

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL SILO DE CAFÉ
“LA ROMERÍA”

HYALMARK DAVID MESA ZEA
MARIO VARGAS GIRALDO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2012

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL SILO DE CAFÉ
“LA ROMERÍA”

HYALMARK DAVID MESA ZEA
MARIO VARGAS GIRALDO

TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD

DIRECTOR:
JOSÉ NORBEY SÁNCHEZ
DOCENTE PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2012

Nota de aceptación.

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

AGRADECIMIENTOS

Cada logro en la vida va ligado de la mano de Dios, es por ello que primero le agradecemos a Dios por esta meta tan importante en nuestras vidas.

A nuestras familias por estar allí en cada momento brindándonos ese amor y apoyo incondicional. Gracias a las personas que de una manera u otra estuvieron en nuestro proceso de formación.

CONTENIDO

Pág.

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	15
1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	16
1.1 ESPECIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	16
1.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	16
2. RIESGOS ELÉCTRICOS	18
2.1 PRINCIPALES RIESGOS ELÉCTRICOS	18
2.1.1 Contacto Directo	18
2.1.2 Contacto Indirecto	19
2.1.3 Sobrecargas	19
2.1.4 Cortocircuito	20
2.1.5 Tensión de contacto	21
2.1.6 Tensión de paso	21
3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	23
3.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	23
3.1.1 FUNCIONES DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	23
3.2 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	24
3.3 METODOLOGÍAS PARA DETERMINAR LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	24
3.3.1 Método de WENNER	24
3.3.2 Método de SCHLUMBERGER	25
3.3.3 El valor de la resistencia R es visualizado en el Telurómetro	26
3.3.4 METODOLOGÍA BOX-COX	26
3.3.5 Cálculo del valor aproximado de la resistividad	27
3.4 EQUIPO UTILIZADO PARA LAS MEDICIONES DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO	28
3.4.1 Telurómetro	28
4. DISEÑO DE ILUMINACIÓN PARA SISTEMA ELÉCTRICO	31
4.1 PROCESO DE DISEÑO DE ILUMINACIÓN	31
4.1.1 Análisis del proyecto	31
4.1.2 Planificación básica	32
4.1.3 Diseño detallado	32
4.2 REQUERIMIENTOS DE ILUMINACIÓN	33
4.3 SELECCIÓN DE LUMINARIAS Y FUENTES LUMINOSAS	33

4.4	NIVELES DE ILUMINACIÓN O ILUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS.	34
4.4.1	Niveles de iluminancia.	34
4.5	SOFTWARE PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO E ILUMINACIÓN	35
4.5.1	DIALux.	35
4.5.2	Autodesk AutoCAD.	36
4.6	CRITERIOS PARA UN ADECUADO DISEÑO ELÉCTRICO.	36
5.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EXISTENTE EN EL SILO DE CAFÉ “LA ROMERÍA”	38
5.1	INSPECCIÓN DE EQUIPOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS ELÉCTRICOS QUE COMPONEN EL SILO DE CAFÉ.	38
5.2	ANÁLISIS DEL PLANO ELÉCTRICO.	41
5.3	PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA INSPECCIÓN.	41
5.3.1	Revisión 1.	41
5.3.2	Revisión 2.	42
5.3.3	Revisión 3.	45
5.3.4	Revisión 4.	46
5.3.5	Revisión 5.	47
5.3.6	Revisión 6.	47
6.	DISEÑO ELÉCTRICO	49
6.1	CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS RAMALES DE LAVADO Y PELADO Y OTRAS CARGAS.	49
6.2	CÁLCULO DEL ALIMENTADOR TABLERO PELADO Y LAVADO.	50
6.3	CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS RAMALES DEL VENTILADOR, QUEMADOR Y OTRAS CARGAS.	51
6.4	CÁLCULO DEL ALIMENTADOR TABLERO VENTILADOR, QUEMADOR Y OTRAS CARGAS.	52
6.5	CÁLCULO PARA LA ALIMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN.	53
6.6	CÁLCULO ACOMETIDA PARA TABLERO GENERAL.	53
6.7	ANÁLISIS MEDIDAS DE RESISTIVIDAD EN EL TERRENO.	54
6.7.1	Malla recomendada.	57
7.	DISEÑO FINAL DE ILUMINACIÓN Y SISTEMA ELÉCTRICO	60
7.1	DISEÑO DE ILUMINACIÓN.	60
7.1.1	Luminaria escogida para el diseño.	60
8.	CONCLUSIONES	67
9.	RECOMENDACIONES.	68
10.	BIBLIOGRAFÍA.	69
11.	ANEXOS.	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla. 1 Índice UGR máximo y niveles de iluminancia requeridos para el desarrollo del trabajo.	35
Tabla. 2 Inspección de los conductores y protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales.	42
Tabla. 3 Conductores (tablero general subestación eléctrica).	43
Tabla. 4 Cerramientos encontrados en el silo.	43
Tabla. 5 Inspección del cableado eléctrico del lugar.	45
Tabla. 6 Inspección de luminarias.	46
Tabla. 7 Inspección de conductos del lugar.	47
Tabla. 8 Circuito de tomacorrientes del silo.	48
Tabla. 9 Lista costos materiales.	49
Tabla. 10 Cuadro de cargas para tablero de pelado y lavado.	50
Tabla. 11 Datos de placa para el motor que mueve el ventilador.	51
Tabla. 12 Cuadro de cargas tablero de secado.	52
Tabla. 13 Sumatoria de cargas de cada elemento.	54
Tabla. 14 Medinas de resistividad en el terreno.	55
Tabla. 15 Valores del logaritmo natural de la resistividad obtenidos.	55
Tabla. 16 Valores obtenidos del error medio cuadrático.	56
Tabla. 17 Valores máximos de resistencia de puesta a tierra.	58

Tabla 18 Datos obtenidos en la simulación en el DIALux.	61
--	----

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura. 1 Riesgo Eléctrico por contacto directo.....	18
Figura. 2 Riesgo eléctrico por contacto indirecto.	19
Figura. 3 Riesgo eléctrico por sobrecarga.	20
Figura. 4 Riesgo eléctrico por corto circuito.....	20
Figura. 5 Riesgo eléctrico por exposición a tensión de contacto.	21
Figura. 6 Riesgo eléctrico por exposición a tensión de paso.	22
Figura. 7 Esquema de método de WENNER.....	25
Figura. 8 Esquema de método de SCHLUMBEGER.	26
Figura. 9 Telurómetro AEMC modelo 4500.	28
Figura. 10 Esquema de partes del Telurómetro.....	30
Figura. 11 DIALux diseño de iluminación interior y exterior.	35
Figura. 12 Programa de diseño AutoCAD.....	36
Figura. 13 Plano de sistema eléctrico vigente en el silo “La Romería”.	40
Figura. 14 Exposición de cableado sin cobertura.	41
Figura. 15 Cuchilla de protección principal.	42
Figura. 16 Aislamientos de los conductores con la estructura.	45
Figura. 17 luminarias en el silo de café y los puntos de trabajo.....	46
Figura. 18 Conductos de la acometida en el interior del silo.....	47
Figura. 19 Malla de puesta a tierra.	58

Figura.20 Luminaria utilizada Sylvania 0039008 + 5043154+5043156 SYLBAY...	60
Figura. 21 Emisión de luz emitida por la luminaria.....	61
Figura. 22 Cálculo de luxes obtenidos en DIALux.	62
Figura. 23 Visualización del diseño de iluminación en DIALux.	63
Figura. 24 Plano eléctrico del Silo de Café la Romería, realizado en AutoCAD. ...	64
Figura. 25 Cuadro de cargas del sistema eléctrico del Silo de café “La Romería”.	66

GLOSARIO

ÁREA DE TRABAJO: Es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

ACOMETIDA: Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble.

ANALISIS DE RIESGOS: Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

BOMBILLA: Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay pasó de corriente a través de un gas.

BRILLO: Es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada, por unidad de área proyectada de la misma.

CARGA: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

CIRCUITO ELECTRICO: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobretensión. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos.

CONFIABILIDAD: Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados. Equivale a fiabilidad.

CORRIENTE ELÉCTRICA: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hayan al mismo potencial por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

DEPRECIACIÓN LUMÍNICA: Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa.

DESLUMBRAMIENTO: Condición visual que produce molestia, interferencia en la eficiencia visual y/o fatiga visual, debido a la gran luminosidad de una porción de

Campo de visión (lámparas, luminarias, ventanas u otras superficies que son mucho más luminosas que el resto del campo visual).

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

EQUIPOTENCIALIZAR: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

FUSIBLE: Dispositivo utilizado para la protección de conductores y componentes de redes contra sobre-corrientes producidas tanto por sobrecarga como por cortocircuito.

FLUJO LUMINOSO: Energía luminosa emitida por una fuente de luz durante una unidad de tiempo.

FLUJO LUMINOSO NOMINAL: Flujo luminoso medido a las 100 horas de funcionamiento de la bombilla, en condiciones de utilización normales. Se aplica solo a bombillas de alta intensidad de descarga.

ILUMINACIÓN: Es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en lux.

INSPECCIÓN: Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

INTENSIDAD LUMINOSA: Flujo luminoso emitido en una dirección determinada por una luz que no tiene una distribución uniforme.

LÀMPARA: Son fuentes de luz artificial, además es un dispositivo con capacidad de convertir energía eléctrica en energía lumínica.

LUMEN: Es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa percibida.

LUMINARIA: Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para

fijar, proteger y operar esas lámparas y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.

LUX: Es la unidad derivada del Sistema Internacional de Medidas para la iluminancia o nivel de iluminación.

NIVEL DE ILUMINACIÓN: Nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

ORGANISMO DE INSPECCIÓN: Entidad que ejecuta actividades de medición, ensayo o comparación con un patrón o documento de referencia de un proceso, un producto, una instalación o una organización y confrontar los resultados con unos requisitos especificados.

PLANO DE TRABAJO: Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

REFLEXIÓN: Es la luz reflejada por la superficie del cuerpo.

REGLAMENTO TÉCNICO: Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

RETIE O Retie: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

RETILAP: Acrónimo del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

RIESGO: Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN: Posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través de un ser vivo.

SISTEMA DE ILUMINACIÓN: Es el conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

SOBRECARGA: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

SOBRETENSIÓN: Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

TENSIÓN DE CONTACTO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo.

TIERRA (Ground o earth): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura ó tubería de agua. El término “masa” sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

VIDA ÚTIL: Tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar el diseño eléctrico de las instalaciones del silo de café “La Romería”, con el fin de crear la mejor opción para las instalaciones eléctricas, ya que actualmente se encuentra en condiciones que ponen en riesgo la salud o incluso la vida de las personas que allí realizan su labores, además de esto se prosigue al desmontaje de las instalaciones viejas y propuesta del montaje del nuevo diseño en el sitio de trabajo.

En la realización de la inspección eléctrica se tiene en cuenta lo exigido en la Norma Técnica Colombiana NTC-2050, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP.

El desarrollo del diseño se basó en los reglamentos ya mencionados y con ayuda de simulaciones que hicieron posible la visualización del sistema eléctrico. La herramienta utilizada para las simulaciones son los programas DIALux y AutoCAD.

Por último se realiza el rediseño de los planos eléctricos y de iluminación de las instalaciones del silo de café “La Romería”, teniendo en cuenta lo exigido en la NTC2050, el RETIE y el RETILAP, utilizando para esto el programa AUTOCAD.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la industria del café se ha convertido en una de las referencias en la producción colombiana, es por ello que un gran porcentaje del territorio nacional se encuentra sembrado por dicho producto. El proceso de producción de café inicialmente no estaba tecnificado y en sus primeros pasos, dicha producción se realizaba manualmente, es decir, sin la utilización de maquinaria en ninguna fase de producción.

La dependencia y el aumento progresivo de consumo del café en la vida actual, obligó a establecer unas exigencias y especificaciones, no solo en la calidad del producto, sino también en garantizar la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, en este caso, los silos de café, mediante la compatibilidad de los equipos, su adecuada utilización y mantenimiento.

