



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO MEJORATIVO EN LAS INTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA
PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI Y CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DEL
SISTEMA ELÉCTRICO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DÍAZ PALACIOS DIANA CAROLINA

VÉLEZ SÁNCHEZ RAMÓN VITERVO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA - ECUADOR

2011

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Díaz Palacios Diana Carolina

TÍTULO DE LA TESIS: "MANTENIMIENTO MEJORATIVO EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI Y CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO"

Fecha de Examinación: Julio 11 del 2011

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. Eduardo Villota M.			
ING. M SC. Cesar Astudillo			
ING. Marco Santillán			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Julio 11 de 2011

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

Díaz Palacios Diana Carolina

Titulada: **"MANTENIMIENTO MEJORATIVO EN LAS INTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI Y CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO"**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el grado de:

INGENIEROS DE MANTENIMIENTO

f) Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

f) Director de tesis

f) Asesor de Tesis

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Ramón Vitervo Vélez Sánchez

TÍTULO DE LA TESIS: "MANTENIMIENTO MEJORATIVO EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI Y CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO"

Fecha de Examinación: Julio 11 del 2011

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. (Presidente Trib. Defensa)			
ING. M SC. Cesar Astudillo			
ING. Marco Santillán			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Julio 11 de 2011

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

Ramón Vitervo Vélez Sánchez

Titulada:

**“MANTENIMIENTO MEJORATIVO EN LAS INTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA
PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHIY CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DEL
SISTEMA ELÉCTRICO EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el grado de:

INGENIEROS DE MANTENIMIENTO

f) Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

f) Director de tesis

f) Asesor de Tesis

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Diana Carolina Díaz Palacios

f) Ramón Vitervo Vélez Sánchez

A G R A D E C I M I E N T O

Agradezco primero a Dios por permitirme culminar esta etapa tan importante de mi vida; a mis queridos Padres y hermanos, por el apoyo diario e incondicional, siendo en mi vida el motivo de superación; a mis familiares, y amigos por el cariño sincero; a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por darme la oportunidad de formarme como profesional al servicio de mi Patria; y, en especial a todos mis profesores por la generosidad con la que compartieron conmigo sus conocimientos, en especial a mi Director y Asesor de Tesis.

Diana Carolina Díaz Palacios

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi camino y estar en todos los momentos de mi vida guiándome para alcanzar mis metas.

A mis padres Rocío y Carlos por ser mi guía, gran ejemplo y apoyo en los momentos que más los necesite; A mis hermanos Erik y Marisela, por su gran cariño y apoyo; Y a Justin por regalarme su ternura y llenarme de alegría al recordarme que todavía existen cosas maravillosas como la sonrisa de un niño.

Diana Carolina Díaz Palacios

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis este dedicado con mucho amor a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, por su comprensión y su ayuda en momentos difíciles de mi vida. Ellos me han enseñado a enfrentar los problemas sin perder nunca la dignidad ni la esperanza. A ellos todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, me educaron con mucho amor.

Ramón Vélez Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, a mi Madre, mi Padre y mis hermanos por su apoyo incondicional siendo mis motivos principales para esforzarme cada día más y hoy culminar una meta en mi vida.

Ramón Vélez Sánchez

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO PÁGINA

1.	GENERALIDADES	
1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes.....	2
1.3	Justificación.....	2
1.4	Objetivos.....	
1.4.1	Objetivo general.....	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	3
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Mantenimiento mejorativo.....	4
2.2	Fundamentos eléctricos de una instalación industrial.....	4
2.3	Conceptos generales.....	5
2.4	Nociones sobre la corrección del factor de potencia y su importancia técnico-económica.....	15
2.5	Objetivos de una instalación.....	16
2.6	Clasificación de las instalaciones.....	17
2.7	Vida de una instalación.....	18
2.8	Alumbrado.....	18
2.9	Calibres de conductores y diámetros de tuberías.....	20
2.10	Cargas por circuitos.....	24
2.11	Transformadores y líneas.....	26
2.12	Elementos que constituyen una instalación eléctrica.....	29
2.13	Planeación de un sistema eléctrico industrial.....	30

2.14	Desbalance de cargas y tensiones...	32
2.15	Puesta a tierra...	36
2.16	Códigos normas y simbología...	42
3.	ESTUDIO TÉCNICO DE LA PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI	
3.1	Localización de la planta...	43
3.2	Diagnóstico de la situación actual...	43
3.3	Datos técnicos de los equipos de la planta de lácteos Tunshi...	44
3.3.1	Medidor de energía...	46
3.3.2	Área de pasteurización...	47
3.3.3	Área de yogurt...	53
3.3.4	Cámara de enfriamiento...	55
3.3.5	Generación...	58
3.3.6	Diagnóstico general de alumbrado y tomacorrientes...	55
4.	ESTUDIO TÉCNICO DE LA ESPOCH	
4.1	Características generales del sistema eléctrico de la ESPOCH...	61
4.1.1	Diagnóstico de situación actual...	61
4.1.1.1	Levantamiento de datos técnicos en la ESPOCH...	61
4.1.1.2	Determinación de la carga de la ESPOCH...	61
4.1.2	Diagnóstico de las pérdidas por bajo FP...	64
5.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MEJORATIVO	
5.1	Alternativas, análisis y propuesta de solución...	65
5.1.1	Características de las cargas...	65
5.1.2	Circuitos de distribución...	65

5.2	Determinación de la demanda...	65
5.2.1	Cálculo de la carga...	65
5.2.2	Cálculo de conductores...	67
5.2.3	Iluminación y tomacorrientes...	69
5.2.4	Balance de voltajes...	72
5.2.5	Cálculo de malla a tierra...	73
5.2.6	Ingeniería del proyecto...	75
5.2.6.1	Presupuesto del desarrollo del proyecto...	75
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones...	80
6.2	Recomendaciones...	81

Referencias Bibliográficas

Bibliografía

Linkografía

Anexos

LISTA DE TABLAS

TABLA PÁGINA

2.1: FÓRMULAS DE CÁLCULO DE POTENCIAS PARA CIRCUITOS MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS	14
2.2: NÚMERO DE CONDUCTORES EN TUBERÍA	23
2.3: RELLENO PARA CONDUCTORES	24
2.4: DATOS PARA UNA CONEXIÓN DELTA PRIMARIO Y ESTRELLA EN EL SECUNDARIO	27
2.5: TENSIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	29
2.6: VALORES NOMINALES DE RESISTIVIDAD SEGÚN EL TIPO DE TERRENO	39
2.7: FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TIERRA DEPENDIENDO DEL ELECTRODO	40
2.8: CÓDIGOS NORMAS Y SIMBOLOGÍA UTILIZADA	42
3.1: TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS	45
3.2: BANCO DE CAPACITORES	46
3.3: REMOVEDOR DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO	48
3.4: BOMBA DOSIFICADORA DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO	48
3.5: BOMBA DEL SISTEMA DE PASTEURIZACIÓN	49
3.6: BOMBA DEL SISTEMA DE PASTEURIZACIÓN	49
3.7: HOMOGENIZADOR SANITARIO	50
3.8: CENTRÍFUGA DE PASTEURIZADORA	50
3.9: COMPRESOR	51

3.10: TANQUE DE ALMACENAMIENTO ISOTE...	51
3.11: BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA...	52
3.12: ENVASADORA DE BOLSAS...	52
3.13: YOGURTERA...	53
3.14: PASTEURIZADORA DE YOGURT...	54
3.15: DESCREMADORA...	54
3.16: CUARTO FRÍO...	56
3.17: CUARTO FRÍO...	57
3.18: BANCO DE HIELO...	57
3.19: MOTORES DE VENTILADORES...	58
3.20: CALDERO...	59
3.21: CALDERO...	59
4.1: PROMEDIO DE CONSUMO MEDIDOR ZBE136075...	62
4.2: PROMEDIO DE CONSUMO MEDIDOR ZBE135981...	63
5.1: RENDIMIENTO DE LOS MOTORES SEGÚN SU FACTOR DE POTENCIA...	66
5.2: DATOS TÉCNICOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI...	67
5.3: FACTOR DE DEMANDA...	68
5.4: INTENSIDAD Y CALIBRES EN MOTORES TRIFÁSICOS...	68
5.5: INTENSIDAD Y CALIBRES EN MOTORES MONOFÁSICOS...	69
5.6: TABLA DE POTENCIAS DE TOMACORRIENTES E ILUMINACIÓN...	69
5.7: VALORES INICIALES DE CARGAS EN TUNSHI...	72

5.8: VALORES FINALES DE CARGAS EN TUNSHI...	73
5.9: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 1...	75
5.10: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 1...	76
5.11: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 2...	76
5.12: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 2...	76
5.13: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 3...	76
5.14: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 3...	77
5.15: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 4...	77
5.16: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 4...	77
5.17: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 5...	77
5.18: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 5...	77
5.19: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 6...	78
5.20: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 6...	78
5.21: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 7...	78
5.22: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 7...	78
5.23: PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO ...	79

LISTA DE FIGURAS

FIGURA PÁGINA

2.1: Diferentes fuentes de tensión...	7
2.2: Ciclo de la corriente alterna...	8
2.3: Resistividad...	8
2.4: Carga del capacitor...	10
2.5: Triángulo de potencias...	14
2.6: Elementos que consumen energía que requieren igualmente energía reactiva...	15
2.7: Partes de un alambre...	20
2.8: Transformadores trifásicos...	27
2.9: Proyectar a menor costo inicial...	30
2.10: Redes trifásicas...	34
2.11: Picas verticales...	38
2.12: Instalación de electrodos de puesta a tierra enterrados...	39
2.13: Instalación de un electrodos...	41
3.1: Planta de lácteos Tunshi...	43
3.2: Transformadores...	44
3.3: Acometida...	44
3.4: Tablero de pasteurización...	47
3.5: Tablero de cámara de refrigeración...	55
3.6: Banco de hielo...	55

3.7: Conexiones de bomba de agua...	56
3.8: Conexiones de bomba de agua del caldero...	58
3.9: Conexiones en planta...	60
3.10: Estado de Iluminación y tomacorrientes...	60
4.1: Historial de consumo medidor ZBE136075...	62
4.2: Historial de consumo medidor ZBE135981...	63
5.1: Dimensiones de la malla a tierra calculada...	75

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A:	Tipos de cables
ANEXO B:	Tablas seleccionamiento de cables
ANEXO C:	Simbología de los elementos eléctricos
ANEXO D:	Códigos IP e EIK
ANEXO E:	Planillas y reportes de consumos y valores CNE L Riobamba
ANEXO F:	Historiales de pago
ANEXO G:	Fotos
ANEXO H:	Calculo de seleccionamiento de protecciones
ANEXO I:	Proforma de elementos eléctricos

RESUMEN

Se realizó el Plan de Mantenimiento Mejorativo en las Instalaciones Eléctricas de la Planta de Lácteos Tunshi y la Corrección del Factor de Potencia en la ESPOCH, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la planta de lácteos Tunshi y disminuir el costo eléctrico en la ESPOCH; se midieron parámetros eléctricos y se levantó documentación técnica en ambos establecimientos.

El mantenimiento mejorativo en la planta de lácteos Tunshi, engloba la utilización de cables, protecciones y demás dispositivos con un calibre adecuado de acuerdo a las normas UNE-EN 60617. Se ejecutó un balanceo de cargas mejorando el desfase existente en un 63,3%, y el cálculo para la colocación de una malla a tierra. En la ESPOCH un estudio de las planillas eléctricas demostró que una de ellas presentaba penalización de \$21,37 debido al bajo factor de potencia, en comparación con los \$900 que factura éste medidor, representa un bajo costo, demostrando la poca posibilidad de tener un beneficio al realizar el cálculo y la compra de un banco de capacitores.

Con la implementación del estudio en la planta de lácteos se mejorara considerablemente la eficiencia y rendimiento de sus equipos, beneficiando la producción de la misma, aumentando la vida útil de los equipos y evitando fallos en el sistema eléctrico.

Se recomienda la gestión inmediata del presupuesto para una oportuna implementación del Mantenimiento Mejorativo en la planta de lácteos Tunshi, considerando la utilización de los planos de iluminación y tableros adjuntos en el presente documento.

S U M M A R Y

An improvement Maintenance Plan at the Electrical Installations of the Tunshi Dairy Product Plant and the Correction of the Power Factor at the ESPOCH were carried out, to improve the Tunshi Dairy Product Plant and diminish the electrical cost at the ESPOCH. The electrical parameters were measure and the technical in both establishments was surveyed.

The improvement maintenance at the Tunshi dairy product plant, involves the use of cables, protections and other devices according to the UNE-EN 60617 norms. A charge balancing was performed improving the existing de-phasing by 63.3% and the calculus for the placement of a grounding wire mesh. At the ESPOCH, a study of the electricity bills showed that one of them presented a penalty of 21.37 USD due to the low power factor as compared to the 900 USD measured by this gauge which represents a low cost, demonstrating the little possibility of having a benefit upon carrying out the calculus and the acquisition of a capacitor bank.

With the study implementation at the dairy product plant the efficiency and yield of the equipment will considerably improve, benefitting its production, increasing the service life of the equipment and avoiding faults in the electrical system.

The immediate budget management is recommended for an opportune implementation of the Improvement Maintenance at the Tunshi Dairy Product Plant, considering the use of the lightening designs as well as boards in the present document.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

La planta de lácteos Tunshi es uno de los principales proveedores en la ciudad de Riobamba de productos tales como, queso, yogurt y leche, en establecimientos como el comedor politécnico, el hospital General docente de Riobamba entre otros.

Esto se logró gracias a la donación de varios equipos obtenidos a través del convenio con Japón, esto en su inicio era utilizado solo para prácticas de la facultad de Ciencias Pecuarias, la cual al tener una buena calidad de productos y su aceptación al público se optó por comercializar los productos obteniendo así ingresos para la ESPOCH.

Debido al incremento de la producción, la falta de una adecuada infraestructura y la nula planificación del mantenimiento de los equipos, esta instalación se ha ido deteriorando con el tiempo teniendo un alto índice de fallas eléctricas las cuales inciden en el rendimiento y la vida útil de los equipos, incidiendo en la producción, por lo cual es necesario aplicar un sistema de mantenimiento que nos ayude a optimizar la eficiencia de la instalación.

Es por esto que se considera muy necesaria la realización de un estudio detallado en las instalaciones eléctricas en la planta de Lácteos Tunshi como de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, basándose los requerimientos establecidos por el CNEL.

El desarrollo que ha tenido los últimos años la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ha hecho necesario el aumento de edificios e instalaciones, las cuales ha tenido repercusión en el aumento de la carga eléctrica de la ESPOCH y por consecuencia en los parámetros técnicos como potencia activa, potencia reactiva, y uno de los más importantes factor de potencia el mismo que si no se mantiene en el rango establecido será penalizado por la empresa eléctrica de Riobamba. Es por esto que se realizara también un estudio técnico para verificar si el factor de potencia está en el rango debido y si es o no necesario implementar un banco de capacitores.

1.2 Antecedentes

Uno de los aspectos de mayor relevancia dentro de la planificación de una instalación industrial es el eléctrico, ya que la electricidad es una de las energías más utilizadas en la industria. Con la energía eléctrica se puede generar movimiento, calor, trabajo, mediante equipos como motores, transformadores, bobinas de reactancia, entre otros.

La corriente alterna es un tipo de energía eléctrica que se genera, se transmite y se distribuye. Esto resulta más rentable en tanto mayor sea la simultaneidad entre la corriente eléctrica y la tensión.

Una forma en 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 por bajo factor de potencia. Lo estipulado en el contrato de suministro de energía establecido por el CNEL es un factor de potencia (\cos^{ϕ}) de 0,92.

Mejorar el factor de potencia resulta práctico y económico, por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos o bancos de capacitores.

Además de poseer un factor de potencia dentro de los parámetros establecidos, es recomendable mantener unas instalaciones en óptimas condiciones basados en la ejecución de un plan de mantenimiento adecuado.

1.3 Justificación

Es de conocimiento general que, el escaso o nulo mantenimiento que se realizan en las instalaciones de la planta de lácteos perteneciente a la ESPOCH y que tiene su funcionamiento en la población de Tunshi, ha generado el deterioro continuo de las instalaciones eléctricas, creando un ambiente laboral inseguro para los estudiantes y personal que laboran en esta planta. Mediante el presente proyecto mejoraremos las instalaciones eléctricas de la misma, lo que producirá un beneficio económico para la institución al minimizar las pérdidas por fugas de energía eléctrica.

Otro inconveniente económico que enfrentan las instalaciones de la Politécnica, es la penalización por un bajo factor de potencia, debido a la presencia de gran

cantidad de equipos y maquinarias presentes en los diversos laboratorios y talleres de la institución; por lo cual es importante realizar esta corrección a nivel de toda la institución.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Realizar el Mantenimiento Mejorativo de las instalaciones eléctricas de la planta de lácteos Tunshi y corregir el factor de potencia de las instalaciones eléctricas de la ESPOCH.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Recopilar todo tipo de documentos los cuales nos faciliten el estudio detallado de cada una de las instalaciones de la planta de Tunshi y de la Politécnica en general.
- Realizar un estudio técnico para comprobar las pérdidas económicas que ha presentado la ESPOCH por bajo factor de potencia.
- Determinar el estado técnico actual de las instalaciones eléctricas de la planta de lácteos Tunshi.
- Diseñar un plano donde se detallen cada una de las instalaciones de la planta de lácteos Tunshi y cuales serán modificadas.
- Determinar las protecciones adecuadas para los diferentes circuitos.
- Calcular el calibre correcto de los alimentadores.
- Realizar una propuesta de solución para mejorar el factor de potencia en las instalaciones eléctricas de la ESPOCH.
- Crear un presupuesto de los costos que implican los dos proyectos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Mantenimiento Mejorado

El Mantenimiento Mejorado se considera más como un plan de mejoras constante sobre los equipos, maquinarias e instalaciones además que sobre la gestión de mantenimiento. Incluye la previsión de un mantenimiento correcto desde el diseño y durante el ciclo de vida de cierto elemento

Este término engloba dos grandes ramas; la preservación (enfocada al recurso) y el mantenimiento (enfocada al servicio).

Diferencia entre Mantenimiento Mejorado y Correctivo

Es necesario puntualizar que, al referirse de mantenimiento correctivo se entiende que se está corrigiendo alguna falla o avería, al reemplazar o reparar un componente averiado; sin embargo, al reemplazarlo o repararlo no necesariamente se le estaría mejorando respecto a sus condiciones originales de diseño.

En cambio el mantenimiento mejorado si prestaría la alternativa de mejora, ya sea en el aspecto de diseño de una pieza, incluyendo el uso de un material de mejor calidad y resistencia o ya sea en las nuevas condiciones en que se haría funcionar la pieza o la maquina hablando en forma global. Por otra parte, el mantenimiento mejorado, no solamente toma en consideración los componentes de las máquinas y su funcionamiento, sino también:

- La introducción de modificaciones en el modo de realizar ciertos trabajos.
- La utilización de ciertos instrumentos para mejorar el control de funcionamiento.
- La utilización de personal hábil y calificado para la operación y mantenimiento de las maquinas.

2.2 Fundamentos eléctricos de una instalación industrial

Una instalación eléctrica es el conjunto de elementos necesarios que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta las

máquinas y aparatos receptores para su utilización final, de una manera segura y eficiente. Además debe ser flexible, confiable, económica y debe cumplir con todas las normas.

Todos los aparatos eléctricos que suministran energía ya sea en forma de luz, calor, sonido, rotación, movimiento, etc., consumen una cantidad de energía eléctrica equivalente a la entregada directamente de la fuente de electricidad a la cual están conectados. Esta energía consumida se denomina activa, la cual se registra en los medidores y es facturada al consumidor por las respectivas empresas de suministro eléctrico.

Algunos aparatos, debido a su principio de funcionamiento, toman de la fuente de electricidad una cantidad de energía mayor a la que registra el medidor; una parte de esta energía es la ya mencionada energía activa, y la parte restante no es en realidad consumida sino retenida entre el aparato y la red de electricidad. Esta energía retenida se denomina reactiva y no es registrada por los medidores del grupo tarifario al cual pertenecen los consorcios.

La energía total (formada por la activa y la reactiva) que es tomada de la red eléctrica se denomina aparente y es la que finalmente debe ser transportada hasta el punto de consumo.

Además, el efecto resultante de una enorme cantidad de usuarios en esta condición, provoca que disminuya en gran medida la calidad del servicio de electricidad (altibajos de tensión, cortes de electricidad, etc.). Por estos motivos, las compañías de distribución, toman medidas que tienden a compensar económicamente a esta situación (penalizando o facturando la utilización de energía reactiva) o bien a regularizarla (induciendo a los usuarios a que corrijan sus instalaciones y generen un mínimo de energía reactiva).

2.3 Conceptos Generales

Corriente eléctrica.

Cuando se aplica una diferencia de potencial o tensión (V) entre los extremos de un conductor de longitud (R), se establece un movimiento, ordenado de los electrones desde el polo (-) al (+) de la fuente de tensión constituyéndose así una corriente eléctrica (I).

La intensidad de la corriente eléctrica se evalúa en base a la carga eléctrica que atraviesa la sección transversal del conductor, en la unidad de tiempo (equivalente al N° de electrones / s. que pasa por ella).

$$A = \frac{\text{Coul}}{s} \quad (1)$$

Potencial Eléctrico

El trabajo realizado por el desplazamiento de una carga positiva, unitaria, desde un punto infinitamente distante, se llama potencial eléctrico (vulgarmente voltaje).

Si el potencial eléctrico tiene un valor V_1 medido no desde el punto donde el mismo tenga un valor nulo sino desde un punto arbitrario de potencial V_2 , por ejemplo, entonces la diferencia de potencial:

$$U = V_1 - V_2 \quad (2)$$

Es la tensión eléctrica entre ambos puntos del circuito con el que se esté operando.

La tensión eléctrica y la diferencia de potencial se miden en voltios.

Resistores o resistencias.

Se define como resistencia eléctrica a la oposición ofrecida por ésta al paso de la corriente eléctrica.

Los resistores transforman la energía eléctrica en calor. El paso de cargas eléctricas (corriente eléctrica) a través de un resistor provoca una disminución de la energía potencial eléctrica de las cargas.

La unidad de resistencia eléctrica es el ohmio (Ω).

Ley de Ohm

Los tres parámetros eléctricos vistos hasta ahora se relacionan a través de la ley de Ohm, la cual es fundamental para la resolución de los circuitos eléctricos.

Esta ley establece que:

La intensidad de corriente que circula por un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia.

$$I = \frac{U}{R} \quad (3)$$

Fuentes de tensión.

Imponen el valor de la tensión entre dos puntos del circuito, impulsando el flujo de electrones por el mismo. Las fuentes de tensión pueden ser constantes o variables en el tiempo según una ley preestablecida.

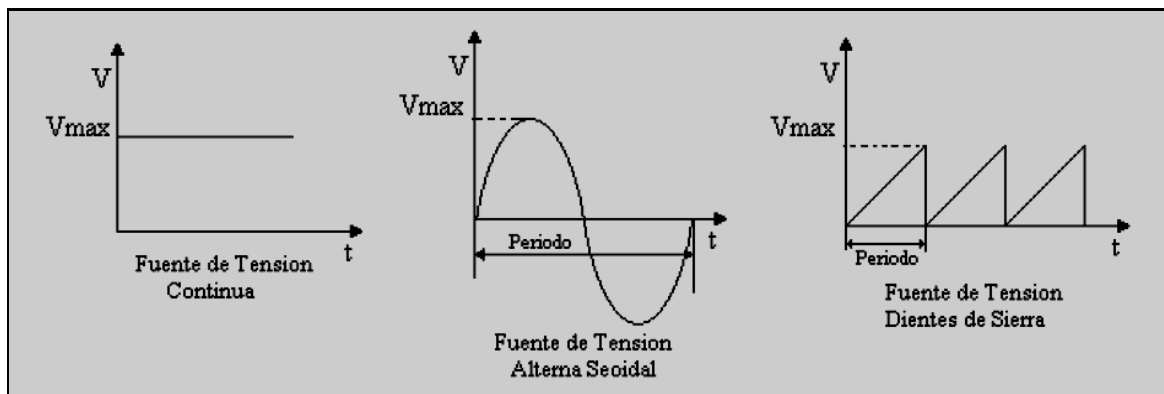


Fig. 2.1: Diferentes Fuentes de Tensión

En la izquierda se representa una fuente cuya tensión es invariable en el tiempo. A estas fuentes se las denomina de tensión continua y la podemos encontrar en las pilas, baterías, dínamos, etc.

