag #

Name

Description

Data Type Estimated

Priority Other

Load Type Other

Demand Factor

Continuous 75 Intermittent 50 Spare 0 %

Condition

In

Out

State As-built

Configuration

OpeNormal

Status Continuous

Connection

3 Phase

1 Phase

Reference kV

Calculated

User-Defined 0

Lumped Load Editor - PR-PH1

Info | Nameplate | Short-Circuit | Dyn Model | Reliability | Remarks | Comment

19.5 kVA 0.22 kV (80% Motor 20% Static)

Model Type

Conventional Rated kV 0.22

Calculator...

Ratings

kVA	kW	kvar	% PF	Amp
19.5	12.636	14.852	64.8	51.17

Load Type

Constant kVA

0 80 % 100

100 20 % 0

Constant Z

Motor Load

Loading Category	% Loading	kW	kvar
1 Design	100	6.07	7.13
2 Normal	100	6.07	7.13
3 Brake	0	0	0
4 Winter Load	0	0	0
5 Summer Load	0	0	0
6 FL Respect	0	0	0
7 Emergency	0	0	0
8 Shutdown	0	0	0

Static Load

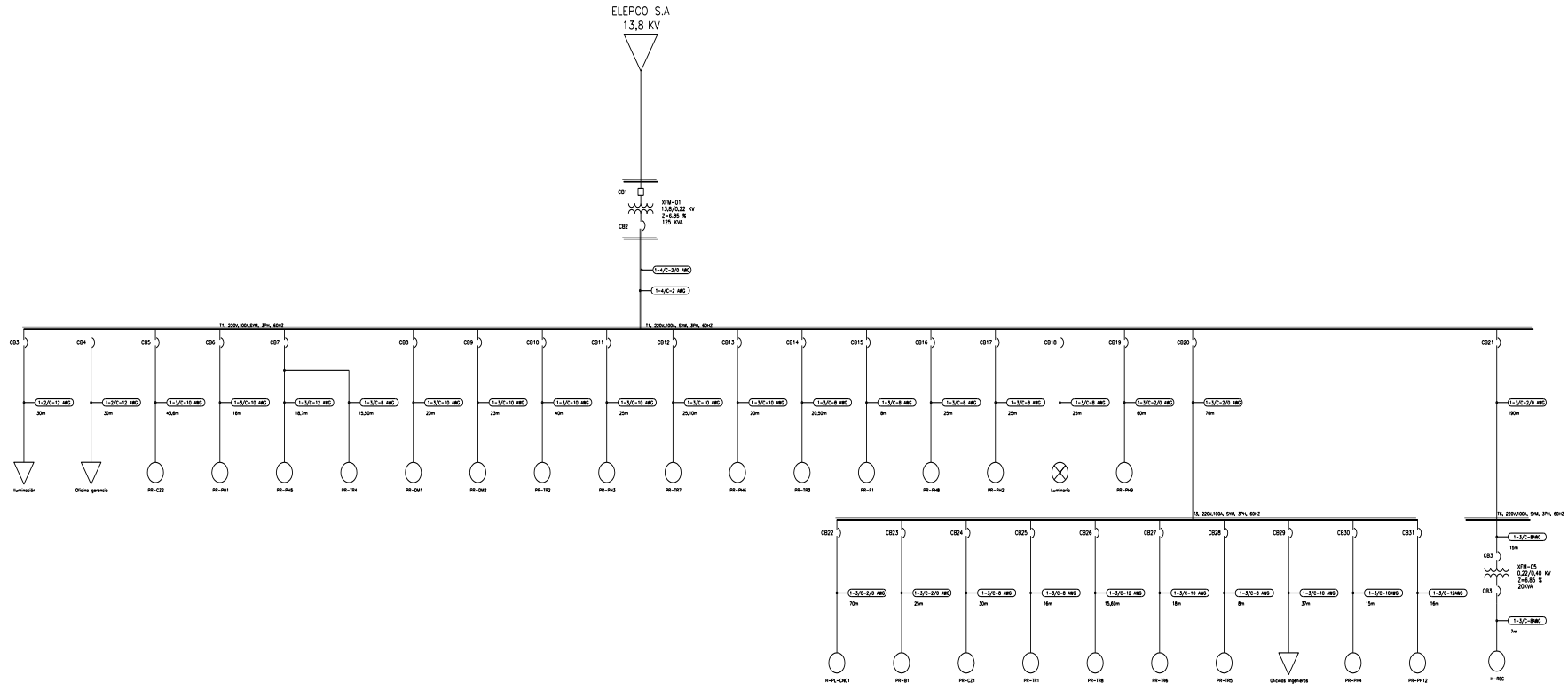
Loading Category	% Loading	kW	kvar
1 Design	100	1.52	1.78
2 Normal	100	1.52	1.78
3 Brake	0	0	0
4 Winter Load	0	0	0
5 Summer Load	0	0	0
6 FL Respect	0	0	0
7 Emergency	0	0	0
8 Shutdown	0	0	0