En este sentido, mediante el proyecto de grado se busca realizar el diseño de las instalaciones eléctricas de un silo de café garantizando el cumplimiento de los reglamentos técnicos vigentes (RETIE, RETILAP y NTC-2050).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Diseñar las instalaciones eléctricas de un silo de café con base a los reglamentos técnicos vigentes NTC-2050, RETILAP y RETIE.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar las protecciones requeridas para el sistema.
- Determinar los conductores respectivos para los motores.
- Determinar la iluminación requerida para el sitio de trabajo.
- Localizar los puntos adecuados para los interruptores y tomacorrientes requeridos.
- Calcular los ductos o canalizaciones por los cuales los conductores serán distribuidos.
- Identificar el número adecuado de circuitos para el sistema.
- Diseñar el sistema de puesta a tierra de la instalación.

1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1.1 ESPECIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Toda instalación eléctrica debe cumplir con una serie de exigencias de tal forma que garantice el correcto funcionamiento de los equipos y brinde seguridad a los usuarios, a continuación se enuncian algunas de las especificaciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas: [1]

- La tensión nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito al que está conectado.
- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional, fijar firmemente a la superficie sobre la que van montadas y si se requiere puesta a tierra, los equipos deben estar conectados a un conductor aislado de cobre para puesta a tierra de equipos, incluido con los alimentadores y circuitos ramales.
- Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que van montados. No se deben utilizar tacos de madera en agujeros en mampostería, hormigón, yeso o materiales similares.
- Los conductores puestos a tierra de los alimentadores deben tener la misma capacidad de corriente que los conductores no puestos a tierra.
- Las canalizaciones eléctricas y las bandejas porta-cables deben usarse exclusivamente para conductores eléctricos y no para ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otra instalación que no sea eléctrica.
- Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control de motores instalados en interiores. No serán necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente, que cumpla con el mínimo requerido. En los cuartos de equipos eléctricos, la iluminación no debe estar accionada exclusivamente por medios automáticos.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Una instalación eléctrica adecuada distribuye la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Algunas de las características son:

- a) Confiable, es decir que cumplan el objetivo para lo que son, en todo tiempo y en toda la extensión de la palabra.

- b) Eficiente, es decir, que la energía se transmita con la mayor eficiencia posible.
- c) Económica, que su costo final sea adecuado a las necesidades a satisfacer.
- d) Flexible, se refiere a que sea susceptible de ampliarse, disminuirse o modificarse con facilidad, y según posibles necesidades futuras.
- e) Simple, o sea que faciliten la operación y el mantenimiento sin tener que recurrir a métodos o personas altamente calificados.
- f) Agradable a la vista, pues hay que recordar que una instalación bien hecha simplemente se ve “bien”.
- g) Segura, o sea que garanticen la seguridad de las personas y propiedades durante su operación común.

2. RIESGOS ELÉCTRICOS

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, representándose en los procesos de distribución y uso final de la electricidad la mayor parte de los accidentes. A medida que el uso de la electricidad se extiende, es necesario ser más exigentes en cuanto a la normalización y reglamentación.

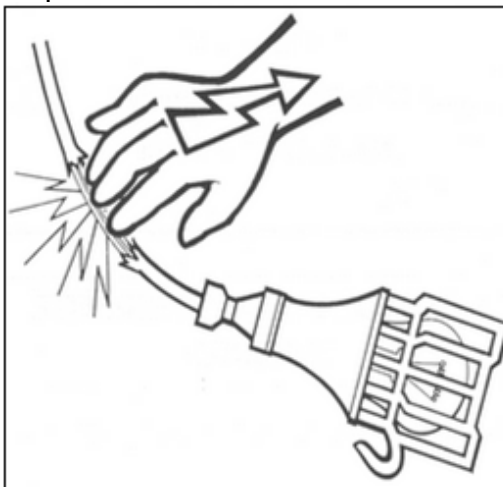
2.1 PRINCIPALES RIESGOS ELÉCTRICOS

La utilización y dependencia de la electricidad, ha generado accidentes por el contacto con elementos energizados, incendios o explosiones. En la medida que las instalaciones aumentan, también se incrementan los accidentes; para evitarlos se deben conocer los principales riesgos asociados a la electricidad, sus causas y la forma de controlarlos. [12]

2.1.1 Contacto Directo

Contacto de personas, animales domésticos o ya sea ganado, caballos, etc.; con partes activas de los materiales y equipos (véase la Figura. 1). Denominándose parte activa el conjunto de conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal.

Figura. 1 Riesgo Eléctrico por contacto directo.



<http://recursos.cevindalo.es/mod/resource/view.php?id=5647>

2.1.2 Contacto Indirecto

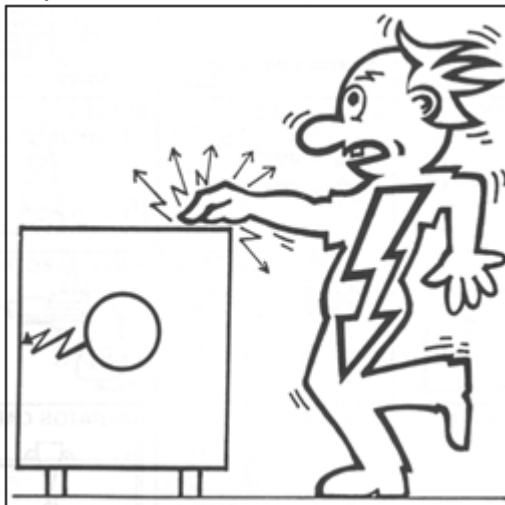
Es el que se produce por efecto de un fallo en un aparato receptor o accesorio, desviándose la corriente eléctrica a través de las partes metálicas de éstos, (véase en la Figura. 2), pudiendo por esta causa entrar las personas en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no deberían tener tensión. Este se puede presentar por:

- Corrientes de derivación.
- Situación dentro de un campo magnético.
- Arco eléctrico.

Las posibles causas de contactos indirectos pueden ser:

- Fallas de aislamiento.
- Mal mantenimiento.
- Falta de conductor de puesta a tierra.

Figura. 2 Riesgo eléctrico por contacto indirecto.

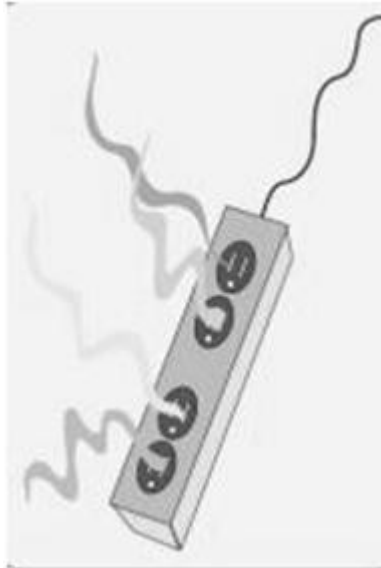


<http://recursos.cepindalo.es/mod/resource/view.php?id=5647>

2.1.3 Sobrecargas

Se presentan cuando la corriente supera los límites nominales del conductor, aparato o equipo (véase en la Figura. 3) por aumentos de carga sin revisar la capacidad de la instalación, por conductores inapropiados, conexiones con malos contactos y por corrientes parásitas no consideradas en los diseños.

Figura. 3 Riesgo eléctrico por sobrecarga.

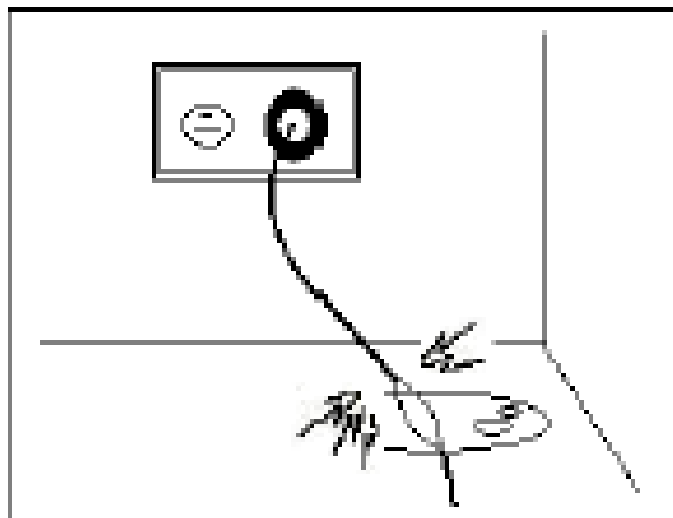


Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE

2.1.4 Cortocircuito

Se origina por fallas del aislamiento, impericia del personal que manipula las instalaciones, vientos fuertes, choques con estructuras que soportan conductores energizados, o daños de soportes de partes energizadas, (véase en la Figura. 4).

Figura. 4 Riesgo eléctrico por corto circuito.



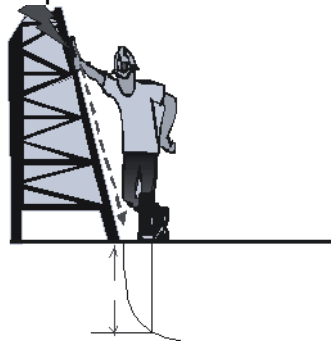
<http://dosdisplanta.blogspot.com/2012/07/retie.html>

2.1.5 Tensión de contacto

Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro (véase en la Figura. 5). Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo. Pueden ser producidas por:

- Rayos.
- Fallas a tierra.
- Fallas de aislamiento.
- Violación de distancias de seguridad.

Figura. 5 Riesgo eléctrico por exposición a tensión de contacto.



Proyecto Modificación RETIE 2012 (Borrador versión 28 de diciembre de 2012)

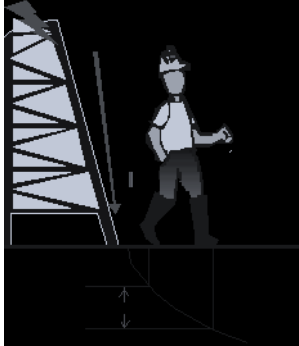
2.1.6 Tensión de paso

Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso aproximadamente un metro (véase en la

Figura. 6). Pueden ser causadas por:

- Rayos.
- Fallas a tierra.
- Fallas de aislamiento.
- Violación de áreas restringidas.

Figura. 6 Riesgo eléctrico por exposición a tensión de paso.



Proyecto Modificación RETIE 2012 (Borrador versión 28 de diciembre de 2012)

3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

3.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Toda instalación eléctrica cubierta por el presente en el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

La exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras que ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son:

- La seguridad de las personas,
- La protección de las instalaciones
- La compatibilidad electromagnética.

3.1.1 FUNCIONES DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- c. Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- d. Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- e. Transmitir señales de RF en onda media y larga.
- f. Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de

puesta a tierra tomado aisladamente. Sin embargo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial GPR por sus siglas en inglés (Ground Potential Rise). [1]

3.2 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

La resistencia de puesta a tierra o resistencia de dispersión de tierra se denomina generalmente como la resistencia del suelo, o de una porción del suelo, al paso de una corriente de tipo eléctrico. En la actualidad se reconoce que el suelo es un conductor de corriente eléctrica, pero comparado con diferentes tipos de metales la conducción de corriente que ofrece el suelo es pobre. Sin embargo, si el área del camino que toma la corriente es grande, la resistencia puede ser bastante baja y la tierra puede ser un camino de baja resistencia. Las mediciones de resistencia de un sistema de puesta a tierra son hechas con dos fines básicos de uso como:

- a. Determinar la efectividad del sistema de puesta a tierra y las conexiones que son utilizadas en los sistemas eléctricos para proteger las personas y equipos eléctricos que dependen de las mismas.
- b. Permitir detectar la elevación de potencial del sistema de puesta a tierra, la seguridad de la conexión a tierra y la variación de la composición y estado físico del suelo.

La resistencia de puesta a tierra se entiende como la razón entre el potencial del sistema de puesta a tierra que se desea medir, con relación a un punto teóricamente ubicado en el infinito, respecto al que se desea medir, el cual se denomina tierra remota y la corriente que se hace fluir entre estos puntos. En la práctica se sabe que casi todo este potencial (cerca del 98%) se localiza a una distancia no muy lejana de la puesta a tierra a medir y se puede considerar este punto aproximadamente como la tierra remota.