En el medio se representa una fuente en donde la tensión varía periódicamente al transcurrir el tiempo. A esta fuente se la denomina de tensión alterna y es la que suministra los alternadores de las usinas generadoras de energía eléctrica.

Finalmente, la tensión representada en la derecha es también periódica con una forma de onda denominada en diente de sierra.

Este tipo de fuentes tienen utilidad en algunos equipos eléctricos para uso industrial, médico etc.

Corriente directa Una corriente directa o continua (abreviadamente c.d. ó c.c.) es aquella originada por electrones que siempre se mueven en la misma dirección a lo largo de los conductores de un circuito.

Corriente alterna

La corriente alterna (c.a.) es aquella en que los electrones que la originan cambian de dirección a intervalos regulares. A cada cambio de dirección se le da el nombre de alternación o ciclo.

La figura muestra, en forma gráfica, un ciclo de las variaciones de la corriente alterna; la curva representativa es una sinusoidal. En cada ciclo, la corriente cambia dos veces de polaridad; la magnitud de la corriente varía con el tiempo.

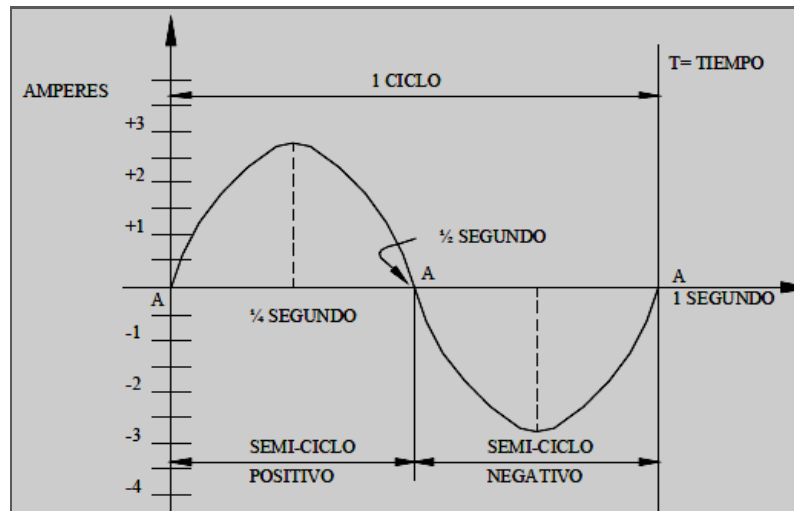


Fig. 2.2: Ciclo de la corriente alterna

Resistividad

La resistividad de un material es una propiedad intrínseca del mismo.

Se define a la resistividad ρ de un material dado como la resistencia de un espécimen de un metro de longitud y un milímetro cuadrado de sección.

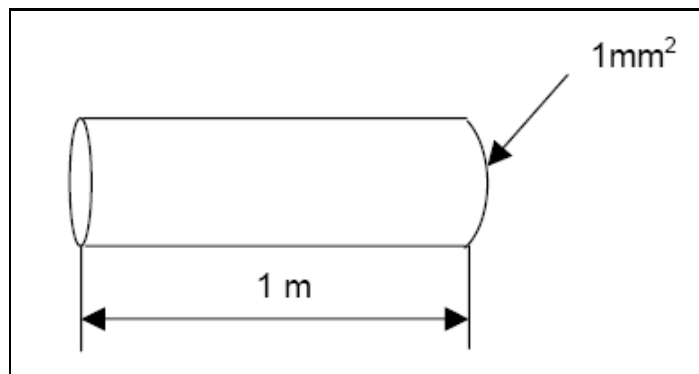


Fig. 2.3: Resistividad

La unidad de resistividad es el $\Omega \cdot m$. Para el cobre, que es el conductor más generalizado en electrotecnia, la resistividad es:

$$\rho = \frac{1}{57} = 0,0175\Omega \frac{mm^2}{m} \quad (4)$$

Aislante

Substancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil

Inductancia

Es la propiedad de un conductor o un circuito que se resiste al cambio de corriente.

Su unidad de medida es el Henry y su símbolo es L.

Autoinducción

Variación de intensidad de corriente inducida en una bobina, debido a una fuerza electromotriz. Coeficiente de autoinducción es el número de maxwell-vuelta por unidades de intensidad de corriente.

E = f.e.m. inducida (voltios)

I = intensidad (amperios)

t = tiempo

L = henrios (V.s/A)

$$E = L \frac{I}{t} \quad (5)$$

Capacitores

Si se dispone de dos placas conductoras (A y B) conectadas a los terminales positivo y negativo respectivamente de una fuente de alimentación y se las enfrenta una contra otra de modo que no se toquen pero que se influencien entre si se habrá constituido un capacitor.

En estas condiciones, circulará una cierta cantidad de cargas desde la placa A terminal hacia el terminal positivo y la misma cantidad de cargas circulará desde la placa B al terminal negativo.

Este pasaje de cargas de una placa a la otra, que no es otra cosa que una corriente eléctrica, durará hasta que las cargas acumuladas en las placas produzcan una

diferencia de potencial igual a la diferencia de potencial de la fuente donde se encuentra conectado el capacitor. A este proceso se lo llama carga del capacitor.

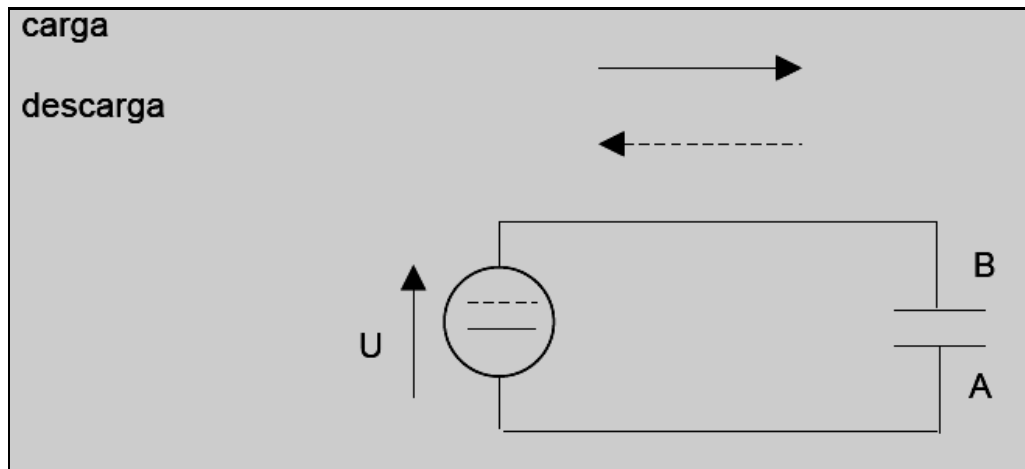


Fig. 2.4: Carga del capacitor

Es evidente, de lo expuesto, que la cantidad de carga acumulada es proporcional a la tensión aplicada al capacitor, por lo tanto:

$$Q = CU \quad (6)$$

En donde la constante de proporcionalidad se denomina capacitancia o capacidad del capacitor.

En la expresión anterior, la tensión U se expresa en Voltios, la carga Q en Coulomb y la capacidad en "Faradios". En general la unidad de capacidad es muy grande para los fines prácticos por lo que se utilizan los submúltiplos microfaradio y picofaradio.

Energía acumulada por un capacitor

Para cargar un capacitor es necesario disponer de cierta energía para acumular las cargas en las placas o armaduras que constituyen el capacitor.

La energía utilizada para cargar el capacitor queda almacenada en el campo eléctrico que se establece entre las placas del capacitor en virtud de la diferencia de potencial generado por las cargas acumuladas.

La cantidad de energía acumulada viene dada por:

$$E = \frac{1}{2}CU^2 \quad (7)$$

En donde:

E está dado en Joules, Si

C está en Faradios

U en Voltios.

Capacitor con dieléctrico

La capacidad de un capacitor se verá notablemente aumentada si entre las placas del mismo se interpone un material aislante cualquiera. A este material aislante se lo denomina dieléctrico. A la relación entre la capacidad del capacitor con dieléctrico y la capacidad del capacitor sin dieléctrico (dieléctrico de aire) se la denomina constante dieléctrica, o sea:

$$k = \frac{C_d}{C_0} \quad (8)$$

De donde:

C_d : Capacidad del capacitor con dieléctrico

C_0 : Capacidad del capacitor sin dieléctrico

Trabajo y Potencia

El trabajo eléctrico que realizan las cargas al atravesar un componente es directamente proporcional a la caída de potencial que experimentan. Si un resistor (o cualquier otro componente del circuito) experimenta una caída de tensión U cuando por el mismo circula, durante un determinado tiempo t, una corriente I, el trabajo realizado por las cargas eléctricas viene dado por:

$$W = U \times I \times t \quad (9)$$

En donde U esta en voltios, I en amperios, t en segundos y W en Joules.

El trabajo realizado por las cargas que circulan a través del resistor se manifiesta como un aumento de temperatura de dicho resistor. Si en su lugar se encontrara un motor eléctrico el trabajo se manifestaría como energía mecánica en el eje del motor.

Se define la potencia como el trabajo realizado en la unidad de tiempo, es decir:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \times I \times t}{t} = U \times I \quad (10)$$

En donde la potencia está expresada en Vatios.

Ley de Joule

El trabajo realizado por las cargas eléctricas que atraviesan una resistencia se transforma en calor.

El trabajo o, lo que es lo mismo, la energía disipada por una resistencia es:

$$\Delta W = U \times I \times t \quad (11)$$

Teniendo en cuenta que:

$$U = \frac{I}{R} \quad (12)$$

La expresión de ΔW queda:

$$\Delta W = I^2 \times R \times t \quad (13)$$

Expresión ésta llamada Ley de Joule. Es frecuente expresar en la ley de Joule a ΔP en Calorías, para lo cual se debe multiplicar a la expresión anterior por el coeficiente 0,239, o sea:

$$\Delta W = 0.239 I^2 \times R \times t \quad (14)$$

Potencia en corriente alterna

La relación de la potencia de la corriente continua es igualmente válida para la corriente alterna si está referida a los vectores instantáneos de intensidad y tensión, por lo tanto:

$$p = v \times i \quad (15)$$

Cómo en corriente alterna tanto v como i son función del tiempo, p también dependerá de éste y su determinación dependerá, además, del ángulo de desfase entre estos dos parámetros.

Teniendo en cuenta estos conceptos, se pueden definir los siguientes valores de potencia en un circuito alimentado con corriente alterna:

Potencia activa

Es la potencia que realmente se utiliza para producir algún tipo de trabajo o energía.

Se designa con la letra P y se expresa con la siguiente relación: (16)

$$P = U \times I \times \cos(\phi)$$

Potencia reactiva

Es la potencia que se utiliza para alimentar la parte reactiva de la carga. Por ejemplo para generar el campo magnético en máquinas eléctricas, se designa con la letra Q y se expresa con la siguiente relación:

$$Q = U \times I \times \sin(\phi) \quad (17)$$

Potencia aparente

El producto de los valores eficaces de intensidad y tensión, representa sólo aparentemente una potencia. Este valor de potencia es la que se requiere de los sistemas que suministran la energía eléctrica, ya que para el correcto funcionamiento de las cargas es necesario suministrar tanto potencia activa como reactiva.

Se designa con la letra S y se expresa con la siguiente relación:

$$S = U \times I \quad (18)$$

La relación entre la potencia activa y la potencia aparente se denomina factor de potencia, ya que es una medida de cómo se aprovecha la potencia entregada por los sistemas para el funcionamiento de las cargas.

$$P/S = (U \times I \times \cos(\phi)) / (U \times I) = \cos(\phi) \quad (19)$$

Al combinar las expresiones de los tres valores de potencia mencionados, encontramos la siguiente relación:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (20)$$

Factor de potencia

El factor de potencia de una carga, que puede ser un elemento único que consume energía o varios elementos (por ejemplo, toda una instalación), lo da la relación de P/S , es decir, kW divididos por kVA en un momento determinado.

El valor de un factor de potencia está comprendido entre 0 y 1. Si las corrientes y tensiones son señales perfectamente sinusoidales, el factor de potencia es igual a $\cos \phi$.

Un factor de potencia cercano a la unidad significa que la energía reactiva es pequeña comparada con la energía activa, mientras que un valor de factor de potencia bajo indica la condición opuesta.

Diagrama vectorial de potencia

Para cargas equilibradas y casi equilibradas en sistemas de 4 hilos.

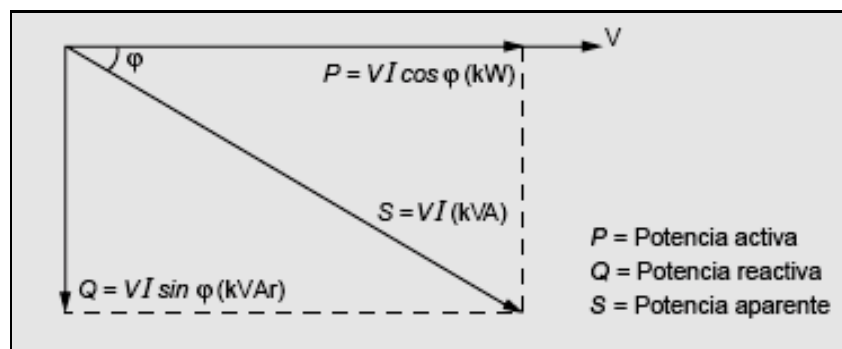


Fig. 2.5: Triángulo de Potencias

TABLA 2.1: FÓRMULAS DE CÁLCULO DE POTENCIAS PARA CIRCUITOS MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS

Tipo de circuito	Potencia Aparente S (kVA)	Potencia Activa P (kW)	Potencia Reactiva Q (kVAr)
Monofásico (fase y neutro)	$S = V \times I$	$P = V \times I \times \cos \phi$	$Q = V \times I \times \sin \phi$
Monofásico (fase y fase)	$S = U \times I$	$P = U \times I \times \cos \phi$	$Q = U \times I \times \sin \phi$
Trifásico 3 hilos o 3 hilos + neutro	$S = \sqrt{3} \times U \times I$	$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \phi$	$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin \phi$

Equipos que requieren energía reactiva

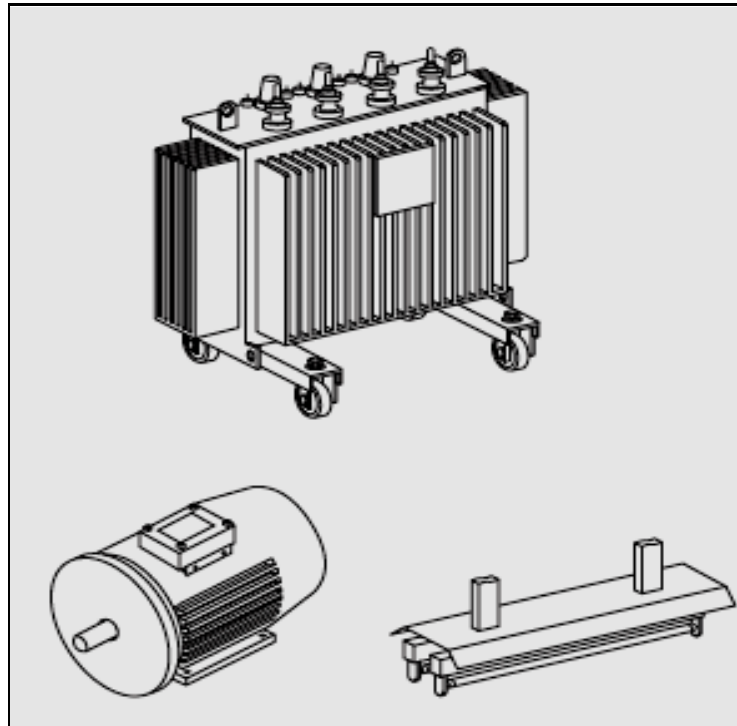


Fig. 2.6: Elementos que consumen energía que requieren igualmente energía reactiva

Todas las instalaciones y equipos de corriente alterna que tengan dispositivos electromagnéticos, o devanados acoplados magnéticamente, necesitan corriente reactiva para crear flujos magnéticos.

Los elementos más comunes de esta clase son los transformadores inductancias, motores y lámparas de descarga (sus balastos).

La proporción de potencia reactiva (kVAr) con respecto a la potencia activa (kW), variará en función del tipo de receptor; a modo de aproximación se puede decir que:

Un 65-75% para motores asíncronos.

Un 5-10% para transformadores.

2.4 Nociones sobre la corrección del factor de potencia y su importancia técnico-económica

En la práctica, los elementos reactivos de las corrientes de carga son inductivos, mientras que las impedancias de las líneas de transporte y distribución son capacitivas.

La combinación de una corriente inductiva que pasa a través de una reactancia inductiva produce las peores condiciones posibles de caídas de tensión (es decir, en oposición de fase directa con la tensión del sistema).

Debido a:

- Pérdidas eléctricas en los cables.
- Caídas de tensión.
- Las compañías eléctricas del Ecuador intentan reducir, en sus redes de transporte, en la medida de lo posible, la corriente reactiva.
- Las corrientes capacitivas tienen el efecto inverso en los niveles de tensión y producen aumentos de tensión.
- La potencia (kW) asociada con la energía activa se representa normalmente mediante la letra P.
- La potencia reactiva (kVAr) se representa mediante Q.
- La potencia inductivamente reactiva suele ser positiva de manera convencional (+ Q) mientras que la potencia capacitivamente reactiva aparece como una cantidad negativa (- Q).

S representa los kVA de potencia aparente. La energía aparente es la resultante de dos energías vectoriales, la activa y la reactiva.

2.5 Objetivos de una instalación

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además debe ser flexible, cumplir con las normas, confiable, simple, flexible y económica.

El objetivo de una instalación eléctrica es fundamentalmente cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa del proyecto, es decir, en esencia proporcionar servicio con el propósito de que la energía eléctrica satisfaga los requerimientos de los distintos elementos receptores que la transformaran según sean las necesidades.

- Segura contra accidentes e incendios: en vidas humanas la única alternativa viable es la seguridad.
- Los daños materiales se pueden evaluar económicamente.

- Eficiente y económica
- Accesible y de fácil mantenimiento
- Cumplir con las normas
- Confiable
- Simplicidad
- Flexible
- Costos iniciales

2.6 Clasificación de las instalaciones eléctricas.

Se pueden clasificar de diferentes formas:

De acuerdo al nivel de voltaje y al ambiente de trabajo

- Nivel de voltaje:
 - ✓ Instalaciones no peligrosas. Cuando su voltaje es igual o menor que 12 Voltios
 - ✓ Instalaciones de baja tensión. Cuando el voltaje con respecto a tierra no excede 750 Voltios
 - ✓ Instalación de media tensión: No existen límites precisos, podría considerarse un rango de 1000 a 15000 Voltios; algunos autores incluyen todos los equipos hasta los 34 kV.
 - ✓ Instalaciones de alta tensión. Voltajes superiores a los mencionados anteriormente
- Lugar de instalación: normales y peligrosas
 - ✓ Normales:
 - ✓ Interiores
 - ✓ Exteriores
 - ✓ Peligrosas: Existe peligro de fuego o explosión debido a la presencia de: Gases, vapores y líquidos inflamables, Polvos combustibles

Códigos y Normas

El diseño de las instalaciones eléctricas debe hacerse dentro de un marco legal.

Un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económica.

Respetar los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

Especificaciones

Conjunto de dimensiones y características técnicas que definen a una instalación y a todos los elementos que la conforman.

Deben cumplir las normas y no deben dar lugar a confusiones o interpretaciones múltiples.

2.7 Vida de una instalación

- Es el tiempo que transcurre desde su construcción hasta que se vuelve inservible.
- En todas esas etapas hay que tomar decisiones, información a seguir, costos a evaluar, registrar, repuestos a concretar, análisis que hacer referente a distintos aspectos de la operación y el mantenimiento de la instalación.
- El mantenimiento en la instalación tienen como mira la reducción de fallos / averías al mínimo posible y la de proporcionar la máxima fiabilidad de la instalación tan económicamente como sea posible.
- Información útil; permite saber cuánto durará la inversión.

Es difícil precisar; depende de muchos factores

- Proyecto y construcción
- Materiales aislantes
- Mantenimiento
- Medio ambiente

2.8 Alumbrado

Alumbrado

Una buena iluminación es importante para facilitar el rendimiento en una tarea visual y crear un entorno visual adecuado, garantizando la seguridad de los individuos y la de los establecimientos, lo cual es tiene su importancia en nuestra sociedad como una forma más de prevención de riesgos laborales. Para conseguir una buena iluminación del área de trabajo es necesario tener en cuenta una serie de criterios

básicos referentes a la disposición de la luz, las condiciones del alumbrado, la superficie a iluminar, etcétera.

Las posibles formas de alumbrado que podemos utilizar para iluminar interiores son:

1. Alumbrado general: El tipo, la altura y la distribución de la luminaria se hace con fin de obtener una iluminación uniforme de toda la zona a iluminar.

Se suelen emplear lámparas fluorescentes y la mejor distribución consiste en filas simétricas.

La ventaja de esta iluminación es que los puestos de trabajo se pueden cambiar cuando y donde se desee pero, por lo contrario, no podemos conseguir unos lugares más iluminados que otros.

Es el más utilizado, al presentar las mejores condiciones de iluminación y dar un aspecto sereno y armonioso.

2. Alumbrado general localizado: La organización de las luminarias es de tal forma que proporciona una iluminación general uniforme, permitiendo al mismo tiempo aumentar el nivel en las zonas que lo necesiten.

Presenta el inconveniente de que al cambiar el orden de los puestos de trabajos deberemos cambiar también la distribución de las luminarias.

3. Alumbrado localizado: Existe un nivel medio de iluminación general y un alumbrado directo donde se necesita.

Para evitar molestias debe existir relación entre la iluminación localizada y la mínima.

4. Alumbrado directo: El 90% del flujo luminoso emitido, alcanza directamente el plano de trabajo.

5. Alumbrado indirecto: Tan solo el 10% del flujo luminoso emitido alcanza directamente el plano del trabajo.

La elección de tipo de alumbrado se realiza en base a dos factores relativos a:

- Tipo de actividad a desarrollar.
- Dimensiones y características físicas del local a iluminar.

2.9 Calibres de conductores y diámetro de tuberías

Conductores eléctricos

Como se sabe, para que la electricidad se aproveche, debemos de hacer que circule por los circuitos con el mínimo de pérdida, esto nos lleva a escoger el mejor conductor para la función que necesitamos. Se debe de tomar en cuenta que la humedad y la temperatura la afectan.

Tipos de alambres



1. Conductor de cobre suave
2. Cinta separadora
3. Aislamiento
4. Cubierta

Fig. 2.7: Partes de un Alambre

Los diferentes tipos de alambre están clasificados de acuerdo con el aislamiento que los recubre, la composición del aislamiento y el trabajo para el que se recomiendan. Ver Anexo I.

Los alambres traen en su aislamiento indicado su tipo y voltaje máximo de funcionamiento.

Diferencia entre alambres y cables

Todo conductor sólido con forro o desnudo se llama "alambre".

El término cable se usa en dos formas: se aplica a un conductor sencillo formado por varios alambres delgados de cobre desnudos, los cuales se agrupan y se cubren con una sola capa de aislamiento más el forro. O bien se aplica a un grupo de 2, 3 o más conductores aislados independientemente, pero agrupados, aunque no tengan un forro que los una.

En la práctica se les llama cables a los conductores gruesos, en tanto que a los más pequeños, compuestos por alambres delgados desnudos, se les nombra alambres retorcidos. Cuando el conductor está formado por hilos de cobre y está cubierto con aislamiento flexible se le denomina cordón.

Alambre desnudo

Los conductores sin aislamiento, comúnmente llamados desnudos, normalmente se usan en el exterior, separados por aisladores para evitar el contacto entre sí, de este tipo podemos citar las líneas de alta tensión. Hay 3 tipos de alambres de cobre, que se clasifican de acuerdo con su resistencia mecánica (habilidad de soportar esfuerzos mecánicos producidos por el viento, la lluvia, nieve, etc.): duro, mediano y suave.

Alambre duro: Es que tiene mayor resistencia mecánica, el cual soporta mayores esfuerzos con el mínimo de tensión. Pero tiene el inconveniente de tener la resistencia eléctrica más alta, en otras palabras la conductividad eléctrica es la más baja de los 3. Se utiliza en líneas de transmisión en donde las torres están bastante separadas

Alambre suave: Es el que menor resistencia eléctrica tiene, pero soporta menos tensión. El alambre suave, por la facilidad con que puede doblarse y por su alta conductividad, es el que se utiliza en los conductores aislados que se usan en las instalaciones eléctricas.

