



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA  
INGENIERIA MECANICA**

**Auditoria de eficiencia energética en Comercializadora  
de Granos Básicos.**

**Mon  
621.3746  
A472  
2012**

**AUTORES**

Br. Juan Carlos Alvarado Fajardo.  
Br. Carlos Adrian Arrieta Acevedo

**TUTOR**

MSC. Mario de Jesús García

**Managua, Febrero de 2012**

## DEDICATORIA

*Al Dios único que por su bendición he logrado a finalizar esta etapa de mi vida.*

*A nuestras madres: María Fajardo e Isabel Acevedo, que gracias a su sacrificio, dedicación y apoyo nos ven alcanzar esta meta.*

*A nuestros profesores y tutor Msc. Mario de Jesús García.*

*A Nuestras novias: Luz Marina López y Daniela Gutiérrez*

*A las personas que me apoyaron en este trabajo.*

*A mis compañeros de clase que compartieron los momentos más tristes y alegres que vivimos en nuestros años de estudios.*

*A todos gracias porque ahora puedo decir lo logramos.*

*Br. Juan Carlos Alvarado Fajardo*

*Br. Carlos Adrián Arrieta Acevedo.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*Atraves de estas líneas queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a Dios y a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización de este trabajo.*

*A nuestros padres a quienes les debemos la culminación de nuestras carreras, por su amor y su dedicación hacia nosotros.*

*A nuestras familias que de una u otra manera nos han apoyado en todos estos años.*

*Al Sr. José Leonel Torres Torres, Gerente General de la empresa Comercializadora de Granos Básicos, por habernos abierto sus puertas y poner a nuestra disposición toda la información técnica requerida.*

*Al Msc. Mario García por su valiosa contribución en la realización del presente trabajo monográfico.*

## RESUMEN DEL TEMA

El diagnóstico de eficiencia energética en la empresa Comercializadora de Granos básicos, fue elaborado por los bachilleres Juan Carlos Alvarado Fajardo y Carlos Adrian Arrieta Acevedo, estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUPAP). Para este trabajo es importante el desarrollo del ahorro energético que contemple la implementación de cambios de procedimientos, prácticas y tecnologías que aumenten el rendimiento energético.

Fue realizado una serie de monitoreo en la planta para la determinación de los consumos de energías por etapas de procesos y la determinación de los indicadores de energía, igualmente se monitoreo la demanda de potencia de las maquinarias, su factor de carga, se hizo la distribución de la planta actual, y se hizo el análisis de las condiciones climáticas y de confort de la zona y de la planta. El periodo de análisis de las facturas eléctricas se realizó en agosto del año 2008 a septiembre del 2009, con las tarifas eléctricas basadas en septiembre del año 2011. Esta empresa comercializadora tiene un consumo promedio mensual de 1,416 KWh/mes, pagando en promedio la cantidad de USD\$425 mensuales, para una producción promedio de 1,840.4 qq/mes de frijoles, lo que ha permitido determinar el indicador energético de la empresa en 0.019MWh/Ton de producto procesado.

En la ejecución del presente diagnóstico, se han identificado siete opciones de eficiencia energética. Las inversiones son por el monto de USD\$3,931.84; estas opciones generan ahorros por el monto de USD\$1319 anuales, además beneficios ambientales por dejar de emitir 2,299Kg/año de de CO<sub>2</sub>, principal gas del efecto invernadero. Reducción del consumo eléctrico en 26% (4395 KWh) equivalente USD\$1319 anuales, beneficio ambiental con la reducción de 2.30 Ton de CO<sub>2</sub>. Existe la posibilidad de cambio de tarifa por la demanda de potencia actual de la empresa, esto trae un costo adicional al uso del recurso eléctrico, siendo estas multas por bajo factor potencia, en el acápite de opciones refleja el monto que la empresa estaría evitando al implementar el uso de los bancos de compensación, estimado un costo de USD\$588 anuales.



## INDICE DE CAPITULO

Contenido .....	PAG.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES. ....</b>	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACION .....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS. ....</b>	<b>5</b>
<b>I.MARCO TEORICO.....</b>	<b>6</b>
1.1 Auditoria Energetica. ....	6
1.2 Eficiencia. ....	6
1.3 Deficiniciones Electricas Basicas. ....	6
1.3.1 Voltaje.....	6
1.3.2 FEM.....	7
1.3.3 Corriente Electrica. ....	7
1.3.4 Corriente Alterna. ....	7
1.3.5 Corriente Continua.....	7
1.3.6 Resistencia Electrica. ....	7
1.3.7 Ley de Ohm. ....	8
1.3.8 Potencia Electrica. ....	8
1.3.9 Potencia Activa.....	8
1.3.10 Potencia Reactiva.....	8
1.3.11Potencia Aparente. ....	9
1.3.12 Factor de Potencia.....	9
1.4 Problemas por bajo factor de Potencia... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
1.4.1 Beneficios por corregir el factor de Potencia. ....	11
1.5 Demanda.....	11



1.5.1 Demanda minima. ....	12
1.5.2 Demanda maxima.....	12
1.5.3 Demanda contratada. ....	12
1.5.4 Demanda en la factura. ....	12
1.6 Carga Conectada. ....	12
1.7 Servicio de Energia Electrica.....	13
1.8 Ente Regulador.....	13
1.8.1 Regulacion INE.....	13
1.8.2 Impuesto general al valor (IVA). ....	13
1.8.3 Normativa de Servicio Electrico.....	14
1.8.4 Empresa Distribuidora. ....	14
1.8.5 Cargo por comercializacion. ....	14
1.8.6 Alumbrado Publico.....	14
1.8.7 Usuario. ....	14
1.8.8 Cliente o consumidor. ....	14
1.8.9 Facturacion de Energia Electrica.....	14
1.8.10 Energia. ....	15
1.8.11 Excepciones. ....	15
1.9 Tarifa. ....	15
1.9.1 Tarifa general. ....	15
1.9.2 Tarifa domestica. ....	15
1.9.3 Tarifa comercial. ....	15
1.9.4 Tarifa Industrial.....	16
1.9.5 Tarifa Monomia.....	16
1.9.6 Tarifa Binomia. ....	16
1.9.7 Tarifa Horaria.....	16
1.9.8 Representacion del pliego tarifario. ....	16



A. Baja tension. ....	16
B. Media tension.....	17
1.10 Horario de punta de carga. ....	17
1.10.1 Horario fuera punta de carga.....	17
1.11 Elementos Electromecanicos. ....	18
1.11.1 Motor Electrico.....	18
1.11.2 Capacitor. ....	19
1.12 Compensacion de Energia. ....	20
1.12.1 Compensacion de Energia Reactiva.....	20
1.12.2 Compensacion Individual.....	20
1.12.3 Compensacion en grupos.....	20
1.12.4 Compensacion Central. ....	21
1.13 Equipos de Iluminacion.....	21
1.13.1 Balastros Electronicos. ....	21
1.13.2 Reflectores especulares. ....	22
1.13.3 Caracteristicas. ....	22
1.14 Aspectos basicos de un programa de ahorro de energia. ....	22
<b>II. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>24</b>
2.1 Producción.....	25
2.2 Líneas de Productos.....	25
<b>III. LÍNEAS DE PROCESO.....</b>	<b>26</b>
3.1 Suministro de energia a la planta. ....	27
3.2 Área de Proceso.....	28
3.2.1 Tolva elevador de recepcion.....	28
3.2.2 Elevador 1. ....	29
3.2.3 Zaranda 1. ....	29
3.2.4 Elevador 2. ....	29



3.2.5 Oliver. ....	30
3.2.6 Zaranda 2. ....	31
3.2.7 Elevador 3. ....	31
3.2.8 Bandas magnéticas 1 y 2. ....	31
3.2.9 Pulidor. ....	32
3.2.10 Elevador 4. ....	32
3.2.11 Bandas de selección 1 y 2. ....	33
3.2.12 Elevador 5 ....	33
3.2.13 Tolva de Producto terminado para empaque. ....	34
3.2.14 Iluminacion del área de proceso. ....	34
3.2.15 Empaque. ....	35
3.2.16 Banda de suministro a la empacadora ....	35
3.2.17 Empacadora. ....	36
3.2.18 Bandeja de la empacadora ....	36
3.2.19 Banda transportadora de producto procesado. ....	37
3.3 Oficina de gerencia. ....	37
3.4 Bodega. ....	38
3.5 Instalaciones del taller. ....	38
3.6 Informacion arquitectónica. ....	39
<b>IV ANALISIS DE OPERACIÓN DE LA PLANTA. ....</b>	<b>42</b>
4.1 Condiciones de operación. ....	42
4.1.1 Horas de operación de la planta. ....	43
4.1.2 Condiciones meteorológicas. ....	43
4.1.3 Confort en la planta. ....	45
4.2 Consumo energético. ....	47
4.3 Precios de la energía eléctrica. ....	49
4.4 Monitoreo de la potencia y la demanda de potencia. ....	52



4.5 Censo de carga. ....	55
4.5.1 Calculo del Banco de capacitores. ....	55
4.5.2 Triangulo de potencia. ....	56
4.6 Benchmarking.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.7 Medición y verificación de los ahorros. ....	58
4.8 Evaluación de los equipos. ....	60
4.8.1 Aire acondicionado en oficina.....	60
4.8.2 Iluminación. ....	60
4.8.3 Sonido .....	63
4.9 Inventario Energético.....	65
4.9.1 Balance energético. ....	67
4.9.2 Transformadores. ....	68
<b>V. OPCIONES DE EFICIENCIA ENERGETICA.....</b>	<b>70</b>
5.1 Sustitución del motor del compresor 15 hp (MEE01). ....	70
5.1.1 Caso Propuesto. ....	70
5.1.2 Caso Base. ....	70
5.1.3 Beneficio.....	70
5.1.4 Cálculos de costo y ahorros. ....	70
5.2 Sustitución de cables eléctricos de la cometida (MEE02). ....	72
5.2.1 Caso Propuesto.....	72
5.2.2 Caso base. ....	72
5.2.3 Beneficios. ....	72
5.2.4 Cálculos de costo y ahorros. ....	72
5.3 Optimización y protección de iluminarias de proceso de selección manual (MEE03).....	74
5.3.1 Caso propuesto. ....	74
5.3.2 Caso base .....	74



5.3.3 Beneficio.....	74
5.3.4 Inversión.....	74
5.3.5 Cálculos de costo y ahorros.....	75
5.4 Corrección del factor de potencia (MEE04).....	76
5.4.1 Caso propuesto.....	76
5.4.2 Caso Base.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.4.3 Beneficio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.4.4 Cálculos de costo y ahorros.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.5 Instalación de medidor de energía en el área de taller (MEE05)...	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.5.1 Caso base.....	78
5.5.2 Caso Propuesto.....	78
5.5.3 Beneficio.....	78
5.5.4 Cálculo de costo y ahorro.....	78
5.6 Sustitución de motores eléctricos con baja eficiencia (MEE06).....	80
5.6.1 Caso Base.....	80
5.6.2 Caso propuesto.....	80
5.6.3 Beneficio.....	80
5.6.4 Cálculos de costo y ahorros.....	80
5.7 Cambio de flujo de reproceso del frijoles de segunda (MEE07).....	82
5.7.1 Caso propuesto.....	82
5.7.2 Caso Base.....	82
5.7.3 Beneficio.....	82
5.7.4 Cálculos de costo y ahorros.....	82
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>COMENTARIOS FINALES.....</b>	<b>88</b>



BIBLIOGRAFIA.....	89
ANEXOS. ....	90
GLOSARIO	

## INDICE DE TABLAS

Contenido .....	PAG.
Tabla 1: Representación del pliego tarifario de baja tensión. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 2: Representación del pliego tarifario de media tensión. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 3: Información básica sobre la instalación diagnosticada ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 4: Información arquitectónica básica. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 5: Inventario de la superficie de la planta. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 6: Horario anual de funcionamiento de la planta. ... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 7: Condiciones meteorológicas de la ciudad de Matagalpa (Municipio de Muy Muy)..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 8: Tarifa eléctrica ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 9: Facturas eléctricas por el periodo de un año..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 10: Ejemplo de cálculo de factura para el mes de septiembre del 2009. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 11: Registro por el periodo de un año del consumo de energía y producción de la empresa. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 12: Indicador general de consumo eléctricos Vs producción anual. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 13: Resultado de la regresión lineal del consumo de electricidad Vs la Producción..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 14: Iluminación utilizada en el área de selección manual en el periodo de la mañana..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 15: Descripción de la iluminación utilizada en el área de selección manual para el periodo de la tarde. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	



Tabla 16: Descripción del sonido medido en el área de selección manual para el periodo donde están trabajando las maquinas del proceso..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 17: Niveles sonoros recomendados para diferentes jornadas laborales. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 18: Porcentaje de carga de los motores eléctricos. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 19: Tarifa contratada por la empresa..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 20: Descripción de costo de la tarifa T-4 industrial bionomía. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 21: Cálculos de costos y ahorros de la MEE01. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 22: Cálculos de costos y ahorros de la MEE02. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 23: Cálculos de costos y ahorros de la MEE03. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 24: Cálculos de costos y ahorros de la MEE04. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 25: Cálculos de costos y ahorros de la MEE05. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 26: Cálculos de costos y ahorros de la MEE06. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 27: Cálculos de costos y ahorros de la MEE07. .... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 28: Resumen de medidas de eficiencia energética. .... **¡Error! Marcador no definido.**

## INDICE DE FIGURAS

<b>Contenido .....</b>	<b>PAG.</b>
Figura 1: Triangulo de potencia.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 2: estructura interna de un motor eléctrico .....	19
Figura 3: Tipos de capacitores .....	19
Figura 4: Diagrama de procesos de la "Comercializadora de Granos Básicos". .....	26
Figura 5: Imágenes de las vistas exteriores e interiores de la oficina de gerencia.....	27
Figura 6: Área de procesos de los granos básicos.....	28
Figura 7: Proceso de llenado de la tolva. ....	28
Figura 8: Funcionamiento del elevador 1. ....	29
Figura 9: Imagen que muestra el funcionamiento de la zaranda 1.....	29
Figura 10: Funcionamiento del elevador 2. ....	30
Figura 11: Proceso de limpieza del grano de frijol a través del Oliver. ....	30

Figura 12: Funcionamiento de la zaranda 2. ....	31
Figura 13: Proceso de limpieza del frijol en el elevador 3. ....	31
Figura 14: Bandas magnéticas. ....	32
Figura 15: Imágenes del pulidor. ....	32
Figura 16: Proceso de funcionamiento del elevador 4.....	33
Figura 17: Selección manual del grano de frijol.....	33
Figura 18: Selección manual en el elevador 5.....	34
Figura 19: Área de proceso de empaque del grano de frijol.....	34
Figura 20: Tipo de iluminación del área de trabajo.....	34
Figura 21: Maquina de empacadora.....	35
Figura 22: Bandas de suministro.....	36
Figura 23: Empacadora.....	36
Figura 24: Bandeja de llenado de la maquina empacadora. ....	37
Figura 25: Bandas transportadoras. ....	37
Figura 26: Oficina de Gerencia.....	38
Figura 27: Vista interna de las aéreas de bodega. ....	38
Figura 28: Instalaciones del taller.....	39
Figura 29: Distribución de la planta en la empresa Comercializadora de Granos Básicos. ....	40
Figura 30: Diagrama de comportamiento de temperatura y humedad relativa ..... .....	46
Figura 31: Comportamiento del consumo eléctrico mensual (Agosto 2008- Septiembre 2009) .....	48
Figura 32: Monitoreo de 24 horas de la demanda de potencia 28 - 29 de Octubre 2009.....	52
Figura 33: Comportamiento de la potencia 28 -29 de Octubre 2009.....	53
Figura 34: Grafico de porcentaje de censo de carga de las diferentes áreas de la empresa.....	55
Figura 35: Triangulo de potencia.....	56



Figura 36: Corrección del factor de potencia.....	57
Figura 37: Modelización del consumo semanal de electricidad (datos del año 2009). .....	59
Figura 38: Diagrama de Sankey representando el balance energético. ....	67

## INDICE DE ANEXOS

<b>Contenido .....</b>	<b>Anexo N°.</b>
Tablas de de baja tensión... ..	1
Tablas del alumbrado eléctrico público.....	2
Tablas para el cálculo fijo de comercialización .....	3
Tabla de las tasas de cambio. ....	4
Calculo para ahorro en la Corrección del Factor de Potencia.....	5
Monitoreo de 24horas en el panel eléctrico principal. ....	6
Monitoreo de 24 horas del factor de potencia por línea. ....	7
Monitoreo de 24 horas de la demanda de la potencia por línea.....	8
Calculo de banco de Condensador.....	9
Puntos de medición de luxes en las bandas de selección manual.....	10
Cálculos de costos y ahorros de los casos propuestos de los cambios de transformadores. ....	11
Hoja de Mantenimiento Preventivo. ....	12
Ficha Técnica de los Equipos.....	13



Cotizaciones de los motores.....	14
Cotizaciones de opciones.....	15
Cotización de los transformadores recomendados. ....	16
Vista de planta de la empresa .....	17



## ANEXOS

### Anexo 1: Tablas de de baja tensión.

#### INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR

**TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE SEPTIEMBRE DE 2011  
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR**

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)						
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR		
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)	
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	2.6417		
			Siguientes 25 kWh	5.6910		
			Siguientes 50 kWh	5.9604		
			Siguientes 50 kWh	7.8773		
			Siguientes 350 kWh	7.3471		
			Siguientes 500 kWh	11.6696		
			Adicionales a 1000 kWh	13.0801		
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	TARIFA MONOMIA			
			0-150 kWh	4.9485		
		T-1A	Adicionales a 150 kWh	7.7238		
			TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
T-1A	Todos los kWh	5.5990	667.1442			
	kW de Demanda Máxima					
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.).	T-2	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		675.1374	
			Todos los kWh	5.6640		
T-2	kW de Demanda Máxima					
	INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	T-3	TARIFA MONOMIA		
Todos los kWh			6.7460			
T-3A			TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
T-3A	Todos los kWh	4.7583	633.7799			
	kW de Demanda Máxima					
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		618.4983	
			Todos los kWh	5.1885		
T-4	kW de Demanda Máxima					
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		583.7177	
			Todos los kWh	5.2993		
T-5	kW de Demanda Máxima					
IRRIGACION	Para irrigación de campos agrícolas	T-6	TARIFA MONOMIA			
			Todos los kWh	5.7951		
		T-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	4.2545		
		T-6A	kW de Demanda Máxima			494.2674
			T-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
		Verano Punta		5.5641		935.6291
		Invierno Punta		5.3833		
		Verano Fuera de Punta		4.1174		
		Invierno Fuera de Punta		4.0546		
Verano Punta		584.3834				
Invierno Punta		0.0000				
Verano Fuera de Punta		0.0000				
Invierno Fuera de Punta		0.0000				



**AUDITORIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
Comercializadora de Productos Básicos**

**Anexo 2: Tablas del alumbrado eléctrico público.**

TASA DE ALUMBRADO PUBLICO PARA TODOS LOS MUNICIPIOS ATENDIDOS POR DISNORTE  
Y DISSUR EXCEPTO MANAGUA, CHINANDEGA, EL VIEJO, SOMOTILLO, SANTA TERESA Y SAN JUAN DEL SUR

A PARTIR DEL 1 DE SEPTIEMBRE DEL 2011

SECTORES	RANGO DE CONSUMO (kWh)	(C\$/kWh)
RESIDENCIAL	0-25	0.7026
	26-50	0.7026
	51-100	0.7026
	101-150	0.7026
	151-500	0.7026
	501-1000	0.7026
	> de 1000	0.7026
GENERAL MENOR	0-150	0.3812
	>150	0.7026
GENERAL MENOR BINOMIA	0-140	0.7026
	>140	0.7026
GENERAL MAYOR	0-2500	0.7026
	>2500	0.7026
INDUSTRIAL MENOR	0-140	0.7026
	>140	0.7026
INDUSTRIAL MEDIANA	0-2240	0.7026
	>2240	0.7026
INDUSTRIAL MAYOR	0-61750	0.7026
	>61750	0.7026
RADIODIFUSORAS		0.0000
RIEGO		0.0000
BOMBEO		0.0000
IGLESIAS	0-25	0.7026
	26-50	0.7026
	51-100	0.7026
	101-500	0.7026
	501-1000	0.7026
	> de 1000	0.7026
Apoyo a la Industria Turística T1-H, T-1 AH		0.7026
Apoyo a la Industria Turística - T2-H, T2-DH, T2-EH		0.7026
Industria Turística - T3-H, T-3 AH		0.7026
Industria Turística - T-4H, T-4 DH, T-4 EH		0.7026
Industria Turística - T-5H, T-5 DH, T-5 EH		0.7026

Nota: Se aplica por cada kWh de energía consumida.

Se aplica hasta un máximo de 40,000 kWh.

Estos cargos están sujetos a indexación mensual por deslizamiento cambiario con respecto al dólar de los Estados Unidos de América



Anexo 3: Tablas para el cálculo fijo de comercialización.

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA  
ENTE REGULADOR**

**CARGO FIJO DE COMERCIALIZACIÓN**

**TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE SEPTIEMBRE DE  
2011**

**AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR**

BLOQUES DE CONSUMO	CARGO C\$/Cliente-mes
<b>RESIDENCIAL</b>	
0-25 kWh	20.6322
26-50 kWh	20.6322
51-100 kWh	20.6322
101-150 kWh	20.6322
151-500 kWh	60.1137
501-1000 kWh	111.8119
MAS DE 1000 kWh	240.4548
<b>GENERAL MENOR (T1)</b>	
0-150 kWh	20.6322
> 150 kWh	98.1821
<b>APOYO INDUSTRIA TURISTICA MENOR (T1H)</b>	
0-140 kWh	58.7923
> 140 kWh	98.1821
<b>GENERAL E IND MENOR Y APOYO IND.TURIST. MENOR BINOMIAL</b>	
0-140 kWh	98.1821
> 140 kWh	98.1821
<b>GENERAL MAYOR Y APOYO INDUSTRIA TURISTICA MAYOR</b>	1,411.0150
<b>INDUSTRIA MENOR E INDUSTRIA TURISTICA MENOR</b>	
0-140 kWh	58.7923
> 140 kWh	98.1821
<b>INDUSTRIA MEDIANA E INDUSTRIA TURISTICA MEDIANA</b>	1,411.0150
<b>INDUSTRIA MAYOR E INDUSTRIA TURISTICA MAYOR</b>	2,351.6917
<b>BOMBEO</b>	
0-4000 kWh	611.4393
> 4000 kWh	611.4393
<b>IGLESIAS</b>	36.0688
<b>RADIODIFUSORAS</b>	0.0000
<b>A. PUBLICO</b>	0.0000
<b>RIEGO</b>	0.0000

**NOTAS:**

- I La tasa residencial es aplicable a tarifa T-A y T-J
- II La tasa General Menor es aplicable a tarifa T-B
- III La tasa industrial menor es aplicable a tarifa T-C

Anexo 4: Tabla de las tasas de cambio.