Se han desarrollado muchos métodos para medir la resistencia de puesta a tierra, pero todos se basan en un mismo principio, hacer circular una corriente por el suelo desde el sistema de puesta a tierra hasta un electrodo de emisión y leer la distribución de tensión sobre la superficie del terreno por medio de otro electrodo auxiliar, el nombre de cada método cambia dependiendo de la forma en que se colocan los electrodos de emisión de corriente y los de lectura de tensión. Se utilizan varios procedimientos para determinar la resistividad de los terrenos. El más usado es el de los “cuatro electrodos” que presenta dos métodos.

3.3 METODOLOGIAS PARA DETERMINAR LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Actualmente se utilizan muchos métodos para determinar la resistividad del terreno, a continuación nombramos dos, las cuales son muy utilizadas.

3.3.1 Método de WENNER

Apropiado en el caso de querer realizar una medida en una única profundidad. El principio de medida consiste en insertar cuatro electrodos en línea recta en el suelo y a igual distancia “a” entre ellos (véase la Figura. 7).

- Entre los dos electrodos exteriores (E y H), se inyecta una corriente de medida I mediante un generador.
- Entre los dos electrodos centrales (S y ES), se mide el potencial ΔV gracias a un voltímetro. [3]

El cálculo de la resistividad está dada mediante la siguiente fórmula de

$$\rho_w = 2\pi \times a \times R \quad (1)$$

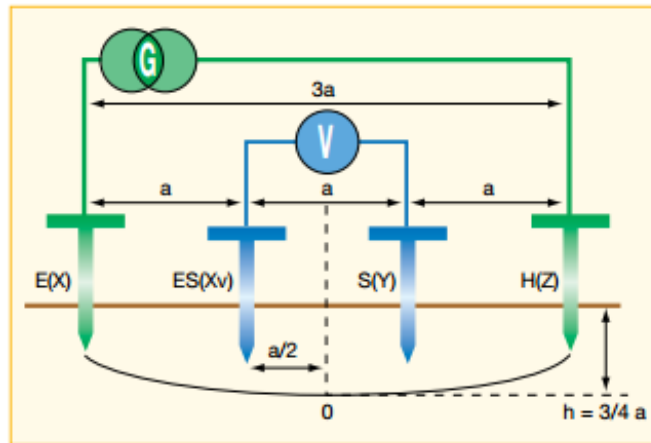
Con:

ρ_w : Resistividad en $\Omega.m$ en el punto situado debajo del punto O, a una profundidad de $h = 3a/4$

a : Base de medida en m.

R: Valor en Ohm (Ω) de la resistencia leída de tierra

Figura. 7 Esquema de método de WENNER.



http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/3681/CAT_Guia_de_Medicion_de_tierra.pdf

En la Figura. 7 se observa la posición de los electrodos, en donde se le inyecta una corriente a los electrodos exteriores y el potencial se mide con los dos electrodos internos.

3.3.2 Método de SCHLUMBERGER

Apropiado para realizar medidas a distintas profundidades y crear así perfiles geológicos de los suelos. El método de SCHLUMBERGER está basado en el mismo principio de medida del punto anterior, (véase la Figura. 8). La única diferencia se sitúa a nivel del posicionamiento de los electrodos: [3]

- La distancia entre las 2 picas exteriores es $2d$.
- La distancia entre las 2 picas interiores es “ a ”.

3.3.3 El valor de la resistencia R es visualizado en el Telurómetro

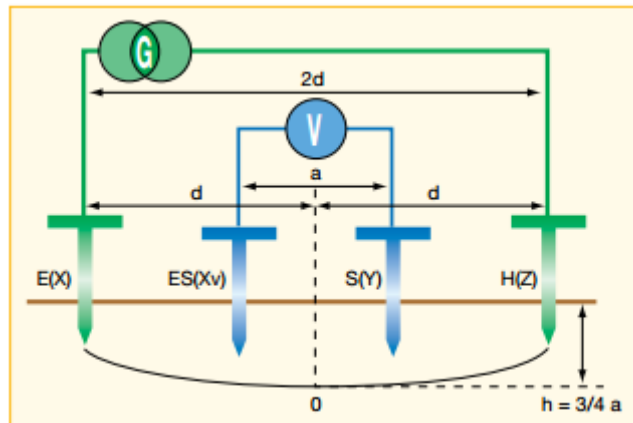
Lo anterior permite calcular la resistividad mediante la siguiente fórmula:

$$\rho_s = (\pi \cdot (d^2 - a^2/4) \cdot R_s - E_s) / 4 \quad (2)$$

Este método permite ahorrar bastante tiempo, especialmente si se quiere realizar varias medidas de resistividad y por consiguiente crear un perfil del terreno.

En efecto, sólo deben moverse los 2 electrodos exteriores a diferencia del método de WENNER que necesita desplazar los 4 electrodos a la vez. [10]

Figura. 8 Esquema de método de SCHLUMBERGER.



http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/3681/CAT_Guia_de_Medicion_de_tierra.pdf

3.3.4 METODOLOGÍA BOX-COX.

La metodología BOX COX se utiliza para el cálculo de la resistividad del terreno necesaria para el diseño de un sistema de puesta a tierra, existen métodos donde se supone que el terreno es de una sola capa o de n capas. Se considera que el modelamiento del suelo como homogéneo es adecuado cuando los diversos valores medidos no se apartan en más de un 30% del valor máximo. Cuando se

aplica el método uni-capas, se asume que el terreno es homogéneo es por eso que se requiere un único valor de resistividad, en este caso la metodología BOX-COX, es aplicable porque permite obtener un solo valor de resistividad con una probabilidad del 70%. [13]

3.3.5 Cálculo del valor aproximado de la resistividad.

Para el cálculo de este parámetro se emplea el método probabilístico (transformación de BOX-COX), para lo cual se tomara una probabilidad del 70% como aceptable para la asignación de la resistividad a partir del ajuste de distribución normal.

Partiendo de los datos de resistividad obtenidos de las lecturas, se aplica el siguiente procedimiento:

- a) Se halla el promedio de la resistividad aparente X_p .
- b) Se tabulan los datos de resistividad aparente media ρ_i .
- c) En una columna se colocan los logaritmos naturales de cada una de las medidas.

$$X_i = \ln(\rho_i) \quad (3)$$

- d) Se halla la resistividad promedio \bar{X} como:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n} \quad (4)$$

- e) En otra columna se coloca el resultado de $(X_i - \bar{X})^2$.

- f) Se calcula la desviación estándar S como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (5)$$

- g) De la distribución normal se toma Z para 70% de 0,524400513.

- h) Se halla la resistividad (con probabilidad del 70% de no ser superada) por la siguiente fórmula:

$$\rho = e^{(SZ+\bar{X})} \quad (6)$$

3.4 EQUIPO UTILIZADO PARA LAS MEDICIONES DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

3.4.1 Telurómetro

Un Telurómetro (véase Figura. 9) es instrumento de medida utilizado para obtener valores de resistividad en un terreno, utilizando parámetros de corriente y tensión para el diseño de un sistema de puesta a tierra.

El Telurómetro utilizado tiene las siguientes características: [11]

- DIGITAL GROUND RESISTANCE TESTER
- Fabricante: AEMC® Instruments.
- Modelo: 4500.
- Serie: 12G36572.

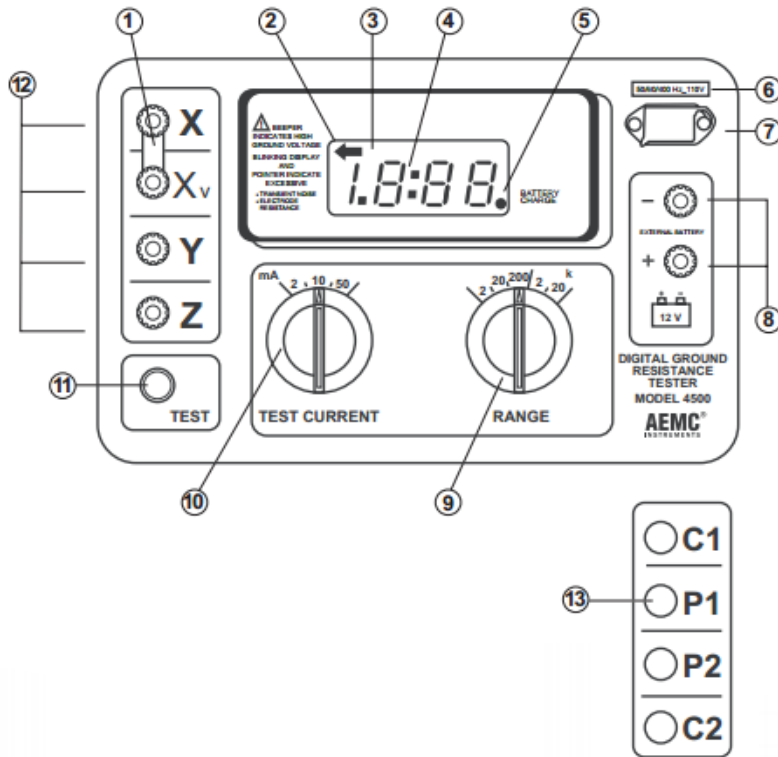
Figura. 9 Telurómetro AEMC modelo 4500.

Modelo 4500



<http://www.aemc.com/products/Spanish%20pdfs/450.100-SP.pdf>

Figura. 10 Esquema de partes del Telurómetro.



1. Tira de medida de resistencia de tierra
2. Indicador de medida incorrecta
3. Pantalla
4. Indicador de Batería Baja
5. Indicador de Carga de Batería
6. Indicador de Voltage de Alimentación
7. Enchufe de entrada de alimentación CA
8. Terminales de conexión para batería externa 12Vcc
9. Selector de Escala
10. Selector de Corriente de Prueba
11. Pulsar para Medir
12. Terminales
13. Etiqueta adhesiva para las opciones C-1, P-1, P-2, C-2

<http://www.aemc.com>

4. DISEÑO DE ILUMINACIÓN PARA SISTEMA ELÉCTRICO

4.1 PROCESO DE DISEÑO DE ILUMINACIÓN.

Un diseño de iluminación debe seguir el siguiente procedimiento: [16]



4.1.1 Análisis del proyecto.

En esta etapa se debe recopilar y analizar la información que permita determinar las demandas visuales en función de los alcances, interés y limitaciones del trabajo o tareas a realizar. La identificación clara y precisa de estas variables es fundamental para el éxito de cualquier proyecto.

a) Demandas visuales. Son una consecuencia de la realización de actividades y para determinarlas se debe evaluar la dificultad de las tareas en función de sus características y condiciones de realización incluso en condiciones difíciles y tiempos prolongados.

b) Demandas estéticas. Se refieren a la posibilidad de crear ambientación visual, destacar la arquitectura, ornamentación, obras de arte, etc. Para esto hay que considerar las características físicas y arquitectónicas del ambiente así como del mobiliario y del entorno, la importancia y significado del espacio, etc.

c) Demandas de seguridad. Se determina por una parte, en función de los dispositivos de iluminación para circulación de las personas en condiciones normales y de emergencia; y por otra como las características de las fuentes luminosas.

d) Condiciones del espacio, están relacionadas con las características físicas tanto de las áreas a iluminar como su entorno.

e) Intereses En el diseño de iluminación se deben conocer los intereses de los posibles usuarios y diseñadores de interiores o mobiliario, por lo que se debe

aprovechar la oportunidad de conocer e integrar sus opiniones, necesidades y preferencias respecto de las condiciones de iluminación.

f) Variables económicas y energéticas, El análisis debe, no solo tener en cuenta los costos de instalación inicial sino también los de funcionamiento durante la vida útil del proyecto.

g) Restricciones. En el diseño se deben tener en cuenta las restricciones normativas o reglamentarias, por razones de seguridad, disposición de la infraestructura y ocupación del espacio, aspectos tales como la existencia de elementos estructurales, arquitectónicos, mobiliario, canalizaciones o equipos de otros servicios son restricciones que se deben tener en cuenta en el sistema de iluminación.

