



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



**“LEVANTAMIENTO, REDISEÑO Y AUDITORÍA
ENERGÉTICA INTERNA DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE LA EMPRESA CEREALES LA PRADERA, PARA
OPTIMIZAR LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA”**

**NÉSTOR LEONIDAS CHUQUITARCO YACCHIREMA
STALIN LEONARDO ORTIZ RUBIO**

2012



OBJETIVO GENERAL:

Realizar un levantamiento, rediseño y auditoría energética interna del sistema eléctrico de la empresa “CEREALES LA PRADERA” para optimizar la calidad de energía eléctrica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Crear una base de datos de las condiciones actuales del sistema eléctrico de la empresa “CEREALES LA PRADERA”
- Analizar el adecuado dimensionamiento de los conductores utilizados en las instalaciones eléctricas de la empresa.
- Rediseñar los elementos de protección y corte para todo el sistema eléctrico.
- Realizar una auditoría energética eléctrica interna, para identificar las áreas de consumo de energía eléctrica y las oportunidades de ahorro energético existentes.
- Proveer una fuente de información para la localización y solución de problemas que se presenten posteriormente en dicho sistema

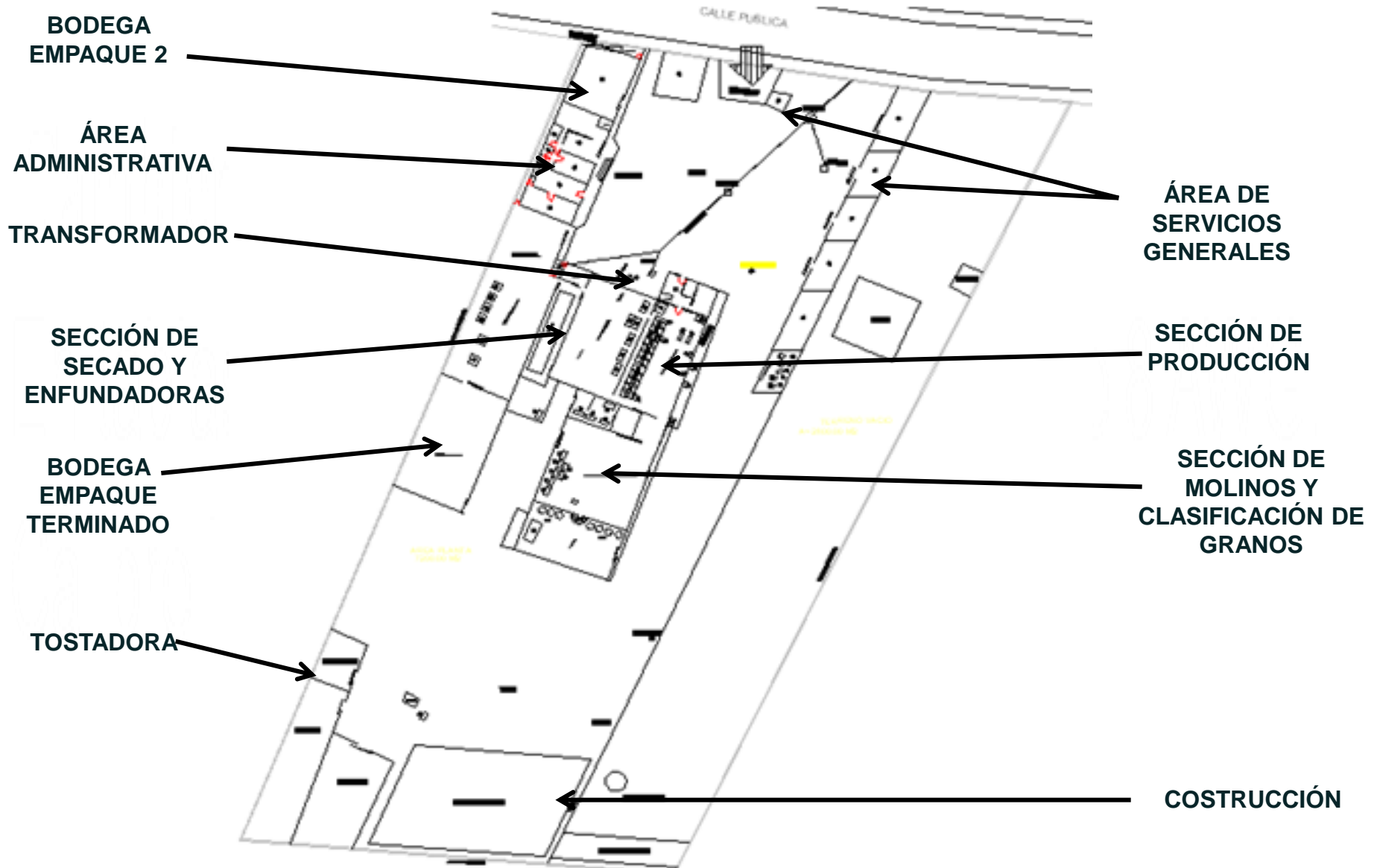
Descripción de la Empresa:



CEREALES LA PRADERA CIA. LTDA., es una empresa agro-industrial ecuatoriana dedicada desde 1985 al procesamiento, transformación, empaque y distribución de cereales y granos en todas las regiones del país.

Ubicada en el kilómetro 6 de la panamericana sur de la ciudad de Latacunga, en la parroquia Belisario Quevedo, cuenta con la infraestructura, capacidad y experiencia requerida para satisfacer las necesidades presentadas por industrias de los sectores alimenticios.

Zonificación de la empresa:



Recopilación de la información del sistema eléctrico

La empresa “CEREALES LA PRADERA”, es alimentada por el servicio de suministro eléctrico por la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. se presenta la siguiente información:

- Levantamiento de planos y diagramas unifilares de media tensión**
- Características del transformador**
- Protecciones instaladas en la línea de media tensión y transformador**
- Levantamiento de diagramas unifilares de baja tensión**
- Protecciones instaladas**
- Potencia instalada por secciones o áreas**
- Obtención de la curva de carga**
- Capacidad de reserva del transformador**
- Análisis de calidad de energía**



SISTEMA ELÉCTRICO LEVANTAMIENTO

Descripción del Alimentador de Media Tensión

S/E N°	ALIMENTADOR	CAPACIDAD (MVA)	VOLTAJE (KV)	CONEXIÓN
3 Salcedo	1 Norte - Oriente	10/12,5	69/13,8	Dy1

Características del Transformador Instalado

Cód. Transformador	6110
Número de Serie	0442300
Conexión	DY5
Capacidad	100 KVA
Voltaje Primario	13,20 KV
Voltaje Secundario	127/220 V
Corriente Secundaria	262 A
Impedancia	3,00%
Fases	TRI Transf. Trifásico

Protecciones Instaladas- Transformador

Tipo de instalación	Voltaje nominal	Tipo de protección y seccionamiento	Valor
Aérea	13,8 KV	3 Pararrayos tipo distribución 3Ø	10 KV
		3 Seccionadores Portafusible con Tirofusible	15 KV 5A
		3 Cartucho Fusible (NH)	200 A

LEVANTAMIENTO DE DATOS

Potencia Instalada por secciones o áreas

Secciones o áreas	P. instalada (KW)
Producción (28)	94,486
Molinos y clasificación de granos (14)	83,37
Secado y Enfundadoras (16)	22,2
Iluminación	7,918
Equipos de Oficina y Cocina	5,69
Potencia Total Instalada (KW)	213,664

Levantamiento de Motores

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS								Grado de Protecc.
				V	A	KW	Hz	rpm	# Fas	Cos Ø	η	
SECCIÓN DE PRODUCCION	1	Elevador (E1)	Siemens	220	1.9	0.746	60	1080	3	0.82	76%	IP55
	2	Zaranda (Z1)	ARNO	220	9.4	2.20	60	1150	3	0.9	79%	IP54
	3	Elevador (E2)	Siemens	220	1.9	0.746	60	1080	3	0.82	76%	IP55
	4	Clasificadora	RENANCE	220	4.7	1.12	60	1140	3	0.89	70%	IP55
	5	Elevador (E3)	Siemens	220	6.9	2.24	60	3460	3	0.84	76%	IP55
	6	Esclusa	Siemens	220	2.5	0.75	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	7	Piladora (P1)	Weg	220	64	18.65	60	1770	3	0.87	89%	IP55
	8	Elevador (E4)	Siemens	220	1.9	0.746	60	3460	3	0.87	76%	IP55
	9	Pulidora (P2)	BROWN BOVERI	220	57	14.92	60	1725	3	0.85	85%	IP55
	10	Elevador (E5)	Siemens	220	2.1	0.746	60	1720	3	0.87	77%	IP55
	11	Machacadora Grande CA	TRANSTECNO	220	53	12.5	60	1750	3	0.73	85%	IP55
	12	Cortadora de la M.G (CA)	TRANSTECNO	220	53	12.5	60	1750	3	0.73	85%	IP55
	13	Vibrador M.G. (CA)	ANSALDO	220	3	0.58	60	1330	3	0.76	69.2%	IP45
	14	Elevador (E6)	Siemens	220	6.9	2.24	60	1720	3	0.84	77%	IP55

Levantamiento de Equipos

Información de Equipos de Oficina y Cocina

INFORMACIÓN DE EQUIPOS DE OFICINA Y COCINA							
EQUIPO	CANT.	POTENCIA (W)	POTENCIA (KW)	REGULACIÓN (1=SI ; 0=NO)	HORARIO DE FUNC. Horas/Día		DÍAS DE FUNC. AL MES
					8:00/17:00	17:00/8:00	
PC (Monitor y CPU)	9	500	4.5	1	12	12	30
Impresora	7	20	0.14	1	1	...	20
Fax	1	50	0.05	0	1	...	24
Radio	2	10	0.020	0	8	...	24
Televisión	1	168	0.168	0	2	...	20
Teléfono	8	50	0.40	0	8	...	30
Amplificador	1	40	0.040	0	6	...	30
UPS	1	0	8	...	30
Impresora multifunción	1	30	0.030	0	1	...	24
Portero eléctrico	1	60	0.060	1	7	...	30
Refrigerador	1	135	0.135	0	8	...	30
Licuada	1	150	0.150	0	1	...	30
Cercado Eléctrico	1	1.43×10^4	1.43×10^7	0	...	8	30
POTENCIA TOTAL			5.69 KW				

Levantamiento de Iluminación

Información de Iluminación

ÁREA	TIPO	MARCA	CANT	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (KW)
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN	Fluorescente	OSRAM	6	40	0.24
SECCION DE MOLINOS, Y CLASIFICACIÓN DE GRANOS	Fluorescente	OSRAM	8	40	0.32
		SYLVANIA	1	25	0.025
		SYLVANIA	6	40	0.24
SECCIÓN DE ENFUNDADORAS	Fluorescente	SYLVANIA	12	40	0.48
		ECOLUX	1	12	0.012
SECCIÓN MECÁNICA	Fluorescente	SYLVANIA	5	40	0.20
BODEGA PRODUCTO TERMINADO	Fluorescente	SYLVANIA	16	40	0.64
BODEGA DE SECADOR	Fluorescente	SYLVANIA	12	40	0.48
BODEGA DE EMPAQUE (2)	Fluorescente	OSRAM	9	32	0.288
TOSTADORA	Fluorescente	SYLVANIA	2	40	0.18
OFICINA PRODUCCIÓN	Fluorescente	SYLVANIA	3	25	0.075
GERENCIA	Fluorescente	SYLVANIA	6	40	0.24
		OSRAM	2	23	0.046
RECEPCIÓN	Fluorescente	SYLVANIA	4	40	0.16

OBTENCIÓN DE LA CURVA DE CARGA

CURVA DE CARGA - CT1



CAPACIDAD DE RESERVA DEL TRANSFORMADOR

Centro de Transformación	KVA carga Instalada	KVA máx. Utilizados	% Cargabilidad	% Disponible
CT1 – 100 KVA	258,048	79,36	79,36 %	19,04

**POTENCIA
TOTAL**

Medida Individualmente motor a motor=72.314 KW

Calidad de Energía

Parámetros		Valores Medidos			Valores Nominales	Valores Permitidos	Observación
		Mínimo	Máximo	Promedio			
Frecuencia	(Hz)	0.00	60.07	59.77	60	$\pm 1\%$ ²⁶	CUMPLE
Voltaje Vrms	L1	0.00	133.2	127.5	121	$\pm 8\%V_n$ ²⁷	CUMPLE
	L2	0.00	134.1	128.1	121	$\pm 8\%V_n$	CUMPLE
	L3	0.00	135.3	128.9	121	$\pm 8\%V_n$	CUMPLE
Distorsión Armónica VTHD %	L1	0.00	2.8	1.879		$\leq 8\%$ ²⁸	CUMPLE
	L2	0.00	2.4	1.498		$\leq 8\%$	CUMPLE
	L3	0.00	2.6	1.56		$\leq 8\%$	CUMPLE
Distorsión Armónica ATHD %	L1	0.00	27.3	13.07		$\leq 5\%$ ²⁹	Fuera de rango
	L2	0.00	19.3	11.22		$\leq 5\%$	Fuera de rango
	L3	0.00	27.2	13.56		$\leq 5\%$	Fuera de rango
Desbalance de Fases	Vunb%	0.00	2.4	0.59		$< 2\%$ ³⁰	CUMPLE
	Aunb%	0.00	54.7	9.521		$< 40\%$ ³¹	CUMPLE
Fliker Vflk	L1	0.00	1.36	0.473		< 1 ³²	CUMPLE
	L2	0.00	1.30	0.489		< 1	CUMPLE
	L3	0.00	1.39	0.491		< 1	CUMPLE
Factor de Potencia PF	L1	0.00	0.99	0,867		> 0.92 ³³	NO CUMPLE
	L2	0.00	0.996	0,746		> 0.92	NO CUMPLE
	L3	0.00	0.991	0,863		> 0.92	NO CUMPLE

²⁶Norma UNE EN 50 160

²⁷Regulación No. CONELEC - 004/01

²⁸Regulación No. CONELEC - 004/01

²⁹Regulación No. CONELEC-003/08 (IEEE Standard 519)

³⁰Norma IEC 61000-2-2, norma IEEE 1159

³¹IEEE Standard 1159

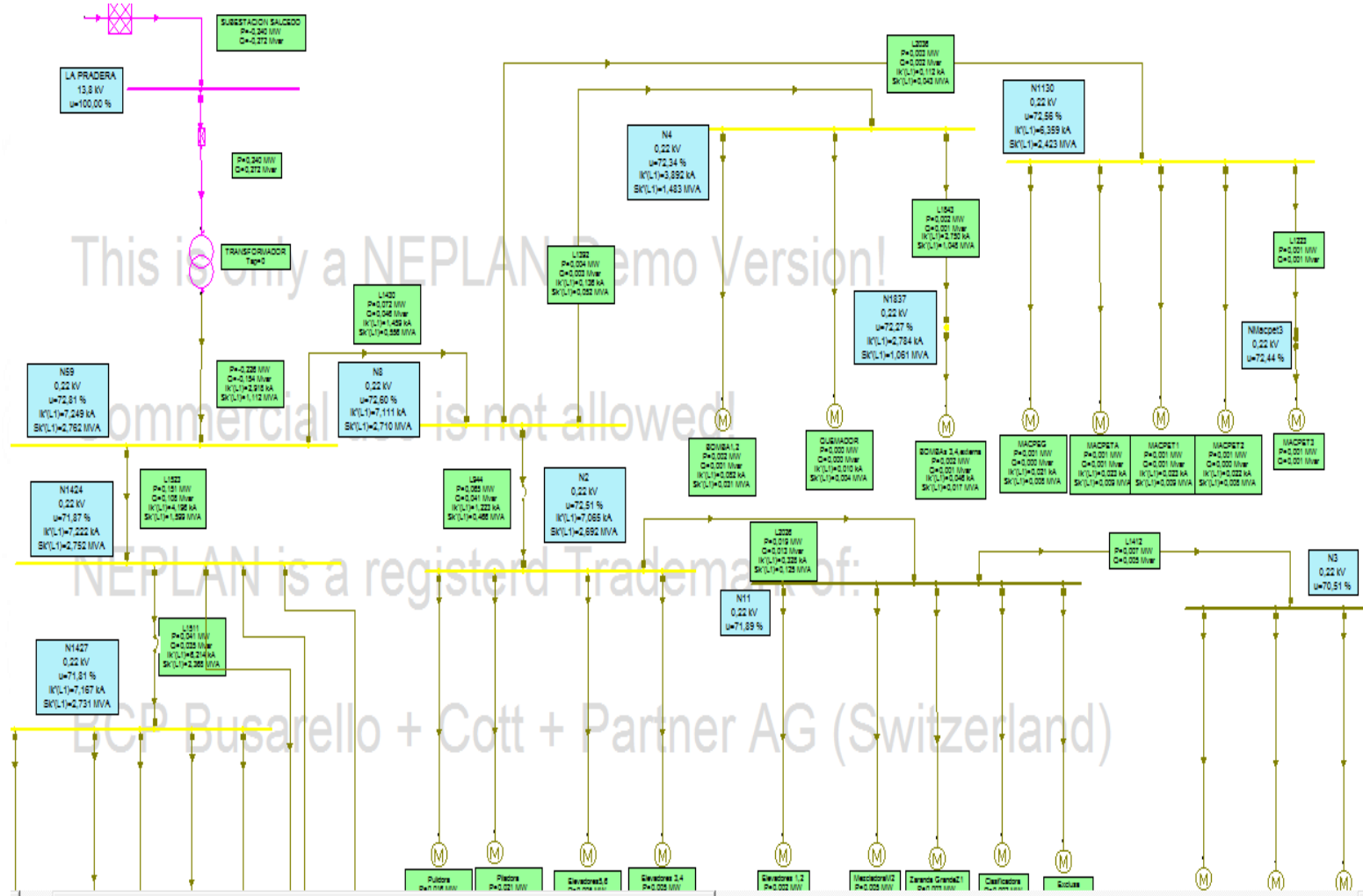
³²Regulación No. CONELEC - 004/01

³³Empresa Eléctrica Cotopaxi



REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

SIMULACIÓN MEDIANTE SOFTWARE PARA LA OBTENCIÓN DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO



This is only a NEPLAN Demo Version!
 Commercial use is not allowed!
 NEPLAN is a registered Trademark of:
 ECP Busarello + Cott + Partner AG (Switzerland)