Alambre mediano: Es el término medio entre los 2. Se utiliza en líneas de transmisión con una separación moderada entre los postes.

El efecto de la temperatura en el alambre

La temperatura hace que la resistencia de un alambre varíe, por ejemplo, cuanto más caliente está, más oposición tiene sobre el paso de la electricidad.

Se calienta un alambre por efecto de la propia corriente que por él circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, obviamente, cuanto más intensa es la corriente, mayor será el calentamiento y por lo mismo, mayor pérdida de energía en forma de calor. Lo que sucede es que el calentamiento aumenta en relación con el cuadrado del cambio de corriente.

Por consiguiente, si se aumenta la corriente al doble, el calentamiento será 4 veces mayor.

Cuando circula mayor corriente por un alambre, no solamente se calentará el conductor, habrá también un aumento en su resistencia, como consecuencia, habrá un aumento adicional de temperatura. Si sigue aumentando la corriente, provocará que se quemé el aislamiento, con lo cual se corre el riesgo de un incendio.

Selección de un conductor

Es necesario escoger cuidadosamente el calibre y aislamiento correctos de un conductor, tomando en cuenta el lugar donde se instalará. La intensidad máxima en amperios que puede soportar con plena seguridad diferentes tipos de alambre en las instalaciones eléctricas de acuerdo con el calibre y el tipo de aislamiento, se da en las Tablas (Ver Anexo II).

Estas intensidades o capacidades máximas son aprobadas por los laboratorios de las compañías de seguros contra incendios de los E.E.U.U. y aceptadas en la mayoría de los países americanos como Ecuador.

Calibre de los conductores de cobre

Se usan varios métodos para identificar los diferentes calibres de los conductores:

- 1.- Con un número de acuerdo con un patrón o calibre establecido
- 2.- Por medio del diámetro del conductor en milésimas de pulgada o en milímetros
- 3.- Por el área transversal del conductor expresada en milipulgadas circulares o en milímetros cuadrados.

Milipulgadas circulares

También se designan regularmente los alambres por medio de su área transversal, misma que se da en milipulgadas o mils circulares, o en miles de mils circulares, normalmente cuando se trata de cables más gruesos que el de 0000.

Esta forma de identificar el calibre de un alambre facilita los cálculos para determinar el tamaño apropiado de los conductores que se vayan a usar en los circuitos, por lo mismo se tratará la expresión mils circulares.

Cálculo de tuberías

TABLA 2.2: NÚMERO DE CONDUCTORES EN TUBERÍA

CALIBRE AWG O MCM	DIAMETRO DE TUBERIA															
	1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"		2 1/2"		3"	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
16	6	9	10	16	17	27	30	47	41	64	68	106	98	151	150	
14	4	8	6	15	10	24	18	43	25	58	41	96	58	137	90	
12	3	6	5	11	8	18	15	32	21	43	34	71	50	102	76	158
10	1	4	4	7	7	11	13	20	17	27	29	45	41	65	64	100
8	1	2	3	4	4	6	7	11	10	16	17	26	25	37	38	58
6	1	1	1	2	3	4	4	7	6	9	10	16	15	23	23	35
4	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	8	9	12	14	18	21
3			1	1	1	2	3	3	4	5	7	8	10	12	16	18
2			1	1	1	1	3	3	3	4	6	7	9	10	14	15
1			1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	7	7	10	11
1/0					1	1	1	2	2	2	4	4	6	6	9	9
2/0					1	1	1	1	1	2	3	3	5	5	8	8
3/0					1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	7	7
4/0							1	1	1	1	2	2	3	3	6	6
250							1	1	1	1	1	2	3	3	5	5
300							1	1	1	1	1	1	3	3	4	4

Número de conductores en tubería

El número de conductores que podremos alojar dentro de un tubo conduit o canaletas deberá de ser limitado de forma tal que permita un arreglo físico de los conductores de acuerdo a la sección transversal circular del tubo conduit o la sección transversal rectangular de la canaleta, de manera que se facilite el alojamiento y manipulación durante la instalación de los conductores y se considere también la cantidad de aire necesaria para que los conductores se mantengan a temperaturas adecuadas en base a un buen enfriamiento.

Cuando deseamos alojar conductores del mismo calibre en tubería conduit, debemos de seleccionar el diámetro de tubería en pulgadas, según su calibre y la cantidad de conductores, observando la tabla 2.2

Para conductores con columna A= aislante THW y TW y columna B= aislante THHN y THWN.

Por ejemplo: si se requiere saber cuántos conductores # 14 AWG THHN podrán ingresar en un diámetro de tubería de ¾", nos dirigimos a la fila donde se indica el # 14 y luego a la columna de ¾" a la parte B que es para aislante THHN y obtenemos como resultado que en esta tubería se pueden alojar 15 conductores con ese calibre.

Cálculo de tubería para conductores de diferentes calibres

Cuando en nuestra instalación debemos de colocar en una tubería, varios conductores de diferentes calibres, debemos de utilizar un método diferente para calcular el diámetro adecuado de los tubos.

El número de conductores en una tubería lo conseguimos estableciendo una relación adecuada entre las secciones del tubo o canaleta y los conductores la cual llamaremos como factor de relleno y se da la forma como sigue:

$$F = s / A \quad (21)$$

Donde:

F = factor de relleno (Tabla 3)

A = el área interior del tubo en mm^2 o plg^2

S = el área total de los conductores

Este factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones:

TABLA 2.3: RELLENO PARA CONDUCTORES

FACTOR DE RELLENO
53% para un conductor
31% para dos conductores
43% para tres conductores
40% para cuatro o más conductores

2.10 Cargas por circuitos

Las cargas eléctricas que constituyen una corriente eléctrica pasan de un punto que tiene mayor potencial eléctrico a otro que tiene un potencial inferior.

Para mantener permanentemente esa diferencia de potencial, llamada también voltaje o tensión entre los extremos de un conductor, se necesita un dispositivo llamado generador (pilas, baterías, dinamos, alternadores, etc.) que tome las cargas que llegan a un extremo y las impulse hasta el otro.

Cualquier circuito de alumbrado, motor, equipo electrodoméstico, aparato electrónico, etc., ofrece siempre una mayor o menor resistencia al paso de la corriente, por lo que al conectarse a una fuente de fuerza electromotriz se considera como una carga o consumidor de energía eléctrica. La resistencia que ofrece un consumidor al flujo de la corriente de electrones se puede comparar con lo que ocurre cuando los tubos de una instalación hidráulica sufren la reducción de su diámetro interior debido a la acumulación de sedimentos.

De la misma forma, mientras más alto sea el valor en ohmios de una resistencia o carga conectada en el circuito eléctrico, la circulación de electrones o amperaje de la corriente eléctrica disminuye, siempre y cuando la tensión o voltaje aplicado se mantenga constante.

Caracterización de cargas: En el diseño de instalaciones eléctricas o de los circuitos eléctricos para comercios o industrias, es necesario que consideremos una gran variedad de tipos de cargas que intervienen, y que genéricamente se pueden agrupar en alumbrado, motores, contactos y aplicaciones especiales, entre otros.

Cálculo de la carga

Para realizar el cálculo se determinan las cargas por conectarse.

a) Alumbrado y aparatos pequeños. Al determinar sobre la base de vatios por metro cuadrado el área de piso deberá computarse con la superficie cubierta por el edificio

b) Aparatos de más de tres amperios. Por cada contacto destinado a conectar aparatos de más de tres amperios como se considera una carga no menor a 5 amperios.

c) Hilo neutro. Cuando haya hilo neutro en el circuito derivado la carga que se considere para el neutro no deberá ser menor que el desequilibrio máximo de la carga en el circuito.

2.11 Transformadores y líneas

Transformadores

Existen diversos tipos de transformadores, varían según su potencia, capacidad, el uso o aplicación; a continuación se presentan algunos:

Transformador de potencia:

Se utilizan para subtransmisión y transmisión de energía eléctrica en alta y media tensión.

Transformador de distribución:

Se denomina transformadores de distribución, generalmente los transformadores de potencias iguales o inferiores a 500 kVA y de tensiones iguales o inferiores a 67 000 V, tanto monofásicos como trifásicos.

Constitución.

- Núcleo.
- Columnas.
- Culatas.
- Transformadores acorazados y transformadores de columnas.
- Chapas magnéticas.
- Devanados.
- Alta y Baja.
- Concéntricos o alternados.

Refrigeración.

- Seco.
- Baño de aceite. (Depósito de expansión). Pirelanos prohibidos. Ahora aceite de siliconas.
- Radiadores para potencias grandes (más de 200kVA).

Aislantes y Otros.

- Aisladores pasantes. (pasa-tapas o pasa-muros).
- Relé de gas (relé Buchholtz), para detectar el aceite vaporizado en los transformadores de gran potencia.

Designaciones.

- Alta: A, B, C.
- Baja: a, b, c.

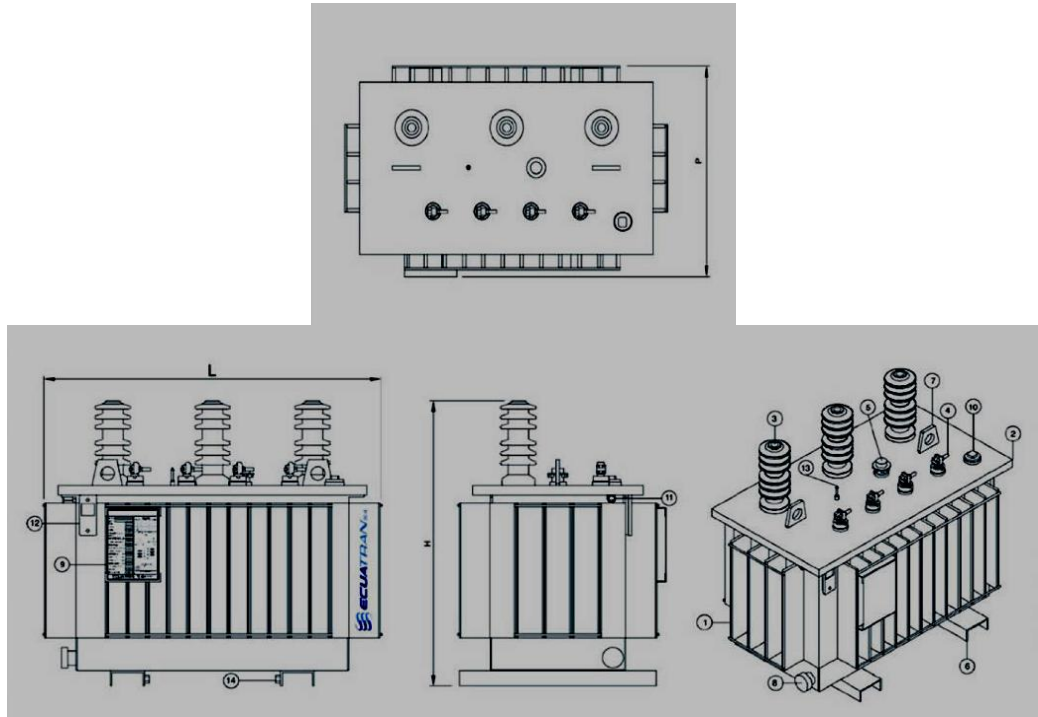


Fig.2.8 : Transformadores

TABLA 2.4: DATOS PARA UNA CONEXIÓN DELTA PRIMARIO Y ESTRELLA EN EL SECUNDARIO

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO SUBESTACION (15 A 150 KVA)		
Ítem	Cant.	Descripción
1	1	Cuba del transformador
2	1	Tapa empernada
3	3er	Pasatapas de media tensión
4	4to	Pasatapas de baja tensión
5	1	Cambiador de derivación de 5 posiciones
6	2	Chasis
7	2	Soportes de izado
8	1	Válvula de descarga
9	1	Placa de características
10	1	Tapón de llenado
11	1	Válvula de sobrepresión
12	1	Nivel de aceite
13	1	Válvula de nitrógeno
14	2	Conectores a tierra

Si la tensión en el primario es más positiva en el extremo que tiene el punto que en el que no lo tiene, entonces, la tensión en el secundario es también más positiva en el extremo punteado.

Si la corriente en el primario entra en el transformador por el extremo punteado, en el secundario la corriente saldrá del transformador precisamente por el extremo donde se sitúa el punto. (Es decir, se ha tomado el criterio de transporte de energía: lo que entra por un lado sale por otro.)

Potencias comerciales: (múltiplos de $2^{1/3}$) (nominal equivale a plena carga):

Placa de características:

- Potencia nominal.
- Tensiones nominales.
- Frecuencia e impedancia equivalente en tanto por ciento, o caída de tensión relativa de cortocircuito.
- Tensiones de las derivaciones (si las hay)
- Esquema de conexión interna.
- Tipo de transformador, clase de refrigerante, fabricante, serie, código, etc.

Normas:

- ✓ CEI-76
- ✓ UNE 20-101-75.
- ✓ LINEAS

Los conductores de los alimentadores deben tener la capacidad de corriente, considerando todos los factores que inciden sobre ella como la forma de soporte o canalización, los tipos de recubrimiento y la temperatura entre otros, igual o superior a la corriente necesaria para suplir la demanda calculada de la instalación.

Cuando los alimentadores sirven cargas continuas y no continuas la capacidad de corriente de los conductores de los alimentadores no debe ser menor que la suma del 125% de la carga continua, más el 100% de la carga no continua.

La capacidad de corriente de los conductores de un alimentador no debe ser menor a 30 A cuando la carga servida sea:

- ✓ Dos o más circuitos ramales bifilares para un alimentador bifilar.
- ✓ Más de dos circuitos ramales bifilares para un alimentador trifilar.
- ✓ Dos o más circuitos ramales trifilares para un alimentador trifilar.
- ✓ Dos o más circuitos ramales tetrafilares para un alimentador trifásico tetrafilar.

La capacidad de corriente de los conductores de un alimentador no debe ser menor de la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten toda la corriente suministrada por los conductores de entrada de acometida con capacidad de corriente de 55A o menor.

Las acometidas de alta tensión se emplean para edificaciones que precisen cargas importantes o donde se sitúe un transformador. Las de baja tensión se usarán en las edificaciones de menor importancia, y corrientemente, en las de uso doméstico, precisando menores precauciones que las anteriores. Se tienden a eliminar las de tipo aéreo por las subterráneas pero el factor económico hace que coexistan las dos soluciones.

TABLA 2.5: TENSIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

VOLTAJES		
Corriente continua	Corriente alterna	
	Monofásica (1F)	Trifásica (3F)
110, 220, 400	120, 220, 240	120-127 entre fase y neutro. 208-220 entre fase y neutro. 220 entre fases. 380 entre fases. 500 entre fases.

La normativa reguladora viene especificada en los reglamentos establecidos para el caso, que se complementa con las normas particulares de las empresas suministradoras; tendrán generalmente poca potencia y su trayecto será reducido, empleándose entre tres fases y neutro con las siguientes tensiones normalizadoras:

2.12 Elementos que constituyen una instalación eléctrica

Los elementos que constituyen una instalación eléctrica son:

- ✓ Conductores
- ✓ Tableros eléctricos
- ✓ Dispositivos de protección
- ✓ Transformadores
- ✓ Medidores de energía
- ✓ Banco de capacitores
- ✓ Puestas a tierra de equipos y canalizaciones
- ✓ Dispositivos de control
- ✓ Generación de emergencia
- ✓ Conexiones
- ✓ Contactores
- ✓ Canalizaciones
- ✓ Soportes

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), o empotradas (en muros, techos o pisos)

2.13 Planeación de un sistema eléctrico industrial

La continuidad de una producción en una planta industrial es tan confiable como lo es su sistema de distribución eléctrico.

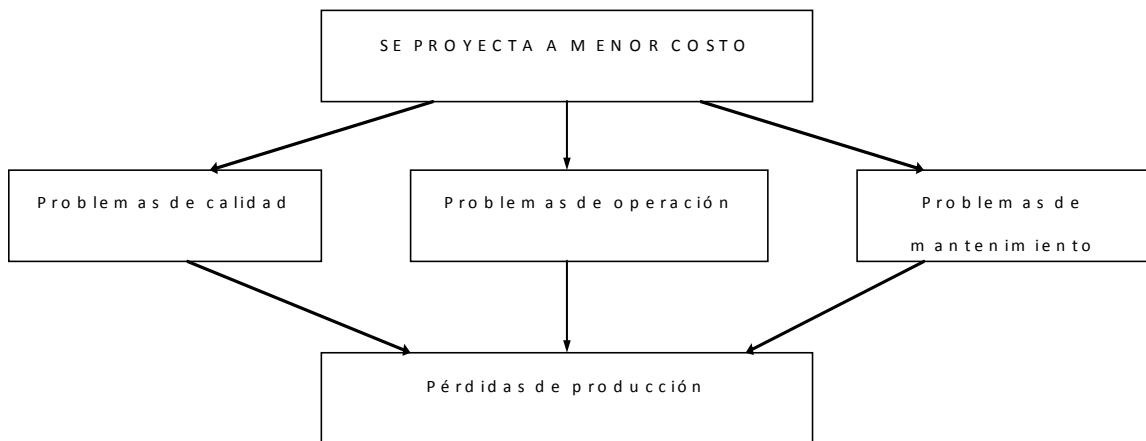


Fig. 2.9: Proyectar a Menor Costo Inicial

Dos plantas raramente tienen las mismas necesidades, no se puede usar el mismo sistema de distribución eléctrica, se siguen normas recomendaciones, códigos, normas de ingeniería.

Proyectar al menor costo inicial puede originar

- La diferencia de costo entre un sistema bien planeado y una instalación mediocre es generalmente pequeña.
- Se ha calculado que el costo de la instalación eléctrica es del 2% al 10% del costo global de la planta.
- El sistema eléctrico de una planta no es un fin en sí, forma solo una parte de un proceso productivo.

No planee un sistema eléctrico sin participación de:

- ✓ Personal de producción
- ✓ Personal de mantenimiento
- ✓ Personal de seguridad
- ✓ Debe haber coordinación con todos

Guía para la planeación de un sistema eléctrico industrial

Los siguientes puntos debemos considerar en el diseño de un sistema eléctrico de distribución industrial.

- ✓ Levantamiento de cargas
- ✓ Determinación de la demanda
- ✓ Arreglo eléctrico
- ✓ Localización de equipo
- ✓ Selección de tensiones
- ✓ Compañía suministradora
- ✓ Generación
- ✓ Diagrama unifilar
- ✓ Análisis de cortocircuito
- ✓ Protección
- ✓ Expansión futura
- ✓ Otros requerimientos

Factores de Calidad de Servicio

- ✓ Continuidad del Servicio. Una interrupción del servicio puede causar trastornos importantes y pérdidas económicas cuantiosas. Uso de generación de emergencia.

- ✓ Regulación de voltaje. Los equipos eléctricos están diseñados para operar a un voltaje específico. Funcionamiento satisfactorio si el voltaje aplicado no varía más allá de ciertos límites.
- ✓ Control de la frecuencia
 - Los países de Europa, la mayor parte de Asia y África y en algunos de Sudamérica han adoptado 50Hz
 - América del Norte y otros países del continente americano como el nuestro operan a 60Hz
 - Para la misma unidad de hierro magnético la potencia crece proporcionalmente con la frecuencia pero al mismo tiempo aparecen los siguientes efectos:
 - Aumentan las pérdidas en el material magnético: pérdidas por histéresis en proporción directa y corrientes parásitas.
 - La reactancia de dispersión en las líneas y máquinas aumentan en proporción directa
 - La reactancia capacitiva entre líneas se reduce en proporción al aumento de la frecuencia
 - La interferencia con las líneas telefónicas aumenta con la frecuencia
 - Variaciones de más del 1% de la frecuencia en las redes eléctricas puede producir que las plantas generadoras se salgan de sincronismo.
- ✓ Contenido de armónicas
- ✓ Desbalance del voltaje

2.14 Desbalance de cargas y tensiones

Es la actualidad la generación y transmisión de la energía eléctrica se hace en tres fases. Esto se debe a las ventajas económicas que un sistema trifásico tiene frente a uno monofásico. De esta manera se generan tres voltajes de la misma magnitud desfasados 120° en el tiempo, lo que constituye un sistema equilibrado.

Las cargas trifásicas producen corrientes de la misma magnitud en las tres fases. Este no es el caso de las cargas monofásicas que pueden producir desequilibrios entre las corrientes que circula por las líneas. Estas cargas que desequilibran el sistema pueden provocar que los voltajes ya no sean iguales en magnitud, y que los

ángulos entre ellos cambien. A este fenómeno se lo conoce como desbalance de voltajes.

Nuestro sistema está construido por tres sistemas monofásicos desfasados 120 grados eléctricos, tendríamos un sistema de seis conductores, y nuestras cargas podrían no ser equilibradas (tres sistemas monofásicos). Conectando los generadores en un punto común si las cargas son equilibradas, las corrientes (de frecuencia fundamental, de 50 o 60 Hz), en los conductores de retorno suman cero, el sistema es balanceado.

Por lo que, la corriente en el conductor es muy pequeña, el conductor de retorno puede ser de sección mínima o directamente eliminarse, ya que solo por el mismo circularía la corriente fuera de balance, de las fases, o sea la diferencia.

Por ejemplo, si las cargas individuales, de cada fase, tienen una carga de 25 A cada una, por el neutro no hay circulación de corriente.

En cambio, si una de ellas tiene menos 5 A (o sea 20), o más de 5 A (es decir 30), en el neutro solo circula 5 A, y el sentido lo da la polaridad de la fase que está en desbalance. Si se presenta desequilibrio en las cargas, y no hay neutro, se forzara la suma de corrientes de fases a cero, entonces se modificarán las tensiones sobre las cargas para cumplir esta condición, ya que las energías buscan un balance.

Por ley de Ohm sabemos, que para la misma potencia, si baja la corriente de una fase, tiene que aumentar la tensión, y en cambio si aumenta la intensidad, disminuye la tensión, para mantener la igualdad de potencia, y esto nos cambia la magnitud de las tensiones de cargas.

Por lo que, las cargas tendrán tensiones aplicadas distintas en cada fase, como si el sistema no fuera simétrico, obsérvese que el neutro de las cargas presenta tensión respecto del centro estrella de los generadores.

Si se desea alimentar cargas monofásicas con 3 hilos (como en nuestro caso) éstas se deben conectar entre fases, en esta forma la suma de corrientes sigue siendo cero.

Por razones de seguridad, entre otras, un punto del sistema de distribución se pone a tierra, nuestro sistema en triángulo o estrella, tendrá el punto medio, a tierra, si se

desea que las cargas monofásicas estén conectadas, a este punto, tendremos que colocar un conductor, es decir el llamado neutro.

Se tienen distintas formas de distribución de energía eléctrica en baja tensión:

Tres fases, cuatro hilos (Siendo Y la forma habitualmente en nuestro medio)

Tres fases, tres hilos (Aplicable en instalaciones industriales)

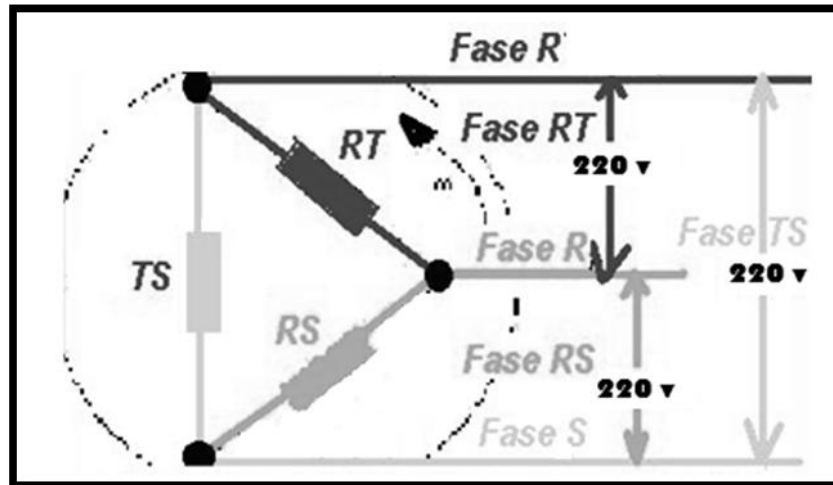


Fig. 2.10: Redes Trifásicas

Estos sistemas se originan desde una red de media tensión, estando conectados a través de transformadores (trifásicos o bancos monofásicos), que reciben la energía en media tensión, según la potencia que tiene que proveer.

Consecuencias del desbalance de voltajes

El principal problema que provocará el desbalance de voltaje a un motor eléctrico en marcha, es el aumento de la temperatura del motor. Ello, debido a la aparición de corrientes de secuencia negativa en sus arrollados.

Estas corrientes, producirán un campo electromagnético contrario al que impulsa el sentido de giro que posee el motor. Este campo electromagnético contrario, provocará una pérdida de la potencia relativa del motor y dicha pérdida se convertirá en más calor para los arrollados.

Un desbalance de voltaje (VUB) del 5% provocará una pérdida de la potencia relativa del 25% y un aumento del calor presente en los arrollados del motor.

El aumento del calor deteriorará de manera progresiva y acumulativa dichos arrollados y en consecuencia disminuirá la vida útil del motor.

Además un sistema en desbalance puede ser causa de sobrecalentamiento en los generadores y crear problemas en los equipos de los consumidores; debido a todos estos fallos es sumamente recomendable realizar el balanceo de las cargas dentro de un sistema eléctrico.

Balance de fases.

El balance de fases consiste en transferir carga entre fases de cada uno de los nodos del sistema, esta transferencia se realiza de forma manual teniendo en cuenta los diferentes tipos de conexión de las cargas (Y , Δ). El balance total del sistema no es posible conseguirlo debido a las características de desbalance propias de las cargas y las configuraciones de las líneas (monofásicas, trifásicas, etc.)

Reconfiguración de alimentadores primarios.

Los sistemas de distribución son operados en forma radial aunque pueden contar con tramos de línea enmallados que no son conectados. Mediante estos tramos, denominados suplencias, la red puede transferir carga conectando suplencias y desconectando tramos de línea para conservar la radialidad.

La reconfiguración de alimentadores primarios busca establecer una red radial que optimice la operación del sistema de distribución mediante la conexión y desconexión de suplencias y tramos de línea.

El concepto de optimización puede obedecer a varios aspectos como son:

- Minimizar las pérdidas de potencia.
- Minimizar las pérdidas de energía.
- Aumentar la cargabilidad.
- Disminuir el grado de desbalance.
- Mejorar los perfiles de tensión.
- Optimizar las rutas de alimentación en ambientes de mercado.

Normalmente una acción en alguno de estos aspectos repercute de forma positiva en los demás.

2.15 Puesta a tierra.

Se define como "Toma de Tierra" a la unión eléctrica de un conductor con la masa terrestre. Esta unión se lleva a cabo mediante electrodos enterrados, obteniendo con ello una toma de tierra cuya resistencia de "empalme" depende de varios factores, tales como: superficie de los electrodos enterrados, a profundidad de enterramiento, clase de terreno, humedad y temperatura del terreno, etc.

Por otra parte, llamaremos "Puesta a Tierra", a la unión directa de determinadas partes de una instalación eléctrica, con la toma de tierra, permitiendo el paso a tierra de las corrientes de falta o las descargas atmosféricas.

Según normas establecidas correspondientes a puestas de tierra, se establecen la toma de tierra con objeto de:

- Limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas en un momento dado.
- Asegurar la actuación de las protecciones.
- Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material eléctrico utilizado.

La puesta a tierra como protección va siempre asociada a un dispositivo de corte automático, sensible a la intensidad de defecto, que origina la desconexión del circuito.

Así, la corriente a tierra producida por un defecto franco, debe hacer actuar el interruptor automático Termo-magnético en un tiempo lo más reducido posible. Si la resistencia es pequeña, la intensidad de fuga resultará ser grande, provocando el disparo del Termo-magnético (ICP).

Un ligero defecto de aislamiento provoca una resistencia de fuga relativamente grande, y en consecuencia una intensidad de fuga pequeña, por lo que el Termo-magnético no podrá actuar. Esta tensión que puede ser peligrosa para la persona que toque la envoltura metálica del receptor en cuestión.

Si en estos casos queremos tener protección, deberemos disponer de un interruptor automático diferencial, capaz de cortar el circuito con la intensidad de fuga que determinemos.

Funciones de una malla de puesta a tierra

Entre las más importantes se tienen:

- Evitan sobre voltajes producidos por descargas atmosféricas, operación o maniobras de disyuntores.
- Proporcionar una vía rápida de descarga de baja impedancia con el fin de mejorar y asegurar el funcionamiento de protecciones.
- Proporcionar seguridad a las personas.

Requisitos de una malla a tierra

Los requisitos que debe cumplir una malla de puesta a tierra son los siguientes:

- a. Debe tener una resistencia tal, que el sistema se considere sólidamente puesto a tierra.
- b. La variación de la resistencia, debido a cambios ambientales, debe ser despreciable de manera que la corriente de falla a tierra, en cualquier momento, sea capaz de producir el disparo de las protecciones.
- c. Impedancia de onda de valor bajo para fácil paso de las descargas atmosféricas.
- d. Debe conducir las corrientes de falla sin provocar gradientes de potencial peligrosos entre sus puntos vecinos.
- e. Al pasar la corriente de falla durante el tiempo máximo establecido de falla, (es decir disparo de respaldo), no debe haber calentamientos excesivos.
- f. Debe ser resistente a la corrosión.

Electrodos

Los electrodos utilizados para obtener una toma de tierra para suelen tener formas muy variadas, aunque los más comúnmente utilizados tienen forma de barra o de placa.

Los tipos de electrodos más comúnmente utilizados son:

a) Placas enterradas:

Las placas de cobre tendrán un espesor mínimo de 2 mm y las de hierro galvanizado de 2,5 mm. En ningún caso la superficie útil de la placa será inferior a $0,5 \text{ m}^2$. Se

colocarán en el terreno en posición vertical y en el caso en que sea necesaria la colocación de varias placas se separará unos 3 metros unas de otras.

b) Picas verticales: Las picas verticales podrán estar constituidas por:

Tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo; *Perfiles de acero dulce galvanizado* de 60 mm de largo, como mínimo; *Barras de cobre o de acero* de 15 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, por lo menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior. La varilla más utilizada es la de coperweld de 1.5 m a 1.8 m.

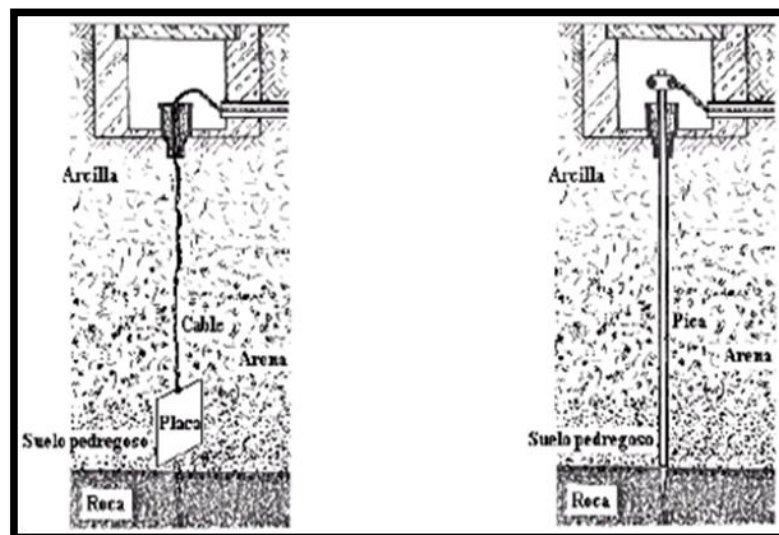


Fig. 2.11: Picas Verticales

c) Conductores enterrados horizontalmente:

Estos conductores pueden ser:

- Conductores o cables de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección, como mínimo.
- Pletinas de cobre de, como mínimo, 35 mm^2 de sección y 2 mm de espesor.
- Pletinas de acero dulce galvanizado de, como mínimo, 100 mm^2 de sección 3 mm de espesor.
- Cables de acero galvanizado de 95 mm^2 de sección, como mínimo.

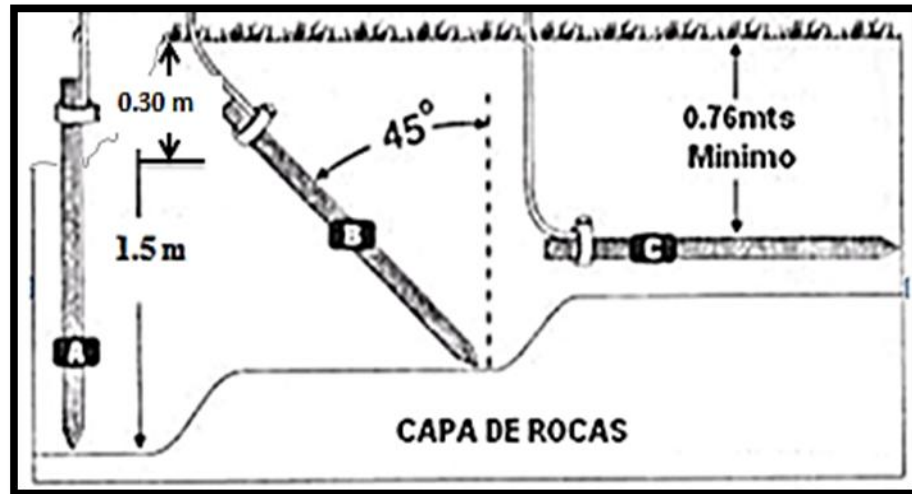


Fig. 2.12: Instalación de Electrodos de puesta a tierra enterrados

La Tabla 2.6 nos da, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo.

TABLA 2.6: VALORES NOMINALES DE RESISTIVIDAD SEGÚN EL TIPO DE TERRENO.

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD EN $\Omega \cdot m$
Terreno pantanoso	30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

La medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla 2.7, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno.

TABLA 2.7: FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TIERRA DEPENDIENDO DEL ELECTRODO.

TIPO DE ELECTRODO	RESISTENCIA EN OHMIOS
Placa enterrada profunda	$R = 0.8 \frac{\rho}{p}$
Placa enterrada superficial	$R = 1.6 \frac{\rho}{p}$
Varilla a tierra	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \frac{\rho}{L}$
Malla a tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

R = resistencia de tierra del electrodo en ohmios.

ρ = resistividad del terreno de ohmios-metro.

P = perímetro de la placa en metros.

L = longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r = radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

El sistema más económico y por lo tanto el más corrientemente utilizado para realizar una toma de tierra, emplea como electrodos picas de acero cobreado de perfil cilíndrico de unos 15 mm de diámetro y de 1.8 metros de longitud aproximadamente.

Conductor al electrodo de puesta a tierra.

El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o aluminio. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación, y debe estar adecuadamente protegido contra la corrosión.

El conductor debe ser macizo o cableado, aislado, forrado o desnudo, y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

Un conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente debe sujetarse firmemente a la superficie sobre la que va instalado. Un conductor de cobre o aluminio de $21,15 \text{ mm}^2$ (4 AWG) o superior se debe proteger si está expuesto a daño físico severo.

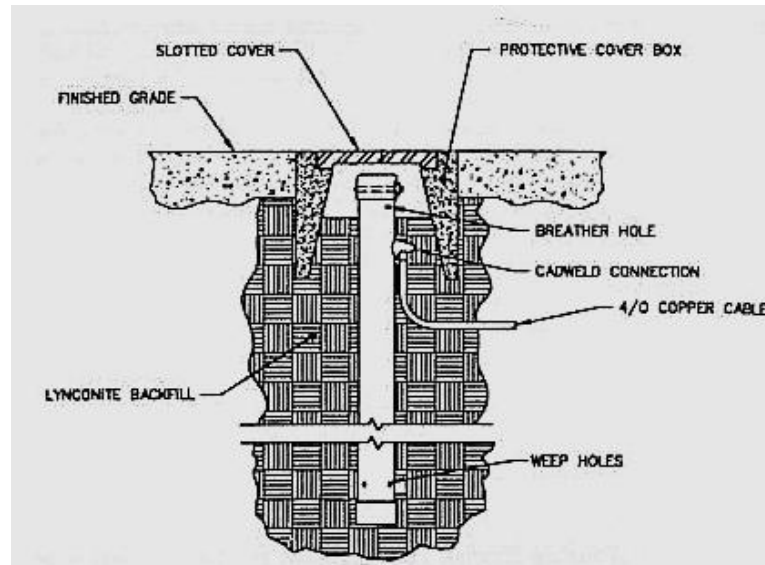


Fig. 2.13: Instalación de un electrodo

Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) que no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie del edificio sin tubería o protección metálica, cuando esté sujeto firmemente al edificio; si no, debe ir en tubo (*conduit*) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (*conduit*) no-metálico tipo pesado, o un cable armado. Los conductores de puesta a tierra de tamaño nominal inferior a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) deben alojarse en tubo (*conduit*) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (*conduit*) no-metálico tipo pesado, o en cable armado. No se deben usar como conductores de puesta a tierra, conductores aislados o desnudos de aluminio que estén en contacto directo con materiales de albañilería o terreno natural.

Cuando se utilicen a la intemperie, los conductores de puesta a tierra de aluminio no se deben instalar a menos de 45 cm del terreno natural.

Se permite que los conductores de puesta a tierra de equipo sean cables desnudos y deben ser conectados al conductor del electrodo de puesta a tierra y al conductor

de puesta a tierra del equipo de la acometida, prolongándolos hasta el sistema de tierra del sistema.

2.16 Códigos normas y simbología

Los códigos las normas y la simbología utilizadas en el presente proyecto son:

La norma UNE-EN 60617 (CEI 617) define una serie establece un número de tablas que tratan de símbolos gráficos para esquemas, la cual consta de las siguientes partes (Ver anexo 2 Simbología de los elementos eléctricos.)

TABLA 2.8: CÓDIGOS NORMAS Y SIMBOLOGÍA UTILIZADA.

Parte	Descripción
UNE-EN 60617-2	Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general
UNE-EN 60617-3	Conductores y dispositivos de conexión
UNE-EN 60617-4	Componentes pasivos básicos
UNE-EN 60617-5	Semiconductores y tubos electrónicos
UNE-EN 60617-6	Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica
UNE-EN 60617-7	Aparataje y dispositivos de control y protección
UNE-EN 60617-8	Instrumentos de medida, lámparas y dispositivos de señalización
UNE-EN 60617-9	Telecomunicaciones: Conmutación y equipos periféricos
UNE-EN 60617-10	Telecomunicaciones: Transmisión
UNE-EN 60617-11	Esquemas y planos de instalación, arquitectónicos y topográficos.
UNE-EN 60617-12	Operadores lógicos binarios
UNE-EN 60617-13	Operadores analógicos

Esta norma esta aprobada dentro de la Normativa Técnica Ecuatoriana, regulada por el INEN para diseño, instalación, mantenimiento y regulación de las instalaciones eléctricas en el Ecuador.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO TÉCNICO DE LA PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI

3.1 Localización de la planta

La planta de lácteos está ubicada vía Licto en el Km 6 en la parroquia Tunshi. La misma que era utilizada como aulas de clases por la facultad de Ciencias Pecuarias, siendo luego adaptada para dicha planta.

La planta está formada por tres áreas: Producción, Generación, Mantenimiento y Administración.

El área de Producción está formada por: laboratorio de químicos, pasteurización, quesos, yogurt y cámara de enfriamiento.

El área de Generación está formada por el caldero que opera en la planta

El área de Mantenimiento está formada por la bodega de herramientas y la oficina de mantenimiento.

El área de Administración está formada por las oficinas de la planta.

3.2 Diagnóstico de la situación técnica actual

En el presente estudio se ha hecho un análisis minucioso bajo un criterio altamente técnico de todas las áreas que componen la planta de lácteos Tunshi perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de lo cual podemos destacar lo siguiente:



Fig. 3.1: Planta de lácteos

3.3 Datos técnicos de los equipos de la planta de lácteos Tunshi

Transformador

Donde está ubicado transformador se logró observar el mal estado de las cadenas de retenidas y del cable pre-formado e inclusive una disminución del contacto en los pernos talón, se presenta un visible deterioro en los bushings de baja tensión; en lo referente a la capaceta trifásica podemos recalcar presencia corrosión en bases de los NH (100 A), por inclemencias del clima.



Fig. 3.2 :



Fig. 3.3 : Cable desde

Existe una acometida con un conductor cuádruplex N° 4 que alimenta al contador de energía, su neutro esta empalmado y a la vez está en permanente contacto con la estructura metálica de la planta ocasionando eventuales descargas eléctricas hacia la misma, ya que no existe protección alguna en la acometida.

Datos técnicos del transformador de Tunshi

TABLA 3.1: TRANSFORMADORES

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS				
POTENCIA	SIN TANQUE DE EXPANSIÓN			
	DIMENSIONES			PESO
P	L	P	H	W
KVA	m m	m m	m m	K g
15	772	452	815	250
30	822	462	835	310
50	862	482	855	365
75	952	562	875	455
100	992	582	875	540
112.5	1042	632	895	570
125	1062	642	925	600
150	1142	712	970	670

Transformador trifásico

Datos de placa

P = 30KVA

V = 13200, 220/127

MARCA: ECUATRAN

SERIE N°: 8438100

CN CODIGO: EERSA-5736

3.3.1 Medidor de energía

El contador de energía posee una caja de breaker trifásico de 1-3 de 100 A, en la cual sus bornes tienen indicios de derretimiento por acción de la temperatura que se genera por sobrecarga y por la ausencia de una protección a tierra.

Además cabe resaltar que existe una aglomeración de conductores debido a una instalación poco técnica de los mismos.

El medidor de energía electrónico cuenta con un banco de capacitores de 7.5 kVAR de 220V a 20A con conexión delta abierto, del cual se puede mencionar que su indicador lumínico no funciona.

Tabla 3.2 BANCO DE CAPACITORES

MARCA: AICO			
KVAR: 7.5	AMP: 20	VOLT: 220	No. F: 3
Hz: 60	CONEX: DELTA	SERIE: 07/10	FECHA: 07/07



3.3.2 Área de pasteurización.

En el área de pasteurización su acometida principal se encuentra perfectas condiciones con un conductor N° 8 de Cu; excepto el neutro que está conectado con un cable N°12 gemelo, el mismo conecta a un tablero con contactores que energiza a los equipos de la planta, los cuales no poseen un sistema de protección a tierra.

Haciendo referencia al tablero, podemos mencionar que los conductores no se encuentran organizados en regletas y además existen contactos auxiliares que muestran fallas.

Cabe recalcar también que los cables que alimentan al tablero desde el medidor de energía están sin su respectiva protección ya que están alimentados de la entrada del breaker principal de 100A de marca LG con una protección térmica de 40 C.

En este tablero existen 5 contactores 4 LG a 240V a 3.5 kW

Del contactor LG que sale del tablero al compresor es un cable concéntrico 12

Las tres líneas principales que alimentan a la pasteurizadora son 3 cables # 10 (amarillos)



Fig. 3.4: Tablero de

Los que alimentan el motor monofásico desde el tablero es #14 o 16 y los que alimentan a la bomba es un cable concéntrico 3x18.

TABLA 3.3 REMOVEDOR DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO

MOTOR DE INDUCCION MONOFÁSICO RELIANCE			
FRAME	TYPE	DESIGN	IDENTIFICACION N
	F		0498
HP: 1/4	VOLTS: 110 - 220		Hz: 60 PHASE: 1
RPM:	AMPS: 3.6 - 1.8	S.F: 1.0	CONDENS: 20 μ F
AMB:	DUTY	CONT	ENCL TEFC: F




TABLA 3.4 BOMBA DOSIFICADORA DEL TANQUE DE ENFRIAMIENTO

MOTOR ELECTRICO			
FRAME	TYPE	MADE IN:	IDENTIFICACION N
	ET	Brazil	AD 15752
HP: 1.0	VOLTS: 220		Hz: 60 PHASE: 3
RPM: 3450	AMPS: 2.32	S.F: 25	CODE: K



TABLA 3.5 BOMBA DEL SISTEMA DE PASTEURIZACIÓN

MOTOR ELÉCTRICO CALPEDA			
FRAME	TYPE	DESIGN	IDENTIFICACIÓN N Vicenza 1098320785
H Max: 22 m 0 min m /h	VOLTS: 220		Hz: 60
H min: 15.5 m 0 max	COS FI: 0.98		kW: 0.67
S I P: 8.5 kg	PH: 1		



TABLA 3.6 BOMBA DEL SISTEMA DE PASTEURIZACIÓN

MOTOR ELÉCTRICO CME			
FRAME	TYPE	DESIGN	IDENTIFICACION N Vicenza 1098320785
A: 2.4	M 9 B/2		Hz: 60
V L: 450	COS FI: 0.9		Kw: 1.5
P rot IP: 55	n/1: 33	Serv: ST	uf: 35
Monofásico			




TABLA 3.7 HOMOGENIZADOR SANITARIO

PBF - PARMA - ITALY			
Máquina Tipo X 23	Capacidad: L/H 1290	Pres de Trabajo: 13 Mpa	Pot Salida: 6.7 Kw
V de Alim: 220 Vac	Año de Constr: 1998	Peso: 250 Kg	Hz: 60



TABLA 3.8 CENTRÍFUGA DE PASTEURIZADORA

MOTOR ELÉCTRICO SELPEE			
FRAME	TYPE	DESIGN	IDENTIFICACIÓN N
			90LB-4-B5
HP: 55	VOLTS: A 220 - Y 380	Hz: 60	PHASE: 3
RPM: 1690	AMPS: 10 - 5.81	kW: 2.2	Cos fi: 0.75



TABLA 3.9 COMPRESOR

MARCA: DOERR			
FRAME	TYPE	DESIGN	IDENTIFICACIÓN N
56	T	LR 22132	T 63BXBWH 1115
HP: 2	VOLTS: 120/240		Hz: 60
RPM: 3450	AMPS: 15.0/7.5		PHASE: 1
AMB: 40 °C	DUTY CONT		TEFC: F
PRE-LUBRICATED BALL BEARING THERMAL PROTECTED MANUAL			
			

TABLA 3.10 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ISOTE


ELECTROBOMBA			
FRAME	TYPE	DESIGN	IDENTIFICACIÓN N
80			KM-01HN1-IEC001
HP: 1 (0.75kW)	VOLTS: 220/440		Hz: 60
RPM: 1730	AMPS: 3.5/1.8		PHASE: 3
AMB: 40 °C	DUTY CONT		ENCL TEFC: F
BRG N : SKF -6214 / 7313 PY G 1			
			

TABLA 3.11 BOMBA ALIMENTACIÓN DE AGUA



MOTOBOMBA FLINT & WALLING			
FRAME	TYPE	MODEL	DATE CODE
56 L	C	94L107	9702
HP: 3/4	VOLTS: 115 / 230		Hz: 60 PHASE: 1
RPM: 3450	MAX AMP: 13/6.5	S.F: 1.0	MAX AMB: 65 °C
Cos ϕ :	BRG: BALL		
			

TABLA 3.12 EMBAJADORA DE BOLSAS

MOTOR ELÉCTRICO			
FRAME	TYPE	DESIGN	IDENTIFICACIÓN N
80			
HP: 0.60 0.45 kW	VOLTS: 220 Y Y / 440 Y V		Hz: 60 PHASE:
RPM: 1645	AMPS: 2.30/1.15	S.F: 1.0	CODE: I
Cos ϕ : 0.77	DUTY	CONT	ENCL TEFC: F
MOTO VARIADOR : Motovario ITALY			
SIZE:		SERIAL N°: 9820925	
TYPE: PRC / 042		RPM: B3	
			

3.3.3 Área de yogurt.

El área de yogurt se encuentra únicamente protegida con dos interruptores de cuchilla de 30A, una para la pasteurizadora de yogurt y el otro para el motor de inducción monofásico del tanque de yogurt.

Cabe recalcar también que el motor de la descremadora no se encuentra con su respectivo circuito de arranque en un tablero adecuado.

TABLA 3.13 YOGURTERA

MOTOR DE INDUCCIÓN MONOFÁSICO			
MARCA: EBERLE	N° 0498	MOD: BK63B4/SPM	
HP: 1/4	VOLTS: 110 - 220	H z: 60	PHASE: 1
RPM:1620	AMPS: 3.6 - 1.8	S.F: 1.0	CONDENS: 20 µF / 250 VAC
IP: 55	SERV: CONT	AISL: F	



TABLA 3.14 PASTEURIZADORA DE YOGURT

SPEED REDUCER MOTOR			
TIPE: NC 1-34RHL-1	N°: u23033819	V: 115 AC	A: 1.3 Amp
RPM: 1650	PH: 1	HP: 1/15	CY: 60
TEMP: 50 °C	DUTY: CONT	USE: 5	
TORQUE: 44 LBS	RPM: 28	RATIO: 60:1	




TABLA 3.15DESCREMADORA

MOTOR INDUSTRIAL				
MARCA:	N°	FRAME:	SPEC:	SER:
BALDOR	13501	36	34-2142-115	279
HP: 1/3	VOLTS: 115 / 208 - 230	Hz: 60	PHASE: 1	CODE: L
RPM: 1725	AMPS: 6.0 - 3.0	S.F: 1.35	CONDENS: 20 µF / 250 VAC	
PF: 55%	DES: M	TEMP: 40°C	SERV: CONT	



3.3.4 Cámara de enfriamiento.

El área del cuarto frío presenta una alimentación con un conductor gemelo N °10 proveniente del medidor para luego empalmarse con un conductor N 12 gemelo, ambos inadecuados para este tipo de instalaciones según la normativa eléctrica, de ahí dirigiéndose al tablero de control para energizar a los equipos.



Fig. 3.5: Tablero de cámara de

Los equipos del área de banco de hielo son energizados por un conductor concéntrico N° 2x12 empalmado en dos lugares; a excepción de la bomba que reparte el fluido hacia planta la cual su alimentación de energía proviene de un cable gemelo N° 2x14 que aparece empalmado en varios tramos.



Fig. 3.6: banco de

Existe

una

TABLA 3.16 CUARTO FRÍO

derivación proveniente de la alimentación para los equipos del área de banco de hielo que conecta una bomba de 1HP con un conductor sólido N°14, la misma que es accionada por un interruptor de cuchilla que se encuentra en estado deplorable el cual alimenta la Motobomba Italiana.



Fig. 3.7: Conexiones de bomba de

En el tablero del cuarto frío se encuentran dos contactores AH4 de 10A y dos Breakers de 32A marca Siemens.

MOTOR FRANCÉS DE AFUERA			
TYPE:	CODE:	FRAME:	SPEC:
19TERH042	5102630		16.02.05
MOTOR FRANCÉS DE ADENTRO			
HP:	VOLTS: 90 / 130	Hz: 50, 60	PHASE: 1
TYPE:	CODE:	MARCA:	SPEC:
RPM:	AMPS: 0.7 - 1.0	S.F.: 1.35 SE Motors	Kw: 140-180 W
rpm: 1460 - 1700	Cond: 3µE 400 V		IP: 44
HP: 1/4	VOLTS: 208 / 230	Hz: 60	PHASE: 1
RPM: 1075	AMPS: 1.8		





TABLA 3.19 MOTORES DE VENTILADORES



TABLA 3.18 BANCO DE HIELO

MOTOBOMBA ITALIANA				
MODELO :	N°	MADE IN :	SF :	Feet
M /80 N		ITALY	maxAmp 12.5	171-49.5
HP : 1	SPM : 2.23 - 13	VOLTS : 110	PHASE : 1	
RPM : 3450	AMPS : 6.0 - 3.0	CL : F	Hz : 60	



MOTOR DIVISION			
MODELO: K55HXPLE - 5178		MADE IN: MEXICO	
HP: 1/4	SPM: 2.23 - 13	VOLTS: 208 / 230	H z: 50/60
RPM: 1625	AMPS: 1.5	THERMALLY PROTECTED	
			

3.3.5 Generación de vapor.

En la casa máquina de la caldera, el alimentador principal presenta varios empalmes y está en contacto con la estructura metálica ya que no tiene una protección dicho conductor, este llega a una caja de breaker de tres polos para luego energizar el tablero de control del caldero; el mismo que se encuentra en condiciones anti-técnicas con incidencia a generar un posible fallo eléctrico al caldero.



Fig. 3.8: Conexiones de bomba de agua al

TABLA 3.20 CALDERO



BOMBA DE AGUA			
VEM	KPER 90 S 2	FI : II	N°: 161913103
Cos Fi: 0.9/0.82	Hz: 60	: 160	PH: 3 :1.4
RPM: 3450/3470	Aisl: F	V: 220/440	Temp: 45°C
			

TABLA 3.21 CALDERO

BOMBA DE COMBUSTIBLE ELECTRIC MARATHON			
MODEL: UPC48S34S64J	PART: 20383	TYPE: SS	FRAME : 48 N2
AMB: 40°C	HP: 0.25	PH: 1	RPM: 3450
RPM: 3450	V: 115	SF: 1.0	INS-A DUTY- CONT
CODE T	ROTATION	ENC-St	After 3 years Normal service
CW - OPLE	RE OIL BRGS ANUALLY WHITH: 10 DROPS OF SW 30 OIL		
			

3.3.6 Diagnóstico general de alumbrado y tomacorrientes.

El conductor que energiza al tablero destinado a la iluminación y tomacorrientes, presenta un deterioro de las propiedades de aislamiento por estar instalada sobre el eternit de la planta exponiéndose continuamente a la severidad del clima.



Fig. 3.9: Conexiones en

En forma general, todas las áreas de la planta incluido el bloque de las oficinas, se destaca el pésimo estado de las instalaciones tanto de iluminación como de tomacorrientes referente a su funcionamiento y montaje; ya que ambos casos este tipo de instalación no cumple con normativa técnica para industria, por lo tanto inadecuada para el ambiente de trabajo tan corrosivo que existe.



Fig. 3.10: Estado de iluminación y tomacorrientes

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO TÉCNICO DE LA ESPOCH.

4.1 Características generales del sistema eléctrico de la ESPOCH.

4.1.1 Diagnóstico Técnico.

4.1.1.1 Levantamiento de datos técnicos en la ESPOCH.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con dos medidores principales de energía para poder manejar el consumo, sobretodo en días laborables.

El primer medidor se encuentra designado por el código **ZBE136075**, este medidor consume la mayor potencia de la ESPOCH, está ubicado cerca de la Facultad de Administración de Empresas y paga un promedio mensual entre \$8.000,00 y \$13.000,00 por mes, debido a que asume la mayor parte del consumo de la institución.

El segundo medidor está designado por el código **ZBE135981**, este se encuentra ubicado cerca de la piscina politécnica y maneja el valor restante de la potencia total que consume la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el mencionado medidor factura entre \$800 y \$1.300,00 por mes.

4.1.1.2 Determinación de la carga de la ESPOCH.

En nuestro medidor N°ZBE136075, se maneja un consumo promedio de 152625kWh mensuales, siendo el máximo consumo 170613kWh en el mes de Enero del 2011 y el mínimo 110395kWh en el mes de Agosto del 2010.

Este medidor es el que se encuentra ubicado en la Facultad de Administración de Empresas el cual asume la mayor parte de la carga instalada en la ESPOCH.

Estos datos los obtuvimos de la tabla 4.1 que presentamos a continuación la cual hicimos en base al reporte de los valores de consumo de los cuales se realizó un estadístico desde Abril del 2010 hasta Abril del 2011, ver Anexo V.

TABLA 4.1: PROMEDIO DE CONSUMO MEDIDOR ZBE136075

Nº Medidor	ZBE136075			
Mes	Consumo (kWh)	Valor de Pago	Promedio de Consumo (kWh)	Promedio de Pago
abr-10	162584	\$ 12.085,80	152625	\$ 11.308,59
may-10	156562	\$ 11.610,58		
jun-10	166597	\$ 12.314,29		
jul-10	153551	\$ 11.075,73		
ago-10	110395	\$ 8.140,58		
sep-10	147529	\$ 10.693,54		
oct-10	154555	\$ 11.644,16		
nov-10	166598	\$ 12.436,75		
dic-10	151544	\$ 11.443,16		
ene-11	170613	\$ 12.685,15		
feb-11	128461	\$ 9.508,85		
mar-11	147529	\$ 10.764,65		
abr-11	167601	\$ 12.608,40		

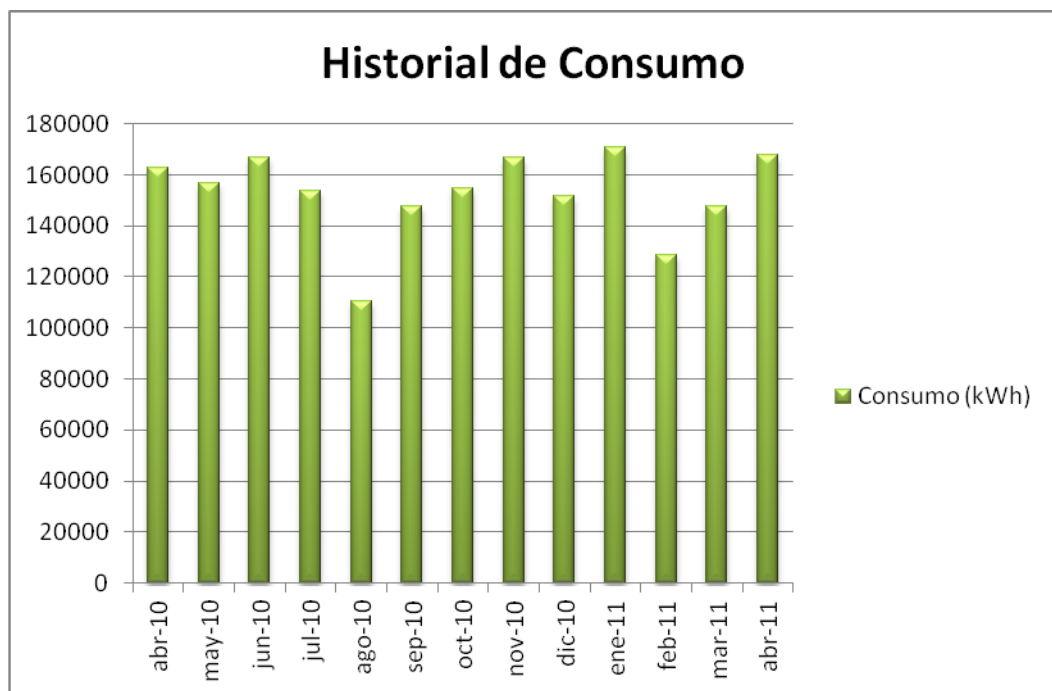


Fig. 4.1: Historial de consumo Medidor ZBE136075

Nuestro medidor N° ZBE135981, asume lo que resta del consumo en nuestra institución lo cual corresponde a un promedio de 13238 kWh mensuales, siendo el máximo consumo 16850kWh en el mes de Septiembre del 2010 y el mínimo 7850kWh correspondientes al mes de Febrero del 2011.

Estos datos los obtuvimos de la tabla 4.2 que presentamos a continuación, la cual hicimos en base al reporte de los valores de consumo de los cuales se realizó un estadístico desde Abril del 2010 hasta Abril del 2011, ver Anexo V.

TABLA 4.2: PROMEDIO DE CONSUMO MEDIDOR ZBE135981

N° Medidor		ZBE135981		
Mes	Consumo (kWh)	Valor de Pago	Promedio de Consumo (kWh)	Promedio de Pago
abr-10	16390	\$ 1.327,06	13238	\$ 1.135,70
may-10	14990	\$ 1.240,35		
jun-10	14940	\$ 1.231,94		
jul-10	15540	\$ 1.272,94		
ago-10	16220	\$ 1.341,90		
sep-10	16850	\$ 1.363,64		
oct-10	10770	\$ 954,77		
nov-10	13860	\$ 1.189,48		
dic-10	10490	\$ 955,39		
ene-11	11660	\$ 1.037,44		
feb-11	7850	\$ 817,89		
mar-11	9770	\$ 914,36		
abr-11	12770	\$ 1.117,00		

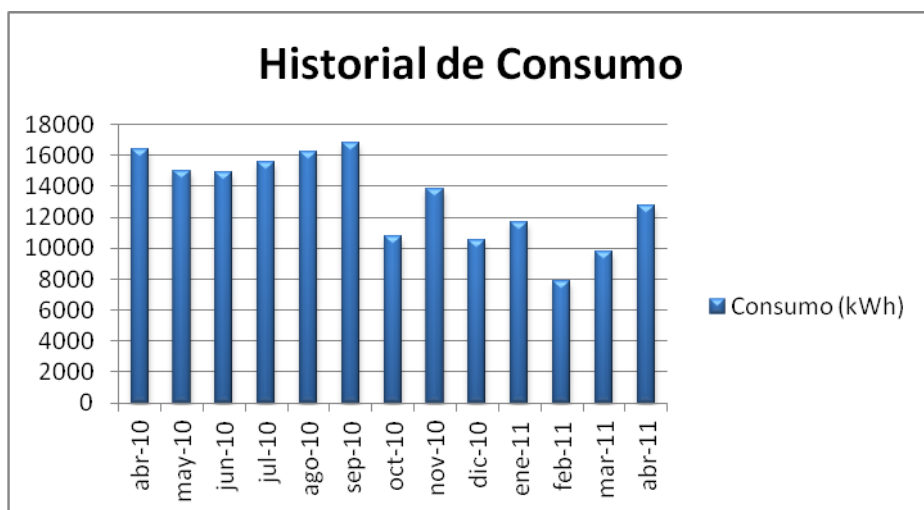


Fig. 4.2: Historial de consumo Medidor ZBE135981

Según los datos del reporte de los valores de consumo facilitados gentilmente por el departamento de cortes y pérdidas de la empresa eléctrica, la ESPOCH maneja un promedio entre 165000kWh por mes y paga un promedio entre \$9.000,00 y \$13.000,00 mensuales siendo el mes de mayor consumo Abril del 2011 y el de menos consumo Agosto del 2010.

Diagnóstico de las pérdidas por bajo FP.

Como podemos observar en el Anexo 4, que corresponde a la planilla del mes de Marzo del 2011 del medidor ZBE135981, la penalización por bajo Factor de potencia en esta es de \$ 21,37, el cual es muy bajo en comparación con el valor facturado en esta planilla \$ 914,36.

La inversión en la compra de un banco de capacitores para disminuir este valor de penalización implicaría un gasto bastante significativo para la institución el cual no representa un valor aceptable de la relación costo beneficio y por este motivo no es recomendable realizar un estudio para la inversión en el mencionado banco de capacitores, razón por la cual no se ha realizado el cálculo del mismo.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MEJORATIVO

5,1 Alternativa, análisis y propuesta de solución

5.1.1 Características de las cargas

Las cargas eléctricas que serán utilizadas para cálculos posteriores fueron obtenidas en base al levantamiento de los datos de placa de los equipos de la planta realizados anteriormente para el CAP III. Los datos técnicos que se tomarán en cuenta son:

- Potencia
- Tensión
- Corriente
- Frecuencia.
- Fases
- Rendimiento

5.1.2 Circuitos de Distribución

Del tablero principal de fuerza alimentado por la acometida proveniente del transformador se derivan una serie de tableros de control y mando de los equipos; los mismos que deben presentar las siguientes características:

- Se debe encontrar cerca de los alimentadores o elementos de consumo
- Alejado de los lugares de tránsito de las personas
- El ambiente donde se coloque el tablero debe estar bien iluminado
- El lugar debe ser de fácil acceso
- Debe estar instalado en una zona no corrosiva y con una temperatura adecuada para evitar el deterioro de sus componentes.

5.2 Determinación de la demanda

5.2.1 Cálculo de la carga

La corriente demandada por el motor a plena carga se calcula como:

Para un motor trifásico:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \eta \times \cos \phi}$$

Para un motor monofásico:

$$I_n = \frac{P_n}{U_n \times \eta \times \cos \phi}$$

Dónde:

P_n : Potencia nominal o potencia útil del motor, a la potencia disponible en el eje.

η : Rendimiento del motor

$\cos \phi$: Factor de potencia del motor

U_n : Tensión nominal.

I_n : Corriente de línea demandada por el motor a plena carga en A.

Para este cálculo se considera que el motor no cuenta con compensación local de energía reactiva, por lo que el valor del factor de potencia, así como el del rendimiento se obtienen de la hoja de datos técnicos del motor.

Como se puede ver en las hojas de datos de los motores, estos valores dependen de la potencia nominal, el régimen de carga y la velocidad del motor. En esta etapa del diseño de la instalación, en general se trabaja con los datos correspondientes al régimen de plena carga. En caso de no disponer de los datos específicos del motor pueden manejarse los siguientes valores medios:

TABLA 5.1: RENDIMIENTO DE LOS MOTORES SEGÚN SU FACTOR DE POTENCIA

Potencia nominal del motor (kW)	Factor de Potencia	Rendimiento
< 1	0,5	---
1 a 4	0,7	0,7
5 a 50	0,8	0,8
> 50	0,9	0,9

A continuación presentamos los datos técnicos de los motores de toda la planta de Lácteos Tunshi:

TABLA 5.2: DATOS TÉCNICOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE LÁCTEOS TUNSHI

EQUIPO	HP	kW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIMIENTO
Tanque de enfriamiento arriba	1/4	0,19	110	1	0,7	0,7
Tanque de enfriamiento bomba	1	0,75	400	3	0,7	0,7
Motor eléctrico calpeda	0.5	0,67	220	1	0,98	0,9
Motor eléctrico cme	0.5	1,5	220	1	0,9	0,9
Motor eléctrico selpee	3	2,2	220	3	0,75	0,7
Compresor	2	1,49	120	1	0,7	0,7
Electrobomba	1	0,75	220	3	0,7	0,7
Motobomba Flint & W alling	3/4	0,56	230	1	0,7	0,7
Embasadora de bolsas	0,6	0,45	220	3	0,77	0,7
Yogurtera	1/4	0,19	110	1	0,7	0,7
Speed reduce motor	0,07	0,050	115	1	0,7	0,7
Motor Ind. Baldor	1/3	0,25	115	3	0,7	0,7
Bomba banco de hielo	1	0,75	110	1	0,7	0,7
Homogenizador sanitario	9	6,7	220	3	0,7	0,7
Motor division	1/4	0,19	230	1	0,7	0,7
Motor francés de afuera	0.24	0,18	130	1	0,7	0,7
Motor francés de adentro	1/4	0,19	230	1	0,7	0,7
Bomba de Agua	1	0,75	220	3	0,9	0,9
Bomba de Combustible Electric	0,25	0,19	115	1	0,7	0,7

En el arranque los motores demandan una corriente mucho mayor que su corriente nominal, no obstante, este transitorio no afecta el dimensionado de los componentes de la instalación considerados en esta etapa, como puede ser el transformador de potencia, ya que no se produce en general el arranque simultáneo de los motores y además la duración de este transitorio puede ser del orden de 10s.

5.2.2 Cálculo de conductores

Motores trifásicos:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \eta \times \cos \phi}$$

Factor de Demanda

La carga instalada muy difícilmente pueda ser utilizada en su totalidad simultáneamente, por esa razón se tiene en cuenta el denominado *factor de demanda*.

Cálculo del Factor de demanda.

TABLA 5.3: FACTOR DE DEMANDA

Circuitos con carga instalada kW	Factor de Demanda
hasta 2,7	1
hasta 3,8	0,95
hasta 7,2	0,9
hasta 12	0,85
hasta 20	0,8
hasta 30	0,75
hasta 50	0,7

Multiplicando la carga instalada por el factor de demanda se obtiene la *carga declarada* que es la carga que presumiblemente será usada simultáneamente.

TABLA 5.4: INTENSIDAD Y CALIBRES EN MOTORES TRIFÁSICOS.

EQUIPOS	I_n	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C
Tanque de enfriamiento bomba	2,21	14
Motor eléctrico Selpee	11,00	12
Electrobomba	4,02	14
Embasadora de bolsas	2,19	14
Motor Ind. Baldor	2,56	14
Homogenizador sanitario	32,30	12
Bomba de Agua	2,43	14

Motores monofásicos:

$$I_n = \frac{P_n}{U_n \times \eta \times \cos(\phi)}$$

TABLA 5.5: INTENSIDAD Y CALIBRES EN MOTORES MONOFÁSICOS.

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60 °C
Tanque de enfriamiento arriba	3,53	14
Motor eléctrico calpeda	3,45	14
Motor eléctrico cme	8,42	14
Compresor	25,34	12
Motobomba Flint & Walling	4,97	14
Yogurtera	3,53	14
Speed reduce motor	0,89	14
Bomba banco de hielo	13,91	14
Motor división	1,69	14
Motor frances de afuera	2,83	14
Motor frances de adentro	1,69	14
Bomba de combustible electric	3,37	14

5.2.3 Iluminación y tomacorrientes

Circuito de iluminación:

TABLA 5.6: TABLA DE POTENCIAS DE TOMACORRIENTES E ILUMINACIÓN.

CANTIDAD	DETALLE	POTENCIA UNITARIA	FACTOR DE COINCIDENCIA	POTENCIA TOTAL
34	Lámparas incandescentes	100 W	0,9	3060 W
28	Tomacorrientes Dobles	200 W	0,25	1400 W
TOTAL				4460 W

Para una potencia de 3060 W dividimos el circuito en tres ramales, por lo tanto las potencias serían:

Ramal #1

$$C1 = 1020 \text{ W}$$

$$Cd = 1200 \text{ W}$$

Y con la carga declarada obtenemos la intensidad de corriente:

$$I1 = \frac{P}{V}$$

$$I1 = \frac{1020}{120}$$

$$I1 = 8,5 A$$

Luego, multiplicando por un factor de seguridad de 1.25

$$I1 = 8,5 A * 1.25$$

$$I1 = 10,625 A$$

Con lo cual obtenemos para esta intensidad de corriente un cable # 14 AWG, THHN con una protección de 16 A.

R a m a l # 2

C2 = 1020 W

$$Cd = 1020W$$

Y con la carga declarada obtenemos la intensidad de corriente:

$$I1 = \frac{P}{V}$$

$$I1 = \frac{1020}{120}$$

$$I1 = 8,5 A$$

Luego, multiplicando por un factor de seguridad de 1.25

$$I1 = 8,5 A * 1.25$$

$$I1 = 10,625 A$$

Con lo cual obtenemos para esta intensidad de corriente un cable # 14 AWG, THHN con una protección de 16 A.

R a m a l # 3

C3 = 1020 W

$$Cd = 1020W$$

Y con la carga declarada obtenemos la intensidad de corriente:

$$I1 = \frac{P}{V}$$

$$I1 = \frac{1020}{120}$$

$$I1 = 8,5 A$$

Luego, multiplicando por un factor de seguridad de 1.25

$$I1 = 8,5 A * 1.25$$

$$I1 = 10,625 A$$

Con lo cual obtenemos para esta intensidad de corriente un cable # 14 AWG, THHN con una protección de 16 A.

Circuito de toma corrientes.

Con una potencia de 1400W entonces tenemos:

$$Cd = 1400 W$$

Y con la carga declarada obtenemos la intensidad de corriente:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1400}{120}$$

$$I = 11,66 A$$

Luego, multiplicando por un factor de seguridad de 1.25

$$I = 11,66A * 1.25$$

$$I = 14,58A$$

Con lo cual obtenemos para esta intensidad de corriente un cable # 12 AWG, THHN con una protección de 20A.

5.2.4 Balance de voltajes.

Situación actual.

Dentro del estudio eléctrico de la planta de lácteos Tunshi se detectó que existía un desbalance de las cargas, posiblemente por una falta de atención y previsión en las cargas existentes en cada línea; y por tal motivo se procedió a corregir a este fenómeno eléctrico.

Cuando se tomó el amperaje de cada línea se presentó la situación de la siguiente manera:

TABLA 5.7: VALORES INICIALES DE CARGAS EN TUNSHI.

LINE	L 1	L 2	L 3
AMP.	12	30	5

$$\text{Balanceo de cargas} = \frac{\text{fase mayor} - \text{fase menor}}{\text{fase mayor}} \times 100\%$$

$$\text{Balanceo de cargas} = \frac{30 - 5}{30} \times 100\% = 83.3\%$$

Es necesario resaltar que los 5 A presentes en la línea 3 no permanecen constantes ya que aquí se encuentra conectada la alimentación para cuarto frío, y este solamente se enciende cuando la temperatura del cuarto deja de ser la adecuada.

Luego de analizar la carga existente en cada una de las líneas de cada uno de los equipos, se determinó que la carga proveniente del banco de hielo era aquella que provocaba un incremento desmesurado de la línea 2.

Cálculo

Procediendo a tomar las correcciones correspondientes, las cargas en las líneas se presentan de la siguiente forma:

TABLA 5.8: VALORES FINALES DE CARGAS EN TUNSHI.

LINEA	L1	L2	L3
AMP.	12	13	15

$$\text{Balanceo de cargas: } \frac{\text{fase mayor} - \text{fase menor}}{\text{fase mayor}} * 100\%$$

$$\text{Balanceo de cargas: } \frac{15 - 12}{15} * 100\% = 20\%$$

5.2.5 Cálculo de malla a tierra

Calibre del conductor

S: 30 KVA

V: 13200 - 220/127

$$\text{Intensidadsecundariatotal: } \frac{30}{1.73 \times 0.22} = 78.82 \text{ A}$$

$$\text{Maximacorrientedecortocircuito: } 78.82 \times \frac{100}{3} = 2627.43 \text{ A}$$

$$A: \frac{I}{\sqrt{\frac{\log \frac{Tm - Ta}{234 + Ta} + 1}{33t}}}$$

Donde:

A = Sección del conductor (Circular Mil).

I = Corriente máxima de cortocircuito (Amperios.)

Tm = Temperatura máxima en los nodos de la malla

(450°C con soldadura y 250°C con amarre pernado.)

Ta = Temperatura ambiente (°C).

t = Tiempo máximo de despeje de la falla (seg)

$$A: \frac{2627.43}{\sqrt{\frac{\log(250 - 16)}{234 + 16} + 1}} = \frac{2627}{0.0857} = 30657 \text{ CM}$$

$$A: 30657 \times 5 \times 10^{-4} = 15.33 \text{ mm}^2 \therefore 4 \text{ AWG}$$

Resistencia de la malla de tierra

A: 5 m * 4 m

$\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

r = Radio de la lámina circular conductora equivalente

A = Área total encerrada por la rejilla

$$r = \sqrt{\frac{20}{\pi}} = 2.52$$

$L = n \cdot A + m \cdot B$

Donde:

A = Longitud de la malla (m).

B = Ancho de la malla (m).

L = Longitud total del conductor (m).

n = Número de conductores en paralelo de longitud A

m = Número de conductores en paralelo de longitud B.

$$L = (4 \times 5) + (4 \times 4) + (4 \times 1.8)$$

$$L = 43.2 \text{ m}$$

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

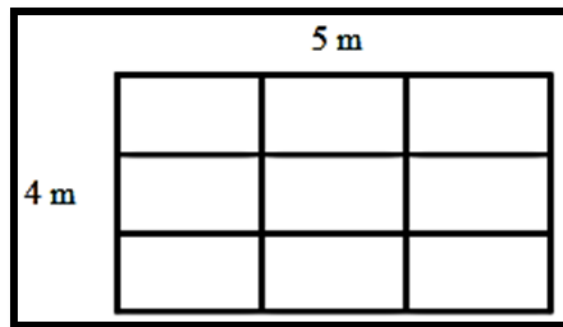


Fig. 5.1: Dimensiones de la malla a tierra calculada

Donde:

R = Resistencia aproximada de la red a tierra Ω

ρ = Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

L = Longitud total del conductor enterrado, incluyendo la longitud total de las varillas (m)

r = Radio del círculo con área igual a la de la rejilla diseñada conductor en m.

$$R = \frac{100}{4(2.52)} + \frac{100}{43.2} = 12.23\Omega < 15\Omega$$

5.2.6 Ingeniería del proyecto

5.2.6.1 Presupuesto del desarrollo del proyecto

Tablero #1

Cuarto de pasteurización

TABLA 5.9: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 1

EQUIPO	HP	KW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIMIENTO
Tanque de enfriamiento arriba	1/4	0,19	110	1	0,7	0,7
Tanque de enfriamiento bomba	1	0,75	400	3	0,7	0,7
Compresor	2	1,49	120	1	0,7	0,7
Electrobomba	1	0,75	220	3	0,7	0,7
Embasadora de bolsas	0,6	0,45	220	3	0,77	0,7
Homogenizador sanitario	9	6,7	220	3	0,7	0,7

TABLA 5.10: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 1

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C	Cantidad (m)	Precio(\$)	Breaker	Precio(\$)
Tanque de enfriamiento arriba	3,53	14	6	1,95	80 A	80,72
Tanque de enfriamiento bomba	2,21	14	9	2,93		
Compresor	25,34	12	4	8,49		
Electrobomba	4,02	14	15	4,89		
Embasadora de bolsas	2,19	14	18	5,86		
Homogenizador sanitario	32,3	12	7	14,86		
TOTAL				38,98		

Tablero #2**Cuarto de elaboración de yogurt**

TABLA 5.11: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 2

EQUIPO	HP	KW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIMIENTO
Yogurtera	1/4	0,19	110	1	0,7	0,7
Speed reduce motor	0,07	0,050	115	1	0,7	0,7
Motor Ind. Baldor	1/3	0,25	115	3	0,7	0,7

TABLA 5.12: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 2

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C	Cantidad (m)	Precio(\$)	Protección del Tablero	Precio (\$)
Yogurtera	3,53	14	7	2,28	15 A	39,76
Speed reduce motor	0,89	14	3	0,98		
Motor Ind. Baldor	2,56	14	10	3,26		
TOTAL				6,51		

Tablero #3**Pasteurizadora y bomba de agua**

TABLA 5.13: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 3

EQUIPO	HP	KW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIMIENTO
Motor eléctrico calpeda	0.5	0,67	220	1	0,98	0,9
Motor eléctrico cme	0.5	1,5	220	1	0,9	0,9
Motor eléctrico selpee	3	2,2	220	3	0,75	0,7
Bomba banco de hielo	1	0,75	110	1	0,7	0,7

TABLA 5.14: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 3

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C	Cantidad (m)	Precio (\$)	Protección del Tablero	Precio (\$)
Motor eléctrico calpeda	3,45	14	4,5	1,47	50 A	39,76
Motor eléctrico cme	8,42	14	3	0,98		
Motor eléctrico Selpee	19,05	12	4,5	9,55		
Bomba banco de hielo	13,84	14	39	12,70		
TOTAL				24,70		

Tablero #4

Bomba de agua

TABLA 5.15: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 4

EQUIPO	HP	KW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIMIENTO
Motobomba Flint & Walling	0,75	0,56	230	1	0,7	0,7

TABLA 5.16: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 4

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C	Cantidad (m)	Precio (\$)	Protección del Tablero	Precio (\$)
Motobomba Flint & Walling	4,97	14	13	4,23	10A	6,67
TOTAL				4,23		

Tablero #5

Banco de hielo

TABLA 5.17: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 5

EQUIPO	HP	KW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIMIENTO
Motor division 1	1/4	0,19	230	1	0,7	0,7
Motor division 2	1/4	0,19	230	1	0,7	0,7

TABLA 5.18: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 5

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C	Cantidad (m)	Precio (\$)	Protección del Tablero	Precio (\$)
Motor division 1	1,65	14	5	1,63	10A	6,77
Motor division 2	1,65	14	5	1,63		
TOTAL				3,26		

Tablero #6**Cámara de conservación****TABLA 5.19: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 6**

EQUIPO	HP	KW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIMIENTO
Motor francés de afuera	0.24	0,18	130	1	0,7	0,7
Motor francés de adentro	1/4	0,19	230	1	0,7	0,7

TABLA 5.20: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 6

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C	Cantidad (m)	Precio (\$)	Protección del Tablero	Precio(\$)
Motor francés de afuera	2,83	14	8	2,61	32 A	39,76
Motor francés de adentro	1,65	14	13	4,23		
TOTAL				6,84		

Tablero #7**Caldero****TABLA 5.21: EQUIPOS Y DATOS DEL TABLERO 7**

EQUIPO	HP	KW	VOLTAJE	FASES	FP	RENDIM
Bomba de Agua	1	0,75	220	3	0,9	0,9
Bomba de Combustible Electric	0,25	0,19	115	1	0,7	0,7

TABLA 5.22: CALIBRES Y PRECIO DEL TABLERO 7

EQUIPOS	In	Cable Tripolar TW - THHN para 60°C	Cantidad (m)	Precio (\$)	Protección del Tablero	Precio (\$)
Bomba de agua	2,43	14	6	1,95	15 A	39,76
Bomba de combustible electric	3,37	14	3	0,98		
TOTAL				2,93		

Presupuesto aproximado

TABLA 5.23: PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO (\$)
150 m	Tableros Conductor Cu flexible #8	148,46
200 m	Motores cable Tripolar TW -THHN # 14	65,14
20 m	Motores cable Tripolar TW -THHN # 12	10,38
400 m	Iluminación conductor Cu flexible #14	130,28
400 m	Tomacorrientes conductor Cu flexible #12	207,48
3	Protección de 16 A para Iluminación	14,67
1	Protección de 20 A para Tomacorriente	6,77
1	Protección de 80A Tablero 1	80,72
2	Protección de 15A Tablero 2 y 7	79,52
1	Protección de 50A Tablero 3	39,76
2	Protección de 10A Tablero 4 y 5	13,34
1	Protección de 32A Tablero 6	39,76
16	Lámparas Simple	316,96
18	Lámparas tipo Barco Ovaladas	104,94
28	Tomacorrientes	30
TOTAL		1288,18

El costo de los materiales fue obtenido de la distribuidora Orgatec una de las grandes distribuidoras de suministros eléctricos en la ciudad, de la cual adjuntamos una proforma en el ANEXO VI.

El valor de \$ 1.288,18 es la inversión en materiales que se debe hacer para llevar a cabo el Mantenimiento Mejorativo en la planta de lácteos Tunshi,

NOTA: Este costo fue hecho sin tomar en cuenta el costo de canaletas y tubería de ½" con sus respectivos accesorios que es el que fue seleccionado para esta instalación.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES:

- El mantenimiento mejorativo realizado en las instalaciones eléctricas de la planta de lácteos Tunshi fue de gran ayuda para darnos cuentas de la ineficiencia en la que se encuentra el sistema eléctrico tanto en dimensionamiento de calibres y seleccionamiento de protecciones.
- Uno de los trabajos de mantenimiento mejorativo que se aplicó fue el balanceo de cargas el necesario para mejorar el eficiencia del sistema.
- La instalación de malla a tierra en la planta de lácteos Tunshi es un aspecto importante que no se ha considerado en la planificación de esta instalación eléctrica y está incidiendo gravemente en la vida útil de los equipos por lo tanto es uno de los tema relevante en nuestro estudio.
- La recopilación de datos técnicos tanto en Tunshi como en la ESPOCH es una de las actividades que nos favoreció en gran medida para un correcto diagnóstico de situación actual de los proyectos.
- El costo significativo que implica la renovación de las instalaciones eléctricas de la Planta de lácteos Tunshi se justifica en su totalidad ya que engloba un correcto dimensionamiento de toda la instalación para un eficaz funcionamiento.
- La propuesta para mejorar el factor de potencia en la ESPOCH fue un estudio que después de su análisis nos da como resultado que existe bajo factor de potencia en uno de sus medidores el cual no representa un costo significativo en la planilla eléctrica.

6.2 RECOMENDACIONES

- Instalar una malla a tierra en la Planta de Lácteos es de suma importancia ya que su ausencia ha producido incidentes eléctricos contra el personal que labora allí.
- seleccionar los calibres de conductores y protecciones en una instalación eléctrica nos permite obtener un rendimiento óptimo y una aceptable vida útil de los equipos.
- Incluir los guardamotores en los tableros de control para garantizar la protección total de los motores de la planta de Lácteos Tunshi al menos en los que tienen un elevado costo de adquisición.
- Considerar el incremento de cargas eléctricas por una posible ampliación de la planta de lácteos; pero tomando en consideración los requerimientos específicos del diseño de la misma.
- Poseer un factor de potencia dentro de las normas establecidas nos evita pérdidas en los conductores, fuertes caídas de tensión y lo más importante la penalización en la facturación.
- Planificar una buena instalación no solo nos permite conservar en condiciones favorables los equipos, ya que además nos genera un ambiente de trabajo agradable y seguro.
- Considerar los planos de rediseño en los tableros de la planta de lácteos para una mejor presentación y mantenimiento de los mismos.
- Comprometer a las autoridades de la ESPOCH para que ejecute las actividades de mejora implícitas en este documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[1] <http://www.electricidadbasica.net>

[2] http://www.predic.com/mediawiki/index.php/Mantenimiento_Mejorativo_o_Redise%C3%B1os.

[3] <http://www.monografias.com/trabajos13/sisttie rr/sisttie rr.shtml>

[4] http://www.dimar_iluminacion.com/conocimiento/recursos/SIGNIFICADO_Y_EXPLICACION_DE_LOS_CODIGOS_DE_PROTECCION_IP_e_IK.pdf

BIBLIOGRAFÍA

ASTUDILLO, César. Texto Básico de Electrotecnia I,

ASTUDILLO, César. Texto Básico de Electrotecnia II,

SANTILLÁN, Marco. Texto de Electrónica Básica

NEC-1971, Catálogos, INEN.

PALACIOS, Enrique. Manual de instrucción. Versión preliminar de mantenimiento de plantas. 1981.

RETIE, Reglamento técnico para instalaciones eléctricas.

LINKOGRAFÍA

Mantenimiento Mejorado

http://www.predic.com/mediawiki/index.php/Mantenimiento_Mejorado_o_Redise%C3%B1os

18 de Septiembre del 2010

Fundamentos eléctricos de una instalación industrial

<http://www.electricidadbasica.net>

25 de Noviembre del 2010

Puesta a tierra

<http://www.monografias.com/trabajos13/sisttierr/sisttierr.shtml>

10 de Marzo del 2011

Códigos IP e IK

http://www.dimar-iluminacion.com/conocimiento/recursos/SIGNIFICADO_Y_EXPLICACION_DE_LOS_CODIGOS_DE_PROTECCION_IP_e_IK.pdf

12 de Junio del 2011

A N E X O S

ANEXO A

Tipos de cables

THHN

✓ Aplicaciones THHN

Los conductores de cobre tipo THHN o THWN-2 son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales, son especialmente aptos para instalaciones especiales por ductos difíciles y usarse en zonas abrasivas o contaminadas con aceites, grasas, gasolinas, etc. y otras sustancias químicas corrosivas como pinturas, solventes, etc., tal como se especifica en el National Electrical Code.

Este tipo de conductor cuando es utilizado como THHN puede ser usado en lugares secos con temperatura máxima de operación de 90 °C, pero si es utilizado como THWN-2 puede ser usado en lugares secos y húmedos con temperatura máxima de operación de 90 °C, así mismo cuando están expuestos a aceites, grasas, pinturas, solventes químicos, etc., su temperatura máxima de operación es 75 °C.

En cuanto a su tensión de servicio, para todas las aplicaciones, es de 600 V.

✓ Construcción THHN

Los conductores tipo THHN o THWN-2 pueden ser sólidos o cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre la cual se aplica una cubierta protectora de Nylon o poliamida. Pueden ser suministrados en colores variados según su calibre y con distintas formas de embalaje.

✓ Detalles del THHN



● Conductor de Cobre

● Aislante de material termoplástico PVC 600V. - 90 °C

● Chaqueta de Nylon

✓ Conductores de Cobre tipo THWN y THHN

CONDUCTOR ELABORADO BAJO NORMAS:

NEMA WC-5 • ICEA S-61-402 • ASTM B3, B8 • UL STANDARD 83 • INEN

TW

✓ Aplicaciones TW

Los conductores de cobre tipo TW son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales, tal como se especifica en el National Electrical Code.

Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es 60 °C y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es 600 V.

✓ Construcción TW

Los conductores tipo TW pueden ser sólidos o cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad.

Pueden ser suministrados en colores variados según su calibre y con distintas formas de embalaje.

✓ Detalles del Cable TW



● Conductor de Cobre

● Aislante de material termoplástico PVC 600V. - 60 °C

✓ Conductores de Cobre Tipo TW

CONDUCTOR ELABORADO BAJO NORMAS:

NEMA WC-5 • ICEA S-61-402 • ASTM B3, B8 • UL STANDARD 62, 83 • INEN

TTU 0.6 KV.

✓ Aplicaciones TTU 0.6 KV.

Son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales y comerciales, son especialmente aptos para instalaciones a la intemperie o directamente enterrados, tal como se especifica en el National Electrical Code.

Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es 75 °C y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es 600 V.

✓ Especificaciones TTU 0.6 KV.

Los conductores de cobre tipo TTU-0.6 KV. fabricados por ELECTRO CABLES C.A., cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

- ASTM B-3: Alambres de cobre recocido o suave.
- ASTM B-8: Conductores trenzados de Cobre en capas concéntricas, duro, semiduro o suave.
- NEMA WC-5: Alambres y cables aislados con material termoplástico (ICEA S-61-402) para transmisión y distribución de energía eléctrica.

Además de todos los requerimientos del National Electrical Code.

✓ Construcción TTU 0.6 KV.

Los conductores tipo TTU-0.6 KV. son cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Polietileno (PE) resistente a la humedad y al calor, sobre la cual se aplica una cubierta protectora de Cloruro de Polivinilo (PVC).

Se suministran en color negro siempre y con distintas formas de embalaje.

✓ Detalles del Cable TTU 0.6 KV.



● Conductor de Cobre

● Aislante de material termoplástico PE - 75 °C

● Chaqueta de material termoplástico PVC

✓ Conductores de Cobre Tipo TTU 0.6 KV.

CONDUCTOR ELABORADO BAJO NORMAS:

NEMA WC-5 • ICEA S-61-402 • ASTM B3, B8 • INEN

ANEXO B

Tablas seleccionamiento de cables

THHN

CALIBRE AWG O MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPEJOR AISLAMIENTO mm.	ESPEJOR CHAQUETA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	TIPO CABLE	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
20	0,519	1 x 0.813	0,38	0,10	1,77	7,07	15	10	TFN	A,B
18	0,823	1 x 1,02	0,38	0,10	1,98	10,94	15	10	TFN	A,B
16	1,31	1 x 1,29	0,38	0,10	2,25	16,48	20	15	TFN	A,B
14	2,08	1 x 1,63	0,38	0,10	2,59	23,17	35	25	THHN	A,B
12	3,31	1 x 2,05	0,38	0,10	3,01	34,16	40	30	THHN	A,C
10	5,26	1 x 2,59	0,51	0,10	3,81	55,04	55	40	THHN	A,D
8	8,34	1 x 3,26	0,76	0,13	5,04	91,22	80	55	THHN	A,B
16	1,31	19 x 0,30	0,38	0,10	2,46	17,95	20	15	TFN	A,B
14	2,08	19 x 0,38	0,38	0,10	2,86	23,80	35	25	THHN	A,B
12	3,31	19 x 0,47	0,38	0,10	3,31	35,70	40	30	THHN	A,C
10	5,26	19 x 0,60	0,51	0,10	4,22	56,20	55	40	THHN	A,D
8	8,37	7 x 1,23	0,76	0,13	5,47	93,70	80	55	THHN	A,B,E
6	13,30	7 x 1,55	0,76	0,13	6,43	141,30	105	75	THHN	A,E
4	21,15	7 x 1,96	1,02	0,15	8,22	227,60	140	95	THHN	A,E
2	33,62	7 x 2,47	1,02	0,15	9,75	348,10	190	130	THHN	A,E
1	42,36	7 x 2,78	1,27	0,18	11,24	446,20	220	150	THHN	A,D,E
1/0	53,49	19 x 1,89	1,27	0,18	12,35	553,30	260	170	THHN	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	1,27	0,18	13,50	688,70	300	195	THHN	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	1,27	0,18	14,85	856,80	350	225	THHN	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	1,27	0,18	16,30	1069,50	405	260	THHN	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	1,52	0,20	18,07	1263,00	455	290	THHN	Z
300	152,00	37 x 2,29	1,52	0,20	19,47	1502,00	505	320	THHN	Z
350	177,00	37 x 2,47	1,52	0,20	20,73	1743,00	570	350	THHN	Z
400	203,00	37 x 2,64	1,52	0,20	21,92	1981,00	615	380	THHN	Z
500	253,00	37 x 2,95	1,52	0,20	24,09	2457,00	700	430	THHN	Z
600	304,00	37 x 3,23	1,78	0,23	26,63	2960,00	780	475	THHN	Z
650	329,00	37 x 3,37	1,78	0,23	27,61	3221,00	820	500	THHN	Z
700	355,00	37 x 3,49	1,78	0,23	28,45	3453,00	855	520	THHN	Z

TW

CALIBRE AWG O MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPESOR AISLAMIENTO mm.	DIAMETRO EXTERIOR MM.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	TIPO DE CABLE	ALTERNAT. DE EMBALAJE.
20	0,52	1 x 0,813	0,76	2,33	9,81	6	7	TF	A,E
18	0,82	1 x 1,02	0,76	2,54	13,16	6	7	TF	A,E
16	1,31	1 x 1,29	0,76	2,81	18,10	10	8	TF	A,B
14	2,08	1 x 1,63	0,76	3,15	26,10	20	15	TW	A,B
12	3,31	1 x 2,05	0,76	3,57	38,30	25	20	TW	A,C
10	5,26	1 x 2,59	0,76	4,11	57,40	40	30	TW	A,D
8	8,34	1 x 3,26	1,14	5,54	95,20	60	40	TW	A,B
14	2,08	7 x 0,62	0,76	3,38	27,80	20	15	TW	A,B
12	3,31	7 x 0,78	0,76	3,86	40,10	25	20	TW	A,C
10	5,26	7 x 0,98	0,76	4,46	59,90	40	30	TW	A,D
8	8,37	7 x 1,23	1,14	5,97	105,20	60	40	TW	A,B,E
6	13,30	7 x 1,55	1,52	7,69	170,40	80	55	TW	A,E
4	21,15	7 x 1,96	1,52	8,92	255,50	105	70	TW	A,E
2	33,62	7 x 2,47	1,52	10,45	388,90	140	95	TW	A,E
1	42,36	7 x 2,78	2,03	12,40	482,90	165	110	TW	A,D,E
1/0	53,49	19 x 1,89	2,03	13,51	621,00	195	125	TW	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	2,03	14,66	778,00	225	145	TW	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	2,03	16,01	934,00	260	165	TW	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	2,03	17,46	1159,00	300	195	TW	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	2,41	19,45	1368,00	340	215	TW	Z
300	152,00	37 x 2,29	2,41	20,85	1623,00	375	240	TW	Z
350	177,00	37 x 2,47	2,41	22,11	1876,00	420	260	TW	Z
400	203,00	37 x 2,64	2,41	23,30	2128,00	455	280	TW	Z
500	253,00	37 x 2,95	2,41	25,47	2631,00	515	320	TW	Z
600	304,00	37 x 3,23	2,79	28,19	3174,00	575	355	TW	Z
650	329,00	37 x 3,37	2,79	29,17	3345,00	600	370	TW	Z
700	355,00	37 x 3,49	2,79	30,01	3609,00	630	385	TW	Z



TTU

CALIBRE AWG O MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPESOR AISLAMIENTO mm.	ESPESOR CHAQUETA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	ALTERNAT DE EMBALAJE
8	8,37	7 x 1,23	1,14	0,38	6,73	109,0	70	50	B,E,Z
6	13,30	7 x 1,55	1,14	0,76	8,45	170,0	95	65	E,Z
4	21,15	7 x 1,96	1,14	0,76	9,68	301,0	125	85	E,Z
2	33,62	7 x 2,47	1,14	0,76	11,21	376,0	170	115	E,Z
1	42,36	7 x 2,78	1,40	1,14	13,42	461,5	195	130	E,Z
1/0	53,49	19 x 1,89	1,40	1,14	14,53	609,0	230	150	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	1,40	1,14	15,68	747,0	265	175	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	1,40	1,14	17,03	915,0	310	200	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	1,40	1,14	18,48	1132,0	360	230	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	1,65	1,65	21,23	1390,0	405	255	Z
300	152,00	37 x 2,29	1,65	1,65	22,63	1641,0	445	285	Z
350	177,00	37 x 2,47	1,65	1,65	23,89	1889,0	505	310	Z
400	203,00	37 x 2,64	1,65	1,65	25,08	2137,0	545	335	Z
500	253,00	37 x 2,95	1,65	1,65	27,25	2627,0	620	380	Z
600	304,00	37 x 3,23	2,03	1,65	29,97	3144,0	690	420	Z
650	329,00	37 x 3,37	2,03	1,65	30,95	3409,0	725	440	Z
700	355,00	37 x 3,49	2,03	1,65	31,79	3593,0	755	460	Z






ANEXO C

Simbología de los elementos eléctricos.



CONTROL Y ENVOLVENTES

UNE-EN 60617-2		
Nº	Símbolo	Descripción
02-01-01 02-01-02 02-01-03		Objeto, por ejemplo: - Equipo - Dispositivo - Unidad funcional - Componente - Función Deben incorporarse al símbolo o situarse en su proximidad otros símbolos o descripciones apropiadas para precisar el tipo de objeto. Si la presentación lo exige se puede utilizar un contorno con otra forma.
02-01-07		Pantalla Blindaje Por ejemplo, para reducir la penetración de campos eléctricos o electromagnéticos. El símbolo debe dibujarse con la forma que convenga.

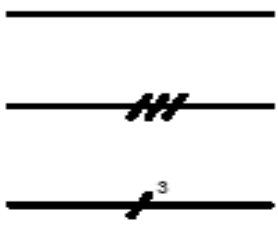
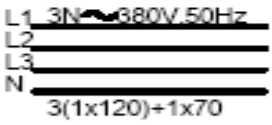

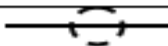

UNIONES Y RAMIFICACIONES

UNE-EN 60617-3		
Nº	Símbolo	Descripción
03-02-01		Unión Punto de conexión
03-02-02		Terminal
03-02-03		Regleta de terminales Se pueden añadir marcas de terminales
03-02-04 03-02-05		Conexión en T Símbolo 03-02-04 representado con el símbolo de unión
3-02-06 03-02-07		Unión doble de conductores. La forma 2 se debe utilizar solamente si es necesario por razones de presentación.

PUESTA A TIERRA Y A MASA EQUIPOTENCIALIDAD

UNE-EN 60617-2		
Nº	Símbolo	Descripción
02-15-01		Tierra, símbolo general Se puede dar información adicional sobre el estado de la tierra, o su finalidad, si no es evidente.
02-15-04		Masa Chasis Se puede omitir copleta o parcialmente las rayas si no existe ambigüedad. Si se omiten del todo, la línea de masa debe ser más gruesa, tal como se indica a continuación:

CONDUCTORES

UNE-EN 60617-3		
Nº	Símbolo	Descripción
03-01-01 03-01-02 03-01-03 03-01-05	 	<p>Conexión Grupo de conexiones</p> <p>EJEMPLOS: - conductor - cable - línea - línea de transformación</p> <p>Cuando un grupo de conductores se representa por un trazo único se puede indicar añadiendo el mismo número de pequeños trazos oblicuos, o con un solo trazo oblicuo acompañado de una cifra correspondiente al número de conexiones. La longitud del símbolo de conexión se puede ajustar a la presentación del esquema.</p> <p>EJEMPLOS: Tres conexiones</p> <p>Se pueden dar informaciones complementarias en la forma siguiente: - naturaleza de la corriente - sistema de distribución - frecuencia - tensión - número de conductores - sección de cada conductor - símbolo químico del metal de cada conductor</p> <p>El número de conductores está seguido del valor de la sección, separado por una x.</p> <p>Si determinados conductores tienen secciones diferentes, conviene separar los valores característicos por el signo +.</p> <p>EJEMPLOS: Circuito de corriente trifásica, 380 V, 50 Hz, tres conductores de 120 mm², con hilo neutro de 50 mm².</p>
03-01-06		Conexión flexible
03-01-07		Conductor apantallado
03-01-08		Conexión trenzada Se muestran 3 conexiones.





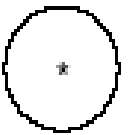
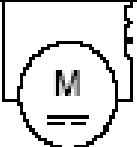
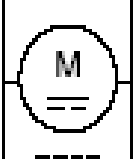
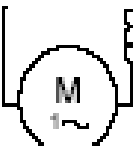
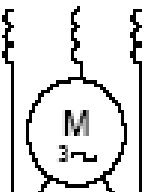

CONTACTOS

UNE-EN 60617-7		
Nº	Símbolo	Descripción
07-02-01		Contacto de cierre (contacto de trabajo). Este símbolo también se puede utilizar como símbolo general de interruptor. <i>Contacto normalmente abierto, NA.</i>
07-02-03		Contacto de apertura (contacto de reposo). <i>Contacto normalmente cerrado, NC.</i>
07-02-04		Contacto inversor antes del cierre. <i>Se produce primero la apertura del contacto NC y luego el cierre del contacto NA.</i>
07-02-05		Contacto inversor con posición intermedia de corte. <i>Contacto conmutado NANA.</i>
07-02-06		Contacto inversor antes de la apertura. <i>Se produce primero el cierre del contacto NA y luego la apertura del contacto NC.</i>
07-04-01		Contacto (de un conjunto de varios contactos) con cierre adelantado respecto de los demás contactos de cierre del conjunto.
07-04-02		Contacto (de un conjunto de varios contactos) con cierre retrasado respecto de los demás contactos de cierre del conjunto.

SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	SECCIONADOR DE BARRA
	PARARRAYOS OXIDO DE ZINC Y VARILLA DE COOPERWELD DE 16mm DE DIAMETRO CON 1.8m DE LONGITUD
	TRANSFORMADOR INTEGRAL DE MEDICION, EQUIPO DE MEDICION ELECTRONICO
	SECCIONADOR PORTAFUSIBLE, CON CAMARA DE EXTINCION DE ARCO
	SECCIONADOR PORTAFUSIBLE, TENSION MAXIMA DE DISEÑO 15kV, CON TIRAFUSIBLE PARA ALTA TENSION
	PUNTA TERMINAL, ADECUADO PARA SER UTILIZADO CON CABLE DE COBRE AISLADO, PARA 15kV
	SECCIONADOR TRIPOLAR, ACCIONAMIENTO BAJO CARGA CON FUSIBLES ADOZADOS DE 80-100A
	SECCIONADOR TRIPOLAR, ACCIONAMIENTO BAJO CARGA CON TIRAFUSIBLES ADOZADOS DE 16A
	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, CON SU DEBIDA PROTECCIÓN BARRA DE COBRE DE 3/4"x 1" PARA LOS NEUTROS, CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO FIJO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO VARIABLE
	CONDENSADOR FIJO
	CONDENSADOR VARIABLE

MAQUINAS ELECTRICAS

UNE-EN 60617-7		
Nº	Símbolo	Descripción
06-02-05		Devanado trifásico en triángulo.
06-02-07		Devanado trifásico en estrella.
06-02-08		Devanado trifásico en estrella con neutro accesible.
06-03-02		Devanado serie.
06-04-01		Máquina, símbolo general. El asterisco, *, será sustituido por uno de los símbolos literales siguientes: G Generador GS Generador síncrono M Motor MS Motor síncrono
06-05-01		Motor serie de corriente continua.
06-05-02		Motor de excitación (shunt) derivación de corriente continua.
06-06-01		Motor serie, monofásico. Máquinas de colector de corriente alterna.
06-06-03		Motor serie, trifásico. Máquinas de colector de corriente alterna.
06-07-01		Generador síncrono trifásico de imán permanente.

A N E X O D

Códigos IP e IK

Existen dos tipos de grados de protección y cada uno de ellos, tiene un sistema de codificación diferente, el código IP y ultimo código IK

DEFINICIONES

Envolvente : Es el elemento que proporciona la protección del material contra las influencias externas y en cualquier dirección, la protección contra los contactos directos.

Grado de Protección: Es el nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños , contra la penetración de agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.

C Ó D I G O IP

Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Este código IP esta formado por dos números de una cifra cada uno, situados inmediatamente despues de las letras "IP" y que son independientes uno del otro.

- El número que va en primer lugar, normalmente denominado como " primera cifra características", indica la protección de las personas contra al acceso a partes peligrosas (típicamente partes bajo tensión piezas en movimiento que no sean ejes rotativos y análogos), limitado o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, garantizado simultaneamente, la protección del equipo contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.

La primera cifra característica esta graduada desde 0 (cero) hasta (seis) y a medida que va aumentando el valor de dicha cifra, este indica que el cuerpo sólido que la envolvente deja penetrar es menor.

- El número que va en segundo lugar, normalmente denominado como “segunda cifra características”, indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales debidos a la penetración de agua.

La segunda cifra característica esta graduada de forma similar a la primera, desde 0 (cero) hasta 8 (ocho). A medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en más direcciones (cifra 1 caída de gotas en vertical y cifra 4 proyección de agua en todas las direcciones).

C Ó D I G O I K

Es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior.

El código IK se designa con un número graduado de cero (0) hasta diez (10); a medida que el número va aumentando indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Este número siempre se muestra formado por dos cifras. Por ejemplo, el grado de protección IK 05, no quiere indicar mas que el número 5.







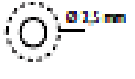

















A pesar de que este es un sistema que puede usarse para la mayoría de los tipos de equipos eléctricos no se puede suponer que todos los grados de protección posibles sean aplicables a todos los equipos eléctricos.

GRADOS IP

Grados de protección proporcionados por las envolventas.
Definidos en la UNE 20324-93 (Versión española EN 60529:91)


GRADOS IK

Grados de protección proporcionados por las envolventas de materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos. Definidos en la UNE-EN 50102 (Versión española EN 50102)

PRIMERA CIFRA Protección contra cuerpos sólidos		SEGUNDA CIFRA Protección contra cuerpos líquidos			
0	Sin protección.	0	Sin protección.	0	Sin protección.
1	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano). 	1	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación). 	01	Energía de choque: 0,150 Julios. 200 g 
2	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm (ej.: dedos de la mano). 	2	Protegido contra las caídas verticales de agua hasta 15° de la vertical. 	02	Energía de choque: 0,200 Julios. 200 g 
3	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, cables, ...). 	3	Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical. 	03	Energía de choque: 0,350 Julios. 200 g 
4	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: herramientas finas, pequeños cables, ...). 	4	Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones. 	04	Energía de choque: 0,500 Julios. 200 g 
5	Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales). 	5	Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones. 	05	Energía de choque: 0,700 Julios. 200 g 
6	Totalmente protegidos contra el polvo. 	6	Protegido contra el lanzamiento de agua similar a los golpes del mar. 	06	Energía de choque: 1,00 Julio. 500 g 
		7	Protegido contra la inmersión. 	07	Energía de choque: 2,00 Julios. 100 g 
		8	Protegido contra los efectos prolongados de la inmersión bajo la presión. 	08	Energía de choque: 5,00 Julios. 1,7 kg 
				09	Energía de choque: 10,00 Julios 5 kg 
				10	Energía de choque: 20,00 Julios. 5 kg 

ANEXO E

Planillas y reportes de consumos y valores CNEI Riobamba



EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.
 MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
 Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
 R.U.C. 0690000512001
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04519 del 23/09/96

FACTURA: No. 001-039-005622412
 AUTORIZACION SRI: 1109314609
 VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2012

FECHA DE EMISION	06/ABR/2011	FECHA DE VENCIMIENTO	
------------------	-------------	----------------------	--

MES DE CONSUMO	MAR/2011	FECHA DE PAGO	2011/04/27
----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
 DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
 C.I. / R.U.C. 0660001250001
 TARIFA: EPH **SUMINISTRO DE SERVICIO ELECTRICO**

CAJERO (A): SUSANA R 1600110439 14h57m35
 COD. CLIENTE (CUENTA): 373274 0000000000000
 ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

MEDIDOR No	ZI4E136075	FACT MULTIPLC	1003000	CONSTANTE	
FECHA DESDE		HASTA		DIAS	
FACT POTENCIA/FP		PENALIZ BAJO FP		FACT CORREC DEMANDA	

VALOR FACTURABLE	8.610,31
COMERCIALIZACION	1,41
PENALIZACION POR BAJO (FP)	
SUBSIDIO CRUZADO	
SUBSIDIO TERCERA EDAD	

DESCRIPCION	LECTURAS		CONSUMO	UNIDAD	VALORES	
	ACTUAL	ANTERIOR			USD	
ENERGIA ACTIVA	1342	1201	14752	Kwh		
07H00 - 22H00				kwh	1.987,13	
22H00 - 07H00				kwh	5.630,19	
ENERGIA REACTIVA				kvarh		
DEMANDA FACT.				Kw1	992,99	
DEM. MAXIMA				Kw		
MAXIMA EN PICO				Kw		
PERD. TRANS.				Kwh		

SUBSIDIO POR COMERCIALIZACION	
TARIFA DIGNIDAD	
SUBSIDIO POR ELECTRICIDAD	
TARIFA DIGNIDAD	
TOTAL SERVICIO ELECTRICO (1)	8.611,72

SU AHORRO POR LA TARIFA DIGNIDAD ES DE

VALORES PENDIENTES DE PAGO Y OTROS


NOTAS DE CREDITO O DEBITOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	0,00
INTERESES POR MORA	
DERECHO POR CORTE Y RECONEXION	
TOTAL DE VALORES PENDIENTES Y OTROS CONCEPTOS (2)	

HISTORIAL DE CONSUMO

8.461	613	1.544	6.598	4.556	7.529
FEB	ENE	DIC	NOV	OCT	SEP
395	3.551	6.597	6.562	2.584	
AGO	JUL	JUN	MAY	ABR	

1/2 USUARIOS

-ADQUIRIENTE-



EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.
 MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
 Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
 R.U.C. 0690000512001
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04519 del 23/09/96

FACTURA: No. 001-039-005622412
 AUTORIZACION SRI: 1109314609
 VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2012

FECHA DE EMISION	06/ABR/2011	FECHA DE VENCIMIENTO	
------------------	-------------	----------------------	--

MES DE CONSUMO	MAR/2011	FECHA DE PAGO	2011/04/27
----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
 DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
 C.I. / R.U.C. 0660001250001
 TARIFA: EPH **OTROS VALORES A PAGAR**

CAJERO (A): SUSANA R 1600110439 HP: 14h57m35
 COD. CLIENTE (CUENTA): 373274
 ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

RUBROS	SUSTENTO LEGAL	VALORES
ALUMBRADO PUBLICO	RESOLUCION DE JUNTA ACCIONISTAS	2.152,93
CONTRIBUCION BOMBEROS	LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS	
VALORES PENDIENTES DE PAGO POR SERVICIO ELECTRICO		

TOTAL OTROS VALORES A PAGAR (3)	2.152,93
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA 0% \$	10.764,65
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA % \$	
IMPORTE IVA \$	

COMENTARIO EERSA-FISCALIA

LINEA GRATUITA DE ASESORIA
 1-800 FISCALIA (347225)
 PARA AUTOPROTEGERSE CONSIDERE
 CUATRO ELEMENTOS FUNDAMENTALES:
 OBSERVACION, DESCONFIANZA,
 PRODUCTIVIDAD Y SENTIDO COMUN.
 PAGUE OPORTUNAMENTE SUS

TOTAL A PAGAR

VALOR ELECTRICIDAD (1)	8.611,72
VALORES PENDIENTES DE PAGO (2)	
OTROS VALORES A PAGAR (3)	2.152,93
IVA	
TOTAL (1)+(2)+(3)+IVA	10.764,65



EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.

MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
R.U.C. 0690000512001

FACTURA: No. 001-037-00536143
AUTORIZACION SER: 1107957651
VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2011

CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04518 del 23/09/96

FECHA DE EMISION	04/FEB/2011	FECHA DE VENCIMIENTO		MES DE CONSUMO	ENE/2011	FECHA DE PAGO	2011/02/17
------------------	-------------	----------------------	--	----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHILE
DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
C.I. / R.U.C. 0660001250001
TARIFA: EPH

CAJERO (A): SUSANA R 1400110439 FP: 15h11m41
COD. CLIENTE (CUENTA): 363553
ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

OTROS VALORES A PAGAR

RUBROS	SUSTENTO LEGAL	VALORES
ALUMBRADO PUBLICO	RESOLUCION DE JUNTA ACCIONISTAS	207,49
CONTRIBUCION BOMBEROS	LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS	
VALORES PENDIENTES DE PAGO POR SERVICIO ELECTRICO		
TOTAL OTROS VALORES A PAGAR (3)		207,49
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA 0% \$		1.037,44
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA % \$		
IMPORTE IVA \$		

LA EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A. LES RECOMIENDA:

CON 2 MESES IMPAGOS SE PROCEDERA A CORTE DEL SERVICIO

PAGUE OPORTUNAMENTE SUS FACTURAS Y EVITESE MOLESTIAS

TOTAL A PAGAR	
VALOR ELECTRICIDAD (1)	829,95
VALORES PENDIENTES DE PAGO (2)	
OTROS VALORES A PAGAR (3)	207,49
IVA	
TOTAL (1)+(2)+(3)+IVA	1.037,44

2/2 USUARIOS

-ADQUIRIENTE-



EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.

MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
R.U.C. 0690000512001

FACTURA: No. 001-037-00536143
AUTORIZACION SER: 1107957651
VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2011

CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04518 del 23/09/96

FECHA DE EMISION	04/FEB/2011	FECHA DE VENCIMIENTO		MES DE CONSUMO	ENE/2011	FECHA DE PAGO	2011/02/17
------------------	-------------	----------------------	--	----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHILE
DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
C.I. / R.U.C. 0660001250001
TARIFA: EPH

CAJERO (A): SUSANA R 1400110439 FP: 15h11m41
COD. CLIENTE (CUENTA): 363553 0000000000000
ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

SUMINISTRO DE SERVICIO ELECTRICO

MEDIDOR No:	29601359981	FACT MULTIPLO:	10000	CONSTANTE	
FECHA DESDE:	HASTA:	DIAS:			
FACT POTENCIA (FP):	PENALIZ BAJO (FP):	FACT CORREC DEMANDA			

DESCRIPCION	LECTURAS			VALORES	
	ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO	UNIDAD	USD
ENERGIA ACTIVA	8704	7534	1164	Kwh	
07H00 - 22H00				kwh	
22H00 - 07H00				kwh	641,30
ENERGIA REACTIVA				kvarh	
DEMANDA FACT.				Kw3	170,99
DEM. MAXIMA				Kw	
MAXIMA EN PICO				Kw	
PERD. TRANS.				Kwh	16,25

VALOR FACTURABLE	829,95
COMERCIALIZACION	1,41
PENALIZACION POR BAJO (FP)	
SUBSIDIO CRUZADO	
SUBSIDIO TERCERA EDAD	

SUBSIDIO POR COMERCIALIZACION TARIFA DIGNIDAD	
SUBSIDIO POR ELECTRICIDAD TARIFA DIGNIDAD	
TOTAL SERVICIO ELECTRICO (1)	829,95

SU AHORRO POR LA TARIFA DIGNIDAD ES DE

HISTORIAL DE CONSUMO					
490	3.360	770	6.850	6.220	5.540
DIC	ENE	DIC	SEP	AGO	JUL
4.940	4.990	6.390	6.170	5.590	

VALORES PENDIENTES DE PAGO Y OTROS

NOTAS DE CREDITO O DEBITOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	0,00
INTERESES POR MORA	
DERECHO POR CORTE Y RECONEXION	



EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.

MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
R.U.C. 0690000512001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04518 del 23/09/96

FACTURA: No. 001-037-000326142
AUTORIZACION SPI: 1107957651
VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2011

FECHA DE EMISION	04/FEB/2011	FECHA DE VENCIMIENTO		MES DE CONSUMO	ENE/2011	FECHA DE PAGO	2011/02/17
------------------	-------------	----------------------	--	----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
C.I. / R.U.C. 0660001250001
TARIFA: EPH

CAJERO (A): SUSANA R. 1600110439 FP: 15h11r44
COD. CLIENTE (CUENTA): 373274
ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

OTROS VALORES A PAGAR

RUBROS	SUSTENTO LEGAL	VALORES
ALUMBRADO PUBLICO	RESOLUCION DE JUNTA ACCIONISTAS	2.327,03
CONTRIBUCION BOMBEROS	LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS	
VALORES PENDIENTES DE PAGO POR SERVICIO ELECTRICO		
TOTAL OTROS VALORES A PAGAR (3)		2.327,03
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA 0% \$		12.685,15
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA % \$		
IMPORTE IVA \$		

LA EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A. LES RECUERDA:

CON 2 MESES IMPAGOS SE PROCEDERA A CORTE DEL SERVICIO

PAGUE OPORTUNAMENTE SUS FACTURAS Y EVITESE MOLESTIAS

TOTAL A PAGAR

VALOR ELECTRICIDAD (1)	10.148,12
VALORES PENDIENTES DE PAGO (2)	
OTROS VALORES A PAGAR (3)	2.327,03
IVA	
TOTAL (1)+(2)+(3)+IVA	12.485,15

2/2 USUARIOS

-ADQUIRIENTE-



EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.

MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
R.U.C. 0690000512001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04518 del 23/09/96

FACTURA: No. 001-037-000326142
AUTORIZACION SPI: 1107957651
VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2011

FECHA DE EMISION	04/FEB/2011	FECHA DE VENCIMIENTO		MES DE CONSUMO	ENE/2011	FECHA DE PAGO	2011/02/17
------------------	-------------	----------------------	--	----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
C.I. / R.U.C. 0660001250001
TARIFA: EPH

CAJERO (A): SUSANA R. 1600110439 FP: 15h11r44
COD. CLIENTE (CUENTA): 373274 000000000000
ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

SUMINISTRO DE SERVICIO ELECTRICO

MEDIDOR No.	266154075	FACT. MULTIP.	1,005000	CONSTANTE	
FECHA DESDE		HASTA		DIAS	
FACT. POTENCIA (FP)		PENALIZ. BAJO (FP)		FACT. CORREC. DEMANDA	

VALOR FACTURABLE	10.148,12
COMERCIALIZACION	1,41
PENALIZACION POR BAJO (FP)	
SUBSIDIO CRUZADO	
SUBSIDIO TERCERA EDAD	

DESCRIPCION	LECTURAS			UNIDAD	VALORES	
	ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO			USD
ENERGIA ACTIVA	1039	882	170613	Kwh		
07H00 - 22H00				kwh	2.119,61	
22H00 - 07H00				kwh	6.734,20	
ENERGIA REACTIVA				kvarh		
DEMANDA FACT.				Kw2	1.292,90	
DEM. MAXIMA				Kw		
MAXIMA EN PICO				Kw		
PERD. TRANS.				Kwh		

SUBSIDIO POR COMERCIALIZACION TARIFA DIGNIDAD	
SUBSIDIO POR ELECTRICIDAD TARIFA DIGNIDAD	
TOTAL SERVICIO ELECTRICO (1)	10.148,12

SU AHORRO POR LA TARIFA DIGNIDAD ES DE

VALORES PENDIENTES DE PAGO Y OTROS

HISTORIAL DE CONSUMO					
1.544	6.598	4.555	7.329	395	3.351
DIC	NOV	OCT	SEP	AGO	JUL
6.597	6.563	2.584	8.497	4.447	

NOTAS DE CREDITO O DEBITOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	0,00
INTERESES POR MORA	
DERECHO POR CORTE Y RECONEXION	

**EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.**

MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
 Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
 R.U.C. 0690000512001

FACTURA: No. 001-039-005622413
 AUTORIZACION SRI: 1109314609
 VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2012

CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04519 del 23/09/96

FECHA DE EMISION	06/ABR/2011	FECHA DE VENCIMIENTO		MES DE CONSUMO	MAR/2011	FECHA DE PAGO	2011/04/27
------------------	-------------	----------------------	--	----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
 DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
 C.I. / R.U.C. 0660001250001
 TARIFA BPH

CAJERO (A): SUSANA R 1600110439 14h57m35

COD. CLIENTE (CUENTA): 363523 0000000000000
 ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

SUMINISTRO DE SERVICIO ELECTRICO

MEDIDOR No	ZBE135981	FACT MULTIPLO	10000	CONSTANTE	
FECHA DESDE		HASTA		DIAS	
FACT POTENCIA (FP)		PENALIZ BAJO (FP)		FACT CORREC DEMANDA	

VALOR FACTURABLE	708,71
COMERCIALIZACION	1,41
PENALIZACION POR BAJO (FP)	21,37
SUBSIDIO CRUZADO	
SUBSIDIO TERCERA EDAD	

DESCRIPCION	LECTURAS			UNIDAD	VALORES
	ACTUAL	ANTERIOR	CONSUMO		
ENERGIA ACTIVA	11436	9904	9770	Kwh	
07H00 - 22H00				kwh	6,16
22H00 - 07H00				kwh	522,65
ENERGIA REACTIVA				kvarh	
DEMANDA FACT.				Kw ⁵³	159,00
DEM. MAXIMA				Kw	
MAXIMA EN PICO				Kw	
PERD. TRANS.				Kwh	13,90

SUBSIDIO POR COMERCIALIZACION TARIFA DIGNIDAD	
SUBSIDIO POR ELECTRICIDAD TARIFA DIGNIDAD	
TOTAL SERVICIO ELECTRICO (1)	731,49

SU AHORRO POR LA TARIFA DIGNIDAD ES DE

--	--

VALORES PENDIENTES DE PAGO Y OTROS

NOTAS DE CREDITO O DEBITOS POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	0,00
INTERESES POR MORA	
DERECHO POR CORTE Y RECONEXION	
TOTAL DE VALORES PENDIENTES Y OTROS CONCEPTOS (2)	

HISTORIAL DE CONSUMO					
7.850	1.660	490	3.860	770	6.850
FEB	ENE	DIC	NOV	OCT	SEP
6.220	5.540	4.940	4.990	6.390	
AGO	JUL	JUN	MAY	ABR	

1/2 USUARIOS

-ADQUIRIENTE-

**EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.**

MATRIZ: Juan Larrea 22-60 y Primera Constituyente
 Telfs.: 296 0283 / 296 2940 Riobamba
 R.U.C. 0690000512001

FACTURA: No. 001-039-005622413
 AUTORIZACION SRI: 1109314609
 VALIDO HASTA: 28/ FEB/ 2012

CONTRIBUYENTE ESPECIAL No: 04519 del 23/09/96

FECHA DE EMISION	06/ABR/2011	FECHA DE VENCIMIENTO		MES DE CONSUMO	MAR/2011	FECHA DE PAGO	2011/04/27
------------------	-------------	----------------------	--	----------------	----------	---------------	------------

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

NOMBRE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
 DIRECCION SERVICIO: PANAMERICANA SUR
 C.I. / R.U.C. 0660001250001
 TARIFA BPH

CAJERO (A): SUSANA R 1600110439 HP: 14h57m35

COD. CLIENTE (CUENTA): 363523
 ZONA-SECTOR-RUTA: RIO-016014

OTROS VALORES A PAGAR

RUBROS	SUSTENTO LEGAL	VALORES
ALUMBRADO PUBLICO	RESOLUCION DE JUNTA ACCIONISTAS	182,87
CONTRIBUCION BOMBEROS	LEY DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS	
VALORES PENDIENTES DE PAGO POR SERVICIO ELECTRICO		

COMENIO EERSA-FISCALIA

LINEA GRATUITA DE ASESORIA
 1-800 FISCALIA (347225)
 PARA AUTOPROTEGERSE CONSIDERE
 CUATRO ELEMENTOS FUNDAMENTALES:
 OBSERVACION, DESCONFIANZA,
 PROACTIVIDAD Y SENTIDO COMUN.
 PAGUE (FORTUNAMENTE) SUS

TOTAL OTROS VALORES A PAGAR (3)	182,87
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA 0% \$	
TOTAL GRAVADO IVA TARIFA % \$	914,36
IMPORTE IVA \$	

TOTAL A PAGAR

VALOR ELECTRICIDAD (1)	731,49
VALORES PENDIENTES DE PAGO (2)	
OTROS VALORES A PAGAR (3)	182,87
IVA	
TOTAL (1)+(2)+(3)+IVA	914,36

REPORTE DE CONS-VALORES

REP.LECT

2011/05/24 14h25m33

Número de Cuenta..... 36352-3 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
 Sector de emisión..... RID016 RID016 Fecha Emisión... 2011/05
 Dirección..... PANAMERICANA SUR
 Nombre del Banco..... MATRIZ
 Ruta de lectura..... 014-0066000
 Medidor..... ZBE 135981
 Tarifa..... BPH

Poste 0,00

HISTORICO DE CONSUMOS

Año	Mes	Lectura	Consumo		Fecha Pago	
2011	Mayo	12412	12770	58 L	2011/05/13	1.117,00
2011	Abril	11436	9770	53 P	2011/04/27	914,36
2011	Marzo	9904	7850	58 P	2011/03/25	817,89
2011	Febrero	8704	11660	58 P	2011/02/17	1.037,44
2011	Enero	7534	10490	58 L	2011/01/25	955,39
2010	Diciembre	6152	13860	59 P	2010/12/15	1.189,48
2010	Noviembre	4691	10770	57 L	2010/11/15	954,77
2010	Octubre	3071	16850	61 L	2010/10/18	1.363,64
2010	Septiembre	1515	16220	61 L	2010/09/22	1.341,90
2010	Agosto		15540	52 L	2010/08/20	1.272,94
2010	Julio	11224	14940	51 L	2010/07/15	1.231,94
2010	Junio	9639	14990	51 L	2010/06/21	1.240,35
2010	Mayo	9639	16390	52 L	2010/05/19	1.327,06
2010	Abril	9639	16170	52 P	2010/04/22	1.299,44
2010	Marzo	9639	15590	41 L	2010/03/17	1.247,77
2010	Febrero	9639	14590	45 I	2010/02/24	1.171,40
2010	Enero	9639	24080	45 L	2010/02/05	1.854,84
2009	Diciembre	9639	15880	40 M	2009/12/22	1.235,53
2009	Noviembre	9639	17310	50 M	2009/11/24	1.180,99
2009	Octubre	9639	13640	40 M	2009/10/30	926,58
2009	Septiembre	9639	400	30 M	2009/09/23	28,13
2009	Agosto	9639	11840	30 M	2009/08/26	914,20
2009	Julio	9639	16390	40 M	2009/07/20	1.255,08
2009	Junio	9639	14880	23 L	2009/06/17	1.280,55
2009	Mayo	9639	12730	27 P	2009/05/27	1.144,63
2009	Abril	9639	15730	27 P	2009/04/20	1.380,40

ABONADOS ADJUNTOS

Ruta-lect.	Medidor	Nombre	Dirección
014-0065500	ZBE	136075 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA D	PANAMERICANA SUR
014-0065000	ZBE	136085 HOSPITAL DE GUAMOTE	SIMON BOLIVAR
014-0066500	ZDE	135877 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA D	AV 11 DE NOVIEMBRE
014-0067000	ZBE	135885 EP-EMAPAR	CDLA JUAN MONTALVO

EXPORTE DE CONS-VALORES REP.LECT 2011/05/24 14h26m28

Número de Cuenta..... 37327-4 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHI
 Sector de emisión..... RIO016 RIO016 Fecha Emisión... 2011/05
 Dirección..... PANAMERICANA SUR
 Nombre del Banco..... ESPOCH
 Ruta de lectura..... 014-0065500
 Medidor..... ZBE 136075
 Tarifa..... BPH

Poste 0,00

ISTORICO DE CONSUMOS

No	Mes	Lectura	Consumo		Fecha Pago	
011	Mayo	1490	167601	542 L	2011/05/13	12.608,40
011	Abril	1342	147529	461 P	2011/04/27	10.764,65
011	Marzo	1201	128461	391 P	2011/03/25	9.508,85
011	Febrero	1039	170613	502 P	2011/02/17	12.685,15
011	Enero	882	151544	502 L	2011/01/25	11.443,16
010	Diciembre	727	166598	481 P	2010/12/15	12.436,75
010	Noviembre	590	154555	441 L	2010/11/15	11.644,16
010	Octubre	454	147529	451 L	2010/10/18	10.693,54
010	Septiembre	311	110395	451 L	2010/09/22	8.140,58
010	Agosto	153	153551	351 L	2010/08/20	11.075,73
010	Julio	750	166597	461 L	2010/07/15	12.314,29
010	Junio	598	156562	461 L	2010/06/21	11.610,58
010	Mayo	598	162584	421 L	2010/05/19	12.085,80
010	Abril	598	138497	421 P	2010/04/22	10.498,83
010	Marzo	598	124447	421 L	2010/03/17	9.532,89
010	Febrero	598	138498	421 I	2010/02/24	10.471,30
010	Enero	598	113406	421 L	2010/02/05	8.787,63
009	Diciembre	598	129465	421 P	2009/12/22	9.850,28
009	Noviembre	598	159573	401 L	2009/11/24	11.807,74
009	Octubre	598	134482	401 P	2009/10/30	10.124,14
009	Septiembre	598	105377	250 L	2009/09/23	7.270,76
009	Agosto	598	161580	301 L	2009/08/26	13.306,31
009	Julio	598	162583	401 L	2009/07/20	14.359,78
009	Junio	598	163586	401 L	2009/06/17	13.143,90
009	Mayo	598	111400	417 L	2009/05/27	10.369,42
009	Abril	15179	116025	180 L	2009/04/20	9.926,42

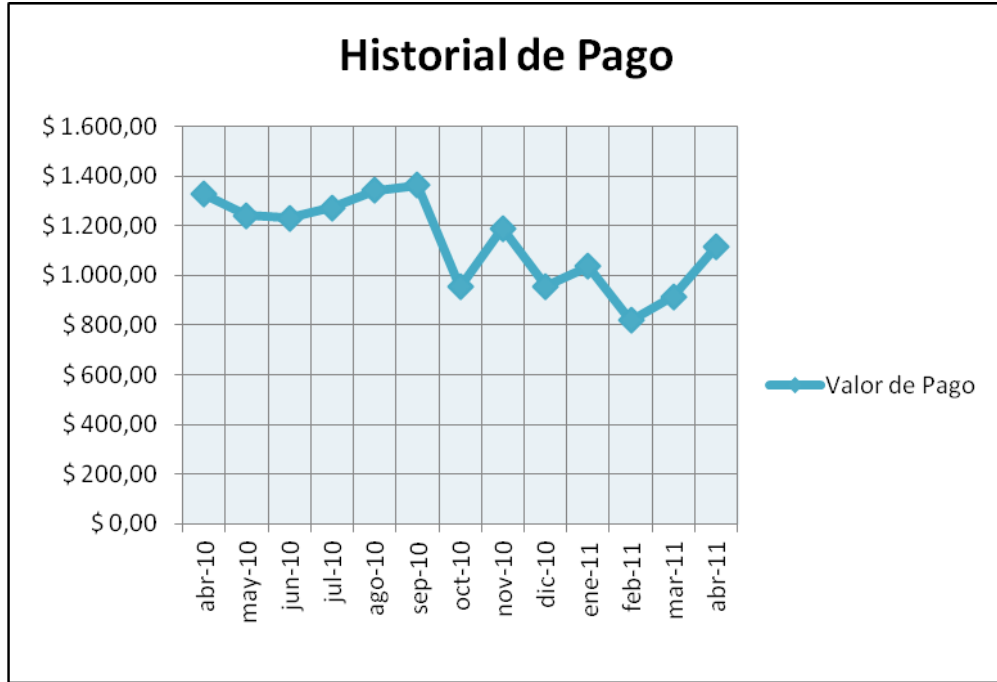
BONADOS ADJUNTOS

Ruta-lect.	Medidor	Nombre	Dirección
14-0065000	ZBE	136085 HOSPITAL DE GUAMOTE	SIMON BOLIVAR
14-0064500	ZBE	88806 MODERNA ALIMENTOS S.A.	JUAN MONTALVO 02-95
14-0066000	ZBE	135981 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA D	PANAMERICANA SUR
14-0066500	ZDE	135877 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA D	AV 11 DE NOVIEMBRE

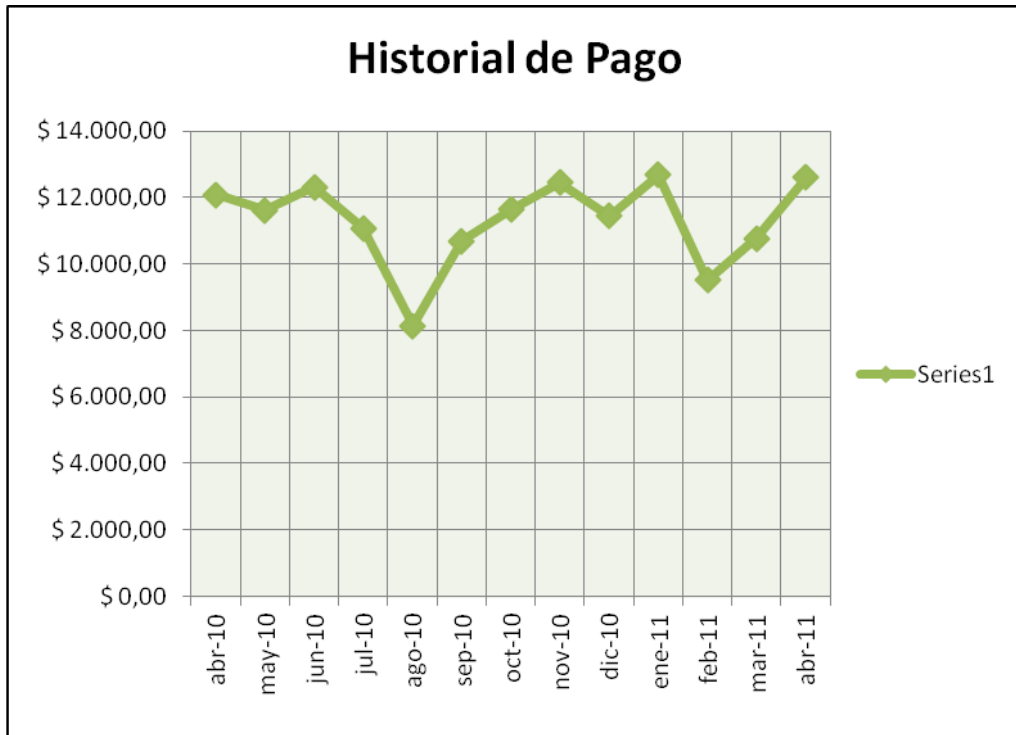
A N E X O F

Historiales de Pagos

Medidor ZBE135981



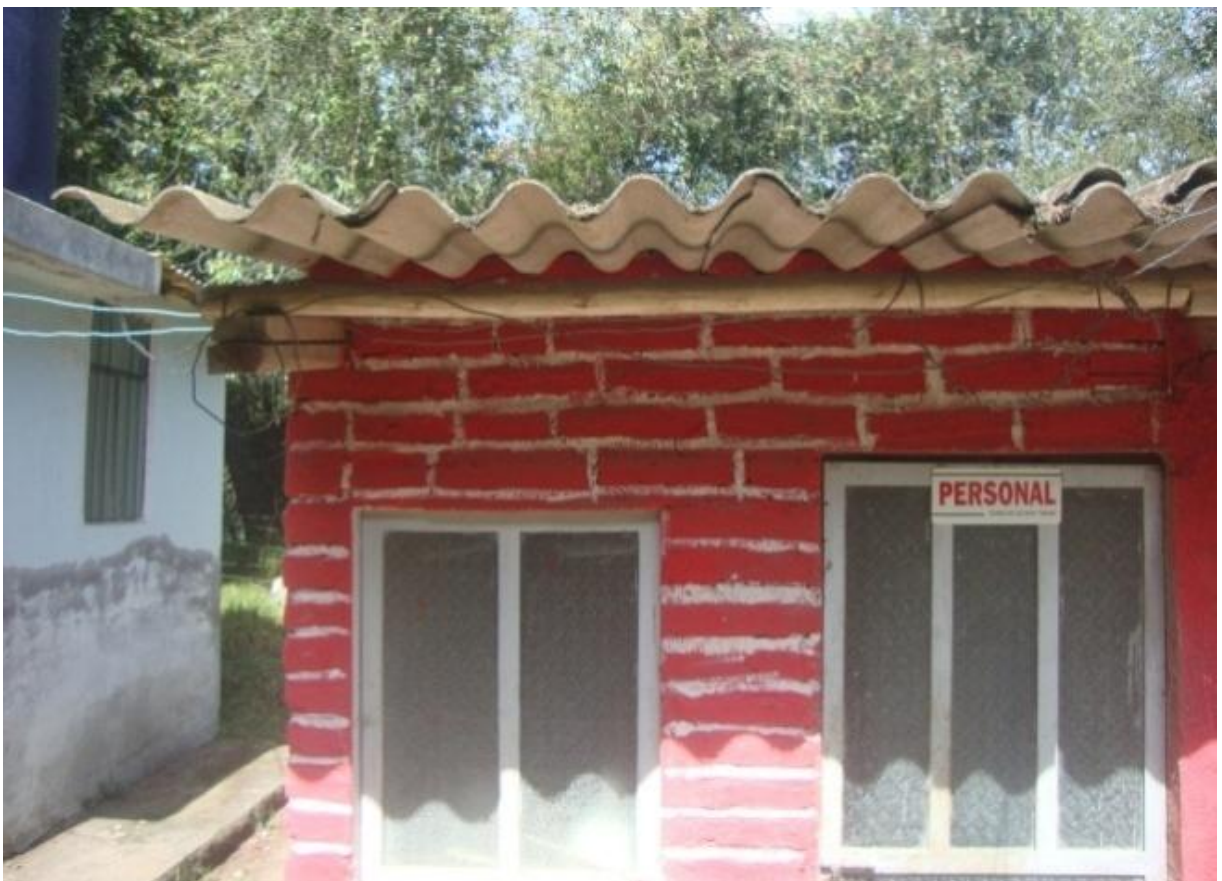
Medidor ZBE136075



ANEXO G

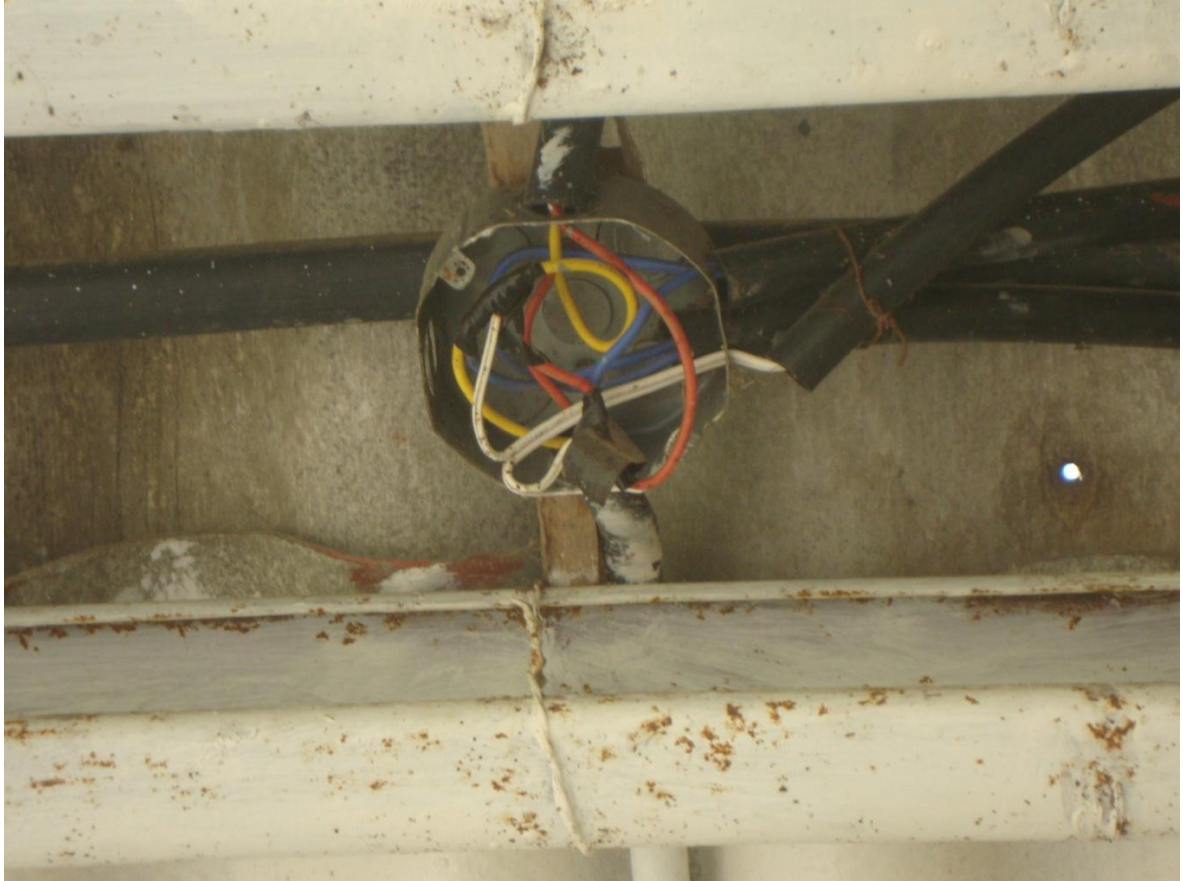
Fotos











ANEXO H

Calculo de seleccionamiento de protecciones

EQUIPO	In	Breaker	Precio (\$)
Tanque de enfriamiento arriba	3,53	80 A	80,72
Tanque de enfriamiento bomba	2,21		
Compresor	25,34		
Electrobomba	4,02		
Embasadora de bolsas	2,19		
Homogenizador sanitario	32,30		
20% DEL MOTOR MAYOR	6,46		
SUM A	76,04		

EQUIPOS	In	Protección del Tablero	Precio (\$)
Yogurtera	3,53	15 A	39,76
Speed reduce motor	0,89		
Motor Ind. Baldor	2,56		
20% DEL MOTOR MAYOR	0,71		
SUM A	7,68		

EQUIPOS	In	Protección del Tablero	Precio(\$)
Motor eléctrico calpeda	3,45	50 A	39,76
Motor eléctrico cme	8,42		
Motor eléctrico Selpee	11,01		
Bomba banco de hielo	13,84		
20% DEL MOTOR MAYOR	2,77		
SUM A	39,49		

EQUIPOS	In	Protección del Tablero	Precio (\$)
Motobomba Flint & Walling	4,97	10 A	6,67
20% DEL MOTOR MAYOR	0,99		
SUM A	5,96		

EQUIPOS	In	Protección del Tablero	Precio
Motor division 1	1,65	10 A	6,77
Motor division 2	1,65		
20% DEL MOTOR MAYOR	0,33		
SUM A	6,95		

EQUIPOS	In	Protección del Tablero	Precio
Motor frances de afuera	2,83	32 A	39,76
Motor frances de adentro	1,65		
20% DEL MOTOR MAYOR	0,57		
SUM A	5,05		

EQUIPOS	In	Protección del Tablero	Precio
Bomba De Agua	2,43	15 A	39,76
Bomba De Combustible Electric	3,37		
20% DEL MOTOR MAYOR	0,674		
sum a	6,48		

ANEXO I

Proforma de elementos eléctricos



PORTALANZA PORTALANZA ARMANDO GUALBERTO

ORGATEC

ORGANIZACION TECNICA COMERCIAL

Material Eléctrico Alta y Baja Tensión y Material Teléfono

-. VENTAS POR MAYOR Y MENOR :-

Matriz: Guayaquil 28-15 y Rocafuerte - Teléfono: 03-2963-134 - Fax: 03-2965-193

Riobamba - Ecuador

24 de Mayo de 2,011

RUC 0600792071001

PROFORMA

Nº 009411

Fecha de Emisión: _____

Señor (s): DIANA DIAZ RUC./C.I.: _____

Dirección: _____ Telf.: _____

Forma de Pago: _____ Válido por: _____

Cantidad	Código	DESCRIPCION	V. Unitario	V. Total
100.00	C-61262	Conductor Cu flexibl TFF #18 Cablec	0.1589 07	15.89
100.00	C-61263	Conductor Cu flexibl TFF #16 Cablec	0.2247 07	22.47
100.00	C-61264	Conductor Cu flexibl TFF #14 Cablec	0.3257 07	32.57
100.00	C-61265	Conductor Cu flexibl TFF #12 Cablec	0.5187 07	51.87
100.00	C-61266	Conductor Cu flexibl TFF #10 Cablec	0.9897 07	98.97
1.00	T-64010	Tubo ENT 13mm ó ½"	2.7940 07	2.79
1.00	C-53010	Codo ENT 13mm ó ½"	0.3035 07	0.30
1.00	C-69010	Conector ENT 13mm ½" ext.	0.1905 07	0.19
1.00	U-10030	Unión ENT 13mm ó ½" ext.	0.2286 07	0.23
1.00	L-19210	Lamp.simple 2x40W RS 120V Splendor	19.8120 07	19.81
1.00	L-37380	Lamp.t/barco ovalada blanca	5.8293 07	5.83
1.00	C-24030	Canaleta cerrada 32x12mm P-1101	1.9571 07	1.96
1.00	A-59011	Angulo plano 32x12 bl-mr p'canaleta	0.3937 07	0.39
100.00	C-61231	Condctor Cu concént TSJ #3x18Cablec	0.8853 07	88.53
100.00	C-61232	Condctor Cu concént TSJ #3x16Cablec	1.0215 07	102.15
100.00	C-61234	Condctor Cu concént TSJ #3x12Cablec	2.1225 07	212.25
100.00	C-61235	Condctor Cu concént TSJ #3x10Cablec	3.1894 07	318.94
100.00	C-61313	Conductor Cu superflex 3X8 Cablec	5.2289 07	522.89
100.00	C-61314	Conductor Cu superflex 3X6 Cablec	7.7396 07	773.96
100.00	C-61315	Conductor Cu superflex 3x4 Cablec	12.5645 07	1,256.45

CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION
369 DEL 22/05/2006

SUB-TOTAL S

Descuento S 3,528.45

Tiempo de entrega :

T. Gravado IVA Tarifa 0% S

Marca :

T. Gravado IVA Tarifa 12 % S

Importe del IVA S

3,528.45

423.41

DEL 9201 AL 9500

TOTAL S

3,951.86

Ivan