4.1.2 Planificación básica.

A partir del análisis de la información reunida en la etapa anterior, se debe establecer un perfil de las características que debe tener la instalación para satisfacer las distintas demandas del lugar. Lo que se busca aquí es desarrollar las ideas básicas del diseño sin llegar a precisar todavía aspectos específicos.

Por lo que en esta etapa se deberá contar con un documento de diseño básico. En este punto se debe definir el sistema de alumbrado, características de las fuentes luminosas recomendadas, uso de alumbrado natural y la estrategia para su integración con la iluminación artificial.

La mayoría de los datos necesarios para el análisis del proyecto se obtienen de la documentación técnica pero, en proyectos que lo ameriten se debe realizar un levantamiento visual y eventualmente fotométrico, eléctrico y fotográfico en la obra, para verificar y completar datos técnicos e identificar detalles difíciles de especificar en planos.

4.1.3 Diseño detallado.

El diseño detallado es obligatorio para, alumbrado público, iluminación industrial, iluminación comercial con espacios de mayores a 500 m² y en general en los lugares donde se tengan más de 10 puestos de trabajo, iluminación de salones donde se imparta enseñanza, o lugares con alta concentración de personas en una mismo salón (50 o más), durante periodos mayores a dos horas.

En función del perfil definido en la fase de diseño básico, se deben resolver los aspectos específicos del proyecto, tales como:

- a) La selección de las luminarias
- b) El diseño geométrico y sistemas de montaje
- c) Los sistemas de alimentación, comando y control eléctricos
- d) La instalación del alumbrado de emergencia y seguridad, cuando se requiera.
- e) Análisis económico y presupuesto del proyecto

En esta etapa el diseñador debe presentar mínimo la siguiente documentación técnica:

- Planos de montaje y distribución de luminarias
- Memorias descriptivas y de cálculos fotométricos
- Cálculos eléctricos
- Una propuesta de esquema funcional de la instalación para propiciar el uso racional de la energía
- El esquema y programa de mantenimiento.
- Las especificaciones de los equipos recomendados.

En lo posible el diseño debe considerar varias alternativas de iluminación.

4.2 REQUERIMIENTOS DE ILUMINACIÓN.

En un proyecto de iluminación se deben conocer los requerimientos de luz para los usos que se pretendan, para lo cual se deben tener en cuenta los niveles óptimos de iluminación requeridos en la tarea a desarrollar, las condiciones visuales de quien las desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretendan con la iluminación. Igualmente, el proyecto debe considerar el tipo de luz y los aportes de luz de otras fuentes distintas a las que se pretenden instalar y el menor uso de energía sin deteriorar los requerimientos de iluminación, además se debe estructurar un plan de mantenimiento del sistema que garantice los niveles de iluminación dentro de los niveles permitidos durante la vida útil del proyecto.

4.3 SELECCIÓN DE LUMINARIAS Y FUENTES LUMINOSAS.

En todos los proyectos de iluminación, se deben elegir las luminarias y fuentes luminosas teniendo en cuenta: la eficacia lumínica, el flujo luminoso, las características fotométricas, la reproducción cromática, la temperatura del color de la fuente, la duración y vida útil de la fuente, el tipo y características de la luminaria, todo esto acorde con las actividades y objetivos de uso de los espacios

a iluminar; así como de consideraciones arquitectónicas, ambientales y económicas.

Para cumplir estos criterios los fabricantes y/o comercializadores de fuentes luminosas, balastos y en general los productos usados en iluminación deben suministrar la información exigida en los requisitos de productos de la sección 300 del RETIE y complementada con información de catálogos o fichas técnicas de público conocimiento, tal información debe ser la utilizada por los diseñadores y referenciada en las memorias de cálculo.

El diseñador debe tener en cuenta que las luminarias se diseñan para funcionar con determinados tipos de fuentes lumínicas existentes en el mercado; esto implica que una vez definido el tipo de fuente, el universo de luminarias disponibles se reduce. Lo mismo ocurre con las fuentes si primero se define el tipo de luminaria. De manera que la elección debe hacerse de forma tal que siempre se use la fuente lumínica con una luminaria diseñada para ella o viceversa.

Los criterios que se deben usar para identificar los tipos de luminarias son:

- Su fotometría.
- Su uso.
- El tipo de fuente de luz o bombilla.
- Las dimensiones y forma de la luminaria.
- El tipo de montaje o instalación requerido.
- Su cerramiento o índice de protección IP.
- El tipo de superficie reflectora de su conjunto óptico.

4.4 NIVELES DE ILUMINACIÓN O ILUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS.

4.4.1 Niveles de iluminancia.

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la

Tabla. 1.

El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación.

En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la

Tabla. 1. En la misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).

Tabla. 1 Índice UGR máximo y niveles de iluminancia requeridos para el desarrollo del trabajo.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR	NIVELES DE ILUMINACION (lx)		
		MÍNIMO.	MEDIO.	MÁXIMO.
INDUSTRIA ALIMENTICIA				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Procesos automáticos	--	150	200	300
Decoración manual, inspección	16	300	500	750

Nota:

La

Tabla. 1, tomada de la Tabla 440.1 del RETILAP.

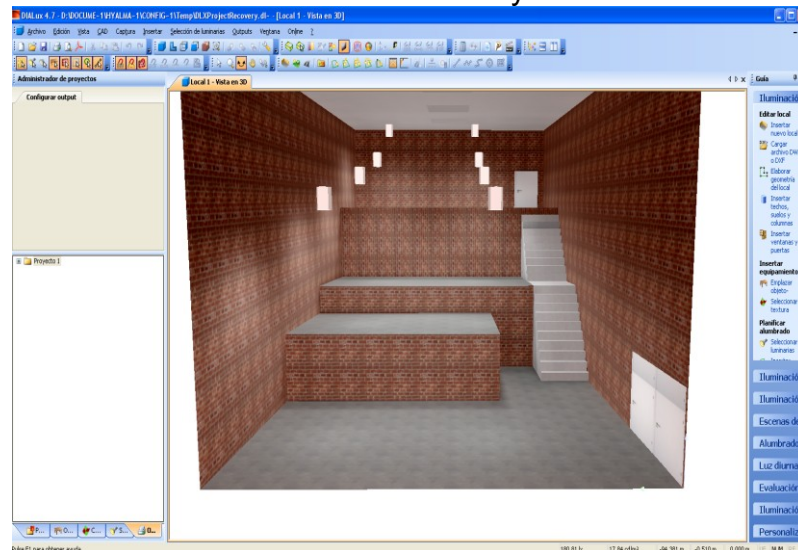
4.5 SOFTWARE PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO E ILUMINACIÓN

Las herramientas virtuales (software), permiten al usuario tener una visión más clara con respecto al diseño que se esté realizando y de esta manera ir cambiando o ajustando los detalles que sean necesarios para un óptimo diseño.

4.5.1 DIALux.

DIALux es un software gratuito que permite el cálculo y diseño de Iluminación, ya sea en espacio interior o exterior de forma detallada, utilizando todos los parámetros luminotécnicos. El funcionamiento del software esta basado en la variedad de plugins que se pueden descargar gratis de la red y que contienen la información de las luminarias que existen en el mercado.

Figura. 11 DIALux diseño de iluminación interior y exterior.

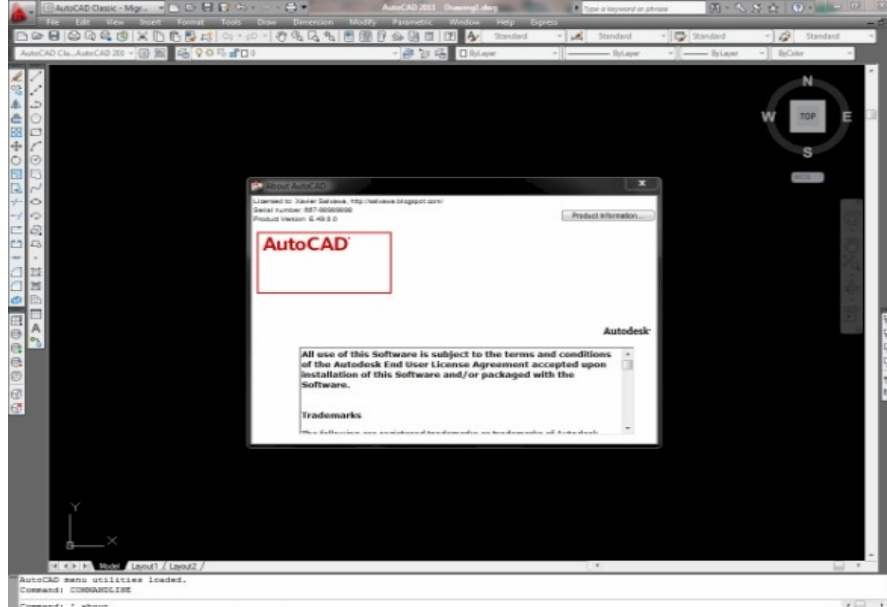


4.5.2 Autodesk AutoCAD.

Autodesk AutoCAD es un programa de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones, (véase la

Figura. 12). AutoCAD es uno de los programas más usados, elegido por arquitectos, Ingenieros y diseñadores industriales.

Figura. 12 Programa de diseño AutoCAD.



4.6 CRITERIOS PARA UN ADECUADO DISEÑO ELÉCTRICO.

Cuando se habla de criterios de diseño es muy importante, antes de nada, tener en cuenta las normas, es decir, el cumplimiento de la norma o normas que se encuentran vigentes en la región. Gracias a estas normas se garantiza no solo su funcionamiento si no el bienestar del usuario y de los seres vivos. En el diseño eléctrico del silo de café “La Romería”, se tendrá en cuenta la NTC-2050, el RETIE y el RETILAP, como base para el diseño eléctrico.

Algunos criterios básicos para el diseño eléctrico:

- Cumplimiento de las normas vigentes y reglamentos vigentes. (NTC-2050, el RETIE y el RETILAP).
- Conocer las condiciones actuales en las que se encuentra el lugar en el cual se va a trabajar. Esto se logra al inspeccionar y revisar en qué estado se encuentra el mismo, tanto en infraestructura, como también en la parte eléctrica e iluminación. De tal manera se crea una base de lo que se hizo en el anterior diseño y a su vez, lo que se necesita para corregir las inconformidades o si es necesario un diseño completamente nuevo.
- Considerar los deseos e ideas como las exigencias del cliente, siempre y cuando las normas no se quebranten, no obstante es importante instruir ya que en muchos casos el cliente no tiene la razón, esto se debe a que las normas se violan, provocando una disminución de calidad y de profesionalismo en el diseño como tal.

- El proceso de instruir al cliente hace parte fundamental del diseño, puesto que por este medio se logra llegar a un acuerdo en donde las normas y el deseo de diseño del cliente estén de acuerdo y ninguna se vea afectada.

5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EXISTENTE EN EL SILO DE CAFÉ “LA ROMERÍA”

En este capítulo se presenta un informe, donde se muestran las condiciones en las que se encuentra el lugar, dando a conocer los elementos que conforman toda la infraestructura, entre los elementos se tienen: motores, cableado, protecciones, sistema de iluminación, caja de circuito, sistema de tomas, etc. [7]

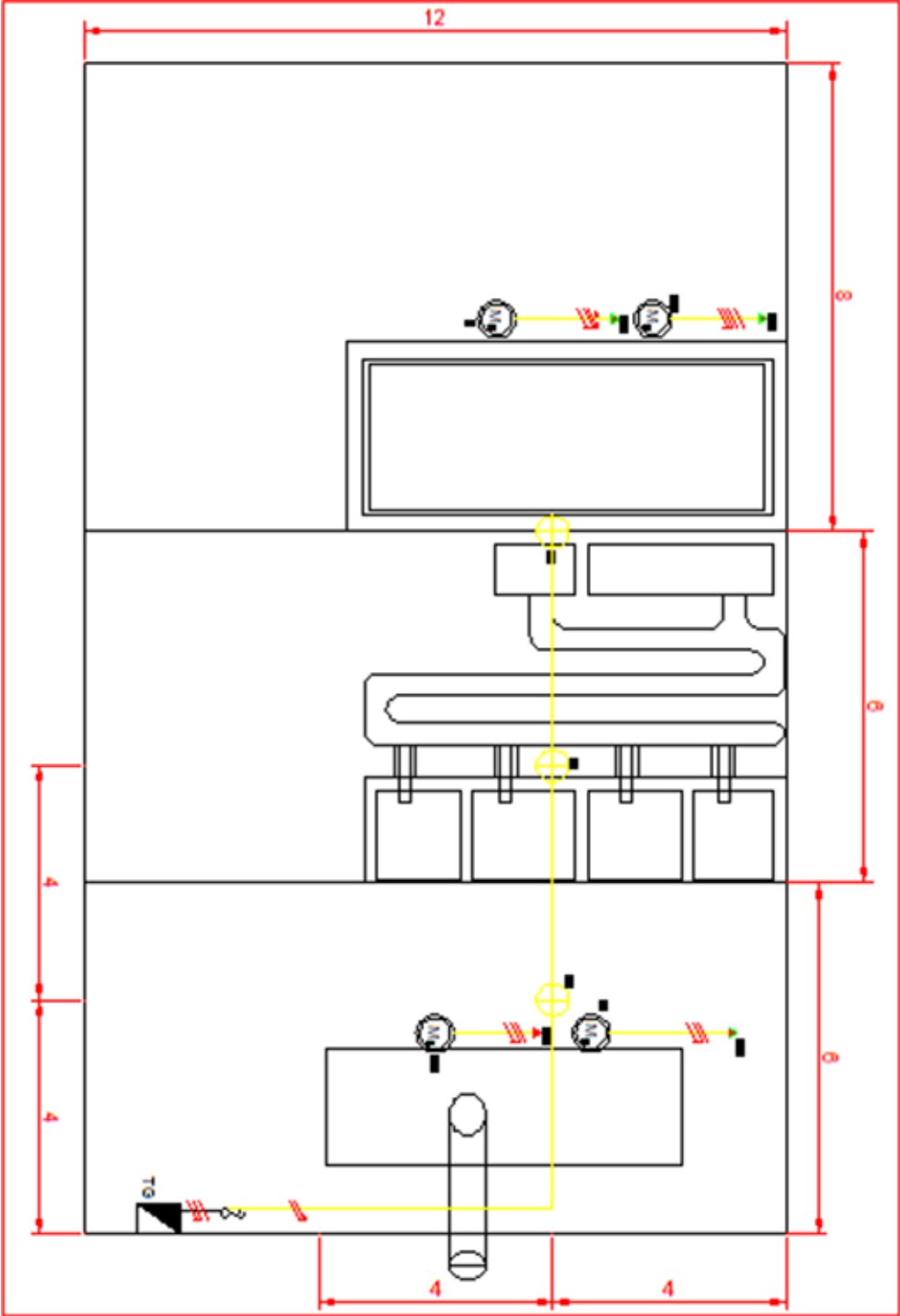
Las condiciones en las que se encuentra las instalaciones eléctricas del silo de café encuentra el silo son obsoletas y es recomendable un nuevo diseño de sus instalaciones eléctricas, puesto que, las que posee actualmente no cumplen en ninguna manera con las normas vigentes y pone en riesgo la vida de los usuarios como la calidad del producto tratado en este lugar.

5.1 INSPECCIÓN DE EQUIPOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS ELÉCTRICOS QUE COMPONEN EL SILO DE CAFÉ.

El producto final del café, depende de diversos factores, entre los cuales se tienen: un cultivo tecnificado, una recolección oportuna, un buen sistema de beneficiado y otros factores técnicos, de los cuales para el trabajo compete la evaluación del sistema eléctrico ya que un inadecuado sistema eléctrico como el de la instalación no cumple con la normatividad establecida en los reglamentos y normas (RETIE, NTC-2050 y RETILAP), poniendo en riesgo la vida del usuario y sus finanzas.

Al realizar la inspección en el silo de café (véase Figura. 13), se puede observar que no existe ninguna clase de señalización y protección, no se tienen tomacorrientes, el ambiente es altamente húmedo, se tiene un bajo nivel de iluminación, entre muchas otras deficiencias, que hacen que el diseño actual no cumpla las condiciones adecuadas para el funcionamiento de este, ni tampoco garantice la seguridad del usuario.

Figura. 13 Plano de sistema eléctrico vigente en el silo “La Romería”.



5.2 ANÁLISIS DEL PLANO ELÉCTRICO.

Al realizar el levantamiento del plano eléctrico de la instalación se evidencia una serie de inconformidades que hacen necesaria una renovación del sistema eléctrico.

El incumplimiento de los muchos ítems de las normas del sistema eléctrico (véase Figura. 13) es considerado un riesgo para la vida del ser humano. El manejo de los motores sin una protección adecuada ya es, para empezar un gran riesgo, además del manejo de estos equipos en condiciones precarias, como es el caso de la lavadora de café, la cual trabaja con un motor y con agua, y en estos momentos presenta fugas del líquido lo que aumenta el riesgo eléctrico en este sitio.

En la Figura. 13, se aprecia la escases de luminarias en el lugar de trabajo provocando múltiples problemas en el lugar, esta escases impide que el usuario tenga una buena visualización de los equipos y del lugar, incrementando el riesgo eléctrico del mismo, una mala manipulación de los equipos y por consiguiente un mal producto final.

En el numeral 5.3 se enumeraran los problemas o riesgos por los cuales es necesario rediseñar el sistema eléctrico, basado en las normas y así garantizar mayor seguridad al operario y un mejor rendimiento del silo de café.

5.3 PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA INSPECCIÓN.

En esta sección se muestra las diferentes inspecciones que se realizaron en el silo de café “La Romería”, en donde se deja ver el estado del mismo.

5.3.1 Revisión 1.

Estado del cableado, empalmes, conductores y exposición.

Figura. 14 Exposición de cableado sin cobertura.



Como se puede apreciar en la Figura. 14, se tienen dos conductores pertenecientes al circuito ramal de iluminación, los cuales no están debidamente canalizados y por tal motivo presentan alto deterioro del aislamiento y múltiples empalmes en su longitud. Lo anterior es un indicador de alto riesgo para el entorno y puede ser evidenciado en la figura además, se aprecia un roedor el cual mordió el aislamiento del conductor, viéndose sometido a una descarga eléctrica causándole su muerte.

Tabla. 2 Inspección de los conductores y protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales.

ARTÍCULO	ASPECTO	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
RETIE	Revisar los conductores y la protección contra sobrecorriente, teniendo en cuenta las cargas continuas y no continuas, las cargas múltiples salidas y la capacidad de corriente y tamaño mínimos.	NO CUMPLE	<ul style="list-style-type: none"> • Uso inadecuado de conductores. • Empalmes descubiertos. • Combinación de conductores para el empalme del mismo. • Ausencia de ductos o canaletas para el paso del conductor. • No existe ni el conductor ni la protección del circuito.
Artículo 11° (4) (RETIE)	Verificar que los conductores cumplan con el código de colores.	NO CUMPLE	Los conductores de los circuitos ramales, las acometidas, las tierras y los neutros no cumplen con el código de colores.

5.3.2 Revisión 2.

Estado de la cuchilla principal, que también sirve de protección del motor trifásico.

Figura. 15 Cuchilla de protección principal.



En las instalaciones eléctricas del silo se encontró que el seccionador de toda la instalación eléctrica es una cuchilla de ceramica, (véase Figura. 15), este elemento no cumple con la norma y reglamentos establecidos, que son mostrados en la Tabla. 3.

Tabla. 3 Conductores (tablero general subestación eléctrica).

ARTÍCULO	ASPECTO	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
373-5 (c) NTC 2050	Los cables deben estar asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico	NO CUMPLE	No existe caja o gabinete donde se aseguran los cables.
Artículo 31 RETIE	Verificar que todo el equipo eléctrico fijo esté soportado y asegurado de una manera consistente.	NO CUMPLE	No se garantiza que el equipo este seguro, ya que se encuentra fijo a una tablilla, que a la vista se ve muy golpeada por los años y la humedad del lugar.

Tabla. 4 Cerramientos encontrados en el silo.

ARTÍCULO	ASPECTO	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
Artículo 38.7 RETIE	En la subestación de distribución secundaria se debe asegurar que una persona no acceda a las partes energizadas ni tocándola de manera directa, ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	NO CUMPLE	No existe nada de lo antes mencionado
Artículo 38.7 RETIE	Las cubiertas y puertas no deben permitir el acceso a personal no	NO CUMPLE	No existe nada de lo antes mencionado

ARTÍCULO	ASPECTO	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
	calificado, al lugar donde se alojan los barrajes energizados.		
Artículo 17.9 RETIE	La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en el presente reglamento e identificar cada uno de los circuitos.	NO CUMPLE	No se cumple el código de colores y los circuitos no están identificados.

5.3.3 Revisión 3

Aislamientos de los conductores de la estructura de paso (techo).

Figura. 16 Aislamientos de los conductores con la estructura.



En las instalaciones eléctricas del silo de café se observa que la cobertura de los aisladores está en malas condiciones, puesto que las puntillas atraviesan el aislador ya están expuesta por el deterioro de la goma, lo que genera que el conductor no quede bien fijo a la estructura y puede caer y generar un riesgo eléctrico al entrar en contacto con alguna estructura metálica o alguna persona que se encuentre en el lugar (véase Figura. 16).

Tabla. 5 Inspección del cableado eléctrico del lugar.

ARTÍCULO	ASPECTO	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
373-5 (c) NTC-2050	Los cables deben estar asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico	NO CUMPLE	Los conductores se encontraron sujetos con alambre dulce al aislador pegado de una puntilla por vía aérea.

5.3.4 Revisión 4.
Estado del sistema de iluminación.

Figura. 17 luminarias en el silo de café y los puntos de trabajo



La iluminación del silo de café no cumple con las exigencias de los reglamentos vigentes, la escases de luminarias y el pésimo estado en la que se encuentra hacen del lugar un inadecuado sitio de trabajo (véase la Figura. 17).

Tabla. 6 Inspección de luminarias.

ARTÍCULO	ASPECTO	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
Artículo 16 RETIE	Verificar que exista suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios para evacuación.	NO CUMPLE	Existe riesgo total por falta de iluminación.
605-5 (a)	Verificar que los accesorios de alumbrado tengan un medio que permita apoyarlos o sujetarlos bien.	NO CUMPLE	Condiciones inadecuadas.
Artículo 16 NTC-2050	Verificar que exista suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios para evacuación.	NO CUMPLE	No se cuenta con un sistema de iluminación de emergencia

5.3.5 Revisión 5.
Estado de la acometida.

Figura. 18 Conductos de la acometida en el interior del silo.



La acometida no está debidamente instalada, además se puede observar en la Figura. 18, que posee partes en donde el aislamiento de los conductores ha sido retirado.

Tabla. 7 Inspección de conductos del lugar.

ARTÍCULO	ASPECTO	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
Artículo 40 RETIE	Verificar que las canalizaciones eléctricas y bandejas porta cables se usen exclusivamente para conductores eléctricos.	NO CUMPLE	Se observa una tubería de energía eléctrica cerca al equipo de medición, dicha tubería es utilizada para la conducción de agua potable lo cual representa un alto riesgo para el medidor de energía además de ser una tubería no apropiada para la conducción de fluidos.

5.3.6 Revisión 6.
Circuito de tomas de uso general

Cualquier conexión que se deba realizar para un equipo se hace mediante la derivación del único circuito ramal.

Tabla. 8 Circuito de tomacorrientes del silo.

ARTÍCULO	ÍTEM	DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
Artículo 17.5 RETIE	Los tomacorrientes deben ser contruidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas y térmicas, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.	NO CUMPLE	No existen tomacorrientes en el sistema eléctrico.
Artículo 17.5 RETIE	Los tomacorrientes deben suministrarse e instalarse con su respectiva placa, tapa o cubierta destinada a evitar el contacto directo con partes energizadas; estos materiales deben ser de alta resistencia al impacto.	NO CUMPLE	No existen tomacorrientes en el sistema eléctrico.
Artículo 17.5 RETIE	En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase.	NO CUMPLE	No existen tomacorrientes en el sistema eléctrico
Artículo 17.5 RETIE	Los tomacorrientes con protección de falla a tierra deben tener un sistema de monitoreo visual que indique la funcionalidad de la protección.	NO CUMPLE	No existen tomas GFCI.
Artículo 17.5 RETIE	Se deben instalar los tomacorrientes de tal forma que el terminal de neutro quede arriba en las instalaciones horizontales.	NO CUMPLE	No existen tomacorrientes en el sistema eléctrico
Artículo 17.5 RETIE	En lugares clasificados como peligrosos se deben utilizar clavijas y tomacorrientes aprobados y certificados para uso en estos ambientes.	NO CUMPLE	No existen tomas GFCI en las zonas húmedas.

6. DISEÑO ELÉCTRICO

En este capítulo se muestran todos los cálculos, consideraciones y elementos requeridos que se deben tener en cuenta para el diseño del sistema eléctrico y de iluminación. Lista de los elementos requeridos:

Tabla. 9 Lista costos materiales.

CANTIDAD	ELEMENTO	VALOR UNITARIO (\$)	SUBTOTAL (\$)
2	Motor siemens 3 hp	350 000	700 000
1	Motor siemens 7 hp	480 000	480 000
1	Quemador de 10 kA	190 000	190 000
2	Interruptor termomagnético siemens 2x20 A	21 000	42 000
1	Interruptor termomagnético siemens 3x30 A	48 000	48 000
1	Breaker bipolar siemens 2x20 A	19 000	19 000
1	Breaker tripolar siemens 3x30 A	28 000	28 000
2	Breaker monopolar siemens 1x20 A	10 000	20 000
2	Chipa de alambre # 8 Centelsa	148 000	296 000
2	Chipa alambre # 12 Centelsa	125 000	250 000
1/2	Chipa alambre # 4 Centelsa	150 000	150 000
1	Chipa de Cable # 10 Centelsa	135 000	135 000
5	Cinta aislante 3M	4 500	22 500
1	Tablero de distribución trifásico tetrafililar Luminex	98 000	98 000
8	Luminarias SYLBAY 250 W •Sylvania	270 000	
4	Electrodo de puesta a tierra de 2.4 m	93 000	372 000
		TOTAL	4 744 000

Nota: La tabla 9 no contiene costos de mano de obra ni de los elementos requeridos para para la disminución de la resistividad del terreno (geles, tierras artificiales, etc)

6.1 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS RAMALES DE LAVADO Y PELADO Y OTRAS CARGAS.

Para el cálculo del alimentador se usaran los datos de placa de los motores.

Datos de placa para el motor mucilago

TENSION	220 - 380 V
POTENCIA	3 Hp
CLASE	B
FACTOR DE POTENCIA	0,95

Datos de placa para el motor peladora

TENSIÓN	220 - 380 V
CORRIENTE	9,5 – 5 A
RPM	1730
FACTOR DE POTENCIA	0,95

Para el tablero de pelado, lavado y otras cargas.

Teniendo los datos del motor del mucilago se deduce que:

$$S = VI \quad (7)$$

$$S = \sqrt{3}x(220V)x(9,5A) = 3619 VA$$

$$I = In x 125\% \quad (8)$$

$$I = (9,5A)x(125\%) = 11,875 A$$

Según el resultado tomamos que la protección del motor es: $2x15 A$

De acuerdo con los datos obtenidos, se muestra la Tabla. 10 como el cuadro de cargas para el tablero de pelado, lavado y otras cargas.

Tabla. 10 Cuadro de cargas para tablero de pelado y lavado.

CIRCUITO	TOMACORRIENTE	VA TOTALES	CONDUCTOR	PROTECCION
1		3619	14 THW	2x15A
2		3619	14 THW	2x15A
3	1	2400	12 THW	1x20 A

6.2 CÁLCULO DEL ALIMENTADOR TABLERO PELADO Y LAVADO.

Según la NTC-2050, sección 430-24. Los conductores de suministro de varios motores o un motor y otras cargas deben de tener una capacidad de corriente como mínima igual a la suma de las corrientes a plena cargas de todo los motores, más el 25% de la capacidad de corriente del mayor motor del grupo, más la capacidad de corriente de todas las demás cargas de acuerdo a la establecido en la sección 220 de la norma.

Para el cálculo de la demanda, se tiene en cuenta lo siguiente:

Todas las demás cargas: 2400 VA

Motores: $3619 \text{ VA} \times 100\% = 3619 \text{ VA}$

Mayor motor: $3619 \times 125\% = 4523,75 \text{ VA}$

Demanda total: $2400 \text{ VA} + 3619 \text{ VA} + 4523,75 \text{ VA} = 10,542 \text{ VA}$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad (9)$$

$$I = \frac{10,542 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 208 \text{ V}}$$

$$I = 29,26 \text{ A}$$

- CONDUCTORES: $3 \times N^{\circ} 10 + 1 \times N^{\circ} 10 + 1 \times N^{\circ} 10$
- PROTECCIÓN: $2 \times 30 \text{ A}$

6.3 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS RAMALES DEL VENTILADOR, QUEMADOR Y OTRAS CARGAS.

Tabla. 11 Datos de placa para el motor que mueve el ventilador.

TENSIÓN	220-440 V
CORRIENTE	27,15 A
CLASE	B
FACTOR DE POTENCIA	0,86

- Quemador: transformador de corriente.

Primario:

TENSIÓN	120 V
CORRIENTE	10 A
FRECUENCIA	60Hz

Secundario:

TENSIÓN	10 V
POTENCIA	23 VA

Teniendo los datos del motor que mueve el ventilador se tiene:

$$S = \sqrt{3}xVI$$

$$S = \sqrt{3}x(220 V)x(27 A) = 10,288.38 VA$$

$$I = I_n x 125\% \quad (10)$$

$$I = (27 A)x(125\%) = 33,75 VA$$

Para el quemador se tiene que:

$$S = 250 VA$$

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

$$I = \frac{250 VA}{127 V} = 1.96 A$$

De acuerdo con los datos obtenidos, se muestra la Tabla. 12, como el cuadro de cargas para el tablero de pelado, y lavado y otras cargas.

Tabla. 12 Cuadro de cargas tablero de secado.

CIRCUITO	TOMACORRIENTES	DEMANDA TOTAL VA	PROTECCION
1 – 3 – 5		10 288,38	2x20 A
2	1	250	1x15 A
4		2400	1x20 A

6.4 CÁLCULO DEL ALIMENTADOR TABLERO VENTILADOR, QUEMADOR Y OTRAS CARGAS.

Para el cálculo de la demanda, se tiene en cuenta lo siguiente:

Todas las demás cargas: 2400 VA

Motores: $1200x100\% = 1200 VA$

Mayor motor: $10,288x125\% = 12,860 \%$

Demanda total: $2400 VA + 12,860 VA + 1200 VA = 16,460 VA$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}xV}$$

$$I = \frac{16,460 VA}{\sqrt{3} x 208 V} = 45,688 A$$

- CONDUCTORES: 3xN°8 + 1xN°8
- PROTECCIÓN: 3x50 A

6.5 CÁLCULO PARA LA ALIMENTACIÓN DE LA ILUMINACIÓN.

De acuerdo con los datos de la sección 4.7, se muestra los cálculos para la alimentación del sistema de iluminación.

- Lámpara de 250W a 220V

$$S = \frac{W}{fp} \quad (12)$$

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

$$I = \frac{\frac{250 W}{0.86}}{220 V} = 1,321 A$$

Por tanto los circuitos que se han de asignar corresponden a dos circuitos de 2x15 protección de 15 A.

6.6 CÁLCULO ACOMETIDA PARA TABLERO GENERAL.

Para este cálculo realizara la sumatoria respectiva mostrada en la Tabla. 13, de cada una de las cargas aplicando cada una de las normas.

Tabla. 13 Sumatoria de cargas de cada elemento.

ELEMENTO	CARGA (VA)	SUBTOTAL (VA)
Motor1	3 619	3 619
Motor2	3 619	3 619
Motor3	10 288	12 860
Motor4	250	250
Toma1	2 400	2 400
Toma2	2 400	2 400
Iluminación	2 500	2 500
CARGA TOTAL		27 648 VA

Para el cálculo de la acometida se tendrá en cuenta el tipo de transformador a utilizar, en este caso en trifásico tetrafilar.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}xV}$$

$$I = \frac{27,648 VA}{\sqrt{3} \times 208 V} = 76,73 A$$

- ACOMETIDA: Calibre 3xN° 4 + 1xN° 4 + 1xN° 4
- PROTECCIÓN TOTALIZADOR: 3x80 A.

6.7 ANÁLISIS MEDIDAS DE RESISTIVIDAD EN EL TERRENO.

En la Tabla. 14 se muestran las medidas obtenidas de resistividad del terreno necesarias para el diseño de la malla del sistema de puesta a tierra.

Tabla. 14 Medinas de resistividad en el terreno.

NÚMERO DE DATOS	PROFUNDIDAD	ρ N-S (Ω -m)	ρ E-O (Ω -m)	x_p (Ω -m)
1	0,75	623,24	518,36	570,800
2	1	579,4	536,270	555,835
3	1,5	373,22	507,631	440,425
4	2	376,99	444,535	410,762
5	2,25	369,45	444,850	407,015
6	2,5	340,86	461,814	401,337
7	3	346,83	449,876	398,353
8	3,5	344,99	407,150	376,007
9	3,75	311	367,566	339,283

Obtención de la resistividad de diseño mediante la metodología BOX-COX.

Para valores promedio $X_i = \ln(\rho_i)$

Tabla. 15 Valores del logaritmo natural de la resistividad obtenidos.

Número datos	X_ρ	X_i
1	570,800	6,347
2	555,835	6,320
3	440,425	6,087
4	410,762	6,018
5	407,015	6,009
6	401,337	5,994
7	398,353	5,987
8	376,007	5,929
9	339,283	5,826

- Resistividad promedio \bar{X} :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n}$$

$$\sum X_i = 6,347 + 6,320 + 6,081 + 6,009 + 5,994 + 5,987 + 5,929 + 5,826$$

$$\sum x_i = 54,517$$

$$X'' = \frac{54,517}{9}$$

$$X'' = 6,057$$

Tabla. 16 Valores obtenidos del error medio cuadrático.

NÚMERO DE DATOS	X_i	X''	$(X_i - X'')^2$
1	6,347	6,057	0,0841
2	6,320	6,057	0,0691
3	6,087	6,057	0,0009
4	6,018	6,057	0,0015
5	6,009	6,057	0,0023
6	5,994	6,057	0,0039
7	5,987	6,057	0,0049
8	5,929	6,057	0,0163
9	5,826	6,057	0,0533

A partir de los resultados obtenidos en la Tabla. 16 se calcula la desviación estándar.

$$(X_i - X'')^2 = 0,2386$$

$$S = 0,1628$$

De la distribución normal se toma Z para 70% de 0,524400513

Con los datos de S, Z y \bar{X} se puede determinar el valor de la resistividad de diseño con una probabilidad del 70% de no ser superada.

$$\rho = e^{(SZ + \bar{X})}$$

$$\rho = 465,154 \Omega \text{xm}$$

NOTA:

Según empresas de energía de Pereira la resistencia de puesta a tierra en las subestaciones de distribución primaria a 13.2 kV debería presentar un valor menor o igual a 10Ω .