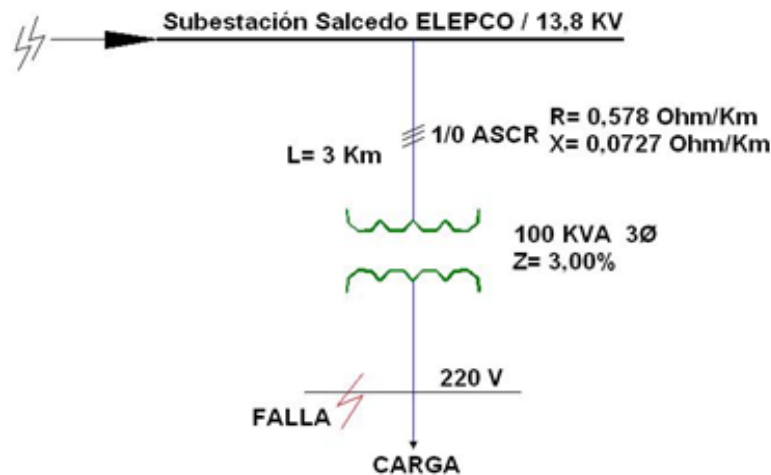
CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

a) Nivel de cortocircuito de la Subestación Salcedo

$$MVACC = 380^{35}$$

$$ICC = 15885 \text{ A}$$

13.8 KV



b) Cable de Potencia

Calibre: 1/0 ACSR

$$R = 0,578 \text{ Ohm/km}$$

$$X = 0,0727 \text{ Ohm/km}$$

$$L = 3 \text{ Km}$$

$$R = 0,578 \frac{\text{Ohm}}{\text{km}} \times 3 \text{ Km} = 1,734 \text{ Ohm}$$

$$X = 0,0727 \frac{\text{Ohm}}{\text{km}} \times 3 \text{ Km} = 0,218 \text{ Ohm}$$

$$MVA_{CC} = \frac{KV^2}{Z(\Omega)}$$

$$MVA_{CC} = \frac{KV^2}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

$$MVA_{CC} = \frac{13,8^2}{\sqrt{R1,734^2 + 0,218^2}}$$

$$MVA_{CC} = 108,9 \text{ MVA}$$

c) Transformador de 100 KVA

$$Z = 3,00\%$$

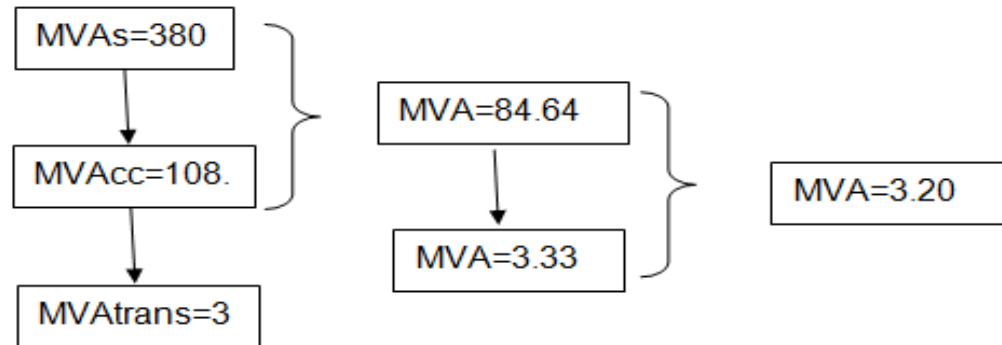
$$MVA_{Transf.} = \frac{MVA}{Z_{pu}}$$

$$MVA_{Transf.} = \frac{0,0100 \text{ MVA}}{0,03}$$

$$MVA_{Transf.} = 3,33 \text{ MVA}$$

CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

d) Cálculo



Combinando los elementos en serie:

$$\frac{MVA_s \times MVA_c}{MVA_s + MVA_c} = \frac{380 \text{ MVA} \times 108,9 \text{ MVA}}{380 \text{ MVA} + 108,9 \text{ MVA}} = 84,64 \text{ MVA}$$

$$\frac{84,64 \text{ MVA} \times 3,33 \text{ MVA}}{84,64 \text{ MVA} + 3,33 \text{ MVA}} = 3,20 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{KVA_{cc}}{\sqrt{3} \times 220} = \frac{3,200 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 220} = \mathbf{8.390 \text{ KA}}$$

ANÁLISIS Y REDISEÑO DE CONDUCTORES

Por corriente nominal |

PASO N° 1: Información del circuito

<i>Identificación del tramo:</i>	Pulidora (P2)
<i>Potencia de la carga instalada:</i>	20 HP
<i>Conductor alimentador instalado:</i>	3x8 AWG THW
<i>Longitud del conductor:</i>	2,7 m
<i>Voltaje del circuito:</i>	220 V
<i>Factor de potencia:</i>	0,85
<i>Tipo de instalación:</i>	Aérea

PASO N° 2: Cálculos

$$P = 20\text{HP} * \frac{746\text{W}}{1\text{HP} \times 1000}$$

$$P = 14,92 \text{ KW}$$

$$S = \frac{P}{\text{fp}}$$

$$S = \frac{14,92 \text{ KW}}{0,85}$$

$$S = 17,56 \text{ KVA}$$

Cálculo de la Corriente Nominal

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * VL}$$

$$I_n = \frac{17,56 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 220}$$

$$I_n = 46,06 \text{ A}$$

Cálculo de la Corriente de Sobrecarga

$$I_{sc} = I_n + 25\% I_n$$

$$I_{sc} = 46,06 + (25\%)46,06$$

$$I_{sc} = 57,58 \text{ A}$$

ANÁLISIS Y REDISEÑO DE CONDUCTORES

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total kg / km	Capacidad de Corriente (Amp)**
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos				

FORMACIÓN SÓLIDO

14	2,08	1	0,76	3,15	25,91	20
12	3,31	1	0,76	3,57	38,15	25
10	5,261	1	0,76	4,11	57,17	35
8	8,367	1	1,14	5,54	94,89	50



FORMACIÓN UNILAY

14	2,08	19	0,76	3,35	27,13	20
12	3,31	19	0,76	3,79	39,77	25
10	5,261	19	0,76	4,39	59,51	35
8	8,367	19	1,14	5,90	98,88	50
6	13,3	19	1,52	7,60	159,74	65
4	21,15	19	1,52	8,79	239,13	85
2	33,62	19	1,52	10,29	362,80	115
1	42,4	19	2,03	12,21	473,25	130
1/0	53,49	19	2,03	13,21	583,27	150
2/0	67,44	19	2,03	14,33	720,49	175
3/0	85,02	19	2,03	15,59	899,21	200
4/0	107,2	19	2,03	17,014	1107,41	230

ANÁLISIS Y REDISEÑO DE CONDUCTORES

Por caída de tensión¹

PASO N° 1: Información del circuito

Identificación del tramo:	Pulidora (P2)
Potencia de la carga instalada:	20 HP
Conductor alimentador instalado:	3x8 AWG THW
Longitud del conductor:	2,7 m
Voltaje del circuito:	220 V
Factor de potencia:	0,85
Tipo de instalación:	Aérea

PASO N° 2: Cálculos

$$P = 20\text{HP} * \frac{746\text{W}}{1\text{HP} \times 1000}$$

$$P = 14,92 \text{ KW}$$

$$S = \frac{P}{\text{fp}}$$

$$S = \frac{14,92 \text{ KW}}{0,85}$$

$$S = 17,56 \text{ KVA}$$

Cálculo de la Corriente Nominal

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * VL}$$

$$I_n = \frac{17,56 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 220}$$

$$I_n = 46,06 \text{ A}$$

$$e = \frac{2 * c}{V} \times \frac{L * I}{S}$$

e = Caída de voltaje permitida en por ciento.

c = 2 para circuitos monofásicos o bifásicos y c = $\sqrt{3}$ para trifásicos.

L = Longitud del conductor en metros

I = Corriente de carga

v = voltaje aplicado

S = Área o sección transversal del conductor en mm²

$$e = \frac{2 * \sqrt{3}}{220} \times \frac{2,7 * 46,06}{8,37}$$

$$e = 0,23\%$$

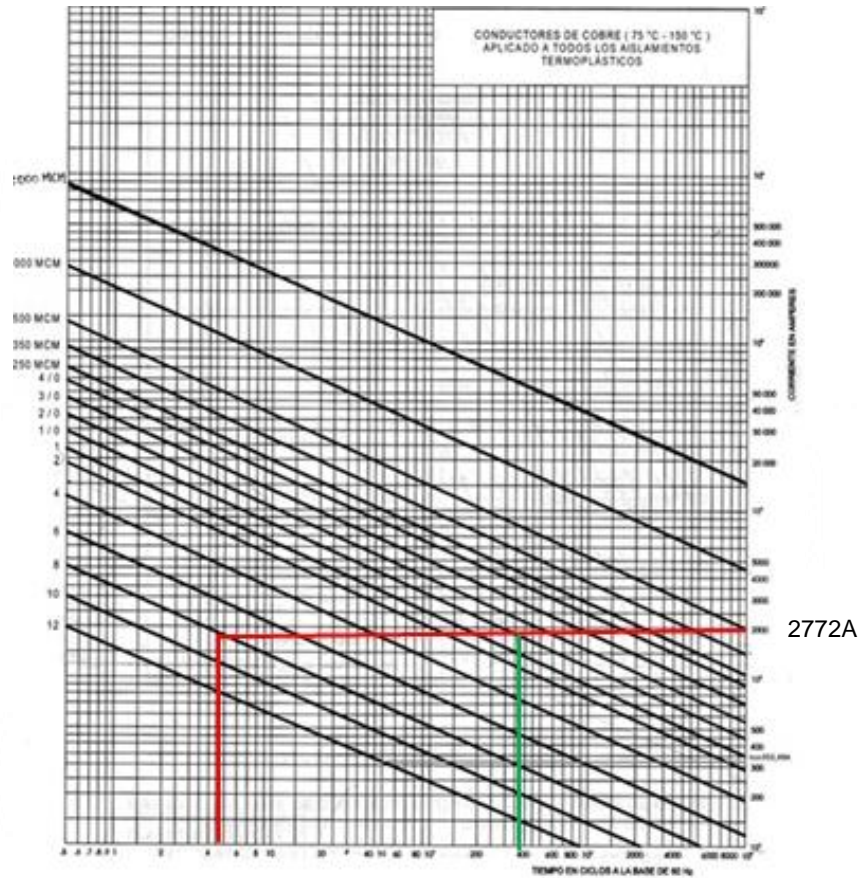
ANÁLISIS Y REDISEÑO DE CONDUCTORES

Tipo de Instalación	ΔV máxima permitida²
Línea general de alimentación	1%
Derivación individual	1.5 %
Circuitos interiores	3 %
Circuitos de alumbrado	3 %
Circuitos de fuerza	5 %

ANÁLISIS Y REDISEÑO DE CONDUCTORES

Por coordinación

Por corrientes de corto circuito



Tiempo Corte Breakers I_{sc} (seg)	Conductor Adecuado (AWG)	Ciclos del conductor adecuado	Tiempo de soporte conductor (seg)	Observación
6	1/0	400	6,4	Cumple

Conductor Instalado
Soporta 7 ciclos
Aproximadamente (8 AWG)

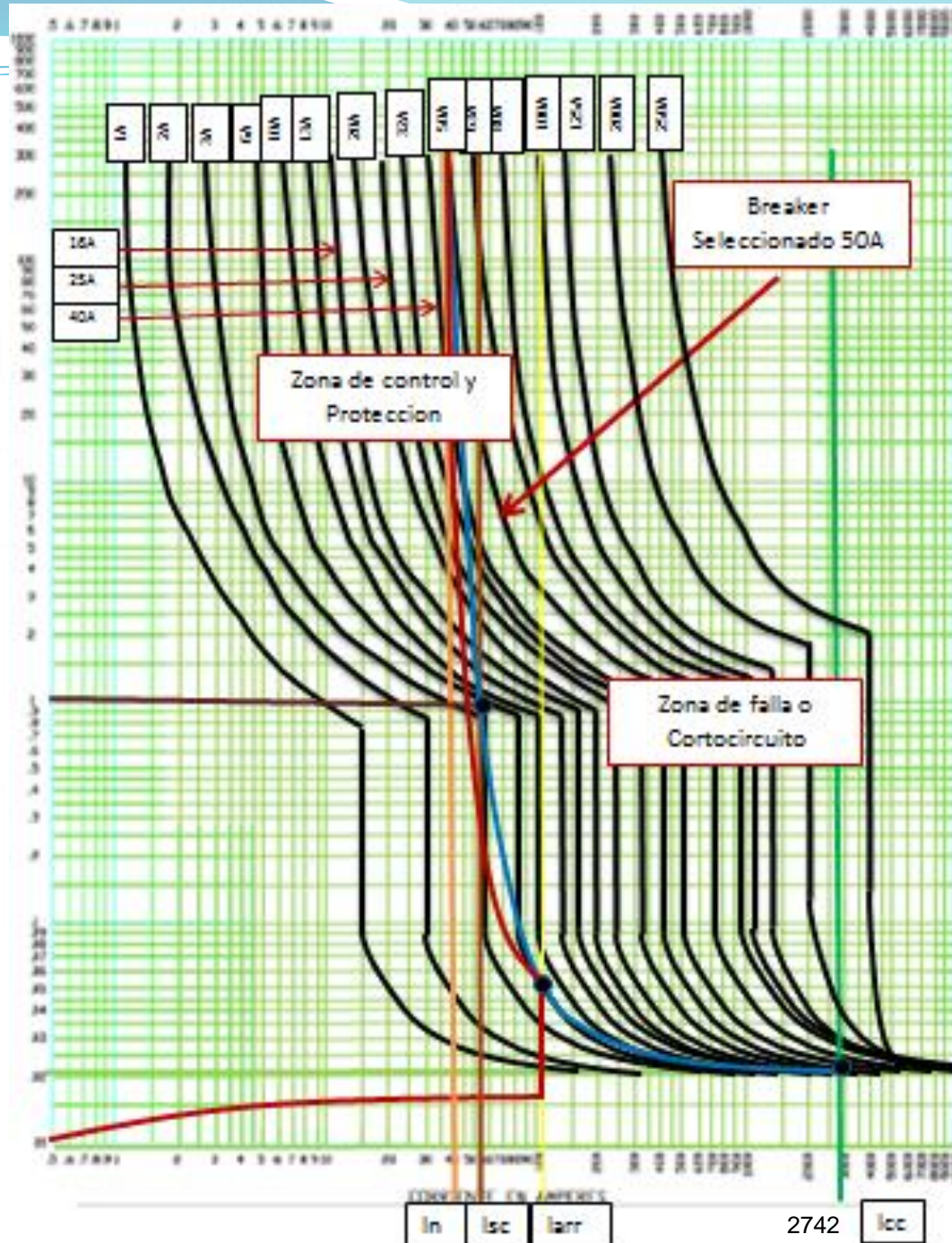
SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE CORTE Y PROTECCIÓN

- 1. INTERRUPTORES TERMO MAGNÉTICOS**
- 2. FUSIBLES**

Selección del Interruptor Termomagnético

PULIDORA
Interruptor
Instalado 100A
Interruptor de
Rediseño
50A

Sobredimensionado



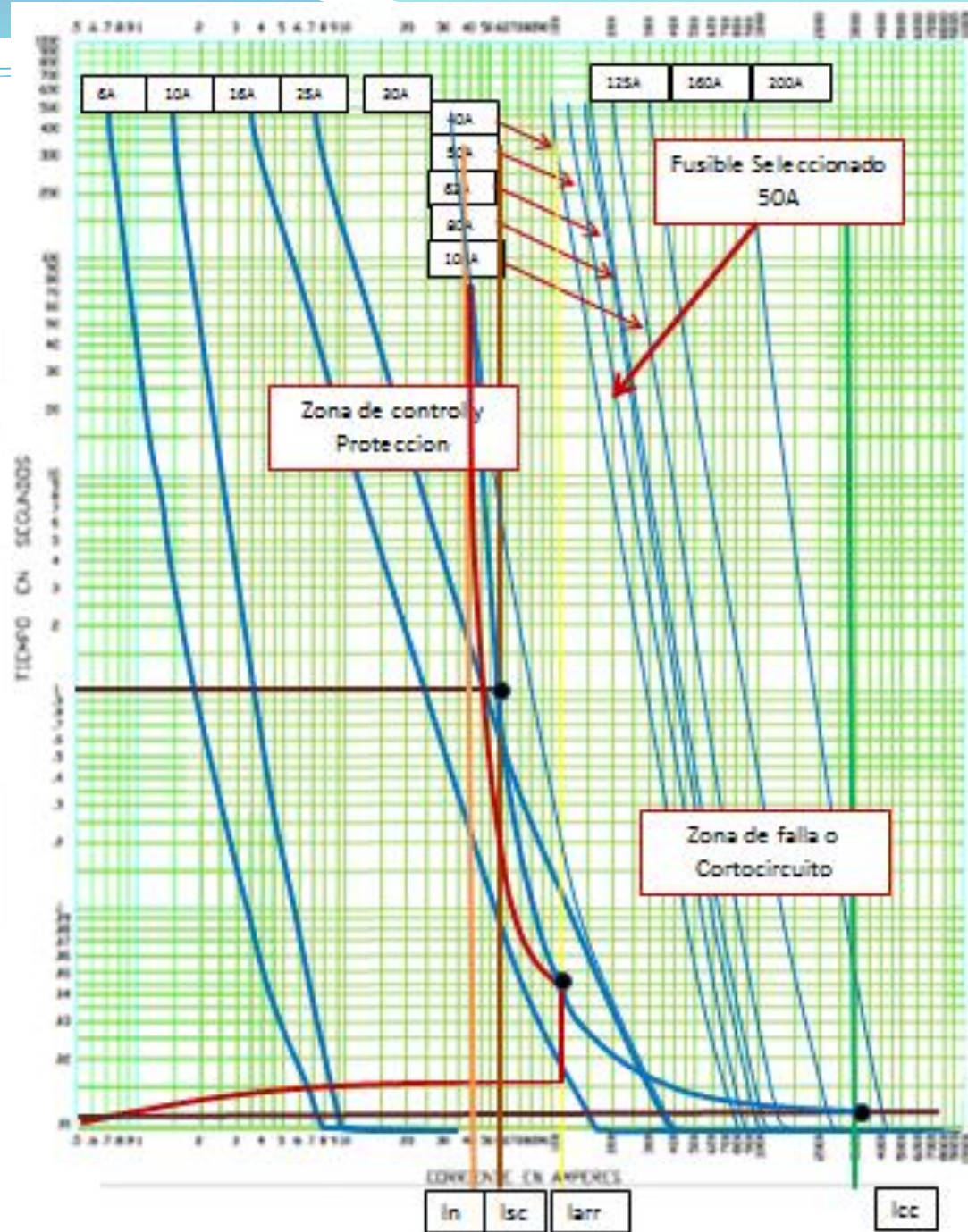
Selección del Interruptor Termomagnético

Tramo o Circuito	Protección Instalada		Protección Sugerida	Conclusión
	Tipo	Intensidad (A)	Intensidad (A)	
CT1.1	<u>Breaker Term.</u>	200A - 3P	160A	Sobredimensionado
STB1.1	<u>Breaker Term.</u>	100A - 3P	100A	Cumple
Pulidora P2	<u>Breaker Term.</u>	100A - 3P	50A	Sobredimensionado
Piladora P1	<u>Breaker Term.</u>	100A - 3P	63A	Sobredimensionado
Bomba 1	<u>Breaker Term.</u>	14 A	14A	Cumple
Bomba 2	<u>Breaker Term.</u>	14 A	14A	Cumple
CT1A	<u>Breaker Term.</u>	250A - 3P	250A	Cumple
Ventilador de Secado	<u>Breaker Term.</u>	20A - 3P	25A	No Cumple
Ventilador G.E	<u>Breaker Term.</u>	50A - 3P	63A	No Cumple

Selección del Fusible

Fusible Instalado 25 A
Fusible de Rediseño 50 A

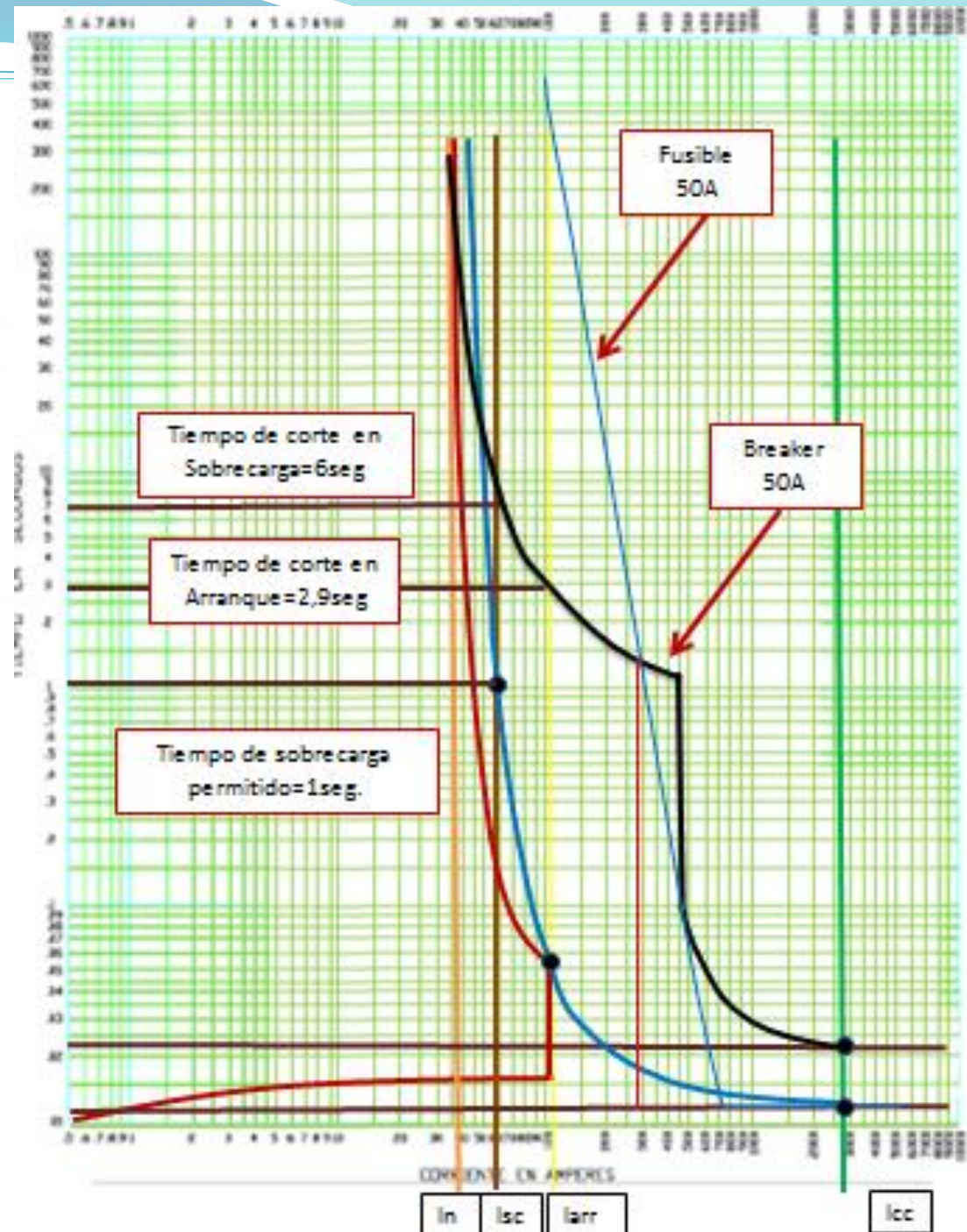
Subdimensionado



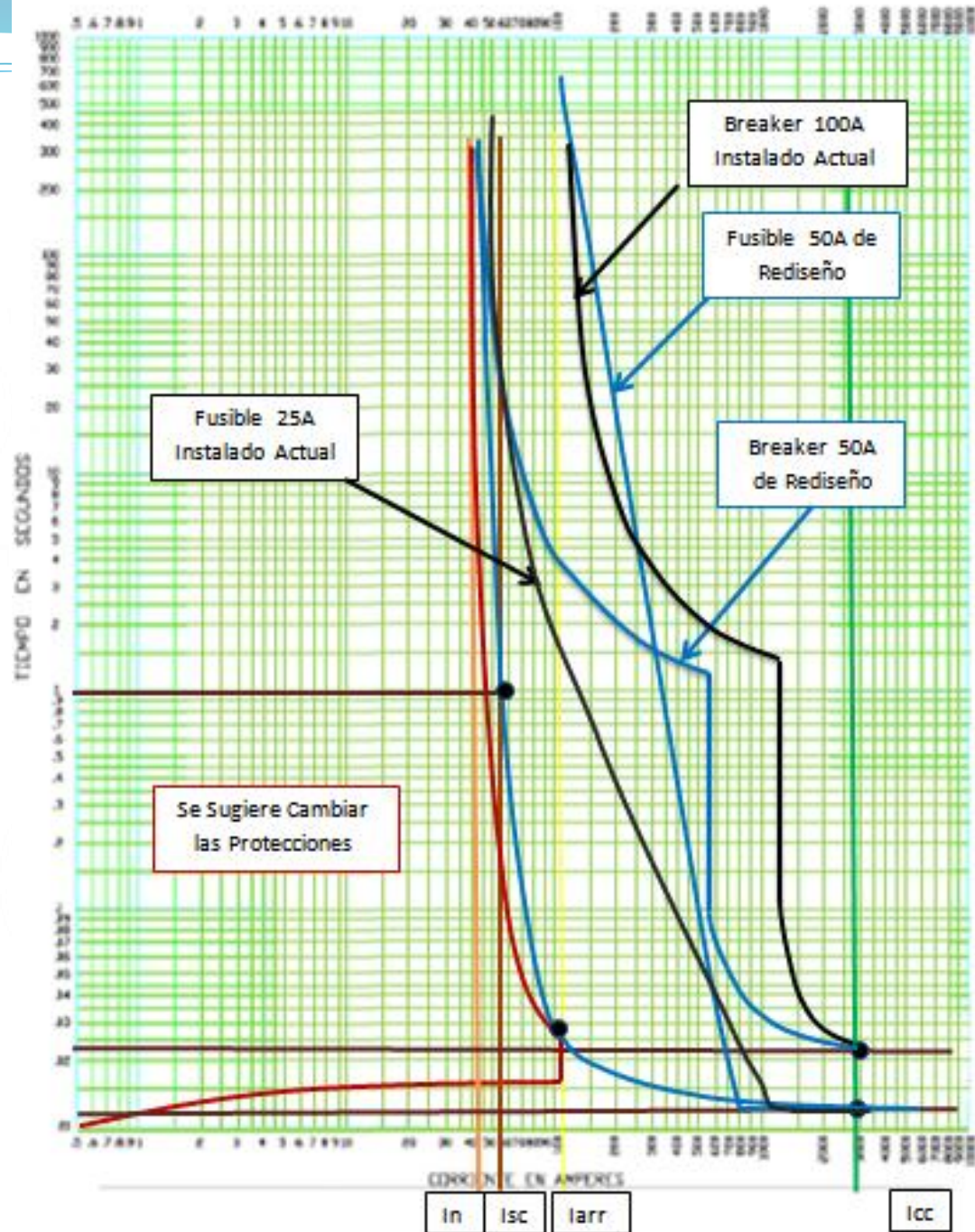
Selección del Fusible

Tramo o Circuito	Fusible Instalado	Fusible Seleccionado	Observación
Pulidora P2	25A	50A	No Cumple
Piladora P1	25A	80A	No Cumple
Elevador 6	25A	30A	No Cumple
Elevador 5	25A	30A	No Cumple
Elevador 4	25A	30A	No Cumple
Elevador 3	25A	30A	No Cumple
Elevador 2	25A	25A	Cumple
Elevador 1	25A	25A	Cumple
Mezcladora M2	25A	40A	No Cumple
Zaranda Z1	25A	30A	No Cumple
Clasificadora	25A	30A	No Cumple
Esclusa	25A	25A	Cumple
Zaranda Z2	25A	25A	Cumple
Cortadora Pequeña	25A	25A	Cumple
Absorción Impurezas	25A	40A	No Cumple

Coordinación de Protecciones



Coordinación de Protecciones Actual y de Rediseño





**AUDITORÍA ENERGÉTICA
ELÉCTRICA INTERNA DE LA
EMPRESA “CEREALES LA
PRADERA”**

VISTA DE INSPECCIÓN

- **Forma de Pago de la Energía Eléctrica:** Desconocimiento de la forma de facturación.
- **Problemas técnicos:** El sistema eléctrico es manejado sin los conocimientos necesarios por las personas encargadas del mismo, no saben que es lo que tienen en su sistema eléctrico por no poseer planos de este.
- **Problemas Físicos:** Lo más notorio fue como están tendidas las instalaciones eléctricas, se encuentran cables por donde sea y no se encuentran adecuadamente protegidos.

MINI – AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA “CEREALES LA PRADERA”

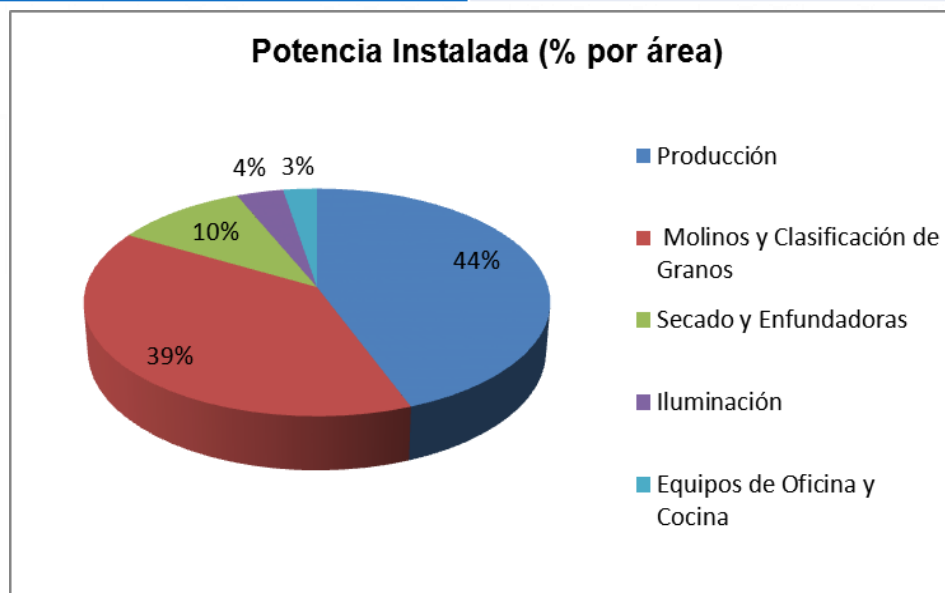
Información correspondientes al consumo de energía en KW-h y en dólares con la finalidad de apreciar la evolución de los parámetros eléctricos y sus costos

Mes		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	ANUAL
Número de días de facturación		31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	365
Energía (KWh)	07h00-22h00	8847	9409	9935	8911	8812	10337	7726	7573	9097	7609	9397	7804	105457
	22h00-07h00	1026	1069	1277	554	754	1143	1134	756	761	733	1449	153	10809
Potencia (kW)	Normal	87	87	89	89	88	87	88	90	91	83	94	83	...
	Pico	55	35	29	60	58	41	54	17	15	10	33	11	...
Factores	Potencia (fp)	0,85	0,868	0,884	0,814	0,81	0,87	0,8	0,781	0,819	0,811	0,839	0,764	...
	Corrección (fc)	0,644	0,6	0,6	0,669	0,6	0,6	0,613	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	...
Energía total (KWh)		9873	9439	11212	9465	9566	11480	8860	8329	9858	8342	10846	7957	115227
COSTOS														
Costos energía (US\$)		589,94	626,33	668,61	570,72	580,37	686,57	526,86	498,99	592,21	500,07	644,22	468,93	6953,82
Penalización bajo (fp)		70,07	52,08	37,46	110,8	111,9	53,42	101,3	133,53	104,69	98,77	87,78	143,69	1105,49
Costos potencia (US\$)		259,45	241,61	249,85	278,71	285,48	241,61	249,65	249,85	255,34	233,38	263,58	233,38	3041,89
Valores de terceros (US\$)		174,4	174,4	174,4	174,4	174,4	174,4	174,4	94,4	274,42	95,84	175,84	173,88	2035,18
Comercialización y otros		2,75	1,69	2,35	2,04	2,35	8,53	2,35	4,38	2,42	1,41	1,41	1,41	33,09
Costo total (US\$)		1096,61	1096,11	1132,67	1136,67	1154,5	1164,53	1054,6	981,15	1229,08	929,47	1172,8	1021,29	13169,47

ANÁLISIS DE LA POTENCIA INSTALADA

Posee una potencia instalada de aproximadamente 213,664 KW

Secciones o áreas	P. instalada (KW)
Producción	94,486
Molinos y clasificación de granos	83,37
Secado y Enfundadoras	22,2
Iluminación	7,918
Equipos de Oficina y Cocina	5,69
Potencia Total Instalada (KW)	213,664



LEVANTAMIENTO DE DIAGRAMAS UNIFILARES

1. Transformador.
2. Protección.
3. Calibre de conductores.
4. Carga.

MEDICIONES EFECTUADAS EN LA EMPRESA “CEREALES LA PRADERA”

Contar con la curva carga del sistema que se va analizar. Para lo cual se procedió el análisis de consumo de energía durante el lapso de 8 días, en intervalos de medición de 10 minutos, tiempo en el cual se hace perceptible la curva de carga

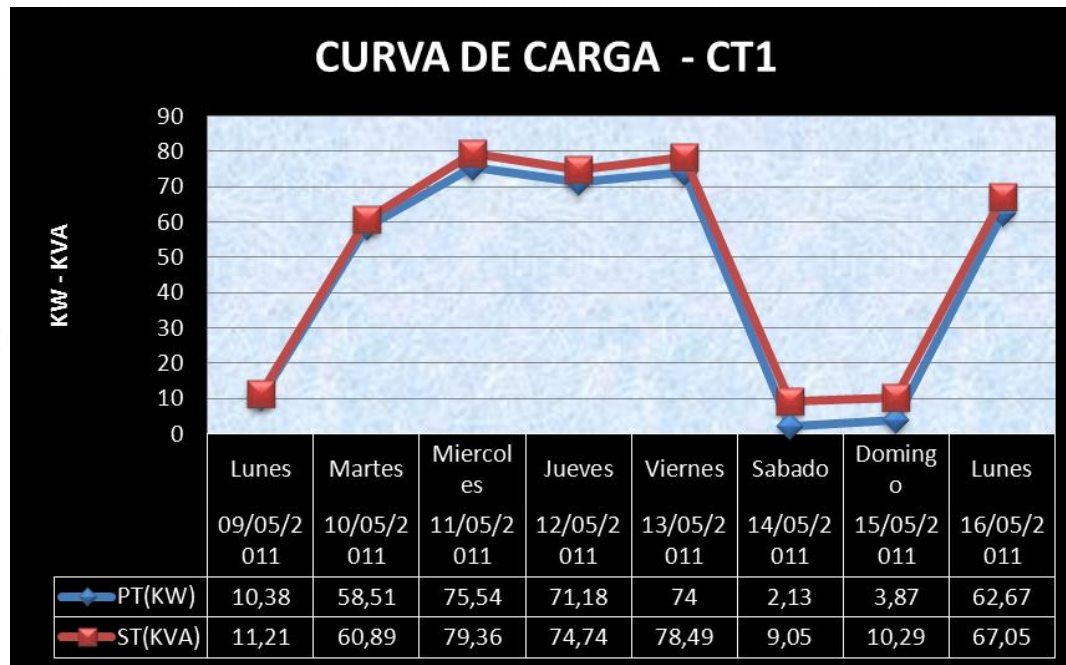
MAXI – AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

Se obtuvo la curva de carga con el objetivo de conocer cuando ocurre la demanda máxima-

Transformador de 100 KVA

Demanda máxima de 75,54 KW, 79,36KVA

Con una cargabilidad de 79,36 %



Estado Actual del Sistema Eléctrico de la Empresa “Cereales la Pradera”

- **Luminarias**

Uso poco frecuente, horario de trabajo de 8:00 a 16:00

- **Medidores de energía eléctrica**

Medidor electromecánico: mide datos históricos que no debe pagar la empresa.

Por uno electrónico: mide solo los datos de consumo que debe pagar la empresa.

• Conductores

Propuestas de solución para caídas de voltaje y pérdidas de energía.

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	Caída Voltaje (%)	Perdidas Actuales (kw-h)	Selección Conductor (AWG)	Caída Voltaje (%)	Perdidas con Cambio(kw-h)	Ahorro (kw-h)
Pulidora P2	8	0,23	55,2	6	0,15	34,8	20,4
Piladora P1	8	1,27	30,6	6	0,80	19,2	11,4
Elevador 6	8	0,18	1,44	6	0,12	1,44	0
Elevador 5	8	0,20	0,432	6	0,13	0,288	0,144
Elevador 4	8	0,19	0,576	6	0,12	0,288	0,288
Elevador 3	8	0,29	1,44	6	0,18	1,296	0,144
Bomba 1	14	0,36	9,6	14	0,36	9,6	0
Bomba 2	14	0,43	8,7	14	0,43	8,7	0
Quemador	14	0,13	8,64	14	0,13	8,64	0
Bomba 3	14	0,33	2,4	14	0,33	2,4	0
Bomba 4	14	0,41	16,8	14	0,41	16,8	0
Bomba posterior	14	0,11	8,1	14	0,11	8,1	0
MACPET A	14	0,04	1,44	14	0,04	1,44	0
MACPET1	14	0,06	1,44	14	0,06	1,44	0
MACPET2	14	0,07	1,44	14	0,07	1,44	0
MACPET3	14	0,10	1,44	14	0,10	1,44	0

Registrado = **11480 KW-h**

Perdidas actuales Total

774,144 KW-h x 0,061=47,2 Dólares

Perdidas con sugerencia Total

670,428 KW-h x 0,061= 40 Dólares

Perdidas actuales en un mes|

258,04 KW-h x 0,061= 15,7 Dólares

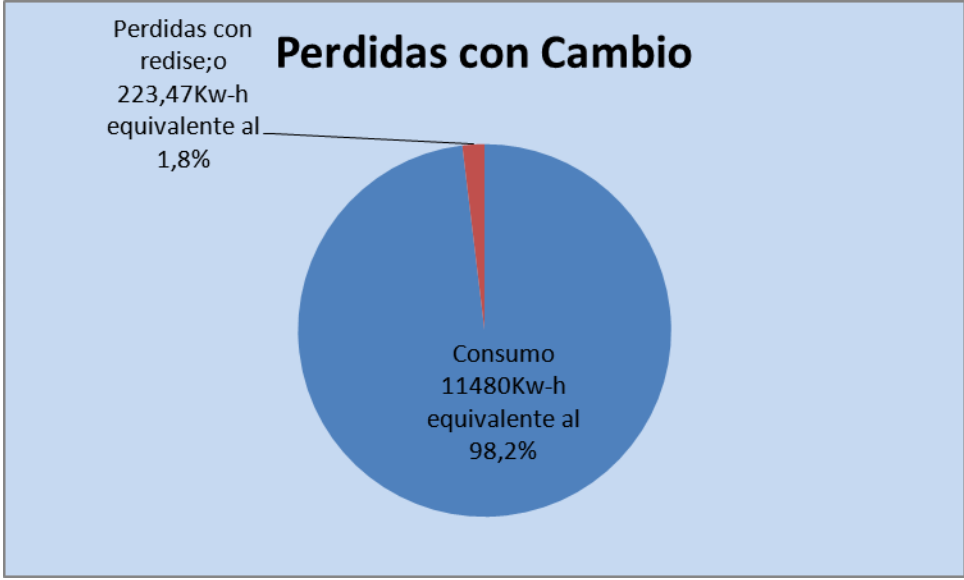
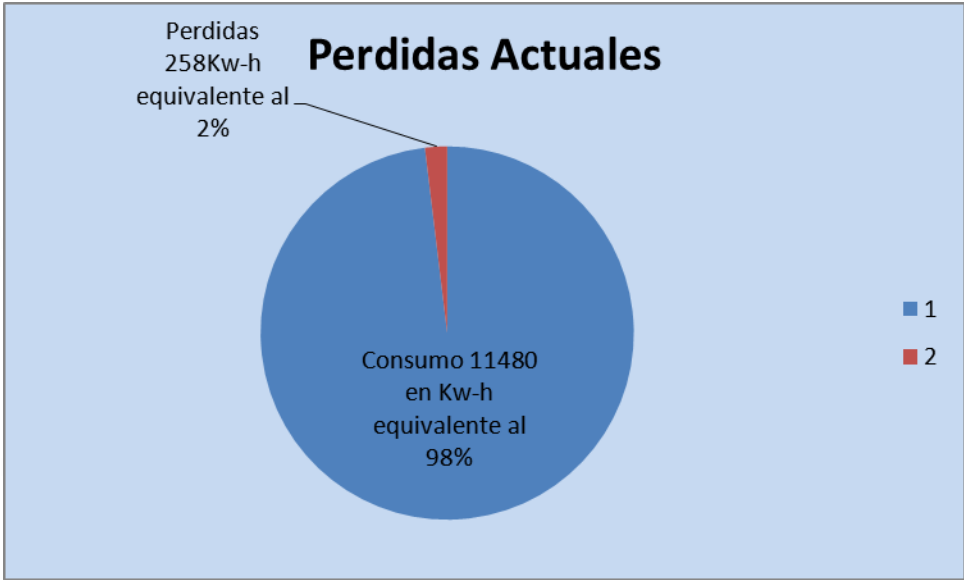
Perdidas con sugerencia en un mes

223,47 KW-h x 0,061=13,6 Dólares

Ahorro mes= Perdidas A. – Perdidas S.

Ahorro mes= 258,04 KW-h - 223,47 KW-h

Ahorro mes= **34,57 KW-h x 0,061 = 2,1 Dólares**



Facturación

Medidor usado electromecánico

Mide la Demanda Actual y la Demanda Anterior

CÁLCULO DE LA POTENCIA PARA DEMANDA FACTURABLE (DF)

$$D = \text{Demd. Actual} - \text{Demd. Anterior}$$

$$\text{Demanda. Actual} = 91 \text{ kw}$$

$$\text{Demanda. Anterior} = 83 \text{ kw}$$

$$D = 91\text{kw} - 83\text{kw}$$

$$D = 8 \text{ kw}$$

$$\text{FMult} = 11.625$$

Una vez obtenido el FMult. Se aplica la fórmula:

$$DF = D * \text{FMult}$$

Donde:

DF: Demanda facturada actual

D: Demanda actual

FMult. : Factor de Multiplicación

$$DF = (8 * 11.625)$$

$$DF = 93 \text{ Kw.}$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

$$F_c = DP/DM$$

$$F_c = 14/91$$

$$F_c = 0,15$$

Donde:

$$F_c > 0,9 = 1,2$$

$$F_c < 0,6 = 0,6$$

$$E_{ci} = 0.5833 * (DP/DM) + (0.4167) * (DP/DM)^2$$

Por lo tanto:

F_c = 0,6 Cálculo realizado en base a condiciones proporcionadas por ELEPCO S.A. COTOPAXI.

CÁLCULO DE LA DEMANDA DEL CLIENTE FACTURABLE

$$DF = (E_c * 4.576) * (DF)$$

$$(E_c * 4.576) * (DF) = \text{Demanda del cliente}$$

$$(0.6 * 4.576) * (93) = 255.34 \text{ Dólares}$$

CONSUMO DE ENERGÍA

Cálculo de la tarifa por energía (TE):

$$TE = K_{wh} * PE$$

En Horario: 07H00 - 22H00

Donde:

TE: Tarifa por energía

PE: Precio de la energía.

$$\mathbf{TE = (9.097 * 0.061)}$$

$$\mathbf{TE = 554.92 \text{ Dólares}}$$

En Horario: 22H00 - 07H00

Donde:

TE: Tarifa por energía

PE: Precio de la energía.

$$\mathbf{TE = (761 * 0.049)}$$

$$\mathbf{TE = 37.29 \text{ Dólares}}$$

Cálculo de la Comercialización (C)

Este valor es constante dependiendo del reajuste que se haya tomado en el Pliego tarifario proporcionado por ELEPCO S.A. COTOPAXI

$$\mathbf{Comercialización = 1.414}$$

CÁLCULO PARA EL BAJO FACTOR DE POTENCIA

$$\mathbf{Bfpot = (0.92 / Epmed.) - 1 * (\Sigma(Te + Demanda + Comercialización))}$$

$$\mathbf{Bfpot = (0.92 / 0,819) - 1 * (554.92 + 255.34 + 37.29 + 1.414)}$$

$$\mathbf{Bfpot = 104.69 \text{ Dólares}}$$

TABLA DE CONSUMO

Comercialización.....	1,41
Consumo de Energía	
-En Horario: 07H00-22H00.....	554, 92
-En Horario: 22H00-07H00.....	37, 29
Demanda del Cliente.....	255, 34
Bajo factor de Potencia.....	104, 69
Valor Total.....	953,65 Dólares

Después de analizar y comparar la factura emitida por ELEPCO S.A. y la calculada, se corroboró que no existen errores:

Factura ELEPCO S.A.....	953.65 Dólares
Factura Realizada.....	953.65 Dólares
<hr/>	
Error.....	0, 000 Dólares

Consumo de energía eléctrica en KW-h

Tabla 4.5: Consumo de Motores en KW-H Diario y Mensual

Capacidad del Equipo (HP)	Factor de Carga	Potencia del Equipo (KW)	Cantidad de Equipos	Tiempo de Uso al Día				Horas diarias (Hrs / día)	Días de uso mensual (Días / mes)	Consumo Diario (KWH / día)	Consumo Mensual (KWH / mes)	Carga Conectada (KW)
				Hora 1 (0:00 - 24:00)		Hora 2 (0:00 - 24:00)						
				Encendido	Apagado	Encendido	Apagado					
20	0,94	14,042	1	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	24	84,25	2022,10	14,04
25	0,94	17,553	2	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00		210,64	0,00	35,11
3	0,94	2,106	5	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00		63,19	0,00	10,53
1	0,94	0,702	11	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	24	46,34	1112,15	7,72
1/4	0,94	0,176	2	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	18	2,11	37,91	0,35
1/2	0,94	0,351	8	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	12	16,85	202,21	2,81
2	0,94	1,404	3	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	22	25,28	556,08	4,21
5	0,94	3,511	3	9,00	11,00	14,00	16,00	4,00		42,13	0,00	10,53
1 1/2	0,94	1,053	1	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00		6,32	0,00	1,05
17	0,94	11,936	2	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00		143,23	0,00	23,87
7/9	0,94	0,548	1	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00		3,29	0,00	0,55
10	0,94	7,021	3	8,00	11,00	14,00	16,00	5,00	18	105,32	1895,72	21,06
5 1/2	0,94	3,862	1	9,00	10,00	0,00	0,00	1,00	12	3,86	46,34	3,86
6 1/2	0,94	4,564	2	9,00	10,00	0,00	0,00	1,00	12	9,13	109,53	9,13
20	0,94	14,042	1	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00		84,25	0,00	14,04
3	0,94	2,106	5	9,00	12,00	14,00	16,00	5,00	24	52,66	1263,81	10,53
1	0,94	0,702	4	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	24	16,85	404,42	2,81
25	0,94	17,553	1	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	22	105,32	2316,99	17,55
1/2	0,94	0,351	5	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	24	10,53	252,76	1,76
1	0,94	0,702	2	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00		8,43	0,00	1,40

TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA 1044,18 10220,02

Carga Conectada Total 193,63

Tabla 4.6: Consumo de Equipos en kW-h Diario y Mensual

Tipo de Equipo	Potencia del Equipo (KW)	Cantidad de Equipos	Tiempo de Uso al Día				Horas diarias (Hrs / día)	Días de uso mensual (Días / mes)	Consumo Diario (KWH / día)	Consumo Mensual (KWH / mes)	Carga Conectada (KW)
			Hora 1 (0:00 - 24:00)		Hora 2 (0:00 - 24:00)						
			Encendido	Apagado	Encendido	Apagado					
PC	0,500	9	9,00	12,00	14,00	16,00	5,00	24	22,50	540,00	4,50
Impresoras	0,020	8	8,00	9,00	14,00	15,00	2,00	24	0,32	7,68	0,16
Licuadaora	0,150	1	11,00	12,00	0,00	0,00	1,00	20	0,15	3,00	0,15
Fax	0,050	1	9,00	12,00	14,00	16,00	5,00	24	0,25	6,00	0,05
TV	0,168	1	9,00	11,00	0,00	0,00	2,00	5	0,34	1,68	0,17
Teléfonos	0,050	8	8,00	10,00	0,00	0,00	2,00	24	0,80	19,20	0,40
Amplificador	0,040	1	11,00	12,00	0,00	0,00	1,00	24	0,04	0,96	0,04
Multifunción	0,030	1	11,00	12,00	15,00	16,00	2,00	12	0,06	0,72	0,03
Portero Eléctico	0,060	1	9,00	11,00	0,00	0,00	2,00	24	0,12	2,88	0,06
Refrigeradora	0,135	1	8,00	13,00	14,00	16,00	7,00		0,95	0,00	0,14
TOTAL ENERGIA CONSUMIDA									25,52	582,12	
Carga Conectada Total											5,69

Tabla 4.7: Consumo de Luminarias en kW-h Diario y Mensual

Tipo de Luminaria	Potencia del Equipo (KW)	Cantidad de Equipos	Tiempo de Uso al Día				Horas diarias (Hrs / día)	Días de uso mensual (Días / mes)	Consumo Diario (KWH / día)	Consumo Mensual (KWH / mes)	Carga Conectada (KW)
			Hora 1 (0:00 - 24:00)		Hora 2 (0:00 - 24:00)						
			Encendido	Apagado	Encendido	Apagado					
Fluorescente Tubular T8 23W	0,023	2	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	6	0,28	1,66	0,05
Fluorescente Tubular T8 12W	0,012	1	15,00	16,00	18,00	19,00	2,00	30	0,02	0,72	0,01
Fluorescente Tubular T12 25W	0,025	4	0,00	0,00	14,00	16,00	2,00	22	0,20	4,40	0,10
Fluorescente Tubular T12 40W	0,040	100	8,00	9,00	15,00	16,00	2,00	22	8,00	176,00	4,00
Fluorescente Tubular T12 32W	0,032	20	9,00	10,00	15,00	16,00	2,00	22	1,28	28,16	0,64
Fluorescente Tubular T12 20W	0,020	1	9,00	11,00	14,00	16,00	4,00	24	0,08	1,92	0,02
Halógenas 1500W	1,500	2	8,00	12,00			4,00	30	12,00	360,00	3,00
TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA									21,86	572,86	
										Carga Conectada Total	7,82

Consumo de energía eléctrica en KW-h

Consumo Calculado KW-h			Consumo Registrado KW-h
Total carga Conectada	213,14 KW	Pago	ELEPCO.SA
Diario	1091,56 KW-h	66,58 Dólares	
Mensual	11375 KW-h	693,87 Dólares	11480 KW-h
Pago Mensual Total		693,87 Dólares	700,28 Dólares

Corrección del factor de potencia

Datos de Condensadores instalados

Condensador 1=10 KVAR

Condensador 2= 8,3KVAR

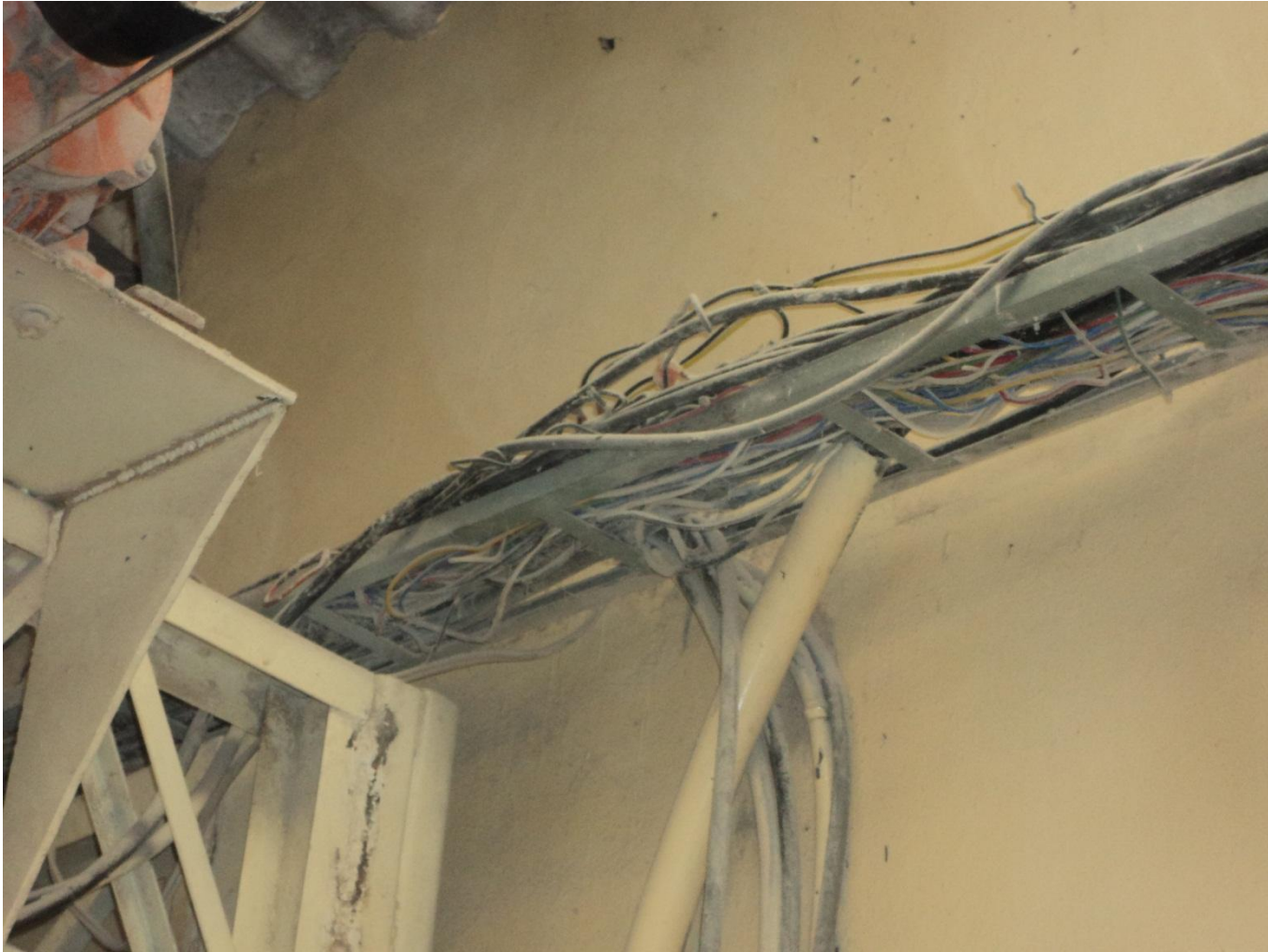
Condensador que deberían estar instalados

Máximo Instalado = 4,2 KVAR

Debe entregar = 1,6 KVAR

Factor de potencia actual 0,86

Factor de potencia: Corrección a 0,92



Auditoria

CONCLUSIONES:

- El funcionamiento del sistema eléctrico de la empresa “CEREALES LA PRADERA” se simuló en el software NEPLAN versión 5.2.4, en donde se confirmó los cálculos de corrientes de cortocircuito, la estabilidad del voltaje.
- La cargabilidad del sistema es del 79,36% que se considera aceptable, con lo que queda un porcentaje disponible que se puede incrementar por motivos de THD (Distorsión Armónica)
- La capacidad del banco de capacitores debe ser de máximo 4,2 KVAR y deben entregar 1,6 KVAR para obtener un factor de potencia de 0,92 siendo lo ideal y evitando las penalizaciones y pérdidas económicas a la empresa.
- Las pérdidas de conductores corresponden al 2% y con el estudio de rediseño las pérdidas se reducen a 1,8 % lo cual no resultaría económicamente un cambio de los mismos.

RECOMENDACIONES:

- Los condensadores instalados son muy grandes y es el motivo por el cual se está generando un bajo factor de potencia y es aconsejable cambiarlos a uno de menor capacidad.
- Un cambio de conductores no resulta convenientes por ser aceptables las pérdidas que existen, pero por motivos de seguridad el cambio es necesario para evitar danos en el conductor en caso de corto circuito y a los consecuentes
- Se deben modificar el banco de capacitores para obtener un factor de potencia adecuado acorde a las exigencias de ELEPCO S.A. para así lograr que no exista mucha penalización a la empresa por un bajo factor de potencia.
- Los motores de los elevadores 3, 4, 5,6 actualmente el Interruptor Termo magnético es de 100A y se debe cambiar por uno de 10A, la Aventadora tiene un interruptor de 75A y se debe cambiar por uno de 10A, las protecciones están sobredimensionadas debidos a motivos de cambio de carga y se debería cambiar por los de rediseño para obtener una protección adecuada de los mismos.
- Mantener organizada y actualizada la información referente a planos y diagramas eléctricos instalados y en construcción.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN