



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“MANTENIMIENTO MEJORATIVO DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DOMICILIARIO E INDUSTRIAL EN LAS INSTALACIONES DE
LA PISCINA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO MEDIANTE EL ESTUDIO DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA”**

QUISINTUÑA JINDE ALEJANDRA KAROLINA

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTOS TÉCNICOS

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-11-29

Yo recomiendo que el trabajo de Titulación preparado por:

QUISINTUÑA JINDE ALEJANDRA KAROLINA

Titulada:

**“MANTENIMIENTO MEJORATIVO DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DOMICILIARIO E INDUSTRIAL EN LAS INSTALACIONES DE LA PISCINA
DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
MEDIANTE EL ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. César Eduardo Astudillo Machuca
DIRECTOR

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
ASESOR

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: QUISINTUÑA JINDE ALEJANDRA KAROLINA
TRABAJO DE TITULACIÓN: “MANTENIMIENTO MEJORATIVO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DOMICILIARIO E INDUSTRIAL EN LAS INSTALACIONES DE LA PISCINA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO MEDIANTE EL ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”

Fecha de Examinación: 2017-07-19

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Marco Antonio Haro Medina PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. César Eduardo Astudillo Machuca DIRECTOR			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos ASESOR			

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

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Dr. Marco Antonio Haro Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

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

QUISINTUÑA JINDE ALEJANDRA KAROLINA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alejandra Karolina Quisintuña Jinde, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos y normas constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Alejandra Karolina Quisintuña Jinde
Cédula de Identidad: 180444323-0

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado con mucho cariño a todas las personas que hicieron posible el cumplimiento de este objetivo. A mis padres Clara Angélica Jinde Villares y Ángel Enrique Quisintuña Núñez por todo el esfuerzo y el apoyo incondicional demostrando amor en cada momento. A mis hermanos Klever y Viviana por estar en los buenos y malos momentos apoyándonos como familia. Al regalo más grande que me dio la vida mi hija Naomi por tener la dicha de disfrutar de su dulzura cada día.

Alejandra Karolina Quisintuña Jinde

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida junto a mis seres queridos y por la oportunidad de seguirme superando día tras día.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de forma especial a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento y a sus docentes por la paciencia y dedicación al compartir sus conocimientos para poder formarme como profesional.

Mi más sincero agradecimiento al Ing. César Astudillo y al Ing. Marco Santillán por la colaboración brindada en el presente trabajo.

Alejandra Karolina Quisintuña Jinde

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES	
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 <i>Objetivo general.</i>	3
1.4.2 <i>Objetivos específicos.</i>	3
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Eficiencia energética.....	4
2.2 Parámetros de eficiencia energética.....	4
2.3 Mantenimiento predictivo	5
2.4 Termografía	6
2.5 Termografía en sistemas eléctricos	6
2.6 Mantenimiento mejorativo.....	11
2.7 Fundamentos de una instalación eléctrica	11
2.8 Ley de Joule	12
2.9 Objetivos de una instalación	13
2.10 Clasificación de las instalaciones eléctricas	14
2.11 Vida de una instalación	15
2.12 Alumbrado	15
2.13 Calibres de conductores y diámetros de tuberías	17
2.14 Cargas por circuitos	23
2.15 Códigos normas y simbología.....	24
3. ESTUDIO TÉCNICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA PISCINA DE LA ESPOCH	
3.1 Localización de las instalaciones	26
3.2 Diagnóstico de la situación actual de la piscina	26
3.3 Datos técnicos de los equipos de la piscina de la ESPOCH	27
3.3.1 <i>Iluminación frontis de la piscina.</i>	27
3.3.2 <i>Entrada principal</i>	28
3.3.3 <i>Camerinos, vestidores, duchas de mujeres y hombres.</i>	28
3.3.4 <i>Bar –cocina.</i>	29
3.3.5 <i>Oficina de conserjes</i>	29
3.3.6 <i>Oficina administración.</i>	29
3.3.7 <i>Baterías sanitarias de damas.</i>	30
3.3.8 <i>Baterías sanitarias caballeros</i>	31
3.3.9 <i>Iluminación túnel de ventilación piscina.</i>	31
3.3.10 <i>Área de calentamiento de agua para duchas.</i>	32
3.3.11 <i>Tablero control principal.</i>	33
3.3.12 <i>Control sala de máquinas.</i>	37
3.3.13 <i>Generador de vapor.</i>	40

3.3.14	<i>Hidromasaje Pequeño.</i>	41
3.3.15	<i>Hidromasaje grande.</i>	42
3.3.16	<i>Terraza sala de máquinas.</i>	43
4.	ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS TABLEROS PRINCIPALES DE LA PISCINA DE LA ESPOCH.	
4.1	Análisis termográfico	45
5.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MEJORATIVO	
5.1	Análisis, alternativa y propuesta	54
5.1.1	<i>Características de las cargas</i>	54
5.1.2	<i>Distribución.</i>	54
5.2	Determinación de la demanda	55
5.2.1	<i>Cálculo de la carga.</i>	55
5.2.2	<i>Cálculo de conductores para motores</i>	56
5.2.3	<i>Iluminación y tomacorrientes</i>	57
5.3	Ingeniería del proyecto	61
5.3.1	<i>Presupuesto del desarrollo del proyecto.</i>	61
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones	69
6.2	Recomendaciones	70

BIBLIOGRAFIA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

1.	Tabla 1. Factor de relleno para instalaciones.....	22
2.	Tabla 2. Norma, códigos y simbología aplicada.....	25
3.	Tabla 3. Análisis termográfico Tablero cuarto de máquinas	47
4.	Tabla 4. Análisis termográfico Gabinete bomba 1 piscina.....	48
5.	Tabla 5. Análisis termográfico Tablero cuarto de máquinas	49
6.	Tabla 6. Análisis termográfico Control Sauna Grande.....	50
7.	Tabla 7. Análisis termográfico Control Turco.....	51
8.	Tabla 8. Análisis termográfico Calentamiento de agua duchas.....	52
9.	Tabla 9. Análisis termográfico Calentamiento de agua Duchas.....	53
10.	Tabla 10. Rendimiento de motores según su factor de potencia	55
11.	Tabla 11. Datos técnicos equipos de la piscina ESPOCH.	55
12.	Tabla 12. Factor de demanda.....	56
13.	Tabla 13. Intensidad y calibres en motores trifásicos.....	57
14.	Tabla 14. Intensidad y calibres en motores monofásicos	57
15.	Tabla 15. Factor de coincidencia por número de circuitos	58
16.	Tabla 16. Tabla de potencias de iluminación y tomacorrientes.....	58
17.	Tabla 17. Equipos y datos del tablero 1	61
18.	Tabla 18. Calibres y precio del tablero 1	61
19.	Tabla 19. Equipos y datos del tablero 2.....	62
20.	Tabla 20. Calibres y precio del tablero 2	62
21.	Tabla 21. Equipos y datos del tablero 3.....	63
22.	Tabla 22. Calibres y precio del tablero 3	63
23.	Tabla 23. Equipos y datos del tablero 4.....	64
24.	Tabla 24. Calibres y precios del tablero 4	65
25.	Tabla 25. Equipos y datos el tablero 5.....	65
26.	Tabla 26. Calibres y precio del tablero 5	66
27.	Tabla 27. Presupuesto total el proyecto	67

LISTA DE FIGURAS

1.	Figura 1. Efectos de la temperatura en un cuerpo.....	9
2.	Figura 2. Partes de un conductor estándar	17
3.	Figura 3. Número de conductores por tubería	21
4.	Figura 4. Frontis de la piscina.....	27
5.	Figura 5. Luminaria frontis de la piscina	27
6.	Figura 6. Luminaria entrada principal	28
7.	Figura 7: Tomacorrientes Vestidores.....	28
8.	Figura 8. Toma e interruptor área de bar y cocina.....	29
9.	Figura 9. Control oficina administración	29
10.	Figura 10. Caja térmica sanitarios damas	30
11.	Figura 11. Sanitarios hombres	31
12.	Figura 12. Iluminación túnel de ventilación	32
13.	Figura 13. Calentamiento de duchas.....	32
14.	Figura 14. Especificaciones técnicas bomba duchas	33
15.	Figura 15. Control principal administración.....	34
16.	Figura 16. Especificaciones técnicas Bomba cisterna 1	34
17.	Figura 17. Especificaciones técnicas Bomba cisterna 2	35
18.	Figura 18. Especificaciones técnicas Hidrolavadora	35
19.	Figura 19. Especificaciones técnicas Sauna 1	36
20.	Figura 20 Especificaciones técnicas Sauna 2	36
21.	Figura 21. Alimentación tablero principal cuarto de máquinas.....	37
22.	Figura 22. Control principal cuarto de máquinas	37
23.	Figura 23. Especificaciones técnicas Bomba piscina 1	38
24.	Figura 24. Especificaciones técnicas Bomba piscina 2	39
25.	Figura 25.Especificaciones técnicas Quemador Calentador 1.....	39
26.	Figura 26. Especificaciones técnicas Quemador calentador 2.....	40
27.	Figura 27. Alimentación generador de vapor	40
28.	Figura 28. Especificaciones técnicas Generador de vapor	41
29.	Figura 29. Hidromasaje pequeño	41
30.	Figura 30. Especificaciones técnicas Bomba jet hidro 8	42
31.	Figura 31. Especificaciones técnicas Filtración hidro 15	43
32.	Figura 32.Terraza sala de máquinas	43
33.	Figura 33. Control oficina de administración (Aplicado mantenimiento).....	62
34.	Figura 34. Calentamiento duchas (Aplicado mantenimiento)	63
35.	Figura 35. Alimentación tablero principal cuarto de máquinas (Aplicado mantenimiento)	64
36.	Figura 36. Control bomba cisterna 1	65
37.	Figura 37. Bomba cisterna 1	65
38.	Figura 38. Hidromasaje pequeño (Aplicado mantenimiento).....	66

LISTA DE ANEXOS

- | | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Anexo A | Tabla de emisividad |
| Anexo B | Tipos de cables |
| Anexo C | Tabla para selección de calibre de conductores |
| Anexo D | Especificaciones técnicas de cámara termográfica FLIR SERIE E |
| Anexo E | Fotos |
| Anexo F | Evaluación de riesgo normas internacionales |
| Anexo G | Análisis termográfico de las instalaciones eléctricas de la piscina de la ESPOCH |
| Anexo H | Modelo de informe termográfico |
| Anexo I | Proforma de material eléctrico |

LISTA DE ABREVIACIONES

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
3ø	Trifásico
1ø	Monofásico
kW	Kilovatio
MVA	Megavoltiamperio

RESUMEN

El presente trabajo de titulación describe el mantenimiento mejorativo del sistema eléctrico domiciliario e industrial en las instalaciones de la piscina de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante el estudio de eficiencia energética, que tuvo como objetivo el desarrollo de un estudio de eficiencia energética de las mismas, identificando puntos calientes que son provocados por incrementos de corriente, una inadecuada selección de conductores, elementos mal ajustados, corrosión y suciedad. Este proyecto en su desarrollo contiene conceptos teóricos de mantenimiento, eficiencia energética en instalaciones deportivas, conceptos generales del equipo termográfico FLIR SERIE E, evaluación de severidad y generación de informes del estado de los elementos de las instalaciones con lo cual se realiza el mantenimiento mejorativo reemplazando elementos eléctricos en mal estado que provocan el calentamiento de los conductores y demás elementos eléctricos. Con el mantenimiento mejorativo en las instalaciones de la piscina de la ESPOCH que comprende la utilización de cables, protecciones, y demás dispositivos con un calibre adecuado de acuerdo a la norma UNE-EN 60617 se optimiza el servicio en las instalaciones generando ahorro energético y mejora la estética de las mismas. Con la implementación del estudio en las instalaciones de la piscina se incrementa la eficiencia y rendimiento de la misma, además de conservar los activos logrando alcanzar su vida útil y garantizando su funcionamiento evitando fallos en los sistemas. Al mismo tiempo rehabilitar la malla a tierra existente en el área del cuarto de máquinas de la piscina es importante ya que su ausencia representa un riesgo tanto para los equipos como para el personal que labora en el lugar.

PALABRAS CLAVE: <SITEMAS ELÉCTRICOS>, <EFICIENCIA ENERGÉTICA>, <SELECCIÓN DE CONDUCTORES>, <MANTENIMIENTO MEJORATIVO>, <ANÁLISI TERMOGRÁFICO> <PUNTOS CALIENTES>

ABSTRACT

The present graduation work describes the enhancement maintenance of the electronic system domiciliary and industrial in the facilities of the swimming pool of the Polytechnic School of Chimborazo by means of the study of energy efficiency, whose objective was the development of a study of the energy efficiency of the same, identifying hot spots that are caused by power increases, improper selection of conductors, maladjusted elements, corrosion and dirt. This project in its development contains theoretical concepts of maintenance, energy efficiency in sports facilities, general concepts of the thermal equipment FLIR SERIE E, evaluation of severity and generation of reports of the states of the elements of the facilities with which the enhancement maintenance is done replacing electrical element in poor condition that cause the heating of conductors and other electrical elements. With the enhancement maintenance in ESPOCH pool facilities that includes the use of cables, protections, and other devices with a suitable gauge in accordance with the UNE –EN 60617 standard the service in the facilities is optimized generating energy savings and better aesthetics of them. With the implementation of the study in the pool facilities, the efficiency and performance of the pool is increased, as well as preserving the assets achieving their useful life and guaranteeing their operation avoiding system failures. At the same time, rehabilitating the existing ground mesh in the area of the pool machine room is important since its absence represents a risk for both the equipment and the staff working on the place.