6.7.1 Malla recomendada.

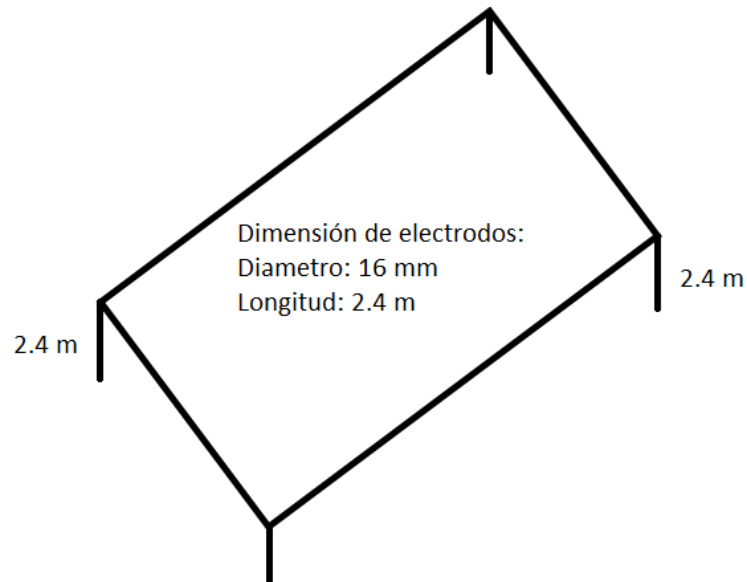
Según el diseño la malla a utilizar necesita de una adecuación del terreno necesaria para ser instalada, dado que las condiciones físicas del mismo provocan el valor de resistividad exageradamente alto. Teniendo en cuenta este inconveniente la malla requerida será de tipo rectangular con una serie de elementos que ayuden a su correcto funcionamiento; tales como minerales, geles y una placa de concreto de aproximadamente 75 cm de grosor.

La malla que se recomienda para el silo de café “La Romería” es de método triangular compuesta de 3 varillas (jabalinas) de cobre de 16mm (5/8) x (2.4m) 8 mm separadas a una distancia mayor igual al doble de la longitud de la varilla.

El cablea utilizar:

- S/E tipo poste. Mínimo N°4 AWG.
- S/E tipo interior. Mínimo N°2 AWG.

Figura. 19 Malla de puesta a tierra.



En la Figura. 19, observamos el esquema final de la malla de puesta a tierra para el silo de café “La Romería”.

NOTA:

Es de tener en cuenta que: para valores de resistencia de puesta a tierra, se deben tener valores máximos de resistencia de puesta a tierra.

Tabla. 17 Valores máximos de resistencia de puesta a tierra.

Descripción	Valores Max de resistencia de puesta tierra. (Ω)
Estructuras de líneas de transmisión o torrecillas metálicas de distribución cable de guarda.	20
Valores de alta y extra alta tensión.	1
Subestaciones de media tensión.	10
Protección contra rayos.	10
Neutro de acometida en baja tensión.	25

7. DISEÑO FINAL DE ILUMINACIÓN Y SISTEMA ELÉCTRICO

7.1 DISEÑO DE ILUMINACIÓN.

El diseño final del silo de café “La Romería” se muestra en la Figura. 22 la cual muestra el diagrama de curvas isolux del silo simulado en el DIALux y la Figura. 23 muestra el diseño final del sistema de iluminación del silo, los datos de la

Tabla 18 muestra los resultados arrojados por el DIALux en la simulación del proyecto. En la Figura. 24 y Figura. 25, se muestra el plano eléctrico y el cuadro de cargas respectivamente.

7.1.1 Luminaria escogida para el diseño.

La luminaria utilizada es la SYLBAY 200 (véase Figura.20), esta presenta un grado de protección IP65 el cual se adecua perfectamente al entorno ya que este es altamente húmedo, el tipo de bombilla utilizado es de halogenuros metálicos

Especificaciones:

- Sylvania 0039008 + 5043154+5043156 SYLBAY
- 200 HSL-SC 400W + Aluminium reflector +protective glass D435
- N° de artículo: 0039008 + 5043154+5043156
- Flujo luminoso de las luminarias: 24000 lm
- Potencia de las luminarias: 425.0 W
- Armamento: 1 x HSL-SC 400W (Factor de corrección 1.000).

Figura.20 Luminaria utilizada Sylvania 0039008 + 5043154+5043156 SYLBAY.



Figura. 21 Emisión de luz emitida por la luminaria.

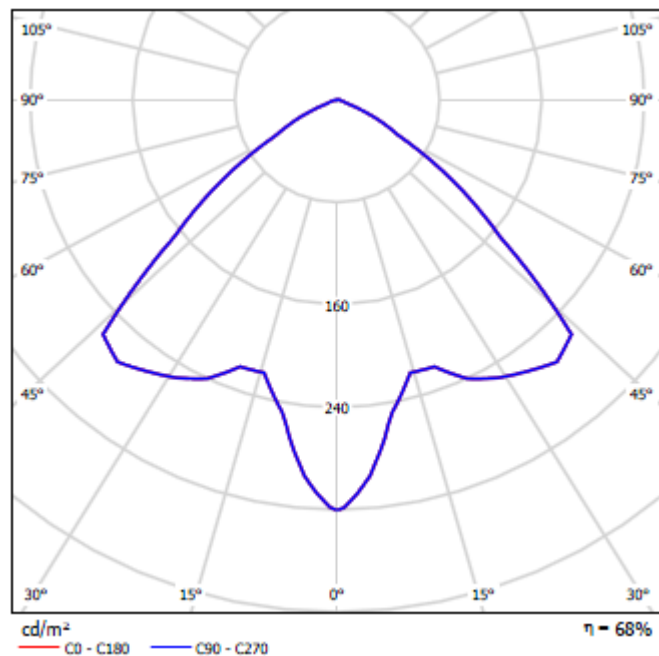


Tabla 18 Datos obtenidos en la simulación en el DIALux.

Altura del local: 10.000 m

Valores en Lux, Escala 1:158

Superficie	ρ [%]	E _m [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{min} / E _m
Plano útil	/	151	2.28	243	0.015
Pisos (109)	38	95	0.00	324	/
Techo	61	32	19	46	0.601
Paredes (6)	31	51	0.04	188	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	8	Sylvania 0039007 + 5043154+5043156 SYLBAY 200 HSL-SC 250W + Aluminium reflector + protective glass D435 (1.000)	14000	266.0
Total:			112000	2128.0

Valor de eficiencia energética: 8.06 W/m² = 5.33 W/m²/100 lx (Base: 264.00 m²)

Figura. 22 Cálculo de luxes obtenidos en DIALux.

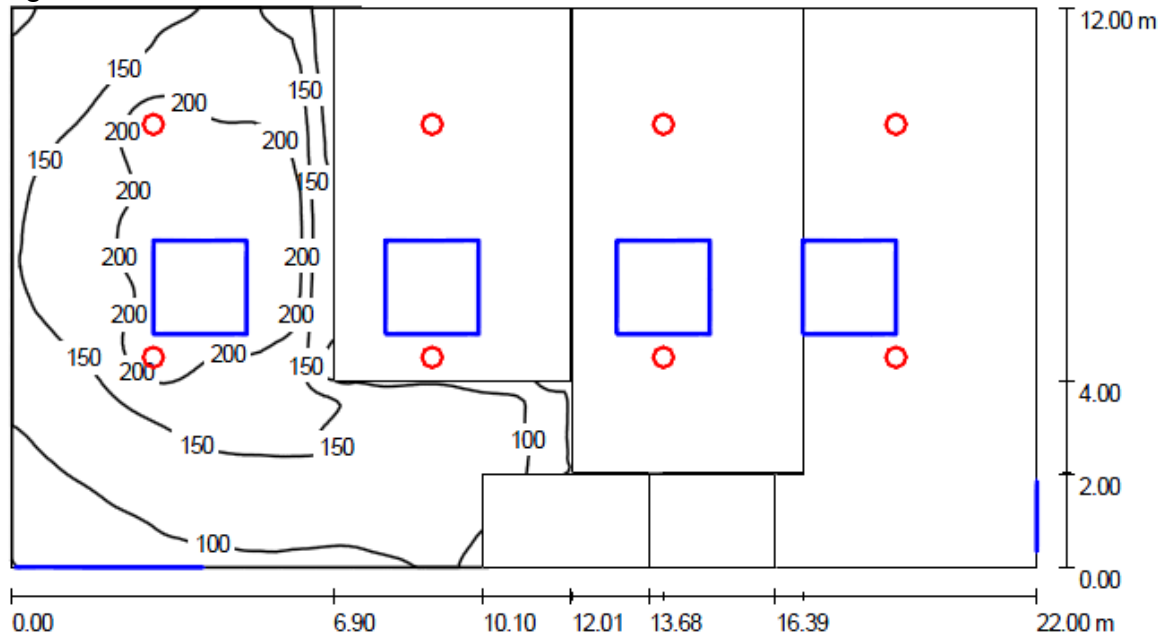


Figura. 23 Visualización del diseño de iluminación en DIALux.

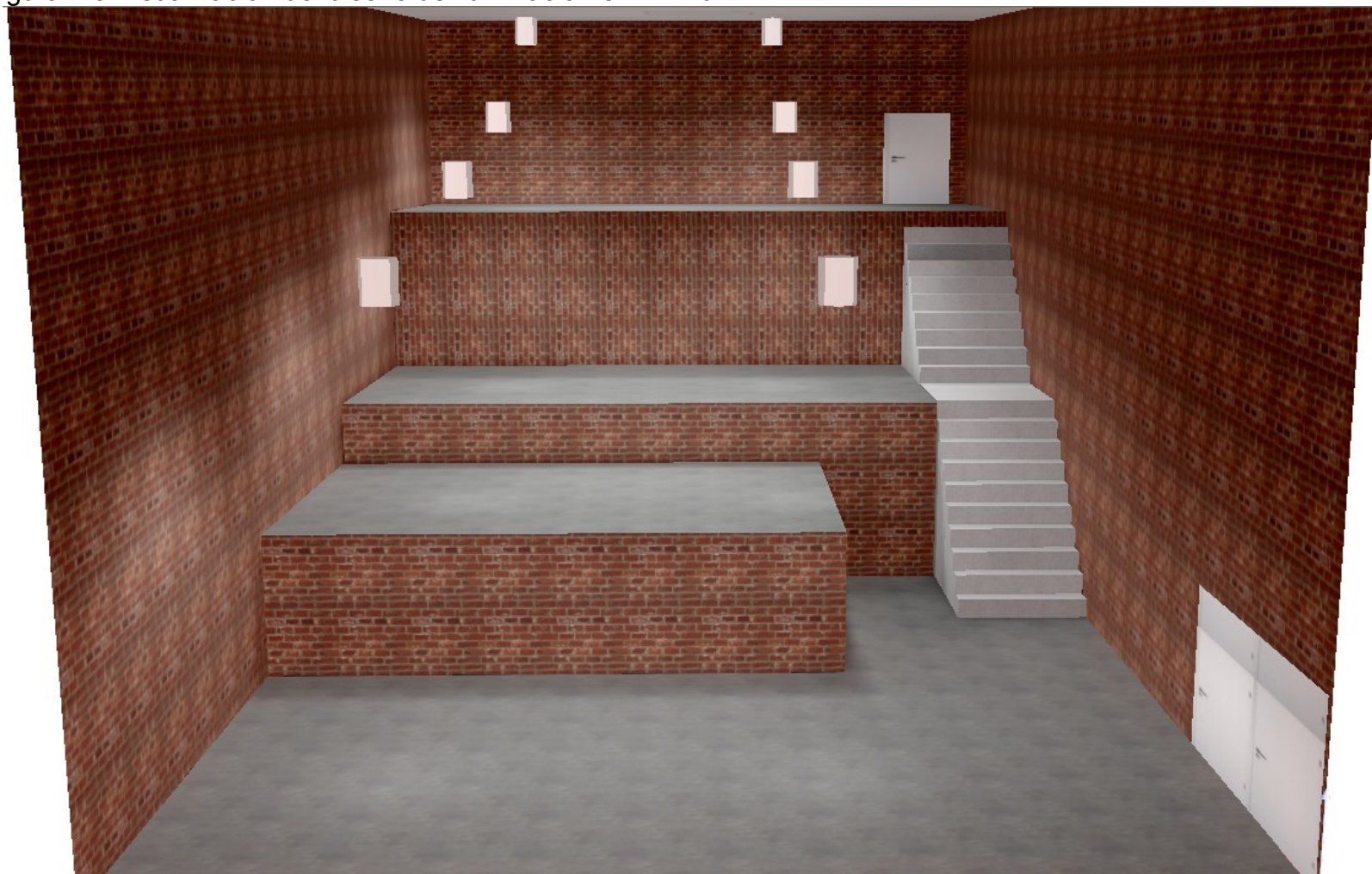


Figura. 24 Plano eléctrico del Silo de Café la Romería, realizado en AutoCAD.

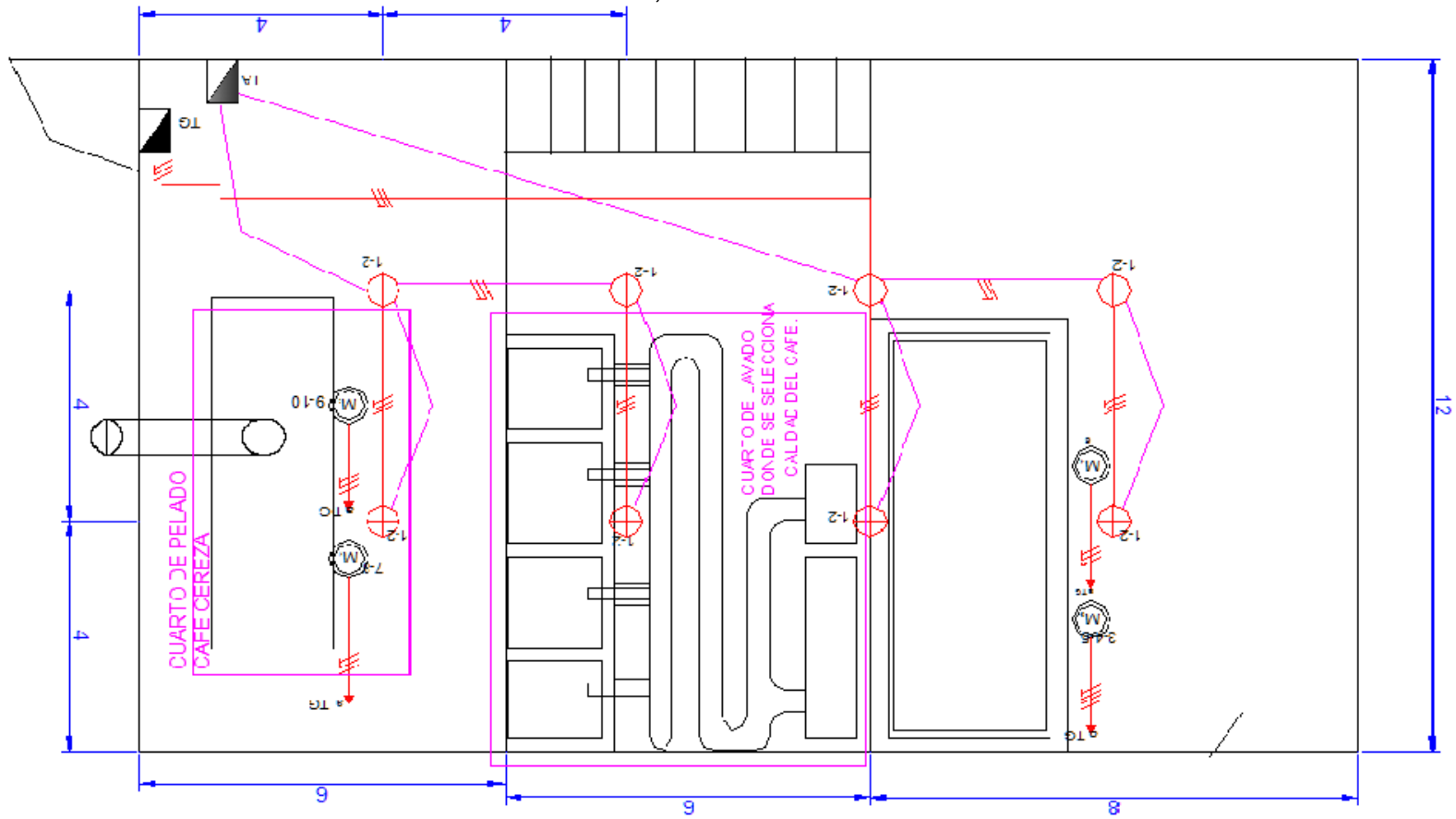
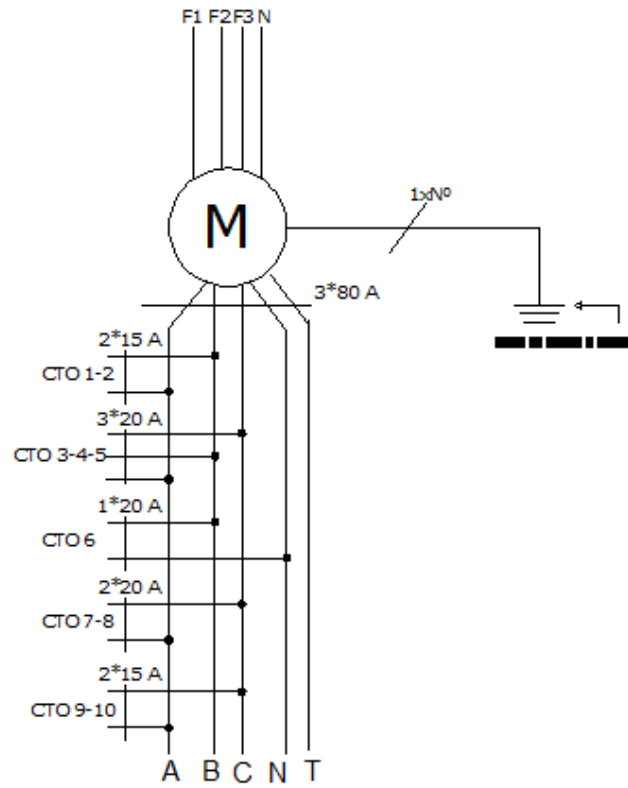


Figura. 25 Cuadro de cargas del sistema eléctrico del Silo de café “La Romería”.



CTO	CARGAS			CARGA TOTAL(VA)	CORRIENTE(A)			PROTECCION	CALIBRE CON
	TOMACORRIENTES	LAMPARA	OTRAS(VA)		L1	L2	L3		
1-2		8		2000	8,333333333	8,333333333		2x15	14
3-4-5			1	3619	15,0791667	15,0791667	15,0791667	1X20	12
6			1	3619		30,1583333		1X20	12
7-8			1	10288	42,8666667		42,8666667	2X20	12
9-10			1	250		1,04166667	1,04166667	2x15	14

8. CONCLUSIONES

- Con la realización de los estudios y por consiguiente el diseño del sistema eléctrico para las instalaciones del silo de café “La Romería”, se mejoró cada uno de los puntos implicados en el proceso de lavado de café, es decir, la seguridad del usuario u operario, iluminación en el punto de trabajo, protecciones adecuadas, conductores, entre otros.
- Se enseñó al operador para un mejor uso e implementación de medidas de seguridad. Logrando de esta manera una mayor utilidad en el manejo de los elementos eléctricos y con esto un mejor producto final.
- Se hizo uso adecuado en el diseño adecuado para cada uno de los equipos eléctricos utilizados en el silo de café, esto implica conductores, protecciones, conexiones, se implementó garantizando mayor tiempo de vida útil, proporcionando un mejor rendimiento de los equipos y por consiguiente una mayor seguridad para el operador.
- Los sistemas de puesta a tierra deben ser diseñados para asegurar que, durante una falla a tierra, los potenciales del terreno como de los conductores conectados al electrodo de tierra o en los conductores expuestos en el silo de café estén bajo los límites apropiados
- La implementación y uso de la norma y reglamentos vigentes (NTC-2050, RETILAP Y RETIE) es primordial en los diseños y montajes de sistemas eléctricos, gracias a ellas garantiza no solo la seguridad de los seres vivos, también dan un aporte a la buena utilización de los equipos eléctricos, mejorando su vida útil, por medio de los mantenimientos preventivos que alargan su vida útil.
- El apoyo en software (AutoCAD y DIALux) es muy importante, con ellas, se puede ver el diseño final estipulado entre el diseñador y el cliente. Con estos programas, se muestra el diseño final al usuario, de esta manera se concluye junto a él, lo realizado, y si es el caso explicar e instruirlo de forma que el pueda entender los criterios de diseño aplicados en trabajo.

-

9. RECOMENDACIONES

- La finca “La Romería” debe tener en cuenta el nuevo diseño eléctrico realizado para las instalaciones del silo de secado del café, debido a que el sistema eléctrico vigente se encuentra en pésimas condiciones, viola los reglamentos existentes (RETIE, RETILAP y NTC-2050), generando un riesgo eléctrico tanto para la vida humana como para la materia prima.
- Las instalaciones de la finca debe tener en cuenta el rediseño del sistema de iluminación propuesto en este trabajo, como el estado deplorable de las mismas, hacen que sea casi imposible tener una buena iluminación, esto genera dificultad visual y aumenta el riesgo de operación y movilidad en el lugar.
- Los conductores existentes en el silo de café, no son los adecuados y se encuentran en un estado deplorable. Se recomienda el cambio de estos conductores, para que cumplan con las normas (RETIE, NTC-2050), su debido color y sean etiquetados para no tener inconvenientes en el futuro.
- Es recomendable el mantenimiento preventivo del silo de café, permitiendo determinar la periodicidad con que se debe realizar la limpieza de luminarias y lámparas, de esta manera se evita la acumulación de gases, polvo o suciedad que se acumula en estas.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Ministerio de Minas y Energía. Resolución No. 180466 de abril 2 de 2007. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- [2]. CODIGO Eléctrico Colombiano (NTC2050). Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC). Primera actualización del 25 noviembre del 1998.
- [3]. [Artículo de internet]
http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/3681/CAT_Guia_de_Medicion_de_tierra.pdf
- [4]. [Artículo de internet]
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1118/1/6213170758.pdf>
- [5]. [Artículo de internet]
http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MANUALES/Mallas_de_Tierra.pdf
- [6]. RODRÍGUEZ MANRIQUE, Martha. Inspección de instalaciones eléctricas: Su aliada. En revista Mundo eléctrico No 68, p.20. Bogotá: Orvisa comunicaciones, 2007.
- [7]. TORO, Juan Felipe. Inspección eléctrica. En revista Mundo eléctrico No 68, p.20. Bogotá: Orvisa comunicaciones, 2007.
- [8]. Universidad Sur colombiana. Dirección general de investigación. Entornos No.12.
- [9]. [Artículo de internet]
http://www.procobre.org/archivos/pdf/download_biblioteca/MANUALES/Mallas_de_Tierra.pdf
- [10]. [Artículo de internet]
<http://es.scribd.com/doc/79229918/83/Anexo-2-Medicion-de-resistencia-de-un-pozo-PAT-Uso-del-Telurometro>
- [11]. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID. Los Riesgos eléctricos y su ingeniería de seguridad. [en línea].

<www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd46/LSI_Cap11.pdf>.

- [12]. ORREGO, KAREN LORENA. TABARES SANCHEZ, LINA MARIA. Análisis de la Metodología BOX COX para medir la resistividad del terreno. Pereira, 2007. Trabajo de Grado. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología.
- [13]. [Artículo de internet]
<http://www.aemc.com/products/Spanish%20pdfs/450.100-SP.pdf>
- [14]. Colombia. Ministerio de Minas y Energía., Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP): Resolución 18-2544. De diciembre 29 de 2010.

11.ANEXOS

1. PLANO DEL SISTEMA ELÉCTRICO VIGENTE (CD).
2. PLANO DEL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO PARA EL SILO DE CAFÉ “LA ROMERÍA” (CD).
3. CUADRO DE CARGAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA EL SILO DE CAFÉ “LA ROMERÍA” (CD).
4. DISEÑO DE ILUMINACIÓN REALIZADO EN EL DIALUX (CD)