



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA

AUDITORÍA ELÉCTRICA EN EDITORIAL ECUADOR

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO**

**CHAMORRO BAYAS JOHNY HENRY
E-mail: johnnyhen2003@yahoo.com**

**DIRECTOR: ING. FREILE GRANIZO PEDRO VICENTE
E-mail: freilem@uio.satnet.net**

Quito, Abril 2011

DECLARACIÓN

Yo **CHAMORRO BAYAS JOHNY HENRY**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

CHAMORRO BAYAS JOHNY HENRY

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **CHAMORRO BAYAS JOHN HENRY**, bajo mi supervisión.

ING. PEDRO FREILE

CONTENIDO

CAPITULO 1.....	5
1. AUDITORIA ELÉCTRICA.....	5
1.1 GENERALIDADES.....	5
1.1.1 MEDICIONES ELÉCTRICAS.....	5
1.1.2 PARÁMETROS ELÉCTRICOS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	5
1.2 PLANILLAS Y FACTURACIÓN.....	9
1.2.1 DEFINICIONES IMPORTANTES.....	9
1.2.2 PLIEGO TARIFARIO.....	10
1.3 AUDITORÍA ELÉCTRICA.....	12
1.3.1 CONCEPTO.....	12
1.3.2 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA ELÉCTRICA.....	13
CAPÍTULO II.....	16
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EDITORIAL ECUADOR.....	16
2.1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA.....	16
2.1.2 UBICACIÓN.....	21
2.2 FILOSOFÍA DE LA ORGANIZACIÓN.....	21
2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	23
2.4 PRODUCCIÓN.....	23
2.5 PROCESOS.....	26
CAPITULO III.....	36
3. LEVANTAMIENTO ELECTRICO DE LA EMPRESA EDITORIAL ECUADOR.....	36
3.1 LEVANTAMIENTO DEL DIAGRAMA UNIFILAR.....	36
3.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS DE TABLEROS Y SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION.....	37
3.3 LEVANTAMIENTO DE CARGAS.....	37
3.4 FACTURAS EMITIDAS A LA EDITORIAL ECUADOR.....	41
3.4.1 DESCRIPCION DE LAS FACTURAS.....	41
3.4.2 FACTURAS EMITIDAS EN EL PERIODO ENERO 2009 – MARZO 2010.....	44
CAPÍTULO IV.....	46
4. ANÁLISIS DE DATOS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO ELÉCTRICO.....	46
4.1 ANÁLISIS DE DATOS DE FACTURACION.....	46
Demanda, Consumo, Factor de potencia y los valores pagados por estos ítems.....	46
4.1.1 ANALISIS DE LA DEMANDA.....	46

4.1.2	ANÁLISIS DE CONSUMO.....	49
4.1.3	ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA MEDIDO Y ADMITIDO	54
4.2	MEDICIONES Y ANÁLISIS	55
4.2.1	EQUIPO UTILIZADO EN LA MEDICION.....	55
4.2.2	DATOS MEDIDOS EN EL TRANSFORMADOR	57
4.3	FACTOR DE POTENCIA	62
4.4	SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	80
4.5	ESTUDIO TÉCNICO DE LAS POSIBILIDADES DE REEMPLAZO DE MOTORES	104
4.6	SISTEMA DE MEDIDORES Y DISPOSITIVOS INTELIGENTES DE CONTROL	117
CAPÍTULO V		123
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
5.1	CONCLUSIONES.....	123
5.2	RECOMENDACIONES	126
GLOSARIO DE TERMINOS.....		130
BIBLIOGRAFÍA:.....		133

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1 – Resumen de mediciones eléctricas.....	6
Tabla 2- Editorial Ecuador Ventas 2010	19
Tabla 3- Índices de Productividad del año 2010.....	25
Tabla 4- Área de Producción de la empresa	27
Tabla 5- Resumen de carga instalada.....	38
Tabla 6- Resumen de Potencias Representativas	39
Tabla 7- Cargas representativas Editorial Ecuador.....	40
Tabla 8- Datos Principales de las facturas emitidas por la E.E.Q.S.A. (conceptos ver capítulo 1 literal 1.2)	45
Tabla 9- Factor de corrección en el período estudiado	47
Tabla 10- Datos principales de las facturas emitidas por la E.E.Q.S.A.	49
Tabla 11- Penalizaciones por bajo factor de potencia	55
Tabla 12- Datos Principales de medición de voltajes	58
Tabla 13-Perfil de Voltajes	58
Tabla 14- Variaciones de voltaje con respecto al valor del voltaje	59
Tabla 15. Datos Principales de medición de corriente.....	59
Tabla 16- Datos principales de medición de potencia	60
Tabla 17- Datos principales de medición del factor de potencia.....	62
Tabla 18- Efectos de un bajo factor de potencia en conductores	64

Tabla 19- Penalizaciones por bajo factor de potencia	73
Tabla 20- Resumen del análisis económico al instalar el banco de capacitores	77
Tabla 21- Valores obtenidos con el Registrador de Calidad de Potencia (Fluke)	80
Tabla 22- Especificaciones Técnicas de Lámparas	93
Tabla 23- Tipos de Lámparas	93
Tabla 24- Iluminación	94
Tabla 25- Nivel de Iluminación Actual en Lux	95
Tabla 26- Área de Revisión de Calidad.....	97
Tabla 27- Rediseño de Área de Revisión de Calidad	98
Tabla 28- Valor Despreciativo correspondiente a iluminación	99
Tabla 29- Resumen del análisis económico al instalar el nuevo sistema de iluminación	102
Tabla 30- Valores de placa y valores medidos en las cargas representativas	103
Tabla 31- Potencia y porcentaje de carga de motores instalados y de alta eficiencia	107
Tabla 32- Resultados de la potencia de entrada de los motores eficientes	109
Tabla 33- Costos por energía y por demanda de motores estándar y eficientes	112
Tabla 34- Resultado del estudio económico de los motores con una tasa de actualización del 4%.....	116
Tabla 35- Resumen del análisis económico para implementar sistema de medición y control inteligente.....	122

ÍNDICES DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Participación de clientes en Ventas 2010	20
Ilustración 2 - Proveedores	21
Ilustración 3- Ubicación.....	21
Ilustración 4- Estructura Organizacional	23
Ilustración 5- Flujo del procedimiento de Imprenta.....	29
Ilustración 6- Áreas de Editorial Ecuador Cia. Ltda.....	32
Ilustración 7- Planta Baja.....	33
Ilustración 8- Potencia Instalada	38
Ilustración 9- Resumen de Potencias Representativas	39
Ilustración 10- Demanda normal y horas pico.....	46
Ilustración 11- Demanda Facturada.....	48
Ilustración 12- Consumo de Energía Activa	50
Ilustración 13- Promedio de Consumo Mensual	51
Ilustración 14 - Curva de carga de una semana de la Editorial Ecuador	52
Ilustración 15- Curva de carga de un día normal Editorial Ecuador	53
Ilustración 16- Factor de Potencia	54
Ilustración 17- Registrador de calidad de potencia: modelo 1744,. Fluke	56
Ilustración 18- Medición de parámetros eléctricos en el transformador.....	57
Ilustración 19- Curva de Corriente	60
Ilustración 20- Curva de potencia.....	61
Ilustración 21- Factor de Potencia	62
Ilustración 22- Capacidad de los transformadores en función del factor de potencia	65

Ilustración 23- Tipos de instalaciones de banco de capacitores	70
Ilustración 24- Distorsión Armónica (THD)	78
Ilustración 25- Curva de Flicker PST	79
Ilustración 26- Lámpara incandescente	84
Ilustración 27- Lámpara de vapor de sodio de baja y alta presión respectivamente	87
Ilustración 28- Lámpara de vapor de mercurio	87
Ilustración 29- Lámpara de Luz Mixta	88
Ilustración 30- Lámparas con Halogenuros	89
Ilustración 31- Lámpara fluorescente	89
Ilustración 32- Medidor ION	117
Ilustración 33- Aplicaciones de Medidor ION	118
Ilustración 34- Software de medidor ION	118

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1- Factor de Potencia	8
Ecuación 2- Factor de corrección.....	11
Ecuación 3- Variación de Consumo.....	49
Ecuación 4- Factor de Potencia	63
Ecuación 5- Intensidad de Corriente	64
Ecuación 6- Factor de Potencia	65
Ecuación 7- Pérdida de Potencia	65
Ecuación 8- Pérdida de Potencia	66
Ecuación 9-Variación de voltaje	66
Ecuación 10- Valor del banco de capacitores	71
Ecuación 11- Valor de Potencia Aparente	71
Ecuación 12- Valor de potencia Aparente Ahorrada	72
Ecuación 13- Factor de penalización por bajo factor de potencia	72
Ecuación 14- Retorno en la inversión.....	74
Ecuación 15- Valor Actual Neto.....	76
Ecuación 16- Índice de severidad de flicker de corta duración.	79
Ecuación 17- Flujo luminoso	92
Ecuación 18- Valor Actual Neto.....	101
Ecuación 19- Porcentaje de Carga	104

Introducción

La electricidad es una de las formas de energía de mayor consumo, de tal forma que su costo sobre todos y cada uno de los sectores de la industria, servicios y a la propia economía doméstica. A partir de este hecho es fácil deducir que cualquier acción que tienda a su uso eficiente repercutirá sobre la economía de los sectores implicados.

La electricidad tiene un gran inconveniente respecto a otros tipos de energía y es que no permite su almacenamiento en cantidades significativas, lo cual implica que hay que generarla, transportarla, y distribuirla, en el preciso momento de su utilización. Esto obliga a dimensionar las instalaciones para prever la demanda máxima y por consiguiente implica la infrautilización de tales instalaciones en los momentos de menor demanda. Un aspecto fundamental para el ahorro de energía eléctrica estriba en generar, transportar y distribuir en todo momento solo la energía útil (activa), compensando en las cargas y en la transmisión la energía inducida y/o capacitiva (Reactiva).

Justificación

Este proyecto corresponde a la necesidad de que las empresas modernas adopten políticas efectivas de consumo eléctrico y puedan conseguir costos óptimos de producción.

La mejora de la eficiencia eléctrica en los procesos suele ir asociada con algún tipo de innovación en el propio proceso, la maquinaria, el producto elaborado o los procedimientos de trabajo. En estos casos los ahorros de energía eléctrica podían ser beneficiosos, aunque como contrapartida la empresa debería invertir para lograr este fin.

El uso eficiente de energía eléctrica permite a las empresas alcanzar mayor productividad. Por ello, el conocimiento de cómo la empresa contrata su energía, como la consume en sus procesos y cuanto representa en sus costos es el origen del desarrollo de esta tesis.

Objetivo General

Realizar la auditoria eléctrica, a partir de lo cual, se propondrán acciones que, reduzcan el consumo de energía eléctrica y la facturación de electricidad, además de soluciones a ser aplicadas en los procesos de producción, con el fin de que la empresa mejore su economía y productividad.

Objetivos Específicos

- i. Realizar el levantamiento de las instalaciones eléctricas para determinar las condiciones actuales de operación del sistema eléctrico y realizar una comparación de calidad de servicio eléctrico con la regulación No CONELEC 004/01.
- ii. Determinar mediante mediciones periódicas de 10 minutos durante 7 días continuos en las cargas eléctricas correspondientes a tableros de distribución y acometida expresa de baja tensión, y observar el comportamiento de la curva característica de carga diaria.
- iii. Proponer a la empresa oportunidades de ahorro de energía eléctrica basada en las evaluaciones de instalaciones eléctricas, funcionamiento eléctrico y mecánico de las máquinas, procesos de producción y resultados de esta auditoría.
- iv. Presentar conclusiones y recomendaciones.

Alcance

El presente proyecto tiene como alcance:

- Conocer el estado eléctrico de la EDITORIAL ECUADOR.
- Realizar mediciones de parámetros eléctricos en la cámara de transformación y cargas representativas.
- Analizar el pliego tarifario de la EEQ S.A. que rige a la EDITORIAL ECUADOR.
- Dar propuestas de mejoramiento eléctrico y mecánico que puedan ser implementadas por la EDITORIAL ECUADOR.
- Se realizara una auditoria preliminar.

- Se realizara un plan de uso eficiente de la energía eléctrica en sus diferentes procesos.

Hipótesis

La empresa Editorial Ecuador S.A. necesita de una auditoria eléctrica para determinar en qué medida el uso de la energía eléctrica es óptimo. Algunas máquinas eléctricas pueden estar subutilizadas provocando pérdidas económicas a la empresa.

Ciertos conductores y barras están sub dimensionados ocasionando caídas de voltaje excesivas en los circuitos.

El factor de potencia de la planta deberá ser corregido para mejorar niveles de voltaje y evitar penalizaciones de parte de la E.E.Q.S.A.

Existen variaciones de tensión, deformación de la onda sinusoidal y variaciones de frecuencia que afectan la calidad del suministro eléctrico.

CAPITULO 1. (AUDITORIA ELECTRICA)

Este capítulo es una revisión de aspectos generales y de la literatura para estudiar los principales conceptos y teoría importante en lo que respecta a auditorias eléctricas.

CAPITULO 2. (DESCRIPCIÓN DE LA EDITORIAL ECUADOR)

En este capítulo se representa la información general de la empresa, diagramas esquemáticos de ubicación y datos eléctricos generales de la empresa, además de la descripción del pliego tarifario.

CAPITULO 3. (LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO DE LA EDITORIAL ECUADOR)

El levantamiento eléctrico consiste en realizar un inventario de los tableros de distribución, las cargas eléctricas y toma de datos de placa de las maquinas existentes en la empresa, también se representaran diagramas unifilares.

CAPITULO 4. (ANALISIS DE DATOS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO)

Comprende el análisis de datos obtenidos para proponer mejoras en los sistemas eléctricos, mediante la evaluación económica.

CAPITULO 5. (CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES)

Finalmente en este capítulo se presenta conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos en la empresa.

CAPITULO 1

1. AUDITORIA ELÉCTRICA

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 MEDICIONES ELÉCTRICAS

La medición de parámetros eléctricos es necesaria para que el personal técnico conozca el estado del sistema eléctrico, para poder controlar la calidad del suministro, cuantificar la energía consumida y controlar los picos de consumo.

Un aspecto esencial para poder estudiar cualquier red eléctrica, es el de disponer de instrumentos capaces de medir y registrar los principales parámetros de la misma.

Para realizar las mediciones eléctricas, es preciso determinar los instrumentos que se van a utilizar y seguir un orden lógico en las mediciones.

Es recomendable que las mismas se realicen en forma directa y cuando no sea posible, o por conveniencia, realizar éstas en forma indirecta.

Forma directa: Cuando se realiza en los bornes de conexión de la carga y/o del equipo.

Forma indirecta: Cuando no se tiene acceso a los bornes de la carga y/o del equipo, y hay que hacerlo en tableros desde donde toman su alimentación.

Las mediciones pueden ser hechas con equipos fijos y/o portátiles dependiendo del tiempo disponible, la importancia de la carga, el espacio físico disponible y la forma de operación de la máquina o del equipo (permanente o intermitente).

1.1.2 PARÁMETROS ELÉCTRICOS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

En la tabla 1.1 se presenta un resumen de los parámetros eléctricos, unidades y los equipos que se utilizan para medir dichas variables.

Tabla 1 – Resumen de mediciones eléctricas

PARÁMETROS	UNIDADES	EQUIPOS
TENSIÓN	V, kV	Voltímetro
INTENSIDAD	A, ka	Amperímetro
RESISTENCIA	Ohmio	Ohmetro, Megher
FACTOR DE POTENCIA	p.u.	Cosfímetro
POTENCIA ACTIVA	W, kW, MW	Vatímetro
POTENCIA REACTIVA	VAR, kVAR, MVAR	Varímetros
ENERGÍA ACTIVA	WH, kWH, MWH	Contador de energía activa
FRECUENCIA	Hz	Frecuencímetros
ILUMINACIÓN	LUX	Luxómetro
FLICKER	%	Flickermetro
ARMONICOS	% de onda fundamental	Analizador de armónicos

1.1.2.1 MEDICIÓN DE CORRIENTE ELÉCTRICA

La corriente eléctrica es la medida del flujo de electrones por un conductor, se mide utilizando un Amperímetro. Hay varios tipos de amperímetros disponibles. Los más comunes son el amperímetro de gancho y el registrador de corriente.

Amperímetro de Gancho o pinza.- Es un instrumentó portátil que da una lectura directa de la corriente que circula a través de un conductor.

Las pinzas amperimétricas representan el instrumento idóneo para la medición de corriente en forma rápida, sencilla y eficaz en conductores activos, sin necesidad de desconectar el circuito.

Por otro lado las pinzas de medida cada vez cuentan con más funciones añadidas, tales como medición de voltaje, resistencia, frecuencia, factor de potencia, etc.

Registrador de corriente.- Es un equipo que muestra los valores medidos y los presenta en forma gráfica en un período de tiempo. Estos valores pueden ser almacenados en la memoria del equipo o en un computador mediante un software propio del registrador.

1.1.2.2 MEDICIÓN DE VOLTAJE

Es el valor de voltaje que registra un equipo de medición analógico o digital y que corresponde a la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de los valores instantáneos. El voltaje es de gran importancia en el desarrollo de la auditoria eléctrica, debe ser medido para asegurarse que su valor sea constante y adecuado para los equipos.

El instrumento utilizado para medir voltaje es el Voltímetro, en algunos casos el voltaje es medido en combinación con amperaje y/o resistencia en un dispositivo llamado multímetro. Un multímetro digital, puede ser usado para mediciones de voltaje (utilizando accesorios y seleccionando la escala correcta de voltaje).

El instrumento se utiliza conectando los terminales en los puntos a medir. El voltaje se lee directamente de la escala apropiada del instrumento.

1.1.4.3 MEDICIÓN DE POTENCIA Y ENERGÍA

Para determinar directamente la potencia consumida por uno o varios equipos se utiliza el Watímetro.

El registrador de corriente o el amperímetro de gancho puede también ser usado para determinar indirectamente la potencia consumida.

El Watímetro es un medidor de potencia eléctrica y necesita para realizar la medición señales de voltaje y corriente. Existen watímetros que muestran la medida en forma de gráficos.

Los contadores de energía eléctrica sirven para determinar la energía activa en kWh y la aparente en kVAh entregada por un generador y absorbida por un consumidor.

1.1.4.4 MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

La medición del factor de potencia se realiza mediante el coasfímetro. Físicamente este medidor es similar al vatímetro. El medidor de factor de potencia tiene parte del mecanismo del vatímetro; en el caso de medición trifásica se compone de un transductor de corriente y tres terminales de tipo pinza, además tiene un panel para lectura directa.

Cuando se encuentra un gran desbalance en la corriente de fase, deben hacerse mediciones adicionales del factor de potencia en cada fase. El factor de potencia en el sistema trifásico se computa tomando el promedio de éste en relación con la corriente de fase, como indica en la ecuación (1.1)

Ecuación 1- Factor de Potencia

$$\text{factor de potencia trifásico} = \frac{(I_1 * FP_1) + (I_2 * FP_2) + (I_3 * FP_3)}{I_1 + I_2 + I_3} \quad (1.1)$$

Donde

I = amperaje en cada fase

FP = factor de potencia en cada fase

1.1.4.5 MEDICIÓN CON ANALIZADORES DE REDES ELÉCTRICAS

Son los equipos más adecuados para la ejecución de Auditorías Eléctricas ya que se pueden medir diversas variables eléctricas como: voltaje, corriente, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, armónicos, valores máximos y mínimos etc. Todas estas medidas dependen de la precisión y generalmente del costo del equipo.

Estos equipos permiten registrar los datos por periodos de tiempo, además capturar ondas mediante software y guardar un historial de las mediciones realizadas.

El analizador necesita de señales de voltaje y corriente para obtener los parámetros eléctricos antes mencionados.

1.2 PLANILLAS Y FACTURACIÓN

1.2.1 DEFINICIONES IMPORTANTES

Consumo

Es la potencia consumida en un periodo de tiempo y expresada en kWh.

Consumidor

Persona natural o jurídica, que acredite dominio sobre una instalación que recibe es servicio eléctrico debidamente autorizado por el Distribuidor, dentro del área de la Concesión. Incluye al Consumidor final y al Gran Consumidor.

Demanda

Es la potencia requerida por la planta durante un periodo de medición

Demanda máxima

Es el valor promedio medido más alto de la carga en un mismo periodo de tiempo.

Demanda facturable o demanda contratada

La demanda mensual facturable corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 60% del valor de la máxima demanda de los doce últimos meses incluyendo el mes de facturación

Demanda pico

Es la demanda registrada al consumidor en las horas pico de las empresas eléctricas suministradoras (18h00 – 22h00).

Factor de potencia

Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

Facturación

La facturación a los consumidores se efectuará con la periodicidad mensual, y no podrá ser inferior a 28 días ni exceder los 33 días calendario. No deberá haber más de doce facturaciones anuales; salvo motivos de fuerza mayor que deberán debidamente justificados y puestos en consideración de CONELEC.

Sin embargo, el distribuidor y el consumidor, de así convenir a sus intereses, podrán períodos de facturación distintos.

En caso de que un medidor de un abonado no haya sido leído por alguna causa justificada, la facturación mensual se calculará sobre la base del consumo promedio de los tres últimos meses facturados. Si en dos meses consecutivos no es posible efectuar la medición por causas atribuibles al usuario, la empresa notificará de esta circunstancia, pidiendo dar facilidades para tal medición. En todo caso, la facturación que se realice hasta que se regularice esta situación, seguirá efectuándose siempre con el promedio de consumo de los tres últimos meses facturados.

1.2.2 PLIEGO TARIFARIO

El pliego tarifario contiene: tarifas al consumidor final, tarifas de transmisión, peajes de distribución, tarifas de alumbrado público y las fórmulas de reajuste correspondientes.

Pliego tarifario aplicado al la Editorial Ecuador S.A.: Tarifa Industrial con registrador de demanda horaria (Anexo 1).

Esta tarifa aplicará a los consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, demanda media y de base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de la noche (22h00 hasta las 07h00).

El consumidor deberá pagar los siguientes cargos:

- a) Un cargo por comercialización, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda, expresado en US\$/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, afectado por un factor de corrección.
- c) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de demanda media y de punta (07h00 hasta las 22h00), que corresponde al cargo por energía de la tarifa del numeral anterior.
- d) Un cargo por energía expresado en US\$/kWh, en función de la energía consumida, en el período de base (22h00 hasta las 07h00), que corresponde al cargo por energía del literal anterior disminuido en el 20%.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00) y la demanda máxima mensual del consumidor, al cargo por demanda aplicado a estos consumidores deberá ser ajustado mediante el factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:

Ecuación 2- Factor de corrección

$FC = DP/DM$, donde:

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

En ningún caso el factor de corrección (FC), deberá ser menor que 0.60.

- e) Cargos por bajo factor de potencia

Para aquellos consumidores con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0.92, el Distribuidor aplicará los

cargos establecidos en el Reglamentó de Tarifas, en concepto de Cargos por bajo factor de potencia.

1.3 AUDITORÍA ELÉCTRICA

1.3.1 CONCEPTO

Se denomina Auditoria Eléctrica a la recolección y tabulación de datos y parámetros eléctricos de una empresa, con el propósito de conocer la situación eléctrica de la planta, y determinar la posibilidad de ahorrar energía eléctrica mediante el uso eficiente de ésta.

1.3.1.1 AUDITORÍA ELÉCTRICA PRELIMINAR

Es esencialmente una recolección preliminar de información y análisis. Consiste de dos partes: La auditoría de la administración o manejo de la energía eléctrica y el análisis técnico del sistema eléctrico.

El análisis técnico utiliza solo datos disponibles y es completada sin instrumentación sofisticada. La Auditoria es conducida en un periodo muy corto de tiempo, durante el cual el auditor obtiene información importante ya sea escrita, oral o visual que puede llevarlo a una rápida diagnosis de la situación eléctrica de la planta. Se pone énfasis en identificar fuentes obvias de posible mejoramiento en el uso de la energía. Un ejemplo de ello constituye el uso de motores eficientes, balanceo de fases, buen dimensionamiento de los conductores. El típico resultado de la auditoria eléctrica preliminar es un conjunto de recomendaciones de bajo costo y acción inmediata, y generalmente también una recomendación de un análisis más profundo de la situación eléctrica de la planta.

1.3.1.2 AUDITORÍA ELÉCTRICA DETALLADA

Se realiza mediante medidores de los parámetros eléctricos utilizando instrumentos de medida como pinzas de última tecnología y analizadores de redes, en caso de requerir el registro de las mediciones. A esto le sigue un análisis detallado de la situación eléctrica de la planta. Todas las mediciones se realizan mientras la empresa trabaja normalmente.

Las pruebas que se deben desarrollar y la instrumentación requerida, depende del tipo de industria, objetivos, alcances y fondos para la ejecución de la auditoría.

1.3.2 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA ELÉCTRICA

El procedimiento que se muestra a continuación ofrece información general sobre un programa de auditoría eléctrica, el mismo que determina el uso eficiente de energía y reducción de los costos relacionados con la misma. En una Auditoría Eléctrica, se recolecta y analiza información como datos de placa y manuales de las máquinas, planillas de la empresa distribuidora de energía eléctrica. El auditor debe, igualmente, usar sus conocimientos y sus criterios cuando recoja e interprete los datos relacionados al uso de energía. Los pasos principales se describen a continuación.

Paso 1. Revisar programa de uso eficiente de energía eléctrica.

El primer paso consiste en revisar el programa existente, si lo hubiera, y verificar si los resultados obtenidos son los esperados por la empresa, caso contrario el auditor eléctrico podrá proponer los cambios que crea necesario.

Paso 2. Iniciar la Auditoría Eléctrica.

Si una auditoría eléctrica no a sido efectuada con anterioridad, la misma deberá hacerse a continuación del paso 1 o revisar la documentación existente al respecto para realizar el estudio.

Paso 3. Análisis de las planillas de pago por conceptos de servicio eléctrico .

Para analizar la correcta aplicación del pliego tarifario vigente, es necesario conocer qué tipo de tarifa se aplica a la empresa en la que se va a realizar la auditoría eléctrica y además examinar las facturas de pago por concepto del servicio eléctrico.

Es importante que el auditor capacite al personal técnico en la forma de interpretar los diferentes rubros que constan dentro de la factura de la empresa distribuidora.

Paso 4. Levantamiento de la información de toda la carga instalada.

Se levanta la información de datos de placa de todos los equipos eléctricos que tienen la planta tales como: equipos de oficina, sistemas de iluminación, equipos utilizados en talleres, etc. La recolección de estos datos debe estar en forma ordenada y detallada.

Además de las cargas se deben tomar datos de la distribución del sistema eléctrico con sus respectivos componentes que son: transformador de distribución, tableros principales, subtableros, circuitos de distribución, etc. Estos elementos deben estar registrados con sus respectivos diagramas.

Paso 5. Mediciones en los elementos principales del Sistema Eléctrico Operativo.

Con la información del paso anterior se puede identificar los principales consumidores de energía eléctrica, a estos elementos se les debe realizar las respectivas mediciones obteniendo datos de voltaje, corriente, potencia activa, reactiva, factor de potencia, estas características de operación permitirán la evaluación de la eficiencia de estos equipos.

También se deben realizar mediciones a la cámara de transformación, de existir; caso contrario a los tableros principales cuyos datos de demanda máxima, curvas de carga, consumo, factor de potencia, voltaje en las líneas, corriente en las líneas, potencia activa, reactiva, aparente, ayuden a determinar el comportamiento del sistema y sus posibles mejoras.

Es necesario también realizar mediciones que permitan evaluar los niveles de iluminación en todos los ambientes de la planta.

Paso 6. Análisis técnico

Con los datos obtenidos en los levantamientos de las cargas instaladas, las mediciones realizadas, el valor calculado y mediante la contratación de estos resultados se determina si las máquinas están trabajando eficientemente.

Paso 7. Identificación del estudio económico de las oportunidades de ahorro de la Energía Eléctrica.

Las oportunidades de ahorro de energía eléctrica son el resultado del análisis técnico, el objetivo de éste es disminuir el consumo sin bajar el nivel de producción. Esto se puede lograr aplicando dos tipos de medidas que son:

Medidas a corto plazo o también llamadas de operación y mantenimiento, las cuales son aplicadas rápidamente y con baja inversión.

Medidas a mediano y largo plazo o también llamadas intensivas, son las que necesitan de capital para su implementación, el tiempo de recuperación de inversión hace que sea atractiva o no la implementación de estas propuestas.

Paso 8. Desarrollar un informe final y un plan de implementación.

El auditor no está autorizado para implementar las oportunidades de uso eficiente de la energía eléctrica a corto, mediano o largo plazo identificadas anteriormente, por lo que es indispensable que elabore un informe del estudio, para que las autoridades correspondientes de la planta analicen y tomen las respectivas decisiones de implementación.

En resumen el auditor debe entregar la información recopilada junto con los procedimientos utilizados, en este se debe incluir las recomendaciones para mejorar la eficiencia del consumo de energía eléctrica basados en datos y análisis.

CAPÍTULO II

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EDITORIAL ECUADOR.