KEY WORDS: <ELECTRONIC SYSTEM>, <ENERGY EFFICIENCY>, <CONDUCTOR SELECTION>, <ENHANCEMENT MAINTENANCE>, <THERMOGRAPHIC ANALYSIS>. < HOT SPOT>.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo como establecimiento de educación superior cuenta con áreas de apoyo académico para sus estudiantes, dentro de ellas uno de los servicios que presta la institución es el uso de la piscina que beneficia a deportistas que representan a la ESPOCH dentro y fuera de la provincia y a estudiantes politécnicos que toman como disciplina la asignatura de natación en el departamento de educación física de la institución.

La construcción de la piscina inicia en base a mingas de empleados, estudiantes, profesores alrededor del año 1984-1985 en un inicio no se prestaba atención al público y estuvo abandonada aproximadamente 4 años, en la segunda administración se inicia las actividades con atención a los estudiantes de la politécnica y también al público en general.

Con los servicios que oferta la piscina y el paso del tiempo el deterioro en las instalaciones eléctricas es evidente por lo cual es necesario aplicar mantenimiento con el fin de mejorar la eficiencia en la instalación.

Por esto es necesario un estudio técnico de las instalaciones eléctricas ya que además de generar un mayor consumo representan un peligro a quienes desarrollan sus actividades en este lugar puesto que existen elementos que se encuentran en condiciones no óptimas de trabajo, para ello se generará también un estudio de eficiencia energética de forma que este sea una herramienta favorable que ayude a determinar los puntos que generen mayor consumo eléctrico para así ubicarlos dentro de los parámetros normales de funcionamiento requeridos.

1.2 Antecedentes

Con el avance tecnológico y el crecimiento de la economía, el consumo energético ha tomado un lugar importante dentro de sectores como el industrial y el educativo ya que los mismos requieren de equipos eléctricos y electrónicos que demandan de una calidad de energía y eficiencia para cumplir con su funcionamiento de forma correcta.

Debido a las exigencias de las industrias, establecimientos de servicio y estudio existen equipos con los que se puede determinar si en la red eléctrica existen pérdidas para corregirlos de tal forma que el sistema eléctrico tenga un óptimo funcionamiento.

El estudio de consumo eléctrico basado en técnicas predictivas se aplica en los tableros principales que se encuentran en la piscina de la ESPOCH, los mismos que pueden estar en condiciones incorrectas de funcionamiento existiendo un dimensionamiento inadecuado que genera pérdidas de calor y como consecuencia un mayor consumo eléctrico.

1.3 Justificación

El estudio de eficiencia energética que se realizará en las instalaciones de la piscina de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se enfoca en las pérdidas de calor que se generan en los principales tableros existentes en las instalaciones tanto industrial que pertenece a la sala de máquinas y la domiciliaria que corresponde al área de las oficinas vestuarios, baños y duchas pertenecientes a la piscina.

El estudio se complementa con el mantenimiento Mejorativo de las instalaciones de la piscina ya que con ello se reduce la pérdida energética mejorando el estado físico y operativo de las mismas y además con el mantenimiento se genera seguridad para quienes están realizando sus actividades diarias cerca de los elementos eléctricos existentes en el lugar.

El estudio se realiza con la cámara termográfica FLIR SERIE E perteneciente a la ESPOCH que facilita el análisis.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general. Realizar el mantenimiento Mejorativo del sistema eléctrico domiciliario e industrial en las instalaciones de la piscina de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante el estudio de eficiencia energética

1.4.2 Objetivos específicos.

Realizar un estudio de eficiencia energética mediante termografía.

Determinar el estado técnico actual de las instalaciones eléctricas de la piscina.

Seleccionar las protecciones adecuadas para los diferentes circuitos.

Calcular el calibre correcto de los conductores.

Ejecutar el mantenimiento Mejorativo a las instalaciones.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Eficiencia energética

La eficiencia energética consiste en reducir la cantidad de energía al sistema eléctrico sin que esto afecte a las actividades normales que se realizan en edificios, industrias o cualquier proceso de transformación buscando la generación de energías renovables y protegiendo el medioambiente. (SERRA, 2008)

La consecuencia de la eficiencia energética es un ahorro energético que se ve reflejado en mayor eficiencia y menor consumo de energía. (SERRA, 2008)

Una instalación eléctricamente eficiente permite la reducción de sus costes técnicos y económicos de explotación, para ello un estudio de eficiencia energética se lleva a cabo bajo tres puntos fundamentales. (SERRA, 2008)

- Ayudar a la sostenibilidad del sistema y medio ambiente mediante la reducción de emisiones de CO₂ al reducir la demanda de energía
- Mejorar la gestión técnica de las instalaciones aumentando su rendimiento y evitando paradas de procesos y averías
- Reducción, tanto del coste económico de la energía como del de explotación de las instalaciones (SERRA, 2008)

Estos tres puntos favorecen a la industria de gran manera ya que evita sanciones en cuanto a contaminación, las paradas son mínimas y el costo económico por consumo es menor obteniendo de esta manera mayores utilidades.

2.2 Parámetros de eficiencia energética

Ya que el fin de una instalación deportiva es crear un área de relajación y deporte en el cual se desarrollan actividades con requerimientos físicos distintos, la energía que se

utiliza para crear un ambiente de confort también es distinta a la que se utiliza en la industria o en el hogar ya que se está proporcionando servicios específicos. (RENOVETEC, 2010)

Esto se puede llevar a cabo mediante una pequeña contabilidad energética partiendo de los consumos anuales de energía eléctrica, de agua y de combustible a partir de ellos se obtiene indicadores del consumo eléctrico de la instalación deportiva. (Medidas para la eficiencia energetica, 2008)

Gestión y mantenimiento energético

Al realizar un mantenimiento preventivo de buena calidad se evita el mantenimiento correctivo brindando así el correcto funcionamiento del sistema y a su vez reduce los costes que ocasiona la parada parcial o total de la instalación. (JIMENO, 2008)

2.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consiste una serie de acciones que relaciona una variable con el desgaste físico de los equipos y su estado. Este tipo de mantenimiento se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. (RENOVETEC, 2010)

Con este mantenimiento se obtiene señales de alarma anticipándose a fallos graves que generan paradas totales o parciales de los equipos o instalaciones existentes dentro de un proceso de fabricación de productos o servicios. (RENOVETEC, 2010)

También son consideradas técnicas predictivas sencillas a las inspecciones visuales y lecturas de indicadores.

Las técnicas predictiva utilizadas frecuentemente en la industria son:

- Análisis de vibraciones
- Termografías
- Boroscopías

- Análisis de aceites
- Análisis de ultrasonido
- Análisis de hunos de combustión
- Control de espesores en equipos estáticos

2.4 Termografía

La termografía en la industria es utilizada para detectar anomalías en equipos mecánicos y eléctricos con la obtención de imágenes que muestran los puntos con mayor temperatura que representan defectos que deben ser analizados y categorizados. (ALAVA, 2009)

Dentro de un programa de mantenimiento las cámaras termográficas son un elemento clave para detectar los cambios de temperatura que permiten controlar el comportamiento de los equipos, su mayor ventaja sin duda es que para realizar dicho control no es necesario detener el equipo pues la cámara termográfica genera una imagen térmica por lo cual no se pierde productividad y tampoco se expone a la persona que realiza el mantenimiento a un situación de riesgo. (ALAVA, 2009)

2.5 Termografía en sistemas eléctricos

La termografía aplicada a sistemas eléctricos es utilizada en elementos de diferentes tamaños y formas por lo cual está dividida en dos categorías en: instalaciones de alta y baja tensión. (ALAVA, 2009)

Por la forma y tamaño de las instalaciones los fallos que se presentan son distintos y por lo mismo una manera específica en la que ocurren las fallas dependiendo de la tensión a la que se encuentren trabajando.

Instalaciones de alta tensión

En instalaciones de alta tensión el calor es un factor importante, este se genera al pasar la corriente pasa por un elemento resistivo lo cual eleva la temperatura de la instalación.

Este calor es directamente proporcional a la resistencia de los elementos y con el pasar del tiempo las resistencias se elevan debido a factores como la corrosión o la holgura entre elementos consecuentemente la elevada temperatura provoca cortes de tensión e incluso lesiones a quienes manipulan las instalaciones. (ALAVA, 2009)

Por otra parte la energía empleada en calor provoca pérdidas innecesarias que al acumularse pueden generar que los conductores se fundan o explosiones generando incendios. (ALAVA, 2009)

Los problemas más comunes que se previenen mediante la termografía en este tipo de instalaciones son

Principales razones de variaciones de temperatura o puntos críticos

- Avería de aislamiento
- Avería de componentes
- Aislantes
- Cables de fusibles y conexiones
- Condensadores
- Controladores
- Distribución eléctrica (trifásica)
- Transformadores
- Motores
- Subestaciones

A estas razones se le suma la selección inadecuada de estos elementos ya que el mal dimensionamiento provoca un daño prematuro, calentamiento excesivo y daños a elementos cercanos.

La existencia de puntos críticos se debe a varias razones como:

- Deterioro o falla en el aislamiento
- Avería en el componente
- Cargas desequilibradas
- Sistemas con sobrecarga
- Armónicos
- Conexiones con corrosión o sueltas elevan la resistencia del circuito

Instalaciones de baja tensión

En estas instalaciones las inspecciones se realizan en tableros de control, cuadros eléctricos en los que el calor excesivo es causante de conexiones fundidas que dan lugar a averías e incluso incendios, otro causante de variantes en la temperatura son las conexiones sueltas y la corrosión que generan desequilibrios de carga y aumento de impedancia de corriente. (ALAVA, 2009)

Problemas comunes en instalaciones de baja tensión

- Malas conexiones y daños internos
- Conexiones de alta resistencia
- Fallos internos en los disyuntores
- Conexiones corroídas
- Daños internos en los fusibles

Para que la termografía sea interpretada correctamente el operador debe tener en cuenta los factores que influyen en la lectura de temperatura de la cámara los mismos que se detallan a continuación y deben ser de conocimiento del inspector ya que son de suma

importancia para que la toma de la termografía se realice con un porcentaje mínimo de errores. En caso de que estos se presenten se analizara si es necesario hacer una nueva termografía.

Transmisión (t)

La transmisión es la capacidad de un material de dejar pasar la radiación infrarroja, es decir, de transmitirla. La mayoría de los materiales no dejan pasar la radiación infrarroja, por lo que la transmitividad de la mayoría de los materiales es prácticamente cero y se puede despreciar. (Testo, 2010)

Emisividad (ϵ)

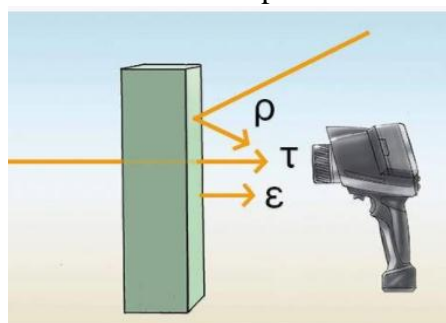
La emisividad se define como la capacidad que tiene un cuerpo para emitir infrarrojos. Depende en gran medida de las propiedades de los materiales del cuerpo. Es muy importante establecer la emisividad correcta en la cámara o, de lo contrario, las mediciones de temperatura no serán correctas. (ALAVA, 2009)

Reflexión o radiación (ρ)

Es la medida de la capacidad de un material de reflejar la radiación infrarroja. Depende de las propiedades de la superficie, la temperatura y el tipo de material. En general las superficies lisas y brillantes reflejan de forma más intensa que las rugosas y mate del mismo material. (ALAVA, 2009)

Emisividad, reflexión y transmisión

Figura 1. Efectos de la temperatura en un cuerpo



Fuente: www.testo.com/es

Condiciones meteorológicas

La temperatura juega un papel importante ya que una temperatura elevada puede calentar todo el elemento al momento de realizar la termografía ocultando los puntos calientes y una temperatura baja puede enfriar los puntos hasta un umbral previamente determinado. (ALAVA, 2009)

La luz solar directa y la sombra también influyen incluso después de varias horas después de la exposición.

Ventajas de la Termografía

Con el uso de la termografía se buscan mayor rapidez y eficacia a menor coste debido a que las plantas industriales necesitan trabajar sin interrupción alguna ya que su producción se ve afectada. (AINIA, 2012)

Las ventajas que se logran con la aplicación de termografía:

Prevención de averías

La termografía permite obtener imágenes de la distribución de temperatura en equipos eléctricos y mecánicos. Así se detectan por ejemplo elevadas temperaturas anómalas (recalentamientos del sistema) que son, en muchas ocasiones, la situación previa a costosos fallos en instalaciones eléctricas y mecánicas. Permite un mantenimiento preventivo más fiable. (AINIA, 2012)

Reducción del consumo energético

Son empleadas en la evaluación del consumo energético en instalaciones o líneas de producción. Esta herramienta permite conocer los puntos en los que se producen ineficiencias de los sistemas de refrigeración, pérdidas de calor o anomalías en el aislamiento de cámaras frigoríficas, entre otros. (AINIA, 2012)

Además de estas dos grandes ventajas, la termografía permite:

- Mayor rapidez y eficacia en la identificación de puntos calientes relacionados con problemas de suministro
- Evitar costosas pérdidas asociadas a una falla que no detengan el sistema productivo como la parada total de producción o incendios por elevadas temperaturas al no ser tratadas a tiempo.
- Ayuda a optimizar el proceso productivo al evitar las pérdidas y reducir el consumo energético.
- Contribuye a la extensión de la vida útil de los equipos.

2.6 Mantenimiento mejorativo

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación, también es considerado como un plan de mejora continua en máquinas, equipos e instalaciones que incluye un mantenimiento previo y correcto desde el diseño y durante la vida útil del elemento. (HERNANDEZ, 2011)

Diferencia entre mantenimiento correctivo y mejorativo

Mantenimiento correctivo: consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia, provocando alto costo de parada de producción, accidente laborales y pérdidas de vida, estrés, indisponibilidad del equipo, baja confiabilidad, y por último baja competitividad en el mercado. (HERNANDEZ, 2011)

Por otra parte el mantenimiento Mejorativo si presenta la alternativa de mejorar las condiciones del elemento que se desea cambiar ya que se puede reemplazar por uno mejor en cuanto a condiciones de resistencia, material y calidad (HERNANDEZ, 2011).

2.7 Fundamentos de una instalación eléctrica

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos los cuales permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos

dependientes de esta. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, y soportes. Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas, (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos). (SOTO, 2017)

Todo aparato eléctrico consume una cantidad de energía equivalente a la que entrega la fuente a la que están conectados, esta energía es la que se registra en los medidores y es facturada al consumidor por la empresa de suministro y es denominada energía activa. (BERARDI, 2015)

Debido a su principio de funcionamiento existen algunos equipos que requieren de una energía mayor a la registrada en el medidor para iniciar su funcionamiento una parte de esta es la energía activa y la otra se queda retenida en el aparato y la red de electricidad a esta se le denomina energía reactiva y no es registrada por la empresa de suministro. (BERARDI, 2015)

La energía que debe ser transportada hasta el punto de consumo es la suma de la energía activa y reactiva la misma que se denomina aparente. (BERARDI, 2015)

2.8 Ley de Joule

Cuando por un conductor circula corriente eléctrica, este se calienta y produce calor. Esto es debido a que parte del trabajo que se realiza para mover las cargas eléctricas entre dos puntos de un conductor se pierde en forma de calor. (ENDESA, 2016)

El año 1845, James Prescott Joule fue capaz de encontrar la ley que permite calcular este efecto, viendo que este trabajo disipado en forma de calor es:

- Proporcional al tiempo durante el que pasa la corriente eléctrica.
- Proporcional al cuadrado de la intensidad que circula.
- Proporcional a la resistencia del conductor.

Se expresa de la siguiente manera:

$$W = R * I^2 * t \quad (1)$$

El efecto Joule limita la corriente eléctrica que pueden transportar los cables de las conducciones eléctricas. Este límite asegura que la temperatura que pueden conseguir los cables no pueda producir un incendio. Una manera de asegurar que no supere el límite es utilizando un fusible: un dispositivo formado por un hilo de metal que va conectado en serie al circuito general de la instalación eléctrica. (ENDESA, 2016)

2.9 Objetivos de una instalación

Una instalación eléctrica debe cumplir con los requerimientos establecidos en la etapa de proyecto, lo cual esencialmente es proporcionar energía eléctrica de tal manera que esta satisfaga a los elementos receptores los mismos que la transforman según sus necesidades. (SOTO, 2017)

Además debe cumplir con normas, no debe ser compleja y ofrecer una economía aceptable a su propietario. (SOTO, 2017)

Una instalación eléctrica debe de distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además algunas de las características necesarias de estas son:

- Segura contra accidentes e incendios
- Daños materiales se pueden evaluar económicamente
- Accesible y de fácil mantenimiento
- Confiable
- Flexible
- Simple

2.10 Clasificación de las instalaciones eléctricas

Pueden clasificarse de acuerdo al nivel de voltaje y al ambiente de trabajo

- **Nivel de voltaje**
- Instalaciones no peligrosas: Su voltaje es igual o menor a 12V
- Instalaciones de baja tensión: El voltaje respecto a tierra no excede 750 Voltios
- Instalaciones de media tensión: No existen límites precisos, se puede considerar rangos de 1000 a 15000 Voltios; algunos autores incluyen todos los equipos hasta los 34kV.
- Instalaciones de alta tensión: Voltajes superiores a los anteriormente mencionados.
- **Lugar de instalación:** Normales y peligrosas

Normales

- Interiores
- Exteriores

Peligrosas

En ellas está presente el peligro de fuego o explosión debido a que se encuentra en presencia de gases, polvos combustibles, líquidos inflamables y vapores. (SOTO, 2017)

Códigos y normas

El diseño de una instalación eléctrica se desarrolla en base a un marco legal, ya que se considera un buen proyecto de ingeniería a aquel cuya respuesta técnica y económica respete los requerimientos de las normas y códigos aplicables. (SOTO, 2017)

2.11 Vida de una instalación

Fiscalmente, a la instalación eléctrica se le asigna el tiempo de vida que la Ley del Impuesto Sobre la Renta permite, de acuerdo con su destino. Una instalación para alumbrado y contactos tendrá una vida media esperada de 20 años (BALAN, 2016)

Sin embargo, los componentes individuales de la instalación pueden tener un tiempo de vida diferente, dependiendo de sus propiedades físicas, mecánicas y eléctricas, de sus condiciones de uso, del mantenimiento que se les brinde y de las condiciones atmosféricas a las que están sometidos. (BALAN, 2016)

La falta de mantenimiento oportuno es uno de los principales rasgos que actúan en detrimento de la vida útil de los activos. (BALAN, 2016)

Aunque es difícil precisar depende de factores como:

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

2.12 Alumbrado

Alumbrado

La distribución de las luminarias va a ser determinante para un reparto de luz adecuado en función de las características del uso que se realice del local o área. Una colocación errónea de las luminarias puede producir zonas con un nivel de iluminación elevado y zonas oscuras y, lo que puede resultar peor, una diferencia de luminancia elevada. (INSHT, 2015)

Se habla de alumbrado para referirse de forma general al conjunto de la distribución de las luminarias. (INSHT, 2015)

Los posibles tipos de alumbrado que podemos utilizar en interiores son:

a) Alumbrado general: Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido, se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo con el fin de obtener una iluminación uniforme se utiliza lámparas fluorescentes .Con esta distribución los puestos se pueden cambiar cuando y como se deseen pero no se logra una mayor iluminación y tampoco se puede conseguir lugares más iluminados que otros. (INSHT, 2015)

Este tipo es el más utilizado pues presenta un aspecto armonioso y mejor iluminación.

b) Alumbrado general localizado: Proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra donde hace falta. (INSHT, 2015)

El inconveniente que presenta esta distribución es que al cambiar los puestos de trabajo también debe cambiarse la distribución de la luminaria. (INSHT, 2015)

c) Alumbrado localizado: Se emplea en caso de necesitar una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico son las lámparas de escritorio. (INSHT, 2015)

d) Alumbrado directo: Con este tipo de iluminación todo el flujo luminoso se dirige directamente a la zona que se desea iluminar. En la práctica no se suele obtener una iluminación totalmente directa, dado que casi siempre existe una componente indirecta procedente de la reflexión de la luz en las paredes y techo. (INSHT, 2015)

e) Alumbrado indirecto: En este tipo de iluminación todo el flujo luminoso se dirige hacia el techo, quedando las luminarias totalmente ocultas. El observador no ve ningún objeto luminoso, únicamente aprecia las áreas iluminadas. Las sombras desaparecen casi por completo y también todo riesgo de deslumbramiento. (INSHT, 2015)

Para seleccionar el tipo de alumbrado existen dos factores relativos

- Tipo de actividad que se desarrollará.
- Dimensiones y características físicas del lugar a iluminar.

2.13 Calibres de conductores y diámetros de tuberías

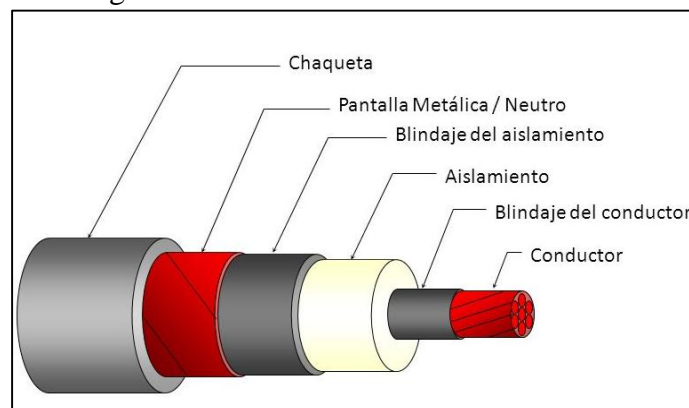
Conductores eléctricos

Son hilos de metal (cobre o aluminio) que se utiliza para conducir la corriente eléctrica.

Los conductores se utilizan en:

- Instalaciones eléctricas en general.
- Instalaciones eléctricas de automóviles.
- Construcción de bobinas.

Figura 2. Partes de un conductor estándar



Fuente: CENTELSA

Diferencia entre alambre y cable

En la práctica a los conductores gruesos se les denomina cables mientras que a los conductores delgados se los conoce como hilos retorcidos u alambres retorcidos. (ADSENSE, 2015)

La diferencia es evidente ya que cuando el conductor es solo uno, se llama hilo.

El término cable es utilizado de dos maneras: a un conductor sencillo formado por varios hilos delgados de cobre desnudo que agrupados se cubren con una capa de aislamiento más el forro. También se aplica a un grupo de 2, 3 o más conductores independientemente aislados pero agrupados aunque no tengan un forro que los una. (ADSENSE, 2015)

Cuando el conductor está formado por hilos de cobre y está cubierto por aislamiento flexible se le denomina cordón. (ADSENSE, 2015)

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. (ADSENSE, 2015)

Alambre suave

El que menor resistencia eléctrica tiene, pero soporta menos tensión. Este alambre por su facilidad para doblarse y su alta conductividad se aplican en los conductores aislados que se utilizan en las instalaciones eléctricas. (ADSENSE, 2015)

Alambre duro

Es el 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 tres. Se utiliza en líneas de transmisión en donde las torres están bastante separadas. (ADSENSE, 2015)

Alambre mediano

Es el término medio entre el alambre duro y el suave. Se utiliza en líneas de transmisión con una separación moderada entre los postes. (ADSENSE, 2015)

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, esto sucede también con otros metales puros, pero no con algunas aleaciones o con el carbón. (ADSENSE, 2015)

Esto sucede 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. (ADSENSE, 2015)

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. (ADSENSE, 2015)

Cómo seleccionar un conductor

Se hace necesario escoger cuidadosamente el calibre y aislamiento correctos de un conductor, tomando en cuenta el lugar donde se instalará. (ADSENSE, 2015)

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 la Tabla (ANEXO C) (ADSENSE, 2015)

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. (ADSENSE, 2015)

Capacidad de conducción de los alambres

Para identificar los diferentes calibres de los conductores se usan varios métodos:

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

Milipulgadas circulares

Se designa regularmente a los alambres por su área transversal, la misma que viene dada en mili pulgadas, mils circulares o en miles de mils circulares por lo general cuando se trata de cables más gruesos que el 0000. (ADSENSE, 2015)

De esta forma se facilita los cálculos que determinan el tamaño apropiado de los conductores que se vayan a utilizar en los circuitos por lo que se tratara la expresión de mils circulares. (ADSENSE, 2015)

Número de conductores en tubería

El número de conductores que podremos alojar dentro de un tubo conduit o canaletas deberá ser limitado en 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 tal 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 temperatura adecuada en base a un buen enfriamiento.

Cálculo de tuberías

Cuando se desea alojar conductores de un mismo calibre en tubería conduit, se debe seleccionar el diámetro de la tubería en pulgadas según su calibre y la cantidad de conductores con la ayuda de la tabla que se muestra en la figura 2.7.

Para los conductores de la columna A= aislante THW y TW y la columna B= aislante THHN y THWN.

La forma adecuada de manejar la tabla es por ejemplo se necesita saber cuántos conductores #12 AWG THHN podrán ingresar en un diámetro de tubería de ¾, nos dirigimos a la fila donde se encuentra el # 12 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 11 conductores con este número de calibre.

Figura 3. Número de conductores por 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

Fuente: Trabajo de titulación mantenimiento Mejorativo planta lácteos Tunshi

Cálculo de tubería para conductores de diferente calibre

Para llevar a cabo este cálculo se requiere de un factor denominado factor de relleno.

Cuando en una instalación se deben colocar varios conductores de diferentes calibres dentro de una misma tubería se realiza el cálculo de una manera diferente para contar con el dimensionamiento adecuado.

El número de conductores en una tubería se consigue estableciendo una relación adecuada entre las secciones del tubo o canaleta y los conductores, la misma que es conocida como factor de relleno y se la obtiene de la siguiente forma:

$$F = s / A \quad (2)$$

Donde

F= Factor de relleno (TABLA 1)

s= Área total de los conductores

A= Área interior del tubo en mm^2 o plg^2

El factor de relleno tiene valores establecidos para instalaciones

Tabla 1. Factor de relleno para instalaciones

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

Fuente: Trabajo de titulación mantenimiento Mejorativo planta lácteos Tunshi

2.14 Cargas por circuitos

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

Para conservar la diferencia de potencial o voltaje entre los extremos de un conductor se hace necesaria la presencia de un dispositivo llamado generador (pilas, baterías, dinamos, alternadores, etc.) que tomen las cargas que llegan a un extremo del conductor y las impulse hacia el otro.

Cualquier circuito de alumbrado, motor, equipo electrodoméstico aparato electrónico, etc., ofrece una mayor resistencia al paso de 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 presenta un consumidor al flujo de la corriente de electrones es una analogía de lo que sucede en un sistema hidráulico al reducirse su diámetro interior de sus tubos por la acumulación de sedimentos.

De tal manera mientras más alto sea el valor en ohmios de una resistencia o carga conectada al circuito, el amperaje circulación de electrones se reduce, esto sucede siempre que la tensión o voltaje permanezca constante.