Operating 0 0 0 0 kW +j kvar



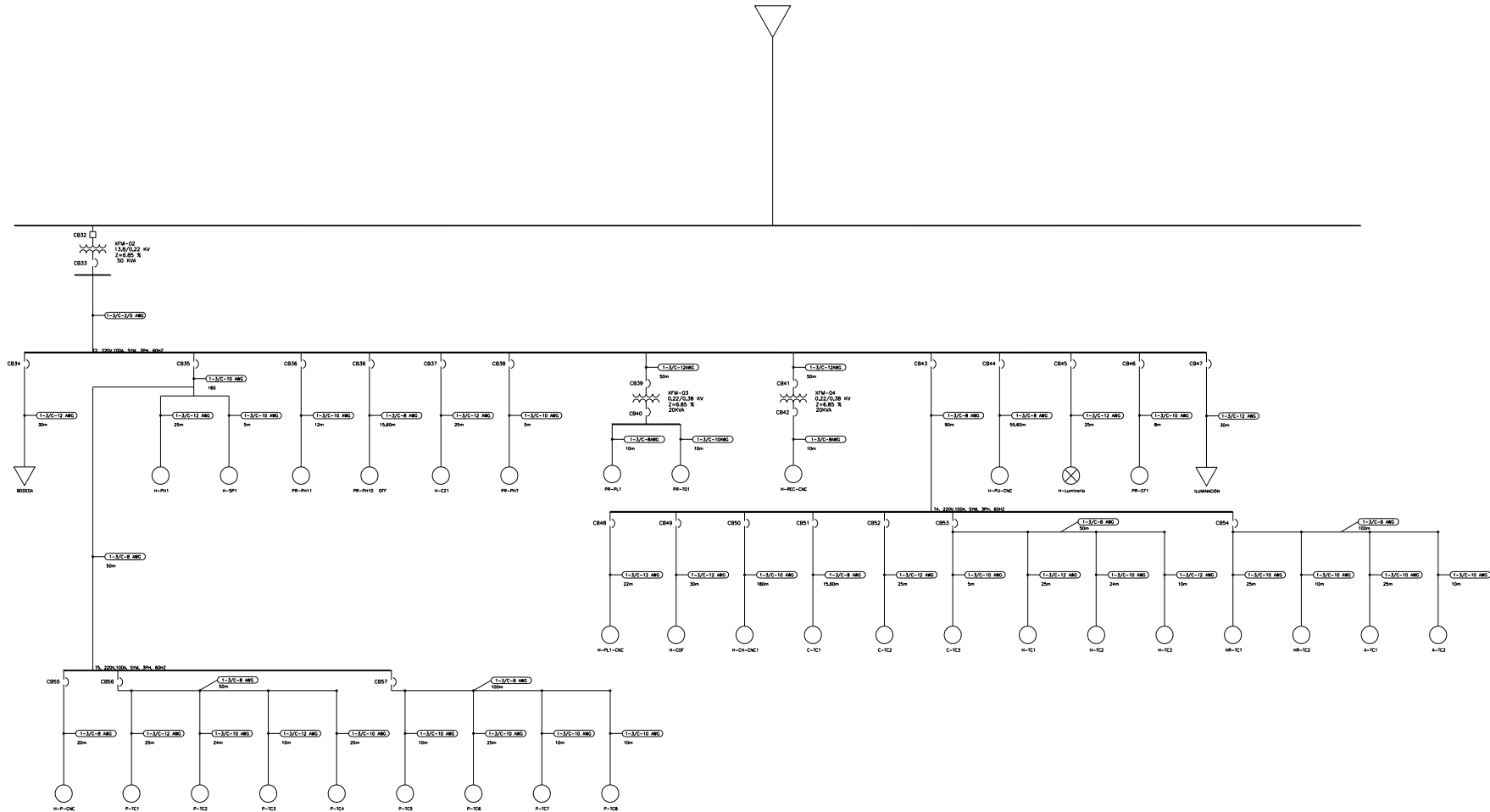


# Elaboración de unifilares T1 y T2





ELEPCO S.A  
13.8 KV

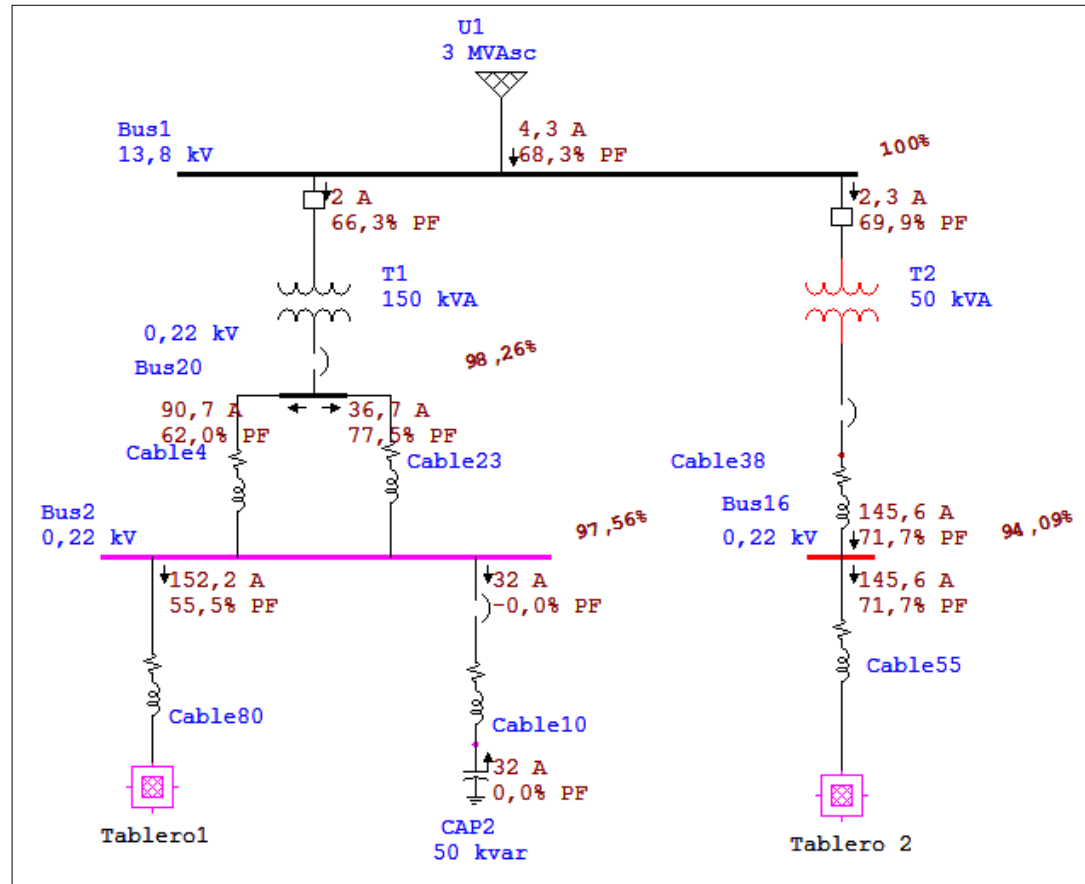


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# Estudios Realizados en ETAP

- Ver anexo F





# Regulación de voltaje en las barras principales

$$\gg V_S - V_L = R I \cos\theta + X I \sin\theta$$

Componente	ID	Rango	
2 Transformador de Potencia 3Ø	TRANSFORMADOR	Primario	Secundario
		13,8kV	0,220kV
Barras Principales	ELEPCO S.A.	13,8kV	
	Barra_1	0,22kV	
	Barra_3	0,22kV	
	Barra_6	0,22kV	
	Barra_2	0,22kV	
	Barra_4	0,22kV	
Cables Principales	Barra_5	0,22kV	
	Cable 4	THWN-2/0	28,5m
	Cable 23	THWN-2	28,5m
	Cable 8	THWN-1/0	20m
	Cable 37	THWN-2/0	190m
	Cable 38	THWN-2/0	40m
	Cable 79	Rubber-2/0	80m
Cable 38	Rubber-2/0	38m	

Cable	Calibre	R(Ω)	X(Ω)
THWN	2/0	0,1	0,054
THWN	2	0,2	0,057
THWN	1/0	0,12	0,055
Rubben	4	0,039	0,032
Rubben	8	0,811	0,0503