*Banco Central de Nicaragua*

*Emitiendo confianza y estabilidad*

AVISO

El Banco Central de Nicaragua informa al público en general el tipo de cambio oficial del córdoba nicaragüense con respecto al dólar de los Estados Unidos de América que regirán en todo el territorio nacional, en el período abajo señalado:

TIPO DE CAMBIO OFICIAL DE 09 - 2011

Fecha	Cambio US\$
01-Septiembre-2011	22.6080
02-Septiembre-2011	22.6110
03-Septiembre-2011	22.6141
04-Septiembre-2011	22.6171
05-Septiembre-2011	22.6201
06-Septiembre-2011	22.6231
07-Septiembre-2011	22.6262
08-Septiembre-2011	22.6292
09-Septiembre-2011	22.6322
10-Septiembre-2011	22.6352
11-Septiembre-2011	22.6383
12-Septiembre-2011	22.6413
13-Septiembre-2011	22.6443
14-Septiembre-2011	22.6473
15-Septiembre-2011	22.6504
16-Septiembre-2011	22.6534
17-Septiembre-2011	22.6564
18-Septiembre-2011	22.6595
19-Septiembre-2011	22.6625
20-Septiembre-2011	22.6655
21-Septiembre-2011	22.6685
22-Septiembre-2011	22.6716
23-Septiembre-2011	22.6746
24-Septiembre-2011	22.6776
25-Septiembre-2011	22.6807
26-Septiembre-2011	22.6837
27-Septiembre-2011	22.6867
28-Septiembre-2011	22.6898
29-Septiembre-2011	22.6928
30-Septiembre-2011	22.6958

### Anexo 5: Calculo para ahorro en la Corrección del Factor de Potencia.

Corriente y Potencia Aparente antes de la corrección del factor de potencia

$$I_1 = \frac{22,000W}{1.73 * 236 * .07} = 76.97 A$$

$$S = \sqrt{3} * V * Ii$$

$$S_1 = \sqrt{(3)} * 236 * 76.97 = 31.42 KVA$$

$$Perd = 3 * r * I^2$$

$$Perd_1 = 3 * 0.166 * 76.97^2 = 2,950W$$

Corriente y Potencia Aparente después de la corrección del factor de potencia

$$I_2 = \frac{22,000W}{1.73 * 236 * .09} = 59.87 A$$

$$S = \sqrt{3} * V * Ii$$

$$S_2 = \sqrt{(3)} * 236 * 59.87 = 24.44 KVA$$

$$Perd = 3 * r * I^2$$

$$Perd_2 = 3 * 0.166 * 59.87^2 = 1,785W$$

Reducción en pérdidas

$$R = \text{Perdidas1} - \text{Perdidas2}$$

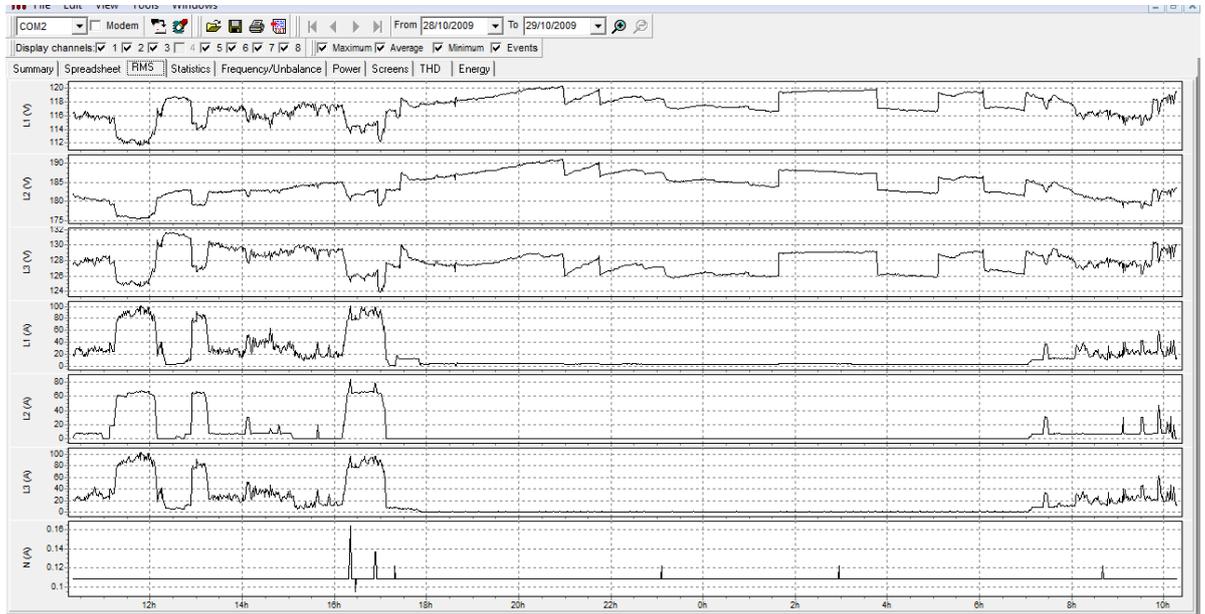
$$R = 2950 - 1785 W$$

$$R = 1,165W$$

Este valor representa aproximadamente 308 kWh al año, equivalentes a 55 dólares anuales.

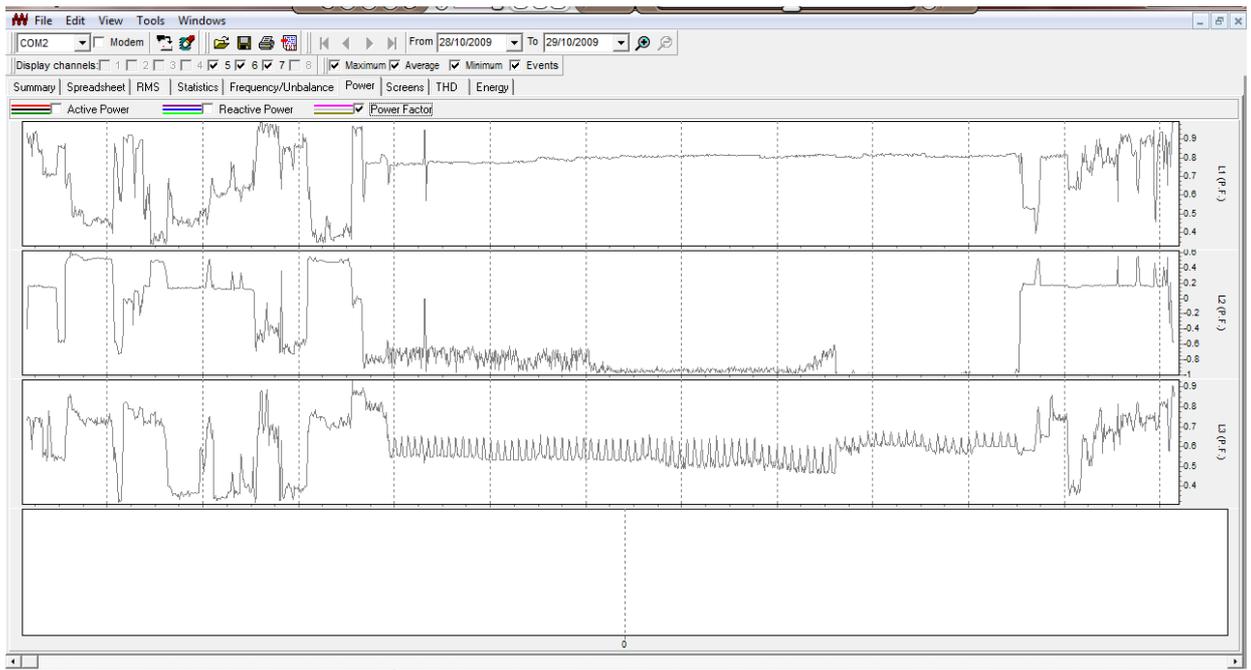


Anexo 6: Monitoreo de 24horas en el panel eléctrico principal.

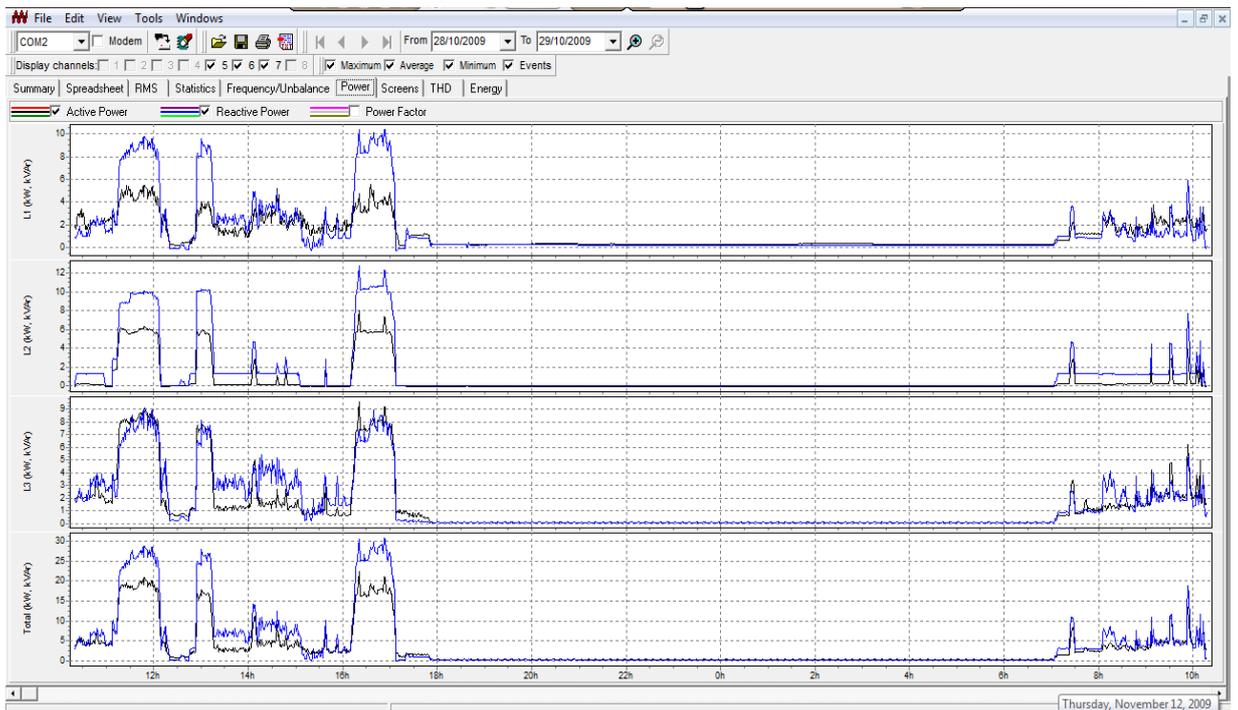




## Anexo 7: Monitoreo de 24 horas del factor de potencia por línea.



## Anexo 8: Monitoreo de 24 horas de la demanda de la potencia por línea.





**Anexo 9: Calculo de banco de  
Condensador.**

BanCondenser

Sugerencias Ventanas Imprimir Salir Ayuda

Compensación Individual (Tabla del factor K)

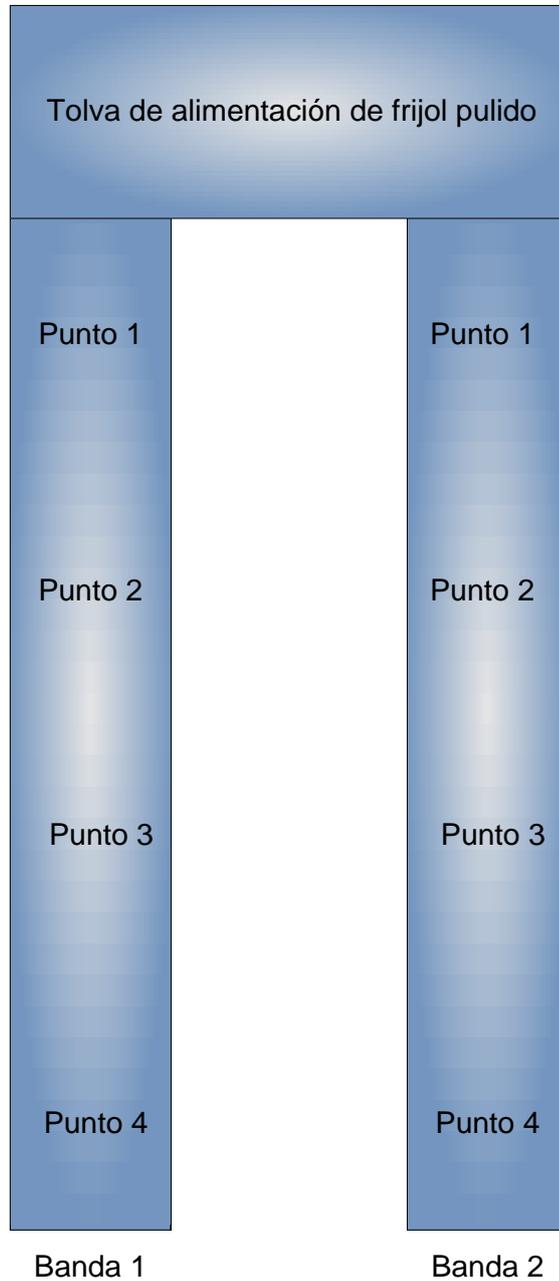
**Tan $\phi$  o Cos $\phi$  deseado**

Tangente	Coseno																	
	0.75	0.59	0.48	0.46	0.43	0.40	0.38	0.33	0.29	0.25	0.20	0.14	0.00					
2.29	0.40	1.540	1.700	1.810	1.890	1.950	2.000	2.040	2.090	2.150	2.290	Ejemplo						
2.22	0.41	1.470	1.630	1.740	1.780	1.790	1.820	1.860	1.900	1.970	2.020	2.080	2.220	Salir				
2.16	0.42	1.410	1.570	1.680	1.700	1.730	1.760	1.800	1.830	1.870	1.910	1.960	2.020	2.160	P (kW)			
2.10	0.43	1.350	1.510	1.620	1.640	1.670	1.700	1.740	1.770	1.810	1.850	1.900	1.960	2.100	22			
2.04	0.44	1.290	1.450	1.560	1.580	1.610	1.640	1.680	1.710	1.750	1.790	1.840	1.900	2.040	Cos $\phi$ 1			
1.98	0.45	1.230	1.390	1.500	1.520	1.550	1.580	1.620	1.650	1.690	1.730	1.780	1.840	1.980	0.68			
1.93	0.46	1.180	1.340	1.450	1.470	1.500	1.530	1.570	1.600	1.640	1.680	1.730	1.790	1.930	Cos $\phi$ 2			
1.88	0.47	1.130	1.290	1.400	1.420	1.450	1.480	1.520	1.550	1.590	1.630	1.680	1.740	1.880	0.90			
1.83	0.48	1.080	1.240	1.350	1.370	1.400	1.430	1.470	1.500	1.540	1.580	1.630	1.690	1.830	Factor K			
1.78	0.49	1.030	1.190	1.300	1.320	1.350	1.380	1.420	1.450	1.490	1.530	1.580	1.640	1.780	0.600			
1.73	0.50	0.980	1.140	1.250	1.270	1.300	1.330	1.370	1.400	1.440	1.480	1.530	1.590	1.730	Q (kVAr)			
1.69	0.51	0.940	1.100	1.210	1.230	1.260	1.290	1.330	1.360	1.400	1.440	1.490	1.550	1.690	13.20			
1.64	0.52	0.890	1.050	1.160	1.180	1.210	1.240	1.280	1.310	1.350	1.390	1.440	1.500	1.640				
1.60	0.53	0.850	1.010	1.120	1.140	1.170	1.200	1.240	1.270	1.310	1.350	1.400	1.460	1.600				
1.56	0.54	0.810	0.970	1.080	1.100	1.130	1.160	1.200	1.230	1.270	1.310	1.360	1.420	1.560				
1.52	0.55	0.770	0.930	1.040	1.060	1.090	1.120	1.160	1.190	1.230	1.270	1.320	1.380	1.520				
1.48	0.56	0.730	0.890	1.000	1.020	1.050	1.080	1.120	1.150	1.190	1.230	1.280	1.340	1.480				
1.44	0.57	0.690	0.850	0.960	0.980	1.010	1.040	1.080	1.110	1.150	1.190	1.240	1.300	1.440				
1.40	0.58	0.650	0.810	0.920	0.940	0.970	1.000	1.040	1.070	1.110	1.150	1.200	1.260	1.400				
1.37	0.59	0.620	0.780	0.890	0.910	0.940	0.970	1.010	1.040	1.080	1.120	1.170	1.230	1.370				
1.33	0.60	0.580	0.740	0.850	0.870	0.900	0.930	0.970	1.000	1.040	1.080	1.130	1.190	1.330				
1.30	0.61	0.550	0.710	0.820	0.840	0.870	0.900	0.940	0.970	1.010	1.050	1.100	1.160	1.300				
1.27	0.62	0.520	0.680	0.790	0.810	0.840	0.870	0.910	0.940	0.980	1.020	1.070	1.130	1.270				
1.23	0.63	0.480	0.640	0.750	0.770	0.800	0.830	0.870	0.900	0.940	0.980	1.030	1.090	1.230				
1.20	0.64	0.450	0.610	0.720	0.740	0.770	0.800	0.840	0.870	0.910	0.950	1.000	1.060	1.200				
1.17	0.65	0.420	0.580	0.690	0.710	0.740	0.770	0.810	0.840	0.880	0.920	0.970	1.030	1.170				
1.14	0.66	0.390	0.550	0.660	0.680	0.710	0.740	0.780	0.810	0.850	0.890	0.940	1.000	1.140				
1.11	0.67	0.360	0.520	0.630	0.650	0.680	0.710	0.750	0.780	0.820	0.860	0.910	0.970	1.110				
1.08	0.68	0.330	0.490	0.600	0.620	0.650	0.680	0.720	0.750	0.790	0.830	0.880	0.940	1.080				
1.05	0.69	0.300	0.460	0.570	0.590	0.620	0.650	0.690	0.720	0.760	0.800	0.850	0.910	1.050				
1.02	0.70	0.270	0.430	0.540	0.560	0.590	0.620	0.660	0.690	0.730	0.770	0.820	0.880	1.020				
0.99	0.71	0.240	0.400	0.510	0.530	0.560	0.590	0.630	0.660	0.700	0.740	0.790	0.850	0.990				
0.96	0.72	0.210	0.370	0.480	0.500	0.530	0.560	0.600	0.630	0.670	0.710	0.760	0.820	0.960				
0.94	0.73	0.190	0.350	0.460	0.480	0.510	0.540	0.580	0.610	0.650	0.690	0.740	0.800	0.940				
0.91	0.74	0.160	0.320	0.430	0.450	0.480	0.510	0.550	0.580	0.620	0.660	0.710	0.770	0.910				
0.88	0.75	0.130	0.290	0.400	0.420	0.450	0.480	0.520	0.550	0.590	0.630	0.680	0.740	0.880				
0.86	0.76	0.110	0.270	0.380	0.400	0.430	0.460	0.500	0.530	0.570	0.610	0.660	0.720	0.860				
0.83	0.77	0.080	0.240	0.350	0.370	0.400	0.430	0.470	0.500	0.540	0.580	0.630	0.690	0.830				
0.80	0.78	0.050	0.210	0.320	0.340	0.370	0.400	0.440	0.470	0.510	0.550	0.600	0.660	0.800				
0.78	0.79	0.030	0.190	0.300	0.320	0.350	0.380	0.420	0.450	0.490	0.530	0.580	0.640	0.780				
0.75	0.80		0.160	0.270	0.290	0.320	0.350	0.390	0.420	0.460	0.500	0.550	0.610	0.750				
0.72	0.81		0.130	0.240	0.260	0.290	0.320	0.360	0.390	0.430	0.470	0.520	0.580	0.720				
0.70	0.82		0.110	0.220	0.240	0.270	0.300	0.340	0.370	0.410	0.450	0.500	0.560	0.700				
0.67	0.83		0.080	0.190	0.210	0.240	0.270	0.310	0.340	0.380	0.420	0.470	0.530	0.670				
0.65	0.84		0.060	0.170	0.190	0.220	0.250	0.290	0.320	0.360	0.400	0.450	0.510	0.650				
0.62	0.85		0.030	0.140	0.160	0.190	0.220	0.260	0.290	0.330	0.370	0.420	0.480	0.620				
0.59	0.86			0.110	0.130	0.160	0.190	0.230	0.260	0.300	0.340	0.390	0.450	0.590				
0.57	0.87			0.090	0.110	0.140	0.170	0.210	0.240	0.280	0.320	0.370	0.430	0.570				
0.54	0.88			0.060	0.080	0.110	0.140	0.180	0.210	0.250	0.290	0.340	0.400	0.540				
0.51	0.89			0.030	0.050	0.080	0.110	0.150	0.180	0.220	0.260	0.310	0.370	0.510				
0.48	0.90				0.020	0.050	0.080	0.120	0.150	0.190	0.230	0.280	0.340	0.480				

PAE



Anexo 10: Puntos de medición de luxes en las bandas de selección manual.





Anexo 11: Cálculos de costos y ahorros de los casos propuestos de los  
cambios de transformadores.

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	5%
Consumo eléctrico optimizado post-proyecto	16,142 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	4,843 \$/año
<b>Caso base</b>	
Consumo eléctrico promedio en 2011	16,992 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo total	5,098 \$/año
<b>Ahorro energético</b>	
Ahorro de electricidad pronosticado	850 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Ahorro anual por energía eléctrica	255 \$/año
Inversión Inicial	3,880 \$





Anexo 13: Ficha Técnica de los Equipos.

FICHA TECNICA

<i>Inventario técnico de equipo</i>	<i>Importadora y Exportadora de Productos Básicos</i>	<i>Logo de la empresa</i>
	<i>Area de Mantenimiento</i>	
Equipo: _____	Código de equipo: _____	
Marca: _____	Año de fabricación: _____	
Módulo: _____	Año de instalación: _____	
Serie: _____	Precio de adquisición: _____	
Fecha de adquisición: _____		
<b>Datos Técnicos</b>		
<b>Existencia de información Técnica</b>		
Voltaje: _____	Manual de operación: _____	
Corriente: _____	Manual de instalación: _____	
Potencia: _____	Manual de servicios: _____	
Frecuencia: _____	Manual de partes: _____	
Revolución del motor: _____	Otra literatura: _____	
Tipo de alimentación: _____	No existe información técnica: _____	
Factor de potencia: _____ $\cos \phi$		
Factor de servicio [FS]: _____		
<b>Accesorios</b>	<b>Clave</b>	<b>Clave</b>
1. _____	_____	Completo.....C
2. _____	_____	Incompleto.....I
3. _____	_____	Bueno.....B
4. _____	_____	Reparable.....R
5. _____	_____	Descartable.....D
<b>REGISTRO DE FABRICANTE Y DISTRIBUIDOR</b>		
Fabricante: _____		
Dirección: _____		
Tel/Fax: _____ e-mail: _____		
Distribuidor: _____		
Dirección: _____		
Tel/Fax: _____ e-mail: _____		
<b>Registro de elaboración y actualización</b>		
Nombre y apellido: _____		
Cargo: _____ Fecha: _____		
Firma: _____		



Anexo 14: Cotizaciones de los motores.

 <i>... Totalmente Confiable</i> Kilometro 4 Carretera Sur Managua, Nicaragua Tel: 2666151-5 Fax: 2682251	<b>COTIZACION No.</b> 357405	<b>Fecha</b> :12/11/2011
	Cliente : CLIENTES DE CONTADO Atención : CARLOS ADRIAN ARRIETA Dirección : carlosaaa_84@yahoo.es Telefono : X Fax : X E-Mail :	Vendedor : ALVARO CASTILLO Celular : 8481-5739 E-Mail : acastillo@casamcgregor.com.ni

Item	Cantidad	Unidad	Codigo	Descripcion	% Desc	Precio Unit.	Precio Tot.
1	1.00	C/U	10022180	MOTOR ELECT. WEG 10HP/3F/230V/460V/1800	0.00	870.82	870.82
2	1.00	C/U	10084366	MOTOR ELECT. WEG 5HP/3F/230V/460V/1800 CE	0.00	436.28	436.28
3	1.00	C/U	10084510	MOTOR ELECT. WEG 5HP/3F/230V/460V/3600CE	0.00	411.01	411.01

Somos Grandes Contribuyentes, NO RETENER I.R.

Condicion : CONTADO  
Validez : 3 DIAS  
Entrega : INMEDIATA

Subtotal :	1,718.11
- Desccto :	0.00
IVA :	257.72
<b>Total US\$:</b>	<b>1,975.82</b>

Observaciones : GARANTIA DE 6 MESES Y TALLER DE SERVICIO TECNICO

Nota : Los valores estan expresados en moneda Dólar, estos se tomarán como referencia para facturación, según tipo de cambio oficial del día de la factura estrictamente.

Nota: A Personas Naturales Unicamente Aceptaremos Cheques Certificados.

\_\_\_\_\_  
Firma Vendedor

\_\_\_\_\_  
Firma Cliente



Anexo 15: Cotizaciones de opciones.

 <i>... Totalmente Confiable</i> Kilometro 4 Carretera Sur Managua, Nicaragua Tel: 2666151-5 Fax: 2682251	<b>COTIZACION No.</b> 357372	<b>Fecha</b> : 07/11/2011
	Cliente : CLIENTES DE CONTADO Atención : CARLOS ADRIAN ARRIETA Dirección : carlosaaa_84@yahoo.es Telefono : X Fax : X E-Mail :	Vendedor : ALVARO CASTILLO Celular : 8481-5739 E-Mail : acastillo@casamcgregor.com.ni

Item	Cantidad	Unidad	Codigo	Descripcion	% Desc	Precio Unit.	Precio Tot.
1	60.00	MTS	10084460	CABLE ELECT. AWG 8	0.00	16.13	968.00
2	10.00	CAJ	10084503	LAMP. CON PROT.	0.00	25.50	255.00
3	1.00	CAJ	10052302	CAPAC. DE 13 KVAr	0.00	159.00	159.00
4	1.00	CAJ	10084125	MOT. ELECT. 4HP/3F/230V/460/3600CE	0.00	436.28	436.28

Somos Grandes Contribuyentes, NO RETENER I.R.

Condicion : CONTADO  
Validez : 3 DIAS  
Entrega : INMEDIATA

Subtotal :	1,818.28
- Descto :	0.00
IVA :	272.74
<b>Total US\$:</b>	<b>2,091.02</b>

Observaciones : GARANTIA DE 6 MESES Y TALLER DE SERVICIO TECNICO

Nota : Los valores estan expresados en moneda Dólar, estos se tomarán como referencia para facturación, según tipo de cambio oficial del día de la factura estrictamente.

Nota: A Personas Naturales Unicamente Aceptaremos Cheques Certificados.

\_\_\_\_\_  
Firma Vendedor

\_\_\_\_\_  
Firma Cliente



Anexo 16: Cotización de los transformadores recomendados.

<b>CASA</b> <b>McGregor</b> ... Totalmente Confiable Kilometro 4 Carretera Sur Managua, Nicaragua Tel: 2666151-5 Fax: 2682251	<b>COTIZACION No.</b> 357373	<b>Fecha</b> : 07/11/2011
	<b>Cliente</b> : CLIENTES DE CONTADO <b>Atencion</b> : CARLOS ADRIAN ARRIETA <b>Dirección</b> : carlosaaa_84@yahoo.es <b>Telefono</b> : X <b>Fax</b> : X <b>E-Mail</b> :	<b>Vendedor</b> : ALVARO CASTILLO <b>Celular</b> : 8481-5739 <b>E-Mail</b> : acastillo@casamcgregor.com.ni

Item	Cantidad	Unidad	Codigo	Descripcion	% Desc	Precio Unit.	Precio Tot.
1	1.00	CAJ	10084572	TRANSF. 3X20 KVA	0.00	3,298.00	3,298.00

Somos Grandes Contribuyentes, NO RETENER I.R.

**Condicion** : CONTADO  
**Validez** : 3 DIAS  
**Entrega** : INMEDIATA

<b>Subtotal</b> :	3,298.00
<b>- Descto</b> :	0.00
<b>IVA</b> :	582.00
<b>Total US\$:</b>	3,880.00

**Observaciones** : GARANTIA DE 6 MESES Y TALLER DE SERVICIO TECNICO

**Nota** : Los valores estan expresados en moneda Dólar, estos se tomarán como referencia para facturación, según tipo de cambio oficial del día de la factura estrictamente.

Nota: A Personas Naturales Unicamente Aceptaremos Cheques Certificados.

\_\_\_\_\_  
Firma Vendedor

\_\_\_\_\_  
Firma Cliente



## Anexo 17: Vista de planta de la empresa.

El objetivo de presentar la figura anterior corresponde al planteamiento de el lugar donde se realiza el mayor consumo de energia en la empresa, este corresponde a la parte de producción.

## GLOSARIO

**Amperaje:** Flujo de electrones (corriente) de un Coulomb por segundo, que pasa por un punto dado de un circuito.

**Amperímetro:** Medidor eléctrico calibrado en amperes, usado para medir corriente eléctrica.

**Ampere:** Unidad de corriente eléctrica. Equivale al flujo de un Coulomb por segundo.

**Balastro:** Componente eléctrico denominado como transformador de las lámparas luminosas fluorescentes.

**Ban condenser:** Banco de condensadores.

**Bandas magnéticas:** Elementos electromecánicos que separan el producto de impurezas. Ejemplo: tierra y piedras.

**Benchmarking:** Es un anglicismo que, en las ciencias de la administración de empresas, puede definirse como un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo en organizaciones.

**Binomia:** Aplicado a la tarifa eléctrica que mide dos parámetro eléctrico (consumo y demanda de potencia).

**BTU:** (British Thermal Unit). Cantidad de calor que se requiere para elevar un grado Fahrenheit, la temperatura de una libra de agua.

**CAPACITANCIA (C):** Propiedad de un no-conductor (condensador o capacitor) que permite almacenar energía eléctrica en un campo electrostático.

**Capacitor:** Tipo de dispositivo de almacenamiento eléctrico, utilizado en el circuito de arranque y/o trabajo de muchos motores eléctricos.

**Confort:** (Galicismo de confort) es aquello que produce bienestar y comodidades.

**Data logger:** Un registrador de datos. Es un dispositivo electrónico que registra los datos en el tiempo o en relación a la ubicación ya sea con un sistema incorporado en el instrumento o sensor o por medio de instrumentos y sensores externos.

**Decibel:** (Símbolo dB) es la unidad relativa empleada en acústica, electricidad, telecomunicaciones y otras especialidades para expresar la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.

**Decibelímetro:** El decibelímetro está compuesto por un micrófono de medición con empuñadura y una sujeción para la pared con cable de 1,5 cm, un transmisor sonoro y un indicador digital.

**Diagrama de Sankey:** Un diagrama-Sankey es la representación gráfica de los caudales (cantidad por tiempo) de energía, material o dinero a través de un sistema.

**Eficiencia energética:** Programas de ahorros que ayudan al consumo aprovechamiento de la energía adecuadamente.

**Elevadores:** Un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes niveles.

**Estator:** Elemento mecánico de un motor que es totalmente estático.

**Factor de potencia:** Coeficiente de corrección para los valores de la corriente o voltaje cambiante de la fuerza de CA.

**Fase:** Distinta función operacional durante un ciclo.

**FEM:** Fuerza Electromotriz. Voltaje. Fuerza eléctrica que causa que la corriente (electrones libres) fluya o se mueva en un circuito eléctrico. La unidad de medición es el voltio.

**FLUKE:** Marca de elemento electrónico que se utiliza para medir las perturbaciones eléctricas en la tensión, la corriente y la frecuencia.



**HP (Horsepower):** Unidad de potencia que equivale a 33,000 pie-lb de trabajo por minuto. Un HP eléctrico es igual a 745.7 watts.

**INE:** Instituto Nicaragüense de Energía.

**Instrumento:** Dispositivo que tiene habilidades para registrar, indicar, medir y/o controlar.

**International Protocol for Measurement and Verification:** La Internacional de Medida y Protocolo de Verificación (IPMVP) define los términos estándar y sugiere las mejores prácticas para la cuantificación de los resultados de las inversiones en eficiencia energética y aumentar las inversiones en eficiencia energética y del agua, gestión de la demanda y de proyectos de energías renovables.

**Inventario energético:** Es el seguimiento correcto del consumo de la energía de los equipos e instalaciones industriales.

**Kilo Hertz (KHz):** Unidad de medida de la frecuencia.

**Kilo volt ampere (KVA):** Unidad de flujo eléctrico igual al voltaje, multiplicado por el amperaje, y dividido entre mil. Unidad de fuerza que se usa cuando el circuito de fuerza, tiene un factor de potencia diferente a 1.0. ( $KW = KVA \times \cos 0$ ).

**KVAr:** Potencia reactiva.

**Kilowatt (Kw):** Unidad de potencia equivalente a mil Watts.

**Lumen:** (Símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente.

**Luxómetro:** (también llamado luxómetro o light meter) es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente.

**Monomía:** Aplicado a la tarifa eléctrica que mide un parámetro eléctrico (consumo eléctrico).



**Motor:** Máquina rotatoria que transforma energía eléctrica en movimiento mecánico.

**NASA:** Es el acrónimo en inglés para la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (inglés: National Aeronautics and Space Administration) de los Estados Unidos, que es la agencia gubernamental responsable de los programas espaciales.

**Oliver o clasificador de tamaño:** La clasificación es la operación en la que se produce la separación de un sistema particulado, de una cierta distribución granulométrica, en dos fracciones, una con una distribución en la que prevalecen los tamaños mayores y en otra los tamaños menores.

**Rotor:** Elemento mecánico de un motor que es lo contrario al estator, este gira dentro del estator produciendo un campo magnético, provocando así el giro del eje del motor.

**TDH:** La Distorsión Armónica Total. Es una medición de la distorsión armónica presente y se define como el cociente de la suma de los poderes de todos los componentes armónicas a la potencia de la frecuencia fundamental.

**TIR:** Es promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir".

**Vida útil:** Es la duración estimada que un objeto puede tener cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.

**VPN:** Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.



**Zarandas:** Se utilizan en procesos industriales de separación de materiales en los sectores minero, construcción, fertilizantes, petróleos y otros en los que se requieren tamaños granulométricos.



## INTRODUCCIÓN

Nicaragua está ubicada en la región de América Central, y su economía depende totalmente de la producción agropecuaria. Aquí se siembran, cosechan y exportan variedades de granos básicos.

Su procesamiento para la exportación lo hacen a través de industrias comercializadoras que consumen energía eléctrica procedente en su mayoría de generadoras que utilizan derivados del petróleo que están ubicados por todo el país.

En la última década la tarifa del consumo de energía eléctrica se ha elevado a un ritmo acelerado y exagerado al crecimiento económico, este es y ha sido la base de todo desarrollo tecnológico.

En países menos desarrollados como el nuestro, siempre se ha contado con un gran potencial de recursos renovables para la generación de energía eléctrica como: la energía eólica, geotérmica, hidráulica, biomasa, la solar, etc. las cuales casi no se han explotado en su máximo provecho, se considera que promover el uso alternativo de estas fuentes de energía contribuirían al desarrollo económico a bajos costos.

Es de gran importancia maximizar las fuentes de generación alternativas para producir energía a bajo costo, y que sea amigable con el medio ambiente.

Esta realidad pone en consecuencia que la electricidad no es sólo la acción de enchufar los aparatos eléctricos a un toma corriente, como comúnmente se hace en las casas, es el final de la inmensa cadena que se origina en las grandes centrales eléctricas y para que llegue a un hogar esta debe ser generada en grandes y costosas centrales eléctricas, en el mismo instante en que se requiera; transportar hasta los centros poblados, teniendo un recorrido de varios y cientos de kilómetros utilizando medios como; torres, transformadores, sub-estaciones y grandes cantidades de cables.



En este trabajo monográfico se pretende la realización de una Auditoria de eficiencia energética para determinar y optimizar los consumos de energía en los procesos que se realizan en la planta tales como: motores eléctricos e iluminación en dicha Auditoria se determinaran los indicadores de energía en la comercializadora, en comparación con otras empresas del mismo rubro.



## **ANTECEDENTES**

La empresa “Comercializadora de Granos Básicos” esta ubicada en el departamento de Matagalpa.

Esta se ubica en la Ciudad de Matagalpa (Departamento del mismo nombre) de la Texaco de las Marías 200 metros al norte. Se dedican al procesamiento de granos básicos para exportación y comercialización de productos tales como: frijol, maíz, cacao y rosquillas, para la exportación.

La empresa tiene 22 años de estar presente en el mercado nacional. En los últimos 18 años ha comercializado el 90% de sus productos hacia Centroamérica y el resto al mercado nacional. Con las facilidades arancelarias, actualmente la empresa comercializa sus productos en un 80% hacia Estados Unidos y el resto hacia Centroamérica y Nicaragua.

Dicha empresa sabe que el recurso más importante con el que cuenta es el personal de trabajo, por lo que no escatima esfuerzos para mantenerlos entre los más competitivos del área, a través de constantes capacitaciones, y actualizaciones, tanto en lo laboral como en lo personal.



## JUSTIFICACIÓN

Nicaragua presenta una problemática en cuanto a la generación y consumo de energía eléctrica proveniente del petróleo, ya que este país tiene una dependencia del 90% del consumo del mismo, para la producción industrial en los diferentes rubros de sostenibilidad para el país, esto implica que la comercializadora de granos básicos depende de su totalidad de estas plantas generadoras.

La utilización de esta fuente de energía (derivados del petróleo) tiene grandes consecuencias, las cuales son la contaminación a gran escala del medio que los rodea y la contaminación de la atmósfera debido a las miles de toneladas de gases que se expelen al medio ambiente. El uso correcto de la energía y aprovechamiento de otras fuentes alternativas se conlleva a la preservación del medio ambiente y los gastos de consumo son disminuidos.

Eventualmente se han estado realizando auditorías energéticas a las diferentes industrias en el país con el fin de optimizar todos los medios de producción; y presentando soluciones para el mejoramiento de los equipos con las que estas empresas cuentan y en su totalidad de la eficiencia de la misma. Estas maquinarias son totalmente deficientes principalmente por la falta de un mantenimiento adecuado y al mismo tiempo no cumplen con los estándares de calidad requeridos.

Al realizar este estudio se tendrá una disminución del consumo de energía, lo que implicaría una reducción en los costos de operación.



## OBJETIVOS

### GENERALES:

- Presentar alternativas de ahorro para la disminución del consumo de energía en las instalaciones de la empresa Comercializadora de Granos Básicos.

### ESPECÍFICOS:

- ✓ Elaborar un diagnostico de las condiciones reales de funcionamiento de los principales consumidores con los que cuenta dicha empresa.
- ✓ Cuantificar potenciales de ahorro y el uso de la energía.
- ✓ Presentar alternativas de cambio de tarifa y de adquisición de nuevos equipos de alta eficiencia energética.
- ✓ Evaluar los Costos de Inversión y recuperación en la sustitución de equipos de alta eficiencia.

## I. MARCO TEÓRICO.

### 1.1 Auditoria energética

La realización de auditorías energéticas constituye una interesante vía para incrementar la productividad y optimizar al máximo los recursos en la Comercializadora de Granos Básicos, de forma que el conocimiento del consumo energético en éstas permita detectar qué factores están afectando al mismo. Identificando las posibilidades potenciales de ahorro energético que tienen a su alcance y analizando la viabilidad técnica y económica de implantación de tales medidas.

### 1.2 Eficiencia

Es el uso racional de los medios con el que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado. Se trata de la capacidad de alcanzar objetivos y metas programadas con el mínimo de recurso disponible y tiempo, logrando de esta forma su optimización.

### 1.3 Definiciones Eléctricas Básicas

El sistema eléctrico y sus características abarcan no solamente los diversos tipos de equipos que se usan y su agrupación para conformar la carga, sino también el grupo de consumidores que integran un sector. Antes de proceder al diagnóstico y estudio de carga es necesario definir las relaciones más importantes y útiles.

#### 1.3.1 Voltaje

La tensión, voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica. La diferencia de potencial también se define como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico, sobre una partícula cargada, para moverla de un lugar a otro. Se puede medir con un voltímetro.

### **1.3.2 FEM**

Es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca una corriente eléctrica.

### **1.3.3 Corriente eléctrica**

La corriente o intensidad eléctrica es la circulación de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe a un movimiento de los electrones en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en  $C \cdot s^{-1}$  (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio.

### **1.3.4 Corriente alterna.**

Se denomina corriente alterna a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda senoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía.

### **1.3.5 Corriente continúa.**

La corriente continua (CC), es el resultado del flujo de electrones (carga negativa) por un conductor (alambre o cable de cobre casi siempre), que va del terminal negativo al terminal positivo de una batería, circula en una sola dirección, pasando por una carga. Un foco / bombillo en este caso. La corriente continua no cambia su magnitud ni su dirección con el tiempo.

### **1.3.6 Resistencia eléctrica**

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado

a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.

### 1.3.7 Ley de Ohm

La ley de Ohm establece que la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito es directamente proporcional a la intensidad de corriente eléctrica que atraviesa el circuito, y la constante de proporcionalidad es la resistencia eléctrica que hay entre dichos dos puntos.

### 1.3.8 Potencia eléctrica

Es la relación de transferencia de energía por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado ( $p = dW / dt$ ). La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el Vatio, o que es lo mismo, Watt.

### 1.3.9 Potencia activa

Es la razón a la cual se efectúa el trabajo útil en un circuito eléctrico. La unidad que por lo regular se usa es el vatio (W) o kilovatio (KW). El kilovatio-hora representa la potencia eléctrica de un kilovatio actuando en un intervalo de una hora; así pues, éste representa una medida del trabajo total que realiza un circuito eléctrico. La representación matemática de esta potencia trifásica está dada por la Ec. 2.1

$$[Ec. 1] \quad P_{3\phi} = \sqrt{3} * V * I * \cos \theta$$

### 1.3.10 Potencia reactiva.

Es la potencia que no se traduce en trabajo útil, pero representa la interacción de la energía magnética que hace posible el funcionamiento de las máquinas eléctricas. Se representa en los sistemas de potencia, como una reactancia. Esta reactancia se expresa en ohmio al igual que la resistencia y la energía que

interviene en ella en kilo – voltios – amperios - reactivos (Kvar), y está dada por la siguiente ecuación:

$$[Ec. 2] \quad Q_{3\phi} = \sqrt{3} * V * I * \text{Sen } \theta$$

### 1.3.11 Potencia aparente

Es la potencia suministrada por la fuente de energía (UNION FENOSA) y se obtiene como la suma fasorial de la potencia activa y reactiva. El conjunto de ellas forma el llamado triángulo de potencia. La unidad de medida se expresa en voltios - amperios (VA) y está dada por la siguiente ecuación:

$$[Ec. 3] \quad S_{3\phi} = \sqrt{3} * V * I = P + jQ$$

### 1.3.12 Factor de Potencia

Cargo por factor de potencia. Se aplica sólo a servicios con medición de Reactiva cuando el factor de potencia registrado es menor de 0.85.

El factor de potencia en un circuito de corriente alterna se define como la razón potencia real/potencia aparente siendo la potencia aparente el producto de los valores eficaces de la tensión y corriente.

El factor de potencia de una carga constituida por una fábrica que contiene principalmente motores de inducción excede rara vez el 85 % y puede exceder hasta el 40%.

Suponiendo que la potencia sea fija, dado que ésta es igual al  $\cos \phi$  la corriente requerida es inversamente proporcional al factor de potencia, así un factor del 50% requiere una corriente doble que una cuyo factor de potencia sea el 100%. El capital invertido en los conductores de cobre se duplica así mismo las pérdidas  $I^2R$ .

Lo que significa que la empresa distribuidora de energía deberá suministrar un excedente de energía para mantener operando esas maquinas y que generen la misma potencia.

Se denomina factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura.

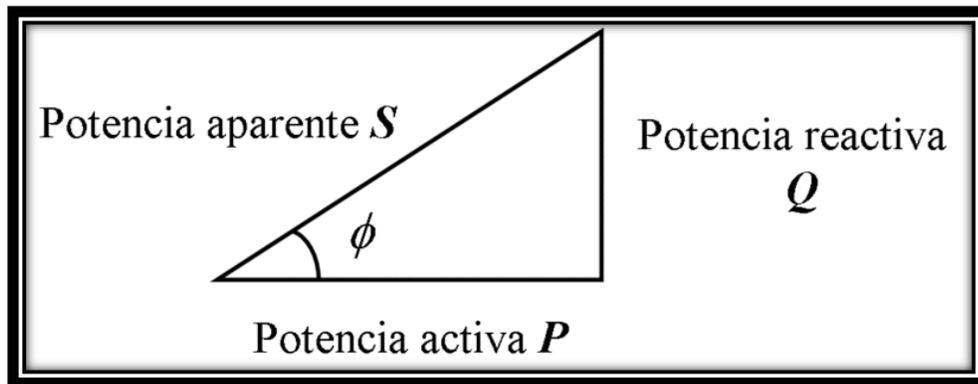


Figura 1: Triángulo de potencia<sup>1</sup>.

- De la figura se observa:  $P/S = \cos \phi$  [Ec. 4]
- Por lo tanto:  $FP = \cos \phi$  [Ec. 5]

#### 1.4 Problemas por Bajo Factor de Potencia.

Es aconsejable que en una instalación eléctrica, el factor de potencia sea alto y algunas empresas de servicio electro energético exigen valores de 0,8 y más. O es simplemente el nombre dado a la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en vatios o kilovatios (KW), a la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en voltio-amperios o kilovoltio-amperios (KVA).

- Mayor consumo de corriente.
- Aumento de las pérdidas en conductores.

<sup>1</sup> Ver acápite 4.5.2

- Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- Incremento de las caídas de voltaje.
- Incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de corriente.

Incremento de la facturación eléctrica producto de las multas.

#### **1.4.1 Beneficios por Corregir el Factor de Potencia.**

En este acápite se presentan una serie de beneficios que ayudan a tener un factor de potencia adecuado, los cuales se presentan los siguientes:

- Reducción de las pérdidas debido al excesivo consumo de corriente eléctrica en los conductores.
- Aumento de la disponibilidad de potencia de los transformadores.
- Reducción de las caídas de tensión.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.
- Reducción de los costos por facturación eléctrica.
- Eliminar los cargos adicionales por el bajo factor de potencia.

#### **1.5 Demanda.**

La demanda de una instalación o sistema es la carga en las terminales receptoras tomada en un valor medio a determinado intervalo. En esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva) o de intensidad de corriente. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda y es establecido por la aplicación específica que se considere, la cual se puede determinar por las constantes térmicas de los aparatos o por la duración de la carga.

En el cargo por demanda es donde hay lugar a posibles reducciones y esto depende en gran medida de la comprensión que se tenga de algunos aspectos técnicos. Se debe mencionar que la demanda es registrada por un medidor, el cual requiere de una lectura sostenida superior a la registrada previamente. Esto

es, en otras palabras, aquellos picos de demandas instantáneas originados por el arranque de motores o máquinas.

La demanda depende del monto mayor incurrido de acuerdo a los siguientes criterios:

- Demanda mínima.
- Demanda máxima
- Demanda asignada contratada.

#### **1.5.1 Demanda mínima.**

Corresponde al cargo que se efectúa en aquellos casos en que la demanda leída en el mes, es menor a la demanda mínima de la tarifa y demanda asignada contratada. Este criterio se aplica sólo en aquellos casos de líneas de UNION FENOSA instaladas como respaldo.

#### **1.5.2 Demanda máxima.**

Corresponde a la lectura máxima registrada durante el período de un mes.

#### **1.5.3 Demanda contratada.**

Es la demanda de referencia contratada por la empresa para ser suministrada, y se considera la demanda máxima incurrida en cualquiera de los meses previos como referencia para su asignación.

#### **1.5.4 Demanda en la factura.**

Importe en córdobas (C\$) correspondiente a la potencia máxima demandada en el período de Facturación (sólo aplicable a tarifas binomias).

### **1.6 Carga conectada**

La carga conectada es la suma de los valores nominales de todas las cargas del consumidor que tienen la probabilidad de estar en servicio al mismo tiempo para producir una demanda máxima. La carga conectada se puede referir tanto a una

parte como al total del sistema y se puede expresar en vatios, kilovatios, amperios, HP, kilovoltio- amperes, entre otros, dependiendo de las necesidades y requerimiento del estudio.

### **1.7 Servicio de Energía Eléctrica.**

El Servicio debe ser prestado por los operadores del sistema de Distribución de Energía Eléctrica de forma continua eficiente y segura a los clientes, consumidores o usuarios con la debida fiscalización del Ente Regulador o sea el INE.

### **1.8 Ente Regulador:**

Es el Instituto Nicaragüense de Energía denominado también INE, cuya función principal es regular, supervisar y fiscalizar la prestación del servicio de energía eléctrica ofrecida por las Empresas Operadoras de Distribución a los clientes, consumidores o usuarios.

#### **1.8.1 Regulación INE.**

Cargo del 1% sobre los conceptos de:

- Energía Activa.
- Demanda.
- Bajo factor de potencia.
- Alumbrado Público.
- Comercialización.

#### **1.8.2 Impuesto general al valor (IVA).**

Retención del 15% aplicable a todas las tarifas, sobre los Sigüientes conceptos.

- Energía Activa.
- Demanda.
- Bajo factor de potencia.
- Alumbrado Público.
- Comercialización.

- Regulación INE.

### **1.8.3 Normativa de Servicio Eléctrico.**

Normas que debe emitir todo distribuidor de Energía Eléctrica para establecer sus relaciones de distribución o comercialización con sus clientes de acuerdo a lo establecido en la Ley No. 272 y su reglamento, esta Normativa debe ser aprobada por el Ministerio de Energía y Minas a propuesta del INE.

### **1.8.4 Empresa Distribuidora.**

Es el Agente Económico que distribuye en forma eficiente, continúa y segura la energía eléctrica a los clientes o consumidores.

### **1.8.5 Cargo por comercialización.**

Costo fijo asociado a los servicios de lectura de medidores, Facturación y cobro.

### **1.8.6 Alumbrado Público.**

Importe correspondiente al servicio de alumbrado público que esté Ubicado a 100mts a la redonda de la ubicación del suministro.

### **1.8.7 Usuario.**

La persona natural o jurídica que hace uso de la energía eléctrica y que no tiene contrato suscrito con una Empresa Distribuidora.

### **1.8.8 Cliente o Consumidor.**

Se entiende por Cliente o Consumidor a la persona natural o jurídica a la que una Empresa Distribuidora provee de energía eléctrica, previa firma de un contrato de servicio eléctrico.

### **1.8.9 Facturación de energía eléctrica.**

Es la forma de expresar y saber la cantidad de energía eléctrica que se ha consumido en un período de un mes y los costos que representa, según las tarifas que se tenga. La forma de realizar la facturación consiste en el cargo por

consumo de energía (KWH) y por demanda (KW). Además se presenta una serie de implicaciones que deben ser comprendidas por las personas responsables de la instalación. A continuación se detalla los componentes que integran la factura eléctrica.

#### **1.8.10 Energía.**

Importe en córdobas (C\$) correspondiente al consumo de energía del período.

#### **1.8.11 Excepciones.**

Clientes con tarifas domiciliar con consumo facturado igual o inferior a 300kWh, no pagan IVA.

Cliente con tarifas domiciliar con consumo facturado mayor a 300kWh e inferior a 999kWh, se le Aplica el 7%.

### **1.9 Tarifa.**

Especificaciones que definen los elementos considerados y los métodos a emplearse para el cálculo de los montos que serán pagados al suministrador por el consumo, de conformidad con las características del suministro.

Existen diferentes tipos de tarifa tales como:

#### **1.9.1 Tarifa general.**

Tarifa basada en las características promedio de la energía eléctrica suministrada, proporcionada a la clase de clientes para los que la tarifa es diseñada.

#### **1.9.2 Tarifa doméstica.**

Tarifa que se aplica particular o exclusivamente a los clientes domésticos.

#### **1.9.3 Tarifa comercial.**

Tarifa que se aplica particular o exclusivamente a usuarios profesionales, comerciales, o similares.

#### 1.9.4 Tarifa industrial.

Tarifa que se aplica particular o exclusivamente a consumidores industriales.

#### 1.9.5 Tarifa monomía.

Tarifa que comprende únicamente un elemento en la estructura de precios del suministro.

#### 1.9.6 Tarifa bionomía.

Tarifa que presenta dos elementos en la estructura de precios del suministro.

Ejemplo:

Un elemento relativo a la potencia (kilowatt o kilo-ampere) y un elemento relativo a la energía (kilowatt hora).

#### 1.9.7 Tarifa horaria.

Tarifa horaria que comprende dos precios unitarios de kWh diferentes, aplicada de acuerdo a las horas del día. Ejemplo:

- Precio unitario  $p_1$  por kWh durante la noche,
- Precio unitario  $p_2$  por kWh durante el día.

#### 1.9.8 Representación del Pliego tarifario.<sup>2</sup>

##### A. Baja tensión.

Tabla 1: Representación del pliego tarifario de baja tensión<sup>3</sup>.

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)				
<b>INDUSTRIAL MEDIANA</b>	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>	
			Todos los kWh	5.1885
			kW de Demanda Máxima	618.4983

<sup>2</sup> Basado en datos de pliego tarifario presentado por INE.

<sup>3</sup> Ver tablas completas de baja tensión en anexo.



BAJA TENSION (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.).	T-2	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.6640	675.1374

## B. Media tensión.

Tabla 2: Representación del pliego tarifario de media tensión.

MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.5340	813.0751
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	9.0080	905.3353
			Invierno Punta	8.7210	
			Verano Fuera de Punta	6.2248	
Invierno Fuera de Punta	6.0160				
Verano Punta		565.3963			
Invierno Punta		0.0000			
Verano Fuera de Punta		0.0000			
Invierno Fuera de Punta		0.0000			
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	4.6277	526.8654
		T-4E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	6.7851	681.7017
			Invierno Punta	6.5636	
			Verano Fuera de Punta	4.5103	
Invierno Fuera de Punta	4.3605				
Verano Punta		425.7384			
Invierno Punta		0.0000			
Verano Fuera de Punta		0.0000			
Invierno Fuera de Punta		0.0000			

### 1.10 Horario de punta de carga.

Es el horario comprendido entre: 18 y 22 horas en verano 17 y 21 horas en invierno Aplicándolo de lunes a sábado y respetando el horario de verano e invierno decretado por el Gobierno Nacional. La tarifa de verano (estación seca) comprende del 1 de diciembre al 31 de mayo.

#### 1.10.1 Horario fuera punta de carga.

Es el horario comprendido entre: 22 y 24 horas y desde las 0 hasta las 18 horas en verano 21 y 24 horas y desde las 0 hasta las 17 horas en invierno

Aplicándolo el domingo durante las 24 horas y respetando el horario de verano e invierno decretado por el Gobierno Nacional. La tarifa de invierno (estación lluviosa) corresponde del 1 de junio al 30 de noviembre.

## **1.11 Elementos electromecánicos**

### **1.11.1 Motor eléctrico.**

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Existen diversos tipos de motores eléctricos, entre los que se destacan los de corriente continua y los de corriente alterna.

Está formado por un estator (permanece fijo a la carcasa) y un rotor (gira en el interior del estator). El motor funciona por la atracción y repulsión entre campos magnéticos creados en unas bobinas colocadas en el rotor y en el estator.

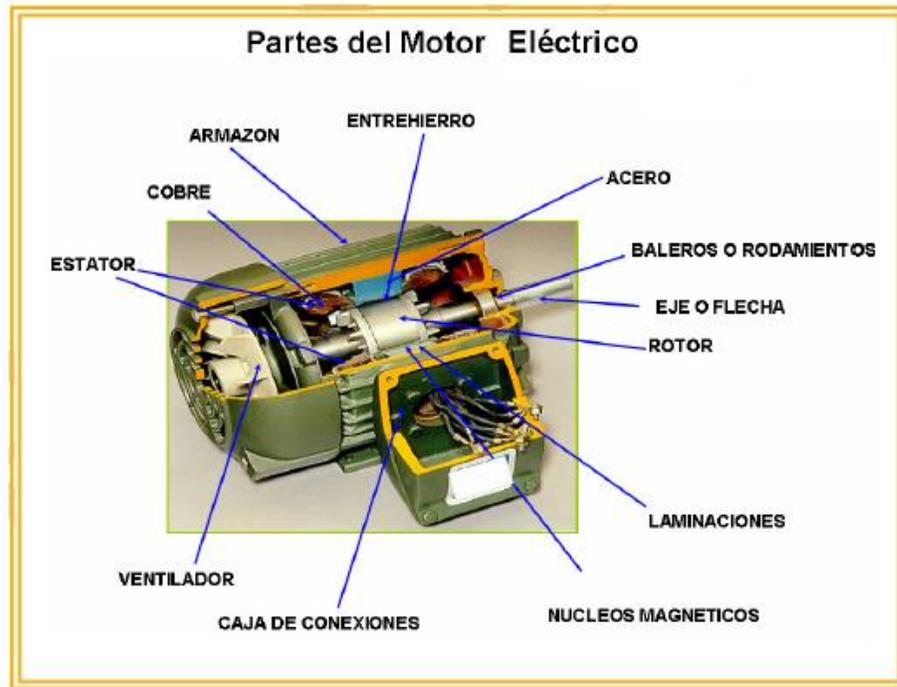


Figura 2: Estructura interna de un motor eléctrico.

### 1.11.2 Capacitor.

En electricidad y electrónica, un condensador es un dispositivo que almacena energía eléctrica. Está formado por un par de superficies conductoras en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra).



Figura 3: Tipos de capacitores.

La propiedad para almacenar energía eléctrica es una característica importante del dispositivo eléctrico llamado Capacitor. Se dice que un capacitor está

cargado, o sea cuando el capacitor almacena energía, cuando existe carga eléctrica en sus placas o cuando existe una diferencia de potencial entre ellas.

La forma más común para almacenar energía en un capacitor es cargar uno mediante una fuente de fuerza electromotriz FEM; de ésta forma y después de un tiempo relativamente corto, el capacitor adquiere una carga eléctrica  $Q_0$  y por lo mismo tendrá una diferencia de potencial  $V_0$  entre sus placas.

Las funciones de un capacitor conectado a un motor eléctrico consisten en:

- Aumentar el par de arranque
- Incrementar la eficiencia del motor
- Mejorar el factor de potencia del motor.

### **1.12 Compensación de energía.**

La compensación de energía ayuda a regular el desequilibrio que presenta la misma al momento de poner en marcha los equipos eléctricos.

#### **1.12.1 Compensación de energía Reactiva.**

Las cargas inductivas se compensan con la conexión en paralelo de capacitancias (condensadores), conocida como compensación en paralelo. Esta es la compensación más usual en sistema trifásico.

Los tres tipos de compensación en paralelo más usados son:

#### **1.12.2 Compensación individual**

A cada consumidor inductivo se le asigna el condensador necesario. Este tipo es empleado ante todo para compensar consumidores grandes de trabajo continuo.

#### **1.12.3 Compensación en grupos**

Los grupos se conforman de varios consumidores de igual potencia e igual tiempo de trabajo y se compensan por medio de un condensador común.

#### **1.12.4 Compensación central:**

La potencia reactiva-inductiva de varios consumidores de diferentes potencias y diferentes tiempos de trabajo es compensada por medio de un banco de condensadores. Una regulación automática compensa según las exigencias del momento.

La compensación de energía reactiva tiene los siguientes beneficios:

- Elimina la facturación de energía reactiva en los recibos de la suministradora.
- Reduce las caídas de tensión.
- Reduce las pérdidas por efecto Joule.
- Protege la vida útil de sus instalaciones.

Por supuesto es importante en el diseño de la capacidad de los bancos de condensadores asegurarse que las distorsiones armónicas estén en valores tolerables, pues altos valores de THD de armónicos de voltaje o corriente pueden ocasionar deterioros en los componentes del banco de condensadores. Por esto es imprescindible un estudio de calidad de energía eléctrica en la edificación antes de decidir por el tipo de condensadores a instalar.

#### **1.13 Equipos de iluminación.**

En la actualidad existen equipos de alta tecnología que pueden utilizarse para reducir el consumo de energía por iluminación, tal es el caso de lámparas fluorescentes de 32 W y balastos electrónicos de 2 W, con los mismos índices de iluminación. A continuación se realiza una descripción de algunos equipos de tecnología moderna considerados claves para el ahorro de energía eléctrica.

##### **1.13.1 Balastos electrónicos.**

Los balastos electrónicos trabajan en frecuencias por arriba de los 20 kHz, y a partir de estos se obtiene las ventajas de elevar el rendimiento de la lámpara entre un 10% y 20% por lo que el conjunto (balastro-lámpara) pueden trabajar a potencias iguales o menores a las de la lámpara, consiguiendo una pérdida aparente del balastro de 0%.

### **1.13.2 Reflectores especulares.**

Son láminas dobladas de aluminio anodizado 99 por ciento puros, con apariencia de espejo (su reflectividad es superior al 85 %). Se instalan dentro de las luminarias para aumentar su eficiencia lumínica. Su forma geométrica redobla la luz a los lugares donde se necesita; no hay disminución en la calidad de la iluminación.

### **1.13.3 Características.**

- Reducen a la mitad el número de tubos y balastos en cada luminaria, ahorrando el 50 por ciento de electricidad.
- Entregan más luz usando menos electricidad.
- Al generar 50 por ciento menos calor, las lámparas modificadas disminuyen la demanda de aire acondicionado.
- Los balastos y los tubos trabajan a menor temperatura, lo que aumenta su vida útil y su eficiencia.
- Con 50 por ciento menos de tubos y balastos, los costos de mantenimiento y reposición se reducen a la mitad, permitiendo menos horas del personal de mantenimiento dedicadas a reemplazar tubos.

### **1.14 Aspectos básicos de un programa de ahorro de energía.**

Un programa de ahorro se presenta como los pasos sistemáticos para la obtención de resultados, así como estrategias que deben seguirse y acciones principales que deben ejecutarse a fin de lograr o rebasar los objetivos establecidos; en este sentido se presenta a través de la conservación y administración de la energía, que es el uso racional y efectivo de la misma para maximizar beneficios (minimizar costos) y destacar las situaciones competitivas. De hecho cualquier actividad que conlleve al uso racional y juicioso de la energía, nivelación de demanda para minimizar las facturas de electricidad se consideran administración de energía.



El objetivo principal de la administración de la energía es el mejoramiento continuo del beneficio y la intensificación de la posición competitiva, pero junto con esta meta se tienen algunos objetivos subsidiarios.



## II. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A continuación se presenta la información básica recolectada sobre la planta.

Tabla 3: Información básica sobre la instalación diagnosticada

Bachilleres responsable de la auditoría:	Juan Carlos Alvarado Fajardo y Carlos Adrian Arrieta Acevedo Teléfono: 2280-8467, 8642-7044 y 8955-2867 Correos electrónicos: juan_18alvarado@yahoo.es y carlosaaa_84@yahoo.es		
Beneficiario:	Nombre de la empresa: <b>Comercializadora de Granos Básicos</b> Dirección de la <b>sede</b> de la empresa: De la Texaco las Marías, 200 metros al norte. Matagalpa, Nicaragua. Teléfono de la empresa: (505) 2772-3667 Fax de la empresa:-- (505) 2772-7569 Email de la empresa:-- jtorreztorrez@yahoo.com Dirección Internet de la empresa:--No registrado		
Alcance de la auditoría:	Nombre del edificio (o de la planta): <b>Comercializadora de Granos Básicos</b> Dirección del edificio: De la Texaco las Marías, 200 metros al norte.		
Persona de contacto en la organización beneficiaria:	Nombre: Mr. José Leonel Torrez T. Título: Gerente Propietario Teléfono: (505) 8850-3458 Email: <a href="mailto:jtorreztorrez@yahoo.com">jtorreztorrez@yahoo.com</a>		
Uso del edificio:	El edificio es utilizado para almacenamiento de productos básicos como: Frijoles, maíz, cacao y rosquillas, parte de la planta es utilizada para procesar frijoles que son exportados a EEUU en un 80% y Centroamérica y Nicaragua en un 20%.		
Número de ocupantes:	50 personas, de las cuales 8 son fijas y 42 temporales		
Factor de carga:	57% basado en una demanda máxima aproximada de 22 kW	Factor de uso:	0.70
Consumo promedio:	1,416 kWh/mes	Costo promedio	425 USD
Demanda máxima anual:	22 kW		
Costo anual de la bunker:	n.a.		
Consumo anual de bunker:	n.a.		



## **2.1 Producción**

Comercializadora de Granos Básicos se dedica a comercializar frijoles procesados, maíz, cacao y rosquillas. La capacidad instalada actualmente es de 204 qq de frijoles por día. En la actualidad se produce en 9 meses por año, debido al comportamiento de la siembra del frijol, además que la producción en la empresa se da en dependencia de los pedidos solicitados por los clientes.

## **2.2 Líneas de productos**

La empresa tiene 22 años de estar presente en el mercado, durante 18 años comercializo sus productos hacia Centroamérica en un 90% y a nivel nacional la diferencia. Actualmente la empresa comercializa sus productos en un 80% hacia Estados Unidos y el 20% hacia Centroamérica y Nicaragua.

Las presentaciones de sus productos son las siguientes:

Para Nicaragua y el resto de Centroamérica las presentaciones son de 50 y 100 libras. Para Estados Unidos las presentaciones son: 1, 2 y 4 libras, además de presentaciones solicitadas de 22 quintales (Mega sacos). A continuación se detalla el proceso productivo en la empresa:

### III. LINEAS DE PROCESO

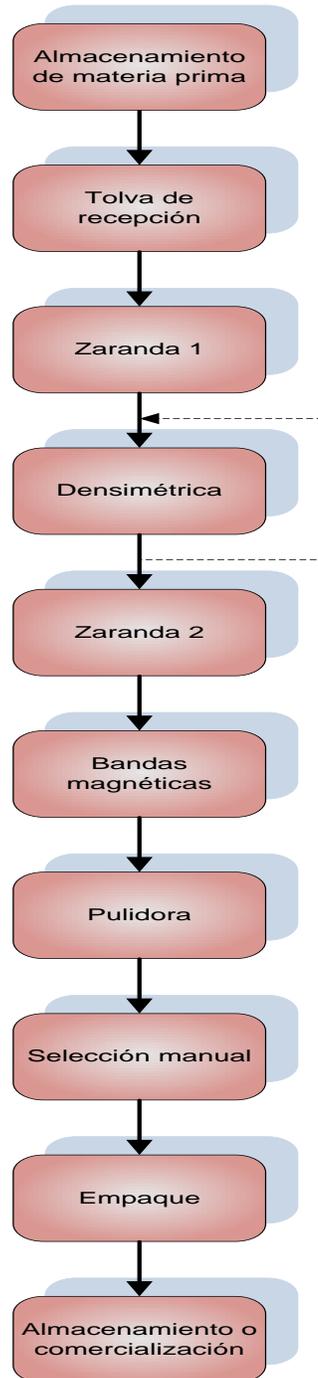


Diagrama de flujo del procesamiento de frijoles para exportación

Figura 4: Diagrama de procesos de la "Comercializadora de Granos Básicos".

A continuación se presenta el diagrama de proceso antes expuesto:

### 3.1 Suministro de energía a la planta

La empresa cuenta con tres transformadores de 10 Kva conectado en arreglo estrella, estos fueron comprados a un proveedor nacional (SINSA), están conectados a la cometa principal de la empresa, que se encuentra en la entrada a la bodega de producción.

De la cometa principal se deriva los demás paneles eléctricos, los cuales están ubicados en producción y en la oficina de gerencia.

En el caso de los paneles de producción el panel de control está ubicado paralelamente a la maquinaria, a la par de este está ubicado el panel de los contactores, los cuales accionan de forma manual el encendido y apagado de los motores. En este panel se hace un puente hacia el panel ubicado en el área de empaque el cual también cuenta con sus contactores, que accionan y apagan los motores de la llenadora y permite el suministro de energía hacia el taller de mecánica.

En el caso de panel ubicado en la oficina de gerencia, éste controla los equipos siguientes: Computadoras, aire acondicionado, iluminación entre otros, de igual manera controla el suministro de energía hacia la oficina de contabilidad.



Figura 5: Imágenes de las vistas exteriores e interiores de la oficina de gerencia.

### 3.2 Área de proceso

En esta área se encuentra un panel eléctrico con sus contactores (que encienden o apagan los motores de las maquinas e iluminación que están en el proceso), estas son los siguientes: elevador 1, zaranda 1, elevador 2, vibrador, zaranda 2, elevador 3, bandas magnéticas (2), pulidora, extractor de polvo, elevador 4, bandas de selección manual (2), elevador 5 y las luminarias que se encuentran en el local.



Figura 6: Área de procesos de los granos básicos.

#### 3.2.1 Tolva elevador de recepción.

Primeramente se tiene la tolva de recepción en la cual se depositan el frijol sin procesar procedente de los agricultores y los cuales se almacenan en el área de proceso para su respectiva limpieza.



Figura 7: Proceso de llenado de la tolva.

### 3.2.2 Elevador 1

Este elevador es el encargado de trasladar la materia prima hacia la clasificadora por tamaño zaranda 1, el cual consta con un motor de 2 hp.



Figura 8: Funcionamiento del elevador 1.

### 3.2.3 Zaranda 1

Cuenta con un motor de 3 hp para su accionamiento, la función de esta maquinaria es separar el frijol de las impurezas que este pueda traer del campo, para lo cual utiliza un tamiz con un diámetro definido que permite dicha separación.



Figura 9: Imagen que muestra el funcionamiento de la zaranda 1.

### 3.2.4 Elevador 2

El elevador 2, cuenta con un motor de 2 hp y la función es transportar el frijol procedente de la zaranda 1 hasta el vibrador.

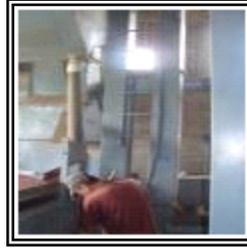


Figura 10: Funcionamiento del elevador 2.

### 3.2.5 Oliver

El Oliver cuenta con un motor de 7.5 hp y tiene la función de limpiar el frijol, de esta maquinaria salen tres productos. En la primera etapa el frijol se deposita en la zaranda 2 para seguir su respectivo proceso, este es el frijol de primera calidad, sigue su recorrido hacia la zaranda 2.

El segundo producto que sale de la vibradora se reprocessa. Cada 2 minutos se produce un quintal de frijoles para reprocesso, éste es depositado en la tolva de recepción, en el caso de que esté funcionando la zaranda 1, en caso contrario se deposita el quintal en el elevador numero 2 y en la tercera etapa se deposita un saco de 100 lb cada 18 min en el que se encuentran las partículas livianas (materia extraña del frijol).



Figura 11: Proceso de limpieza del grano de frijol a través del Oliver.

### 3.2.6 Zaranda 2.

En la zaranda 2 cuenta con un motor de 1 hp la función es limpiar nuevamente el frijol que viene del vibrador y en este se reprocessa 1 balde de 20 galones cada 31 minutos y se comercializa como sub producto para alimentos y se comercializa a nivel nacional.



Figura 12: Funcionamiento de la zaranda 2.

### 3.2.7 Elevador 3

El elevador 3 cuenta con un motor de 1 hp y transporta todo el frijol procedente de la zaranda 2 hasta las bandas magnéticas.



Figura 13: Proceso de limpieza del frijol en el elevador 3.

### 3.2.8 Bandas magnéticas 1 y 2

Las bandas magnéticas cuentan con dos motores idénticos de 1/4 hp y la función es limpiar nuevamente el frijol de partículas pesadas y suciedad que pudieran encontrarse en el producto, tales como terrones y metales (Material ferroso).



Figura 14: Bandas magnéticas.

### 3.2.9 Pulidor

Cuenta con un motor de 7.5 KW (10 Hp) y en el interior del pulidor se halla un extractor de polvo con un motor de 1 Hp. El frijol cae por gravedad de las bandas magnéticas y este se encarga de pulir (quitarle el polvo al producto y dejarlo brillante) en el interior del pulidor se encuentra un extractor de polvo el cual es el encargado de extraer todo el polvo de la pulidora depositándolo fuera del área de proceso, para pulir el frijol este equipo utiliza cerda y toallas.



Figura 15: Imágenes del pulidor.

### 3.2.10 Elevador 4

El elevador 4 cuenta con un motor de 1.5 hp, este transporta el frijol procedente de la pulidora hasta la tolva de recepción para selección manual.



Figura 16: Proceso de funcionamiento del elevador 4.

### 3.2.11 Bandas de selección manual 1 y 2

El producto cae por gravedad de la tolva de recepción a las bandas de selección manual 1 y 2 las cuales cuentan con un motor de 3/4 hp cada uno, y tienen la función de transportar el frijol para su selección manual hasta el elevador 5.

Este proceso lo hacen mujeres que seleccionan el frijol de forma manual para su respectivo proceso de empaque.



Figura 17: Selección manual del grano de frijol.

### 3.2.12 Elevador 5

Cuenta con un motor 1.1 Kw es el encargado de transportar todo el producto terminado procedente de las bandas de selección manual a la tolva de recepción de producto final para empaque.



Figura 18: Selección manual en el elevador 5.

### 3.2.13 Tolva de producto terminado para empaque.

El frijol que se encuentra en la tolva de producto terminado para empaque se destina al llenado de sacos (esto lo efectúan de forma manual) y el llenado de empaques a través de la empacadora.



Figura 19: Área de proceso de empaque del grano de frijol.

### 3.2.14 Iluminación del área de proceso

La iluminación del área de proceso cuenta con tres lámparas de mercurio de 250W C/U, 4 lámparas doble tubo fluorescente de 80W C/U y una lámpara doble tubo fluorescente de 20W C/U.



Figura 20: Tipo de iluminación del área de trabajo.

### 3.2.15 Empaque

El área de empaque cuenta con un equipo automático con motores eléctrico de  $\frac{3}{4}$  hp cada uno de ellos, de igual manera cuenta con un compresores de 15 hp de capacidad para el mismo fin. Esta máquina puede procesar presentación de 1, 2 y 4 libras respectivamente.

Opera según la demanda del mercado, cada vez que es solicitado este tipo de presentación, se realizan paquetes de diferentes presentaciones que se almacenan en cajas. Para llenar un contenedor de 20 pies o de 40 pies se necesitan 1,800 cajas/contenedor o 18 cajas, 432 qq y esto lo realizan cuatro veces por mes.

Se realizan pruebas de ajustes de la máquina con el operario con el objetivo de alcanzar el mejor tiempo óptimo de operación, ya que es un equipo nuevo e importante en el proceso.



Figura 21: Máquina de empacadora.

### 3.2.16 Banda de suministro a la empacadora

En el área de empaque se encuentra una banda transportadora (1) que hace la función de transportar el frijol desde la tolva de recepción de producto terminado para empaque hasta la tolva de recepción de la empacadora.



Figura 22: Bandas de suministro.

### 3.2.17 Empacadora

En la empacadora se encuentra un motor, el cual remueve el frijol de la tolva de la empacadora y los conduce a un cilindro, en el exterior del cilindro se encuentran ubicadas presentaciones que van a ser llenadas con producto terminado procedente de la tolva de la empacadora.



Figura 23: Empacadora.

### 3.2.18 Bandeja de la empacadora

La empacadora cuenta con un motor independiente encargado de desplazar la bandeja de la empacadora que tiene como función empaquetar y sellar el empaque, la empresa cuenta con tres presentaciones de empaque: 1 lb, 2lb, 4lb; según las exigencias del mercado.



Figura 24: Bandeja de llenado de la maquina empacadora.

### 3.2.19 Banda transportadora de producto procesado

El empaque después de ser sellado por la empacadora cae sobre una banda transportadora (2) que transporta el empaque desde la selladora hasta el área de proceso donde se procede almacenarlos en cajas para su empaque de comercialización.



Figura 25: Bandas transportadoras.

### 3.3 Oficina de Gerencia

En el área de administración se encuentra un panel eléctrico el cual alimenta la oficina de administración y la de contabilidad. En la oficina de administración se encuentran dos personas que usan el aire acondicionado dos veces a la semana, dos computadoras de escritorio, una cafetera, un fax, una lámpara doble tubo de 40 W C/U y en la oficina de contabilidad se encuentra una persona que tiene un abanico encendido todo el día (de 8 am hasta 5 pm), una computadora, una lámpara de 40 W c/u.



Figura 26: Oficina de Gerencia.

### 3.4 Bodega

El área de almacenamiento cuenta con 6 luminarias fluorescentes de 80 W, en este lugar se almacena quintales de frijoles procesados y quintales de frijoles sin procesar.



Figura 27: Vista interna de las aéreas de bodega.

### 3.5 Instalaciones del taller

El área del taller cuenta con dos compresores: Uno de 15 hp y otro de 2.5 hp, dos soldadores de 40 A c/u, dos taladros de 1 hp c/u, una pulidora de 6 A, una guillotina de 5 A, cuatro iluminación fluorescente doble tubo de 40 W c/u, un torno de 2 hp, una cierra de 15 A, un esmeril de 200 W.



Figura 28: Instalaciones del taller.

### 3.6 Información arquitectónica

Esta sección presenta información sobre la arquitectura del edificio necesaria para hacer el balance térmico del edificio con el medio ambiente. A continuación se presenta la distribución de planta

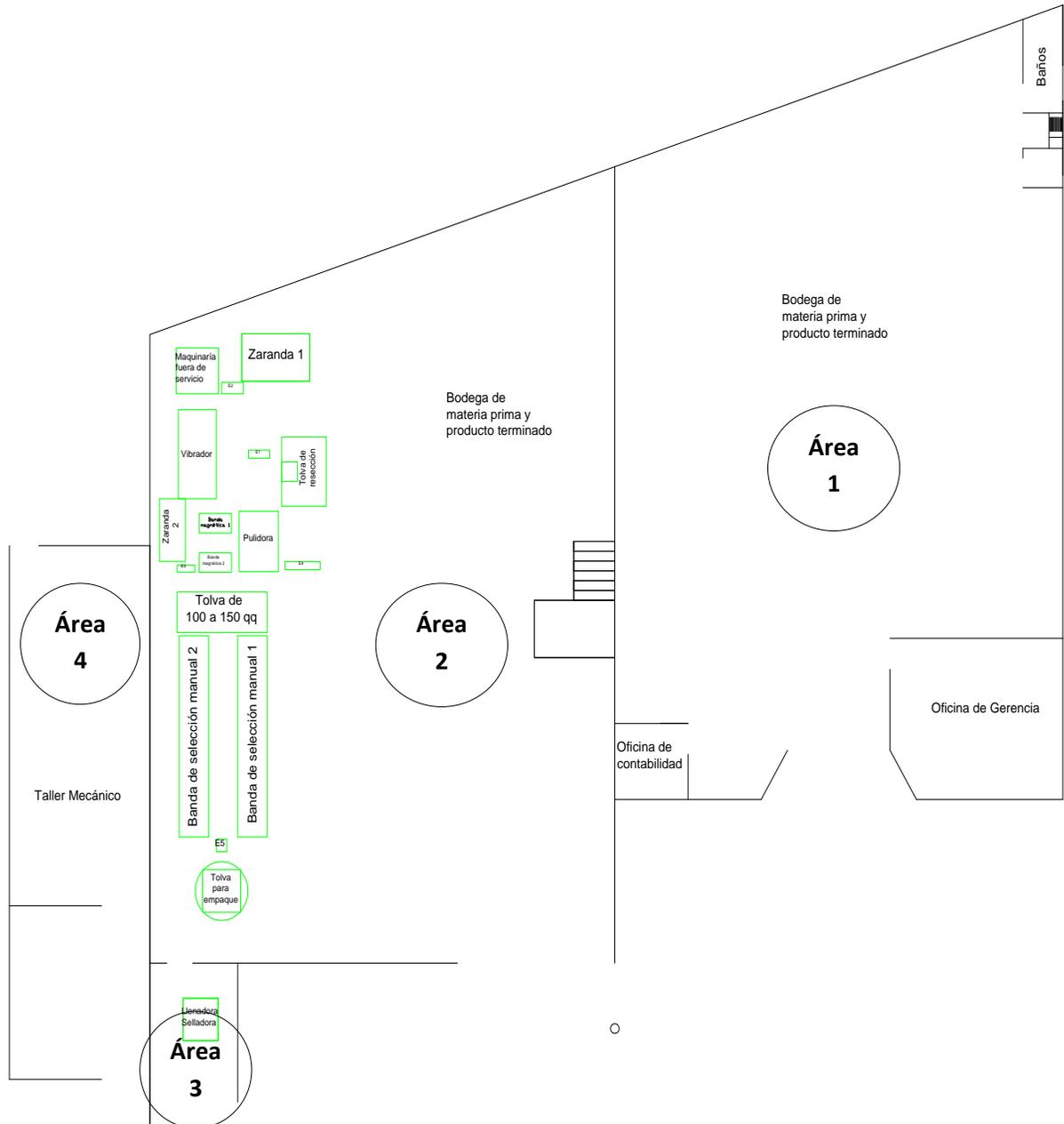


Figura 29: Distribución de la planta en la empresa Comercializadora de Granos Básicos<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Ver en anexo con más detalle en el plano (vista de planta) la distribución de la empresa y en donde se presenta el mayor consumo energético.

La empresa cuenta actualmente con cuatro áreas:

- El area 1: Esta compuesta por la oficina de la gerencia, oficina de contabilidad, baños de la planta y el área de almacenamiento de materia prima y producto terminado.
- El area 2: Esta ubicada en el segundo portón por el cual sale el producto terminado y también entra materia prima e insumos, esta área está dividida en dos, la otra mitad corresponde a la maquinaria de producción.
- El area 3: La más pequeña de todas es el área de empaque, la cual solo llena el producto y este una vez empacado es trasladado hacia las áreas de almacenamiento.
- El area 4: Corresponde al taller mecánico.

**Tabla 4: Información arquitectónica básica.**

Características de la planta					
Superficie del edificio	772.81 m <sup>2</sup>		Altura total del edificio	Cima del techo: 7 m Paredes: 6.76 a 5.12 m	
Cantidad de niveles	2	Por encima del nivel de calle	0 (para retorno ventilación)	Por debajo de nivel de calle	1
		Altura entre pisos	1.8 m	Año de construcción	2003
Superficie con calefacción	0	Superficie con enfriamiento	1	Año de renovación	Acabado: n.a.

En la tabla anterior se presenta el área total de la planta en metros cuadrados, altura de las paredes y el techo, así como los niveles del piso en cada área. A continuación se presentan las áreas en metros cuadrados y aquellas que poseen climatización artificial.

## IV. ANÁLISIS DE OPERACIÓN DE LA PLANTA

Tabla 5: Inventario de la superficie de la planta.

Localización	Superficie m <sup>2</sup>	Aire acondicionado Si/No
Área de oficina de gerencia	28.353	Sí
Área de Oficina de contabilidad	5.8	No
Área de bodega 1 <sup>5</sup>	299.787	No
Área de producción y bodega 2	345.63	No
Área de empaque	15	No
Área de taller de mantenimiento mecánico	70	No
<b>Totales:</b>	<b>772.81</b>	<b>No</b>

El objetivo de la tabla anterior es presentar las diferentes áreas de la planta con sus dimensiones, además presentar cuales tienen climatización por medio de aires a condicionados. En la actualidad solamente la oficina de gerencia tiene instalado un aire acondicionado de 18,000 BTU, las demás áreas no requieren climatización artificial debido a las características de la zona, la cual posee un clima fresco y agradable para trabajar.

### 4.1 Condiciones de operación

En esta sección se documenta los siguientes elementos:

- Las horas de operación de la planta.
- El clima de la zona.
- Las condiciones de control de ventilación, de humedad y temperatura, y
- El confort en la planta.

<sup>5</sup> Ubicada por las oficinas de gerencia y contabilidad

### 4.1.1 Horas de operación de la planta

La empresa trabaja 5 días a la semana, en horario de 7 Am a 5 Pm, los operarios de planta tienen establecido dos recesos uno a las 10 Am y el otro a las 3 p.m. La hora establecida para el almuerzo es de 12 a las 12:30 p.m.

**Tabla 6: Horario anual de funcionamiento de la planta.**

Área	Características		
<b>Área de producción</b>	<b>150 mt<sup>2</sup></b>		
<b>Meses laborables al año</b>	<b>7 meses, 28 semanas de trabajo</b>		
<b>Días laborables a la semana</b>	5	Turnos de producción al día	<b>1</b>
<b>Horas laborables al día</b>	9	Días oficiales de asueto	<b>11</b>
<b>Horas de funcionamiento al año</b>	<b>( 28 x 5 – 11) x 9 = 1,161 por año</b>		
<b>Área administrativa</b>			
<b>Meses laborables al año</b>	<b>12 meses, 50 semanas de trabajo</b>		
<b>Días laborables a la semana</b>	5		
<b>Horas laborables al día</b>	8		
<b>Horas de funcionamiento al año</b>	<b>(50 x 5 – 11) x 8 = 1,912 por año</b>		

### 4.1.2 Condiciones meteorológicas

En esta parte del acápite se presentan las condiciones climáticas de la zona donde se encuentra ubicada la empresa, es importante conocer las características meteorológicas de la zona, debido a que esto permite tomar acciones preventivas de operación en la planta. Esas condiciones son presentadas en la tabla a continuación.



Tabla 7: Condiciones meteorológicas de la ciudad de Matagalpa (Municipio de Muy Muy).

	Unit	Climate data location	Project location						
Latitude	°N	12.8	12.8						
Longitude	°E	-85.6	-85.6						
Elevation	m	320	320						
Heating design	°C	14.6							
Cooling design	°C	32.4							
Earth temperature amplitude	°C	11.2							
Month	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed	Earth temperature	Heating degree-days	Cooling degree-days	
	°C	%	kWh/m <sup>2</sup> /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d	
January	22.1	79.0%	4.47	98.4	2.6	24.8	0	375	
February	22.8	74.5%	5.25	98.4	2.6	26.7	0	358	
March	24.1	68.5%	5.14	98.3	2.8	29.2	0	437	
April	25.1	63.5%	5.36	98.2	3.0	30.9	0	453	
May	25.6	69.5%	4.33	98.2	2.2	28.3	0	484	
June	24.2	82.0%	4.81	98.3	1.8	26.2	0	426	
July	23.4	86.5%	3.42	98.3	2.0	25.6	0	415	
August	23.7	86.5%	4.17	98.3	1.6	25.6	0	425	
September	24.0	86.5%	4.97	98.2	1.4	25.5	0	420	
October	23.8	85.5%	5.22	98.2	1.4	25.0	0	428	
November	23.3	81.0%	4.64	98.3	1.6	24.3	0	399	
December	22.3	81.0%	4.14	98.4	2.3	24.1	0	381	
<b>Annual</b>	23.7	78.7%	4.65	98.3	2.1	26.3	0	5,001	
Measured at	m				10.0	0.0			

La información presentada en la tabla anterior corresponde a la información pública brindada por la estación meteorológica de la NASA, la cual obtiene la información de manera satelital. Los datos aquí presentados se encuentran en la siguiente dirección electrónica [www.retscreen.net](http://www.retscreen.net).

Sobre los datos climatológicos, se observa lo siguiente información.

- La temperatura promedio anual del aire es de 23.7°C encontrándose dentro del rango de los 15-30°C que permiten un confort al ser humano.
- La humedad relativa promedio anual en el ambiente exterior es de 78.7% esta se encuentra por encima del rango permitido de 30 y 70% para que el ser humano esté en confort. Por otro lado entre los meses de abril a junio son los meses donde la humedad relativa se presenta en el rango óptimo de confort.

#### **4.1.3 Confort en la planta**

Sobre el confort en la planta, se tienen los comentarios siguientes:

- Referente a la iluminación de la planta, está se adecua de a cuerdo a las necesidades, en el área de producción, la mayor necesidad se da en el selección manual del frijol, en esta área la iluminación está ubicada a una distancia aproximada de un metro, en orientación paralela al flujo de frijol, los datos de iluminación se pueden apreciar en el acápite de evaluación de equipos.

La iluminación en la planta está bien, pero esta puede mejorar y ahorrar energía si se implementa la utilización de láminas traslucidas que aumentarían la cantidad de luxes en el interior de la misma.

- Con respecto al sistema eléctrico, la cometida principal sufría de recalentamiento y esta fue sustituida por una nueva de acuerdo a las necesidades de la empresa.
- Las condiciones climáticas de la zona favorecen la manipulación del producto y el confort de los trabajadores de la planta, las paredes de la empresa son de mampostería reforzada y estas no están pintadas a diferencia de las instalaciones de la oficina de gerencia, la empresa cuenta con baños adecuados y con un área de comedor para los

trabajadores. En la figura a continuación se presenta el diagrama de humedad relativa y temperatura en el área de producción.

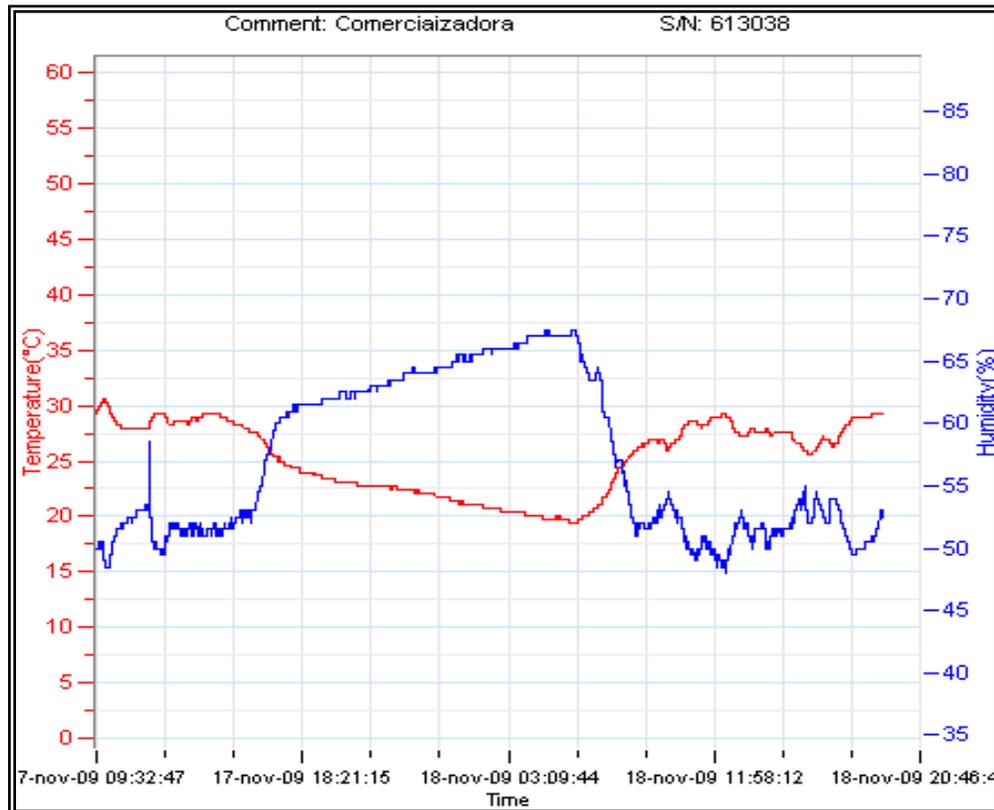


Figura 30: Diagrama de comportamiento de temperatura y humedad relativa.

En la figura anterior se presenta el diagrama de temperatura y humedad relativa, el cual representa el comportamiento de la temperatura por un periodo de 24 horas. La temperatura es representada en el diagrama con el color rojo y esta se lee en la columna vertical izquierda, los rangos en que esta oscila es de 19.34 a 30.67°C.

En el caso de la humedad relativa se representa en el diagrama con el color azul y se lee en la columna vertical derecha los rangos de oscilación de esta fueron de 48 a 67.5%.

Tanto la temperatura como la humedad relativa en las instalaciones de la empresa se encuentran dentro del rango óptimo de operación para los seres humanos.

## 4.2 Consumo Energético

La empresa utiliza energía eléctrica suministrada por la empresa comercializadora UNION FENOSA a través de un medidor número **5737405** el cual registra el consumo de energía demandado por los equipos consumidores en el proceso de frijoles, administración, talleres e iluminación.

La energía eléctrica utilizada en promedio es de **1,416 kWh/mes** que equivale **US\$ 425 dólares**. La tabla a continuación se muestra el detalle del costo.

Tabla 8: Tarifa eléctrica<sup>6</sup>.

Tarifa <sup>7</sup>	Criterio de clasificación	Código de tarifa	Consumos	ENERGÍA (U\$ / kWh) <sup>8</sup>
Industrial menor Monomía	Carga contratada hasta 25 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-3	Tarifa Monomía Todos los kWh	0.30

La tarifa contratada por la empresa es la T-3 monomía, esta tarifa cobra solamente el consumo de energía eléctrica y los demás importes como: Alumbrado público, comercialización, regulación INE e IVA. El consumo de energía eléctrica es la potencia de consumo cada uno de los equipos por las horas de utilización, esta no siempre tendrá el mismo valor por dos razones por las variaciones de potencia principalmente durante los arranques y las horas de utilización.

Aunque la empresa no paga demanda de potencia, es importante tomar en consideración, ya que actualmente la empresa tiene una carga contratada hasta 25 kW según esta tarifa y la potencia real que esta demanda es de 18 kW, si esta potencia real excediera estos 25 kW contratados UNION FENOSA los pasaría a una tarifa binomía en la cual la empresa pagaría por consumo de

<sup>6</sup> Pliego tarifario para el mes de septiembre del 2011, ([www.ine.gob.ni](http://www.ine.gob.ni)). Ver anexos

<sup>7</sup> Banco Central de Nicaragua 1 dólar= 22.6958 córdobas Septiembre del 2011

energía, demanda de potencia y multas por presentar un factor de potencia menor de 0.85.

El comportamiento del consumo eléctrico de los meses comprendidos entre agosto 2008 a septiembre 2009, se muestra en la figura a continuación.

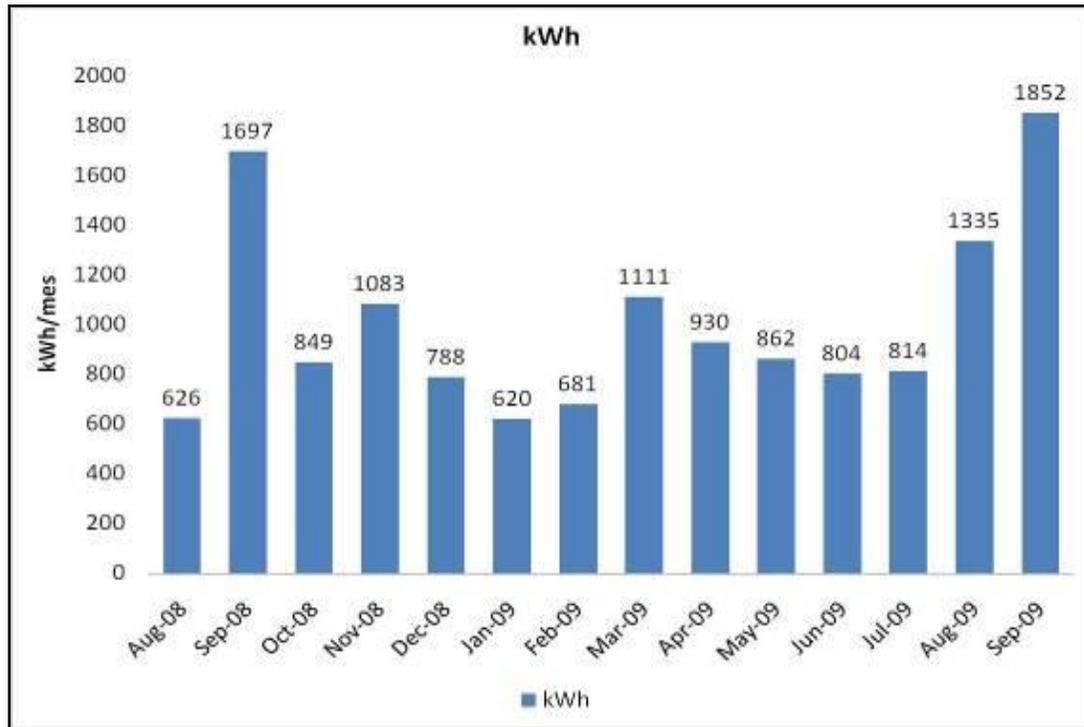


Figura 31: Comportamiento del consumo eléctrico mensual (Agosto 2008-Septiembre 2009).

La figura anterior muestra que el mes de septiembre 2009 se registra un máximo consumo eléctrico de **1,852 kWh**, el comportamiento del consumo eléctrico para los meses de agosto 08 a septiembre 09, existe irregularidad de los kWh mensuales, debido que hay meses que no procesan producto, por no ser época de cosecha, pero de igual manera opera el área administrativa y el taller.

Este tipo de consumo eléctrico genera diferentes indicadores de control de consumo de energía (**Benchmarking**<sup>9</sup>), que incluye el consumo eléctrico vs el producto procesado, Para los meses que no procesan, cuando únicamente el área administrativa se encuentran laborando y el área de taller.

<sup>9</sup> Sera definido en el acápite 4.6

A inicios de Noviembre 2009 se integraron dos equipos eléctricos al proceso, siendo estos un compresor de 15 hp, tres motores eléctricos de  $\frac{3}{4}$  hp cada uno, para elaborar presentaciones de producto de 1, 2 y 4 libras respectivamente. Estos equipos se encuentran en etapa de ajustes y adiestramiento del uso por parte de los operarios.

### 4.3 Precios de la energía eléctrica

Para estudiar mejor esta tarifa, se realiza un análisis de las facturas eléctricas para 2009. Se presenta la información relevante en la tabla siguiente.

**Tabla 9: Facturas eléctricas por el periodo de un año.**

Mes	Consumo kWh	Factor de potencia	Total USD	Precio monómico USD/kWh
Aug-08	626	0,7	167.7	0.23
Sep-08	1,697	0.7	475.9	0.24
Oct-08	849	0,7	244.3	0.25
Nov-08	1,083	0.7	282.6	0.22
Dec-08	788	0.7	185.5	0.20
Jan-09	620	0.7	138.4	0.16
Feb-09	681	0.7	148.7	0.16
Mar-09	1,111	0.7	229.5	0.15
Apr-09	930	0.7	190.5	0.15
May-09	862	0.7	177.7	0.16
Jun-09	804	0.7	172.4	0.16
Jul-09	814	0.7	182.8	0.17
Aug-09	1,335	0.7	328	0.17
Sep-09	1,852	0.7	432.8	0.18
<b>TOTAL</b>	<b>14,052</b>	<b>0.7</b>	<b>3,329.82</b>	<b>0.20</b>



La tabla anterior muestra el comportamiento del consumo eléctrico mensual de la comercializadora de grano, donde igual manera se registra meses de mayor consumo cuando operan el área de proceso, administración y el taller.

En el monitoreo realizado el 28-29 de octubre 2009 mediante el analizador de calidad de energía, se determino que el factor de potencia de la empresa es de 0.7 en promedio, este valor no es penado por la distribuidora nacional de energía, sin embargo, ocasiona ineficiente uso de la energía, reflejándose en menores porcentaje aumento del consumo energético por las pérdidas de calor, en los cables de distribución, paneles eléctricos y motores eléctricos. Ver acápite de anexos. Factor de potencia

Los precios de los kWh varían a lo largos de los meses registrados en este diagnóstico, por estar sujeto directamente a la generadoras eléctricas nacionales, donde la fuente de combustible proviene del exterior, y este por la crisis mundial genera variante en el precio internacional.

Para entender mejor como se calcula la factura y cuál es el costo marginal de la electricidad, se detalla el cálculo de la factura para el mes de septiembre de 2011 en la tabla siguiente.



Tabla 10: Ejemplo de cálculo de factura para el mes de septiembre del 2011.

Características de las facturas para cálculo del consumo		
Demanda no facturada = MAX(horario pico 21 kW) =	21	kW
Calculo del importe de la demanda = 21 x 0 USD/kW=	0	\$ USD
Calculo del importe del consumo 24h = 1,852 kWh x 0.30 USD/kWh =	555.60	\$ USD
Penalidad por factor de potencia =0.77 x 0	0	\$ USD
Sub-total servicio eléctrico =	555.60	\$ USD
Tasa alumbrado público fijo =57.33 USD	57.33\$	USD
Comercialización fijo = 4.33 USD	4.33	\$ USD
Regulación INE fijo=6.17 USD	6.17	\$ USD
IVA 15% =	93.51	\$ USD
Mora=	0\$	USD
<b>TOTAL =</b>	<b>716.94</b>	<b>\$ USD</b>

La tabla anterior muestra la distribución de costo del mes de septiembre 2011, donde refleja cada rubro de la factura eléctrica, este tipo de tarifa monomía, factura únicamente el consumo eléctrico durante un periodo de 30 días del mes, siendo un precio único para cualquier hora de utilización.

#### 4.4 Monitoreo de la potencia y la demanda de potencia.

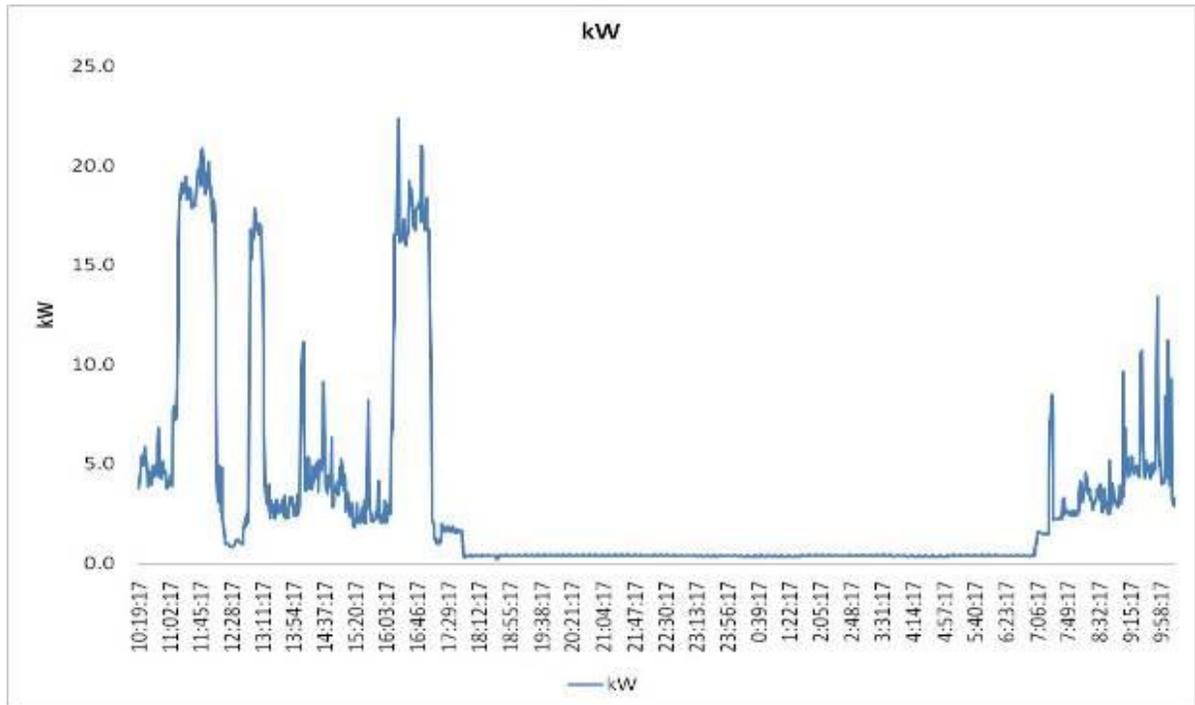


Figura 32: Monitoreo de 24 horas de la demanda de potencia 28 - 29 de Octubre 2009<sup>10</sup>.

Muestra el comportamiento de la demanda de potencia de la empresa, donde se registra valores máximos de 22 kW, cuando están operando todos los equipos eléctricos, administración, iluminación, menos la empacadora automática.

Durante este monitoreo se determinó que el proceso de selección manual tiene una demanda de potencia de 2.7 kW, mientras el proceso de clasificación, limpieza y transporte de los productos mediante los elevadores, se registra un aumento de demanda aproximadamente de 20 kW.

Para la fecha de 28-29 de Octubre se registraron tres ocasiones de utilización de los equipos de la primera etapa que son la limpieza, clasificación, etapa para pulir y elevadores. Esos picos se muestran desde las 11 Am hasta la 4 p.m. En el lapso de tiempo de 1 Pm a 3 Pm, se registra una demanda de 5.6 kW, donde únicamente opera el equipo de zaranda 2, Oliver y elevadores, mesas de selección manual e iluminación

<sup>10</sup> Ver en anexo el monitoreo de 24 horas en panel eléctrico principal.

El compresor de aire posee un motor de 15 hp, que aun se encuentra en la etapa de ajuste formara parte del proceso de empaque del frijol. Se recomienda usar este equipo en periodo donde únicamente se opera la selección manual, para evitar un aumento de la demanda de potencia y un posible cambio de tarifa.

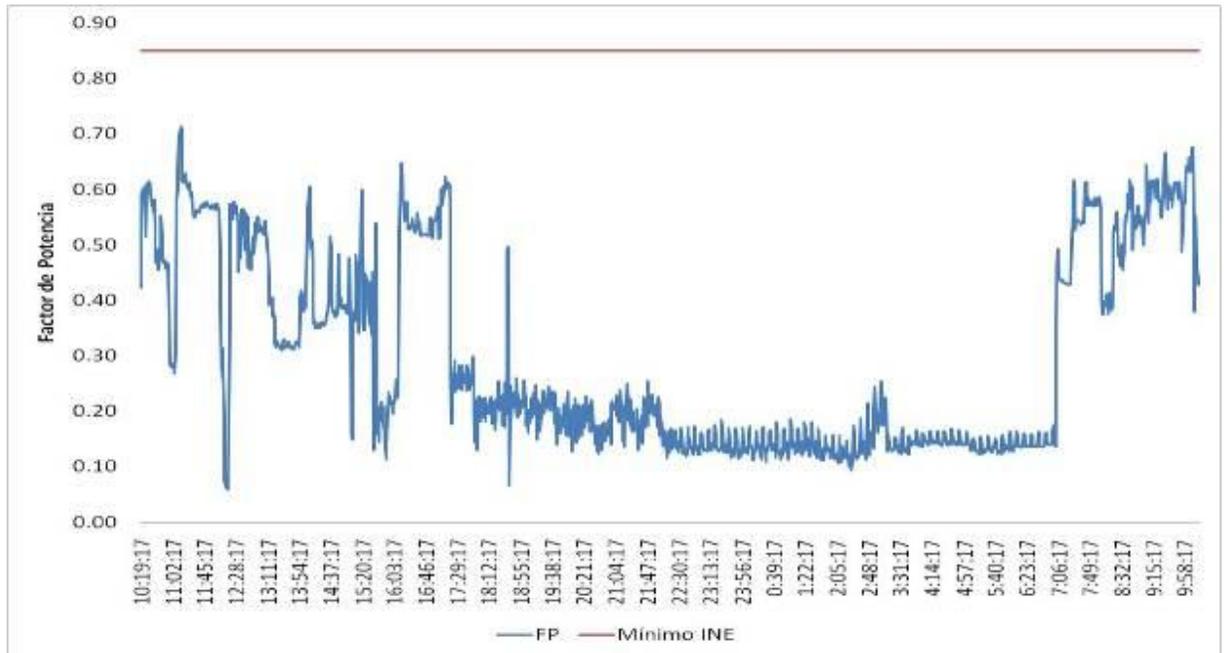


Figura 33: Comportamiento de la potencia 28 -29 de Octubre 2009<sup>11</sup>.

Se muestra el comportamiento del factor de potencia para la fecha de 28-29 de octubre 2009, donde registra valores menores de **0.7** para una demanda máxima de potencia, indicando un bajo aprovechamiento de la energía eléctrica, principal efecto por el uso de motores eléctricos.

Por ser una tarifa monomía no existe multa por registro de factor de potencia menor de 0.85, valor que establece **INE**, como mínimo en las tarifas binomias. Sin embargo, este tiene un efecto en el consumo eléctrico aumentando el consumo para mantener la potencia del motor y su funcionamiento.

Los beneficios es la reducción en pérdidas debido al excesivo consumo de corriente, Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores. Reducción de las caídas de tensión. Incremento de la vida útil de

<sup>11</sup> Ver en anexo el monitoreo de 24 horas del panel eléctrico principal registrado por el data logger.



las instalaciones. Reducción de los costos por facturación eléctrica. Eliminar los cargos adicionales por penalización de factor de potencia.

Tabla 11: Registro por el periodo de un año del consumo de energía y producción de la empresa.

Meses	kWh	% carga	Promedio	sab-total	IVA	Total	CS/kWh	U\$/kWh	Frijoles qq
Aug-08	626	19%	967	2990.24	448.54	3438.78	4.776741214	0.233	2536.79
Sep-08	1697	52%	967	8482.86	1272.43	9755.29	4.998738951	0.244	3696.82
Oct-08	849	26%	967	4354.18	653.13	5007.31	5.128598351	0.250	472
Nov-08	1083	33%	967	5037.93	755.69	5793.62	4.651828255	0.227	
Dec-08	788	24%	967	3306.81	496.02	3802.83	4.196459391	0.205	941
Jan-09	620	19%	967	2469.42	368.02	2837.44	3.982935484	0.194	
Feb-09	681	21%	967	2650.09	397.51	3047.6	3.891468429	0.190	
Mar-09	1111	34%	967	4091.38	613.49	4704.87	3.682610261	0.180	
Apr-09	930	29%	967	3396.65	509.5	3906.15	3.652311828	0.178	1886
May-09	862	27%	967	3167.95	475.19	3643.14	3.675116009	0.179	976
Jun-09	804	25%	967	3072.95	460.9	3533.85	3.822077114	0.186	894.46
Jul-09	814	25%	967	3259.41	488.42	3747.83	4.004189189	0.195	957
Aug-09	1335	41%	967	5367.15	803.76	6170.91	4.020337079	0.196	4203.66
Sep-09	1852	57%	967	7715.18	1156.42	8871.6	4.165863931	0.203	

#### 4.5 Censo de carga

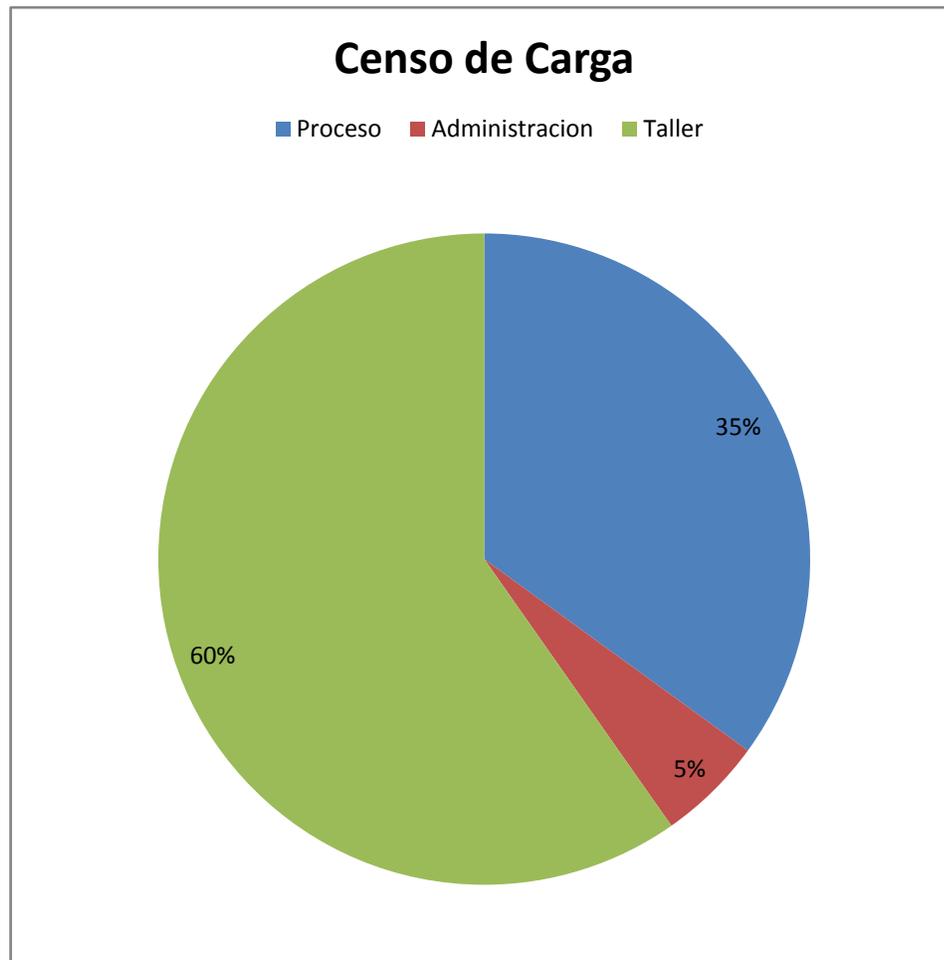


Figura 34: Grafico de porcentaje de censo de carga de las diferentes áreas de la empresa.

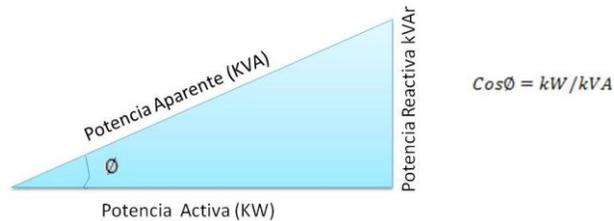
##### 4.5.1 Calculo del Banco de capacitores

El factor de potencia en circuitos de corriente alterna está determinado por el cociente de la potencia activa entre la potencia aparente.

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{(KW)}{(kVA)} \quad [\text{Ec. 5}]$$

#### 4.5.2 Triángulos de potencia

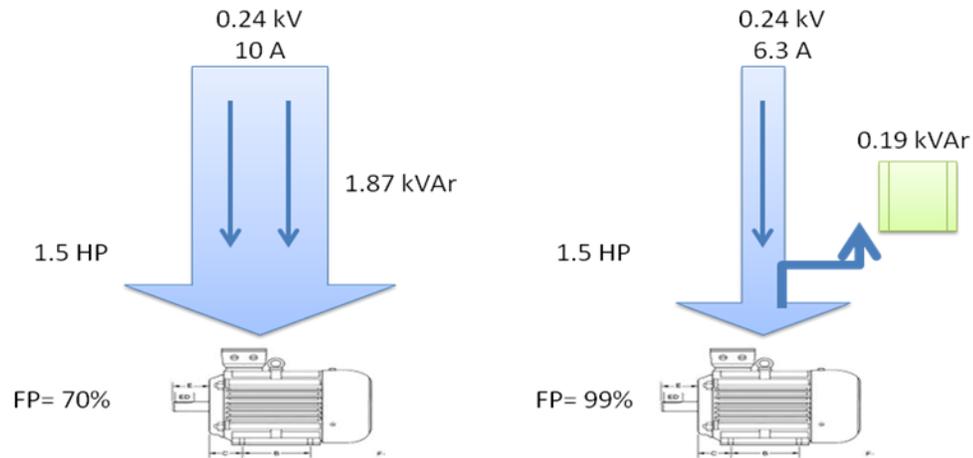
El triángulo de potencias consiste en tres valores potencia aparente kVA; potencia activa, kW y potencia Reactiva kVAr, arreglados en triángulo rectángulo. La figura a continuación se muestra el triángulo de potencia.



**Figura 35: Triángulo de potencia.**

Las desventajas provocadas por un bajo factor de potencia, se refleja en un aumento en las cargas eléctricas ya que pueden consumir potencia reactiva en tal manera que afecta el factor de potencia en general de una instalación, incrementando la corriente total.

El tamaño de los conductores se diseña para un cierto valor de corriente y para no dañarlos son operados en un rango aceptable por debajo del límite. El exceso de corriente producida por un bajo factor de potencia, puede obligar a utilizar conductores de mayor diámetro. La figura siguiente muestra la reducción de corriente por la corrección del factor de potencia.



**Figura 36: Corrección del factor de potencia.**

Para el caso de la empresa se realizó el cálculo del banco de compensación o capacitor para corregir este factor de potencia.<sup>12</sup>

#### 4.6 Benchmarking

En 2009, el consumo de energía fue 14.052 mWh/anual. Durante el mismo periodo, la producción fue 751.32 toneladas.

**Tabla 12: Indicador general de consumo eléctricos Vs producción anual.**

Indicador	Descripción
<b>19 kWh /ton</b>	Incluye consumo eléctrico anual y administración
<b>16 kWh / t</b>	Indicador en los meses de procesamiento de producto
<b>10 kWh / t</b>	Indicador de referencia de empresas de la misma rama comercial

Por lo tanto, el índice que caracteriza el consumo energético de la planta es:

$$14,052 \text{ kWh} / 751.32 \text{ t} = 19 \text{ kWh/t}$$

Por lo tanto, el índice de consumo de comercializadora de grano es 19 kWh por tonelada.

<sup>12</sup> Ver en anexo la ilustración del cálculo realizado por el software del Ban Condenser.

El consumo de referencia (el benchmark) para la misma rama industrial es 10 kWh/t. Este benchmark indica una oportunidad de reducción de consumo eléctrico sea que 37% de optimización de energía.

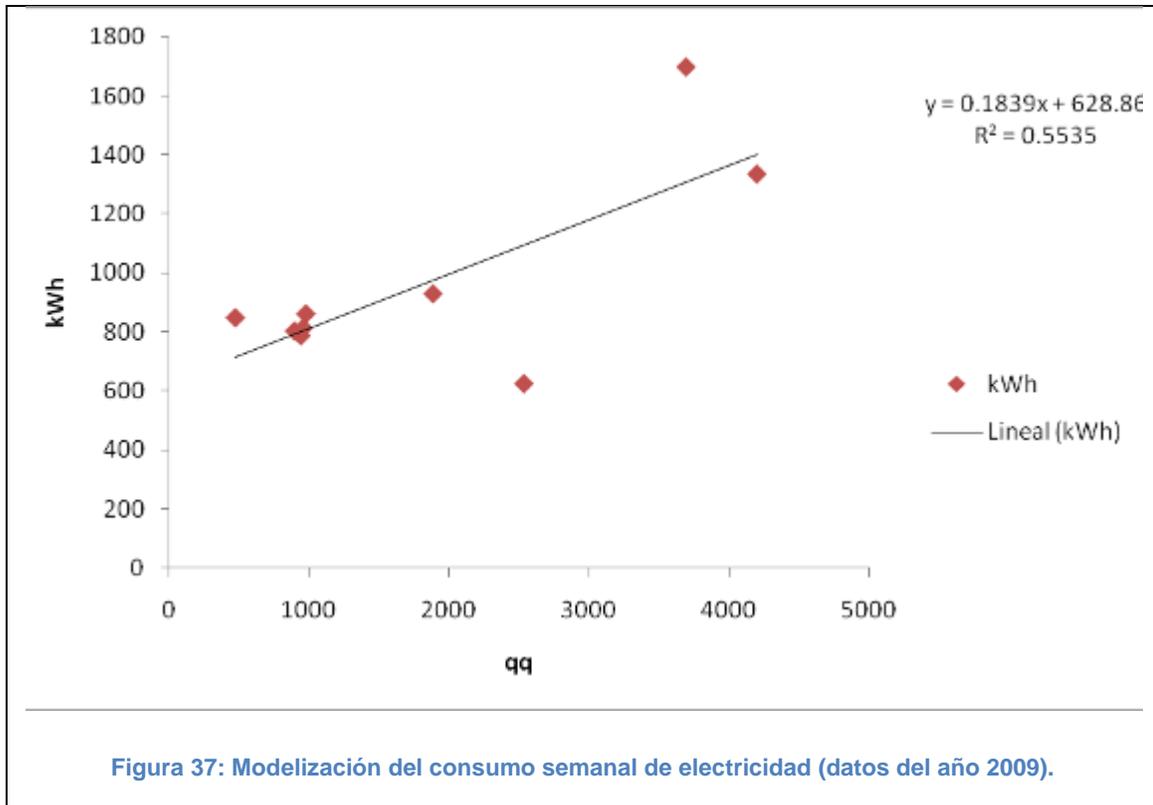
Sea presentado un indicador global de la empresa que incluye las temporadas altas y bajas de procesamiento del frijol. Existen meses que no hay producto que procesar y únicamente el taller y la administración laboran para la gestión de obtener el producto.

#### **4.7 Medición y Verificación de los Ahorros**

Para monitorear los ahorros resultantes de un programa de eficiencia energética en la planta, nosotros recomendamos un plan de Medición y Verificación de los ahorros, con una metodología de tipo C según el International Protocol for Measurement and Verification Plan. En este caso, la opción metodológica C se define de esa manera: monitorear el ahorro de la planta completa en base a las facturas energéticas, y con ajustes rutinarios basados en la producción de denim.

La línea base de este plan se presenta a continuación.

En la figura siguiente, se presenta el grafico comparativo entre el consumo de electricidad y la correspondiente.



Es un modelo lineal. Se describe con la ordenada en el origen y la pendiente de una recta de regresión. Se presentan estos valores a continuación.

**Tabla 13: Resultado de la regresión lineal del consumo de electricidad Vs la Producción.**

Regresión Modelo	
Variable dependiente	Consumo eléctrico
Variable Independiente	Producción
Pendiente	0.1839 kWh/qq
Intercepto	628.86 kWh
R <sup>2</sup>	0.5535

Esta figura se representa una revisión del consumo eléctrico y producto procesado, reflejando que el momento de no procesar se requiere 628.86 kWh para el área administrativa y el taller. De igual manera refleja que hay diferente

consumo para la misma operación, decayendo la optimización del consumo para el procesamiento.

En el balance energético se realizara una distribución del consumo eléctrico, reflejando el consumo por cada área de importante consumo eléctrico. Ver acápite 3.11 balance energético.

#### **4.8 Evaluación de los Equipos.**

##### **4.8.1 Aire acondicionado en oficina.**

En el área administrativa se cuenta con equipo de climatización de 18,000 BTU, donde laboran tres personas, por ser una ciudad relativamente alta sobre el nivel de mar, posee condiciones climáticas de confort de temperatura y humedad relativa, que no requieren de muchas horas de operación del equipo, el cual está bien diseñado para el área de operación.

##### **4.8.2 Iluminación.**

Las áreas de la empresa que requieren iluminación permanente son: área de proceso (selección Manual), área administrativa y contable, para iluminación exterior y en ocasiones el área de higiene del personal.

En la tabla a continuación se da la descripción del monitoreo realizado con el equipo de medición<sup>13</sup> **luxómetro extech Intrument**, en la fecha 28 al 29 de octubre 09, con el objetivo de obtener los niveles de iluminación implementados en las diferentes área de la empresa en el periodo de la mañana.

---

<sup>13</sup>Los puntos de muestreo se aprecian en el anexo 10, para las bandas de selección manual

Tabla 14: Iluminación utilizada en el área de selección manual en el periodo de la mañana.

Ubicación	Área útil m <sup>2</sup>	# de lámparas	Tipo de luminaria	Lumen/lamp	Puntos de medición	Luxes medidos	Rango de Luxes recomendados
<b>Banda de selección manual 1</b>	6.15	5	Fluorescente 4 de 80 Watts	5200	1	600	700-1000
					2	1120	
			Fluorescente	2600	3	850	
			1 de 20 Watts		4	1032	
Ubicación	Área útil m <sup>2</sup>	# de lámparas	Tipo de luminaria	Lumen/lamp	Puntos de medición	luxes	Rango de Luxes
<b>Banda de selección manual 2</b>	6.15	5	Fluorescente 4 de 80 Watts	5200	1	488	700-1000
					2	600	
			Fluorescente	2600	3	622	
			1 de 20 Watts		4	843	

En la tabla a continuación se muestra la descripción del monitoreo realizado por el **luxómetro extech Intrument** en la fecha del 28 al 29 de octubre 09, con el objetivo de obtener los niveles de iluminación que se encuentran en el lugar donde están laborando los trabajadores en el periodo de la tarde.

**Tabla 15: Descripción de la iluminación utilizada en el área de selección manual para el periodo de la tarde.**

Ubicación	Área útil m <sup>2</sup>	# de lámparas	Tipo de luminaria	Lumen/lamp	Puntos de medición	luxes	Rango de Luxes
<b>Banda de selección manual 1</b>	6.15	5	Fluorescente 4 de 80 Watts	5200/2600	1	720	700-1000
					2	950	
			Fluorescente 1 de 20 Watts		3	820	
					4	760	
Ubicación	Área útil m <sup>2</sup>	# de lámparas	Tipo de luminaria	Lumen/lamp	Puntos de medición	luxes	Rango de Luxes
<b>Banda de selección manual 2</b>	6.15	5	Fluorescente 4 de 80 Watts	5200 2600	1	460	700-1000
					2	800	
			Fluorescente 1 de 20 Watts		3	445	
					4	800	

En las tablas anteriores se muestra la descripción de la iluminación del área de selección manual para el periodo de la mañana y tarde, donde se reflejan valores de medición en luxes de la banda de selección manual, esta se encuentra ubicada cerca de una pared con ventanas que permiten la entrada de iluminación natural y la entrada de aire a las bandas.

El área de selección manual cuenta con 8 luminarias de 80 w y 2 de 20 w para el área de limpieza del frijoles de las cuales se realizaron mediciones puntuales de luxes con el objetivo de determinar los rangos de iluminación y posteriormente ser comparados con estándares de leyes, normativa en materia de higiene y seguridad del trabajo.

Para determinar si la iluminación que se encuentra en el área de trabajo está dentro o fuera de los abajo los límites establecidos por el Ministerio del Trabajo.

En la bandas transportadoras se obtuvieron distintos resultados en cada uno de los puntos de medición obteniéndose valores inferiores y superiores a los rangos de luxes recomendados para dicha aplicación, demostrando de esta forma que la iluminación es deficiente en algunos puntos y eficientes en otros. Se recomienda la implementación de uso de difusores para que distribuyan uniformemente la iluminación que se encuentran en el área, de igual manera evita accidentes en el área de trabajo por cualquier caída de un tubo en las bandas transportadoras. Siendo estas áreas de selección manual, estas dos bandas poseen una distribución no uniforme de la iluminación.

Se encontró que la iluminación en el periodo de la mañana, en el punto 1 de la banda de selección manual 1, este está por debajo de los luxes recomendados por el ministerio del trabajo para dicha aplicación; observándose también una deficiencia de luxes en los puntos 1, 2 y 3 de la banda de selección manual 2.

Durante el monitoreo vespertino en la empresa se encontró que en los 4 puntos de medición de la banda de selección manual 1, estos están dentro de los rangos de luxes recomendados por el ministerio del trabajo para dicha aplicación; observándose también de esta forma una deficiencia de luxes en los puntos 1, y 3 de la banda de selección manual 2.

Cabe señalar que esta área no cuenta con láminas traslucidas que permitan una mejor iluminación a partir de luz natural, los cambios obtenidos durante la mañana y la tarde se deben a la inclinación del sol en el periodo de la tarde, el cual irradia mayor luminosidad a través de las ventanas de las instalaciones.

#### **4.8.3 Sonido**

Se realizo mediciones de sonido con el equipo **decibelímetro tenmars tm-102** para la fecha 28 y 29 de octubre 2009, con el objetivo de obtener los niveles de ruido que están sometidos los operarios, cuando todos los equipos trabajan al mismo tiempo y cuando operan únicamente las bandas de selección manual<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Los puntos de monitoreo son los mismos utilizados en iluminación y se aprecian en el anexo 10.

Las operarias están ubicadas a ambos lados de las bandas, registrándose que la mayor intensidad del sonido al final de la banda de selección manual, esto se debe al trabajo que realiza el elevador 5. En la tabla a continuación se muestra la descripción de este monitoreo durante la operación de todos los equipos.

**Tabla 16: Descripción del sonido medido en el área de selección manual para el periodo donde están trabajando las maquinas del proceso.**

	Nivel sonoro (db)		Promedio
	Mañana	Tarde	
<b>Banda de selección manual 1</b>			
<b>Punto1</b>	90.00	78.00	84.00
<b>Punto2</b>	83.00	78.00	80.50
<b>Punto 3</b>	82.00	78.00	80.00
<b>Punto4</b>	84.00	82.00	83.00
<b>Banda de selección manual 2</b>			
<b>Punto1</b>	92.00	85.00	88.50
<b>Punto2</b>	82.00	88.00	85.00
<b>Punto 3</b>	78.00	81.00	79.50
<b>Punto4</b>	82.00	84.00	83.00

La tabla anterior muestra el monitoreo de nivel sonoro del área de selección manual para todo el periodo laboral del día, donde están trabajando las máquinas del proceso, reflejando valores de medición en decibelios y donde se obtuvieron los valores máximos de sonido presente en la bandas transportadoras de los cuales el mayor dato se encontraron en los puntos 1, obteniéndose los siguientes resultados 90 y 92db respectivamente y según datos de tabla la persona que está expuesta a ese nivel de ruido por un periodo 3 ½ horas debe de utilizar obligatoriamente dispositivos de protección personal (tapones).

Se puede apreciar en la tabla anterior que la intensidad del sonido en los puntos 1 y 2, es un poco mayor en el periodo de la tarde, esto se debe al horario de

operación de la maquinaria, se tiene establecido que toda la maquinaria trabaja más tiempo durante la tarde a diferencia de los tiempos de operación de la mañana.

En la tabla a continuación se presentan los valores de exposición de sonido recomendados por el ministerio del trabajo.

Tabla 17: Niveles sonoros recomendados para diferentes jornadas laborales.

Tiempos de exposición al día	Nivel sonoro recomendado en db
8 horas	85.00
4 horas	88.00
2 horas	91.00
1 hora	94.00

Según el monitoreo que se realizó en las instalaciones de la empresa, el personal está sometido a niveles de ruidos casi constante con periodos de descanso de 15 min cada 3 horas, aunque no sea constante este tipo de ruido es acumulativo y provoca daño a largo plazo, es recomendable que se le brinde al personal tapones de protección de oídos debido a estos trabajan en condiciones de ruido en límite de exposición.

#### 4.9 Inventario Energético

En la siguiente tabla se presentan los equipos en el orden de mayor consumo eléctrico, se realizó un inventario de motores, detallando la potencia real de operación y su carga de operación.

Tabla 18: Porcentaje de carga de los motores eléctricos.

Equipo	kW <sub>real</sub>	kW <sub>teórico</sub>	% de carga	kWh/mes	% consumo
Elevador 1	0.85	1.5	56%	37	3%
Clasificador de tamaño Zaranda 1	<b>2.60</b>	<b>2.3</b>	<b>115%</b>	<b>115</b>	<b>10%</b>
Densimétrica (Oliver)	3.53	5.7	62%	155	14%
Zaranda 2	0.78	0.8	97%	34	3%
Elevador 2	0.80	1.5	53%	35	3%
Banda Magnética Motor 1 y 2	0.67	0.8	89%	29	3%
Pulidor	4.44	7.5	59%	195	17%
Extractor de polvo		0.4		0	0%
Elevador 3	0.70	0.8	93%	31	3%
Elevador 4	0.59	0.8	78%	26	2%
Banda Transportadora Motor 1	0.54	0.6	95%	107	9%
Banda Transportadora Motor 2	0.47	0.6	84%	94	8%
elevador 5	0.59	1.1	53%	116	10%

La tabla muestra el factor de carga de los motores eléctricos utilizados en el procesamiento del frijol, según los estudios realizados de eficiencia de los motores<sup>15</sup>, el mejor uso del motor eléctrico es cuando es usado según los datos del fabricante o diseño de operación, la optimización del uso de este recurso permite un mejor uso del recurso eléctrico, factor importante para los costos de operación.

La mayoría de los motores presentan un porcentaje de carga mayor del **50%**, valor que indica un buen aprovechamiento del recurso eléctrico, sin embargo, los motores que se encuentran cercanos o más del 100%, presentan calentamiento en la carcasa de los mismos, indicando que hay pérdidas de energía en forma de calor, no toda la energía utilizada para transformarla en energía mecánica, es usada, sino que un porcentaje se pierde en forma de calor, siendo este el caso

<sup>15</sup> Comisión nacional de energía en México [www.conae.com.mx](http://www.conae.com.mx)

del motor del **Clasificador de tamaño Zaranda 1**, que presenta un factor de carga del **115%**, valor que ocasiona un aumento del consumo de energía eléctrica, en el acápite de opciones refleja una opciones de mejora, con el porcentaje de ahorro y beneficios económico ambiental.

Uno de los factores que influyen en el aumento de pérdida de energía en forma de calor, es el mantenimiento preventivo, que requiere la revisión física del equipo, garantizar la lubricación correcta de las partes móviles del mismo y correcta alineación del eje del motor con la fuerza ejercida. En anexos de censo de carga se encuentra la figura de la distribución de carga en la empresa.

#### 4.9.1 Balance Energético

El balance de energía eléctrica es la identificación y cuantificación de los consumos de cada área de la empresa. A partir del balance se analiza cómo se está utilizando la energía y se elaboran medidas de ahorro con el objetivo de incrementar la eficiencia del uso de la energía de la empresa.

Basado en todo lo presentado previamente, resulta el balance energético presentado en el diagrama de Sankey siguiente.

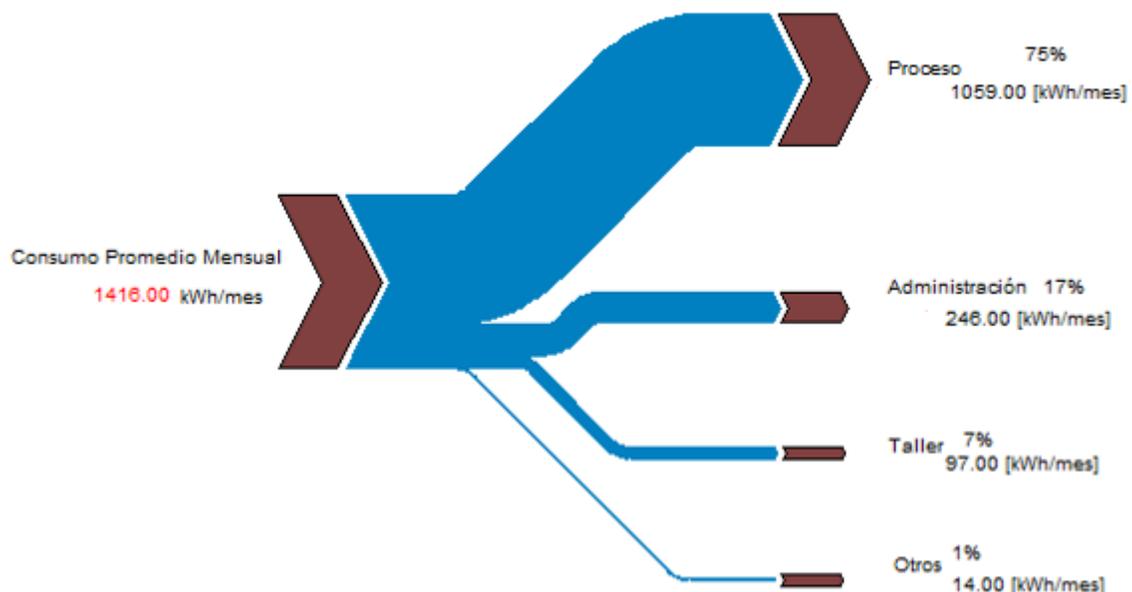


Figura 38: Diagrama de Sankey representando el balance energético.

La figura anterior se muestra la distribución de energía eléctrica, este es el consumo promedio mensual donde incluye las áreas principales de la empresa. El proceso representa un **75%** del consumo total de la energía y la administración con 17%. Lo que indica que para tener una incidencia en la reducción del consumo de energía, se tendrá que concentrar principalmente en el área de proceso.

Cabe mencionar que la empresa en el mes de Noviembre 2009 realizo incorporaciones de una empacadora de bolsa automática, con una capacidad de 15 hp, más los costos de instalación que son el uso de soldadores, e instrumentación para realizarlo.

Esto provoca cambios del consumo eléctrico, es necesario realizar un monitoreo del consumo eléctrico en los próximos meses, para determinar cuál es la tendencia de distribución del consumo eléctrico. En anexos de monitoreo de la demanda de potencia refleja la potencia real de este equipo, de igual manera se refleja la demanda total de todas las áreas de consumo eléctrico.

#### **4.9.2 Transformadores**

Se posee un banco de transformadores de 30kVA para todas las áreas de proceso, con una capacidad de 24 kW de demanda de potencia al 100% de la capacidad de diseño, siendo esta demanda acorde a la tarifa eléctrica que se encuentra sujeta la empresa T3 monomía.

Según los monitoreo hecho con todas las áreas de demanda de potencia, refleja un porcentaje de carga del 102% de la capacidad de diseño de los transformadores sin incluir la demanda de potencia del nuevo equipo de empacadora automática que posee un compresor de 15 HP.

Ya con esta demanda se estima una demanda total de 34 kW, valor que presenta peligro por la capacidad de los transformadores que no tenga la capacidad de soportar por mucho tiempo esta carga. Ocasionando daño y paros de proceso prolongados.

Además que habría cambios en la tarifa eléctrica ya que la capacidad instalada es mayor de 25 kW y no podría establecerse en tarifas T3 o T3-A, porque tienen una máxima carga a contratar de 25 kW.

En el caso de cambio de tarifa se estima un cambio a T4, en la siguiente tabla se muestra los detalles de la tarifa T4.

**Tabla 19: Tarifa contratada por la empresa.**

Tarifa	Criterio de clasificación	Código de tarifa	Consumos	Energía (U\$ / kWh)	Demanda (U\$ / kWh)
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	Tarifa Binomia Todos los kWh Demanda kW	0.23	27.25

Con este cambio de tarifa se estaría cobrando la demanda de potencia y multa por el bajo factor de potencia. Actualmente se consume en promedio mensual en 1416 kWh/mes, una demanda estimada de **34 kW**, con factor de potencia 0.7, se logra estimar al costo de operación por el uso de energía eléctrica. La tabla siguiente muestra los costos estimados por el cambio de tarifa,

**Tabla 20: Descripción de costo de la tarifa T-4 industrial bionomía.**

Descripción	Valor	Costo USD	Sub-total US/mensual	Sub-total US/año
<b>Consumo eléctrico mensual en promedio</b>	1416	0.23	325.68	3,908.16
<b>Demanda de Potencia estimado kW</b>	34	27.25	926.50	11,118
<b>Factor de potencia</b>	0.7	$(\text{KWh} \times 0.23) \times (0.85 - 0.7)$	49	588
<b>TOTAL</b>				<b>15,614.16</b>

Actualmente la empresa se encuentra con ventaja de costo de facturación por poseer una tarifa monomía, pero si existe nuevamente un censo de carga o capacidad total instalado por ente regulador de energía podría haber cambio de tarifa.

## V. OPCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 5.1 Sustitución del motor del compresor de 15 hp (MEE01)

#### 5.1.1 Caso Propuesto

Sustitución del cambio de motor de 15 hp por uno de 10 hp, esto con el objetivo de optimizar el recurso energético de la empresa. Para realizar este cambio se realizó una estimación de condiciones de operación para determinar cuál sería el resultado en térmicos de consumo eléctrico.

#### 5.1.2 Caso Base

La empresa para empacar su producción utiliza una llenadora – empacadora adquirida en Noviembre del 2009, esta empaca el producto en presentaciones de 2, 4 y 6 lb de forma automática, la máquina posee un motor de 15 hp para la compresión de aire.

#### 5.1.3 Beneficio

Por la reducción del consumo eléctrico se dejara de emitir 965 kg de CO<sub>2</sub> principal gas causante del efecto invernadero.

#### 5.1.4 Cálculo de costo y ahorros

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente, incluyendo el estimado de consumo eléctrico del nuevo compresor con el motor de 15 HP y el consumo estimado con el motor de 10 HP

Tabla 21: Cálculos de costos y ahorros de la MEE01.

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	8 %
Consumo eléctrico post-proyecto	23,064 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	6,919 \$/año
<b>Caso base</b>	
Consumo eléctrico estimado	21,219 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo total 2011	6,366 \$/año
<b>Ahorro energético</b>	
Ahorro de electricidad pronosticado	1,845 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Ahorro anual	554 \$/año
Inversión Inicial de Motor 10 HP	870.82 \$
<b>Índices de rentabilidad</b>	
Periodo de repago simple (años)	1.57
Duración de vida (años)	15
Tasa interna de retorno	57%
Valor presente neto	785.98 USD
<b>Reducción de emisiones de GEI</b>	
Emisiones de GEI del caso base (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO <sub>2</sub> /año)	7.9
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO <sub>2e</sub> /año)	1

## **5.2 Sustitución de cables eléctricos de la acometida (MEE02)**

### **5.2.1 Caso Propuesto**

Durante el desarrollo de la auditoría energética se realizó el cambio de este componente eléctrico por cables de mayor capacidad Alambre AWG 8, que tiene una capacidad de 70 amperios por línea.

### **5.2.2 Caso Base**

La acometida principal de conexión eléctrica entre los transformadores y el panel eléctrico principal, posee un calibre eléctrico que sobrepasa la capacidad amperios por el área de diseño de los mismos. Reflejando esta condición de operación con el aumento de temperatura y deterioro de la protección o recubrimiento de los cables eléctricos.

### **5.2.3 Beneficio**

Reducción de riesgo de incendio por sobrecalentamiento del cableado eléctrico, y daños a los equipos eléctricos

### **5.2.4 Cálculo de costo y ahorros**

Se presentan los diferentes cálculos realizados en la tabla siguiente:

Tabla 22: Cálculos de costos y ahorros de la MEE02.

Caso propuesto	\$= USD
Compra de cables eléctricos AWG 8	968 USD
<b>Caso base</b>	
Cables en mal estado	--
Aumento de riesgo por incendio	--
Inversión Inicial	968 USD
<b>Índices de rentabilidad</b>	
Periodo de répagó simple (años)	--
Duración de vida (años)	15
Tasa interna de retorno	--%
Valor presente neto	-968
<b>Reducción de emisiones de GEI</b>	
Emisiones de GEI del caso base (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO <sub>2e</sub> /año)	0

### 5.3 Optimización y protección de luminarias de proceso de selección manual (MEE03).

#### 5.3.1 Caso Propuesto

El recurso utilizado para la selección manual debe ser optimizado para aprovechar la energía consumido y el costo de utilización, con la utilización de difusores de iluminación para la homogenización de luz emitida y garantiza una mejor protección de las mismas en el caso de romperse y evitar que el vidrio no se mezcle con el producto final. De igual manera sustituir la iluminación por ahorrativas de igual intensidad luminosa.

#### 5.3.2 Caso Base

En el área de selección manual existe iluminación por lámparas fluorescentes, este componente según el balance de energía representa anualmente 10% del consumo anual en el área de proceso equivalente a 1,699 kWh/año. (USD 510)

En el monitoreo realizado en la iluminación entregada por estos equipos, registraron no uniformidad de los lúmenes emitido de los mismos, además éstos no se encuentran protegidos al momento de romperse, ya que este vidrio roto podría mezclarse en el producto final, al encontrarse directamente sobre la selección manual.

#### 5.3.3 Beneficio

Por la reducción de consumo eléctrico se dejara emitir **445 kg de CO<sub>2</sub>**, principal gas causante del efecto invernadero

#### 5.3.4 Inversión

Se requiere de la compra de difusores para la iluminación de selección manual con temperatura de color de 5,000 Kelvin, (CALIDES) y luminarias ahorrativas de igual intensidad luminosa con un costo total de **500 USD**

### 5.3.5 Cálculo de costo y ahorros

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente

Tabla 23: Cálculos de costos y ahorros de la MEE03.

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	5%
Consumo eléctrico optimizado post-proyecto	16,142 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	4,843 \$/año
<b>Caso base</b>	
Consumo eléctrico promedio en 2011	16,992 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo total 2011	5,098 \$/año
<b>Ahorro energético</b>	
Ahorro de electricidad pronosticado	850 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Ahorro anual	255 \$/año
Inversión Inicial	500 \$
<b>Índices de rentabilidad</b>	
Periodo de répagó simple (años)	1.96
Duración de vida (años)	4
Tasa interna de retorno	42%
Valor presente neto	262.61
<b>Reducción de emisiones de GEI</b>	
Emisiones de GEI del caso base (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO <sub>2</sub> /año)	8.4
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO <sub>2e</sub> /año)	0.5

## **5.4 Corrección del factor de potencia (MEE04)**

### **5.4.1 Caso Propuesto**

Se requiere un condensador o capacitor mínimo de 13 kVAr trifásico, en el mercado nacional este tiene un costo de US\$ 159 dólares, sin embargo la facilidad de la empresa de comprar en el exterior podrá conseguirlo a mejor precio.

En el mercado nacional existe equipos de 12 kVAR para la compensación del factor de potencia, con este se logra alcanzar entre 0.89-0.90 del factor de potencia que de igual manera mantiene los valores en los rangos permisibles en Nicaragua. En anexos se encuentra la cotización del equipo.

### **5.4.2 Caso Base**

La empresa posee un factor de potencia con valores menores de 0.85, límite establecido por INE, aunque no sea multado por este parámetro por tener una tarifa eléctrica monomía, este incurre en otros factores de riesgos, en los equipos eléctricos, transformadores y distribución (cableado) de la instalación eléctrica y con el uso eficiente de la energía eléctrica.

### **5.4.3 Beneficio**

Por la reducción del consumo eléctrico en 340 KWh se dejara de emitir 178 kg de CO<sub>2</sub>, principal gas causante del efecto invernadero. Ver en anexo 5 cálculos de ahorro por corrección del factor de potencia.

### **5.4.4 Cálculo de costo y ahorros**

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente

Tabla 24: Cálculos de costos y ahorros de la MEE04.

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	2%
Consumo eléctrico optimizado post-proyecto	16,652 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	4,996 \$/año
<b>Caso base</b>	
Consumo eléctrico promedio en 2011	16,992 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo total 2011	5,098 \$/año
<b>Ahorro energético</b>	
Ahorro de electricidad pronosticado	340 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Ahorro anual por energía eléctrica	102 \$/año
Ahorro por multa de bajo Factor de Potencia	2,544
Ahorro total	2,646
Inversión Inicial	159 \$
<b>Índices de rentabilidad</b>	
Periodo de répagó simple (años)	1.56
Duración de vida (años)	4
Tasa interna de retorno	58%
Valor presente neto	146.04
<b>Reducción de emisiones de GEI</b>	
Emisiones de GEI del caso base (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO <sub>2</sub> /año)	8.7
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO <sub>2e</sub> /año)	0.2

## **5.5 Instalación de medidor de energía en el área de taller (MEE05)**

### **5.5.1 Caso Base**

El área de taller eléctrico no existe un control del consumo eléctrico, teniendo como resultado costos operativos no exactos. Se debe lograr separar el consumo de proceso y administración del taller eléctrico. Ya que en esta área existen equipos eléctricos importantes consumo eléctrico.

### **5.5.2 Caso Propuesto**

Por tal razón se requiere de la compra de un medidor eléctrico permitirá la diferenciación del consumo eléctrico, logrado obtener costo de operación con mayor exactitud. Instalándose en la líneas de suministro directo al área del taller eléctrico de la empresa,

### **5.5.3 Beneficio**

Establecer costo de operaciones más acertado para el control de consumo eléctrico del proceso y taller

### **5.5.4 Cálculo de costo y ahorros**

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente.



Tabla 25: Cálculos de costos y ahorros de la MEE05.

Caso propuesto	\$= USD
Compra de medidor	997.74 USD
<b>Caso base</b>	
No control del consumo de esta área	--
Inversión Inicial	997.74 USD
<b>Índices de rentabilidad</b>	
Periodo de répagó simple (años)	--
Duración de vida (años)	15
Tasa interna de retorno	--%
Valor presente neto	-997.74
<b>Reducción de emisiones de GEI</b>	
Emisiones de GEI del caso base (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO <sub>2</sub> e/año)	0

## **5.6 Sustitución de motores eléctricos con baja eficiencia (MEE06)**

### **5.6.1 Caso Base**

El motor de la zaranda 1, registra un factor de servicio de 115%, de la capacidad de diseño, estos motores son capaces de soportar una sobre carga del 15% o factor de servicio más del 100% de la capacidad de diseño, sin embargo, este comportamiento aumenta el consumo eléctrico del motor, manifestando este efecto en forma de calor, disminuyendo la vida útil, y en riesgo de incendio del motor.

### **5.6.2 Caso Propuesto**

Se recomienda realizar un cambio de motor de 3 HP a 4 HP, garantizando reducir un factor de carga del 87%, quedando la operación de este en el rango optimo de operación de acuerdo a su carga.

### **5.6.3 Beneficio**

Por la reducción de consumo eléctrico se dejara emitir 445 kg de CO<sub>2</sub>, principal gas causante del efecto invernadero

### **5.6.4 Cálculo de costo y ahorros**

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente



Tabla 26: Cálculos de costos y ahorros de la MEE06.

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	5%
Consumo eléctrico optimizado post-proyecto	16,142 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	4,843 \$/año
<b>Caso base</b>	
Consumo eléctrico promedio en 2011	16,992 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo total 2011	5,098 \$/año
<b>Ahorro energético</b>	
Ahorro de electricidad pronosticado	850 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Ahorro anual por energía eléctrica	255 \$/año
Inversión Inicial	436.28 \$
<b>Índices de rentabilidad</b>	
Periodo de répagó simple (años)	1.71
Duración de vida (años)	15
Tasa interna de retorno	51%
Valor presente neto	326.33
<b>Reducción de emisiones de GEI</b>	
Emisiones de GEI del caso base (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO <sub>2</sub> /año)	8.4
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO <sub>2</sub> e/año)	0.5

## **5.7 Cambio de flujo de reproceso del frijol de segunda (MEE07)**

### **5.7.1 Caso Propuesto**

Se debe cambiar el flujo de proceso para el frijol de segunda y reintegrarlo en la etapa del elevador 2, a si evitando pasar por las etapas de elevador 1 y zaranda 1, con producto no procesado aun.

### **5.7.2 Caso Base**

En la etapa de limpieza de producto de elevador 1 a Oliver hay tres pasos donde todo el frijol, es pre limpiado, y clasificado en 1ra, 2da y 3ra categoría, en esta etapa un 30% del frijol procesado es de segunda, regresando este a la primera etapa para obtener una mejor clasificación del mismo, pero esta práctica tiene un efecto de mayor consumo eléctrico, ya que el frijol de segunda es mezclado con el frijol sin procesar.

### **5.7.3 Beneficio**

- Reducción del tiempo de operación de las maquinas de elevador 1 y zaranda 1, por la reducción del producto procesado.

### **5.7.4 Cálculo de costo y ahorros**

Se presenta los diferentes cálculos realizado en la tabla siguiente



Tabla 27: Cálculos de costos y ahorros de la MEE07.

Caso propuesto	\$= USD
Ahorro de electricidad pronosticado	3%
Consumo eléctrico optimizado post-proyecto	16,482 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo energético anual post-proyecto	4,945 \$/año
<b>Caso base</b>	
Consumo eléctrico promedio en 2011	16,992 kWh/año
Costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Costo total 2011	5,098 \$/año
<b>Ahorro energético</b>	
Ahorro de electricidad pronosticado	510 kWh/año
costo de energía eléctrica	0.3 \$/kWh
Ahorro anual por energía eléctrica	153 \$/año
Inversión Inicial	0 \$
<b>Índices de rentabilidad</b>	
Periodo de répagó simple (años)	0
Duración de vida (años)	16
Tasa interna de retorno	--%
Valor presente neto	457.56
<b>Reducción de emisiones de GEI</b>	
Emisiones de GEI del caso base (TCO <sub>2</sub> /año)	8.9
Emisiones de GEI del caso propuesto (TCO <sub>2</sub> /año)	8.6
Reducción anual de emisiones de GEI (TCO <sub>2</sub> /año)	0.3



**AUDITORIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
Comercializadora de Productos Básicos**

Tabla 28: Resumen de medidas de eficiencia energética.

Medidas de eficiencia energética	Ahorros de consumo eléctrico	Reducción de demanda	Ahorros de combustible	Ahorros económicos	Inversión necesaria	Retorno de la inversión	Valor Presente Neto
	kWh-año	kW	Ltr-año	USD	USD	Años	USD
<b>MEE01 sustitución del motor del compresor de 15 hp</b>	1,845	-	-	554	870.82	1.57	785.98
<b>MEE02 sustitución de cables eléctricos de la cometida</b>	-	-	-	-	968	-	-968
<b>MEE03 optimización y protección de luminarias de proceso de selección manual</b>	850	-	-	255	500	1.96	262.61
<b>MEE 04 corrección del factor de potencia</b>	340	-	-	102	159	1.56	146.04
<b>MEE05 instalación de medidor de energía en el área de taller</b>	-	-	-	-	997.74	-	-997.74
<b>MEE06 sustitución de motores eléctricos con baja eficiencia</b>	850	-	-	255	436.28	1.71	326.33
<b>MEE 07 cambio de flujo de reproceso del frijol de segunda</b>	510	-	-	153	0	0	457.56

## **CONCLUSIONES**

- El desarrollo de auditoría energética en la Comercializadora de Granos Básicos ha permitido detectar problemas de funcionamiento, en el área de procesamiento de granos básicos; principalmente en los motores eléctricos y en el sector de selección manual donde se utiliza iluminación artificial para efectuar dicho proceso.
- El ahorro obtenido debido a cambios y mejoras en el funcionamiento de los equipos es significativo y refleja grandes beneficios a dicha empresa.
- Al valorar el cambio de tarifa de la empresa se determina que la actual, es la conveniente ya que esta le produce ahorro en comparación las otras que están vigente en baja tensión.
- La empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, que permitiría la reducción de los costos de operación de los equipos. Actualmente se trabaja con un mantenimiento correctivo.
- El presente trabajo cumple con el propósito para el que fue elaborado, el de presentar un plan de alternativas de ahorro para la disminución del consumo de energía en las instalaciones de la Comercializadora de Granos básicos, que sea auto sostenible.

## RECOMENDACIONES

- ✚ Se debe realizar cambio de la capacidad de los transformadores<sup>16</sup> con el objetivo de tener un mayor cuidado con el manejo de la demanda de potencia que es igual al consumo de amperios, por operar los equipos fuera de diseño.

Se pretende realizar un cambio de transformadores a una capacidad de 60 kVA, con el objetivo de alcanzar un factor de carga máximo del 80% cuando se encuentre operando a plena carga.

La empresa cuenta con tres transformadores de 10 KVA para una capacidad total de 30 KVA, de tres fases, este equipo tiene la capacidad de entregar 72 amperios por línea.

Según el monitoreo realizado en el panel principal con el Analizador de Potencia (FLUKE-315), se registra 74 amperios en promedio a plena carga, reflejando que el porcentaje de carga es de 102%, valor cercano al máximo de diseño, estos equipos presentan su mejor desempeño al operar cercano al factor de carga entre el 80-90%.

En los planes de ampliación de la empresa se introdujo una maquina de empaque automático que aumentará la demanda de potencia aproximadamente en 15 KW.

En conjunto aumentará a 37 KW la demanda de potencia en promedio y un máximo de pico de demanda de 42 KW, valor que sobrepasa la capacidad de los transformadores, causando un aumento de daño de los transformadores y paro inesperado del proceso.

Posible cambio de clasificación de tarifa, estimando la tarifa asignada la T4 industrial mediana. En el acápite de transformadores se detalla los posibles costos asociados.

- ✚ Basados en la **NTON 03 041 03** Norma de almacenamiento de Productos Alimenticios. Se recomienda a la gerencia definir cuál de las

---

<sup>16</sup> Ver en anexo 11 la tabla del cálculo de costo y ahorro de la recomendación propuesta.

bodegas es para producto terminado y cual es para almacenamiento de materia prima, además se deben de pintar las áreas de colocación de materia prima y producto terminado, se debe de dejar un metro de espacio entre una área y la otra, de igual forma con respecto a las paredes de la planta, esto permite una mejor ventilación en las instalaciones para preservación de producto a almacenar y la correcta señalización de las instalaciones reduce la posibilidad de accidentes y de algún riesgo que pueda tener la salud del personal que labora en la planta.

- ✚ Se tiene que diseñar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos y una hoja de vida para cada maquina<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Ver en anexo formato de hoja para cada uno de los equipos

## COMENTARIOS FINALES

Este trabajo monográfico se hace tres comentarios fundamentales:

- ✚ El éxito que se alcanzó para este trabajo, se debe al compromiso asumido por la Gerencia General como impulsor del trabajo, apoyando la gestión y dictando a los Jefes de Departamento las instrucciones para un cambio de cultura empresarial, y transfiriendo al resto del personal la importancia del ahorro energético, por un compromiso social y ambiental.
- ✚ El uso de tecnología eficiente y mayor vida útil permite disminuir los costos operativos y de mantenimiento, así como marcar una ventaja competitiva a la empresa dentro del sector automotriz en Nicaragua.
- ✚ Los alcances de este tipo de programas van más allá de los logros a lo interno de la empresa, los empleados ven como esas oportunidades pueden replicarse en sus mismos entornos familiares.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **1. Electrotecnia general.**

Lastra, Eberto Alfonso.

### **2. Manual del electricista de taller.**

Roldan José.

### **3. Fundamentos teóricos de la electrotecnia 2<sup>da</sup> edición.**

Evdokjmov, F.G.

### **4. Maquinas eléctricas, segunda edición.**

Stephen J. Chapman

### **5. Fundamento de electricidad.**

Stephen J. Champan

### **6. Páginas web consultadas**

- [www.ine.com.ni](http://www.ine.com.ni)
- [www.bcn.gob.ni](http://www.bcn.gob.ni)
- [www.retscreen.net](http://www.retscreen.net)
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.google.com.ni](http://www.google.com.ni) (consultas varias)