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

Cálculo de la carga

Para realizar el cálculo se determinan las cargas a conectarse

a) **Alumbrado y aparatos pequeños:** Al determinar sobre la base de vatios por metro cuadrado el área de piso deberá computarse por 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.

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
- Puesta a tierra de equipos y canalizaciones
- Dispositivos de control
- Generación de emergencia
- Conexiones
- Contactores
- Soportes

2.15 Códigos normas y simbología

La norma UNE-EN 60617 (CEI 617) define una serie de tablas que tratan de símbolos gráficos para esquemas la misma que se resume en la tabla 2.

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

Tabla 2. Norma, códigos y simbología aplicada

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, conversión y transformación de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7	Aparata y dispositivo 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.

Fuente: Norma INEN UNE-EN 60617

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO TÉCNICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA PISCINA DE LA ESPOCH

3.1 Localización de las instalaciones

Las instalaciones pertenecientes a la piscina de las ESPOCH están ubicadas cerca de la entrada principal 1 de la ESPOCH, las mismas que prestan atención a los estudiantes que optan con la signatura de natación como disciplina de deportes.

La infraestructura destinada a la piscina se divide en áreas como: Servicio, Generación y Administración.

El área de Servicio está formada por: vestidores, camerinos, duchas y sanitarios (hombres y mujeres), sauna turco e hidromasaje, además de la piscina grande y pequeña.

El área de Generación está formada por: bomba cisterna 1, bomba cisterna 2, bomba duchas, bomba filtración hidro 15, bomba filtración hidro 8, bomba jets hidro 8, bomba piscinas 1, bomba presión 1 (izquierda) hidro 15, bomba piscinas 2, bomba presión 2 (derecha) hidro 15, equipo sauna 1, equipo sauna 2, generador vapor 1, generador vapor 2, hidrolvadora, quemador calentador 1, quemador calentador 2.

El área de administración está formado por: la oficina de administración y la de conserjes.

3.2 Diagnóstico de la situación actual de la piscina

En el presente estudio se ha realizado un diagnostico técnico detallado de todas las áreas que conforman la infraestructura eléctrica de la cual se obtiene la siguiente información.

Figura 4. Frontis de la piscina



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

3.3 Datos técnicos de los equipos de la piscina de la ESPOCH

3.3.1 *Iluminación frontis de la piscina.* Se observa que la iluminación en la parte frontal no está completa y por lo tanto no está en funcionamiento dificultando las labores nocturnas del personal.

Figura 5. Luminaria frontis de la piscina



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

3.3.2 *Entrada principal.* En este lugar la luminaria no se cumple con la normativa eléctrica pues sus cables están descubiertos, colgados, colocados por fuera de las lámparas, además que las conexiones que están en funcionamiento se encuentran empalmadas en secciones cortas los cual generan caídas de tensión.

Figura 6. Luminaria entrada principal



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

3.3.3 *Camerinos, vestidores, duchas de mujeres y hombres.* En esta área por la humedad existente se encuentra varios inconvenientes como el deterioro en los cajetines metálicos que alojan interruptores y tomas las mismas que por acciones ambientales se encuentran oxidados y flojos ya que las partes que las sujetan ya no cuentan con una superficie fija en la que puedan sujetarse.

Las lámparas están en funcionamiento, pero los tubos fluorescentes no presentan las condiciones óptimas para su trabajo.

En los puntos de conexión de los interruptores y tomas se encuentran una gran cantidad de oxidación lo cual dificulta el accionamiento de los mismos.

El ambiente húmedo ha contribuido con el deterioro de los elementos eléctricos por lo cual es necesario el cambio de la mayoría de estos.

Figura 7: Tomacorrientes Vestidores



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

3.3.4 *Bar –cocina.* En este lugar los tomacorrientes se encuentran con un deterioro normal por el tiempo y condiciones de uso. Existen tomacorrientes que se agregaron al sistema original según las necesidades que se cubría en este lugar.

Figura 8. Toma e interruptor área de bar y cocina



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Los conductores que se utilizan en esta instalación son: a la derecha existe una sección que esta energizada con un cable # 12 gemelo hasta otra toma en el mesón de la cocina, de ahí en adelante existe un empalme que conecta al resto de tomas con un cable #12 de hilos INCABLE.

3.3.5 *Oficina de conserjes.* En esta área se observa que los tomacorrientes se encuentran deteriorados y las canaletas que alojan a los conductores que están sobrepuestos se encuentran en malas condiciones y su cubierta está rota dejándolos descubiertos.

3.3.6 *Oficina administración.* Lo más evidente en este lugar fue el desorden que presentan los conductores del tablero principal ya que los conductores no se encuentran a 90° como lo especifica la norma.

Figura 9. Control oficina administración



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

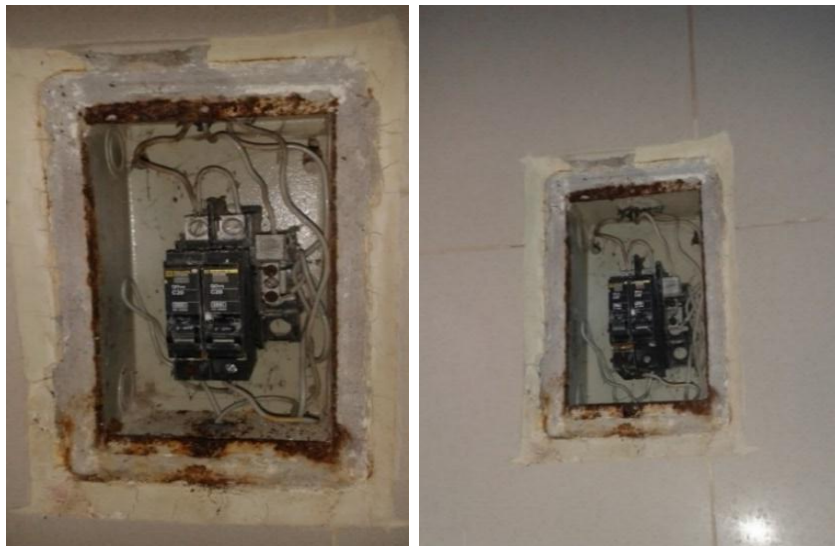
La alimentación de energía viene de la caja de revisión del área del bar de la misma que se deriva a los diferentes tableros de control.

Los conductores que se utilizan para energizar los equipos como el sauna grande están dentro de la normativa, por otro lado la caja térmica que controla el turco grande y pequeño esta adecuado pues dentro de él se encuentra una base para breaker de la cual se está utilizando la hilera de neutros, además de encontrarse varios empalmes en los controles.

3.3.7 *Baterías sanitarias de damas.* Esta área no pertenecía al plano original ya que se construyó después, es por esto que cuenta con una caja térmica de dos puntos ubicada a la entrada de las baterías sanitarias de damas la cual se energiza de la caja térmica ubicada en los camerinos de damas.

La caja se encuentra deteriorada por la humedad del lugar, los breakers que ahí se alojan controlan la iluminación y los tomacorrientes respectivamente tanto en los baños de mujeres como en los de los hombres, uno breaker C20 presenta corrosión en sus contactos dificultad al pasar del estado encendido a apagado.

Figura 10. Caja térmica sanitarios damas



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

3.3.8 *Baterías sanitarias caballeros.* Para realizar las actividades de limpieza de esta área el personal utiliza químicos y limpian las paredes con estos, lo cual genera corrosión en los cajetines e interruptores existentes ocasionando que se aflojen y no se mantengan en su lugar dejando descubiertos los conductores que los energizan. Los conductores que energizan esta área son sólidos de calibre #12.

Figura 11. Sanitarios hombres



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

En este lugar existe un nivel de corrosión elevado por los químicos utilizados por lo que es recomendable sellar o proteger de alguna manera los elementos eléctricos ya que al ponerse en contacto con el agua puede producirse una descarga eléctrica a las personas que ingresan o trabajan en el lugar.

3.3.9 *Iluminación túnel de ventilación piscina.* Este lugar cuenta con la instalación para la luminaria pero no está en funcionamiento, este túnel rodea a la piscina por sus tres lados y a lo largo de todo este tramo no se cuenta con ningún foco que facilite las actividades dentro de este.

Las boquillas se encuentran oxidadas y los puntos de conexión de las mismas obsoletas por la humedad y el calor existente.

Para realizar labores de purgado, aireación y ajuste de las tuberías es necesaria la iluminación ya que al momento estas actividades se tornan difíciles por la dificultad que presenta ingresar al lugar.

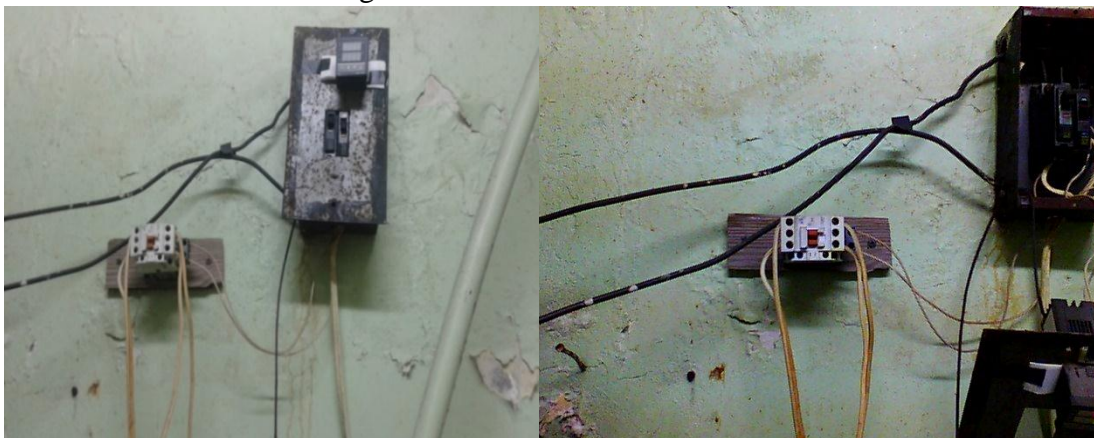
Figura 12. Iluminación túnel de ventilación



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

3.3.10 *Área de calentamiento de agua para duchas.* La alimentación de esta área viene directamente de la caja de revisión situada en el área del bar y cocina, la misma que está ubicada en el piso y está en perfectas condiciones conectada con pernos talón este es un conductor de Cu cuádruplex N° 4 que se mantiene aislado para evitar descargas.

Figura 13. Calentamiento de duchas



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Se encuentra una caja térmica que aloja al breaker que acciona la bomba de las duchas y el control de temperatura que se adapta en la caja además la misma se encuentra oxidada debido al ambiente húmedo.

El contactor 120 V se encuentra sujeto a un pedazo de madera sin protección alguna y la bomba 0.5HP están conectados con cable gemelo N°12 el cual no es el adecuado para la función que debe realizar.

El cable gemelo que conecta el breaker con el contactor presenta varios empalmes y deterioro a lo largo de toda la sección, el controlador de temperatura se encuentra sujeto con cinta ya que no tiene un lugar para soportarse con seguridad.

La termocupla que es parte de este sistema por acción del ambiente en el que se encuentra está cubierto de óxido colgando de la pared y con una holgura en la fijación al tanque de calentamiento.

Se hace necesario un control y mantenimiento de los elementos eléctricos que se encuentran en este lugar ya que el calentamiento del agua es constante y por ello deben estar en perfectas condiciones.

Datos técnicos duchas

Figura 14. Especificaciones técnicas bomba duchas

Código: <input type="text" value="BD"/>		Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre: <input type="text" value="Bomba duchas"/>		Revisión: <input type="text" value="Diario"/>	
Procedencia: <input type="text" value="Italia"/>		Actividad (revisión): <input type="text" value="Verificar por fugas"/>	
Marca: <input type="text" value="PEDROLLO"/>		Reparación pequeña: <input type="text" value="Trimestral"/>	
Modelo: <input type="text"/>	Comentarios: Bomba centrífuga, se utiliza para calentar agua para duchas de agua caliente	Actividad (rep peq): <input type="text" value="Verificar conexión"/>	
Número de serie: <input type="text"/>		<input type="text" value="anual"/>	Reparación media: <input type="text" value="cambio rodamient"/>
Ubicación: <input type="text" value="Cuarto duchas"/>		Actividad (rep med): <input type="text" value="cuando sea neces"/>	
Potencia placa: <input type="text" value="0,37 kW (0,5 HP)"/>		Reparación general: <input type="text" value="Rebobinado moto"/>	
Tensión placa: <input type="text" value="110 V"/>			
Intensidad placa: <input type="text" value="5,5 A"/>			
Estado técnico: <input type="text" value="Bueno"/>			

Fuente: Documentación administración piscina

3.3.11 *Tablero control principal.* A este tablero están vinculados varios elementos como: bomba cisterna 1 y 2, hidromasaje pequeño, hidrolavadora, cuartos grandes, luces cuartos pequeños, iluminación bodega, sauna pequeño, alarma de seguridad.

Figura 15. Control principal administración



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

En este tablero se observa que los conductores se encuentran en total desorden confundiendo el direccionamiento de los mismos hacia la caja térmica en la que se encuentran pero está en funcionamiento.

Datos técnicos Bomba cisterna 1

Figura 16. Especificaciones técnicas Bomba cisterna 1

Código:	<input type="text" value="BC1"/>
Nombre:	<input type="text" value="Bomba cisterna 1"/>
Procedencia:	<input type="text" value="U.S.A"/>
Marca:	<input type="text" value="GOULDS"/>
Modelo:	<input type="text" value="3642"/>
Número de serie:	<input type="text"/>
Ubicación:	<input type="text" value="Junto cisterna"/>
Potencia placa:	<input type="text" value="1,5 kW (2 HP)"/>
Tensión placa:	<input type="text" value="220 V"/>
Intensidad placa:	<input type="text" value="6-5,8 A"/>
Estado técnico:	<input type="text" value="Excelente"/>
Comentarios:	<input ,="" 1="" 4",="" 5",="" continuo."="" descarga:="" funcionamiento="" imp.="" type="text" value="Bomba centrífuga, se utiliza para el abastecimiento de agua caliente para las duchas. Succión: 1 1/2"/>

Mantenimiento	Reparaciones importantes
Revisión:	<input type="text" value="semanal"/>
Actividad (revisión):	<input type="text" value="Verificar presión,"/>
Reparación pequeña:	<input type="text" value="semestral"/>
Actividad (rep peq):	<input type="text" value="Lubricación rodam"/>
<input type="text" value="anual"/>	Reparación media:
Actividad (rep med):	<input type="text" value="Cambio impulsor"/>
Reparación general:	<input type="text" value="Cuando sea neces"/>
Actividad (rep gen):	<input type="text" value="rebobinado, cam"/>

Fuente: Documentación administración piscina

Datos técnicos Bomba cisterna 2

Figura 17. Especificaciones técnicas Bomba cisterna 2

Código:	<input type="text" value="BC2"/>	Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre:	<input type="text" value="Bomba cisterna 2"/>	Revisión:	<input type="text" value="semanal"/>
Procedencia:	<input type="text" value="U.S.A."/>	Actividad (revisión):	<input type="text" value="Verificar presión,"/>
Marca:	<input type="text" value="GOULDS"/>	Reparación pequeña:	<input type="text" value="48 meses"/>
Modelo:	<input type="text" value="3642"/>	Actividad (rep peq):	<input type="text" value="Cambio rodamien"/>
Número de serie:	<input type="text"/>	<input type="text" value="60 meses"/>	Reparación media:
Ubicación:	<input type="text" value="Junto cisterna"/>	Actividad (rep med):	<input type="text" value="Cambio impulsor"/>
Potencia placa:	<input type="text" value="1,5 kW (2 HP)"/>	Reparación general:	<input type="text" value="Cuando sea neces"/>
Tensión placa:	<input type="text" value="220 V"/>	Actividad (rep gen):	<input type="text" value="Rebobinado, etc."/>
Intensidad placa:	<input type="text" value="6-5,8 A"/>		
Estado técnico:	<input type="text" value="Bueno"/>		

Comentarios:
Bomba centrífuga, se utiliza para el abastecimiento de agua caliente para las duchas. Succión: 1 1/2", descarga: 1 1/4", imp. 5", funcionamiento continuo.

Fuente: Documentación administración piscina

Datos técnicos Hidrolavadora

Figura 18. Especificaciones técnicas Hidrolavadora

Código:	<input type="text" value="HL"/>	Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre:	<input type="text" value="Hidrolavadora"/>	Revisión:	<input type="text"/>
Procedencia:	<input type="text" value="¿?"/>	Actividad (revisión):	<input type="text"/>
Marca:	<input type="text"/>	Reparación pequeña:	<input type="text"/>
Modelo:	<input type="text" value="3WZ-1522-3S4"/>	Actividad (rep peq):	<input type="text"/>
Número de serie:	<input type="text" value="15"/>	<input type="text"/>	Reparación media:
Ubicación:	<input type="text"/>	Actividad (rep med):	<input type="text"/>
Potencia placa:	<input type="text" value="3 Kw"/>	Reparación general:	<input type="text"/>
Tensión placa:	<input type="text" value="220 V"/>	Actividad (rep gen):	<input type="text"/>
Intensidad placa:	<input type="text" value="19,2 A"/>		
Estado técnico:	<input type="text" value="Excelente"/>		

Comentarios:
Hidrolavadora a energía eléctrica

Fuente: Documentación administración piscina

Datos técnicos sauna 1

Figura 19. Especificaciones técnicas Sauna 1

Código:	<input type="text" value="ES1"/>	Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre:	<input type="text" value="Equipo sauna 1"/>	Revisión:	<input type="text" value="semanal"/>
Procedencia:	<input type="text" value="Ecuador"/>	Actividad (revisión):	<input type="text" value="Verificar encendic"/>
Marca:	<input type="text"/>	Reparación pequeña:	<input type="text" value="semestral"/>
Modelo:	<input type="text"/>	Actividad (rep peq):	<input type="text" value="Verificar conexio"/>
Número de serie:	<input type="text"/>	<input type="text" value="anual"/>	Reparación media:
Ubicación:	<input type="text" value="Cuarto sauna pequ"/>	Actividad (rep med):	<input type="text" value="Mantenimiento ar"/>
Potencia placa:	<input type="text" value="12 kW"/>	Reparación general:	<input type="text" value="Cuando sea neces"/>
Tensión placa:	<input type="text" value="220 V"/>	Actividad (rep gen):	<input type="text" value="Cambio carcaza, re"/>
Intensidad placa:	<input type="text" value="32 A"/>		
Estado técnico:	<input type="text" value="Bueno"/>		
Comentarios:			
<input type="text" value="Equipo eléctrico para cuarto de sauna pequeño, opera con 4 resistencias de 3 Kw de 220 V."/>			

Fuente: Documentación administración piscina

Datos técnicos sauna 2

Figura 20 Especificaciones técnicas Sauna 2

Código:	<input type="text" value="ES2"/>	Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre:	<input type="text" value="Equipo sauna 2"/>	Revisión:	<input type="text" value="Diario"/>
Procedencia:	<input type="text" value="Ecuador"/>	Actividad (revisión):	<input type="text" value="Verificar encendic"/>
Marca:	<input type="text"/>	Reparación pequeña:	<input type="text" value="semestral"/>
Modelo:	<input type="text"/>	Actividad (rep peq):	<input type="text" value="Verificar conexio"/>
Número de serie:	<input type="text"/>	<input type="text" value="anual"/>	Reparación media:
Ubicación:	<input type="text" value="Cuarto sauna gran"/>	Actividad (rep med):	<input type="text" value="Mantenimiento ar"/>
Potencia placa:	<input type="text" value="15 kW"/>	Reparación general:	<input type="text" value="Cuando sea neces"/>
Tensión placa:	<input type="text" value="220 V"/>	Actividad (rep gen):	<input type="text" value="Cambio carcaza, re"/>
Intensidad placa:	<input type="text" value="40 A"/>		
Estado técnico:	<input type="text" value="Bueno"/>		
Comentarios:			
<input type="text" value="Equipo eléctrico para cuarto de sauna grande, opera con 5 resistencias de 3 kW y 220 V."/>			

Fuente: Documentación administración piscina

3.3.12 *Control sala de máquinas.* El centro de carga ubicado en la sala de máquinas es de 20 puntos, la misma que se encuentra en funcionamiento pero no presenta condiciones seguras de accionamiento puesto que no cuenta con la respectiva cubierta (tapa), el personal ha optado por cubrir los cables con un pedazo de madera triplex de caso contrario sus cables se encuentran a la vista lo cual también ha generado que la caja metálica que se deteriore por la humedad que se registra en esta área.

Figura 21. Alimentación tablero principal cuarto de máquinas

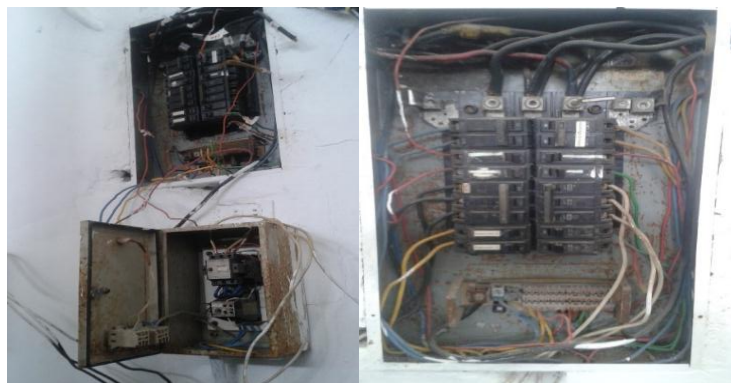


Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

La energía para este tablero proviene de la misma caja de revisión del área del bar. Los cables provenientes para la alimentación también se encuentran fuera de la normativa ya que están colgados y no están sujetos a ningún aislamiento más que el con que ya cuentan de fábrica.

El tablero energiza los reflectores de la piscina, a las bombas 1 y 2 de la piscina, a la oficina de administración, la iluminación del túnel de aireación de la piscina, además de energizar las diferentes tomas que existen alrededor de la piscina y de la sala de máquinas, también energiza al quemador 1 y 2.

Figura 22. Control principal cuarto de máquinas



Fuente: Quisintuña, Alejandra

Los gabinetes que corresponden a la bomba 1 y 2 se encuentran con un deterioro evidente, los contactores y sus térmicos presentan corrosión y oxidación ya que por sus dimensiones sobresalen del gabinete exponiéndose al ambiente húmedo además los puntos de conexión de los breakers están fundidos y el accionamiento de los mismos no se realiza de forma adecuada.

En la bomba numero 2 anteriormente existió un corto circuito el mismo que por su gravedad fundió los conductores desde la salida del contactor hasta el guardamotor, este último se puso a prueba para comprobar su funcionamiento pero presenta daños que no permiten su funcionamiento de forma adecuada, por otro lado los conductores fundidos fueron sustituidos.

Datos técnicos de Bomba piscina 1

Figura 23. Especificaciones técnicas Bomba piscina 1

Código:	BP1
Nombre:	Bomba piscinas 1
Procedencia:	U.S.A.
Marca:	GOULDS
Modelo:	3656
Número de serie:	
Ubicación:	Sala máquinas pisci
Potencia placa:	7,457 kW (10 HP)
Tensión placa:	220 V
Intensidad placa:	25-27 A
Estado técnico:	Bueno
Comentarios:	Es una bomba centrífuga, con un diámetro de succión: de 4 pulgadas, diámetro de descarga: 3 pulgadas, diámetro del impulsor: 5 1/2 pulgadas; Frame: 213 JM

Mantenimiento	Reparaciones importantes
Revisión:	semanal
Actividad (revisión):	Verificar presión,
Reparación pequeña:	semestral
Actividad (rep peq):	Lubricación rodam
anual	Reparación media:
Actividad (rep med):	Cambio impulsor
Reparación general:	Cuando se aneces
Actividad (rep gen):	rebobinado , camt

Fuente: Documentación administración piscina

El guardamotor de la bomba numero 1 presenta una temperatura alta lo cual indica que el elemento no se encuentra funcionando en condiciones normales y requiere de mantenimiento y de ser necesario su sustitución.

Datos técnicos de Bomba piscina 2

Figura 24. Especificaciones técnicas Bomba piscina 2

Código:	<input type="text" value="BP2"/>	Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre:	<input type="text" value="Bomba piscinas 2"/>	Revisión:	<input type="text" value="semanal"/>
Procedencia:	<input type="text" value="U.S.A."/>	Actividad (revisión):	<input type="text" value="Verificar presión,"/>
Marca:	<input type="text" value="GOULDS"/>	Reparación pequeña:	<input type="text" value="semestral"/>
Modelo:	<input type="text" value="3656"/>	Actividad (rep peq):	<input type="text" value="Lubricación rodam"/>
Número de serie:	<input type="text"/>	<input type="text" value="Anual"/>	Reparación media:
Ubicación:	<input type="text" value="Sala máquinas pisc"/>	Actividad (rep med):	<input type="text" value="Cambio impulsor"/>
Potencia placa:	<input type="text" value="11,2 kW (15 HP)"/>	Reparación general:	<input type="text" value="Cuando se requier"/>
Tensión placa:	<input type="text" value="220 V"/>	Actividad (rep gen):	<input type="text" value="rebobinado , camb"/>
Intensidad placa:	<input type="text" value="38 A"/>		
Estado técnico:	<input type="text" value="Bueno"/>		
Comentarios:			
<input ,="" 1="" 3="" 3";="" 4"="" 59110;s);="" 6="" 6206="" 6309;="" 8"(2k234;="" corto"="" descarga:="" diámetro="" impulsor:="" rodamientos:="" sello:="" type="text" value="Es una bomba centrifuga, diámetro succión: 4" y=""/>			

Fuente: Documentación administración piscina

Datos técnicos de quemador calentador 1

Figura 25. Especificaciones técnicas Quemador Calentador 1

Código:	<input type="text" value="QC1"/>	Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre:	<input type="text" value="Quemador calentador 1"/>	Revisión:	<input type="text" value="semanal"/>
Procedencia:	<input type="text" value="U.S.A."/>	Actividad (revisión):	<input type="text" value="Conexiones eléctric"/>
Marca:	<input type="text" value="WAYNE"/>	Reparación pequeña:	<input type="text" value="trimestral"/>
Modelo:	<input type="text" value="HSG 400"/>	Actividad (rep peq):	<input type="text" value="verificar eficiencia"/>
Número de serie:	<input type="text"/>	<input type="text" value="anual"/>	Reparación media:
Ubicación:	<input type="text" value="Sala máquinas pisc"/>	Actividad (rep med):	<input type="text" value="Limpieza y verifica"/>
Potencia placa:	<input type="text" value="0,11 kW"/>	Reparación general:	<input type="text"/>
Tensión placa:	<input type="text" value="120 V"/>	Actividad (rep gen):	<input type="text" value="Rebobinado , camb"/>
Intensidad placa:	<input type="text" value="< 1,2 A"/>		
Estado técnico:	<input type="text" value="Bueno"/>		
Comentarios:			
<input type="text" value="Quemador de GLP"/>			

Fuente: Documentación administración piscina

Datos técnicos de quemador calentador 2

Figura 26. Especificaciones técnicas Quemador calentador 2

Código:	QC2	Mantenimiento	Reparaciones importantes
Nombre:	Quemador calentador 2	Revisión:	semanal
Procedencia:	U.S.A.	Actividad (revisión):	Conexiones eléctricas
Marca:	WAYNE	Reparación pequeña:	semestral
Modelo:	HSG 400	Actividad (rep peq):	Verificar eficiencia
Número de serie:			anual
Ubicación:	Sala máquinas pisci	Reparación media:	Lubricación cojine
Potencia placa:	0,11 kW	Actividad (rep med):	Cuando sea neces
Tensión placa:	120 V	Reparación general:	Rebobinado , cam
Intensidad placa:	< 1,2 A	Actividad (rep gen):	
Estado técnico:	Bueno		
Comentarios:			
Quemador GLP			

Fuente: Documentación administración piscina

3.3.13 *Generador de vapor.* En este lugar se evidenció que existen conductores que se encuentran sin realizar ninguna función ocupando lugar y generando un aspecto inseguro, los conductores que se encuentran energizando al generador de vapor no cuentan con una protección y están a la intemperie.

Figura 27. Alimentación generador de vapor



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Datos técnicos del generador de vapor

Figura 28. Especificaciones técnicas Generador de vapor

Código:	GV1
Nombre:	Generador vapor 1
Procedencia:	Ecuador
Marca:	
Modelo:	
Número de serie:	
Ubicación:	Cuarto ext. Turco
Potencia placa:	18 kW
Tensión placa:	220 V
Intensidad placa:	47 A
Estado técnico:	Regular
Comentarios:	Generador de vapor eléctrico, opera con 3 resistencias de 6 kW a 220 V.

Mantenimiento	Reparaciones importantes
Revisión:	Diaria
Actividad (revisión):	Realizar purga
Reparación pequeña:	Mensual
Actividad (rep peq):	Revisar conexione
	trimestral
Actividad (rep med):	Mantenimiento: d
Reparación general:	Anual
Actividad (rep gen):	Mantenimiento ar

3.3.14 *Hidromasaje Pequeño*. Esta área se encuentra energizada por cuatro cables número 8 sólidos provenientes del tablero del área de administración los mismos que ingresan a una caja térmica adecuada para alojar a dos contactores el uno MC-18b de 2HP y 1,6 Amperios y el otro SIRIUS para 1HP y 11Amperios, los térmicos destinados a cada contactor no están en funcionamiento.

Figura 29. Hidromasaje pequeño



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Los cables que conectan desde la caja hasta las bombas (bomba filtración hidro 8 y bomba jet hidro 8) se encuentran al descubierto ya que la manguera que los protege está deteriorada.

La disposición de los conductores que energizan a la caja térmica no se encuentra dentro de la normativa en cuanto a orden y estética, la iluminación en este lugar está deteriorada y requiere de cambios.

Datos técnicos bomba jet hidro 8

Figura 30. Especificaciones técnicas Bomba jet hidro 8

Código:	BJH8	
Nombre:	Bomba jets hidro 8	
Procedencia:	U.S.A.	
Marca:	HAYWARD	
Modelo:		Comentarios:
Número de serie:		Bomba centrífuga, proporciona la presión en los hidrojets.
Ubicación:	Sala máquinas hid	Rodamientos: 6204
Potencia placa:	1,49 kW (2 HP)	2RS (anterior), 6203
Tensión placa:	220 V	2RS (posterior) y sello 3/4" corto; impulsor: SP2615-C
Intensidad placa:	10,8 A	
Estado técnico:	Bueno	

Mantenimiento	Reparaciones importantes
Revisión:	Diario
Actividad (revisión):	Limpiar filtro de g
Reparación pequeña:	Trimestral
Actividad (rep peq):	Limpiar impulsor y
anual	Reparación media:
Actividad (rep med):	Cambio rodamien
Reparación general:	Cuando sea neces
Actividad (rep gen):	Rebobinaje motor

Fuente: Documentación administración piscina

3.3.15 *Hidromasaje grande.* En esta área no se encontró mayor anomalía puesto que los equipos están funcionando adecuadamente, los contactores y térmicos son los correctos según las especificaciones de las bombas.

La protección térmica está en condiciones normales de funcionamiento por lo que no requiere de intervención mayor más que la de acomodar los cables que se encuentran en desorden.

Datos técnicos hidromasaje grande

Figura 31. Especificaciones técnicas Filtración hidro 15

Código:	BFH15
Nombre:	Bomba filtración hidro 15
Procedencia:	
Marca:	SIEMENS
Modelo:	1LA7083-2YA69
Número de serie:	
Ubicación:	Sala máquinas hid
Potencia placa:	1,5 kW (2 HP)
Tensión placa:	220 V
Intensidad placa:	6,2 A
Estado técnico:	Bueno
Comentarios: Bomba centrífuga, filtra y calienta el agua de hidro grande.	

Mantenimiento	Reparaciones importantes
Revisión:	semanal
Actividad (revisión):	Verificar fugas agu
Reparación pequeña:	24 meses
Actividad (rep peq):	Cambio rodamien
12 meses	Reparación media:
Actividad (rep med):	Cambio impulsor
Reparación general:	Cuando sea neces
Actividad (rep gen):	Rebobinar motor,

Fuente: Documentación administración piscina

3.3.16 *Terraza sala de máquinas.* En esta área se encuentra una cantidad de mangueras que se derivan del tablero principal de la oficina de administración las cuales energizan una fase al generador de vapor pues este en sus inicios fue bifásico y con la demanda se le agrego una fase más para hacerlo trifásico.

Figura 32. Terraza sala de máquinas



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

También energiza a el cuarto de hidromasaje pequeño, a la caja térmica que acciona la bomba de presión para la piscina 1 y 2, al sauna grande y pequeño, y energiza la iluminación del patio posterior a la sala de máquinas.

Todas las tuberías existentes en este lugar presentan gran deterioro dejando al descubierto los conductores a los que estas alojan, también presentan desorden y dificultad para caminar en este lugar ya que el paso del tiempo y el ambiente han ocasionado que se cristalicen y se fragmenten las tuberías dando lugar a que los conductores estén al aire libre y se enreden entre ellos.

Los conductores del sistema de alarma de seguridad se encuentran dentro de una tubería para agua, la cual no es adecuada para los mismos pues esta no presenta las condiciones físicas para alojarlos y conservarlos de manera adecuada.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS TABLEROS PRINCIPALES DE LA PISCINA DE LA ESPOCH.

4.1 Análisis termográfico

Este análisis como método de mantenimiento predictivo se realizó con una cámara termográfica marca FLIR serie E a los principales tableros eléctricos existentes en la piscina de la ESPOCH, con la cual se obtuvo los siguientes datos.

INFORME INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

EMPRESA: ESPOCH

SOLICITA: Alejandra Quisintuña

FECHA: 21/04/2017

INSPECCIÓN REALIZADA: Inspección termográfica en Instalación eléctrica

FECHA DE INSPECCIÓN: 06/02/2017

EQUIPO UTILIZADO: Cámara termográfica FLIR SERIEE E software de análisis FLIR TOOLS

INSPECTOR: Lenin Fiallos

Descripción de la inspección

El objetivo de la inspección es identificar anomalías térmicas que sugieran reparaciones del equipamiento eléctrico antes de que ocurra una falla.

INSTALACIONES INSPECCIONADAS



- Caja de 20 puntos cuarto de máquinas
- Gabinete bomba 1
- Breaker y contactor de calentador de duchas
- Control principal área de administración

CODIGO DE PRIORIDADES

- Proceder a reparar de forma inmediata a causa de problemas severos.
- Planificar dentro del mes reparación para corregir los problemas identificados.
- Planificar reparación para corregir los problemas identificados.

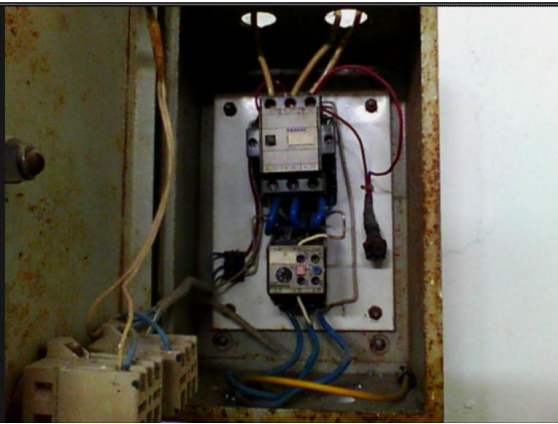

Fuente: DINAMAQ SRL (Ing. Javier Vasquez)

Tabla 3. Análisis termográfico Tablero cuarto de máquinas

Ubicación general	Cuarto de máquinas (tablero principal)	
Identificación del equipamiento	Breaker tripolar	
Componente	Conexión interna del elemento	
IMAGEN VISUAL		
		
IMAGEN TERMOGRÁFICA		
	Causa probable: Conexión interna defectuosa	
	Recomendaciones: Verificar la capacidad de carga nominal para la selección correcta de la protección (breaker). Se recomienda cambiar la protección debido a fundición en sus contactos.	
	Prioridades ●	
Actividad Realizada	Fecha	Realizado por:
Diagnóstico del breaker	06/02/2017	Quisintuña, Alejandra
Dimensionamiento y Cambio del breaker	12/03/2017	Quisintuña, Alejandra

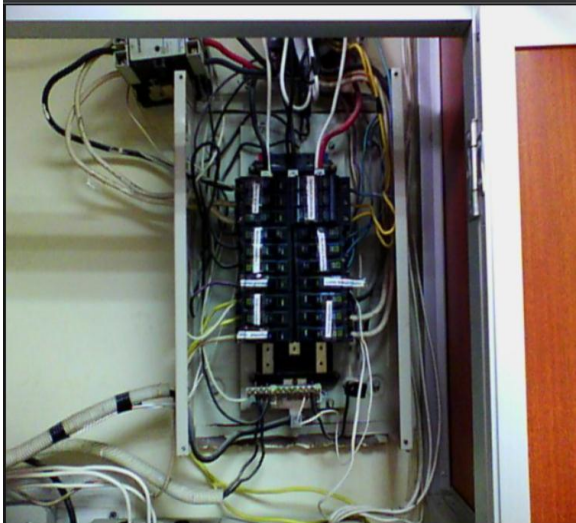


Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 4. Análisis termográfico Gabinete bomba 1 piscina

Ubicación general	Gabinete bomba 1 piscina	
Identificación del equipamiento	Contactor Fuerza	
Componente	Contacto interno defectuoso	
IMAGEN VISUAL		
		
IMAGEN TERMOGRÁFICA		
	Causa probable: Sobrecarga y mal dimensionamiento del contactor.	
	Recomendaciones: Verificar la capacidad de carga nominal para la selección correcta del contactor. Se recomienda cambiar la protección y los conductores hacia la protección térmica.	
	Prioridades ●	
Actividad Realizada	Fecha	Realizado por:
Diagnóstico del contactor	06/02/2017	Quisintuña, Alejandra
dimensionamiento del breaker y cambio de conductores	12/03/2017	Quisintuña, Alejandra


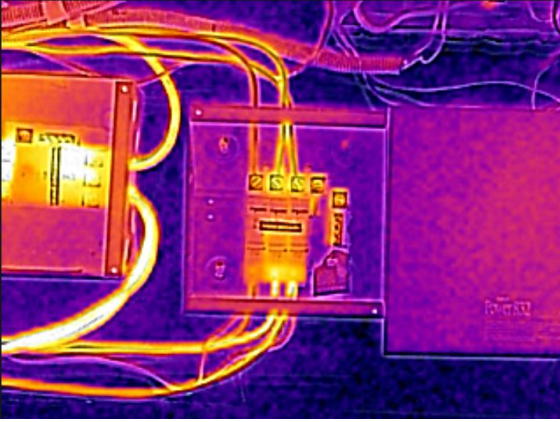

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 5. Análisis termográfico Tablero cuarto de máquinas

Ubicación general	Caja térmica 20 puntos (administración)	
Identificación del equipamiento	Breaker protección y barra de neutros	
Componente	Ajuste conductores defectuoso	
IMAGEN VISUAL		
		
IMAGEN TERMOGRÁFICA		
	Causa probable: Mal ajuste	
	Recomendaciones: Revisar y ajustar los conductores que se encuentran en la caja térmica	
	Prioridades	
		
Actividad Realizada	Fecha	Realizado por:
Diagnóstico del contactor	06/02/2017	Quisintuña, Alejandra
Ajuste de conductores	12/03/2017	Quisintuña, Alejandra


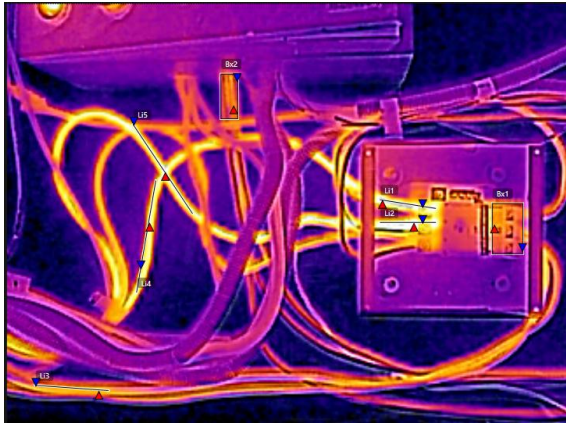
Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 6. Análisis termográfico Control Sauna Grande

Ubicación general	Sauna grande	
Identificación del equipamiento	Interruptor trifásico	
Componente	Puntos de conexión	
IMAGEN VISUAL		
		
IMAGEN TERMOGRÁFICA		
	Causa probable: Mal ajuste, dimensionamiento incorrecto de conductores.	
	Recomendaciones: Revisar y ajustar los conductores.	
	Prioridades 	
Actividad Realizada	Fecha	Realizado por:
Diagnóstico del contactor	06/02/2017	Quisintuña, Alejandra
Ajuste de conductores	12/03/2017	Quisintuña, Alejandra

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 7. Análisis termográfico Control Turco

Ubicación general	Turco	
Identificación del equipamiento	Interruptor trifásico	
Componente	Puntos de conexión	
<p>IMAGEN VISUAL</p> 		
<p>IMAGEN TERMOGRÁFICA</p>		
	<p>Causa probable: Dimensión de conductores incorrecto. Posible fundición en los puntos de contacto breaker trifásico.</p>	
	<p>Recomendaciones: Verificar la capacidad de carga nominal para la selección correcta de los conductores. Se recomienda revisar la protección por posible fundición.</p>	
	<p>Prioridades ●</p>	
Actividad Realizada	Fecha	Realizado por:
Diagnóstico del contactor	06/02/2017	Quisintuña, Alejandra
Ajuste de conductores	12/03/2017	Quisintuña, Alejandra

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 8. Análisis termográfico Calentamiento de agua duchas

Ubicación general	Breaker calentamiento de agua (Duchas)
Identificación del equipamiento	Interruptor trifásico
Componente	Puntos de conexión

IMAGEN VISUAL



IMAGEN TERMOGRÁFICA



Causa probable: Daño interno debido a corrosión

Recomendaciones: Verificar capacidad de carga nominal para la selección correcta de la protección. Se recomienda revisar la protección por posible fundición interna.

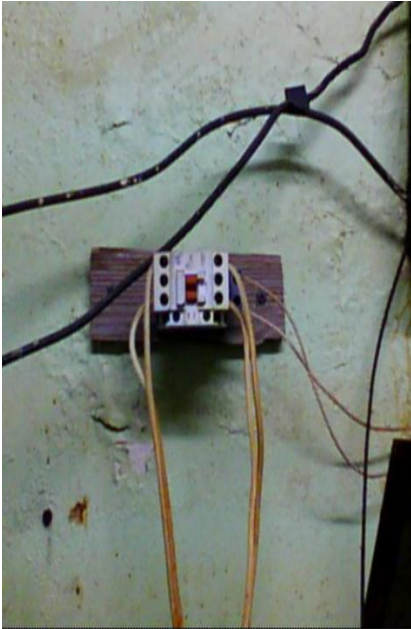
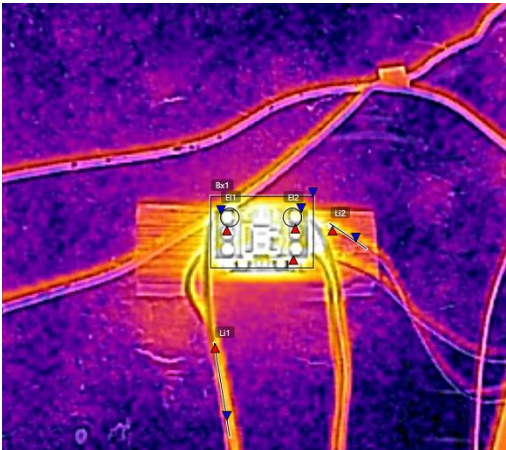
Prioridades



Actividad Realizada	Fecha	Realizado por:
Diagnóstico del contactor	06/02/2017	Quisintuña, Alejandra
Ajuste de conductores	12/03/2017	Quisintuña, Alejandra

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 9. Análisis termográfico Calentamiento de agua Duchas

Ubicación general	Breaker calentamiento de agua (Duchas)	
Identificación del equipamiento	Interruptor trifásico	
Componente	Puntos de conexión	
IMAGEN VISUAL		
		
IMAGEN TERMOGRÁFICA		Causa probable: Daño interno debido a corrosión.
		Recomendaciones: Verificar capacidad de carga nominal para la selección correcta de la protección. Se recomienda revisar la protección por posible fundición interna.
		Prioridades ●
Actividad Realizada	Fecha	Realizado por:
Diagnóstico del contactor	06/02/2017	Quisintuña, Alejandra
Ajuste de conductores	12/03/2017	Quisintuña, Alejandra

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MEJORATIVO

5.1 Análisis, alternativa y propuesta

5.1.1 *Características de las cargas.* Con el levantamiento de los datos de las placas de los equipos existentes en la piscina en el Capítulo III se realizarán los cálculos posteriores para las cargas que serán utilizadas, para ello los datos técnicos a considerar son:

Rendimiento

Frecuencia

Corriente

Potencia

Tensión

Fases

5.1.2 *Distribución.* La acometida existente en al área del bar se deriva a los tableros de control y mando de los equipos existentes en la piscina de la ESPOCH los mismos que deben cumplir con requisitos como:

Se deben situar a una distancia cómoda para que pueda ser accionada.

El tránsito de personas en este lugar debe ser escaso con el fin de conservar la integridad de los elementos, así como la del personal que desarrolla sus actividades cerca del lugar.

Debe contar con una iluminación adecuada para evitar confusión en los elementos.

Debe ser de fácil acceso.

5.2 Determinación de la demanda

5.2.1 Cálculo de la carga. La corriente nominal a plena carga para motores monofásicos y trifásicos es calculada por medio de fórmulas correspondientes a cada uno y para ello se considera que los motores no cuentan con una compensación local de energía reactiva por lo cual el valor del factor de potencia y el rendimiento se toma de la hoja de datos de los motores.

En caso de no disponer de la hoja de datos se utiliza valores medios como indica la tabla 10.

Tabla 10. Rendimiento de 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

Fuente: <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/98865-Determinar-la-carga-de-un-motor-electrico-es-esencial-para-el-rendimiento-energetico.html>

Cabe mencionar que el rendimiento de un motor rebobinado es inferior al de un motor original se ha de reducir dos puntos porcentuales del rendimiento normal para motores pequeños de menos de 30 kW y un punto porcentual para motores de mayor potencia.

Tabla 11. Datos técnicos equipos de la piscina ESPOCH.

EQUIPO	Potencia nominal		Voltaje (V)	Numero de fases	FP	RENDIMIENTO
	HP	kW				
Bomba cisterna 1	2	1.5	220	3	0.7	0.7
Bomba cisterna 2	2	1.5	220	3	0.7	0.7
Bomba duchas	0.5	0.37	120	1	0.5	-----
Bomba filtración hidro 15	2	1.5	220	3	0.7	0.7
Bomba filtración hidro 8	1	0.75	220	3	0.5	-----

Bomba jets hidro 8	2	1.49	220	3	0.7	0.7
Bomba piscina 1	10	7.457	220	3	0.8	0.8
Bomba piscina 2	15	11,2	220	3	0.8	0.8
Equipo sauna 1	16	12	220	3	0.8	0.8
Equipo sauna 2	20	15	220	3	0.8	0.8
Generador de vapor 1	24	18	220	3	0.7	0.7
Generador de vapor 2	32	24	220	3	0.7	0.7
Hidrolavadora	4	3	220	3	0.7	0.7
Quemador calentador 1	1/6	0.11	120	1	0.7	0.7
Quemador calentador 2	1/6	0.11	120	1	0.7	0.7

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

5.2.2 Cálculo de conductores para motores

Factor de demanda

Es difícil que la carga instalada sea utilizada en su totalidad por ello se toma en cuenta el factor de demanda.

Cálculo de factor de demanda

Tabla 12. 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

Fuente: <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/98865-Determinar-la-carga-de-un-motor-electrico-es-esencial-para-el-rendimiento-energetico.html>

Al multiplicar la carga instalada por el factor de demanda se obtiene la carga que posiblemente se utilizara en el sistema.

Motores trifásicos

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * n * \cos\phi}$$

Tabla 13. Intensidad y calibres en motores trifásicos

EQUIPOS	Intensidad nominal (A)	CABLE TRIPOLAR TW-THHN PARA 90 °C
Bomba cisterna 1	8.03	14
Bomba cisterna 2	8.03	14
Bomba filtración hidro 15	8.03	14
Bomba filtración hidro 8	7.8	14
Bomba jets hidro 8	7.98	14
Bomba piscina 1	30.57	10
Bomba piscina 2	45.92	6
Equipo sauna 1	49.02	8
Equipo sauna 2	61.50	4
Generador de vapor 1	96.40	2
Generador de vapor 2	128.53	1/0
Hidrolavadora	16.06	14

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Motores Monofásicos

$$I_n = \frac{P_n}{U_n * n * \cos\phi}$$

Tabla 14. Intensidad y calibres en motores monofásicos

EQUIPOS	In (Amp)	CABLE TRIPOLAR TW- THHN PARA 90 °C
Bomba duchas	6.16	14
Quemador calentador 1	1.87	14
Quemador calentador 2	1.87	14

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

5.2.3 Iluminación y tomacorrientes

Para factores de distribución que alimentan un determinado número de circuitos de los cuales no se conoce como se distribuye la carga total entre los circuitos se presenta la tabla 15.

Estos datos que proporciona la tabla 15 facilitan el cálculo de la potencia total de la instalación.

Tabla 15. Factor de coincidencia por número de circuitos

Número de circuitos	Factor de coincidencia
2-3	0.9
4-5	0.8
6-9	0.7
10 o más	0.6

Fuente: Hill, Mc Graw

Circuito de iluminación

Tabla 16. Tabla de potencias de iluminación y tomacorrientes

Cantidad	Detalle	Potencia unitaria	Factor de coincidencia	Potencia total (W)
2	Lámparas Incandescentes	100 W	0.9	180
40	Lámparas fluorescentes	40 W	0.9	1440
15	Lámparas led	25W	0.9	337.5
21	Tomacorrientes dobles	200 W	0.2	840
TOTAL				2797.5

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

El circuito de iluminación cuenta con distintos tipos de luminaria por lo cual la potencia que se utilizara para el cálculo de calibre resulta de la sumatoria de todas las lámparas que es 1957.5 W que se divide en tres ramales por lo cual las potencias serian:

Ramal #1

$$C1 = 652.5 \text{ W}$$

Con la carga declarada obtenemos la intensidad

$$I_{n1} = \frac{P}{V}$$

$$I_{n1} = \frac{652.5 \text{ W}}{120}$$

$$I_{n1} = 5.43 \text{ A}$$

A esto se le multiplica por el factor de seguridad 1.25

$$I_1 = I_{n1} * 1.25$$

$$I_1 = 5.43 \times 1.25$$

$$I_1 = 6.79 \text{ A}$$

Para esta intensidad de corriente se obtiene un cable # 14 AWG, THHN con una protección de 16 A.

Ramal #2

$$C1 = 652.5 \text{ W}$$

Con la carga declarada obtenemos la intensidad

$$I_{n2} = \frac{P}{V}$$

$$I_{n2} = \frac{652.5}{120}$$

$$I_{n2} = 5.43 \text{ A}$$

A esto se le multiplica por el factor de seguridad 1.25

$$I_2 = I_{n2} * 1.25$$

$$I_2 = 5.43 \times 1.25$$

$$I_2 = 6.79 \text{ A}$$

Para esta intensidad de corriente se obtiene un cable # 14 AWG, THHN con una protección de 16 A.

Ramal #3

$$C1 = 652.5 \text{ W}$$

Con la carga declarada obtenemos la intensidad

$$I_{n3} = \frac{P}{V}$$
$$I_{n3} = \frac{652.5}{120}$$
$$I_{n3} = 5.43 \text{ A}$$

A esto se le multiplica por el factor de seguridad 1.25

$$I_3 = I_{n3} * 1.25$$
$$I_3 = 5.43 \times 1.25$$
$$I_3 = 6.79 \text{ A}$$

Para esta intensidad de corriente se obtiene un cable # 14 AWG, THHN con una protección de 16 A.

Circuito de tomacorrientes

Con una potencia de 840 W tenemos:

$$Cd = 840 \text{ W}$$

Con la carga declarada se obtiene la intensidad:

$$I_{nt} = \frac{P}{V}$$
$$I_{nt} = \frac{840}{120}$$
$$I_{nt} = 7 \text{ A}$$

A esta intensidad se le multiplica por el factor de seguridad

$$I_t = I_{nt} * 1.25$$
$$I_t = 7 \text{ A} * 1.25$$
$$I_t = 8.75 \text{ A}$$

Con esta intensidad se obtiene un cable # 12 AWG, con una protección de 20 A.

5.3 Ingeniería del proyecto

5.3.1 Presupuesto del desarrollo del proyecto

Tablero N° 1. Oficina administración (Mando Principal)

Tabla 17. Equipos y datos del tablero 1

Equipo	Potencia nominal		VOLTAJE (V)	Numero de fases	FP	Rendimiento
	HP	Kw				
Sauna 2	20	15	220	3	0.8	0.8
Bomba cisterna 1	2	1.5	220	3	0.7	0.7
Hidrolavadora	4	3	220	1	0.7	0.7
Hidromasaje pequeño	1	0.75	220	3	0.7	0.7
Bomba cisterna 2	2	1.5	220	3	0.7	0.7
Turco pequeño	16	12	220	3	0.8	0.8

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 18. Calibres y precio del tablero 1

Equipo	Intensidad nominal (A)	Cable tripolar TW-THHN para 90 °C	Cantidad (m)	Precio (USD)	Protección del equipo (A)	Precio (USD)
Sauna 2	61.50	6	50	85	75	45
Bomba cisterna 1	8.03	14	5	7	20	5
Hidrolavadora	16	14	15	21	20	5
Hidromasaje pequeño	7.8	14	10	14	20	5
Bomba cisterna 2	8.03	14	5	7	20	5
Sauna 1	49	8	100	90	63	38
TOTAL				314		103

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Figura 33. Control oficina de administración (Aplicado mantenimiento)



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Aplicando el mantenimiento mejorativo el área de administración se muestra el reordenamiento de los conductores y el ajuste de los terminales, además de contar ya con las protecciones adecuadas y dimensionadas de acuerdo con la intensidad de corriente con la que se opera. Ver fig. 9

TABLERO N° 2. Calentamiento de duchas

Tabla 19. Equipos y datos del tablero 2

Equipo	Potencia nominal		VOLTAJE (V)	FASES	FP	RENDIMIENTO
	HP	kW				
Bomba Duchas	0.5	0.37	120	1	0.5	0.5

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 20. Calibres y precio del tablero 2

Equipo	Intensidad nominal (A)	Cable tripolar TW-THHN para 90 °C	Cantidad (m)	Precio (USD)	Protección del equipo (A)	Precio (USD)
Bomba duchas	6.16	14	7	3.50	20	5
TOTAL				3.50		5

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Antes de aplicar el mantenimiento los elementos se encontraban sujetos a un pedazo de madera al interperie y por estar en un ambiente húmedo el deterioro era evidente. Ver Fig. 12

Figura 34. Calentamiento duchas (Aplicado mantenimiento)



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

En el área de calentamiento de duchas se colocó un gabinete que aloja a un breaker y contactor que anteriormente estaba al interperie, El gabinete cuenta con pulsadores para su accionamiento, la termocupla se encuentra dentro de una tubería para evitar corrosión u oxidación ya que la anterior presentaba deteriorada por el ambiente.

Tablero N° 3. Cuarto de máquinas

Tabla 21. Equipos y datos del tablero 3

EQUIPO	Potencia nominal		VOLTAJE (V)	Numero de fases	FP	Rendimiento
	HP	kW				
Bomba 1	10	7.457	220	3	0.8	0.8
Bomba 2	15	11.2	220	3	0.8	0.8
Quemador calentador 1	1/6	0.11	120	1	0.7	0.7
Quemador calentador 1	1/6	0.11	120	1	0.7	0.7

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 22. Calibres y precio del tablero 3

EQUIPO	Intensidad nominal (A)	Cable tripolar TW-THHN para 90 °C	Cantidad (m)	Precio (USD)	Protección del equipo (A)	Precio (USD)
Bomba 1	30.57	10	150	67.50	50	38
Bomba 2	45.92	6	6	10.20	63	38
Quemador	1.87	14	10	5	20	5

calentador 1						
Quemador calentador 1	1.87	14	10	5	20	5
TOTAL				87.70		86

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Figura 35. Alimentación tablero principal cuarto de máquinas (Aplicado



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

En el cuarto de maquinas se realizó el cambio de la caja térmica de 20 puntos incluyendo todos los breakers, tambien se sustituyó los dos gabinetes correspondientes las bombas de la piscina por uno solo optimizando el espacio que estos ocupaban. Ver Figura 21

Se dimensionó adecuadamente los contactores y los térmicos para las bombas además de colocar pulsadores y luces piloto para su accionamiento. Los conductores que energizan este tablero también se colocaron dentro de una canatela para evitar que se encuentren colgados y al interperie. La caja térmica de veinte puntos acciona a la iluminación de la piscina, túnel de ventilación, tomas del cuarto de máquinas, bombas 1y 2 de piscina, quemador calentador 1y 2.

Tablero N° 4. Cisterna

Tabla 23. Equipos y datos del tablero 4

Equipo	Potencia nominal		Voltaje (V)	Numero de fases	FP	Rendimiento
	HP	kW				
Bomba Cisterna 1	2	1.5	220	3	0.7	0.7
Bomba Cisterna 2	2	1.5	220	3	0.7	0.7

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 24. Calibres y precios del tablero 4

Equipo	Intensidad nominal (A)	Cable tripolar TW-THHN para 90 °C	Cantidad (m)	Precio (USD)	Protección del equipo (A)	Precio (USD)
Bomba Cisterna 1	8.03	14	5	2.25	15	5
Bomba Cisterna 2	8.03	14	7	3.50	15	5
TOTAL				5.75		10

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Figura 37. Bomba cisterna 1



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Figura 36. Control bomba cisterna 1



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

En esta área se colocó canaletas para cubrir los conductores que salen del cajetín del contactor hasta la bomba que están expuestos al ambiente.

Los conductores conectan el automático y el sensor de la bomba se colocan dentro de tubería corrugada.

Tablero N° 5. Hidromasaje pequeño

Tabla 25. Equipos y datos el tablero 5

Equipo	Potencia nominal		Voltaje (V)	Numero de fases	FP	Rendimiento
	HP	kW				
Bomba Filtración 8	1	0.75	220	3	0.7	0.7
Bomba Jets Hidro 8	2	1.49	220	3	0.7	0.7

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Tabla 26. Calibres y precio del tablero 5

EQUIPO	Intensidad nominal (A)	Cable tripolar TW-THHN para 90 °C	Cantidad (m)	Precio (USD)	Protección del equipo (A)	Precio (USD)
Bomba Filtración 8	7.8	14	5	2.25	20	5
Bomba Jets Hidro 8	8	14	5	2.25	20	5
TOTAL				4.50		10

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

Figura 38. Hidromasaje pequeño (Aplicado mantenimiento)



Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

El gabinete que se encontraba en el lugar estaba adecuado ya que no pertenecía al mismo y la cubierta estaba sobre puesta por lo cual se realizó el cambio de gabinete y de los contactores, además los térmicos no se encontraban en funcionamiento y también se reemplazaron.

Los conductores se encontraron deteriorados, también se reemplazaron y se colocaron dentro de canaletas y tubería corrugada para el tramo de las bombas hasta el gabinete. Ver Figura 27 y 28.

El material eléctrico fue adquirido en la distribuidora PROCOINEEC reconocida en la ciudad de la cual se adjunta la proforma en el **ANEXO I**.

El costo de 1150 es el valor que debe emplearse para realizar el mantenimiento Mejorativo de las instalaciones eléctricas de la piscina de la ESPOCH.

Nota: el valor mencionado no incluye tuberías de 1", ½", 1/4", canaletas ni demás accesorios que fue seleccionados para la instalación.

Presupuesto aproximado

Tabla 27. Presupuesto total el proyecto

Cantidad	Unidad	Detalle	Valor unit.(USD)	Total (USD)
1	unidad	Contactora fuerza 50a 15hp 220v gmc50 ls (b-2004)	155	155
1	unidad	contactora fuerza 65a 20hp 110v gmc65 ls (b-20051)	94	94
1	unidad	Termico 45-65a mt95/3k ls gmc-75 (b-2037)	168	168
1	unidad	Termico 34-50a mt63/3k ls gtk-85 (b-2036)	115	115
4	unidad	Pulsador 22mm monobloq rojo fato(cb2-ea42)	4,5	18
1	unidad	Centro de carga sqd trifasico 20p 125a sqd(qol-420f)	178	178
1	unidad	Breaker enchufable 3p 63a sqd (qo-363)	38	38
1	unidad	Breaker enchufable 3p 50a sqd (qo-350)	38	38
14	unidad	Breaker enchufable 1p 20a sqd (qo-120)	5	70
1	unidad	Gabinete modular 40x40x20 liviano (i-0305)	24	24
1	unidad	Gabinete modular 40x30x20 liviano (i-0304)	34	34
4	unidad	Luz piloto 22mm amarillo 220v camco ad1622ds.	2	8
1	unidad	Selector 3pos 22mm 1na/nc camco skos-ed33	12	12
1	unidad	Riel din acero 35mm camco (riel-acer-35)	3,25	3,25
3	metros	Conductor cu thhn #6 7h incable	1,7	5,1
4	rollos	Cinta aislante 3/4 20 yds 3m colores	3	12
1	unidad	Pulsador 22mm monobloq rojo fato(cb2-ea42)	4,5	4,5
1	unidad	Pulsador 22mm monobloq verde fato(cb2-ea31)	4,5	4,5
1	unidad	Luz piloto 22mm verde 120-220vd d1622ds	2	2
1	unidad	Pulsador 22mm monobloq verd metalico dixsen(db4-ba31)	4,5	4,5
1	unidad	Base breaker unipolar sqd	4,15	4,15
1	unidad	Pulsador 22mm monobloq rojo camco (fpb-ea2/r	4,5	4,5
1	unidad	Contactora fuerza 18a 10hp 220v gmc32 ls (b-2002)	40	40
1	unidad	Contactora fuerza 18a 10hp 220v gmc32 ls (b-2002)	30	30
5	unidad	Conductor cu flexible #18 colores incable	0,5	2,5

8	metros	Manguera negra	0,75	6
20	metros	Conductor cu flexible #16 colores incable	0,5	10
1	unidad	Gabinete modular 20x20x10 liviano (i-0304)	35	35
200	metros	Conductor solido thhn cablec	0.455	91.04
6	unidad	Tomacorriete polarizado veto plata	1.89	34.07
20	unidad	Fluorescente 40 w	1.50	30
6	unidad	Interruptor simple veto plata	1.94	9.74
TOTAL				1150

Fuente: QUISINTUÑA, Alejandra

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El mantenimiento Mejorativo realizado en las instalaciones eléctricas de la piscina de la ESPOCH fue de gran beneficio ya que se con ello se conoció el verdadero estado de operación de las mismas, evidenciando la ineficiencia en cuanto a selección de calibres y protecciones eléctricas.

La termografía aplicada como parte del mantenimiento mostró la pérdida energética por calor que se presenta en los tableros principales de la instalación, los mismos que requieren de atención con lo cual se mejora la eficiencia del sistema.

Con los datos técnicos obtenidos de las instalaciones tanto domiciliaria como industrial de la piscina de la EPOCH se realizó un correcto diagnóstico de la situación actual del proyecto.

La propuesta de realizar un estudio de eficiencia energética se ejecutó y del análisis de este se concluyó que los tableros que fueron analizados presentan fugas de calor considerables que al no ser tratados generan riesgo de cortocircuitos y fundición de contactos adema de ser riesgosos para el personal.

El costo significativo que representa la renovación de las instalaciones eléctricas se justifica totalmente ya que implica el dimensionamiento correcto de los conductores, protecciones y reemplazo de elementos que están por cumplir su vida útil.

La cámara termográfica FLIR SERIE E por sus características técnicas fue de gran ayuda para realizar la evaluación de los componentes detectando anomalías en los tableros de control.

En el estudio termográfico realizado se identificó que la mayor anomalía se encuentra en el gabinete de la bomba 2 de la piscina debido a la corrosión existente entre el contactor y la protección térmica que ya no se encuentra funcionando adecuadamente.

6.2 Recomendaciones

Rehabilitar la malla a tierra existente en el área del cuarto de máquinas de la piscina ya que su ausencia representa un riesgo tanto para los equipos como para el personal que labora en el lugar.

Para modificar o ampliar una instalación se recomienda dimensionar adecuadamente los conductores y las protecciones eléctricas, con el fin de obtener un rendimiento óptimo de los equipos y a su vez alcanzar la vida útil estimada de los mismos.

Considerar un rediseño en la energización general de las instalaciones ya que la caída de tensión existente imposibilita el accionamiento en conjunto de las dos bombas de la piscina por lo cual funciona una a la vez.

En instalaciones futuras incluir los guardamotores en los tableros de control para garantizar la protección de los mismos puesto que el costo de reemplazo resultaría elevado.

Realizar la inspección termográfica considerando diversos factores como: emisividad distancia, humedad relativa, temperatura ambiente para una correcta inspección

BIBLIOGRAFIA

ADSENSE. *Electricidad básica, Fundamentos básicos sobre electricidad.*[En línea] 2015. [Consulta:12 de enero de 2017]. Disponible: <http://www.electricidadbasica.net/cqconductores2.htm>

AINIA. *Eficiencia energética: Las 6 ventajas claves de la termografía.* [En línea] 2012. [Consulta en: 22 de enero de 2017]. Disponible: <http://www.ainia.es>

ALAVA, INGENIEROS. *Guía informativa de uso de cámaras termográficas en instalaciones industriales* Madrid-España: 2001. pp.8-25.

BERARDI, Sergio. *Fator de potencia.* [En línea] 2015. [Consulta: 01 de febrero de 2017]. Disponible en : <http://admyconsorcios.tripd.com/factor.htm>.

TESTO. *Servicios relativos a las mediciones* [En línea]. 2010. [Consulta: 05 de febrero de 2017]. Disponible en: http://www.testo.com/esES/Emission%2C+reflexión+y+transmisión/sicices_knowlesgebase_measuring_parameters_emission_reflection_transmission

ENDESA. Educa. Los circuitos eléctricos.[En línea] 2014. [Consulta:28 de enero de 2017] Disponible en: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-básico/iii.-los-circuitos-electricos

INSHT. Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos [En línea].2015. [Consulta:25 de febrero de 2017], Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Iluminacion%20en%20el%20puesto%20de%20trabajo.pdf>

JIMENO, Carlos. *Guía de eficiencia energética en instalaciones deportivas.* Madrid-España: Industria, Energía y Minas. 2008. pp.10-120

RENOVETEC. *Mantenimiento predictivo.* [En línea]. 2010. [Consulta en:14 de enero de 2017]. Disponible:<http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/19-mantenimiento-predictivo>

CIRCUTOR. S.A. *Eficiencia energética eléctrica.*[En línea]. 2005. [Consulta: 01 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://circutor.es/es/formacion/eficiencia-energetica-electrica>.

SERRA, Jordi. *Guía técnica de eficiencia energética eléctrica.* Segunda edición. España: Circutor. S.A. 2008. pp. 17-22

SOTO, Lauro. *Descubriendo energía electromecánica.* [En línea]. 2017. [Consulta: 03 de abril de 2017]. Disponible en:<https://explorandolaingenieriaelectromecanica.Wikispaces.com/Instalaciones+Eléctricas>