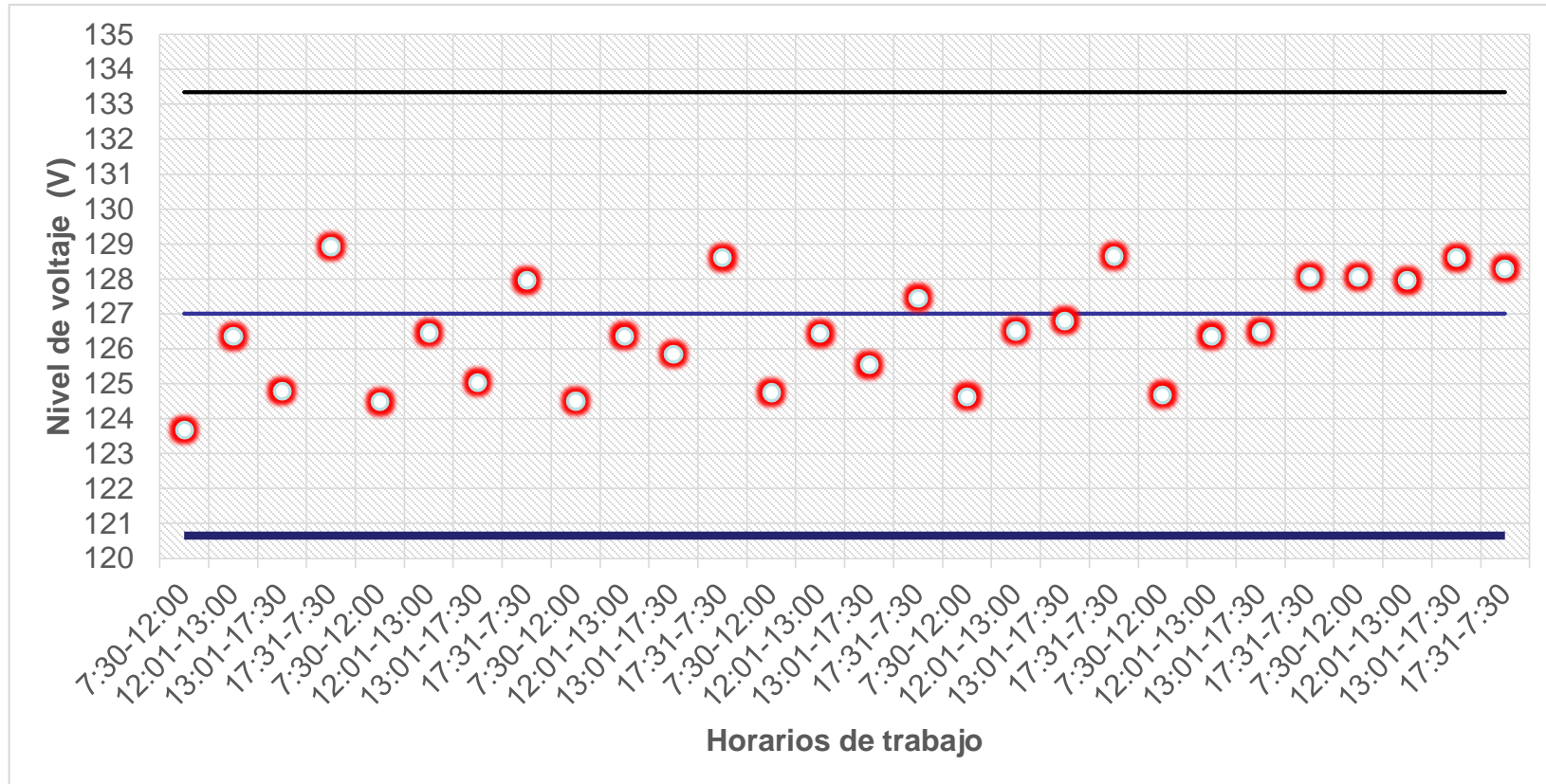
	Salida T1	98,26%		Salida T2	94,09%
T1	Tablero 1	97,56%	T2	Tablero 2	92,53%
	Tablero 3	97,47%		Tablero 4	90,19%
	Tablero 6	97,55%		Tablero 5	90,92%