2.1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

En 1983 el señor Fausto Bucheli T. toma la iniciativa de crear una empresa unipersonal dedicada a la industria gráfica. En 1986 EDITORIAL ECUADOR se conforma como Compañía Limitada con la intención de darle un giro a la empresa. Esto fue con motivo de intentar modernizar la empresa gerencialmente, previendo la competencia que se venía y para estar preparados. El objetivo principal de este cambio, fue darle un giro total a la forma de administrar y para ser manejada por personas calificadas sin importar que fueran o no de la familia. Pero desde hace 26 años la empresa es dirigida por sus herederos. Su principal línea de productos es la impresión de textos, algunos exentos de IVA y otros que incluyen IVA, producto considerado principal para la empresa

Actualmente se encuentra a cargo de sus herederos, consta de 30 obreros distribuidos de la siguiente manera: 12 en el proceso de prensa, 2 en pre prensa, 1 en acabados y 6 personas administrativas que son Presidente, Gerente General, Sub Gerente, Contador, Auxiliar de contabilidad y recepcionista.

El señor Javier Bucheli M. Gerente General es quien se encuentra a cargo de la Editorial desde hace 26 años, tiempo en el cual ha logrado focalizar a 25 clientes y un promedio de 10 acontecimientos que han hecho que la empresa obtenga ventajas competitivas en el mercado.

Los obreros laboran en dos turnos de doce horas cada uno de lunes a viernes; hace tres años la empresa obtuvo la Certificación ISO 9001:2001 debido a que la empresa cuenta con todas las normas de seguridad industrial como son el permiso de funcionamiento de los bomberos, el permiso del medio ambiente otorgado por el Municipio de la ciudad. A demás de contar con todos los requisitos comerciales para su giro de negocio como es el RUC, la Constitución de la

empresa registrada en la Superintendencia de Compañías y sus obligaciones con el IESS.

El proceso de producción de EDITORIAL ECUADOR CIA. LTDA es realizado con mucho cuidado y calidad, cada persona que forma parte de la producción es responsable del trabajo en su área, para lo cual cuenta con mano de obra especializada gracias al interés que presta la empresa en capacitar al personal constantemente. Para la producción, la maquinaria y materia prima son importadas.

La calidad que brinda la Editorial Ecuador es de suma importancia para los clientes, para lo cual la empresa realiza un control de calidad en cada producción que realizan, control que lo realizan mediante la revisión de cada libro para determinar si se encuentra correcto, en el caso de presentarse alguna imperfección, el producto es desechado.

El papel utilizado para la impresión de textos tiene un proceso de calidad superior al igual que las cajas en donde se empacan los textos. La tinta que se ocupa en la impresión es importada lo cual permite ser reciclable y protege de afecciones al ambiente.

Para que todo el proceso de producción mantenga el nivel de calidad es necesario el buen funcionamiento de las maquinarias por lo que la empresa realiza mantenimientos programados cada año, mantenimiento realizado por técnicos externos y operarios internos de la empresa.

Actual competencia

En el Ecuador la Industria Gráfica tiene un gran crecimiento, dentro de Quito las empresas que más compiten con Editorial Ecuador son:

- **Editorial Mariscal**, es la más grande del país posee una gran inversión en maquinaria y tiene una planta en Quito y otra en Yaruqui la cual le permite ser líder en costos, al encontrarse en zona franca esta exenta de impuestos en insumos.

- **Maxigraf**, esta empresa presenta un inconveniente pues se encuentra con una administración de la AGD, debido a que era del grupo Isaías. La planta de Quito tuvo un siniestro y se encuentra paralizada, por es hecho la planta de Guayaquil trabaja al doble de su producción normal.
- **Grafitex**, se encuentra en ampliación y es líder en precios.
- **Imprenta Don Bosco**, está tomando impulso, puede traer insumos sin impuestos por ser salesianos y los costos de reparación o mantenimiento es casi cero pues tiene su colegio técnico donde forma personal.

Competencia potencial

Barreras de entrada:

- Inversión alta de maquinaria para el proceso de producción, valorada sobre los 2.5 millones de dólares.
- La tecnología aparte de avanzar rápidamente cada vez es más cara.
- La preparación de la gente y el conocimiento o experiencia en producción.
- Crecimiento de la industria manufacturera del 5.33% del segundo trimestre del año 2010 que en comparación al inicio del año fue de 2.95%, por lo cual ya se encuentra saturado por imprentas, editorial o empresas similares.
- La falta de percepción del cliente con respecto a la innovación en trabajos de la industria gráfica sería remplazada por sustitutos satisfaciendo la necesidad que requiere.

Barreras de salida:

- Se convierte en obsoleta la maquinaria que se utiliza y el mercado resistente al momento de vender las mismas para adquirir nueva tecnología, limitando un crecimiento o cambio de la organización.

Clientes

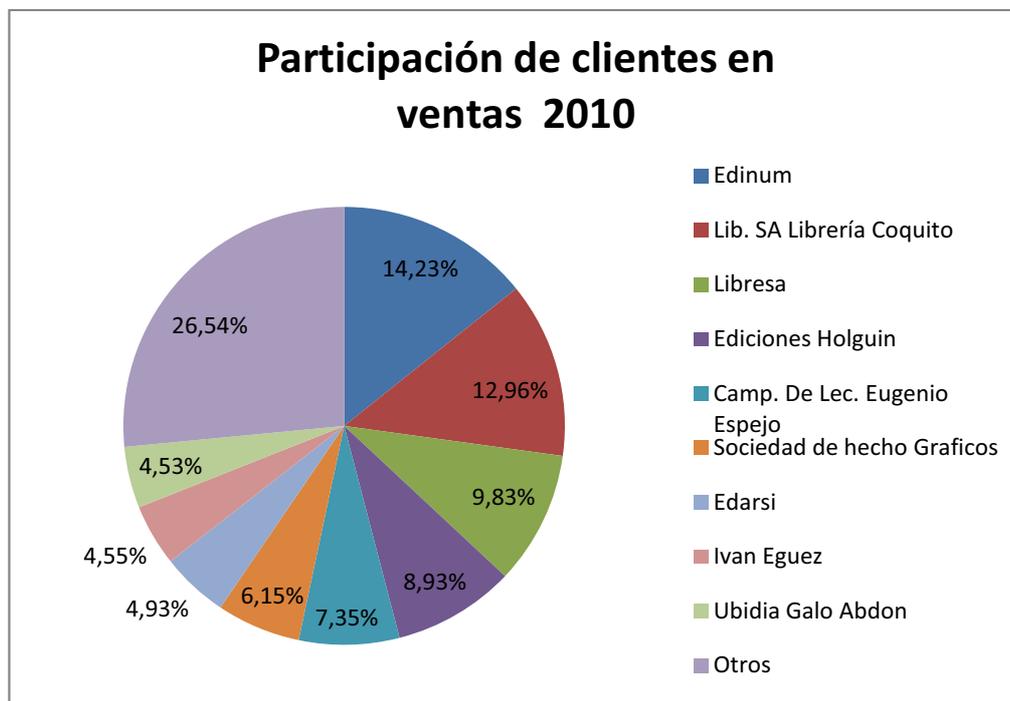
Editorial Ecuador tiene años en el mercado obteniendo una buena cartera de clientes que son muy exigentes y necesitan trabajos de alta calidad y a precios accesibles, con lo que esta empresa a logrado posicionarse, a través de los años de experiencia, con su mano de obra altamente calificada y sus entregas siempre a tiempo.

Sus clientes son 25 fijos, todos relacionados con libros de texto, generales, novelas, etc. Y 10 clientes ocasionales en cada mes como promedio, con todos ellos la empresa Editorial Ecuador tiene el poder de negociación ya que es la que establece los precios, el cliente tiene la opción de escoger fecha de entrega y materia prima.

Tabla 2- Editorial Ecuador Ventas 2010

EDITORIAL ECUADORVENTAS 2010	
CLIENTE	PORCENTAJE
Edinum	14,23
Lib. SA Librería Coquito	12,96
Libresa	9,83
Ediciones Holguin	8,93
Camp. De Lec. Eugenio Espejo	7,35
Sociedad de hecho Gráficos	6,15
Edarsi	4,93
IvánEguez	4,55
Ubidia Galo Abdón	4,53
Otros	26,54

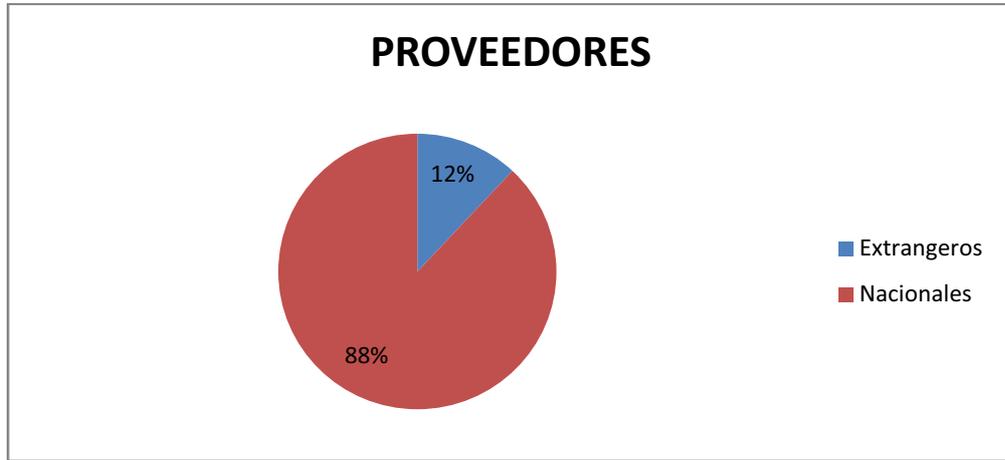
Ilustración 1- Participación de clientes en Ventas 2010



Proveedores

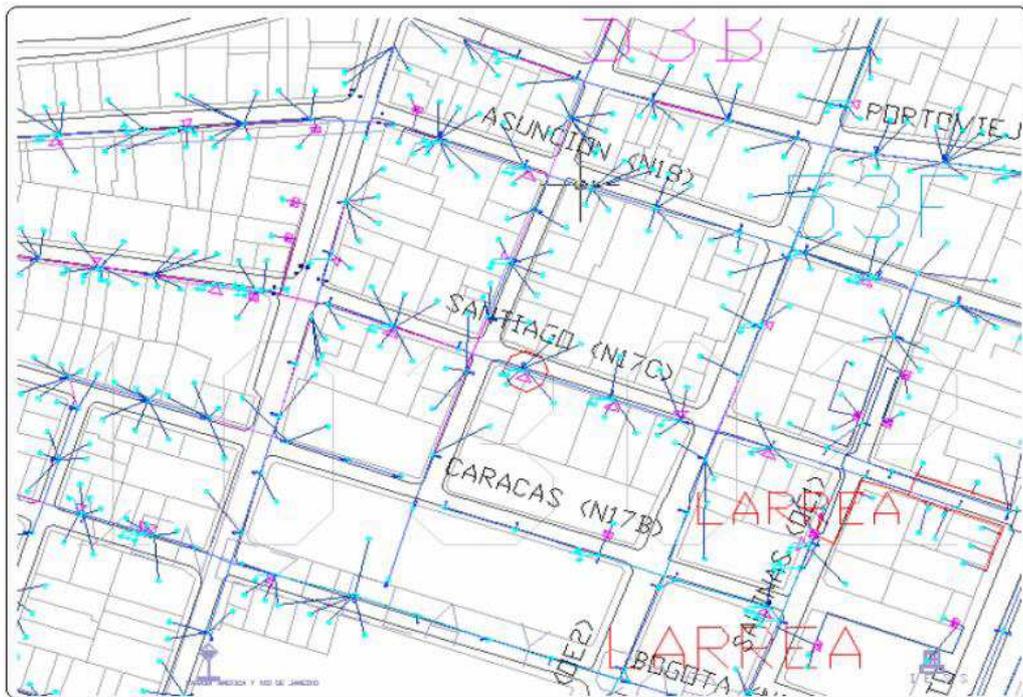
Tiene 15 proveedores de los cuales 2 son extranjeros, el primero EEUU que se encarga de suministros y repuestos y otro de Singapur que se encarga del papel y la cartulina. La empresa posee el poder de negociación ya que la adquisiciones son por volumen y se llega a un acuerdo económica, el periodo de pago es largo y se realiza la planificación según la demanda de los clientes de EDITORIAL ECUADOR, los proveedores deben garantizarnos un stock para evitar cambio de proveedores.

Ilustración 2 - Proveedores



2.1.2 UBICACIÓN

Ilustración 3- Ubicación



2.2 FILOSOFÍA DE LA ORGANIZACIÓN

Misión

Ofrecer credibilidad en el servicio de impresión de textos cumpliendo las normas establecidas en la ISO 9001:2000 garantizando de esta forma seguridad, confianza y puntualidad en la entrega OPORTUNA de los productos.

Visión

Ser una empresa de servicios de impresión líder en el mercado y en continuo crecimiento, con presencia nacional, que se distinga por proporcionar una calidad de servicios excelente a sus clientes.

Valores

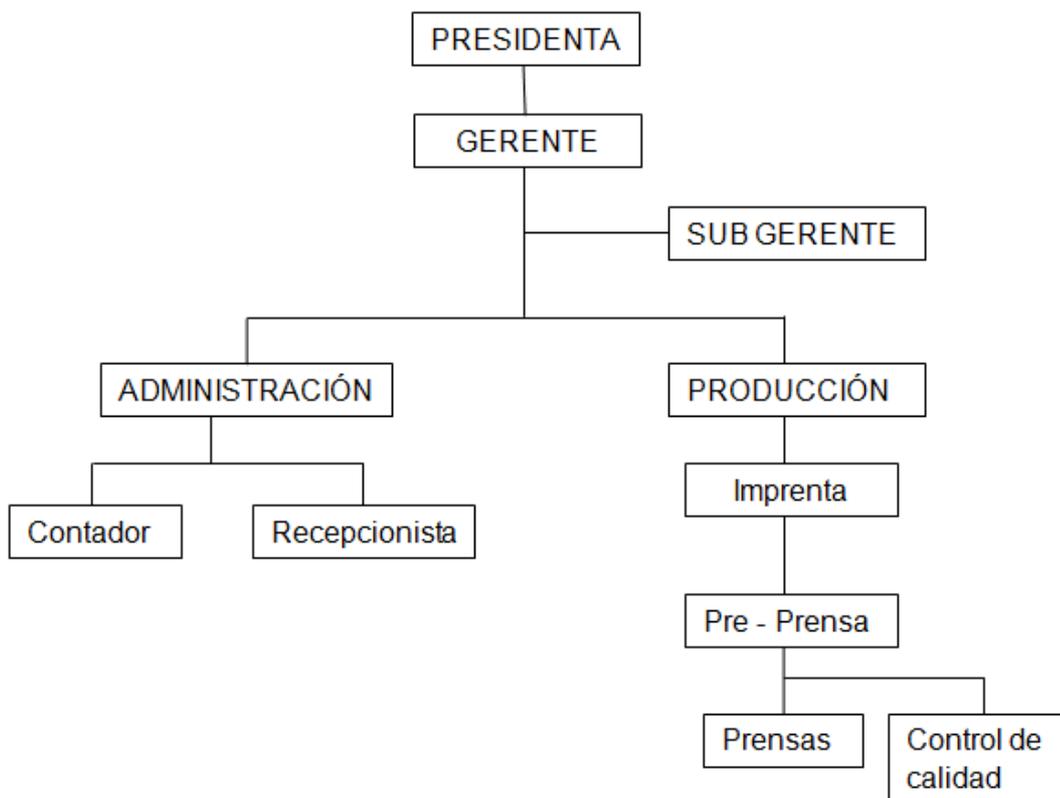
- Integridad, ética y honestidad.
- Salud y Seguridad en el Trabajo.
- Preservación del Medio Ambiente.
- Calidad de los Productos y Servicios.
- Respeto a los clientes, proveedores, colaboradores y comunidad

Objetivos

- Cubrir mayor demanda del mercado, aprovechando el KnowHow del negocio para elevar los niveles de rentabilidad y adquirir mayor posicionamiento en el negocio.
- Aprovechar la demanda del exterior haciendo énfasis en la Calidad del producto en los tiempos de entrega para aumentar el posicionamiento en el mercado exterior.
- Crear políticas de ventas y marketing que fortalezca la producción de la empresa.
- Declarar la filosofía de la empresa para brindar identidad institucional y reducir el riesgo por inversión en marketing de la competencia

2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Ilustración 4- Estructura Organizacional



2.4 PRODUCCIÓN

EDITORIAL ECUADOR fundamenta medir la productividad pues es una excelente forma de evaluar la capacidad de producción realizando un trabajo de calidad para los clientes utilizando adecuadamente los recursos.

A continuación se indica la producción de EDITORIAL ECUADOR, para lo cual se ha tomado en cuenta que diariamente la empresa tiene una media de producción de 5000 libros de 160 páginas con un costo de impresión de USD. 3,20 valor al cual se le añade el 10% de margen de utilidad. En el área de producción trabajan 24 personas, 12 en prensa (Impresión), 2 en Pre- prensa (Doblado y Recogido) y 16 en Acabados, cancelándoles aproximadamente USD 1,34 la hora producida promedio

Productividad = Cant. textos producidos diariamente / Cant. horas diarias

Productividad = 5000 / 8

Productividad = 625 textos por hora producida

Como se puede observar se requiere de 8 horas trabajadas para producir 5000 textos en un día por lo cual el personal trabaja en dos turnos de 8 horas.

Al adquirir nueva maquinaria la producción aumentaría 4 veces más de lo que actualmente se produce en la misma cantidad de horas. La maquinaria tiene un costo de USD 1'600.000.

Productividad = Cant. textos producidos diariamente / Cant. horas diarias

Productividad = 20.000 / 8

Productividad = 2.500 textos por hora producida.

Como se puede observar la producción de textos aumenta considerablemente, causando varios efectos en los costos de producción pues la utilización de estos se reduce.

Producción por horas hombre

Productividad = Cant. textos producidos diariamente / Horas hombre

Productividad = 5.000 / 240 = 20.83 textos por hora hombre

Productividad = Cant. textos producidos diariamente / Horas hombre

Productividad = 20.000 / 240 = 83.33 textos por hora hombre

A continuación se muestra un cuadro de varias productividades obtenidas por los índices de productividad del año 2010 Vs valores proyectados a 5 años.

Tabla 3- Índices de Productividad del año 2010

PRODUCTIVIDAD	ACTUAL	NUEVA MAQUINARIA
Producción anual (und.)	Producción actual *360	Producción nueva *360
Producción diaria (und.)	5.000	Producción actual * 4
Producción horaria (und.)	Producción actual / 8	Producción nueva / 8
Por horas hombre	Producción actual / (30 *8)	Producción nueva / (30 *2)
Por materia prima utilizada	Producción anual / MP UT	Nueva anual / NUE MP UT
Materia prima utilizada	245.105,77	980.423,08

PRODUCTIVIDAD	ACTUAL	NUEVA MAQUINARIA
Producción anual (und.)	1'800.000	7'200.000
Producción diaria (und.)	5.000	20.000
Producción horaria (und.)	625	2.500
Por horas hombre	21	333
Por materia prima utilizada	7,34	7,34

Como se indica en los cuadros anteriores, los incrementos de productividad dependen de variables importantes como son la mano de obra, materia prima, maquinaria, factores que son vitales para mejorar la productividad.

Los responsables de la producción deben enfrentarse a retos y cambios constantes, ya que el entorno físico y social cambia.

2.5 PROCESOS

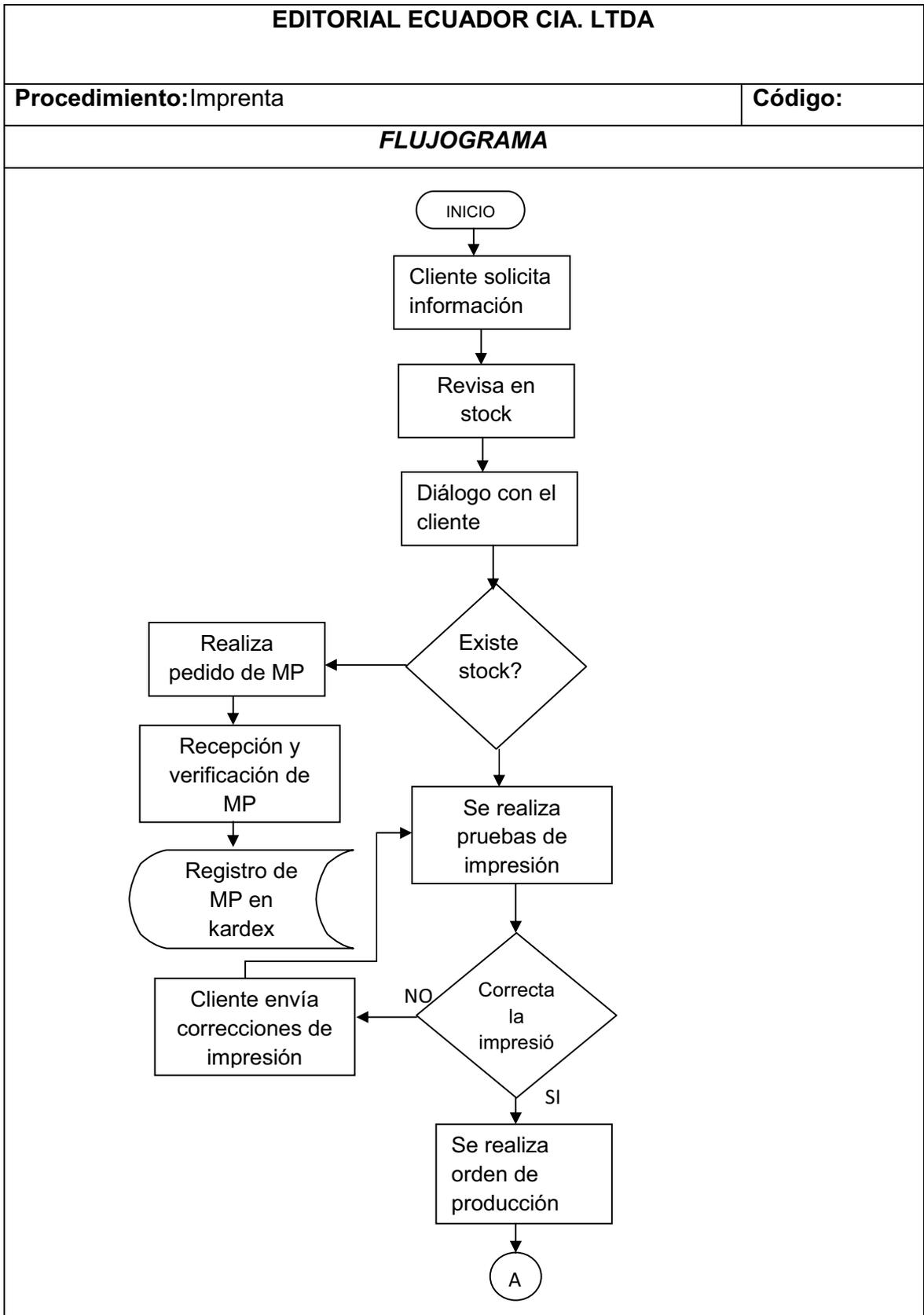
A continuación se presenta el Diagrama y el Flujo correspondiente al área de producción de la empresa.

Tabla 4- Área de Producción de la empresa

EDITORIAL CIA. LTDA		
Procedimiento: Imprenta		Código:
Objetivo: Producir textos de calidad que se ajusten a los requerimientos de los clientes.		
No. Act.	Actividad	Responsable / Observación
1	Cliente solicita información	
2	Revisión de stock	
3	Acuerdo verbal con el cliente analizando sus necesidades con respecto a la impresión del texto o libro.	Gerente General
4	Requisición de materia prima, se realiza pedido de Materia prima al proveedor idóneo	Gerente General
5	Recepción de materia prima, se revisa y verifica que la materia prima esté de acuerdo a lo solicitado para la producción requerida	Bodeguero
6	Almacenamiento en bodega, se registra materia prima en el kardex.	Bodeguero
7	Pruebas de impresión, se realiza pruebas de impresión según el requerimiento del cliente. Si la impresión es de óptima calidad el cliente aprueba, caso contrario el cliente envía correcciones de impresión.	Departamento de Producción
8	Orden de producción, se realiza la orden de producción y requerimientos de material con visto bueno del cliente.	Gerente General

9	Elaboración del machote.	Pre prensa
10	Preparación de papel (Guillotina lineal)	Pre prensa
11	Pruebas de color y armado de película	Pre prensa
12	Fijación de la película en placa de aluminio.	Prensa
13	Preparación de las tintas (Pantone).	Prensa
14	Impresión en Offsset (Prensa).	Prensa
15	Revisión de calidad y espera el secado de la tinta. Si la impresión esta correcta se realiza el doblaje del Machado caso contrario se envía nuevamente a la Impresión en Offset	Prensa
16	Doblaje de Machote.	Prensa
17	Se cose o perfora el texto/libro en maquinaria cosedora.	Prensa
18	Colocación de la pasta al texto (Encuadernación)	Prensa
19	Se corta los excesos de materia prima en Guillotina.	Prensa
20	Se realiza la revisión final de calidad.	Supervisor de planta
21	Almacenamiento de producción	
22	Emisión de factura.	Contabilidad
23	Envió, entrega y realiza cobranza	Mensajero

Ilustración 5- Flujo del procedimiento de Imprenta

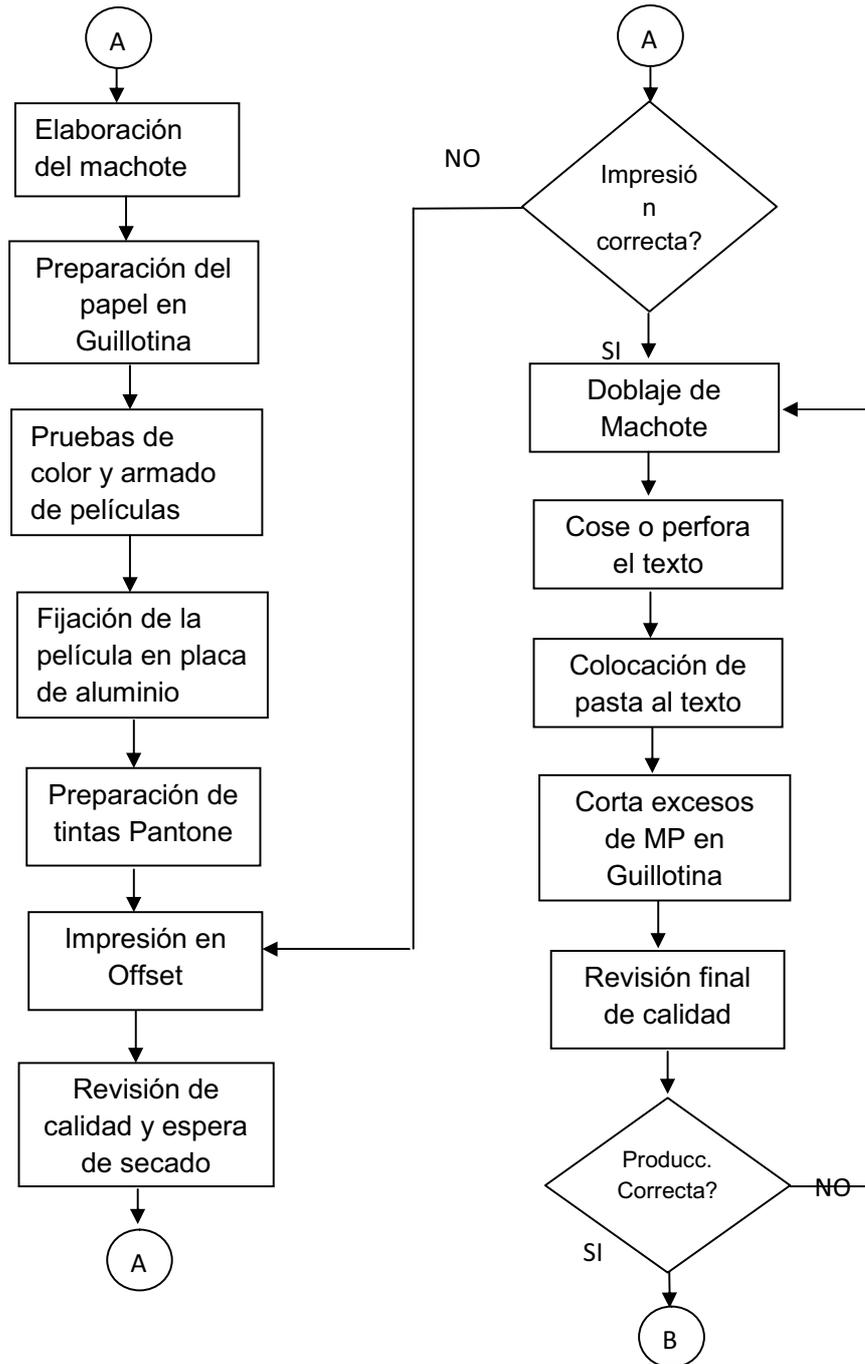


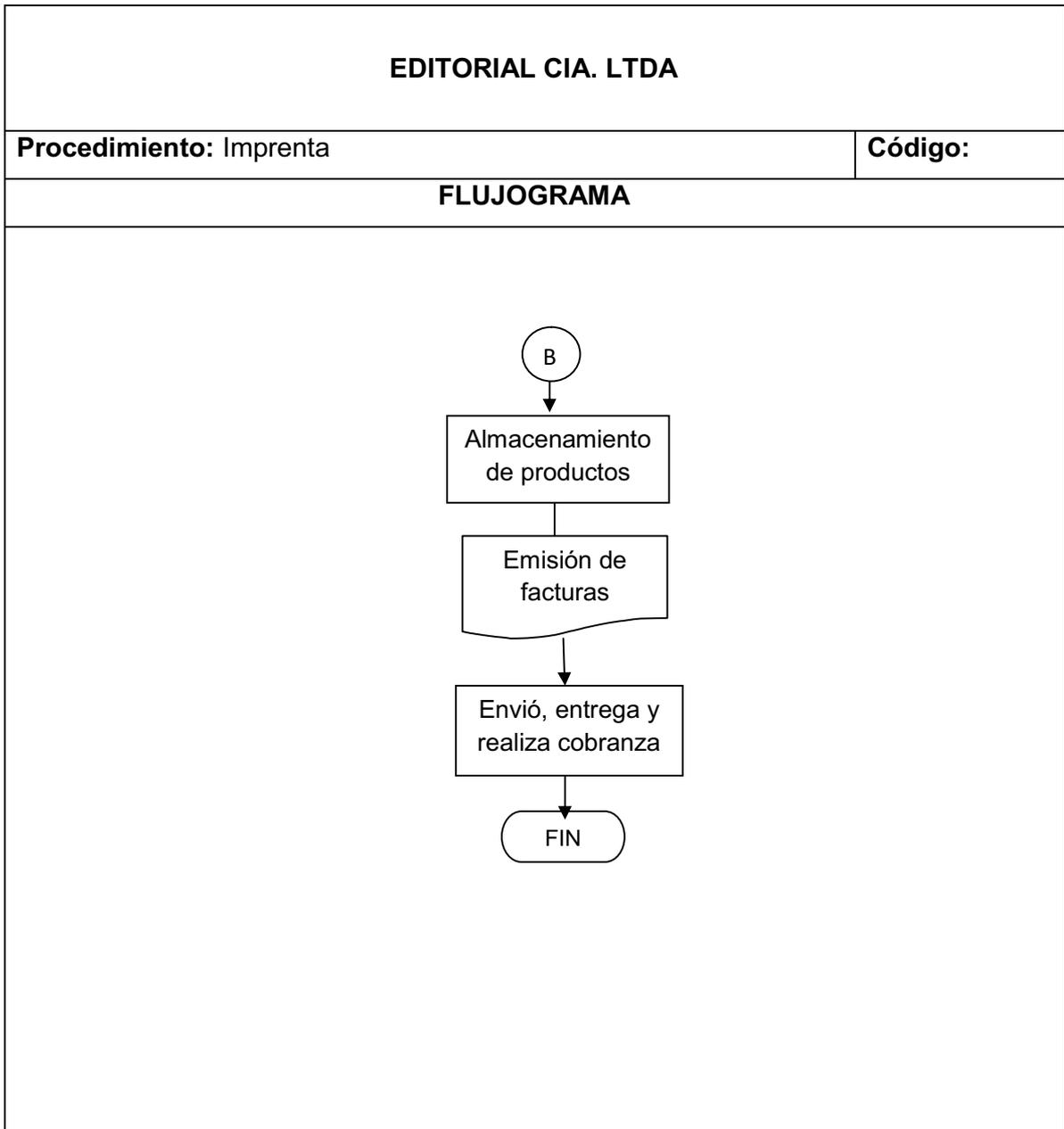
EDITORIAL ECUADOR CIA. LTDA

Procedimiento: Imprenta

Código:

FLUJOGRAMA





ÁREAS QUE DISPONEN

EDITORIAL ECUADOR CIA. LTDA, cuenta con las siguientes áreas como se ilustra a continuación en el gráfico:

Ilustración 6- Áreas de Editorial Ecuador Cia. Ltda.

PLANTA

ALTA

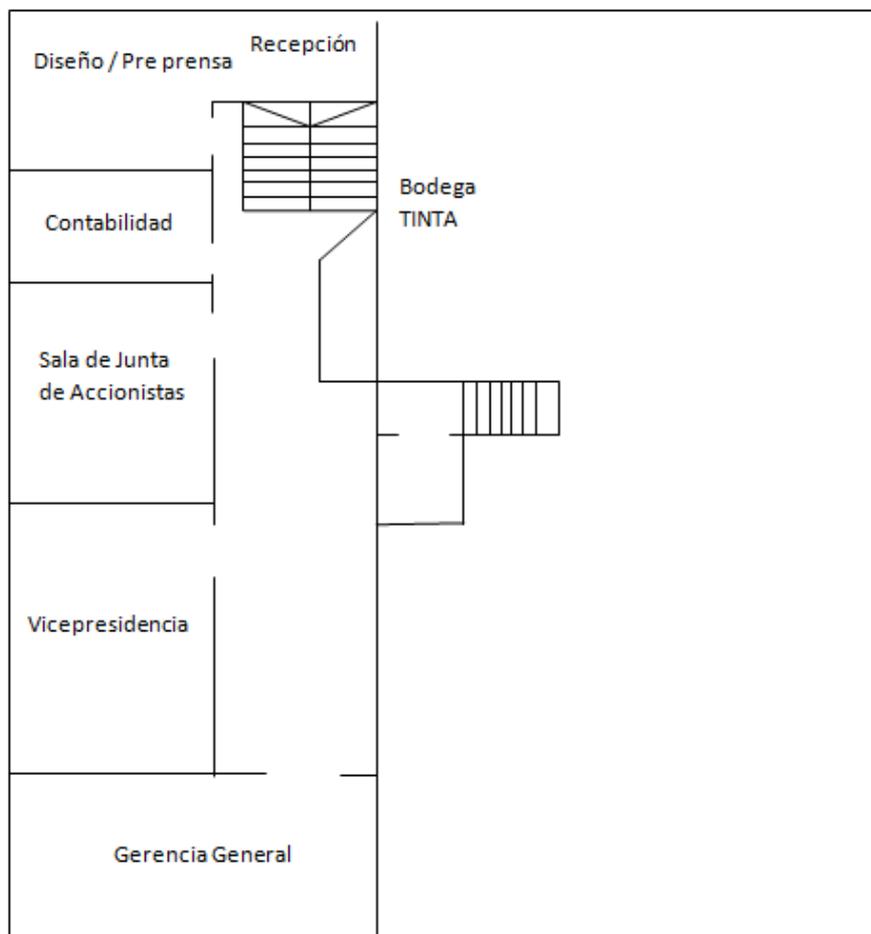
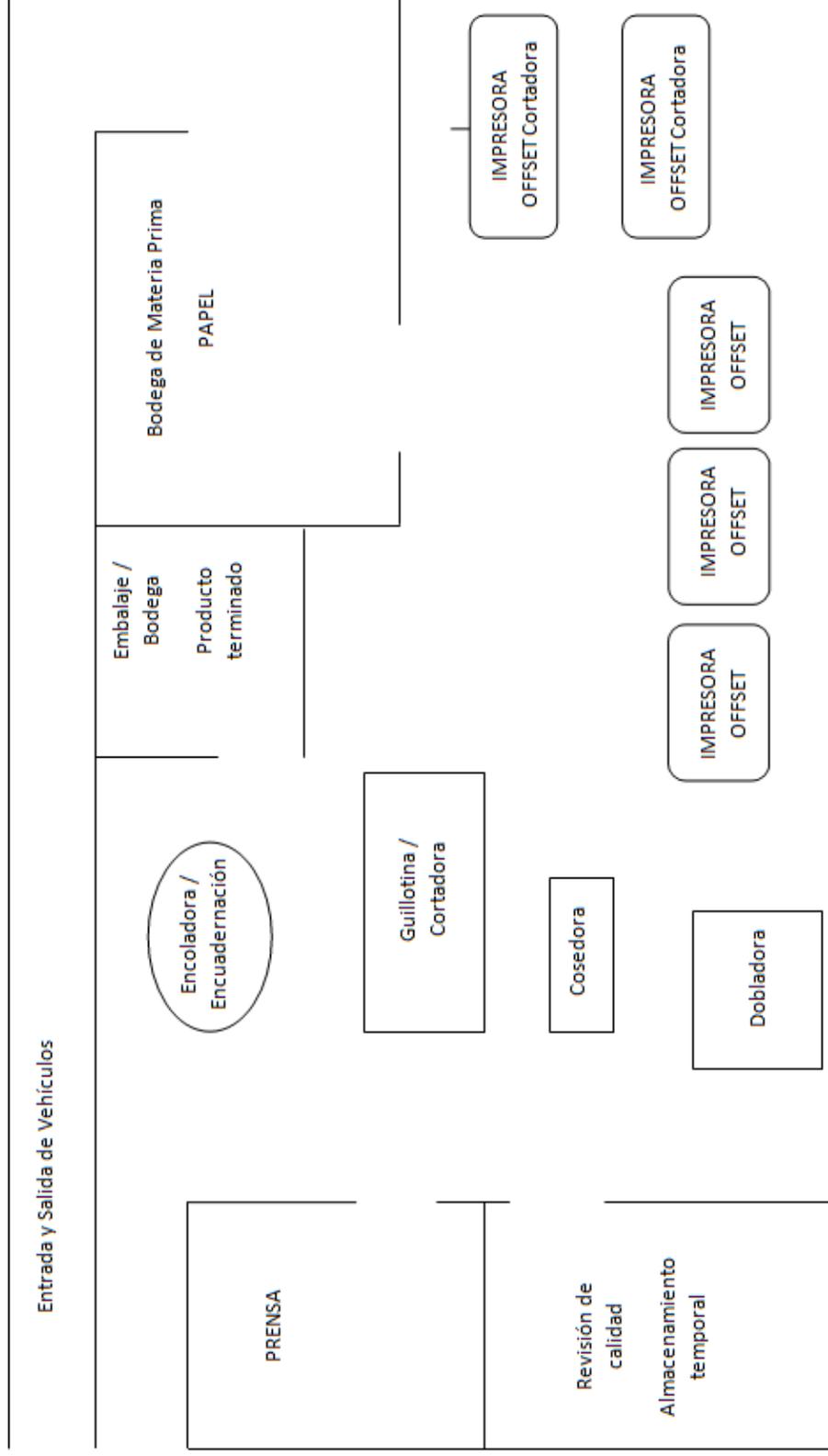


Ilustración 7- Planta Baja

PLANTA BAJA



Encuadernación

Esta área es la encargada de unir las hojas del texto o libro, mediante el empleo del cosido manual o de la máquina. La empresa cuenta con una máquina cosedora quien se encarga de realizar esta función.

Guillotina o cortadora de papel

En esta área se realiza los cortes de hojas de papel apiladas. También se realiza cortes de material blando como son: cartón.

Cosedora

En esta área se cose los libros o textos.

Dobladora

En esta área se encarga de doblar los libros o textos, de acuerdo a las necesidades del cliente.

Área de Offset

En esta área la entrada de la máquina de offset se encarga de introducir el papel en el cuerpo de impresión en la colocación adecuada para la impresión.

Embalaje, Bodega y productos terminados

En esta área se almacena los productos terminados, es decir los textos, se procede a embalar en los cartones para posteriormente entregar al cliente.

Bodega de materia prima

Se almacena toda la materia prima que la empresa requiere para la elaboración de los textos.

Revisión de calidad

Como se puede observar no existen áreas específicas para cada proceso, existen áreas destinadas para la realización de dos actividades pues la empresa ha considerado que existe actividades que se pueden realizar en la misma área de trabajo, optimizando de esta manera la utilización del espacio, equipos y personal, a la vez que reduce el tiempo de traslado de un lugar a otro e incrementa la productividad de cada individuo.

CAPITULO III

3. LEVANTAMIENTO ELECTRICO DE LA EMPRESA EDITORIAL ECUADOR.

Los datos fueron levantados en las instalaciones de la empresa EDITORIAL ECUADOR siguiendo la secuencia lógica del flujo de energía, empezando en el transformador de distribución, panel de control principal y siguiendo la secuencia lógica del flujo de energía. Los datos tomados se presentaran en forma tabulada, esquemática y en diagrama unifilar.

3.1 LEVANTAMIENTO DEL DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar es un plano de las instalaciones eléctricas, el mismo que permite tener un panorama global y claro de la estructura y funcionamiento del sistema de distribución eléctrica de la industria.

Este diagrama se realiza siguiendo la siguiente secuencia: acometida de la Empresa Eléctrica Quito, transformadores de fuerza, transferencias automáticas, banco de condensadores, tableros principales, subtableros y alimentadores con su carga correspondiente. En el levantamiento del mismo es necesario trabajar con el personal de mantenimiento quien guía al auditor a través de la planta, y efectúa desconexiones de circuitos, si es necesario, para comprobar la alimentación a las cargas.

En la empresa no se encontró diagramas unificares, los tableros no tenían identificación del circuito, los conductores no se encontraban señalizados (identificación de fases), el tiempo que tomo realizar el levantamiento del diagrama unifilar fue de 24 horas y el personal requerido, quedando actualizado hasta el mes de enero del 2011, el mismo que se puede ver en el anexo 5.

3.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS DE TABLEROS Y SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION

El levantamiento se realiza tomando datos de los conductores alimentadores, protección principal, sistema de barras de distribución, protecciones de cada carga y conductor alimentación.

A través de la inspección de tableros y subtableros se puede determinar el estado actual de los mismos. La información se recopila en tablas donde se muestra la identificación, protección y detalle sobre sus circuitos, el tiempo empleado fue de 8 horas.

En la inspección se encontró que algunos tableros no tenían la cerradura respectiva, la distribución y tamaño de los tableros no son los adecuados de acuerdo a la cantidad de equipo instalado (esto se debe al crecimiento de la empresa), falta de nomenclatura en protecciones y conductores, mala organización de conductores y falla en funcionamiento de los equipos de medida y señalización.

3.3 LEVANTAMIENTO DE CARGAS

Este proceso se inicia con la recopilación de datos de placa más importantes de los equipos eléctricos de la planta, además la ubicación del equipo, horas de funcionamiento y antigüedad de los mismos.

Para ello se organizó un programa de levantamiento de la información por zonas de trabajo y disponibilidad de tiempo del personal de mantenimiento. El levantamiento se realizó en un tiempo de 24 horas.

Una vez que los datos fueron tomados se procedió a revisar y clasificar las zonas representativas de consumo de energía eléctrica, conjuntamente con la colaboración del departamento de mantenimiento de la empresa quienes conocen en detalle a los equipos y sistemas.

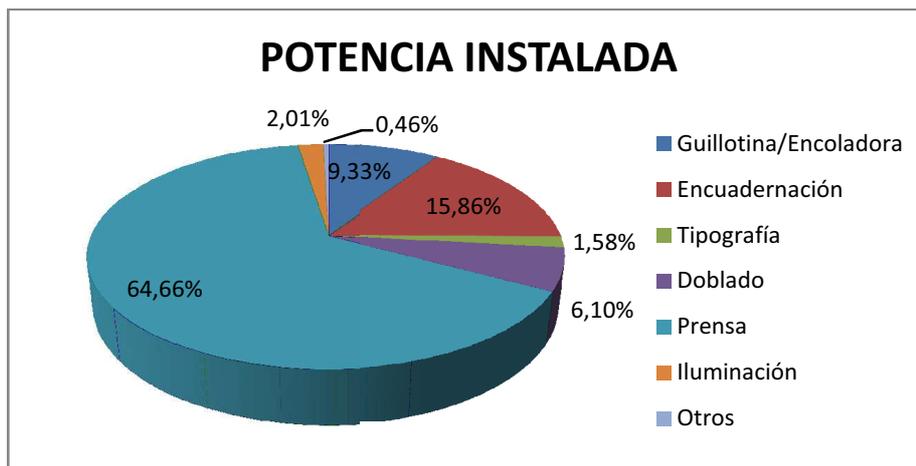
Los inconvenientes relevantes que se encontraron en este levantamiento corresponden a los datos de placa ilegibles y datos no accesibles, en estos casos los datos se obtuvieron a través de medición o consulta al personal de mantenimiento.

La determinación de la potencia total instalada es el resultado del levantamiento de carga efectuado en los equipos que consumen energía eléctrica. A continuación en la Tabla 5 y en la Ilustración 9 se muestran los datos de potencia en las diferentes zonas y datos porcentuales de la Empresa Editorial Ecuador.

Tabla 5- Resumen de carga instalada

Ítem	Departamento	Potencia(kW)	Porcentaje
1	Guillotina/Encoladora	15,3	9,33
2	Encuadernación	26	15,86
3	Tipografía	2,59	1,58
4	Doblado	10	6,1
5	Prensa	120	64,66
6	Iluminación	3,3	2,01
7	Otros	0,746	0,46
	Total	177,93	100,0

Ilustración 8- Potencia Instalada



A través del análisis de los datos se pudo obtener que la carga instalada es de 178 kW. Además se puede apreciar en la gráfica que la mayor potencia instalada se encuentra en la sección PRENSA con una potencia instalada de 120 kW equivalente al 65% del total. La sección prensa cuenta con dos máquinas que son las cargas más representativas del sistema.

La tabla 6 muestra las potencias y los porcentajes de las cargas más representativas del sistema, para un mejor análisis y comprensión. En la Tabla 7 se presentan con mayor detalle la ubicación, el proceso al que pertenecen y todas las especificaciones de estas cargas.

Tabla 6- Resumen de Potencias Representativas

Ítem	Departamento	Potencia(kW)	Porcentaje
1	Guillotina/Encoladora	15,3	9,73
2	Encuadernación	26	16,53
4	Doblado	10	6,36
5	Prensa	120	67,39
	Total	171,3	

Ilustración 9- Resumen de Potencias Representativas

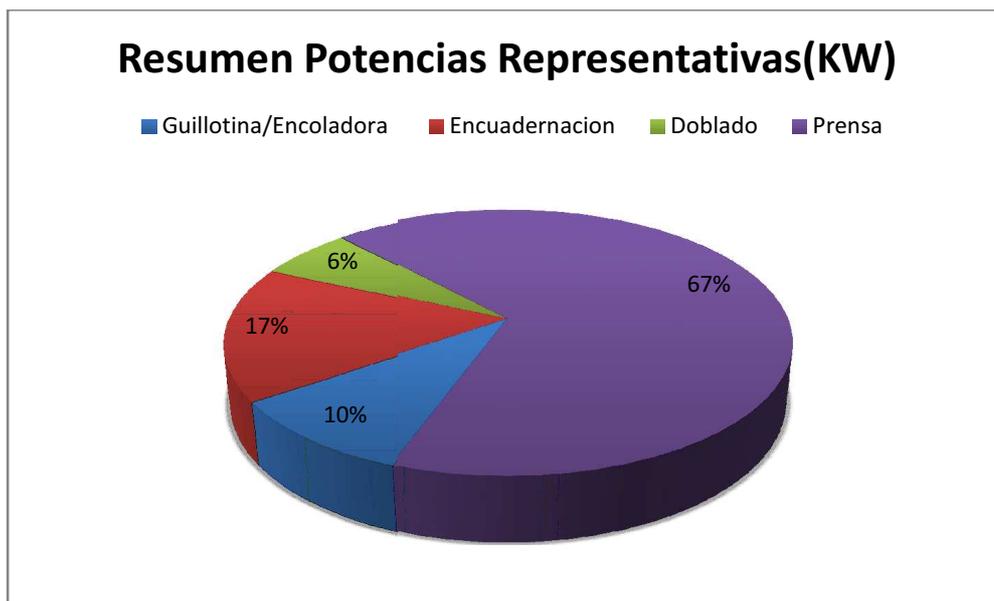


Tabla 7- Cargas representativas Editorial Ecuador

Ítem	Departamento	Maquina	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Corriente (A)	F.p.	Antig. (años)	Ope. (h/d)	Notas
1	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	2	220	6,74	0,82	18	8	Toda las maquinas que tienen ocho horas de trabajo, aumentan sus horas de trabajo con la demanda.
2	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	5	220	18	0,87	9	8	
3	Guillotina/Encoladora	Encoladora - Muller	3,3	220	16	0,7	4	8	
4	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Martini	6,3	220	14,2	0,88	5	8	
5	Encuadernación	Alzadora de Pliego - Wohlenberg	26	220	70	-	5	8	
6	Tipografía	Impresora Troqueladora Grapadora - Minerva	1,85	208	7,2	0,82	80	8	
7	Tipografía	Troqueladora - Chandler Dobladora Heidelberg	0,746	220	3,3	0,82	80	8	
8	Doblado	Dobladora Heidelberg	5	220	19,2	0,87	8	8	
9	Doblado	Dobladora MBO	5	220	20	0,82	16	8	
10	Prensa	Prensa GTO-46	0,746	220	6,4	-	25	8	
11	Prensa	Cosedora Bhremer	0,9	220	4,3	-	7	8	
12	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	60	220	160	-	26	16	Esta prensa la mayoría de noches trabaja
13	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	60	220	160	-	26	16	Esta prensa la mayoría de noches trabaja
14	Prensa	Prensa Heidelberg GTO	4,5	220	18	0,86	9	8	
15	Prensa	Prensa Solna	4,5	220	18,6	0,8	9	8	
16	Compresor	Compresor	0,746	220	2,5	0,8	-	4*	Operar mas o menor horas depende de la demanda

3.4 FACTURAS EMITIDAS A LA EDITORIAL ECUADOR

3.4.1 DESCRIPCION DE LAS FACTURAS

Las facturas emitidas (ver anexo 2) mensualmente al Editorial Ecuador tienen el siguiente formato:

Factura de consumo de grandes clientes

1.- Cliente

Suministro, Nombre del cliente, Fax, Ruc

2.- Dirección y notificación

Geocódigo, Calle, Intersección, Numero, Parroquia, Piso, Departamento, Cantón.

3.- Dirección del servicio

Plan, Calle, Intersección, Geocódigo, Numero, Parroquia, Piso, Departamento, Cantón.

4.- Información de periodos de consumo

Periodo consumo Desde:

Hasta

Días facturados

5.- Factores que afectan a las lecturas

Factor de multiplicación

Constante

Recargos por pérdidas en transformación

6.- Tipo de registradores que tiene el usuario

Medidor

Descripción

7.- Lecturas

Actual

Anterior

Consumo

Tipo de lectura

Factor de corrección

8.- Tipo de tarifa e información de conceptos facturados

Tipo de tarifa

Concepto, Valor

Demanda

Comercialización

Consumo 07h00-22h00

Consumo 22h00 – 07h00

Subtotal servicio eléctrico

Tasa alumbrado público

Impuesto Bomberos

Tasa recolección de basura

Subtotal valores de terceros

9.- Fechas de emisión y pago

Se registra la fecha de inicio y la del último día del periodo de medición.

10.- Grafico de consumo por mes

Corresponde al historial del consumo en kWh de los últimos 12 meses

Numeral 1 a 3. Son datos que ayudan a identificar y ubicar al abonado.

Numeral 4. Determina la cantidad de días para efectuar la facturación en ese mes

Numeral 5. Muestra los factores que afectan a las mediciones, constantes que se utilizan para obtener valores reales de consumo o de demanda.

Numeral 6. Describe el tipo de equipo de medidor / registrador que se encuentra instalado en la planta.

Numeral 7. Indica la información de todas las facturas registradas por el medidor, con detalle del valor anterior y el valor actual, el valor real es la resta de dos lecturas, además describe que tipo de lectura se ha realizado para obtener estos valores.

Numeral 8. Indica el tipo de tarifa e información de conceptos facturados:

Proporciona la información del tipo de tarifa que se aplica a la empresa, además todos los valores y factores que se toman en cuenta para la facturación, estos son descritos a continuación:

Demanda: se refiere a la demanda facturable o contratada descrita anteriormente

Consumo 07h00 – 22h00 : son los kW – h consumidos en el intervalo de tiempo señalado.

Consumo 22h00 – 07h00 : son los kW – h consumidos en el intervalo de tiempo señalado.

$CONSUMO = (Consumo\ actual - Consumo\ anterior) \times Factor\ de\ multiplicación$

Tasa de alumbrado público: Esta tarifa es aplicada a todos los consumidores, este valor se destina al pago de alumbrado de calles, vías de circulación en general, siendo el 6.60% para el sector industrial según el pliego tarifario de la E.E.Q.S.A. (ver Anexo 1)

Impuesto bomberos: Este valor es impuesto a todos los consumidores, destinado a dicha institución, es un valor fijo de 14.40 USD mensual según el pliego tarifario de la E.E.Q.S.A. (ver Anexo 1).

Penalización por bajo factor de potencia: esta penalización se aplica cuando el factor de potencia registrado es menor a 0.92.

Comercialización: este valor es determinado por el pliego tarifario, es un valor fijo de 1.41 USD por planilla mensual.

Tasa de recolección de basura: Es el 10% del subtotal de la planilla de facturación.

Numeral 9. Indica las fechas de emisión y el límite máximo de pago de la misma.

Numeral 10. Muestra los consumos en el periodo de un año consecutivo mes a mes.

3.4.2 FACTURAS EMITIDAS EN EL PERIODO ENERO 2009 – MARZO 2010

Para llevar a efecto el estudio de facturación es indispensable recopilar las facturas emitidas por lo menos de doce meses anteriores consecutivos.

Para el caso particular del estudio de las facturas de la Editorial Ecuador se han reunido las facturas desde el mes de enero del 2009 hasta marzo del 2010. (Ver Anexo 2)

Se procedió a verificar los valores de todos los rubros que constan en las facturas de la E.E.Q.S.A. y se estableció que estos datos son coincidentes con el contenido de las mismas.

En la tabla 8 se ordenan los diferentes rubros de las facturas, en esta incluyen los valores más significativos.

Tabla 8- Datos Principales de las facturas emitidas por la E.E.Q.S.A. (conceptos ver capítulo 1 literal 1.2)

Mes de consumo	Fecha de Emisión		Demanda (kW)		Energía Reactiva Normal (kVAR)	Demanda Facturada		Consumo 07h - 22h		Consumo 22h - 07h		Factor de Potencia	F.P. Admitido	Total Consumo kWh	Total a Pagar USD
	Desde	Hasta	Normal	Pico		kW	USD	kWh	USD	kWh	USD				
ene-09	15-12-08	13-01-09	63,4	38,5	6880	63	\$ 161,28	5180	\$ 300,44	1969	\$ 90,57	0,72	0,92	7149	\$ 830,59
feb-09	13-01-09	13-02-09	62,9	37,9	12318	63	\$ 156,08	9426	\$ 546,71	3257	\$ 149,82	0,72	0,92	12683	\$ 1.274,58
mar-09	13-02-09	16-03-09	61,2	36,3	9680	61	\$ 151,12	7827	\$ 453,97	2557	\$ 117,62	0,73	0,92	10384	\$ 1.069,86
abr-09	16-03-09	13-04-09	66	40,5	10574	66	\$ 168,96	8064	\$ 467,71	2700	\$ 124,20	0,71	0,92	10764	\$ 1.156,88
may-09	13-04-09	13-05-09	61,9	38,2	11423	62	\$ 156,16	9051	\$ 524,96	2838	\$ 130,55	0,72	0,92	11889	\$ 1.216,17
jun-09	13-05-09	15-06-09	57,8	33,7	9364	58	\$ 143,69	7921	\$ 459,42	2353	\$ 108,24	0,74	0,92	10274	\$ 1.039,22
jul-09	15-06-09	13-07-09	68,4	52,4	19628	68	\$ 213,39	14121	\$ 819,02	5772	\$ 265,51	0,71	0,92	19893	\$ 1.962,73
ago-09	13-07-09	14-08-09	64,8	49,1	13292	65	\$ 201,29	9998	\$ 579,88	3701	\$ 170,25	0,72	0,92	13699	\$ 1.422,96
sep-09	14-08-09	16-09-09	62,1	41,8	12586	62	\$ 174,08	9713	\$ 563,35	3235	\$ 148,81	0,72	0,92	12948	\$ 1.325,37
oct-09	16-09-09	15-10-09	57,1	37,6	9860	57	\$ 157,69	7567	\$ 438,89	2538	\$ 116,75	0,72	0,92	10105	\$ 1.069,75
nov-09	15-10-09	13-11-09	60,1	38,4	10040	60	\$ 156,08	8342	\$ 483,84	2736	\$ 125,86	0,74	0,92	11078	\$ 1.116,63
dic-09	13-11-09	14-12-09	60,5	42,1	3264	61	\$ 173,79	8439	\$ 489,46	3047	\$ 140,16	0,96	0,92	11486	\$ 942,65
ene-10	14-12-09	13-01-10	66,1	32,5	2209	66	\$ 163,51	5548	\$ 321,78	1741	\$ 80,09	0,96	0,92	7289	\$ 664,89
feb-10	13-01-10	12-02-10	52,9	34,4	2089	53	\$ 140,06	7533	\$ 436,91	1908	\$ 87,77	0,98	0,92	9441	\$ 775,83
mar-10	12-02-10	16-03-10	61,2	35,5	2437	61	\$ 151,12	8193	\$ 475,19	1841	\$ 84,69,00	0,97	0,92	10034	\$ 826,55

Normal = representa todas las horas durante el periodo de medición

Pico = Representa las horas pico (18:00 a 22:00) durante el periodo de medición

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE DATOS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO ELÉCTRICO

4.1 ANÁLISIS DE DATOS DE FACTURACION

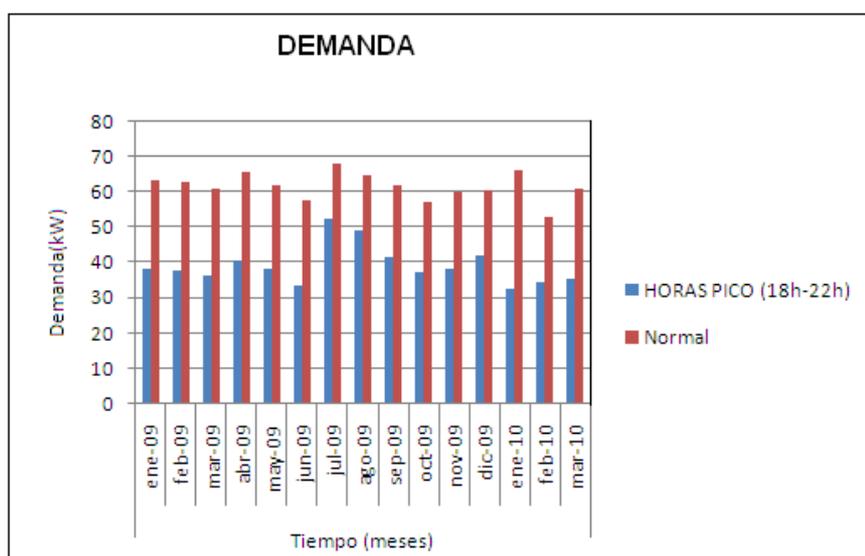
El análisis de las facturas de consumo del periodo estudiado (Enero 2009 – Marzo 2010), se realiza con el fin de comparar las variaciones de los diferentes rubros que constan en la factura de la Empresa Eléctrica Quito S.A., como son:

Demanda, Consumo, Factor de potencia y los valores pagados por estos ítems.

4.1.1 ANALISIS DE LA DEMANDA

Como se puede observar en la ilustración 10 los mayores valores de demanda corresponden a la demanda normal (demanda requerida por el consumidor durante todo el periodo de facturación), encontrándose el máximo valor en el mes de julio (68 kW).

Ilustración 10- Demanda normal y horas pico



Durante el periodo de análisis se observa que la demanda en horas pico es siempre menor a la demanda normal, siendo esto ventajoso para la empresa, ya que implica tener un menor factor de corrección (FC).

El FC (Factor de Corrección) es un incentivo que da el CONELEC a determinados consumidores para que disminuyan la Demanda en horas pico; se encuentra dividiendo la Demanda pico para la Demanda Máxima, el mínimo valor que reconoce este ente regulador es de 0.6.

CALCULO DEL FACTOR DE CORRECCION

Ejemplo: Julio 2009

$$FC = \frac{DP}{DM}$$

$$FC = \frac{52.428}{68.442} = 0.766$$

Dónde:

FC = Factor de corrección

DP = Demanda máxima registrada en horas pico

DM = Demanda máxima durante el mes.

El valor del factor de corrección se indica todos los meses en la planilla de facturación de la E.E.Q.S.A.

Tabla 9- Factor de corrección en el período estudiado

MESES	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009	Mayo 2009	Junio 2009	Julio 2009	Agosto 2009	Septiembre 2009	Octubre 2009	Noviembre 2009	Diciembre 2009	Enero 2010	Febrero 2010	Marzo 2010
FACTOR DE CORRECCION	0,61	0,60	0,60	0,61	0,62	0,60	0,77	0,76	0,67	0,66	0,64	0,70	0,60	0,65	0,60

Como se puede observar en la ilustración 11 la demanda facturada, no es un valor constante y su magnitud se obtiene multiplicando la Demanda Máxima por el costo de cada kW y por el FC, es decir:

$$D_{\text{facturada}} = DM * \text{Costo}(kW) * FC$$

Donde:

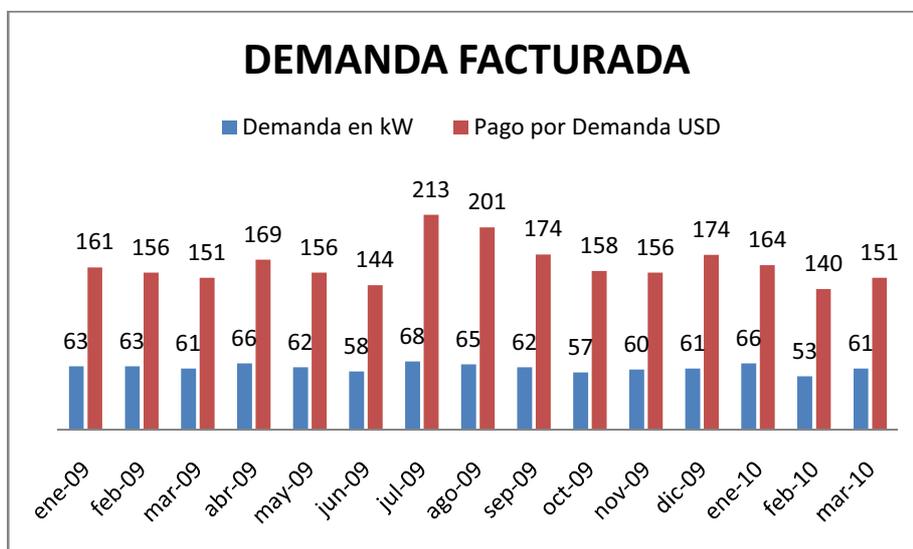
$$D_{\text{facturada}} = \text{Demanda facturada}$$

DM = Demanda máxima

FC = Factor de corrección

En la ilustración 11 se indica la relación entre el valor en kW de la Demanda Facturada y el pago en dólares por este rubro. Claramente se puede observar que en el mes de julio 2009 la demanda fue de 68 kW, con un factor de corrección de 0.77 se pagó 213.39 dólares, mientras que en el mes de junio del 2009 la Demanda fue de 58 kW, con un factor de corrección de 0.60, se canceló únicamente 143.69 dólares.

Ilustración 11- Demanda Facturada



4.1.2 ANALISIS DE CONSUMO

En la tabla 10 se presenta las variaciones, mes a mes, del consumo de energía eléctrica en el periodo estudiado. El resultado indica que existe cambios considerables, y las variaciones existentes pueden deberse al volumen de producción (Este dato no fue proporcionado por la Editorial ecuador).

A continuación se revisa el consumo según el horario de facturación de la E.E.Q.S.A.

El porcentaje de variación de consumo se encuentra con la siguiente ecuación:

Ecuación 3- Variación de Consumo

$$\% = \frac{Cm2 - Cm1}{Cm2}$$

Dónde:

Cm2 = Consumo del siguiente mes

Cm1 = Consumo del mes anterior

Tabla 10- Datos principales de las facturas emitidas por la E.E.Q.S.A.

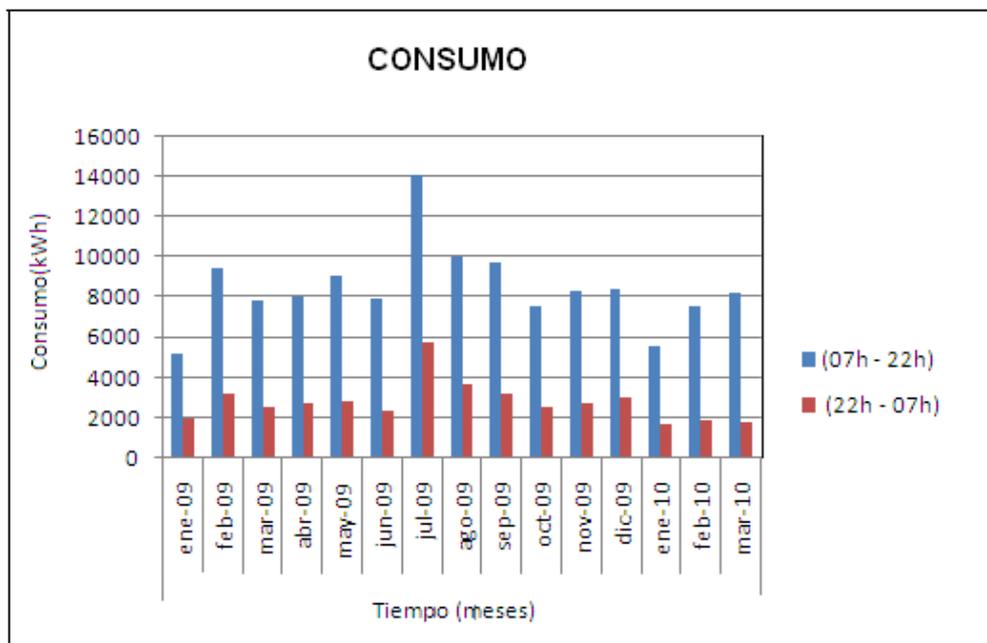
Mes de consumo	Periodo de lectura		VARIACION DE CONSUMO EN %		
	Desde	Hasta	07h00 - 22h00	22h00 - 07h00	TOTAL
ene-09	15-12-08	13-01-09			
feb-09	13-01-09	13-02-09	45,05	39,55	43,63
mar-09	13-02-09	16-03-09	-20,43	-27,38	-22,14
abr-09	16-03-09	13-04-09	2,94	5,30	3,53
may-09	13-04-09	13-05-09	10,90	4,86	9,46
jun-09	13-05-09	15-06-09	-14,27	-20,61	-15,72
jul-09	15-06-09	13-07-09	43,91	59,23	48,35
ago-09	13-07-09	14-08-09	-41,24	-55,96	-45,21
sep-09	14-08-09	16-09-09	-2,93	-14,40	-5,80
oct-09	16-09-09	15-10-09	-28,36	-27,46	-28,13
nov-09	15-10-09	13-11-09	9,29	7,24	8,78
dic-09	13-11-09	14-12-09	1,15	10,21	3,55
ene-10	14-12-09	13-01-10	-52,11	-75,01	-57,58
feb-10	13-01-10	12-02-10	26,35	8,75	22,79
mar-10	12-02-10	16-03-10	8,06	-3,64	5,91
VALORES PROMEDIO EN 15 MESES			-0,83	-6,38	-2,04

4.1.2.1 ANALISIS DEL CONSUMO 07h00 – 22h00 Y 22h00 – 07h00

En la ilustración 12 se puede observar que el mayor consumo de la fábrica se da en el horario de 07h – 22h, y solo hay un pequeño consumo de 22h – 07h horas equivalente al 33% del primero.

El costo de energía eléctrica en el horario de 07h – 22h es de \$ 0.058 y en el horario de 22h – 07 h es de \$ 0.046 según el pliego tarifario vigente de la E.E.Q.S.A. (ver Anexo 1). Es decir que el costo de energía es un 20% más cara en el horario de 07 – 22h.

Ilustración 12- Consumo de Energía Activa



Del consumo total de la Editorial Ecuador solo un 33% de energía gasta de 22h00 – 07h00, esto sobre todo por iluminación y algunas máquinas que deben trabajar necesariamente para cubrir la demanda de productos.

Ilustración 13- Promedio de Consumo Mensual



CURVAS DE CARGA DE LA EDITORIAL ECUADOR

A continuación se presentan las curvas de carga semanal (ilustración 14) y diaria (ilustración 15) de un día normal de trabajo respectivamente. La curva de carga semanal y diaria se encuentra a partir de los datos entregados en la medición realizada al transformador de potencia de propiedad de la editorial ecuador.

Ilustración 14 - Curva de carga de una semana de la Editorial Ecuador

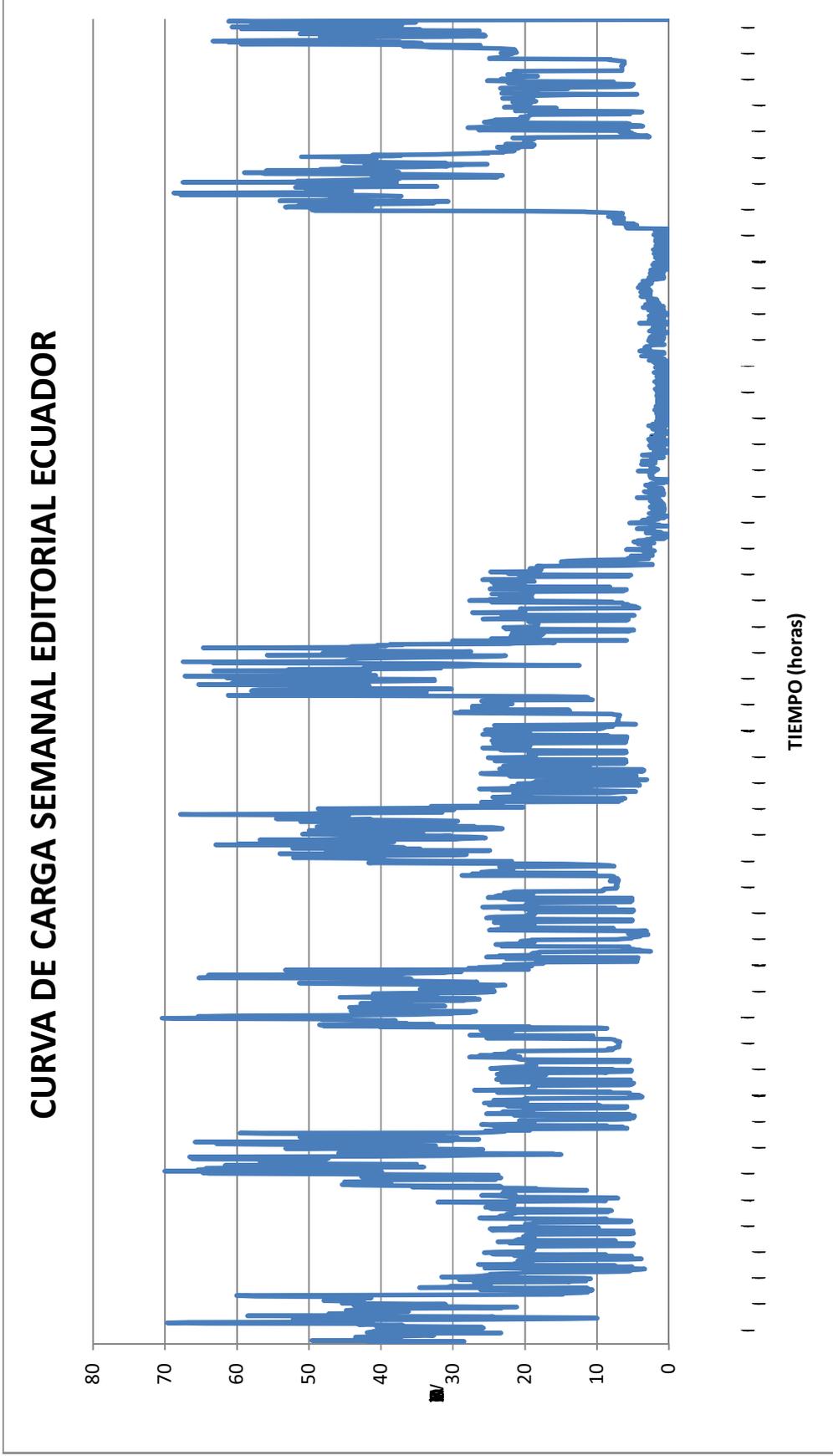
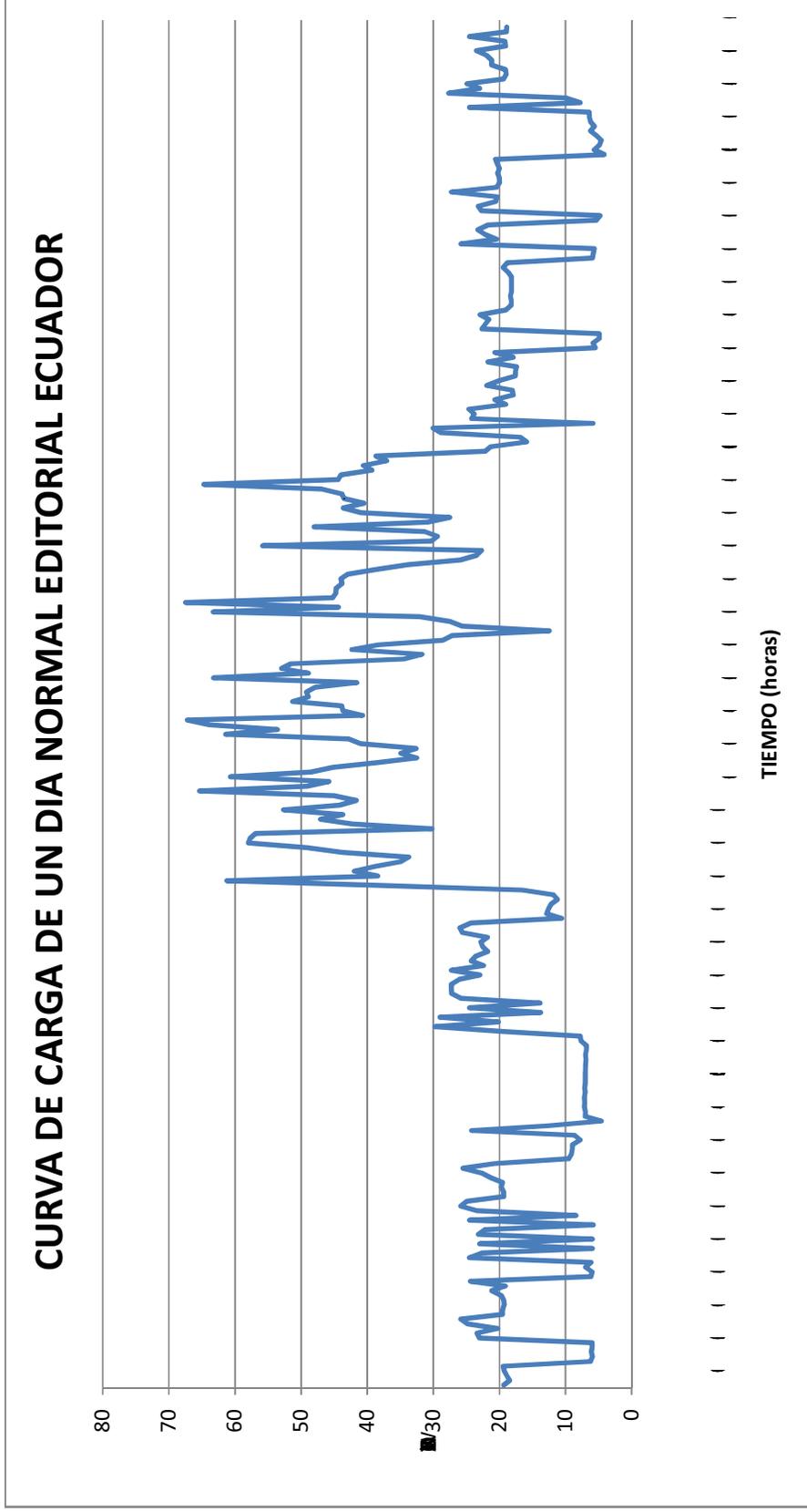


Ilustración 15- Curva de carga de un día normal Editorial Ecuador



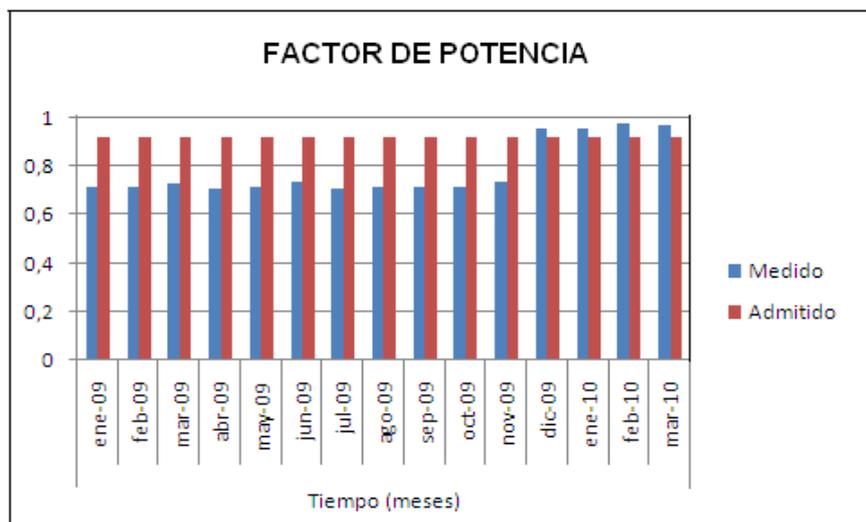
Como se puede apreciar en las curvas de carga la mayor demanda se da desde las 8:00 hasta 17:30, del día lunes hasta el día viernes, es decir que se puede sugerir que se realice una programación para ubicar ciertos procesos en horas de la noche y fin de semana, de tal manera que se tenga una menor demanda pico en las horas antes indicadas, y así tener una curva de carga cercana a una demanda pico uniforme; claro con esto se lograría una reducción económica para la Editorial Ecuador y además un aporte para el país.

4.1.3 ANALISIS DE FACTOR DE POTENCIA MEDIDO Y ADMITIDO

En la ilustración 16 se puede apreciar que en los meses de enero a noviembre del 2009, el factor de potencia fue menor al admitido, con penalizaciones económicas en todos estos meses. La razón del bajo factor de potencia, es porque el banco de condensadores no estuvo bien dimensionado debido a que ingresaron algunas máquinas nuevas.

En los otros meses se puede apreciar valores altos con un máximo de 0.98 en febrero del 2010. Los valores muestran que los bancos de condensadores automáticos están funcionando de forma correcta y dimensionada para un factor de potencia mínimo de 0.92, de tal manera que no permite valores inferiores al establecido por la E.E.Q.S.A.

Ilustración 16- Factor de Potencia



En la tabla 11 se puede apreciar que en los meses de enero a noviembre del 2009, el factor de potencia fue menor al admitido, con valores crítico en abril del 2009 y julio del 2009 el factor de potencia fue de 0.71, con penalizaciones de % 225,46 y \$ 384,31. Dando una multa total de penalizaciones por \$ 2484,91; de los meses de enero a noviembre del 2009.

Tabla 11- Penalizaciones por bajo factor de potencia

Tiempo (meses)	F.p. Medido	F.p. Admitido	Penalizaciones (\$)
ene-09	0,72	0,92	153,81
feb-09	0,72	0,92	237,23
mar-09	0,73	0,92	188,47
abr-09	0,71	0,92	225,46
may-09	0,72	0,92	225,86
jun-09	0,74	0,92	173,37
jul-09	0,71	0,92	384,31
ago-09	0,72	0,92	264,68
sep-09	0,72	0,92	246,57
oct-09	0,72	0,92	198,54
nov-09	0,74	0,92	186,61
dic-09	0,96	0,92	-
ene-10	0,96	0,92	-
feb-10	0,98	0,92	-
mar-10	0,97	0,92	-
		Total	2484,91

4.2 MEDICIONES Y ANALISIS

4.2.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA MEDICION

Registrador de calidad de potencia (Fluke)

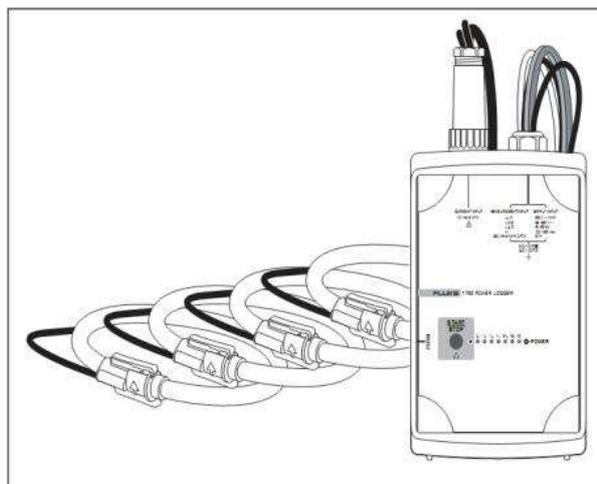
Para realizar el monitoreo de mediciones se emplea el registrador de calidad de potencia de Fluke, es un aparato de registro de la energía eléctrica sofisticados, sólidos y fáciles de usar, diseñados para el electricista o el especialista en calidad de la potencia.

El registrador permite realizar un estudio de la carga a lo largo de un período especificado o monitorizar la calidad de la potencia para descubrir e informar perturbaciones en las redes de tensión baja y media.

Parámetros y funciones de registro:

- Tensión eficaz de cada fase (media, mín, máx)
- Corriente eficaz de cada fase y neutra (media, mín, máx)
- Eventos de tensión (caídas, subidas, interrupciones)
- Potencia (kW, kVA, kVAR, factor de potencia PF, tangente de potencia)
- Energía, energía total
- Flicker (Pst, Plt)
- THD de la tensión
- THD de la corriente
- FC de la corriente
- Armónicos de tensión hasta el 50
- Desequilibrio
- Frecuencia

Ilustración 17- Registrador de calidad de potencia: modelo 1744,.Fluke

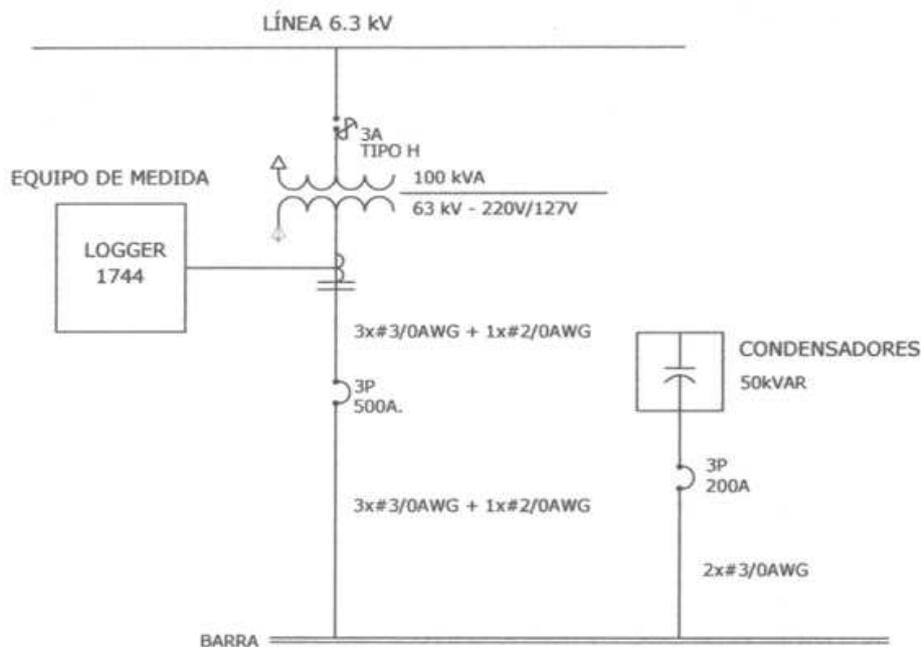


4.2.2 DATOS MEDIDOS EN EL TRANSFORMADOR

El registrador de calidad de potencia se conectó en el transformador como se muestra en la ilustración 18, por un periodo de 8 días del 18/01/2010 a las 9h35 hasta el 26/01/2010 12h30, programado para que realice mediciones promediadas con intervalos de 5 minutos, utilizando transformadores de corriente con relación 1500/5 A.

Al finalizar el periodo de medición se descargaron los datos registrados a través del puerto RS 232 del equipo hacia un computador, con el software LoggerMeasurement Data File.

Ilustración 18- Medición de parámetros eléctricos en el transformador



4.2.2.1 Análisis de mediciones de voltaje en el transformador.

En la tabla 12 se observa que el voltaje promedio está lejano al voltaje nominal del transformador (121 V); por ello no cumple con la regulación del CONELEC 004/01 que habla sobre la calidad de servicio eléctrico de distribución.

En el tabla 13 se aprecia que los mayores voltajes se presentan entre 22h00 hasta 07h00 y los menores voltajes entre las 07h00 hasta 22h00.

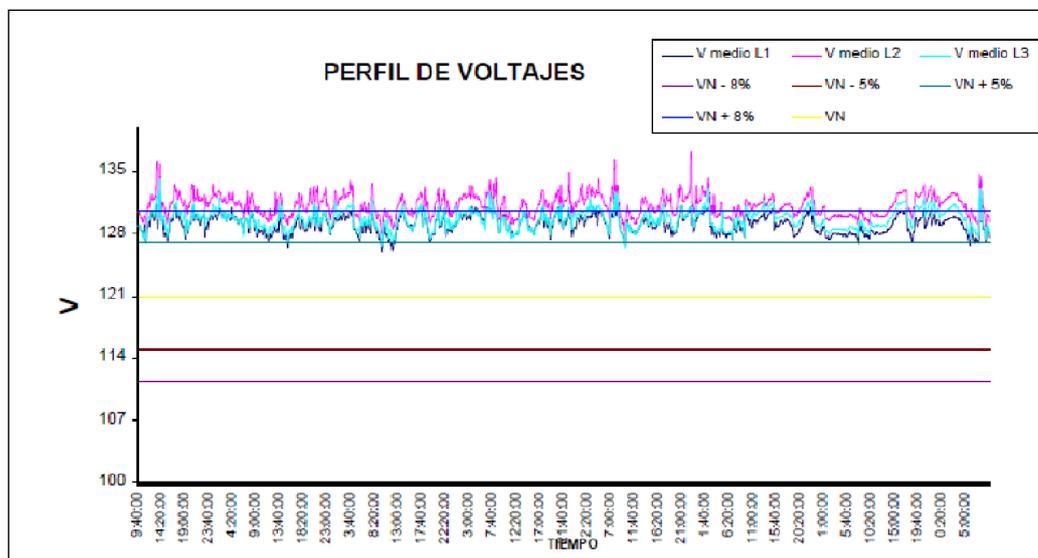
Estas variaciones se puede atribuir al comportamiento normal de los sistemas eléctricos de potencia, es decir con mayor carga de 07h00 – 22h00 e infrautilizado de 22h00 – 07h00.

Tabla 12- Datos Principales de medición de voltajes

DESCRIPCION PARAMETRO ANALIZADO	PROMEDIO (V)	MAXIMO (V)	MINIMO (V)	CUMPLE REGULACION CONELEC 004/01	OBSERVACIONES
Voltaje Fase 1	129,1	133,92	126,08	SI	El 4,37% de registros esta fuera de los límites permitidos
Voltaje Fase 2	131,19	137,16	127,96	NO	El 62,20% de registros esta fuera de los límites permitidos
Voltaje Fase 3	129,62	134,13	126,5	NO	El 15,46% de registros esta fuera de los límites permitidos

Según la Regulación del CONELEC 004/01 que habla sobre la calidad de servicio eléctrico de distribución, Literal 2.1.3 Límites, la fase 2 y 3 no cumple los niveles de variación de voltajes permitidos, es decir solo en la fase 1 se cumple con los niveles de variación de voltaje permitidos.

Tabla 13-Perfil de Voltajes



4.2.2.2 Límites

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días

continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

Tabla 14- Variaciones de voltaje con respecto al valor del voltaje

	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

4.2.2.3 Análisis de mediciones de corriente en el transformador

En la tabla 15 se observa que ninguna de las corrientes supera la corriente nominal del transformador.

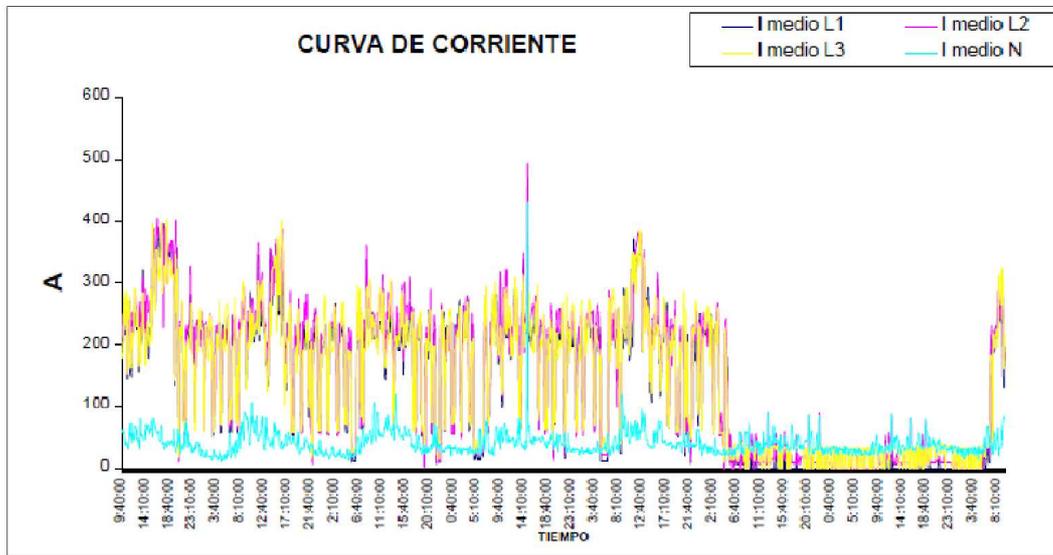
Tabla 15. Datos Principales de medición de corriente

DESCRIPCIÓN PARAMETRO ANALIZADO	PROMEDIO (A)	MAXIMO (A)	MINIMO (A)
Corriente Fase 1	137,56	393,6	0
Corriente Fase 2	149,36	493,1	0
Corriente Fase 3	145,57	400,9	0
Corriente neutro	40,02	429,7	10,1
Desbalance de corriente Fase 1 (%)	29,12%	27,83%	0
Desbalance de corriente Fase 2 (%)	22,96%	23,49%	0
Desbalance de corriente Fase 3 (%)	34,45%	25,45%	0

El desbalance de fases que se observa en ilustración 19 provoca mayor circulación de corriente por la línea sobrecargada, ocasionando también mayor caída de tensión y calentamiento en los conductores sobrecargados, además

perdidas por efecto joule en conductores y maquinas como motores y transformadores.

Ilustración 19- Curva de Corriente



4.2.2.4 Análisis de mediciones de potencias en el transformador

En la tabla 16 se observa que el máximo valor medido se de 72.35 kVA, que corresponde al 72.35% de la potencia nominal del transformador (100 kVA). La máxima potencia registrada por el Registrador de Calidad de Potencia (Fluke) es de 70.39 kW, valor cercano al promedio de las demandas facturadas los meses anteriores.

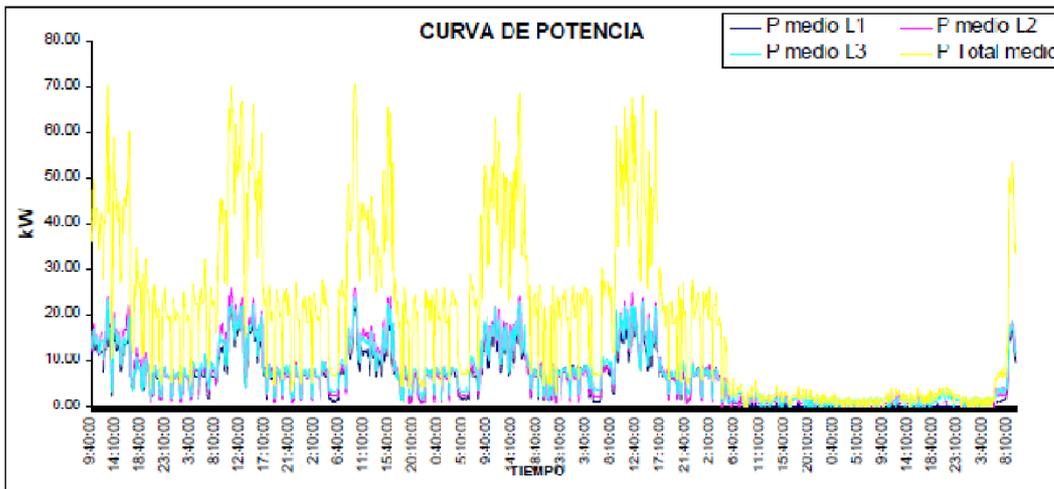
Tabla 16- Datos principales de medición de potencia

DESCRIPCION PARAMETRO ANALIZADO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO
Demanda (kW)	19,83	70,39	0
Demanda (kVA)	20,28	72,35	0

Se puede apreciar en la ilustración 20 que la potencia total media (curva de color amarillo) es menor que la potencia máxima del transformador (el transformador no está sobre cargado). Además la máxima demanda de energía se da entre las

8h00 y las 17h00. La potencia reactiva es significativamente menor que la potencia activa, esto es porque la empresa tiene instalado un banco automático de condensadores que suministran la mayor parte de reactivos que requiere la planta.

Ilustración 20- Curva de potencia



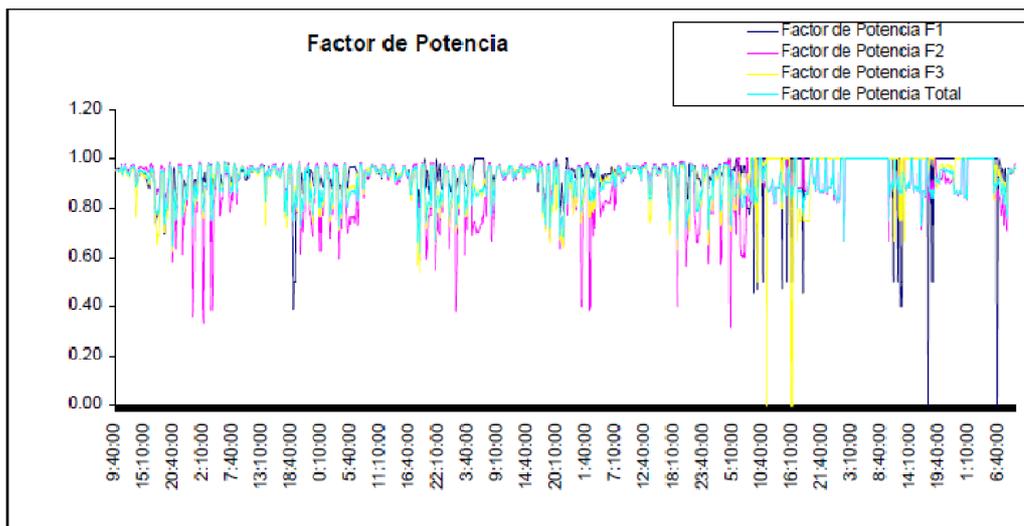
4.2.2.5 Análisis de mediciones de factor de potencia en el transformador

En la tabla 17 se puede observar que el factor de potencia se encuentra por debajo de 0.92 (valor permitido por E.E.Q.S.A.) el mismo que corresponde al horario normal de trabajo de la empresa (07h00 – 22h00), a partir de las 22h00 aproximadamente el factor de potencia baja debido a que la planta opera con muy pocas maquinas. Sin embargo el factor de potencia promedio está por debajo de 0.92 por lo cual tiene penalización

Tabla 17- Datos principales de medición del factor de potencia

DESCRIPCION PARAMETRO ANALIZADO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	CUMPLE REGULACION CONELEC 004/01	OBSERVACIONES
Factor de potencia Fase 1	0,94	1	0	NO	El 21,23% de registros esta fuera de los límites permitidos
Factor de potencia Fase 2	0,9	1	0,32	NO	El 43,55% de registros esta fuera de los límites permitidos
Factor de potencia Fase 3	0,92	1	0	NO	El 32,74% de registros esta fuera de los límites permitidos

Ilustración 21- Factor de Potencia



4.3 Factor de potencia

El factor de potencia se define como la relación que existe entre la potencia activa y la potencia aparente. Es un parámetro que se aplica solo a circuitos de corriente alterna y se encuentra limitado entre valores de menos uno a más uno, y puede expresarse con la siguiente relación:

Ecuación 4- Factor de Potencia

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{Potencia util}}{\text{potencia aparente}} = \cos\Phi$$

Un bajo factor de potencia se produce porque la potencia reactiva, la cual no produce un trabajo físico directo en los equipos, es necesaria para producir el flujo electromagnético que pone en funcionamiento elementos tales como: motores, transformadores, lámparas fluorescentes, equipos de refrigeración y otros similares. Cuando la cantidad de estos equipos es apreciable los requerimientos de potencia reactiva también se hacen significativos, lo cual produce una disminución exagerada del factor de potencia. Un alto consumo de energía reactiva puede producirse como consecuencia principalmente de:

- Un gran número de motores.
- Presencia de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- Una sub-utilización de la capacidad instalada en equipos electromecánicos, por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico de la industria.
- Un mal estado físico de la red eléctrica y de los equipos de la industria.

Cargas puramente resistivas, tales como alumbrado incandescente, resistencias de calentamiento, etc. no causan este tipo de problema ya que no necesitan de la corriente reactiva.

El hecho de que exista un bajo factor de potencia en su industria produce los siguientes inconvenientes:

A la propia empresa

- Aumento de la intensidad de corriente, y por lo tanto la capacidad del conductor se ve disminuida porque al disminuir el factor de potencia, la corriente aumenta ya que son inversamente proporcionales como se indica en la siguiente ecuación:

Ecuación 5- Intensidad de Corriente

$$I = \frac{P_{3\phi}}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

De acuerdo a estudios realizados sobre efectos en conductores de un bajo factor de potencia se han determinado para sistemas de 1, 2 o 3 fases lo siguiente:

Tabla 18- Efectos de un bajo factor de potencia en conductores

Factor de Potencia (%)	Corriente Total (A)	Aumento de corriente (%)	Tamaño relativo del alambre para perdida (%)	Aumento en las perdidas por calentamiento para Tamaño Alambre (%)
100	100	0	100	0
90	111	11	123	23
80	125	25	156	56
70	143	43	204	104
60	167	67	279	179
50	200	100	400	300
40	250	150	625	525

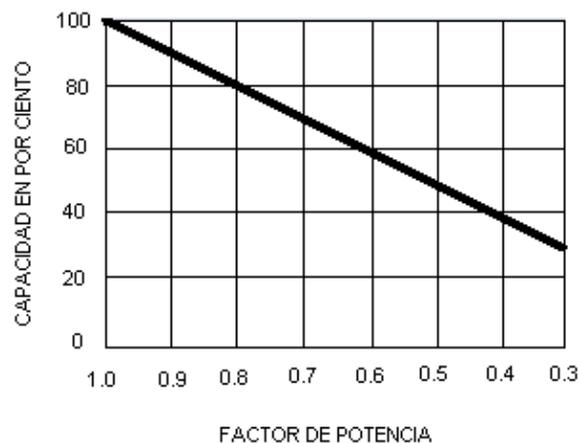
- Pérdidas en los conductores y caídas de tensión, es decir un bajo factor de potencia puede reducir voltajes en la planta cuando los kVAR son exigidos del sistema de distribución. Cuando el factor de potencia decrece, la corriente total del línea se incrementa (mayormente corriente reactiva) causando grandes caídas de voltaje a través de la impedancia de línea. Esto se debe a que la caída de voltaje en una línea es igual a la corriente que fluya multiplicada por la impedancia de la línea. Para mayores corrientes mayor será la caída de voltaje.
- Perdida de potencia de las plantas, transformadores, reducción de su vida útil y reducción de la capacidad de conducción de los conductores. Como se

muestra en la figura la curva típica de un transformador de distribución donde se puede ver como su capacidad depende directamente del factor de potencia. Para valores reducidos de este, la carga útil del equipo se ve notoriamente disminuida. El bajo factor de potencia también puede causar pérdidas de potencia en el sistema de distribución interno de la planta. La corriente en los alimentadores es alta debido a la presencia de la corriente reactiva. Cualquier reducción en esta corriente resulta en menores kW perdidos en la línea.

Ecuación 6- Factor de Potencia

$$S = \frac{P_{nom}}{\cos\phi}$$

Ilustración 22- Capacidad de los transformadores en función del factor de potencia



- La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento. Además que se pierde potencia ya que el cobre sufre pérdidas, y esto dada por la ecuación:

Ecuación 7- Pérdida de Potencia

$$P_{per} = 3I^2 * R$$

Donde I es la corriente por fase y R la resistencia por fase de los equipos, bobinados en generadores, transformadores, conductores de los circuitos de distribución, etc. Un bajo factor de potencia implica un incremento de la

corriente total, debido al aumento de su componente reactiva y las pérdidas de potencia pueden aumentar en forma significativa, puesto que responden a la siguiente ecuación:

Ecuación 8- Pérdida de Potencia

$$\Delta P_{3\phi} = \left(\frac{1000 P_{3\phi}^2}{V^2} * R + \frac{1000 Q_{3\phi}^2}{V^2} \right) * kW$$

- Aumentos en sus facturas por consumo de electricidad, esto también afecta al adecuado uso del sistema eléctrico. Por esta razón existe penalizaciones o multas impuestas por la regulación 004/01 del CONELEC.

A la empresa distribuidora de energía:

- Mayor inversión en los equipos de generación, ya que su capacidad en kVA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional.
- Mayores capacidades en líneas de transmisión y distribución así como en transformadores para el transporte y transformación de esta energía reactiva.
- Elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica. Por esta causa puede experimentar una reducción sensible de la potencia de salida. Esta reducción se debe en gran parte a la caída que experimenta en el conductor de los transformadores y redes de distribución por la corriente en exceso que circula por ellos.

Ecuación 9-Variación de voltaje

$$\Delta V = (I_a^2 + I_r^2) * Z$$

Donde: I_a = Corriente activa

I_r = Corriente reactiva

Z = Impedancia

Una forma de que las empresas de electricidad a nivel nacional e internacional hagan reflexionar a las industrias sobre la conveniencia de generar o controlar su consumo de energía reactiva ha sido a través de un cargo por demanda, es decir

cobrándole por capacidad suministrada en KVA. Factor donde se incluye el consumo de los kVAR que se entregan a la industria.

Mejora del factor de potencia

A menudo es posible ajustar el factor de potencia de un sistema a un valor muy próximo a la unidad. Esta práctica es conocida como *mejora o corrección del factor de potencia* y se realiza mediante la conexión a través de conmutadores, en general automáticos, de bancos de condensadores o de inductores. Por ejemplo, el efecto inductivo de las cargas de motores puede ser corregido localmente mediante la conexión de condensadores. En determinadas ocasiones pueden instalarse motores síncronos con los que se puede inyectar potencia capacitiva o reactiva con tan solo variar la corriente de excitación del motor.

La mejora del factor de potencia debe ser realizada de una forma cuidadosa con objeto de mantenerlo lo más alto posible, pero sin llegar nunca a la unidad, ya que en este caso se produce el fenómeno de la resonancia que puede dar lugar a la aparición de tensiones o intensidades peligrosas para la red. Es por ello que en los casos de grandes variaciones en la composición de la carga es preferible que la corrección se realice por medios automáticos.

El consumo de kW y kVAR (kVA) en una industria se mantienen inalterables antes y después de la compensación reactiva (instalación de los condensadores), la diferencia estriba en que al principio los kVAR que esa planta estaba requiriendo, debían ser producidos, transportados y entregados por la empresa de distribución de energía eléctrica, lo cual como se ha mencionado anteriormente, le produce consecuencias negativas .

Pero esta potencia reactiva puede ser generada y entregada de forma económica, por cada una de las industrias que lo requieran, a través de los bancos de capacitores y/o motores síncronos, evitando a la empresa de distribución de energía eléctrica, el generarla transportarla y distribuirla por sus redes.

Un capacitor instalado en el mismo circuito de un motor de inducción tiene como efecto un intercambio de corriente reactiva entre ellos. La corriente de adelanto

almacenada por el capacitor entonces alimenta la corriente de retraso requerida por el motor de inducción. Por la línea de alimentación fluye la corriente de trabajo junto con la corriente no útil o corriente de magnetización. Después de instalar un capacitor en el motor para satisfacer las necesidades de magnetización del mismo. Esto permite conectar equipo eléctrico adicional en el mismo circuito y reduce los costos por consumo de energía como consecuencia de mantener un bajo factor de potencia.

Dimensionamiento de los kVAR necesarios.

Midiendo la energía activa y reactiva que consumen las instalaciones existentes, se puede calcular la potencia necesaria (kVAR) que deben tener los condensadores para lograr la compensación deseada. Sin embargo, es recomendable la instalación de registradores de potencia durante el tiempo necesario para cubrir (medir) por lo menos un ciclo completo de operación de la industria, incluyendo sus períodos de descanso.

Por lo general se recomienda realizar registros trifásicos donde se monitoree para cada fase y para el total de la planta: Potencia Activa (kW) y Reactiva (kVAR), Voltaje y Energía (kWH). Los valores de corriente, potencia aparente (kVA) y factor de potencia (fp) se calculan a partir de las lecturas anteriores, sin embargo, si el registrador dispone de la suficiente capacidad podrán ser leídos también.

Tipos de instalación de los bancos de capacitores

Para la instalación de los capacitores deberán tomarse en cuenta diversos factores que influyen en su ubicación como lo son: La variación y distribución de cargas, el factor de carga, tipo de motores, uniformidad en la distribución de la carga, la disposición y longitud de los circuitos y la naturaleza del voltaje. Se puede hacer una corrección del grupo de cargas conectando en los transformadores primarios y secundarios de la planta, por ejemplo, en un dispositivo principal de distribución o en una barra conductora de control de motores.

Cuando los flujos de potencia cambian frecuentemente entre diversos sitios de la planta y cargas individuales, se hace necesario efectuar la corrección primero en

una parte de la planta, verificar las condiciones obtenidas y después compensar en la otra. Sin embargo, es más ventajoso usar un capacitor de grupo ubicado lo más equidistante que se pueda de las cargas. Esto permite la desconexión de una parte de los capacitores de acuerdo a condiciones específicas de cargas variables.

Cuando la longitud de los alimentadores es considerable, se recomienda la instalación de capacitores individuales a los motores, por supuesto se necesitarán varios condensadores de diferentes capacidades, resultando esto en un costo mayor. Sin embargo deberá evaluarse el beneficio económico obtenido con la compensación individual. Considerando que el costo de los capacitores para bajos voltajes es más del doble que los de altos voltajes. Debemos también considerar que, cuando los capacitores se instalan antes del banco principal de transformadores, éstos no se benefician y no se alivia su carga en kVA.

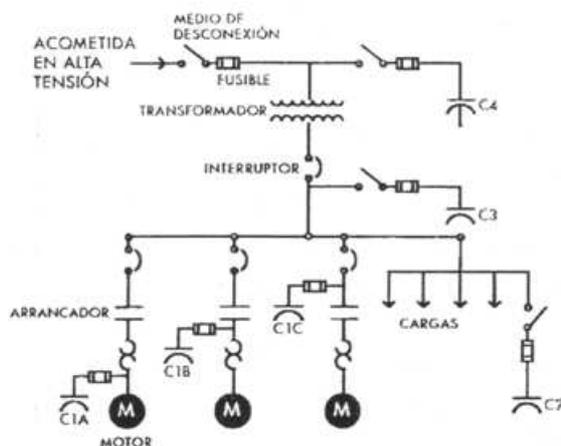
Correcciones aisladas

La corrección aislada del factor de potencia se debe hacer conectando los capacitores tan cerca como sea posible de la carga o de las terminales de los alimentadores.

Debe recordar que la corrección se lleva a cabo sólo del punto considerado a la fuente de energía y no en dirección opuesta.

Los capacitores instalados cerca de las cargas pueden dejar de operar automáticamente cuando las cargas cesan, incrementan el voltaje y por ende el rendimiento del motor.

Ilustración 23- Tipos de instalaciones de banco de capacitores



MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA EDITORIAL ECUADOR

Para aquellos consumidores de la Categoría General, con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia media mensual inferior a 0.92, se aplicarán los cargos establecidos en el Reglamento de Tarifas, en concepto de cargos por bajo factor de potencia.

De acuerdo al Registrador de Calidad de Potencia tenemos un factor de potencia mínimo de 0.71, el cual lo vamos a mejorar a un factor de potencia de 0.95. Con esto estaríamos cumpliendo con lo establecido por el Regulación del CONELEC 004/01.

Es decir necesitamos un sistema automático de bancos de capacitores que nos ayude a mejorar el factor de potencia. Los datos necesarios son los siguientes:

$$P.\text{promedio} = 61.73 \text{ kW}$$

$$\text{Factor de Potencia Actual: } \text{fp}_0 = 0.71 = \cos\varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = 44.76^\circ$$

$$\text{Factor de Potencia Mejorado: } \text{fp} = 0.95 = \cos\varphi \Rightarrow \varphi = 18.19^\circ$$

Entonces para obtener el valor de la potencia reactiva actual y proyectada se realiza el siguiente cálculo:

$$Q = P * \tan(\phi)$$

$$Q1 = P * \tan(\phi1)$$

$$Q1 = 61.73 * \tan(44.76)$$

$$Q1 = 61.21 \text{ kVAR}$$

$$Q2 = P * \tan(\phi2)$$

$$Q2 = 61.73 * \tan(18.19)$$

$$Q2 = 20.28 \text{ kVAR}$$

Entonces el valor del banco de capacitores está dado por la diferencia entre las potencias reactiva actual y proyectada:

Ecuación 10- Valor del banco de capacitores

$$Q_C = Q1 - Q2$$

$$Q_C = 61.21 - 20.28$$

$$Q_C = 40.93 \text{ kVAR}$$

A continuación el valor de Potencia Aparente que se tiene con la Potencia Reactiva actual y con la Potencia Reactiva proyectada y la diferencia de estas dos nos da la Potencia Aparente ahorrada.

Ecuación 11- Valor de Potencia Aparente

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S1 = \sqrt{P^2 + Q1^2}$$

$$S1 = \sqrt{61.73^2 + 61.21^2}$$

$$S1 = 86.93 \text{ kVA}$$

$$S1 = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S1 = \sqrt{61.73^2 + 20.28^2}$$

$$S1 = 64.97 \text{ kVA}$$

Ecuación 12- Valor de potencia Aparente Ahorrada

$$\text{Sahorrada} = S1 - S2$$

$$\text{Sahorrada} = 86.93 - 64.97$$

$$\text{Sahorrada} = 21.96 \text{ kVA}$$

Ahorro por corrección de factor de potencia

Según el pliego tarifario de la E.E.Q.S.A. la penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda y comercialización, multiplicada por el siguiente factor:

Ecuación 13- Factor de penalización por bajo factor de potencia

$$Bfp = \left(\frac{0.92}{Fpr} - 1 \right)$$

Bfp= Factor de penalización por bajo factor de potencia

Fpr= Factor de potencia registrado

La penalización por bajo factor de potencia es parte integrante de la planilla por venta de energía.

En la tabla 19 se puede apreciar que en los meses de enero a noviembre del 2009, el factor de potencia fue menor al admitido, con valores crítico en abril del 2009 y julio del 2009 el factor de potencia fue de 0.71, con penalizaciones de \$ 225,46 y \$ 384,31. Dando una multa total de penalizaciones por \$ 2484,91; de los meses de enero a noviembre del 2009.

Tabla 19- Penalizaciones por bajo factor de potencia

Tiempo (meses)	F.p. Medido	F.p. Admitido	Penalizaciones (\$)
ene-09	0,72	0,92	153,81
feb-09	0,72	0,92	237,23
mar-09	0,73	0,92	188,47
abr-09	0,71	0,92	225,46
may-09	0,72	0,92	225,86
jun-09	0,74	0,92	173,37
jul-09	0,71	0,92	384,31
ago-09	0,72	0,92	264,68
sep-09	0,72	0,92	246,57
oct-09	0,72	0,92	198,54
nov-09	0,74	0,92	186,61
dic-09	0,96	0,92	-
ene-10	0,96	0,92	-
feb-10	0,98	0,92	-
mar-10	0,97	0,92	-
		Total	2484,91

La penalización por bajo factor de potencia es parte integrante de la planilla por venta de energía.

Es decir que el ahorro económico anual total (AEA) al instalar el banco de condensadores será de 2484.91 USD.

$$AEA = 2484.91 \text{ USD}$$

Para el análisis económico se obtiene proformas del banco de condensadores y accesorios que van a ser instalados.

- 5 bancos de capacitores trifásicos de 10kVAR 240V, equipado con resistencia de descarga incorporada y protección interna en cada botella, marca INTERNATIONAL CAPACITOR LIFASA.
- 5 contactores CL04A $I_e=32\text{Amp}$. AC3 Bob. 240Vac.
- 5 breaker Record SL 3P-40A., 40/16/12kA - 240/440/500V marca G.E.
- 1 juego de Conductores THHN # 10.
- Mano de obra.

$$\text{Total inversión} = 1350 \text{ USD}$$

Calculo del tiempo de retorno de la inversión (Ri)

El periodo de recuperación indica el tiempo que transcurrirá después de iniciada instalación de los condensadores, para recuperar la inversión inicial. Este es un indicador muy utilizado para comparar proyectos, ya que periodos de recuperación muy largos (mayores de 3 años generalmente), son poco atractivos para los inversionistas.

Dónde:

I = Inversión (USD)

AEA = Ahorro Económico Anual Total (USD)

Ecuación 14- Retorno en la inversión

$$Ri = \frac{1350}{2484.91} = 0.54 \text{ años}$$

Calculo Beneficio Costo (B/C)

Al aplicar la relación Beneficio/Costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos llamados **Beneficios** y que cantidades constituyen los egresos llamados **Costos**.

El análisis de la relación B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que.

- $B/C > 1$ implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- $B/C = 1$ implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$ implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Se procede a obtener el costo anual, dividiendo la inversión en una serie infinita de pagos:

$$\text{Anualidad} = R/i$$

Dónde:

$$R = \text{Costo anual}$$

$$i = \text{Interés}$$

$$\text{Anualidad} = \text{Inversión (I)}$$

$$R = I * i$$

$$R = 1350 * 0.04 = 54$$

$$B/C = AEA / R$$

$$B/C = 2484.91 / 54$$

$$B/C = 46.02 > 1 \text{ Es aconsejable la inversión}$$

Cálculo del valor actual neto (VAN)

El proceso de cálculo del VAN consiste en traer a valor presente un determinado valor mediante el uso de una tasa de descuento. El proceso permite entender la pérdida de valor que tienen los flujos por participar en economías inflacionarias. Es decir, determina como un flujo pierde valor en el tiempo teniendo menor poder adquisitivo dado por la cantidad de bienes o servicios que se pueden adquirir.

En el desarrollo de un análisis financiero, el VAN permite determinar si un proyecto es o no atractivo en función de su resultado. Para ello es necesario aplicar la siguiente ecuación:

Ecuación 15- Valor Actual Neto

$$\text{VAN} = \text{Inversión Inicial} - \text{Sumatoria del VA de los flujos existentes}$$

Si el VAN es positivo, se puede entender que la rentabilidad del proyecto es viable y que deben continuarse con más estudios que confirmen si es atractivo para los inversionistas.

Es importante seleccionar adecuadamente la tasa de descuento a utilizar, misma que puede ser el resultante de varias tasas como la inflación, tasas de interés, etc.

$$\text{VA} = 1350,00 / (1 + 0.07)^1$$

$$\text{VA} = 1261,68$$

$$\text{VAN} = 1350,00 - 1261,68$$

$$\text{VAN} = 88,32$$

En la siguiente tabla se indica el resultado del análisis económico para la instalación del banco de capacitores de 50kVAR, para de esa forma se pueda corregir el bajo factor de potencia y así evitar la penalización del CONELEC.

Tabla 20- Resumen del análisis económico al instalar el banco de capacitores

	Inversión (USD)	AEA (USD/año)	Ri (años)	B/C	VAN
Banco de capacitores 50kVAR	1350	2484,91	0,54	46,02	88,32

AEA = Ahorro económico anual

Ri = Tiempo de retorno de la inversión

B/C = Beneficio costo

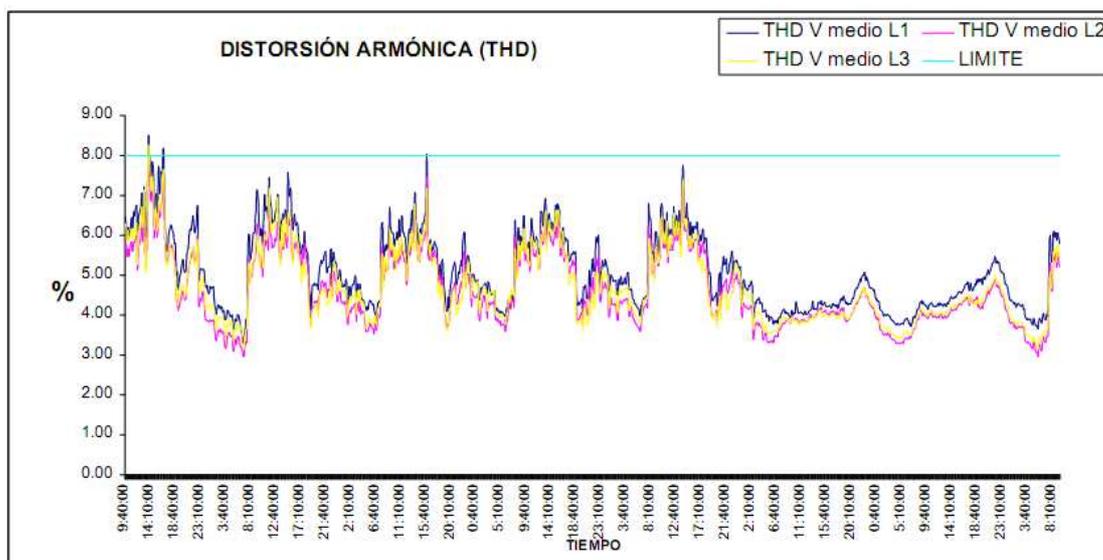
VAN = Valor actual neto

De acuerdo a este análisis se observa que realizando una inversión de 1350 USD en instalar un banco de capacitores de 50kVAR, con un ahorro económico anual de 2484,01 USD incluido impuestos; con un tiempo de retorno de la inversión de 0,54 años el beneficio costo es de 46,02 es decir es mayor a 1 por lo tanto es aconsejable la inversión.

4.2.2.5 Análisis de mediciones de Armónicos

La siguiente ilustración corresponde al nivel de armónicos de voltaje, de los datos obtenidos del Registrador de Calidad de Potencia se puede observar que el mayor porcentaje de armónicos son el 5to y 7mo, sin embargo estos no superan los valores indicados en la regulación del CONELEC 004/01 literal 2.2.2.3. para el 5to y 7mo armónico (establece una distorsión máxima del 2% del voltaje nominal), (ver Anexo 3). Si estos porcentajes superan los valores indicados en la regulación, provocarían aumento de pérdidas en el transformador y disminución en la eficiencia de los motores, además calentamiento, vibraciones, alto contenido de ruido audible y decremento del torque.

Ilustración 24- Distorsión Armónica (THD)



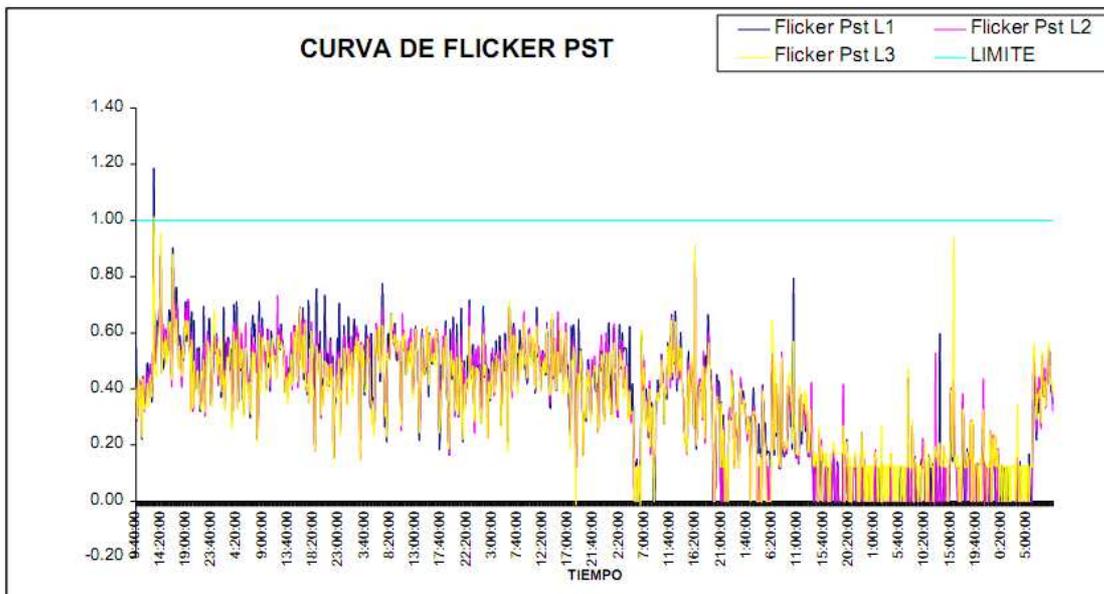
4.2.2.5 Análisis de mediciones de Parpadeo (Flicker)

La combinación de variaciones elevadas de corriente y una impedancia de red también elevada, puede causar variaciones excesivas de la tensión de alimentación. Si las variaciones de tensión se repiten a intervalos cortos de tiempo, se producirá un parpadeo de la iluminación, principalmente de aquella emitida por ampollas incandescentes.

Los límites y la forma de medir se encuentran en la Regulación del CONELEC 004/01 literal 2.2.1. (Ver Anexo 4)

En la siguiente ilustración se observan las perturbaciones de voltaje medidas en un periodo de siete días, con intervalos de medición de cinco minutos, es decir los valores medidos se encuentran por debajo del límite de la Regulación 004/01.

Ilustración 25- Curva de Flicker PST



Índice de Calidad.- Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (Pst), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

Ecuación 16- Índice de severidad de flicker de corta duración.

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

Donde:

Pst: Índice de severidad de flicker de corta duración.

P_{0.1}, P₁, P₃, P₁₀, P₅₀: Niveles de efecto “flicker” que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

Tabla 21- Valores obtenidos con el Registrador de Calidad de Potencia (Fluke)

Periodo de observación (horas)	Niveles de efecto flicker (%)
84	P50 = 0,46
17	P10 = 0,46
5	P3 = 1,36
2	P1 = 0
1	P0.1 = 0

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

$$P_{st} = \sqrt{0.0314 * 0 + 0.0525 * 0 + 0.0657 * 1.36 + 0.28 * 0.46 + 0.08 * 0.46}$$

Pst = 0.504 Este valor se encuentra dentro de los límites establecidos por el CONELEC el cual es menor a 1.

4.4 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

CONCEPTOS GENERALES.

Flujo luminoso.- Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre wat y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

$$1 \text{ wat-luz a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ lm}$$

Unidad Lumen (lm), Símbolo Φ

Rendimiento Luminoso.- relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente luminosa y su potencia eléctrica absorbida.

$$R = \text{Lumen} / \text{Watio}$$

Intensidad Luminosa.- Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

Intensidad luminosa $I = \Phi/\omega$

Nivel de Iluminación.- Flujo luminoso recibido por unidad de superficie.

$E = \text{Lumen} / \text{m}^2$ (lux).

Los niveles de iluminación dependen de las actividades que se vayan a realizar. En general se puede distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

PRINCIPALES CONDICIONES PARA OBTENER ILUMINACIÓN ADECUADA.

Iluminación general: Es la proveniente tanto del sol como de las lámparas y que alumbra toda el área de trabajo.

Iluminación localizada: Es aquella que ilumina exclusivamente el objeto u objetos con los cuales trabajamos.

Iluminación de emergencia: Es la que permite obtener una iluminación mínima por un tiempo mínimo requerido para que todo el personal abandone normalmente el área de trabajo afectada por la falta de energía.

Encandilamiento: El encandilamiento se produce cuando miramos una luz más fuerte que la que el ojo está adaptado a recibir en ese momento. Esto ocurre cuando la iluminación está ubicada a baja altura y sin pantalla protectora, o cuando los rayos del sol penetran directamente en el lugar de trabajo.

BIENESTAR DEL PERSONAL, EXIGENCIAS FÍSICAS Y AMBIENTALES DE LA ILUMINACIÓN.

El ojo humano responde a cuatro factores interrelacionados: tamaño del objeto observado, duración de la observación, contraste entre el objeto observado y su

entorno, e, iluminación o cantidad de luz que recibe el objeto. La falta de iluminación adecuada es causa de accidentes, cansancio de la vista y en consecuencia fatiga y dolores de cabeza, contribuyendo adicionalmente a bajos niveles de producción, deterioro de la calidad e incremento de desperdicios. La vista de una persona decrece con la edad, pues se ha comprobado que a los 30 años las personas, en general, necesitan dos veces más iluminación que un niño de 10 años, a los 40 tres veces más y a los 60, quince veces más luz. Esto hace que sea particularmente importante que las personas de mayor edad dispongan de toda la iluminación necesaria, y que en forma periódica, se sometan a un Programa de chequeo visual.

Lux (lx): Es la unidad de iluminación en el Sistema Internacional, es la iluminación de una superficie de un (1) metro cuadrado que recibe, uniformemente repartido, un flujo luminoso de un (1) lumen.

Lumen (lm): Es la unidad de flujo luminoso, y es el flujo luminoso emitido desde el vértice de un ángulo sólido de un (1) estereorradián, por una fuente puntual uniforme que tiene una intensidad luminosa de 1 candela.

Candela (cd): Es la unidad de intensidad luminosa y es la intensidad luminosa, en la dirección perpendicular, de una superficie de 1/600.000 metros cuadrados, de un cuerpo negro a la temperatura de solidificación del platino (2.042 °K) a la presión de 101.325 pázcales.

Iluminación Natural: Es la proveniente del sol.

Iluminación artificial: es exclusivamente la que producen las lámparas y otros artefactos de fabricación humana, excluyendo las de combustión.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.

En la Iluminación de un local de trabajo se deben evitar los reflejos, ya que estos son molestos y perjudiciales para el trabajador.

Para alumbrado localizado se utilizarán reflectores o pantallas difusoras que occultan completamente el punto de luz a los ojos del trabajador.

Cuanto más finos sean los detalles de un trabajo, más intensa debe ser la iluminación; sin embargo esto tiene su límite práctico ya que la intensidad de la luz reflejada también aumenta, y una luz demasiado fuerte estorba la visión por que deslumbra.

Los reflejos obedecen a exceso de luz sobre superficies brillantes, esto se debe corregir reduciendo la intensidad de la iluminación u opacando las superficies brillantes.

La luz debe dirigirse a los materiales e implementos con los que se trabaja.

La fuente de luz debe ubicarse, cuando sea posible, oblicuamente atrás del hombro izquierdo del trabajador.

Con el objeto de optimizar la iluminación, se recomienda establecer un programa de mantenimiento, de forma que no existan bombillos quemados, cubiertos con suciedad, grasa o aceite, lo que reduce en forma significativa la luz que irradian.

Igual precaución debe tomarse con ventanales que impiden el paso de la luz natural.

Las lámparas y los tubos fluorescentes envejecen. Después de un tiempo de uso producen, tal vez, solo la mitad de la luz que producían originalmente, por eso es conveniente mantener un programa de cambio, de acuerdo a recomendaciones del fabricante o a resultados de mediciones utilizando luxómetro, aunque aparentemente se encuentren en buenas condiciones.

LÁMPARAS UTILIZADAS EN ALUMBRADO PÚBLICO.

. Incandescencia.

- De vapor de mercurio.

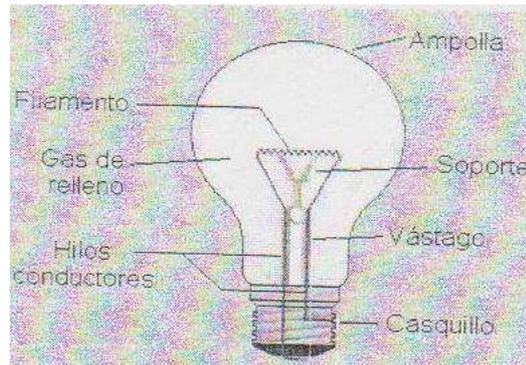
- De vapor de sodio.

- Fluorescentes.

Lámpara Incandescente.- originan la energía radiante por la emisión a alta temperatura (unos 2.500 °C) de un filamento de tungsteno, calentado por el paso de la corriente eléctrica.

La mayor parte de la energía emitida se sitúa en el infrarrojo, por lo que el rendimiento en luz visible es notablemente bajo.

Ilustración 26- Lámpara incandescente



El tungsteno del filamento, calentado no muy lejos de su temperatura de fusión (3.410°C), tiende a evaporarse. La evaporación origina debilitamientos de sección, en los que aparecen calentamientos locales que aceleran la rotura del hilo metálico. Para frenar este proceso, se introduce argón en los bulbos.

El rendimiento de una lámpara de incandescencia, a igualdad de potencia, es menor cuanto mayor es la tensión nominal (a 220 V un 10% menor que a 127 V). Es importante utilizar las lámparas a su tensión nominal. Si se alimentan a tensiones inferiores a ella su vida se alarga mucho, pero la potencia luminosa es bastante menor que la nominal. Por el contrario, sí se alimenta a mayor tensión que la nominal, la potencia luminosa crece apreciablemente, pero la vida, se acorta, e incluso puede destruirse la lámpara a la primera conexión, si la diferencia de tensión es sensible.

El rendimiento luminoso crece al aumentar la potencia nominal de las lámparas. La vida media de las lámparas de incandescencia es de 750-1.000 horas de servicio. Al finalizar la vida útil de la lámpara el rendimiento es del 70%.

El alumbrado por lámparas de incandescencia presenta las siguientes ventajas:

- Instalación sencilla. No requiere elementos auxiliares de cebado ni de arranque y se conecta a la red directamente.
- Factor de potencia unidad. No necesita conexión de condensadores en paralelo con la lámpara.
- Luz cálida. Agradable para ambiente doméstico.

Tienen, sin embargo, como desventajas el reducido rendimiento y la vida no muy larga, empleándose casi exclusivamente para iluminación del hogar y en lugares de descanso, diversión y esparcimiento.

En el interior del gas tienen lugar procesos de colisión entre iones y electrones, que excitan a los electrones de la envoltura del núcleo de los átomos, trasladándolos a niveles de más alta energía, pero inestables. Cuando el electrón excitado retorna a un nivel estable, desprende la diferencia de energía correspondiente a ambos niveles. Esta energía es fija y determinada, por lo cual también lo es la frecuencia de la radiación emitida en el salto de niveles, lo que caracteriza una de las propiedades de las lámparas de descarga: emisión de luz concentrada en una o varias frecuencias no continuas.

El encendido o arranque exige una tensión elevada, superior, en general, a la suministrada por la red. Sin embargo, una vez cebada la lámpara, la tensión necesaria para mantenerla en funcionamiento es menor que la de cebado. Además, la corriente tiende a crecer, sin límite, para pequeñas variaciones de tensión.

Es necesario, generalmente, acoplar un dispositivo arrancador que facilite la elevada tensión de cebado.

Debe instalarse una reactancia en serie con la lámpara, con objeto de que la corriente no crezca sin límite y se mantenga en el valor adecuado.

La introducción de reactancias hace aparecer el problema del factor de potencia que se corrige añadiendo condensadores en paralelo con la alimentación.

Dentro de las lámparas de descarga hay diferentes tipos.

- Lámparas de vapor de sodio de baja presión.
- Lámparas de vapor de sodio de alta presión.
- Lámparas de vapor de mercurio.
- Lámparas fluorescentes.

Lámpara de vapor de sodio de baja presión.

La lámpara está llena de gas neón y sodio. La descarga comienza en el gas neón y su calor evapora progresivamente el sodio. Al cabo de unos 10 minutos, los vapores de este metal terminan por conducir la descarga eléctrica. Si la lámpara se apagara en este momento, el vapor de sodio se condensaría y no sería posible el reencendido de modo inmediato.

La luz visible emitida por la descarga de sodio está situada, en gran parte, en longitudes de onda cercanas a las 0.59 mieras. El factor de visibilidad o sensibilidad relativa del ojo es, para estas radiaciones, cercano al 90 %, por lo cual el rendimiento luminoso de las lámparas de sodio es muy elevado.

La vida media es más elevada que para las de incandescencia (unas 5.000-6.000 horas)

La luz de sodio, por su coloración amarillo-naranja, no permite distinguir adecuadamente los colores y no es adecuada para el alumbrado ordinario. En cambio, su gran rendimiento la hace atractiva allí donde la distinción de colores no sea fundamental, como por ejemplo en:

- Vías públicas de tránsito rodado.
- Almacenes y grandes talleres.
- Estaciones y parques ferroviarios.

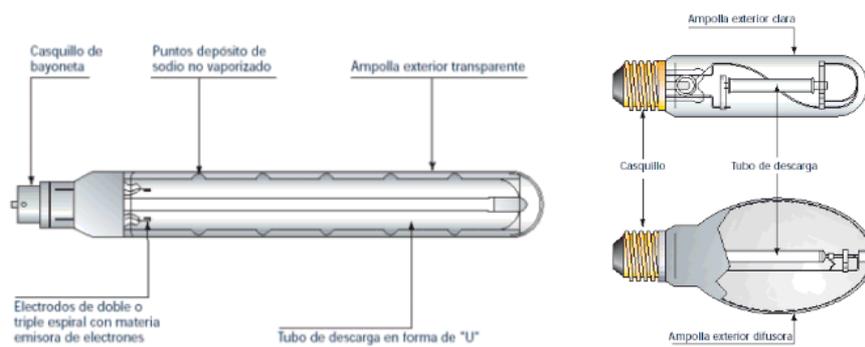
O bien, donde el monocromatismo constituye por si mismo una ventaja:

- Señalización
- Alumbrado exterior de monumentos o edificios notables.

Lámparas de vapor de sodio de alta presión.

El funcionamiento es análogo al de las de baja presión, pero el contenido en sodio es más elevado. Su rendimiento es algo inferior al de las primeras, pero su vida media es más elevada (unas 9.000 horas).

Ilustración 27- Lámpara de vapor de sodio de baja y alta presión respectivamente



Lámpara de vapor de mercurio.

En estas lámparas, la descarga comienza en el seno del gas argón. Con el calor producido, se evapora el mercurio contenido en la lámpara, proceso que dura unos 5 minutos, pasando a ser éste el responsable de la conducción.

Ilustración 28- Lámpara de vapor de mercurio



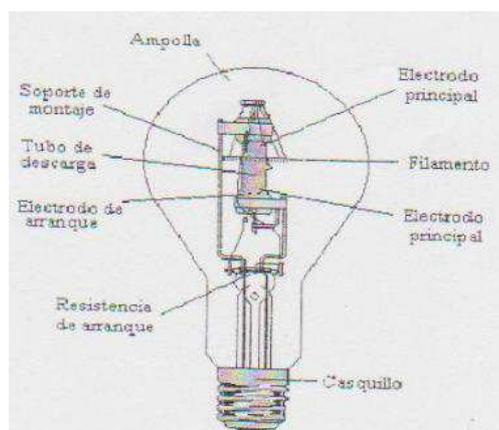
La luz emitida es una mezcla de colores violeta, azul, verde y amarillo. Estos dos últimos dan buena respuesta de visibilidad, por lo que las lámparas de mercurio ofrecen un rendimiento bastante bueno, aunque mitad que las de sodio. La coloración de la luz, sin embargo, restringe su utilización a aplicaciones distintas del alumbrado general:

- Alumbrado industrial.
- Parques.
- Almacenes.

La falta de longitudes de ondas rojas en el espectro de las lámparas de mercurio se ha corregido de los modos siguientes:

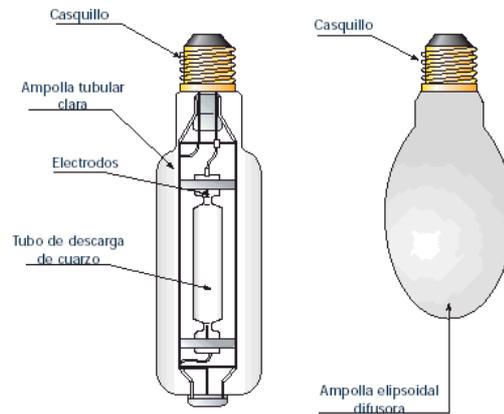
- Lámparas de vapor de mercurio (color corregido) con recubrimiento interior de la ampolla con sustancias fluorescentes.
- Lámparas de luz mixta: Son una combinación de lámparas de mercurio y de incandescencia (cuya emisión es más intensa en tonos rojos). El flujo luminoso correspondiente a la radiación por incandescencia es del orden del doble de la del mercurio, lo que hace que el rendimiento total supere al de incandescencia en un 50 %.

Ilustración 29- Lámpara de Luz Mixta



Lámparas con halogenuros.- Se corrige el defecto cromático añadiendo al mercurio yoduros de diversos metales, obteniéndose rendimientos muy buenos.

Ilustración 30- Lámparas con Halogenuros

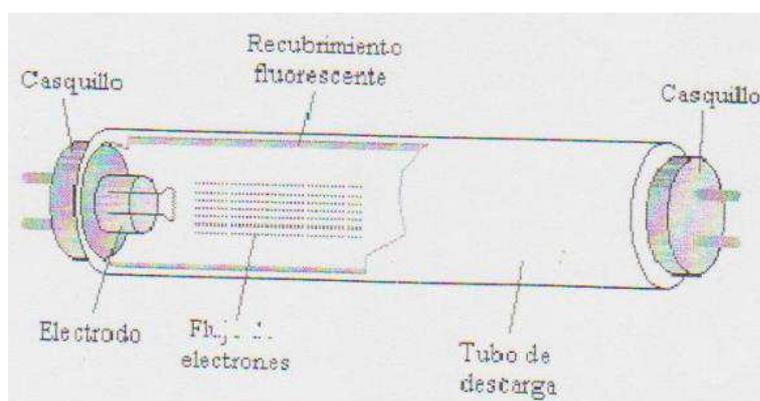


Lámpara fluorescente.

Son lámparas de vapor de mercurio, pero funcionan a baja presión. En estas condiciones, la emisión de luz difiere radicalmente de las anteriores lámparas de mercurio, comportándose del modo siguiente:

- La mayor parte de la energía radiada en la descarga se suma en la longitud de onda de 0,2537 micras (ultravioleta), fuera del espectro visible.
- Para conseguir luz visible, se recubre el interior de la ampolla con una materia fluorescente adecuada que, al ser impactada por la radiación ultravioleta de la descarga, la absorbe y emite a su vez radiación.

Ilustración 31- Lámpara fluorescente



Esta radiación secundaria es visible y su espectro de longitudes de onda, que puede ser muy variado, depende de la naturaleza de las sustancias que constituyen el recubrimiento fluorescente.

Son, sensibles a la temperatura ambiente, por lo cual puede ser necesario protegerlas si su rendimiento desciende.

EL arranque de un tubo fluorescente requiere normalmente una tensión más alta que la de la red que lo alimenta. Esta tensión se consigue provocando con el cebador una interrupción brusca de la corriente en el circuito de una reactancia, lo que origina una sobre tensión capaz de cebar la lámpara.

La necesaria utilización de reactancias para cebar y limitar la corriente en las lámparas fluorescentes acarrea factores de potencia bajos en las instalaciones de alumbrado (del orden de 0,3 – 0,5). Este defecto puede evitarse colocando condensadores en paralelo con la lámpara.

Pueden obtenerse muy distintas coloraciones de la luz producida por las lámparas fluorescentes variando la composición química de los revestimientos internos de las ampollas, con lo que resultan muy adecuadas para letreros luminosos, incluso si son intermitentes, puesto que los tiempos de arranque son reducidos.

La luz blanca obtenida de lámparas fluorescentes es muy semejante a la luz diurna y se emplea extensamente para el alumbrado ordinario de interiores, incluso en locales donde se desarrolla trabajo humano que requiera percepción de detalles visuales.

Tales como:

- Talleres de maquinaria o ajuste.
- Oficinas e interiores de edificios públicos.
- Salas de delineación.
- Comedores.
- Hospitales.

- Otros lugares destinados al público.

FACTOR DE FORMA DEL LOCAL.

Para recintos de forma rectangular, se definen los siguientes factores de forma:

- ✓ Iluminación indirecta o semi-indirecta (la mayor parte del flujo luminoso es enviado hacia el techo).

Factor de forma: $K = 3A/H_T P$

- ✓ Otros métodos de iluminación (directa, semi-difusa. etc.)

Factor de forma: $K = 2 A/ H_M P$

Donde:

A: Superficie del local, en m^2

P: Perímetro del local, en m

H_T : Altura del techo sobre el plano a iluminar (plano de trabajo), en m

H_M : Altura del manantial luminoso sobre el plano de trabajo, expresado en m

El plano de trabajo está situado entre 0,8 y 1 metro sobre el suelo.

Factor de utilización.

El factor de utilización es el cociente entre el flujo luminoso utilizado en el plano de trabajo y el flujo luminoso total emitido por la fuente de luz.

El factor de utilización se encuentra tabulado para los distintos métodos de iluminación (directo, indirecto, etc.) y se obtiene de los catálogos de los fabricantes de las luminarias, a partir del factor de forma del local y de los factores de reflexión.

Flujo luminoso necesario:

Conocido el nivel de iluminación requerido (lux), el flujo luminoso de las lámparas tiene por valor:

Ecuación 17- Flujo luminoso

$$\text{Flujo luminoso (lúmenes)} = \frac{\text{Nivel iluminación (lux) x Sup. Del local (m}^2\text{)}}{\text{Factor de Utilización}}$$

El flujo luminoso encontrado debe aún dividirse por un factor de depreciación que, para cada fuente de luz, viene especificado por los fabricantes a tres niveles;

- * Mantenimiento bueno.
- * Mantenimiento malo.
- * Mantenimiento muy malo.

Separación entre luminarias.

Es función del tipo de luminaria empleada y del factor de utilización.

Suele estar comprendido entre 0,8 y 1 .2 veces la altura HT ó H M empleada en el cálculo del factor de forma, según sea el método de iluminación.

Iluminación natural.

El simple sentido común exige el aprovechamiento de la luz solar. Sin embargo, estas luminarias naturales presentan la desventaja de que el calor pasa fácilmente a través de ellas por conducción, acarreando importantes pérdidas de energía calorífica en invierno y aportaciones excesivas en verano.

El problema en invierno es fácilmente resoluble utilizando doble vidrio, vidrios especiales u otras superficies transparentes de baja conductividad térmica. De este modo, dado que junto con la radiación luminosa entra en el edificio radiación calorífica el doble vidrio impide la salida de esta segunda, produciéndose el efecto invernadero.

En otras palabras, la luminaria natural ayuda a la calefacción en invierno. Lógicamente el doble vidrio tiene sentido siempre que el resto del edificio esté bien aislado.

En verano, si existe aire acondicionado en el edificio, es conveniente utilizar en las Luminarias sistemas reflectantes de radiación calorífica o bien sistemas tipo

toldo o pantalla, los cuales, según la inclinación de la radiación en invierno permiten su paso y en cambio en verano lo dificultan.

Tabla 22- Especificaciones Técnicas de Lámparas

	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia luminosa (lm/W)	Temp. de color (K)	Rendim. de color (Ra)	Duración (Horas)
Incandescente estándar	10-1.500	50-35.000	5-25	2.500-3.000	100	100-2.000
Incandescente halógenos	10-2.000	150-60.000	15-30	2.800-3.300	100	50-2.000
Fluorescente estándar	4-2.000	150-15.000	40-100	2.500-6.500	60-95	10.000-20.000
Fluorescente compactas	5-25	150-15.000	50-80	2.500-6.500	80-90	5.000-10.000
Luz mezcla	100-1.250	1.000-40.000	oct-30	3.000-6.000	40-50	5.000-10.000
Vapor mercurio con Halogenuro	30-2.000	1.500-250.000	10-30	3.500-6.500	50-85	2.000-10.000
Sodio alta presión	30-1.000	1.500-150.000	50-150	2.000-2.500	20-80	10.000-25.000
Sodio baja presión	15-200	1.500-35.000	100-200	1.700	-	10.000-15.000
Mercurio alta presión	50-1.000	1.500-60.000	30-60	3.000-6.000	25-60	10.000-20.000

Tabla 23- Tipos de Lámparas

Tipo de lámpara		Potencia (W)	Rendimiento Lum (W)	Vida (horas)	Aplicaciones
Incandescencia		25-1.500	9 a 20	1.000	Vivienda , oficina comercio
Mercurio	Alta presión	50-2.000	35 a 65	9.000	Tallares, almacenes
	Luz mixta		15 a 35	6.000	Parques, complejos, deportivos
	Halógenos	250-2.000	70 a 90	3.000	Aparcamiento, naves industriales
Fluorescentes		20 a 65	40 a 55	6.000	Oficinas, comercio, tallares
Sodio	Alta presión	70-1.000	60 a 90	9.000	Naves industriales, carreteras
	Baja presión	35-200	80 a 135	6.000	Autopista, alumbrado publico

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA EDITORIAL ECUADOR.

Actualmente algunos sitios en las áreas de la Editorial Ecuador se mantienen prendidas lámparas sin ningún aprovechamiento, por lo que se consideraría implementar una campaña de uso racionado de la luz artificial en estos lugares.

La siguiente tabla presenta la cantidad; carga instalada y el consumo de las lámparas de la Editorial Ecuador.

Tabla 24- Iluminación

CARGA CORRESPONDIENTE A ILUMINACION			
DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA TOTAL (W)	CONSUMO MENSUAL (kWH/MES)
Luminaria Fluorescente 2x40w Balastro Electromagnético	10	800	176
Luminaria Fluorescente 2x32w Balastro Electrónico	4	128	28,16
Lámpara de vapor de sodio de alta presión 150w	15	2250	693
Foco incandescente 60w	1	60	13,2
Foco ahorrador 20w	4	80	17,6
	Total	3.318	927,96

NIVEL DE ILUMINACIÓN ACTUAL EN LA EDITORIAL ECUADOR.

El nivel de iluminación en cada área de la Editorial Ecuador se obtiene con la ayuda de un luxómetro. Los valores medidos son comparados con los niveles de iluminación que se encuentran estipulados en tablas, para las distintas actividades de trabajo que se realizan en cada una de estas áreas.

La siguiente tabla contiene el valor del nivel actual de iluminación que existe en cada área de la Editorial Ecuador.

Tabla 25- Nivel de Iluminación Actual en Lux

ÁREA	VALOR MÍNIMO MEDIDO (LUX)	VALOR MÁXIMO MEDIDO (LUX)	VALOR DE TABLA (LUX)
Bodega de Materia Prima	120	320	200
Embalaje / Bodega y Producto Terminado	120	310	300
Encuadernación	110	300	300
Guillotina / Cortadora	110	310	300
Cosedora	110	310	300
Dobladora	110	310	300
Área de Impresora Offset	110	300	300
Revisión de Calidad	130	340	500
Diseño /Pre prensa	130	330	500
Recepción	100	340	300
Contabilidad	140	320	300
Sala de Junta de Accionistas	150	310	300
Vicepresidencia	160	310	300
Gerencia general	160	310	300

Nota: Los valores de tabla son del Manual de Alumbrado Philips

ESTÁNDARES DE ILUMINACIÓN.

20 Lux: Patios, galerías y lugares de paso.

50 Lux: Operaciones en que la distinción de detalles no es esencial.

- ✓ Manipulación de mercancías a granel.
- ✓ Manipulación de materiales gruesos.
- ✓ Pulverización de productos.

100 Lux: Cuando sea necesaria una pequeña distinción de detalles

- ✓ Fabricación de productos semiacabados de hierro y acero.

- ✓ Montajes simples.
- ✓ Molienda de granos.
- ✓ Cardado.
- ✓ Salas de máquinas y Calderas.
- ✓ Ascensores.
- ✓ Empaquetado y embalaje.
- ✓ Almacenes y depósitos.
- ✓ Vestuarios y cuartos de aseo.

200 Lux: Si es esencial una distinción moderada de detalles.

- ✓ Montajes medios.
- ✓ Trabajos sencillos de banco de taller.
- ✓ Costura de tejidos claros o productos de cuero.
- ✓ Industria de conserva.
- ✓ Carpintería mecánica.

300 Lux: Siempre que sea necesaria una distinción media de detalle.

- ✓ Trabajos medios de banco de taller o máquinas.
- ✓ Acabado de cuero y tejidos de color claro.
- ✓ Trabajo de oficina en general.

500/1000 Lux: En trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalle bajo condiciones de contraste durante largos periodos de tiempo.

- ✓ Montajes delicados.
- ✓ Trabajos finos en banco de taller o máquinas.
- ✓ Pulimento o biselado del vidrio.

- ✓ Ebanistería.
- ✓ Trabajo con tejidos de colores oscuros.
- ✓ Máquinas de oficinas.
- ✓ Dibujo artístico o lineal.

1000 Lux: Actividades que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste extremadamente difíciles:

- ✓ Montajes extrafinos
- ✓ Pruebas con instrumentos de precisión
- ✓ Talleres de joyería y relojería
- ✓ Grabado, litografía y otros trabajos delicados de imprenta.

REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Según las medidas tomadas con el luxómetro, el nivel de iluminación en el área de revisión de calidad es bajo. Para obtener un nivel adecuado de iluminación en esta área se debe considerar lámparas con características técnicas que puedan mejorar la situación.

Tabla 24 del área de revisión de calidad con bajo nivel de iluminación.

Tabla 26- Área de Revisión de Calidad

AREA DE REVISION DE CALIDAD INSTALACION ACTUALMENTE							
DESCRIPCION	Cantidad	Voltaje nominal (V)	Carga Unitaria (W)	Carga total (W)	Periodo de uso (h/mes)	Consumo mensual (kWh/mes)	Consumo promedio diario (kWh/día)
Luminaria Fluorescente 2x40W Balastro Electromagnético	6	120	80	480	220	105,6	4,8
Foco incandescente	1	120	60	60	44	2,64	0,12
			Carga instalada	540	Total mensual	108,24	4,92

Es decir el consumo anual con este sistema de iluminación es de 75.33 USD.

Tabla 27- Rediseño de Área de Revisión de Calidad

REDISEÑO AREA DE REVISION DE CALIDAD INSTALACION FUTURO							
DESCRIPCION	Cantidad	Voltaje nominal (V)	Carga Unitaria (W)	Carga total (W)	Periodo de uso (h/mes)	Consumo mensual (kWh/mes)	Consumó promedio diario (kWh/día)
Luminaria Fluorescente 2x32W Balastro Electrónico	6	120	64	384	220	84,48	3,84
Foco ahorrador	1	120	40	40	44	1,76	0,08
			Carga instalada	424	Total mensual	86,24	23,92

Y el consumo anual con el sistema de iluminación propuesto es de 60.02 USD

Al remplazar las luminarias por las sugeridas se obtendrá un mayor nivel de iluminación y una reducción en el consumo de energía.

Con un nuevo sistema de iluminación en esta área se logra una reducción en el consumo de 108.24 a 86.24 kWh/mes y en la potencia instalada de 540 a 424W, implicado una menor demanda de energía en la Editorial Ecuador.

Tabla 28- Valor Despreciativo correspondiente a iluminación

VALOR DEPRECIATIVO CORRESPONDIENTE A ILUMINACION			
DESCRIPCION	Cantidad	Valor	Total
Luminaria Fluorescente 2x32W Balastro Electrónico	6	10	60
Foco Ahorrador	1	2	2
	TOTAL =		62

Es decir que el ahorro económico anual total (AEA) al instalar el nuevo sistema de iluminación será de 2484.91 USD.

AEA = 15.31 USD

Y la inversión es de:

I = 62 USD

AHORRO EN EL SISTEMA ILUMINACIÓN.

Para conseguir un ahorro en iluminación es necesario implementar la alternativa siguiente:

Cambio total de las luminarias de 2x40 W por luminarias de 2x32 W, con balastro electrónico.

Calculo del tiempo de retorno de la inversión (Ri)

El periodo de recuperación indica el tiempo que transcurrirá después de iniciada instalación de los motores de alta eficiencia, para recuperar la inversión inicial. Este es un indicador muy utilizado para comparar proyectos, ya que periodos de recuperación muy largos (mayores de 3 años generalmente), son poco atractivos para los inversionistas.

Donde:

I = Inversión (USD)

AEA = Ahorro Económico Anual Total (USD)

$$Ri = \frac{62}{15.31} = 4.04 \text{ años}$$

Calculo Beneficio Costo (B/C)

Al aplicar la relación Beneficio/Costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos llamados **Beneficios** y que cantidades constituyen los egresos llamados **Costos**.

El análisis de la relación B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que.

- $B/C > 1$ implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- $B/C = 1$ implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$ implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Se procede a obtener el costo anual, dividiendo la inversión en una serie infinita de pagos:

$$\text{Anualidad} = R/i$$

Dónde:

$$R = \text{Costo anual}$$

$$i = \text{Interés}$$

$$\text{Anualidad} = \text{Inversión (I)}$$

$$R = I * i$$

$$R = 62 * 0.04 = 2.48$$

$$B/C = AEA / R$$

$$B/C = 15.31 / 2.48$$

$$B/C = 6.17 > 1 \text{ Es aconsejable la inversión}$$

Cálculo del valor actual neto (VAN)

El proceso de cálculo del VAN consiste en traer a valor presente un determinado valor mediante el uso de una tasa de descuento. El proceso permite entender la pérdida de valor que tienen los flujos por participar en economías inflacionarias. Es decir, determina como un flujo pierde valor en el tiempo teniendo menor poder adquisitivo dado por la cantidad de bienes o servicios que se pueden adquirir.

En el desarrollo de un análisis financiero, el VAN permite determinar si un proyecto es o no atractivo en función de su resultado. Para ello es necesario aplicar la siguiente ecuación:

Ecuación 18- Valor Actual Neto

$$\text{VAN} = \text{Inversión Inicial} - \text{Sumatoria del VA de los flujos existentes}$$

Si el VAN es positivo, se puede entender que la rentabilidad del proyecto es viable y que deben continuarse con más estudios que confirmen si es atractivo para los inversionistas.

Es importante seleccionar adecuadamente la tasa de descuento a utilizar, misma que puede ser el resultante de varias tasas como la inflación, tasas de interés, etc.

$$\text{VA} = 62 / (1 + 0,07)^1$$

$$\text{VA} = 57,94$$

$$\text{VAN} = 62 - 57,94$$

$$\text{VAN} = 4,06$$

En la siguiente tabla se indica el resultado del análisis económico para la instalación de un nuevo sistema de iluminación en el área de revisión de calidad.

Tabla 29- Resumen del análisis económico al instalar el nuevo sistema de iluminación

	Inversión (USD)	AEA (USD/año)	Ri (años)	B/C	VAN
Instalación de nuevo sistema de iluminación	62	15,31	4,04	6,17	4,06

AEA = Ahorro económico anual

Ri = Tiempo de retorno de la inversión

B/C = Beneficio costo

VAN = Valor actual neto

De acuerdo a este análisis se observa que realizando una inversión de 62 USD en al reemplazar el sistema de iluminación actual por el recomendado se produce un ahorro económico anual de 15,31 USD incluido impuestos; con un tiempo de retorno de la inversión de 4,04 años el beneficio costo es de 6,17 es decir es mayor a 1 por lo tanto es aconsejable la inversión.

MEDICIONES EN LAS CARGAS REPRESENTATIVAS

Las mediciones en las cargas representativas tienen la finalidad de comparar los datos medidos con los de placa y reunir con los datos necesarios para seleccionar los motores que actualmente están siendo utilizados, clasificando la información para recomendar su reemplazo por motores de alta eficiencia, mediante un estudio técnico y económico el mismo que se realizara más adelante.

Durante las mediciones varias de las cargas no se encontraban operando razón por la cual no se realizó mediciones, estas cargas operan pocas horas al mes.

En la tabla 27 se observa los valores de placa y valores medidos en las cargas representativas.

Tabla 30- Valores de placa y valores medidos en las cargas representativas

Ítem	Departamento	Maquina	VALORES DE PLACA					VALORES MEDIDOS				
			Potencia (HP)	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Corriente (A)	F.p.	Voltaje (V)	Corriente (A)	F.p.		
1	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	2,68	2	220	6,74	0,82	226	3,1	0,77		
2	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	6,71	5	220	18	0,87	224	6,1	0,83		
3	Guillotina/Encoladora	Encoladora - Muller	4,42	3,3	220	16	0,7	226	8,2	0,79		
4	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Martini	8,44	6,3	220	14,2	0,88	225	8,4	0,84		
5	Encuadernación	Alzadora de Pliego - Wohlenberg	34,85	26	220	70	-	226	38,2	0,86		
6	Tipografía	Impresora Troqueladora Grapadora - Minerva	2,48	1,85	208	7,2	0,82	225	4,1	0,75		
7	Tipografía	Troqueladora - Chandler Heidelberg	1	0,746	220	3,3	0,82	-	-	-		
8	Doblado	Dobladora Heidelberg	6,71	5	220	19,2	0,87	227	12,2	0,83		
9	Doblado	Dobladora MBO	6,71	5	220	20	0,82	222	11,6	0,9		
10	Prensa	Prensa GTO-46	1	0,746	220	6,4	-	-	-	-		
11	Prensa	Cosedora Bhremer	1,21	0,9	220	4,3	-	226	1,6	0,8		
12	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	80,42	60	220	160	-	227	123,1	0,89		
13	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	80,42	60	220	160	-	226	102,1	0,88		
14	Prensa	Prensa Heidelberg GTO	6,03	4,5	220	18	0,86	223	11,8	0,85		
15	Prensa	Prensa Solna	6,03	4,5	220	18,6	0,8	225	9,3	0,87		
16	Compresor	Compresor	1	0,746	220	2,5	0,8	-	-	-		

4.5 ESTUDIO TECNICO DE LAS POSIBILIDADES DE REEMPLAZO DE MOTORES

El estudio de las posibilidades de reemplazo de motores estándar por motores de alta eficiencia, se llevara a cabo desde el punto de vista eléctrico, mas no desde el punto de vista mecánico.

DETERMINACION DE LA POTENCIA UTIL DE LOS MOTORES REPRESENTATIVOS

El porcentaje de carga, permite calcular la verdadera potencia de trabajo del motor en HP y escoger un motor adecuado en términos de potencia. Se puede calcular mediante la siguiente expresión:

Ecuación 19- Porcentaje de Carga

$$\%C = \frac{\sqrt{3} * Vm * Im * fpm}{Pn * 746}$$

Dónde:

%C = Porcentaje de carga

Vm = Voltaje medido

Im = Corriente medida

Fpm = Factor de potencia medido

Pn = Potencia nominal

DETERMINACION DE LA POTENCIA NOMINAL DEL NUEVO MOTOR PARA PRENSA SPEED MASTER

a) Calculo de la potencia de entrada del motor instalado

Datos del motor:

Potencia (Pn) = 60 kW

Voltaje (Vn) = 220 V

Corriente (In) = 160 A

Eficiencia (efn) = 92%

Velocidad = 1775 r.p.m.

$$P_{in} = \frac{\sqrt{3} * V_m * I_m * f_{pm}}{1000}$$

$$P_{in} = \frac{\sqrt{3} * 227 * 123 * 0.89}{1000}$$

$$P_{in} = 43.04 \text{ kW}$$

b) Calculo de la eficiencia del motor instalado en el punto de carga

Primero se calcula el porcentaje de carga (%C), el mismo que junto a curvas características de motores, ayudara a determinar la eficiencia en el punto de carga(efstd).

$$\%C = \frac{\sqrt{3} * V_m * I_m * f_{pm}}{P_n * 746}$$

$$\%C = \frac{\sqrt{3} * 227 * 123 * 0.89}{80.4 * 746}$$

$$\%C = 71.76 \%$$

efstd = 85.9%, se encuentra en curvas del rendimiento del motor.

c) Calculo de la potencia útil del motor instalado (Pu)

$$P_u = \frac{\sqrt{3} * 227 * 123 * 0.89 * 85.9}{746 * 100}$$

$$P_u = 49.56 \text{ HP}$$

d) Calculo del porcentaje de carga actual (%C')

$$\%C' = \frac{P_u}{P_n} * 100$$

$$\%C = \frac{49.56}{80.4} * 100$$

$$\%C = 61.6\%$$

e) Calculo de la potencia útil necesaria (Pun) del nuevo motor de alta eficiencia

Potencia útil actual (Pu)

$$P_{un} = 1.3 * P_u$$

$$P_{un} = 1.3 * 49.56 = 64.4 \text{ HP}$$

El cálculo indica una potencia de 64.4 HP, es un potencia que no se encuentra en el mercado por lo que se sugiere una potencia nominal cercana a la obtenida que es de 75 HP.

f) Calculo del porcentaje de carga del nuevo motor (%Cn)

$$\%C_n = \frac{P_u}{P_n} * 100$$

$$\%C_n = \frac{49.56}{75} * 100$$

$$\%C_n = 66.1 \%$$

En este punto se debe recurrir a catálogos de motores para encontrar datos de corriente, factor de potencia y eficiencia del motor en el nuevo punto de carga.

Para este caso se usó el catálogo de motores de Reliance Electric, el cual proporciona información completa de sus motores, incluyendo curvas, precios, etc.

Tabla 31- Potencia y porcentaje de carga de motores instalados y de alta eficiencia

Item	Departamento	Maquina	Pn (HP)	Efn (%)	Vm (V)	Im (A)	F.p.m	%C (%)	efstd (Estimada)	Pu (HP)	%C' (%)	Pun (HP)	Pem (HP)	%Cn (%)	Pneff (HP)
1	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	6,71	83	224	6,1	0,83	39,2	77,5	2,0	30,4	2,7	3,0	68,0	3,0
2	Guillotina/Encoladora	Encoladora -Muller	4,42	78	224	8,2	0,79	76,2	88,8	3,0	67,7	3,9	5,0	59,8	5,0
3	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Martini	8,44	84	225	8,4	0,84	43,7	80,7	3,0	35,2	3,9	5,0	59,5	5,0
4	Encuadernación	Alzadora de Pliego - Wohlenberg	34,85	85	226	38,2	0,86	49,5	82,7	14,3	40,9	18,5	20,0	71,3	20,0
5	Doblado	Dobladora Heidelberg	6,71	83	227	12,2	0,83	79,5	87,3	4,7	69,4	6,1	7,5	62,1	7,5
6	Doblado	Dobladora MBO	6,71	83	222	11,6	0,9	80,2	88,4	4,8	70,9	6,2	7,5	63,4	7,5
7	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	80,42	92	227	123,1	0,89	71,8	85,9	49,6	61,7	64,5	75,0	66,1	75,0
8	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	80,42	92	226	102,1	0,88	58,6	83,1	39,2	48,7	50,9	75,0	52,2	75,0
9	Prensa	Prensa Heidelberg GTO	6,03	83	223	11,8	0,85	86,1	89,2	4,6	76,8	6,0	7,5	61,8	7,5
10	Prensa	Prensa Solna	6,03	83	225	9,3	0,87	70,1	84,7	3,6	59,4	4,7	7,5	47,7	7,5
11	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	2,68	81	226	3,1	0,77	46,7	72,1	0,90	33,70	1,17	1	90,3	1
12	Tipografía	Impresora Troqueladora Grapadora - Minerva	2,48	81	225	4,1	0,75	64,8	72,1	1,16	46,70	1,51	1,5	77,2	1,5
13	Prensa	Cosedora Bremer	1,21	79	226	1,6	0,8	55,5	69,7	0,47	38,69	0,61	0,5	93,6	0,5

Pn = Potencia nominal
 Efn = Eficiencia nominal
 Vm = Voltaje medido
 Im = Corriente medida
 fpm = Factor de potencia medido
 %C = Porcentaje de carga
 efstd = Eficiencia estándar
 Pu = Potencia útil actual
 %C' = Porcentaje de carga actual
 Pun = Potencia útil necesaria
 Pem = Potencia existente en el mercado
 %Cn = Porcentaje de carga nuevo
 Pneff = Potencia nominal motor alta eficiencia

g) Calculo de la potencia de entrada al punto de carga del motor eficiente (Pineff)

Datos del catálogo del motor de alta eficiencia maraca Reliance Electric

Potencia: 75 HP

Velocidad: 1780 r.p.m.

Voltaje nominal (V): 230 V

Corriente nominal: 86.5 A

Corriente al punto de carga (I): 65.8 A

Factor de potencia al punto de carga (fp): 0.835

Eficiencia del motor al punto de carga: 95.4

Costo: 6157.76 USD

Potencia de entrada al punto de carga del motor eficiente (Pineff)

$$P_{in} = \frac{\sqrt{3} * V * I * fp}{1000}$$

$$P_{in} = \frac{\sqrt{3} * 230 * 65.8 * 0.835}{1000}$$

$$P_{in} = 21.89 \text{ kW}$$

En la tabla 29 se indica las características de los motores de alta eficiencia obtenidas de las hojas técnicas del fabricante (ver anexo 6) y los resultados de la potencia de entrada.

Tabla 32- Resultados de la potencia de entrada de los motores eficientes

Ítem	Departamento	Maquina	Pneff (HP)	Vn (V)	In (A)	r.p.m.	ef	fp	I (A)	Pineff (kW)
1	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	3,0	230	4,2	1760	89,5	0,680	2,8	0,76
2	Guillotina/Encoladora	Encoladora -Muller	5,0	230	6,5	1750	89,5	0,736	4,2	1,23
3	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Martini	5,0	230	6,5	1750	89,5	0,736	4,2	1,23
4	Encuadernación	Alzadora de Pliego - Wohlenberg	20,0	230	24	1760	93	0,823	18,3	6,00
5	Doblado	Dobladora Heidelberg	7,5	230	9,5	1765	91,7	0,755	7,6	2,29
6	Doblado	Dobladora MBO	7,5	230	9,5	1765	91,7	0,755	7,6	2,29
7	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	75,0	230	86,5	1780	95,4	0,835	65,8	21,89
8	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	75,0	230	86,5	1780	95,4	0,835	65,8	21,89
9	Prensa	Prensa Heidelberg GTO	7,5	230	9,5	1765	91,7	0,755	7,6	2,29
10	Prensa	Prensa Solna	7,5	230	9,5	1765	91,7	0,755	7,6	2,29
11	Guillotina/Encoladora	Guillotina - Wohlenberg	1	230	1,5	1750	85,5	0,652	1,2	0,31
12	Tipografía	Impresora Troqueladora Grapadora - Minerva	1,5	230	2,1	1725	86,5	0,650	1,86	0,48
13	Prensa	Cosedora Bhremer	0,5	230	0,8	1750	82,5	0,650	0,66	0,17

P_{neff} = Potencia nominal
 V_n = Voltaje nominal
 I_n = Corriente nominal
 r.p.m = Revoluciones por minuto
 ef = Eficiencia
 fp = Factor de potencia
 I = Corriente al punto de carga
 P_{ineff} = Potencia de entrada al punto de carga

ESTUDIO ECONOMICO DE REEMPLAZO DE MOTORES

Luego de determinar las condiciones de operación de los motores mediante el estudio técnico. Según la tabla 4.9 que muestra que varios motores se encuentran sobre dimensionados y esto indica la posibilidad de un reemplazo de los mismos por motores de alta eficiencia, es necesario realizar una evaluación económica.

El estudio económico del reemplazo de motores estándar por motores eficientes se a realizado con la ayuda de una hoja electrónica de Excel desarrollada para el efecto.

Continuando con el ejemplo del estudio técnico se analizara el reemplazo del motor de la Prensa SpeedMaster, indicando el método de cálculo.

Costo de energía y demanda obtenidos del Pliego Tarifario E.E.Q.S.A.

Costo de energía (E): *0.058 USD/kWh*

Costo de demanda (D): *4.129 USD/kWh*

a) Gastos anuales por consumo de energía y por demanda

Motor estándar:

Dónde:

- Costos de la energía del motor estándar ($C_{e_{std}}$)
- Potencia instalada al punto de carga ($P_{in_{std}}$);(kW)
- Horas de operación (h/d)

$$C_{e_{std}} = P_{in_{std}} * h/d * 260 * E$$

$$C_{e_{std}} = 43.04 * 16 * 260 * 0.058 = 10384.69 \text{ USD/año}$$

- Costos de la demanda ($C_{d_{std}}$)

$$C_{d_{std}} = P_{in_{std}} * N_{meses} * D$$

$$C_{d_{std}} = 43.04 * 12 * 4.129 = 2134.53 \text{ USD/año}$$

- Costo total ($C_{t_{std}}$)

$$C_{t_{std}} = C_{e_{std}} + C_{d_{std}}$$

$$C_{t_{std}} = 10384.69 + 2134.53 = 12519.22 \text{ USD/año}$$

Motor de altaeficiencia

- Costos de energía ($C_{e_{eff}}$)

$$C_{e_{eff}} = P_{in_{eff}} * h / d * 260 * E$$

$$C_{e_{eff}} = 21.89 * 16 * 260 * 0.058 = 5281.62 \text{ USD/año}$$

- Costos de la demanda

$$C_{d_{eff}} = P_{in_{eff}} * N_{meses} * D$$

$$C_{d_{eff}} = 21.89 * 12 * 4.129 = 1084.61 \text{ USD/año}$$

- Costo total ($C_{t_{eff}}$)

$$C_{t_{eff}} = C_{e_{eff}} + C_{d_{eff}}$$

$$C_{t_{eff}} = 5281.62 + 1084.61 = 6366.23 \text{ UDS/año}$$

Gastos anuales por consume de energía y por demanda

- Ahorro en energía (A_e)

$$A_e = C_{e_{std}} - C_{e_{eff}}$$

$$A_e = 10384.69 - 5281.62 = 5103.07 \text{ USD/año}$$

- Ahorro en demanda (A_d)

$$A_d = C_{d_{std}} - C_{d_{eff}}$$

$$A_d = 2132.55 - 1084.61 = 1047.94 \text{ USD/año}$$

- Ahorro de costos eléctricos

$$ACE = A_e + A_d$$

$$ACE = 5103.07 + 1047.94 = 6151.01 \text{ USD/año}$$

En la tabla 4.12 se presentaran los resultados de los costos de energía y por demanda de los motores

Tabla 33- Costos por energía y por demanda de motores estándar y eficientes

Item	Departamento	Maquina	Pnstd (HP)	Pneff (HP)	Horas de operación (hid)	Pinstd (kW)	Pineff (kW)	Cestd (USD/año)	Ceeff (USD/año)	Cdstd (USD/año)	Cdeff (USD/año)	Ae (USD/año)	Ad (USD/año)	DCE (USD/año)
1	Guliotina/Encoladora	Guliotina - Wohlenberg	6,71	3,0	8	1,96	0,76	236,45	91,69	97,11	37,66	144,77	59,46	204,23
2	Guliotina/Encoladora	Encoladora -Muller	4,42	5,0	8	2,64	1,23	306,43	148,39	125,85	60,94	158,04	64,91	222,95
3	Guliotina/Encoladora	Guliotina - Martini	8,44	5,0	8	2,75	1,23	331,76	148,39	136,26	60,94	183,37	75,31	258,69
4	Encuademación	Alzadora de Pilego - Wohlenberg	34,9	20,0	8	12,86	6,00	1551,43	723,84	637,19	297,29	827,59	339,90	1167,49
5	Doblado	Dobladora Heidelberg	6,71	7,5	8	3,98	2,29	480,15	276,27	197,20	113,46	203,88	83,74	287,62
6	Doblado	Dobladora WBO	6,71	7,5	8	4,01	2,29	483,77	276,27	198,69	113,46	207,50	85,22	292,72
7	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	80,4	75,0	16	43,08	21,89	10394,34	5281,62	2134,53	1084,61	5112,72	1049,92	6162,65
8	Prensa	Prensa Heidelberg Speed Master	80,4	75,0	16	35,17	21,89	8485,82	5281,62	1742,60	1084,61	3204,20	668,00	3862,20
9	Prensa	Prensa Heidelberg GTO	6,03	7,5	8	3,87	2,29	466,88	276,27	191,75	113,46	190,61	78,29	268,90
10	Prensa	Prensa Solina	6,03	7,5	8	3,15	2,29	380,02	276,27	156,08	113,46	103,75	42,61	146,36
11	Guliotina/Encoladora	Guliotina - Wohlenberg	2,68	1	8	0,93	0,31	112,20	37,40	46,08	15,36	74,80	30,72	105,52
12	Tipografía	Impresora Troqueladora Grapadora - Minerva	2,48	1,5	8	1,2	0,48	144,77	57,91	59,46	23,78	86,86	35,67	122,54
13	Prensa	Cosadora Bherner	1,21	0,5	8	0,5	0,17	60,32	20,51	24,77	8,42	39,81	16,35	56,16

- Oper = Horas de operación al día
- Pinstd = Potencia de entrada al punto de carga de motor estándar
- Pineff = Potencia de entrada al punto de carga motor alta eficiencia
- Cestd = Costo de energía motor estándar
- Cdstd = Costo de demanda de motor estándar
- Cdeff = Costo de demanda de motor alta eficiencia
- Ceeff = Costo de energía motor alta eficiencia
- Ae = Ahorro de energía
- Ad = Ahorro de demanda
- DCE = Disminución anual de costos eléctricos

Calculo del ahorro económico anual total (AEA)

Dónde:

DCM = Disminución Anual de costos eléctricos (USD/año)

IMU = Ingreso por venta de motor usado (se considera en 5% del valor del motor)

AM = Ahorro por mantenimiento (se considera en 10% del valor del motor usado)

Egresos

CI = Costos de instalación (se considera un 10% del valor del motor a instalar)

D = Depreciación del equipo

DESARROLLO

V_u = Vida útil del motor (años)

$$D = I/V_u$$

$$D = 6157.76 / 20$$

$$D = 307.86 \text{ (USD / año)}$$

$$AEA = DCM + IMU + AM - CI - D$$

$$AEA = 6162.65 + 152.95 + 305.9 - 615.77 - 307.86$$

$$AEA = 5697.87 \text{ (USD / año)}$$

Calculo del tiempo de retorno de la inversión (Ri)

El periodo de recuperación indica el tiempo que transcurrirá después de iniciada instalación de los motores de alta eficiencia, para recuperar la inversión inicial. Este es un indicador muy utilizado para comparar proyectos, ya que periodos de

recuperación muy largos (mayores de 3 años generalmente), son poco atractivos para los inversionistas.

Dónde:

I = Inversión (USD)

AEA = Ahorro Económico Anual Total (USD)

$$Ri = \frac{6157.76}{5697.87} = 1.08 \text{ años}$$

Calculo Beneficio Costo (B/C)

Al aplicar la relación Beneficio/Costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos llamados **Beneficios** y que cantidades constituyen los egresos llamados **Costos**.

El análisis de la relación B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que.

- B/C > 1 implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- B/C = 1 implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- B/C < 1 implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Se procede a obtener el costo anual, dividiendo la inversión en una serie infinita de pagos:

Anualidad = R/i

Dónde:

R = Costo anual

i = Interés

Anualidad = Inversión (I)

$$R = I * i$$

$$R = 6157.76 * 0.04 = 246.31$$

$$B/C = AEA / R$$

$$B/C = 5697.87 / 246.31$$

$$B/C = 23.13 > 1 \text{ Es aconsejable la inversión}$$

Cálculo del valor actual neto (VAN)

Este valor es uno de los más usados para comparar entre diferentes alternativas de inversión, ya que esta cifra indica lo que estaría ganando la Editorial Ecuador por participar en esta inversión.

Un VAN de cero, indica que la empresa genera suficientes utilidades para cubrir la rentabilidad mínima deseada por el empresario; la cual estará en función del riesgo de la inversión o de las alternativas de inversión que posea. Los valores por encima de cero indican el premio que el empresario obtiene por el riesgo de realizar la inversión. Entre mayor es el VAN del proyecto, más atractiva es la inversión; sin embargo, el valor estimado estará en función del número de años con el que se calcule, ya que entre mayor sea el número de años, mayor será el VAN del proyecto. Al utilizar el VAN para comparar dos proyectos de inversión, deberá tenerse el cuidado de descontar los flujos de la misma tasa y ser calculado para el mismo número de períodos.

Como resultado de los análisis económicos previos, en el ejemplo desarrollado para efectos de cálculo se deduce que la inversión de compra de un motor de alta eficiencia para el reemplazó del motor de la Prensa Heidelberg Speed Master es aconsejable.

$$VA = 6157,76 / (1+0,07)^1$$

$$VA = 5754,92$$

$$VAN = 6157,76 - 5754,92$$

$$VAN = 402,84$$

Tabla 34- Resultado del estudio económico de los motores con una tasa de actualización del 4%

Maquina	Pnins (HP)	Referencia precio motores instalados (USD)	Pneff (HP)	Motor Reliance Electric (USD)	DCE (USD/año)	AM (USD/año)	IMU (USD)	D (años)	CI (USD)	AEA (USD/año)	Ri (años)	Costo anual (USD/años)	Interes 4%	B/C	VAN
Guillotina - Wohlenberg	6.71	362	3.0	827.16	204.23	36.2	18.1	41.36	82.72	134.45	6.15	33.09	4	4.06	54.11
Encoladora -Muller	4.42	200	5.0	837.31	222.95	20	10	41.87	83.73	127.35	6.57	33.49	4	3.80	54.78
Guillotina - Martini	8.44	362	5.0	837.31	258.69	36.2	18.1	41.87	83.73	187.39	4.47	33.49	4	5.59	54.78
Alzadora de Pliego - Wohlenberg	34.9	1390	20.0	2160.73	1167.49	139	69.5	108	216.1	1051.88	2.05	86.43	4	12.17	141.36
Dobladora Heidelberg	6.71	362	7.5	987.88	287.62	36.2	18.1	49.39	98.79	193.74	5.10	39.52	4	4.90	64.63
Dobladora MBO	6.71	362	7.5	987.88	292.72	36.2	18.1	49.39	98.79	198.84	4.97	39.52	4	5.03	64.63
Prensa Heidelberg Speed Master	80.4	3059	75.0	6157.76	6162.65	305.9	152.95	307.9	615.8	5697.83	1.08	246.31	4	23.13	402.84
Prensa Heidelberg Speed Master	80.4	3059	75.0	6157.76	3862.20	305.9	152.95	307.9	615.8	3397.38	1.81	246.31	4	13.79	402.84
Prensa Heidelberg GTO	6.03	362	7.5	987.88	268.90	36.2	18.1	49.39	98.79	175.02	5.64	39.52	4	4.43	64.63
PrensaSohna	6.03	362	7.5	987.88	146.36	36.2	18.1	49.39	98.79	52.48	18.82	39.52	4	1.33	64.63
Guillotina - Wohlenberg	2.68	192	1	332.05	105.52	19.2	9.6	16.6	33.21	84.51	3.93	13.28	4	6.36	21.72
ImpresoraTroqueladoraGrapadora - Minerva	2.48	192	1.5	374.08	122.54	19.2	9.6	18.7	37.41	95.22	3.93	14.96	4	6.36	24.47
CosedoraBhremer	1.21	123	0.5	297.92	56.16	12.3	6.15	14.9	29.79	29.92	9.96	11.92	4	2.51	19.49

- Pnins = Potencia nominal motor instalado
- Pneff = Potencia nominal motores de alta eficiencia
- DCE = Diminución anual de costos eléctricos
- AM = Ahorro por mantenimiento no realizado (USD / año)(se asume un 10% del costo motor instalado)
- IMU = Ingreso por venta del motor usado
- D = Depreciación
- CI = Costos de instalación
- AEA = Ahorro económico anual total (USD / año)
- Ri = Tiempo de retorno de inversión
- B/C = Beneficio Costo
- VAN = Valor actual neto

4.6 SISTEMA DE MEDIDORES Y DISPOSITIVOS INTELIGENTES DE CONTROL

Utilizados En puntos de distribución de la energía, los medidores ION 7300 ofrecen un valor, una funcionalidad y una facilidad de uso incomparables además de contar con funciones compatibles con la web y funciones de control.

Ilustración 32- Medidor ION



Aplicaciones

Análisis del uso de la energía

Análisis de la calidad de la energía

Asignación de costos y sub-facturación.

Estudios de carga y/o pérdidas de carga.

Control de la demanda y del factor de energía.

Pronostico de uso de la energía.

Monitoreo de múltiples servicios y calculo de facturación.

Funcionamiento de sistemas de directrices y evaluación comparativa.

Facturación de la utilidad

Opción de almacenamiento de información por ApplicationServiceProvider (ASP)

Administración de la información

Incorporado tablero digital

Interfaz de buscador de la web

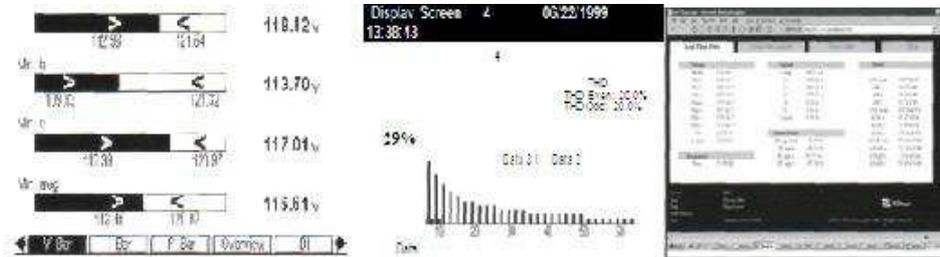
Interfaz de usuario grafica con pantallas predeterminadas o personalizadas

Colección de datos de multi-sitios

Pantalla de información en tiempo real

Acceso a información de toda la industria a través de computadoras en red

Ilustración 33- Aplicaciones de Medidor ION



Análisis y reportes

Análisis de múltiples dimensiones de tiempo

Análisis de energía.

Análisis de calidad de energía.

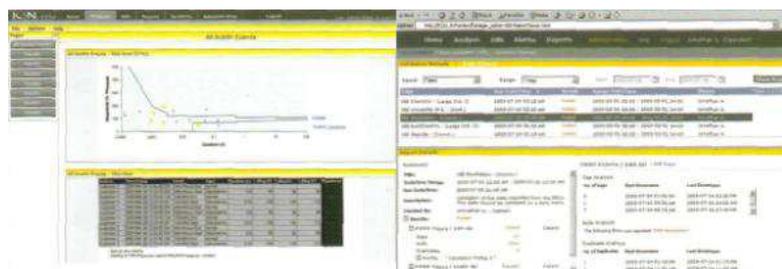
Evaluación comparativa con factores de normalización.

Alarmas automáticas.

Generación de reportes automáticos o manuales.

Entrega de reportes por internet.

Ilustración 34- Software de medidor ION



Dentro de lo que es análisis de calidad de energía estos equipos tienen las siguientes aplicaciones:

Monitoreo de sag/swell.

Componentes simétricos: cero, negativo, positivo.

Detección de transitorios, microsegundos.

Armónicas (individual, par, impar y total)

Fliker Armónicas cumpliendo normas internacionales.

La presión de este equipo es una de las más altas y confiables de conformidad con las normas ANSI. Es decir la precisión de ingresos superior a la de los sistemas de Clase 0.2.

Tiene un almacenamiento de datos de memoria interna, programado o por ocurrencia de eventos, secuencia de eventos y cargas mínimas y máximas.

Los estudios sobre carga y optimización del circuito hacen que se pueda determinar la capacidad de la red eléctrica y que opere siempre con una eficiencia pico. Analiza las tendencias de carga.

Además con el monitoreo y control de los equipos, se mejora el rendimiento de los procesos y alarga la vida de los equipos. Con la configuración de alarmas que adviertan de problemas pendientes, y registre los eventos y las alarmas de todos los estados críticos.

Análisis económico de implementación

Para el análisis económico se obtiene proformas del equipo a ser instalado incluida licencia de software.

Medidor PowerMeasurement 7300 ION. Incluye: Software Básico de comunicación ION Setup, 1MB de memoria de grabación, 2 data recorders, con 16 parámetros diferentes cada uno. Armónicos (hasta 31), Sags y Swells. Forma 9S , Modulo de poder autorangin 120-277V, 3 elementos 4 hilos Comunicación: Tarjeta standard de comunicación que incluye: Com1 RS-232/485, Com2 modem telefonico interno, Com3 Infrared Port. Incluye relés de la forma C (KYZ) internos, Software basico de configuracion y monitoreo ION Setup y cable para comunicacion serial. CUMPLE CON LAS REGULACIONES DEL CONELEC PARA GRANDES CONSUMIDORES. Incluye instalación de equipo y software.

Inversión = 1425 USD.

Ahorro económico anual (AEA)

El ahorro económico anual por la implementación de este equipo de medida y control se puede analizar a largo plazo con muchos factores que pueden aparecer con el paso del tiempo, sin embargo el factor mas importante que este estudio se

tomara en cuenta es el control de calidad y eficiencia de la energía eléctrica. Por ello se concluye que al instalar este equipo se ahorra una auditoria eléctrica anual. Y el costo de dicha auditoria es el siguiente.

AEA = 1600 USD

Calculo del tiempo de retorno de la inversión (Ri)

El periodo de recuperación indica el tiempo que transcurrirá después de iniciada instalación de los sistemas inteligentes de control, para recuperar la inversión inicial. Este es un indicador muy utilizado para comparar proyectos, ya que periodos de recuperación muy largos (mayores de 3 años generalmente), son poco atractivos para los inversionistas.

Dónde:

I = Inversión (USD)

AEA = Ahorro Económico Anual Total (USD)

Ecuación 00- Retorno en la inversión

$$Ri = \frac{1425}{1600} = 0.89 \text{ años}$$

Calculo Beneficio Costo (B/C)

Al aplicar la relación Beneficio/Costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos llamados Beneficios y que cantidades constituyen los egresos llamados Costos.

El análisis de la relación B/C, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que.

B/C > 1 implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.

B/C = 1 implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.

B/C < 1 implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Se procede a obtener el costo anual, dividiendo la inversión en una serie infinita de pagos:

Anualidad = R/i

Dónde:

R = Costo anual

i = Interés

Anualidad = Inversión (I)

$R = I * i$

$R = 1425 * 0.04 = 57$

$B/C = AEA / R$

$B/C = 1600 / 57$

$B/C = 28.07 > 1$ Es aconsejable la inversión

Cálculo del valor actual neto (VAN)

El proceso de cálculo del VAN consiste en traer a valor presente un determinado valor mediante el uso de una tasa de descuento. El proceso permite entender la pérdida de valor que tienen los flujos por participar en economías inflacionarias. Es decir, determina como un flujo pierde valor en el tiempo teniendo menor poder adquisitivo dado por la cantidad de bienes o servicios que se pueden adquirir.

En el desarrollo de un análisis financiero, el VAN permite determinar si un proyecto es o no atractivo en función de su resultado. Para ello es necesario aplicar la siguiente ecuación:

Ecuación 15- Valor Actual Neto

$VAN = Inversión\ Inicial - Sumatoria\ del\ VA\ de\ los\ flujos\ existentes$

Si el VAN es positivo, se puede entender que la rentabilidad del proyecto es viable y que deben continuarse con más estudios que confirmen si es atractivo para los inversionistas.

Es importante seleccionar adecuadamente la tasa de descuento a utilizar, misma que puede ser el resultante de varias tasas como la inflación, tasas de interés, etc.

$VA = 1425,00 / (1 + 0.07)^1$

$VA = 1331,77$

$VAN = 1425,00 - 1331,77$

$VAN = 93,22$

En la siguiente tabla se indica el resultado del análisis económico para la implementación de un sistema de medición y dispositivos inteligentes de control.

Tabla 35- Resumen del análisis económico para implementar sistema de medición y control inteligente

	Inversión (USD)	AEA (USD/año)	Ri (años)	B/C	VAN
Implementación de sistema de medición y control inteligente	1425	1600	0,89	28,07	93,22

AEA = Ahorro económico anual

Ri = Tiempo de retorno de la inversión

B/C = Beneficio costo

VAN = Valor actual neto

De acuerdo a este análisis se observa que realizando una inversión de 1425 USD al implementar un sistema de medición y control inteligente se produce un ahorro económico anual de 1600 USD incluido impuestos; con un tiempo de retorno de la inversión de 0,89 años el beneficio costo es de 28,07 es decir es mayor a 1 por lo tanto es aconsejable la inversión.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La información recopilada como: diagramas unifilares, levantamiento de cargas, mediciones a nivel del transformador de fuerza, etc., constituyen datos importantes para la Editorial Ecuador; esta información a más de darles conocimiento sobre su industria les ayuda a tomar decisiones.

Haciendo referencia de los análisis del levantamiento eléctrico y físico de los tableros de la empresa EDITORIAL ECUADOR, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Según lo mostrado en este trabajo, auditoria de eficiencia energética; se concluye que la Editorial Ecuador se encuentra con un buen estado de funcionamiento eléctrico; sin embargo al implementar las sugerencias mencionadas en el mismo se obtendrá un óptimo uso de la energía eléctrica.
- En la empresa Editorial Ecuador no se había realizado una auditoria eléctrica anterior, ni un levantamiento eléctrico de su planta.
- Con relación a Armónicos se estableció que Editorial Ecuador a manera general se encuentra dentro de los límites normales de Armónicos tanto de corriente como de voltaje dispuesto por el CONELEC que se basa en la IEEE; además las variaciones de los armónicos de corriente son muy esporádicas y duran muy poco tiempo como para ser consideradas trascendentes.

- En cuanto a la capacidad de los tableros podemos decir que en algunos tableros el sistema es bastante flexible para colocar nuevas cargas al sistema, por el contrario otros tableros se encuentran sobrecargados.
- En algunos tableros se observó un significativo desequilibrio de carga, debido a que son tableros trifásicos que presentan en dos de sus barras la misma fase lo que permite que circule una corriente por el neutro mayor que la corriente máxima que pasa por las fases, pudiendo ocasionar sobrecargas en el sistema y contribución de fallas en el neutro.
- Como se observa en la gráfica de distorsión de armónicos (THD) se encuentra por debajo de los límites permisibles.
- En la curva de Flicker se observó los índices de medida, concluyendo que los límites se encuentran dentro de los rangos máximos permitidos.
- Debido a que existe solo un sistema de medición para toda la instalación de la empresa se hace necesario hacer estudios periódicos para analizar el comportamiento de la demanda de la empresa para llevar un registro que permita adecuar y estudiar la sustitución de sus equipos de potencia protección y control a su debido tiempo.
- En la mayoría de los tableros de distribución los cables y breakers se encontraron sin identificación.

Respecto a las características de diseño y demanda de la empresa EDITORIAL ECUADOR se concluye:

- Durante todo el periodo analizado la demanda facturada corresponde a la demanda normal y no a la demanda pico, siendo esto ventajoso para la

Editorial Ecuador ya que obtiene un menor factor de corrección y debido a esto el valor a pagar también es menor.

- El consumo de las fases a nivel del transformador se encuentra desequilibrado, circulando por la fase R 393,6 amperios, por la fase S 493,1 amperios, y por la fase T 400,9 amperios; esto en porcentaje indica que la fase S se encuentra sobrecargada con respecto a las otras fases en aproximadamente un 23,5%.
- No existe por parte del departamento técnico de la Editorial Ecuador un seguimiento y análisis de las planillas eléctricas.
- Cualquier plan de reducción de costos de energía eléctrica parte con la necesidad de registrar nuestros principales consumos, en las mediciones realizadas y cuyos análisis se presentan en este informe, llevar un registro diario, semanal, mensual y anual de estos datos, se pueden trazar metas de ahorro concretas y evaluar los resultados exactos conseguidos. Estos medidores nos aportarían los datos de los kWh consumidos que son necesarios para hacer nuestros costeos y poder saber el costo unitario de cada kWh consumido.

5.2 RECOMENDACIONES

- Mantener la identificación actualizada de todos los circuitos de los tableros, para evitar así la incertidumbre, operaciones erróneas y las dificultades en el mantenimiento.
- Para evitar la penalización por bajo factor de potencia la empresa debería mantener un control del factor de potencia, e instalar el banco de condensadores con la capacidad precisada.
- Es importante que los tableros de distribución mantengan siempre sus puertas cerradas, que los equipos de protección y seccionamiento se encuentren identificados, las barras de cobre pintadas y sus cables de conexión organizados.
- Sería conveniente para la empresa el comenzar a cambiar los motores que hoy tienen instalados por motores eficientes de la misma potencia ya sea según las alternativas del estudio económico o cuando deban cambiar un motor por daño de los hoy instalados.
- Es conveniente para la Editorial Ecuador, desde el punto de vista técnico, realizar el cambio de los motores estándar hoy instalados por motores eficientes que: consumirían menos corriente, mejorarían el nivel de voltaje y darían a la empresa la posibilidad de crecer en el futuro, sin incrementar potencia en el transformador de fuerza.
- Se recomienda que antes de tomar la decisión de cambiar un motor estándar por uno eficiente se tome en cuenta los siguientes parámetros: el retorno de la inversión, la tasa de actualización, la relación B/C y el valor actual neto (VAN).

- Por lo observado en el análisis a algunos tableros de distribución se recomienda el balanceo de carga necesario.
- Se recomienda activar todas las fases en los tableros, esto permite que circule la mínima corriente permisible por el neutro.
- Se recomienda la desconexión de los equipos luego de la culminación de las actividades elaborales que permita un plan de eficiencia de energía.
- De acuerdo a la revisión de las facturaciones de los años anteriores, se recomienda seguir cambiando las lámparas que contienen los balastos magnéticos por balastos electrónicas debido a que estas influyen en el consumo diario de la empresa, teniendo en cuenta que la cantidad de armónicos que este cambio de lámparas implica, ya que efectivamente las lámparas con balastos electrónicos reducen el consumo de energía, contribuyen a que no disminuya el factor de potencia y tienen un mayor rendimiento, pero introduce una mayor cantidad de armónicos a la instalación.
- Se recomienda continuar con el cambio de los equipos viejos por los de nueva tecnología ya que estos vienen de fábrica para que consuman menos energía (Pantallas LCD para las computadoras convencionales, laptops, impresoras, etc), tomando en cuenta el efecto de que estas cargas no lineales traen al sistema.
- Se recomienda al personal de mantenimiento eléctrico que planifiquen los cambios que ocurran en el sistema eléctrico, así como también los cambios que se realicen en los tableros para evitar que se pierda la actualización lograda hasta ahora.

- Para mantener el sistema actualizado se recomienda un programa de mantenimiento predictivo y preventivo que permita los cambios y/o sustitución del sistema de iluminación protección y adiciones de cargas.
- Se recomienda la implementación de un sistema de gestión en eficiencia energética.
- Es importante mantener un plan de mantenimiento preventivo y/o predictivo de los diferentes motores eléctricos y demás equipos, como motores con rodajes defectuosos, malos aislamientos, presencia de polvo y suciedad, generan también mayores consumos.
- Hacer una revisión periódica de todos los tableros eléctricos, malas conexiones y suciedad en las instalaciones son causantes de mayores consumos al aumentar las pérdidas. Se ha observado presencia de polvo y telarañas en los tableros, es importante mantener limpios los tableros del polvo y telarañas.
- Los ejecutivos de la industria en general deberían tener conocimiento de lo que es el ahorro y optimización de la energía eléctrica en una industria.
- Pese a que el valor de la relación B/C es mayor a 1, y que indica que la inversión es conveniente, se debe considerar también el tiempo de retorno antes de tomar una decisión.
- En cuanto al sistema de iluminación de la empresa se pueden tomar en cuenta las siguientes recomendaciones generales:

1.- Limpiar periódicamente las luminarias, porque la suciedad disminuye el nivel de iluminación de las lámparas hasta en un 20 %.

2.- Evaluar la posibilidad de usar más la luz natural, instalando calaminas transparentes.

3.- Reemplazar fluorescentes convencionales de 40 W por fluorescentes delgados T-8 de 36 W o 32 W.

4.- Independizar y sectorizar los circuitos de iluminación, esto ayudará a iluminar sólo los lugares que se necesitan.

5.- Evaluar la posibilidad de instalar sensores de presencia, timers y/o dimmers para el control automático de los sistemas de iluminación.

GLOSARIO DE TERMINOS

Armónicos: Son ondas sinusoidales de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz.

Barras de salida: Corresponde a las barras de alto voltaje en las subestaciones de elevación y las barras de bajo voltaje de subestaciones de reducción.

Centro de transformación: Constituye el conjunto de elementos de transformación, protección y seccionamiento utilizados para la distribución de energía eléctrica.

Factor de potencia: Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

Fluctuaciones de voltaje (o Variaciones): Son perturbaciones en las cuales el valor eficaz del voltaje de suministro cambia con respecto al valor nominal.

Frecuencia de las interrupciones: Es el numero de veces, en un periodo determinado, que se interrumpe el suministro a un consumidor.

Interrupciones: Es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los consumidores del área de concesión del distribuidor.

Niveles de voltaje: Se refiere a los niveles de alto voltaje (AV), medio voltaje (MV), y bajo voltaje (BV) definidos en el reglamento de suministro de servicio.

Periodo de medición: A efectos de control de calidad del producto, se entenderá al lapso en el que se efectuaran las mediciones de nivel de voltaje, perturbaciones y factor de potencia, mismo que será de siete (7) días continuos.

Perturbación rápida de voltaje (flicker): Es aquel fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo. Este fenómeno conocido como efecto flicker (parpadeo) causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas en una frecuencia detectable por el ojo humano.

Voltaje armónico: Es un voltaje sinusoidal de frecuencia igual a numero entero a la frecuencia fundamental 60 Hz del voltaje de suministro.

Voltaje nominal (Vn): Es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

Voltaje de suministro (Vs): Es el valor del voltaje de servicio que el distribuidor suministra en el punto de entrega al consumidor en un instante dado.

Acometida: Es la instalación comprendida entre el punto de entrega de la electricidad al consumidor y la red publica del distribuidor.

Distribuidor: Empresa eléctrica titular de una concesión que asume, dentro de su área de concesión, la obligación de prestar servicio público el suministro de electricidad a los consumidores.

Consumidor: Persona natural o jurídica, que acredite dominio sobre una instalación que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el distribuidor, dentro del área de concesión, incluye el consumidor final y el gran consumidor.

Equipo de medición con prepago: Es el equipo que puede recibir y transmitir señales que permiten el uso de energía cuyo valor a sido pagado anticipadamente.

Sistema de medición: Son los componentes necesarios para la medición o registro de energía activa y reactiva y demandas máximas o de otros parámetros involucrados en el servicio. Incluyen las cajas y accesorios de sujeción, protección física de la acometida y del (de los) medidor(es), cables de conexión y equipos de protección, transformadores de instrumentos y equipo de control horario.

Voltaje: Es el valor del voltaje eficaz que registra un equipo de medición analógico o digital y que corresponde a la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de los valores instantáneos.

Alta tensión: Nivel de voltaje superior a 40kV, y asociado con la subtransmisión.

Baja tensión: Instalaciones y equipos del sistema del distribuidor que operan a voltajes inferiores a los 600 V.

Categoría residencial: Servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de los consumidores, es decir, dentro de la residencia de la unidad familiar. También se incluye a los consumidores de escasos recursos y bajos que tienen integrada a su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.

Categoría general: Servicio eléctrico destinado a los consumidores en actividades diferentes a la categoría residencial; básicamente comprende, el comercio, la prestación de servicios públicos y privados, y la industria.

Consumidor: Persona natural o jurídica que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el generador o distribuidor, dentro del área de concesión. Incluye al consumidor final y al gran consumidor.

Consumidor comercial: Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.

Consumidor industrial: Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.

Demanda máxima coincidente: Es el valor promedio mas alto de la carga integrada en un mismo intervalo de tiempo.

Media tensión: Instalaciones y equipos del sistema del distribuidor que opera a voltajes entre 600V y 40kV.

Precios de referencia: Precios homologados por el consejo nacional de electricidad CONELEC, para la valoración de las unidades de propiedad estándar.

Punto de entrega: Se entenderá como tal el lado de la carga del sistema de medición, es decir, los terminales de carga del medidor en los sistemas de medición directa y el lado secundario de los transformadores de corriente en los sistemas de medición indirecta o semi-indirecta, independientemente de donde estén ubicados los transformadores de tensión.

BIBLIOGRAFÍA:

- ✓ UNDP, UNDESA & WEC, World Energy Assessment, New York, 2000.
- ✓ EnriquezHarper, Curso de transformadores y motores de inducción, 4ª. Edición, editorial Limusa Noriega S.A de C.V, México 2002.
- ✓ Merino José Azcarraga María, Eficiencia energética eléctrica, 1ª. Edición, editorial Iberdrola S.A, España 2006.
- ✓ AEG Manual para instalación eléctrica de alumbrado y fuerza motriz, 7ª. Edición, editorial Verlag W. Girardet. Essen, Alemania 1956.
- ✓ Ángel Lagunas Marqués, Instalaciones eléctricas de baja tensión comercial y industrial, 7ª. Edición, editorial Clara Ma. de la Fuente Roja, España 2005.
- ✓ Joseph H. Foley, Fundamentos de instalaciones eléctricas, 1ª edición, editorial Cámara Nacional de la Industria, México 1990.
- ✓ Enríquez Harper, Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas, 1ª Edición, editorial LIMUSA S.A de C.V, México 2002.
- ✓ Pedro Camarena, Instalaciones eléctricas industriales, 1ª edición, editorial Continental S.A, México 1982.
- ✓ Willian H Clark, Análisis y gestión energética de edificios, 2ª edición, editorial Antonio García Brage, Madrid 1998.
- ✓ Jesus Fraile Mora, Introducción a las instalaciones eléctricas, 2ª edición, editorial Rugartes, Madrid 1993.
- ✓ Ministerio de energía y minas, Eficiencia energética electricidad, editorial SohoDesign S.A, Ecuador 2000.
- ✓ Gilberto Enríquez Harper, Curso de transformadores y motores trifásicos de inducción, 3ª edición, editorial Limusa S.A de C.V, México 1984.
- ✓ General Electric, Transformer Connections, June 1960, Including auto Transformer connections.
- ✓ Manual de Alumbrado, Philips
- ✓ JoseRámirez Vázquez, Sistemas de Iluminación y Proyectos de Alumbrado, 3ª edición, editorial ceac