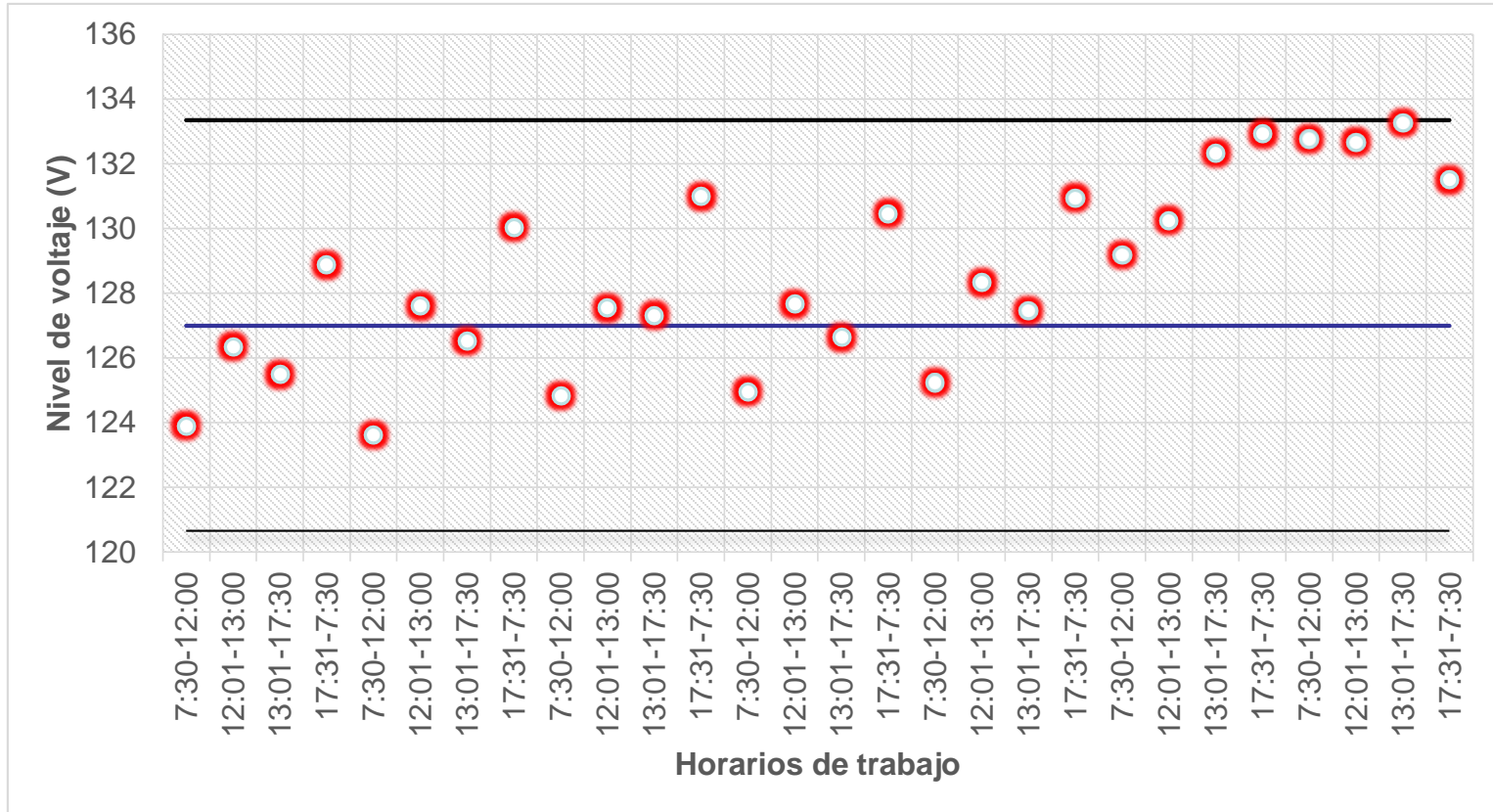


# Variación de voltaje en T1 en una semana de trabajo





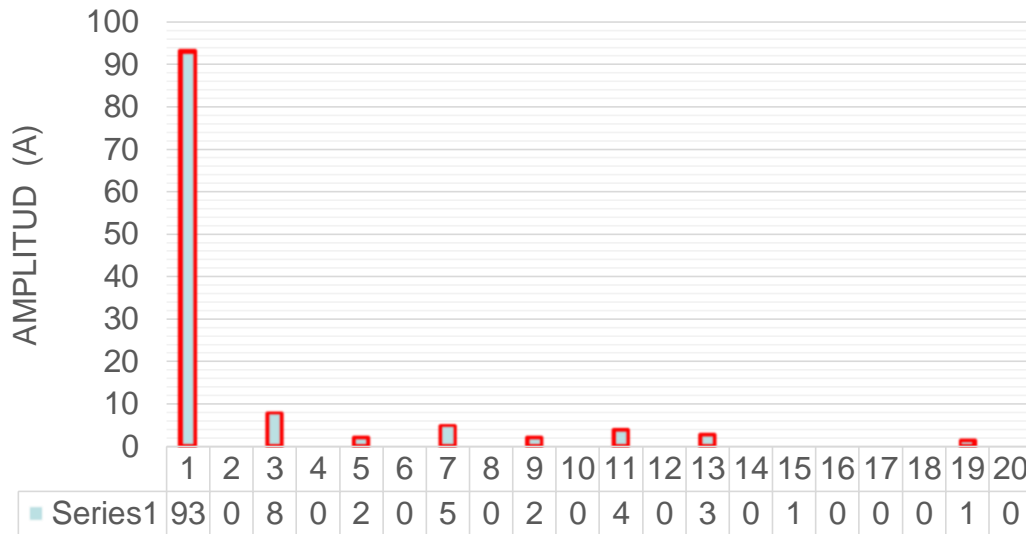
# Variación de voltaje en T2 en una semana de trabajo





# Armónicos de corriente en T1

Armónicos de corriente en T1



$$PF_{Dist} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + THD^2}}$$

$$PF_{Dist} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 0,1193^2}} = 0,9929$$

$$\cos(\phi) = 0,729 \text{ y } PF_{Dist} = 0,9929$$

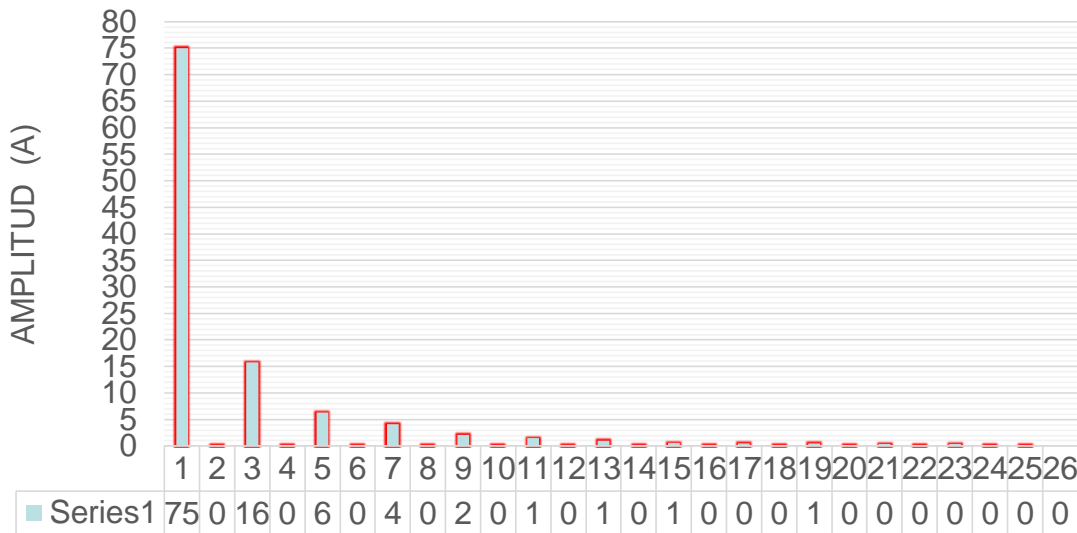
$$PF = 0,729 * 0,9929 = 0,723$$





# Armónicos de corriente en T2

Armónicos de corriente en T2



$$PF_{Dist} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + THD^2}}$$

$$PF_{Dist} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 0,2377^2}} = 0,9728$$

$$\cos(\phi) = 0,758 \text{ y } PF_{Dist} = 0,9728$$

$$PF = \cos(\phi) * PF_{Dist}$$

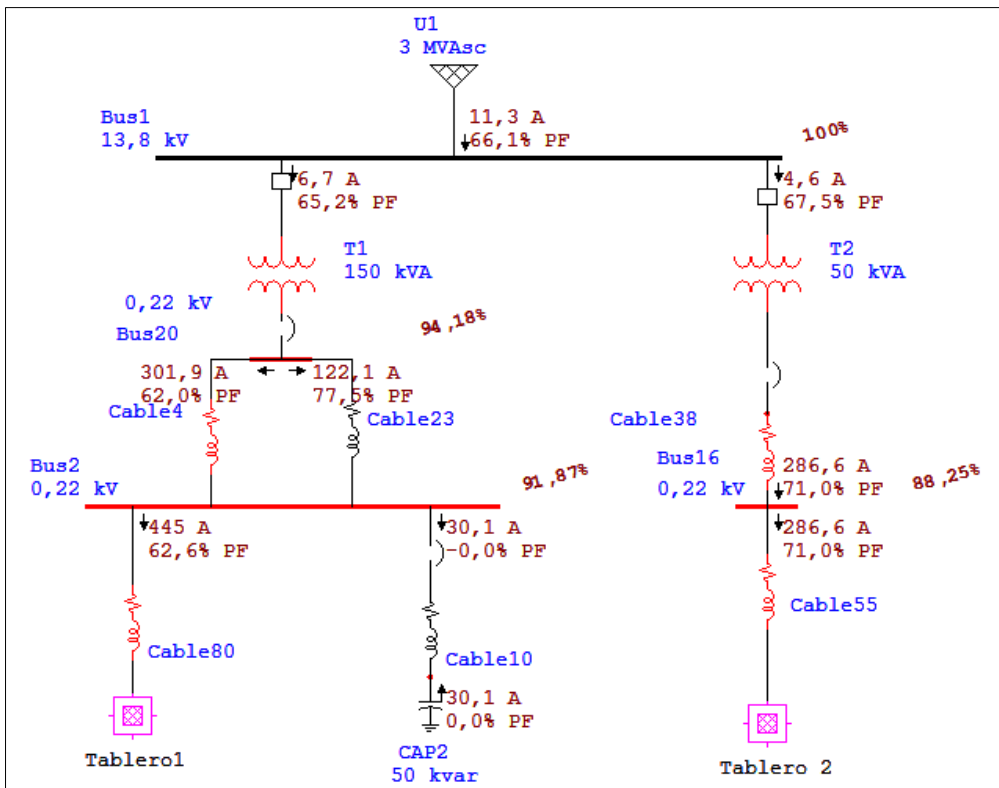
$$PF = 0,758 * 0,9728 = 0,737$$





# Flujo de carga a máxima demanda

- Ver anexo H3



	Salida T1	94,18%		Salida T2	88,33%
T1	Tablero 1	91,87%	T2	Tablero 2	85,19%
	Tablero 3	91,38%		Tablero 4	80,68%
	Tablero 6	90,89%		Tablero 5	81,65%





# ***Eficiencia el las luminarias***

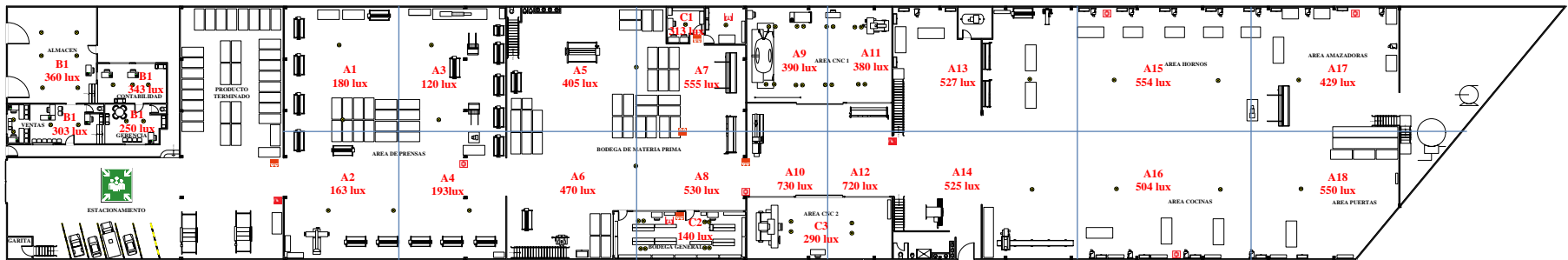
- Los niveles de luxes están regulados por el IESS, Ver anexo K.

ÁREA	LUXES medidos	LUXE IESS	Observación
Gerencia	250	300	NO CUMPLE
Contabilidad	343	300	SI CUMPLE
Ventas	303	300	SI CUMPLE
Prensas	164	200	NO CUMPLE
Bodega	140	50	SI CUMPLE
Oficina Ing.	313	300	SI CUMPLE
CNC	350	300	SI CUMPLE
Hornos	554	300	SI CUMPLE
Cocinas	504	300	SI CUMPLE
Amasadoras	429	300	SI CUMPLE
Puertas	550	300	SI CUMPLE





# SISTEMA DE ILUMINACIÓN



<p><b>INDUSTRIA METALICA COTOPAXI</b>          ELABORADO POR: Ing. Nelson Aguilar          RESPONSABLE DEL PROYECTO</p>	<b>SISTEMA DE ILUMINACION EN IMC</b>		
	FECHA:	N° DISEÑO:	REV:
	JUNIO 2011	0001	0001
	BOGOTÁ	COLOMBIA	BOGOTÁ

SIMBOLOGIA					
	PUNTO DE ENCUENTRO		LUMINARIAS		BOTON DE PRIMEROS AUXILIOS
	EXTINTOR PDS		EXTINTOR CO2		PULSADOR DE ALARMA
	DETECTOR DE HUMO		SIRENA		LAMPARAS DE EMERGENCIA





# Indicadores del desempeño energético (IDEn).

- En la sección prensas con la ayuda del analizador Fluke 1735 se realizaron mediciones en las prensas hidráulicas y en las máquinas troqueladoras registrándose 727 mediciones en intervalos de 5 segundos

Máquina	Energía activa	Energía Reactiva	N. productos	Producto/W-h
	(kW-h)	(kVAR-h)		
PR-TR1	2,23	4,52	155	14,38
PR-TR2	1,79	9,06	144	12,43
PR-TR3	1,38	2,01	80	17,25
PR-TR7	0,9995	3,98	690	1,44
PR-PH1	6,6	9,2	116	56,896
PR-PH2	11,12	22,6	116	95,86
PR-PH3	3,016	7,76	104	29,034
PR-PH6	4,87	6,85	65	74,92
PR-PH7	1,2	1,66	63	19,04
PR-PH8	7,95	12,02	61	19,04
PR-PH10	2,84	4,14	101	28,118







## Pérdidas de energía en una hora de trabajo en la sección prensas

- Cambio de la matriz de prensa.
- Calibrar la matriz
- Transporte de materia prima
- Despacho de material prensado, entre otras.

Máquina	Tiempo de parada (minutos)	Energía
		(kW-h)
PR-TR2	12	0,15
PR-TR3	4	0,08
PR-TR7	8	0,0702
PR-PH1	5	0,25
PR-PH2	25	4,019
PR-PH3	1:30	0,0624
PR-PH6	8:30	0,72
PR-PH7	19	0,98
PR-PH8	18	1,984
PR-PH10	14	0,534
PR-CZ1	12	0,0797
PR-DM2	20	0,2718
<b>TOTAL</b>		<b>9,2011</b>

\$ 4,4 diarios y \$ 22,08 y \$ 88,33 dólares mensuales.

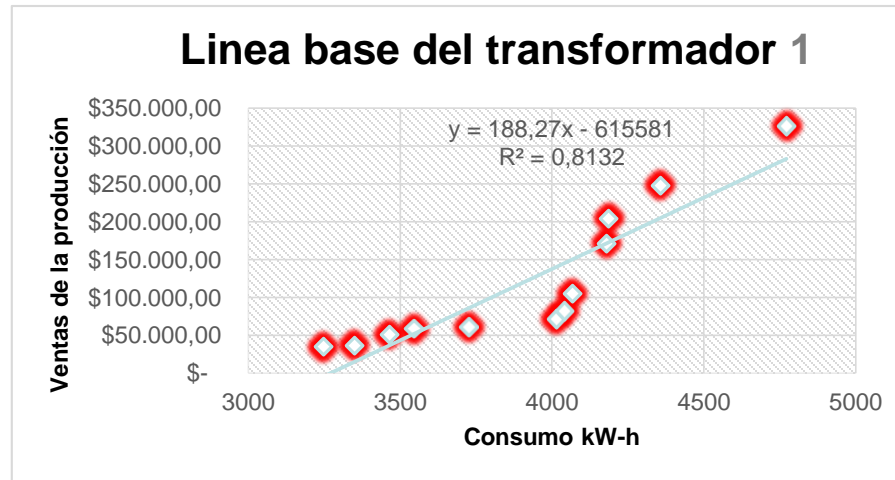
En el mes de julio el total a pagar en la factura eléctrica fue de \$ 701,91 mediante concientización en el uso de energía se reducirá \$ 88,33 y el valor facturado sería \$ 613,58 aproximadamente. Al año se registraría un ahorro de \$ 1059,96 en la planilla de la factura eléctrica.



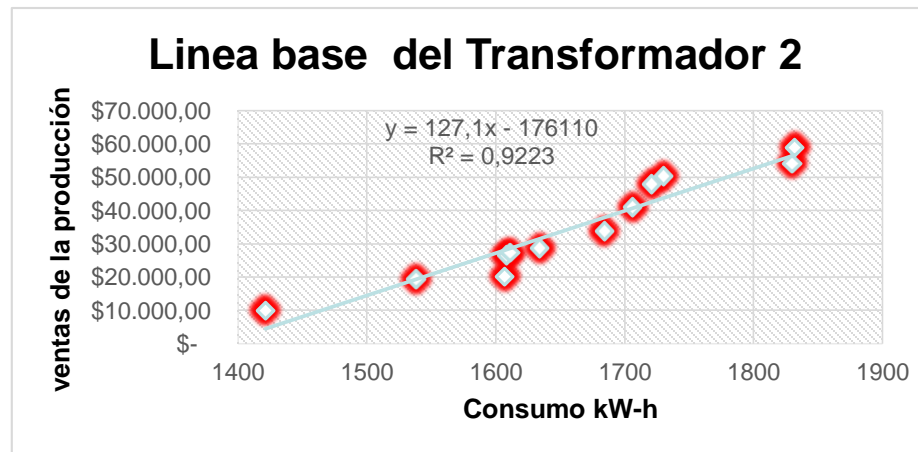


# Línea base energética

- T1



- T2





# Control operacional

- Etapa A: tiempo de trasladar una plancha de acero hacia la prensa.
- Etapa B: tiempo de prensado.
- Etapa C: tiempo de trasladar el material prensado para arrumarlo.

Máquina	Etapa A		Etapa B		Etapa C		Tiempo total (s)
	Mejor	Peor	Mejor	Peor	Mejor	Peor	
PR-PH1	Mejor	11,31	Mejor	32,09	Mejor	3,34	46,74
	Peor	14,4	Peor	39,44	Peor	5,18	59,02
PR-PH2	Mejor	20	Mejor	18	Mejor	16	54
	Peor	30	Peor	20	Peor	30	80
PR-PH7	Mejor	13,79	Mejor	7,77	Mejor	6,9	28,46
	Peor	17,35	Peor	10,42	Peor	9,5	37,27
PR-PH8	Mejor	16,72	Mejor	11,42	Mejor	6,7	34,84
	Peor	19	Peor	13,7	Peor	8,30	32,7
PR-PH10	Mejor	13,74	Mejor	7,7	Mejor	6,55	27,99
	Peor	23,55	Peor	10,85	Peor	9,9	44,3
PR-TR1	Mejor	9,36	Mejor	8,3	Mejor	3,62	21,28
	Peor	15,49	Peor	10,3	Peor	6,24	32,03





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA CON LA ISO 50001***





# ***Alcance***

Implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía en la Industria Metálica Cotopaxi que permita la eficiencia energética en sus procesos de producción

Ayudando a alcanzar una eficiencia energética en la planta de producción mediante las buenas prácticas en el uso y consumo de energía demostrando una alta responsabilidad con el cuidado del medio ambiente





# ***Responsabilidad de la dirección***

- La alta dirección de Industria Metálica Cotopaxi o su representante, debe estar comprometido con la implementación del Sistema de Gestión de Energía, estableciendo los objetivos energéticos y la política energética.





## ***Representante de la dirección***

- Fomentar la conciencia de las mejoras energéticas en toda la organización mediante capacitaciones.
- Aportar con recursos necesarios
- Garantizar que todos los procesos necesarios para el Sistema de Gestión de Energía sean establecidos, implementados y mantenidos.
- Informar sobre el desempeño y rendimiento del Sistema de Gestión de la Energía y advertir sobre las mejoras que son necesarias.
- Se realiza una Planificación de todas las actividades ligadas a la Gestión energética, para asegurar el control de los cambios dentro de la empresa.





# ***Política energética***

- Industria Metálica Cotopaxi asume el compromiso para alcanzar un mejoramiento en su desempeño energético y establece los siguientes principios:
- Establecer, implementar y mantener objetivos de energía que sean compatibles con el resto de los objetivos de la organización, asegurando la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzarlos, integrando el desempeño energético en las decisiones estratégicas del negocio.







- Asegurar que todas las personas que trabajan en la organización o para ella, cuenten con las competencias adecuadas para desarrollar una conducta responsable en el uso y consumo de la energía y promover la creatividad e innovación tecnológica en éste ámbito.
- Alcanzar la mejorar continua en el desempeño energético en todas las actividades de la organización, a través compra de productos, equipos y servicios energéticamente eficientes, compatibles con las directrices establecidas por la organización.





# Objetivos, metas establecidas por IMC

Objetivo	Meta	Responsable	Plazo
Fomentar y concientizar sobre una buena cultura de consumo energético con la norma ISO 50001.	Capacitar al personal de IMC y reducir las energías no asociadas a la producción en un 60%.	Talento humano	1 año
Capacitaciones al grupo responsable del SGE.	Capacitar a todos los miembros responsables del SGE.	Talento humano	6 meses
Control operacional en la planta de producción.	Garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas y disponibilidad del 100%.	Área de mantenimiento	1 año
Rediseño del sistema eléctrico de IMC	Mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico de IMC y reducir el consumo de energía en un 5 % al registrado en el 2014.	Ing. Eléctrico	1 año
Disminuir el consumo de energía en la sección prensas.	Sustitución de motores por equipos más eficientes	Ing. Eléctrico	4 meses
Reducir la distorsión armónica	Diseño de filtros para mitigar las pérdidas por efecto joule.	Ing. Eléctrico	2 mes





# Competencia, formación y toma de conciencia

<b>Plan1</b>	<b>Capacitaciones al grupo responsable del SGE.</b>
<b>Objetivo: Capacitar a todos los miembros responsables del SGE.</b>	
<b>Actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Elaboración del contenido.</li><li>2. Cursos en periodos trimestrales.</li><li>3. Inscripción obligatoria del grupo de trabajo.</li><li>4. Inicio de curso</li><li>5. Seguimiento y evaluación para las mejoras continuas</li></ol>
<b>Indicador</b>	Número de cursos
<b>Área responsable</b>	Unidad de talento humano





<b>Plan 2</b>	<b>Campañas de concientización sobre el uso y consumo de energía con la norma ISO 50001</b>
<b>Objetivo: Capacitar al personal de IMC y reducir las energías no asociadas a la producción en un 60%.</b>	
<b>Actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Capacitaciones mediante charlas, carteles, poster, etc.</li><li>2. Apagar las máquinas y luminarias en horas no laborales.</li><li>3. Optimizar el sistema de iluminación con lámparas más eficientes.</li><li>4. Gestionar un buen control operacional en todas las máquinas de la planta de producción.</li><li>5. Pintar el piso de color blanco permitiendo optimizar el nivel de iluminación.</li><li>6. Verificar que al finalizar el periodo laboral las maquinas se encuentren des energizadas.</li><li>7. Seguimiento y evaluación para las mejoras continuas</li></ol>
<b>Indicador</b>	kWh
<b>Área responsable</b>	Unidad de Producción





# Control operacional

<b>Plan 3</b>	<b>Control operacional en la planta de producción.</b>
<b>Objetivo: Mantener y garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas y disponibilidad del 100%.</b>	
<b>Actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Evaluación del equipo</li><li>2. Diagnosticar el equipo</li><li>3. Identificar posibles fallas</li><li>4. Planes de mantenimiento correctivo y preventivo</li><li>5. Seguimiento y evaluación de las máquinas</li></ol>
<b>Indicador</b>	No. máquinas
<b>Área responsable</b>	Unidad de mantenimiento





# ***Diseño y contratación de los servicios de energía, productos, equipos y energía***

<b>Plan 4</b>	<b>Rediseño del sistema eléctrico de IMC</b>
<b>Objetivo: Mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico de IMC y reducir el consumo de energía en un 5 % con respecto al registrado en el 2014.</b>	
<b>Actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Revisión del SEP actual y rediseño en función a las áreas de trabajo.</li><li>2. Analizar ofertas para el rediseño.</li><li>3. Contratación de servicios profesionales para el rediseño</li><li>4. Realizar la instalación y verificar resultados</li></ol>
<b>Indicador</b>	No. Áreas de trabajo
<b>Responsable</b>	Ing. Eléctrico





# Banco de capacitores

Calculo para mejorar el factor de potencia en el transformador de 50 kVA,  
en la figura 42

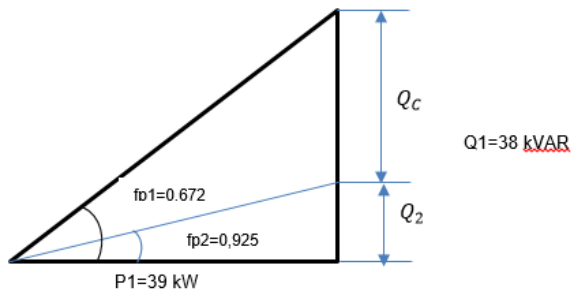


Figura 42 Triángulos de potencia en el transformador de 150 KVA

$$fp_2 = \frac{P_1}{\sqrt{P_1^2 + Q_2^2}}$$

$$0,92 = \frac{39}{\sqrt{38^2 + Q_2^2}}$$

$$Q_2 = 17,73 \text{ kVAR}$$

Calculamos el  $Q_C$  que representa la potencia del banco de capacitores.

$$Q_C = Q_1 - Q_2$$

$$Q_C = 38 \text{ kVAR} - 18,26 \text{ kVAR}$$

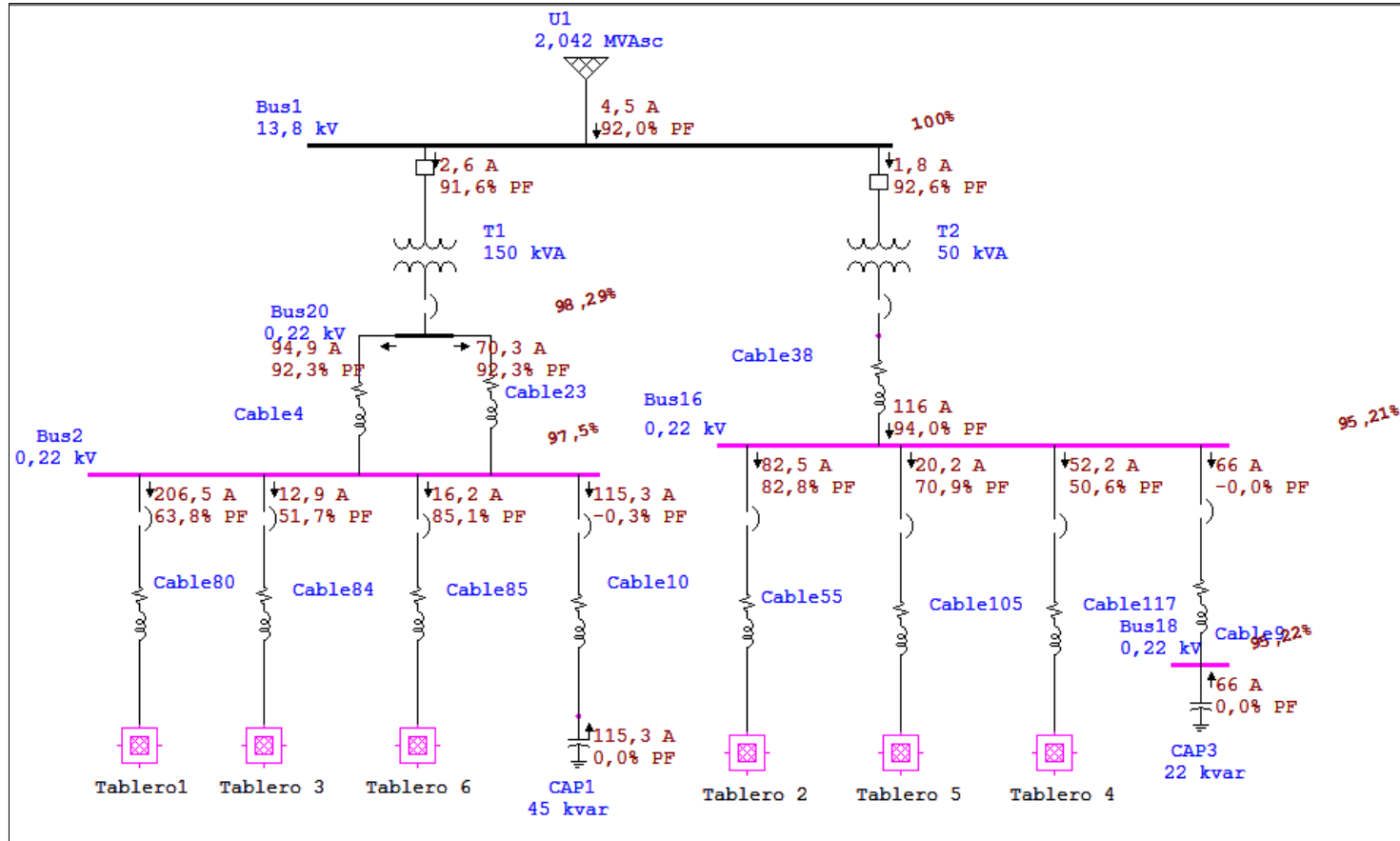
$$Q_C = 19,73 \text{ kVAR}$$

$$Q_C = 20 \text{ kVAR}$$





# Rediseño propuesto







<b>Plan 5</b>	<b>Sustitución de motores de baja eficiencia por equipos más eficientes</b>
<b>Objetivo: Disminuir el consumo de energía en la sección prensas.</b>	
<b>Actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar motores a cambiar.</li> <li>2. Buscar proveedores.</li> <li>3. Ver la mejor oferta</li> <li>4. Adquirir equipos</li> <li>5. Realizar la instalación y verificar resultados</li> </ol>
<b>Indicador</b>	No. Equipos
<b>Responsable</b>	Área de mantenimiento

<b>Plan 6</b>	<b>Reducir la distorsión armónica</b>
<b>Objetivo: Diseñar filtros para mitigar las pérdidas por efecto joule.</b>	
<b>Actividades</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar motores a cambiar.</li> <li>2. Buscar proveedores.</li> <li>3. Ver la mejor oferta</li> <li>4. Adquirir equipos</li> <li>5. Realizar la instalación y verificar resultados</li> </ol>
<b>Indicador</b>	No. Equipos
<b>Responsable</b>	Área de mantenimiento





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***ANÁLISIS ECONÓMICO***





Plan 1 y 2			
Capacitaciones	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Al grupo del SGE y trabajadores de IMC	2	1000,00	2000,00
Plan 3 y 4			
Equipos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Banco de Capacitores 45kVAR	1	634,00	634,00
Banco de Capacitores 20kVAR	1	525,00	525,00
Medidor Easy Logic DM6200	3	430,00	1.290,00
Tableros	2	300,00	600,00
Cable THWN 2/0	50 metros	9,60	480,00

•  $TIR = \frac{Inversión}{Ahorro}$        $TIR = \frac{5.529,00}{1.461,96} = 3,782Años$



# Cargas Futuras

	Datos de placa motores estándar			Datos de placa motores de alta eficiencia		
	P1 (HP)	E1	Precio	P2(HP)	E2	Precio
PR-PH2	60	93,7	9.060,00	60	95,4	13.112,00
PR-PH8	40	90	6.358,00	40	94,1	8.624,00
PR-PH1	30	87,8	4.430,00	30	93,6	6.476,00
H-COF	25	91,7	3.330,00	25	93,6	5.426,00
PR-TR1	25	91,7	3.330,00	25	93,6	5.426,00
PR-PH5	20	87,3	3.101,00	20	93	5.037,00
PR-PH10	20	87,3	3.101,00	20	93	5.037,00

- $A_A = 0,746 * hp_{nom} * R * TR * \left( \frac{1}{E_1} - \frac{1}{E_2} \right)$
- $A_A = 0,746 * 60 * 2304 * 0,068 * \left( \frac{1}{0,937} - \frac{1}{0,954} \right)$
- $A_A = \$1.353.26$
- El tiempo de recuperación de la inversión inicial es igual al costo sobre ahorro anual.
- $TIR = \frac{4.052,00}{1.353,26} = 2,99 \text{ Años}$





# *Ahorro y tiempo de recuperación por implementar motores IE3*

	Ahorro anual (\$)	Tiempo de operación (horas)	Diferencia de precios (\$)	Tiempo de recuperación (Años)
PR-PH2	1353,26	2304	4.052,00	2,99
PR-PH8	2296,58	2304	2.266,00	0,98
PR-PH1	2511,01	2304	2.046,00	0,8
H-COF	656,32	2304	2.096,00	3,19
PR-TR1	656,32	2304	2.096,00	3,19
PR-PH5	1665,24	2304	1.936,00	1,16
PR-PH10	1665,24	2304	1.936,00	1,16





# Conclusiones

- Mediante el desarrollo del diagnóstico energético se tuvo conocimiento de la situación energética de la planta de producción y mediante el diagrama de Pareto se identificó el área con mayor consumo de energía en este caso la sección prensas.
- Gracias a la evaluación de equipos se identificó que el control operacional se debe enfocar en la sección prensas con el fin de garantizar un mantenimiento correcto en intervalos de tiempos definidos y así evitar altos consumos de energía por un mal estado de las maquinas.





- En el transcurso de 5:30 pm a 7:30 am por fallas en el sistema eléctrico existen desperdicios de energía, en una semana de mediciones se registró 87,66 kW-h equivalente a \$ 5,25 semanales y \$252 anuales en el transformador 1 y 46,44 kW-h equivalente a \$ 3,065 semanales y \$150 anuales en el transformador 2, al año se registra una pérdida de \$ 402 por fallas en el sistema.
- Industria Metálica Cotopaxi no cumple con el factor de potencia de 0,92 regulado por el CONELEC, siendo necesario implementar un banco de capacitores en cada transformador, evitando así penalizaciones en el momento de cancelar la planilla eléctrica.





- Los Usuarios Significativos de Energía (USEn) identificados en el diagnostico energético hacen referencia a dar mejoras entre ellas sustituir sus motores estándar por motores de alta eficiencia de esta forma se mejora la eficiencia en la sección prensas.
- Al implementar el plan1 y 2 se generara un ahorro de 73,6088 kW-h por día representando \$ 4,4 diarios y \$ 88,33 mensuales la tarifa promedio a pagar es de \$750 mensuales, mediante las campañas de concientización se reduciría a \$ 661.67, generando en un año de trabajo un ahorro de \$1059,96.







- Al implementar el plan 3, 4 y 5 se garantiza una alta eficiencia en el control operacional y eficiencia del sistema eléctrico, permitiendo registrar consumo de energía en cada sección de producción con el fin de examinar las variables que afectan al consumo de energía permitiendo identificar oportunidades de mejora en el uso y consumo de energía en la planta de producción.
- El costo de la implementación para los planes 1,2,3 y 4 es de \$ 9.569,00 , después del análisis financiero se determina que dicha inversión se recupera en 3,78 años, para la implementación del plan 5 es necesaria una inversión de \$49.408,00 esta valor se recupera en menos de 4 años aproximadamente.





- El uso de la norma Internacional La ISO 50001 mejora la imagen de la empresa permitiendo ser más competitiva en relación a la demás empresas.
- Las empresas que usan las ISO 50001 reducen costos en energía eléctrica, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y mejora la seguridad en el suministro eléctrico.





## Recomendaciones

- Al realizar los diagnósticos energéticos la empresa debe capacitar o contratar el servicio de personal capacitado y de esta manera se garantiza la evaluación de la planta de producción para generar oportunidades de desarrollo en el uso y consumo de energía.
- Capacitar al personal de todas las secciones de Industria Metálica Cotopaxi sobre las oportunidades de ahorro de energía con la finalidad que el plan 1 y 2 sean eficientes.





- Implementar el plan 4 se garantiza llevar un registro adecuado del uso y consumo de energía de cada área de producción, en la actualidad todas las secciones de producción se encuentran combinadas complicando el registro del consumo de energía por áreas.
- Al implementar el plan 5 se recomienda generar un control operacional que garantice planes de mantenimientos obteniendo así una larga vida útil de los equipos a ser instalados de esta manera se evidenciara cambios en la eficiencia energética de la sección prensas.





**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN.....**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA