

DISEÑO Y CALCULO DE INSTALACION DE LA RED ELECTRICA PARA
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO HIBRIDO SOLAR PARA
LABORATORIO DE REFRIGERACION EN LA INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO (IUPB)

JHON FREDY FERNANDEZ CORRALES
LEIDY YINETH MOSQUERA MENA
NELSON ANTONIO GRAJALES GÓMEZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2015

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

DISEÑO Y CALCULO DE INSTALACION DE LA RED ELECTRICA PARA SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO HIBRIDO SOLAR PARA LABORATORIO DE REFRIGERACION EN LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO (IUPB)

JHON FREDY FERNANDEZ CORRALES
LEIDY YINETH MOSQUERA MENA
NELSON ANTONIO GRAJALES GÓMEZ

Trabajo de grado para optar El título de Ingenieros Eletricistas

Asesor
Mónica Isabel Narváez
Ingeniera Eléctrica

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2015

AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada, queremos dar gracias a Dios, a nuestras familias que sacrificaron parte de su tiempo para apoyarnos con este proceso.

Agradecemos a nuestros profesores por su disposición y ayuda brindada, especialmente al ingeniero Rodrigo Rueda, que con su gran conocimiento apporto en nuestro aprendizaje porque esto a su vez nos servirá en nuestro desempeño profesional y personal.

DEDICATORIAS

Este trabajo es dedicado a nuestras familias, por cuanto todo su apoyo en la formación académica fue esencial para sacar adelante nuestros sueños para un futuro mejor. A nuestros amigos, y a Dios por darnos la posibilidad de llegar a esta meta.

En general a todos los que se vieron involucrados con este trabajo, les agradecemos profundamente por su apoyo y compromiso.

A ustedes, mi familia... ¡muchas gracias!

CONTENIDO

	Pág.
Lista de figuras	
Lista de tablas	
Glosario.....	
1.Introducción.....	19
1.1 Planteamiento del Problema.....	20
1.1.1 Justificacion	21
1.1.2 Objetivos	22
1.1.3 CAPÍTULO 1	23
1.1.4 Referente teórico	23
1.1.5 Reglamento tecnico de instalacione electrica (retie)	23
1.1.6 Certificacion para la instalacion.....	25
1.1.7 Norma tecnica colombiana ntc 2050.....	25
1.1.8 Alcance	27
1.1.9 Instalacion electrica.....	27

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

1.2.1 Objetivo de una instalcion .	27
1.2.2 Riesto electricos.	28
1.2.3 Riesgo electrico mas comunes	29
1.2.4 Arco electrico.....	29
1.2.5 Contacto directo.	29
1.2.6 Contacto indirecto-----	30
1.2.7 Corto circuito -----	31
1.2.8 Sobre carga-----	32
1.2.9 Puesta a tierra.	33
1.3.1 Electrodo de puesta a tierra	34
1.3.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra.....	35
1.3.3 Conductor de puesta a tierra de equipos -----	36
1.3.4 Señalizacion de seguridad	38
1.3.5 Codigo de colores para conductores -----	39
1.3.6 Orden para el analisis electrico .	40
1.3.7 Inspeccion visual -----	40

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

1.3.8 Empalmes	40
1.3.9 Tableros o cajas de proteccion	40
1.4.1 Circuitos ramales	41
1.4.2 Partes de una instalacion electrica	42
1.4.3 Acometida	42
1.4.4 Tablero general de distribucion	43
1.4.5 Alimentador principal	44
1.4.6 Tablero principal	44
<u>1.4.7</u> Circuito ramales	45
<u>1.4.8</u> Materiales de la instalacion electrica	46
1.4.9 Conductores	46
<u>1.5.1</u> Desnudos	47
<u>1.5.2</u> Aislados o cubiertos (cables)	47
1.5.3 Tuberia, canaletas y canalizaciones para instalaciones	48
1.5.4 Cajas y conduletas	49
2.CAPÍTULO 2	53
instrucciones y pasos para la elaboracion del proyecto según reglamento técnico de instalaciones electricas (retie) y norma tecnica colombiana (ntc 2050).	

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

<u>2.1.1</u> Metodologia.....	53
<u>2.1.2</u> Insumos.....	53
<u>2.1.3</u> Software	58
<u>2.1.4</u> Calculos.....	59
<u>2.1.5</u> Cables de fase	59
<u>2.1.6</u> Cables de tierra	60
<u>2.1.7</u> Protecciones (Breakers).....	60
<u>3</u> CAPÍTULO 3	61
<u>3.1</u> Metodologia.....	61
<u>3.1.2</u> Tipo de estudio.....	62
<u>3.1.3</u> Tipo de proyecto.....	62
<u>3.1.4</u> Poblacion.....	62
<u>3.1.5</u> Tecnicas para la recoleccion de informacion.....	64
<u>3.1.6</u> Fuentes primarias.....	64

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

<u>3.1.7</u> Fuentes secundarias	64
4 Recomendaciones.....	65
5 Conclusion.....	66
<u>6</u> Bibliografia.....	67
<u>7</u> Cibergrafia.....	68

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<u>Figura 1.</u> Representación de un arco eléctrico -----	29
<u>Figura 2.</u> Representación de un contacto directo de un sistema eléctrico -----	30
<u>Figura 3.</u> Contacto indirecto de una persona con un sistema -----	30
<u>Figura 4.</u> Ilustración para una grave ausencia eléctrica -----	31
<u>Figura 5.</u> Ilustración para un cortocircuito -----	32
<u>Figura 6.</u> Ilustración para la manifestación de una sobrecarga -----	33
<u>Figura 7.</u> Principales símbolos y colores para señales de seguridad -----	38
<u>Figura 8.</u> Tablero de distribución -----	43
<u>Figura 9.</u> Tablero Principal -----	44
<u>Figura 10.</u> Tablero trifásico legrad -----	45
<u>Figura 11.</u> Conduletas -----	50
<u>Figura 12.</u> Software -----	54
<u>Figura 13.</u> Diseño en Draftsight -----	55
<u>Figura 14.</u> Diseño en Draftsight parte 2 -----	56
<u>Figura 15.</u> Diagrama Unifilar de Potencia -----	57
<u>Figura 16.</u> Diagrama de Control -----	58
<u>Figura 17.</u> Cuadro de Cargas -----	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requisito para electrodo de puesta a tierra	35
Tabla 2. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.....	36
Tabla 3. Códigos de colores.....	39
Tabla 4. Tabla de colores para conductores	47
Tabla 5. Sección de los tubos y tuberías.....	51
Tabla 6. Tuberías no metálicas	52
Tabla 7. Tubería Conduit PVC	52

GLOSARIO

ACCIDENTE: Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.

ACTO INSEGURO: Violación de una norma de seguridad ya definida.

ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS: La aplicación sistemática de políticas administrativas, procedimientos y prácticas de trabajo, para minimizar o controlar el riesgo.

ARCO ELÉCTRICO: Haz luminoso producido por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio aislante, que produce radiación y gases calientes.

AVISO DE SEGURIDAD: Advertencia de prevención o actuación, fácilmente visible, utilizada con el propósito de informar, exigir, restringir o prohibir.

CALIDAD: La totalidad de las características de un ente que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

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.

CAPACIDAD O POTENCIA INSTALADA: Es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, diversificadas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución.

CAPACIDAD O POTENCIA INSTALABLE: Se considera como capacidad instalable, la capacidad en kVA que puede soportar la acometida a tensión nominal de la red, sin que se eleve la temperatura por encima de 60 °C en cualquier punto o la carga máxima que soporta la protección de sobre corriente de la acometida, cuando exista.

CAPACIDAD NOMINAL: El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

CENTRAL O PLANTA DE GENERACIÓN: Conjunto de equipos electromecánicos debidamente instalados y recursos energéticos destinados a producir energía eléctrica, cualquiera que sea el procedimiento empleado o la fuente de energía primaria utilizada.

CERTIFICACIÓN: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD: Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar

Razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

CERTIFICACIÓN PLENA: Proceso de certificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE a una instalación eléctrica, el cual consiste en la declaración de cumplimiento suscrita por la persona calificada responsable de la construcción de la instalación, acompañada del aval de cumplimiento mediante un dictamen de inspección, previa realización de la inspección de comprobación efectuada por inspector(es) de un organismo de inspección debidamente acreditado.

CIRCUITO ELÉCTRICO: 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 sobre corrientes.

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.

CONFORMIDAD: Cumplimiento de un producto, proceso o servicio frente a uno o varios requisitos o prescripciones.

CONTACTO DIRECTO: Es el contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.

CONTACTO ELÉCTRICO: Acción de unión de dos elementos con el fin de cerrar un circuito. Puede ser de frotamiento, de rodillo, líquido o de presión.

CONTACTO INDIRECTO: Es el contacto de personas o animales con elementos o partes conductivas que normalmente no se encuentran energizadas. Pero en condiciones de falla de los aislamientos se puedan energizar.

CONTAMINACIÓN: Liberación artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos en el ser humano, otros organismos vivos, equipos o el medio ambiente.

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

CORRIENTE DE CONTACTO: Corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión de contacto

CORTOCIRCUITO: Unión de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito.

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS: Dispositivo diseñado para limitar las sobretensiones transitorias y conducir las corrientes de impulso. Contiene al menos un elemento no lineal.

DISTANCIA DE SEGURIDAD: Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos.

ELECTRICIDAD: El conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos o una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio. El suministro de electricidad al usuario debe entenderse como un servicio de transporte de energía, con una componente técnica y otra comercial.

ELÉCTRICO: Aquello que tiene o funciona con electricidad.

ELECTRIZAR: Producir la electricidad en cuerpo o comunicársela.

ELECTROCUCIÓN: Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano, cuya consecuencia es la muerte.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Proceso mediante el cual se obtiene energía eléctrica a partir de alguna otra forma de energía.

IMPACTO AMBIENTAL: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

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

INTERRUPTOR DE USO GENERAL: Dispositivo para abrir y cerrar o para conmutar la conexión de un circuito, diseñado para ser operado manualmente, cumple funciones de control y no de protección.

NORMA TÉCNICA EXTRANJERA: Norma que se toma en un país como referencia directa o indirecta, pero que fue emitida por otro país.

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

PERSONA CALIFICADA: Persona natural que demuestre su formación profesional en el conocimiento de la electrotecnia y los riesgos asociados a

La electricidad y además, cuente con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional, o certificado de matrícula profesional, que según la normatividad legal vigente, lo autorice o acredite para el ejercicio de la profesión.

PLANO ELECTRICO: Representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

RAYO: La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

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

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, 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.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN: Conjunto de conexión, encerramiento, canalización, cable y clavija que se acoplan a un

Equipo eléctrico, para prevenir electrocuciones por contactos con partes metálicas energizadas accidentalmente.

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.

SUBESTACIÓN: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

TENSIÓN: La diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio; un error frecuente es hablar de “voltaje”.

TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Proceso mediante el cual la energía eléctrica es transformada en otra forma de energía, tal como calor, fuerza motriz, iluminación, luz, sonido, radiación electromagnética.

TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de grandes bloques de energía eléctrica, desde las centrales de generación hasta las áreas de consumo.

1. INTRODUCCION

La norma RETIE es el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, que fija condiciones técnicas que garanticen la seguridad industrial y ocupacional, del medio ambiente y de los procesos como tal de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica en todo el territorio nacional, a partir del cumplimiento de los requisitos civiles mecánicos y de fabricación de equipos. Esta norma es de obligatorio cumplimiento y es regulado por la norma NTC 2050 “Código Eléctrico Colombiano”.

Este reglamento aplica para todas las instalaciones de corriente alterna y continua, públicas o privadas, Para garantizar el cumplimiento de este

Reglamento, la norma establece la adopción de la certificación de conformidad de los productos de inspección y certificación de conformidad de las instalaciones.

Es por esto y teniendo en cuenta estas normas que se diseñara y se calculara el sistema eléctrico para el acondicionamiento del aire acondicionado para el laboratorio de refrigeración del bloque 4 de la Institución Universitaria Pascual Bravo, para su realización se tomaron en cuenta aspectos como infraestructura y utilización de las aulas de clase.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudiantes de ingeniería Eléctrica de la Institución Universitaria Pascual Bravo (IUPB), a causa de que la Institución en su laboratorio de Refrigeración requiere un equipo aire acondicionado híbrido con fines académicos tomo la decisión de buscar en el mercado un proyecto que cumpla con las necesidades, se decidió implementar un aire acondicionado híbrido solar, del cual se le puede sacar un fin educativo tanto eléctrico como mecánico fortaleciendo el conocimiento en temas de uso racional de la energía y en el funcionamiento de aires acondicionados híbridos.

Con la disposición de este equipo es posible observar el comportamiento eléctrico y mecánico dado las características que posee para aportar más conocimiento a todas las metodologías de los programas académicos de la

Institución Universitaria Pascual Bravo, este posee unas funciones de sistemas electrónicos, eléctricos y de telecomunicaciones de última tecnología que ayudaran a todas las personas que interactúen con el sistema entender toda su parte funcional de manera detallada.

1.1.1 JUSTIFICACION

El diseño, cálculo y la implementación del sistema eléctrico para la instalación de un Aire acondicionado híbrido es un apoyo y una orientación para la comunidad académica que interviene en el proyecto e incita a la investigación y a la formación de los docentes y estudiantes de los demás programas académicos que tengan relación con el proyecto que quedara instalado en el laboratorio de refrigeración de la institución Universitaria Pascual Bravo, estos programas académicos están basados en los estudios de tecnologías, cálculos y diseño para ser aplicados en el sector eléctrico e industrial colombiano.

La importancia de la información primaria de este proyecto será vital para los estudiantes y docentes porque la fuente es plenamente confiable, clara y concisa con ejemplos reales, así se tendrá la capacidad de ponerlos en práctica para elaborar sus propios proyectos desarrollando los métodos de diseño y cálculo constructivo, representándolos por medio de la expresión gráfica. También se verá fortalecida la parte académica y laboral de todas las personas que interactúen con el sistema de aire acondicionado híbrido.

La presente investigación proyecta ser un instrumento de utilidad para estudiantes y una fuente de consulta para Profesionales donde se verá

Reflejado todo el conocimiento y aprendizaje que se obtuvo en la parte de planeación y ejecución de este proyecto para toda la comunidad pascualina.

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

1.1.2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y calcular la instalación de la red eléctrica para el sistema de aire acondicionado híbrido para el laboratorio de refrigeración del Bloque 4 de la Institución Universitaria Pascual Bravo, de acuerdo a la normatividad vigente establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE.) y el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050)

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Diseño y selección de componentes eléctricos para el sistema de control a través de la elaboración de diagramas funcionales.

Elaboración de plano eléctrico para ubicación de los equipos de aire acondicionado híbrido solar, distribución de ductería y elementos terminales

Conocer el proceso de construcción e instalación del sistema eléctrico que va dentro de la ductería para equipos de aire acondicionado híbrido solar.

Seleccionar los materiales y equipos eléctricos para la construcción del sistema eléctrico de aire acondicionado híbrido solar.

1.1.3 CAPITULO 1

CONCEPTOS GENERALES

INSTALACIONES ELÉCTRICA

1.1.4 MARCO TEORICO

Las memorias de cálculo de las instalaciones eléctricas, se realizaron con base en las normas RETIE, NTC 2050 a continuación se describen de manera general:

1.1.5 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

Aplica para cualquier sistema eléctrico con tensiones por encima de 50 V AC y DC, exceptuando las instalaciones para vehículos de transporte (autos, aviones, barcos, etc.), equipos de electro medicina y equipos y antenas de radio comunicación. El RETIE reglamenta las normas técnicas y le da el carácter de obligatoriedad a las disposiciones existentes (norma NTC 2050) y establece otros criterios de obligatorio cumplimiento en

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

Adelante, tanto para nuevas instalaciones como para las existentes. Así mismo, establece un procedimiento para certificar las instalaciones con los requisitos y prescripciones del Reglamento Técnico, de carácter obligatorio, que tiene una validez de dos años para las instalaciones hospitalarias y diez años para las demás, enmarcando dentro del RETIE las instalaciones

Industriales, comerciales, oficiales y multifamiliares. También establece un régimen sancionatorio para aquellas instalaciones y profesionales que no

Cumplan con lo allí establecido. El RETIE está orientado hacia los aspectos de seguridad e integridad física de las personas, seres vivos y el medio ambiente, literalmente: “El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.”

El RETIE es un instrumento técnico-legal de OBLIGATORIO cumplimiento que pretende garantizar que las instalaciones, equipos y productos empleados en el proceso de generación, transmisión y utilización de la energía eléctrica cumplan con los objetivos legítimos:

- Protección de la salud y la vida humana.
- Protección de la vida animal y vegetal.
- Preservación del medio ambiente.
- Prevención de prácticas que puedan inducir en error al usuario.

Como se ha mencionado, las prescripciones del RETIE, a diferencia de los aspectos normativos que se establecen por consenso entre fabricantes y usuarios para determinar las mejores prácticas y procedimientos para cierta

Actividad y que son recomendaciones que no tienen implicaciones legales al obviarlas, estas tienen carácter legal y tienen que cumplirse de manera obligatoria, so pena de ser sometido a sanciones que el mismo Reglamento establece. El proceso de

1.1.6 CERTIFICACION PARA LA INSTALACION

Se adopta como obligatorio y con una periodicidad preestablecida, es decir, en adelante las modificaciones, ampliaciones, reformas y demás actividades que se adelanten en las instalaciones deben garantizar el cumplimiento de lo estipulado en el RETIE.

Las infracciones a los requisitos y prescripciones establecidos en el RETIE, se sancionarán de acuerdo con lo establecido por la legislación colombiana, especialmente por lo establecido en las leyes 143 de 1994, 51 de 1986 y 19 de 1990.

1.1.7 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2050

La Norma Técnica NTC 2050 o Código Eléctrico Colombiano, ha sido de obligatorio cumplimiento durante cerca de 20 años y son varias las normas legales, reglamentarias que dan a entender esa obligatoriedad, el RETIE

Hace expresa la obligatoriedad de cumplir la NTC 2050 Primera Actualización, en sus siete primeros capítulos.

Cualquier análisis que pretenda realizarse en el campo científico y tecnológico, debe obligatoriamente enmarcarse en los parámetros de la globalización establecidos a nivel mundial. Por esta razón, el trabajo que se presenta bajo el contexto de **Código Eléctrico Colombiano** no puede ser ajeno a esta premisa. Vale la pena resaltar el invaluable valor agregado que representa para el país el **Código Eléctrico Colombiano**, dado que es la materialización de las necesidades nacionales en aspectos de seguridad

Para las instalaciones eléctricas en construcciones, basadas en parámetros aplicados y validados.

Mundialmente, los cuales garantizan al usuario una utilización segura y confiable de las instalaciones eléctricas. Por otro lado, propenden por la racionalización de la energía, obedeciendo a la necesidad imperiosa de preservar sus fuentes, como uno de los objetivos medioambientales que se deben lograr para evitar su agotamiento.

Sin lugar a dudas el **Código Eléctrico Colombiano** será una herramienta fundamental para el sector eléctrico nacional en general y para los profesionales que se desempeñan en esta área, ya que establece los requisitos que unos deben solicitar y otros deben aplicar, brindando transparencia en los procesos de contratación y calidad en la ejecución de los trabajos, todo enfocado al beneficio de los clientes y usuarios en todos los niveles.

1.1.8 ALCANCE

Esta sección explica los requisitos de instalación eléctrica, la capacidad de corriente y el calibre mínimo de los constructores de los alimentadores que suministran corriente a los circuitos ramales, calculados según la sección 220.

1.1.9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se consideran como instalaciones eléctricas los circuitos eléctricos con sus componentes tales como conductores, equipos, máquinas y aparatos que conforman un sistema eléctrico y que se utilicen para la generación, transmisión, transformación, distribución o uso final de la energía eléctrica, dentro de los límites de tensión y frecuencia establecidos en el RETIE.

1.2.1 OBJETIVOS DE UNA INSTALACIÓN.

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.

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

- 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

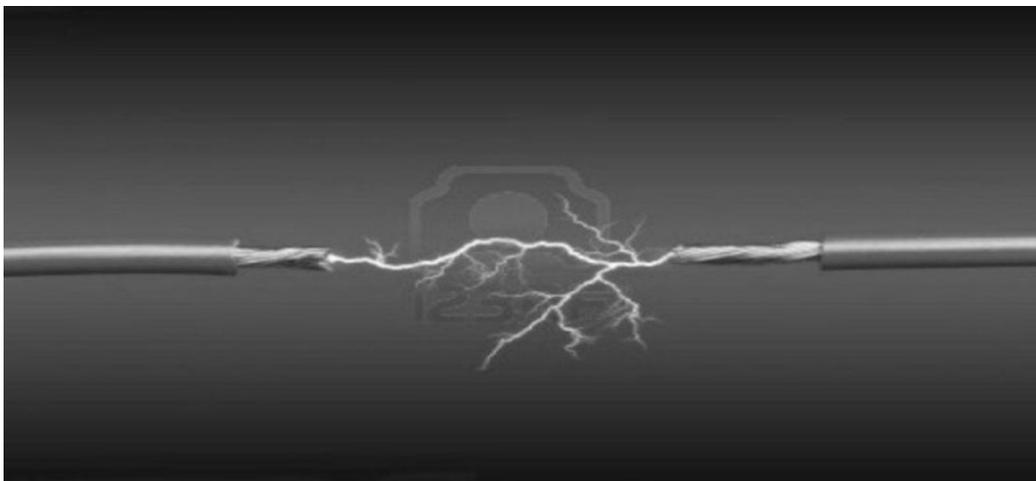
1.2.2 RIESGOS ELÉCTRICOS.

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 o incendios, 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.

1.2.3 Riesgos eléctricos más comunes

1.2.4 Arco eléctrico: Se presenta por malos contactos, apertura de los circuitos aun electrificados, porque no se cumple con distancias mínimas establecidas o por desgaste o ruptura de los aislamientos.

Figura 1. Representación de un arco eléctrico



Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP

1.2.5 Contacto directo: Se produce con las partes activas de la instalación o equipos. Esto implica el paso de cantidades de corriente importantes, lo que agrava las consecuencias del choque.

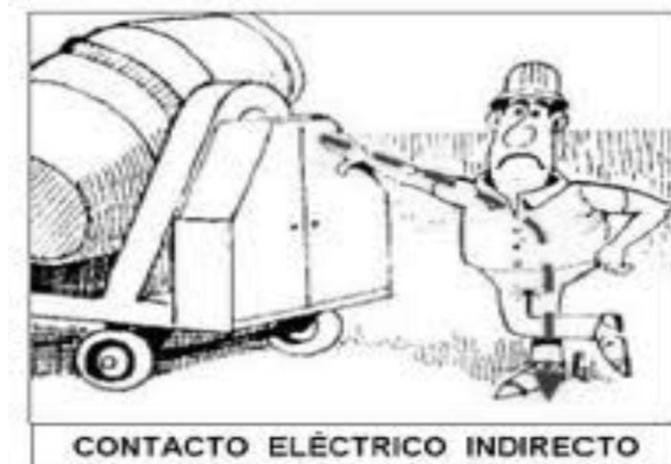
Figura 2. Representación de un contacto directo de un sistema eléctrico



<http://tallerdeelectricidadelespinillo.blogspot.com/2009/03/seguridad-e-higiene-en-electricidad.html>

1.2.6 Contacto indirecto: Se produce con masas puestas accidentalmente en tensión. Tan solo una parte de la corriente de defecto circula por el cuerpo humano, el resto de la corriente circula por los contactos con tierra de las masas.

Figura 3. Representación de un contacto indirecto de una persona con un sistema



<http://uprl.unizar.es/seguridad/electricidad.html>

1.2.7 Ausencia de electricidad: En algunos casos se constituye en un alto riesgo para la vida de las personas, especialmente en las instalaciones hospitalarias. Se presenta por cortes del fluido eléctrico o por deficiencias de los aparatos donde se conectan los equipos médicos

Figura 4. Ilustración para una grave ausencia eléctrica



Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE

1.2.7 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.

Figura 5. Ilustración para un cortocircuito



Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE

1.2.8 Sobrecarga: Se presentan cuando la corriente supera los límites nominales del conductor, aparato o equipo, 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 6. Ilustración para la manifestación de una sobrecarga



Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE

1.2.9 PUESTAS A TIERRA

Toda instalación eléctrica cubierta por el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un 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.

Las funciones de un SPT 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) Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

1.3.1 Electrodo de puesta a tierra

Para efectos del presente Reglamento serán de obligatorio cumplimiento que los electrodos de puesta a tierra, cumplan los siguientes requisitos, adoptados de las normas IEC 60364-5- 54, BS 7430, AS 1768, UL 467, UNESA 6501F y NTC 2050:

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

Tabla 1. Requisito para electrodo de puesta a tierra

Tipo de Electrodo	Materiales	Dimensiones Mínimas			
		Diámetro mm	Área mm ²	Espesor mm	Recubrimiento µm
Varilla	Cobre	12,7			
	Acero inoxidable	10			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			100
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2000
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
Fleje	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		90	3	
	Cobre cincado		50	2	40
Cable	Cobre	1,8 para cada hilo	25		
	Cobre estañado	1,8 para cada hilo	25		
Placa	Cobre		20000	1,5	
	Acero inoxidable		20000	6	

Requisitos para electrodos de puesta a tierra RETIE NTC-2050

La puesta a tierra debe estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: Varillas, tubos, placas, flejes o cables.

1.3.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra.

El conductor para baja tensión, se debe seleccionar con base en la Tabla 250-94 de la NTC 2050. El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe ser seleccionado con la siguiente formula, la cual fue adoptada de la norma ANSI/IEEE 80.

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f \sqrt{t_c}}{1,9737} \text{ en donde:}$$

- A_{mm^2} Sección del conductor en mm^2 .
 I Corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).
 K_f Es la constante de la Tabla 23, para diferentes materiales y varios valores de T_m .
 T_m Es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40°C.
 t_c Tiempo de despeje de la falla a tierra.

<http://www.telecnor.com/informacion/datos15.php>

Tabla 2. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD (%)	T_m (°C)	K_F
Cobre blando	100	1083	7
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica	97	1084	7,06
Cobre duro cuando se utiliza conector mecánico	97	250	11,78
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1084	10,45
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1084	14,64
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1084	14,64
Aluminio grado EC	61	657	12,12
Aleación de aluminio 5005	53,2	652	12,41
Aleación de aluminio 6201	52,5	654	12,47
Alambre de acero recubierto de aluminio	20,3	657	17,2
Acero 1020	10,8	1510	15,95
Varilla de acero recubierta en acero inoxidable	9,8	1400	14,72
Varilla de acero con baño de cinc (galvanizado)	8,6	419	28,96
Acero inoxidable 304	2,4	1400	30,05

Constantes de materiales de la norma IEEE 80-RETIE-NTC 2050

1.3.3 Conductor de puesta a tierra de equipos.

El conductor para baja tensión, debe cumplir con la Tabla 250-95 de la NTC 2050.

El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe seleccionarse de igual manera que se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra.

Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalmen, se deben emplear técnicas comúnmente aceptadas o elementos certificados para tal uso.

Los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben ser de aislamiento color verde, verde con rayas amarillas o identificadas con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.

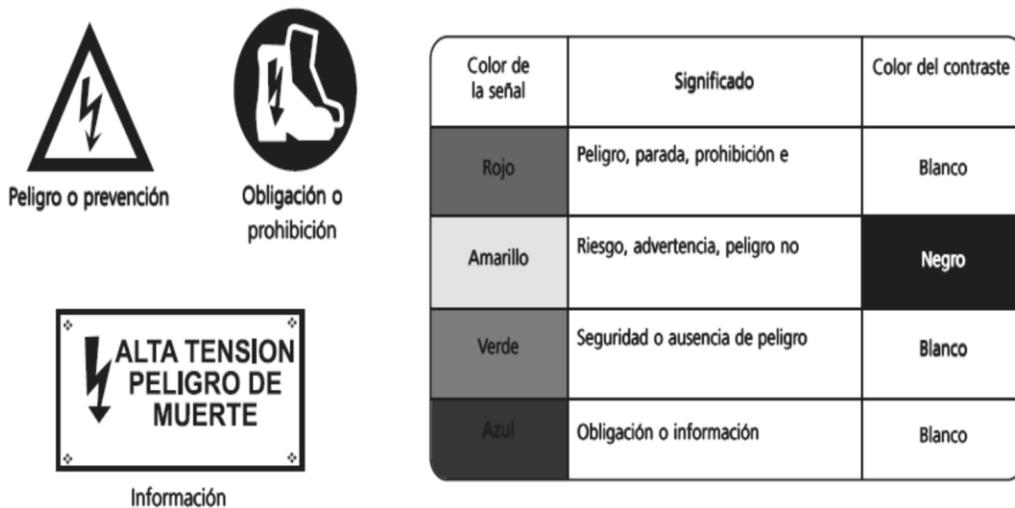
Antes de efectuar trabajos de conexión o desconexión en los conductores del sistema de puesta a tierra, se debe verificar que el valor de la corriente sea cero.

1.3.4 Señalización de seguridad

La función de las señales de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones

Que entrañen un peligro potencial. Las señales de seguridad no eliminan por sí mismas el peligro pero dan advertencias o directrices que permitan aplicar las medidas adecuadas para prevención de accidentes.

Figura 7. Principales símbolos y colores para señales de seguridad



<http://planproteccioncivil.tabasco.gob.mx/pdf/tripticos/senales%20y%20avisos%20l.pdf>

1.3.5 Código de colores para conductores

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de las tensiones y tipos de sistemas utilizados, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados establecido en la Tabla 1.

Tabla 3. Códigos de colores

Tabla 1. Código de colores para conductores

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES (V)	120	240/120	240	240/208 /120	380/220	380/220	480/440	480/440	MAS DE 1000V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro trifásico	Negro o rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No Aplica	Blanco	Blanco	Gris	No Aplica	No Aplica
TIERRA DE PROTECCION	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde
TIERRA AISLADA	Vede o Vede/ Amarillo	Vede o Vede/ Amarillo	Vede o Vede/ Amarillo	No Aplica	Vede o Vede/ Amarillo	Vede o Vede/ Amarillo	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Código de colores para conductores c.a. RETIE-NTC-2050

1.3.6 ORDEN PARA EL ANÁLISIS ELÉCTRICO

1.3.7 Inspección visual

La inspección de las instalaciones, de ser visual, precede a las pruebas finales y es realizada a través de la inspección física de la instalación, esto es, recorriéndola desde el punto de empalme hasta el último elemento de cada circuito de la instalación.

La inspección visual permite hacerse una idea globalizada de la instalación y de las condiciones técnicas de la ejecución, revisando los siguientes aspectos:

1.3.8 Empalmes

Verificar que se encuentren los conductores, tableros, cajas y puestas a tierra especificados en el plano eléctrico. En este punto se debe verificar además la posición de los tableros, que el alambrado sea ordenado, la ausencia de suciedad y de rebabas en los ductos, etc.

1.3.9 Tableros o cajas de protección

Verificar las condiciones técnicas de:

- Estructura de la caja: pintura, terminación y tamaño.

- Ubicación: altura de montaje, fijación y presentación.
- Componentes: protecciones, alambrado, barras, llegada y salida de ductos, boquillas, tuercas, etc.

1.4.1 Circuitos ramales:

Al momento de revisarlos se debe verificar:

- El dimensionamiento de líneas: revisar la sección de los conductores.
- Los ductos: sus diámetros y las llegadas a cajas.
- Las cajas de derivación: inspeccionar la continuidad de líneas, el estado mecánico de los conductores, la unión y aislamiento de las conexiones, el espacio libre, el código de colores, el estado mecánico de los ductos y coplas, la ausencia de rebabas y la limpieza.
- Las cajas de interruptores y tomacorrientes: el largo de los cables, el estado mecánico de unión al elemento, la llegada de ductos y la calidad de los dispositivos.
- Las puestas a tierra: al inspeccionar las puestas a tierra hay que verificar la sección de conductores, el código de colores, la calidad de las uniones a

La puesta de tierra, la llegada al tablero, y la unión a las barras de tierra de servicio y tierra de protección situadas en el tablero.

En resumen, la inspección y el diagnóstico de la documentación a ser entregada, tiene como fin verificar si los componentes o elementos permanentemente conectados en la institución cumplen o no con las siguientes condiciones:

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

- Los requisitos de seguridad normalizados por reglamentos legales.
- Materiales correctamente seleccionados e instalados de acuerdo con las disposiciones de las Normas correspondientes.
- Materiales y equipos instalados en buenas condiciones estructurales, es decir, no dañados visiblemente, de modo que puedan funcionar sin falta de la seguridad necesaria.
- Medidas de protección contra choques eléctricos por contacto directo e indirecto.
- Conductores dimensionados adecuadamente y con sus correspondientes dispositivos de protección a las sobrecargas.
- Conductores con sus correspondientes dispositivos de seccionamiento y de comando.
- Accesibles para la operación y mantención de sus instalaciones y elementos.

1.4.2 PARTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.4.3 Acometida: las acometidas son construidas guardando las distancias de seguridad exigidas por la NTC 2050 en las secciones 220 y 230, que son de carácter obligatorio según lo establece el RETIE. También se tiene en

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

Cuenta la NCDSD de la E.S.SA. Que ordena utilizar conductores anti fraude para las acometidas aéreas.

1.4.4 Tablero General de Distribución: es el conjunto de elementos que permiten distribuir la energía eléctrica a todos los puntos de la edificación: unidades de vivienda, locales comerciales, oficinas, etc. Está conformado

Por el Interruptor principal de la instalación, las barras de conexión, los interruptores y medidores de cada uno de los usuarios.

Figura 8. Tablero de distribución



Foto tomada por los integrantes del proyecto

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

1.4.5 Alimentador principal: permite distribuir la energía eléctrica desde el tablero general de distribución a cada uno de los usuarios.

1.4.6 Tablero principal: es el conjunto de elementos y equipos que permiten distribuir la energía eléctrica a un ambiente determinado. Está

Conformado por: interruptor del tablero (si lo tiene), barras de alimentación, interruptores que protegen a cada circuito rama

Figura 9. Tablero principal



Foto tomada por los integrantes del proyecto

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

Figura 10. Tablero trifásico legrand

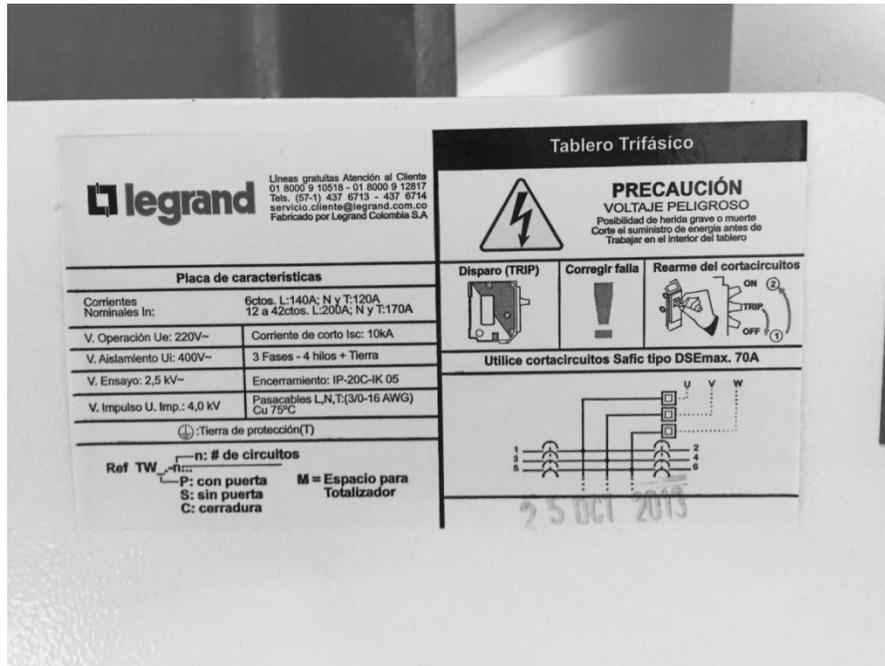


Foto tomada por los integrantes del proyecto

1.4.7 Circuitos ramales: conforman la última parte de la instalación y son los que llevan la Energía desde el tablero principal hasta el último elemento conectado a él. Se caracterizan por ser el último elemento de la instalación que tiene un dispositivo de protección contra sobre corrientes. De acuerdo al Código Eléctrico Nacional (CEN), constituye el elemento básico de las instalaciones eléctricas, ya que a partir de su diseño, se estructura en pasos sucesivos todo el sistema eléctrico.

1.4.8 MATERIALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Conductores
- Canalizaciones
- Cajetines normalizados

Cajas de paso, empalme o derivación.

- Tableros
- Dispositivos de protección
- Transformadores de distribución
- Casetas de transformación

1.4.9 Conductores

Son todos aquellos materiales o elementos que permiten que los atraviese el flujo de la corriente o de cargas eléctricas en movimiento.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son:

Aluminio reforzado líneas aéreas (Instalaciones exteriores)

Cobre instalaciones aéreas (ya en desuso) y en instalaciones interiores.

Los conductores pueden ser:

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

1.5.1 Desnudos: utilizados en líneas de distribución, transmisión, su transmisión. Instalaciones internas como neutro o como tierra, siempre y cuando estén por tubería de plástico. Dentro de esta categoría se

Encuentran las aleaciones de aluminio reforzado: Arvidal, ACAR, ACSR, AAAC y los de Cobre.

Tabla 4. Tabla de colores para conductores

4. CONDUCTORES.

Los requisitos generales de los conductores y sus denominaciones de tipo, aislamiento, rótulos, capacidad de corriente nominal, usos etc., se tratan en la sección 310 del Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050 y en la sección 3.1.2 de las NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN (NCSDS) de la E.S.S.A.

Los aspectos más relevantes a tener en el uso de los conductores eléctricos en las instalaciones eléctricas se encuentran en la presente norma, en sus aplicaciones.

4.1 CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

La identificación de los conductores se hará mediante el color exterior que presente como se indica en la tabla 3.12 de las NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN (NCSDS) de la E.S.S.A. Ver tabla 4.1.

SISTEMA	1Ø	1Ø	3Ø Y	3Ø Δ	3Ø Δ	3Ø Y	3Ø Δ
TENSIONES NOMINALES	120 V	240/120 V	208/120 V	240 V	240/208/120 V	480/277 V	480 V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Rojo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo
NEUTRO	Bianco	Bianco	Bianco	No aplica	Bianco	Grís	No aplica
TIERRA DE PROTECCION	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde
TIERRA AISLADA	Verde Amarillo	Verde Amarillo	Verde Amarillo	No aplica	Verde Amarillo	No aplica	No aplica

Tabla 4.1 Código de colores para los conductores *

Código de colores para conductores c.a.RETIE-NTC-2050

1.5.2 Aislados o cubiertos (cables): son conductores de cobre o aluminio recubiertos con un material aislante cuya conductividad es nula o muy baja. Los materiales aislantes más usados son: los termoplásticos, gomas, cintas barnizadas, plomo, asbesto (en desuso por su toxicidad).

1.5.3 TUBERÍA, CANALETAS Y CANALIZACIONES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las tuberías, canaletas y canalizaciones para instalaciones eléctricas, deberán cumplir los requisitos establecidos en el Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera actualización. Adicionalmente deben cumplir los siguientes requisitos:

En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan tuberías eléctricas metálicas que no estén apropiadamente protegidas contra la corrosión.

En edificaciones de más de tres pisos, las tuberías eléctricas no metálicas deben ir ocultas dentro de cielorrasos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 minutos, excepto si se tiene un sistema contra incendio de regaderas automáticas en toda la edificación.

No se permite el uso de tubería eléctrica no metálica como soporte de aparatos, enterrada directamente en el piso, ni para tensiones mayores de 300 V, a no ser que estén certificados para mayor tensión.

No debe instalarse tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a daños físicos severos que la fracturen o a la luz solar directa, si ésta no está certificada para ser utilizada en tales condiciones y tipo de aplicación.

No se permite el uso de canaletas no metálicas en instalaciones ocultas (excepto cuando atraviesan muros o paredes), donde estén sujetas a

Severo daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización o para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la canaleta.

1.5.4 Cajas y Conduletas

En este capítulo se dan las disposiciones que se aplican a la construcción y ensamble de los ductos, canalizaciones y demás elementos usados para la instalación y protección de los conductores eléctricos, todos los alineamientos son tomados de la sección 341 a 351 del código eléctrico colombiano, NTC 2050 y en la sección 3.1.10 de las NORMAS PARA CALCULO Y DISEÑO DE SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Las cajas, conduletas y demás accesorios metálicos usados para encerramientos, conexión de tuberías o instalación de tomacorrientes, interruptores y otros aparatos, deben ser resistentes a la corrosión. El galvanizado, esmalte o recubrimiento anticorrosivo debe aplicarse por dentro y por fuera después de realizado el maquinado.

Las cajas de lámina de acero de volumen inferior a 1640 cm³, deben estar fabricadas en acero de no menos de 0,9 mm de espesor. Las paredes de

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

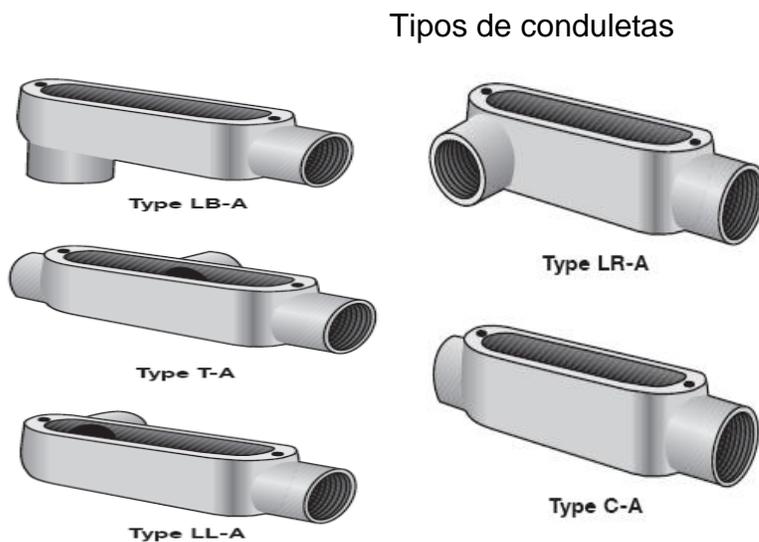
Cajas o conduletas de hierro maleable y de aluminio, latón, bronce o zinc fundido o estampado permanente, no deben tener menos de 2,4 mm de Espesor. Las cajas o conduletas de otros metales deben tener paredes de espesor igual o mayor a 3,2 mm.

Las cajas no metálicas deberán ser de material auto extingible (soportar 650° C durante 30 segundos) y que no expidan gases o vapores tóxicos.

Las cajas y conduletas deben instalarse de conformidad con los lineamientos del Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera Actualización.

Las pestañas usadas para asegurar los aparatos deben ser perforadas y roscadas de tal forma que la rosca tenga una profundidad igual o mayor a 1,5 mm y el tipo de rosca debe ser el 6-32 o su equivalente (diámetro 6 y 32 hilos por pulgada).

Figura 11. Conduletas



Dimensiones y porcentaje de la sección de los tubos y tuberías

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

Tabla 5. (Sección de los tubos y tuberías ocupada por las combinaciones de cables

Tamaño comercial		Tuberías eléctricas metálicas (EMT)					Tuberías eléctricas no metálicas				
pulgadas	mm	Diámetro interior, mm	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²	Diámetro interior, mm ²	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²
1/2	16	15,80	196,1	60,85	78,71	103,87	14,22	158,71	49,03	63,87	84,52
3/4	21	20,93	343,9	106,45	137,42	182,58	19,30	292,9	90,96	116,77	154,84
1	27	26,64	557,4	172,90	223,23	296,48	25,40	506,45	156,77	202,58	268,39
1 ¼	35	35,05	965,2	299,35	385,81	511,61	34,04	909,68	281,93	363,87	481,93
1 ½	41	40,89	1313,6	407,1	525,16	696,13	39,88	1249,03	387,1	499,35	661,93
2	53	52,50	2165,2	670,97	865,80	1147,09	51,31	2067,74	641,29	827,1	1096,13
2 ½	63	69,37	3779,3	1171,61	1511,61	2008,22	—	—	—	—	—
3	78	85,24	5707,1	1123,87	2282,58	3024,51	—	—	—	—	—
3 ½	91	97,38	7448,4	2309,03	2979,35	3947,73	—	—	—	—	—
4	104	110,08	9518,0	1014,84	3807,09	5044,51	—	—	—	—	—
Tamaño comercial	Tubo conduit metálico flexible					Tubo conduit metálico intermedio (IMC)					

NORMAS TECNICAS EPM RA8-004 DE LA NTC-2050

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²	Diámetro interior. mm ²	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Mas de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²
3/8	10	9,75	74,84	23,23	29,68	39,36			—	—
1/2	16	16,13	204,52	63,23	81,94	108,39	16,76	220,64	68,39	88,39	116,77
3/4	21	20,93	343,87	106,45	137,42	181,94	21,95	378,06	117,42	151,61	200,64
1	27	25,91	527,1	163,23	210,97	279,35	28,07	618,71	191,61	247,74	327,74
1 ¼	35	32,39	823,87	255,48	329,68	436,77	36,78	1061,93	329,03	424,52	562,58
1 ½	41	39,07	1198,06	371,61	479,35	634,84	42,75	1434,19	444,52	573,55	758,00
2	53	51,82	2109,03	653,55	843,22	1117,42	54,61	2341,29	725,81	936,77	1240,64
2 ½	63	63,50	3167,09	981,93	1267,09	1678,71	64,95	3312,90	1027,09	1325,16	1756,13
3	78	76,20	4560,64	1413,55	1823,87	2416,77	80,67	5110,96	1584,51	2 044,51	2709,03
3 3/2	91	88,90	6207,08	1924,51	2482,58	3285,8	93,24	6828,37	2116,77	2731,61	3619,35
4	103	101,6	8107,08	2513,54	3243,22	4296,77	105,82	8794,18	2726,45	3517,41	4660,64

NORMAS TECNICAS EPM RA8-004 DE LA NTC-2050

Tabla 6. Tuberías no metálicas

Tamaño comercial		Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Tipo FNMC - B ^a)					Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo FNMC- A ^a)				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100 %, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40 %, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²	Diámetro interior. mm ²	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Mas de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²
3/8	10	12,55	123,87	38,06	49,68	65,81	12,57	123,87	38,71	49,68	65,81
1/2	16	16,05	202,58	62,58	80,65	107,1	16,00	201,29	62,58	80,65	106,45
3/4	21	21,08	349,03	108,39	139,36	185,16	20,96	345,16	107,1	138,06	182,58
1	27	26,77	562,58	174,19	225,16	298,06	26,49	550,97	170,97	220,0	291,61
1 ¼	35	35,43	985,80	305,81	394,19	522,68	35,13	968,39	300,0	387,1	513,55
1 ½	41	40,34	1276,77	396,13	510,97	676,77	40,72	130129	403,23	520,64	689,68
2	53	51,64	2093,54	649,03	837,42	1109,68	52,40	2155,48	668,39	861,93	1142,58
* Corresponde al Artículo 351-22.2)							* Corresponde al Artículo 351-22.1)				

NORMAS TECNICAS EPM RA8-004 DE LA NTC-2050

Tabla 7 Tubería Conduit PVC

tamaño comercial		Tubo conduit dt PVC rígido. Schedule 80					Tubo conduit de PVC rígido, Schedule 40 y conduit HDPE				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%,mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²	Diámetro interior. mm	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40%,mm ²	Un hilo, 53%,mm ²
½	21	13,36	140,0	43,23	56,13	74,19	15,29	183,87	56,77	73,55	97,42
¾	26	18,34	263,87	81,94	105,81	140,0	20,42	327,74	101,29	130,97	173,55
1	33	23,77	443,87	137,42	177,42	235,48	26,14	536,77	166,45	214,84	284,52
1 ¼	42	31,88	798,06	247,1	319,35	423,22	34,54	937,42	290,32	374,84	496,77
1 ½	48	37,49	1103,86	341,93	418,1	585,16	40,39	1281,29	397,42	512,26	678,71
2	60	48,59	1854,19	574,84	741,93	982,58	51,99	2123,22	658,06	849,03	1125,16
2 ½	73	58,17	2657,41	823,87	1062,58	1408,38	62,10	3029,03	938,71	1211,61	1605,16
3	88	72,75	4156,12	1288,38	1662,58	2202,58	77,27	4689,02	1453,55	1875,48	2486,15
3 ½	104	84,48	5605,15	1737,42	2 241,93	2970,96	89,43	6281,92	1947,09	2512,9	3329,67
4	114	96,16	7263,21	2251,61	2905,16	3849,67	101,55	8099,34	2510,96	3240,0	4292,89
5	141	121,11	11619,33	3570,96	4607,73	6105,15	127,41	12749,0	3952,25	5099,34	6755,76
6	168	146,00	16614,81	5119,34	6606,79	8752,89	153,19	18430,29	5713,54	737224	9768,37

NORMAS TECNICAS EPM RA8-004 DE LA NTC-2050

2 CAPITULO 2

2.1 CALCULOS Y DISEÑO PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO SEGÚN REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE) Y NORMA TECNICA COLOMBIANA (NTC 2050).

2.1.1 Metodología: para hacer el diseño y cálculo de la red eléctrica que alimenta el sistema de aire acondicionado se tuvo como referentes los diferentes estudios realizados en el proceso de formación en el programa de ingeniería eléctrica de la Institución Universitaria Pascual Bravo, también se debió tener en cuenta el obligatorio cumplimiento de la norma que rige las

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

Instalaciones eléctricas en el territorio colombiano como lo es el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) y la norma técnica colombiana

NTC 2050, por último se contó y consulto con la experiencia y asesoría de la docencia de la institución la cual maneja toda la parte de diseño y cálculo de instalaciones eléctricas.

Se hicieron varias reuniones para consultar y detallar cada avance, cada detalle aplicando la norma en el cálculo de conductores, cálculo de protecciones, determinar cantidad de conductores, visitas al lugar de ejecución del proyecto, revisión de manuales del equipo y elaboración del plano con el diagrama unifilar de la instalación.

2.1.2 Insumos: se tenía como recurso en formato digital las correspondientes normas como el RETIE y NTC 2050, un computador con un software de diseño para el dibujo del plano con el diagrama unifilar de

Toda la instalación del equipo especificando cómo será la red de alimentación para todo el sistema.

2.1.3 Software: DraftSight es un programa gratuito propietario de CAD 2D (diseño asistido por computadora) para ingenieros, arquitectos, diseñadores, estudiantes y educadores. El producto fue desarrollado por Dassault Systèmes y permite a los usuarios crear, editar y visualizar archivos DWG y DXF.

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

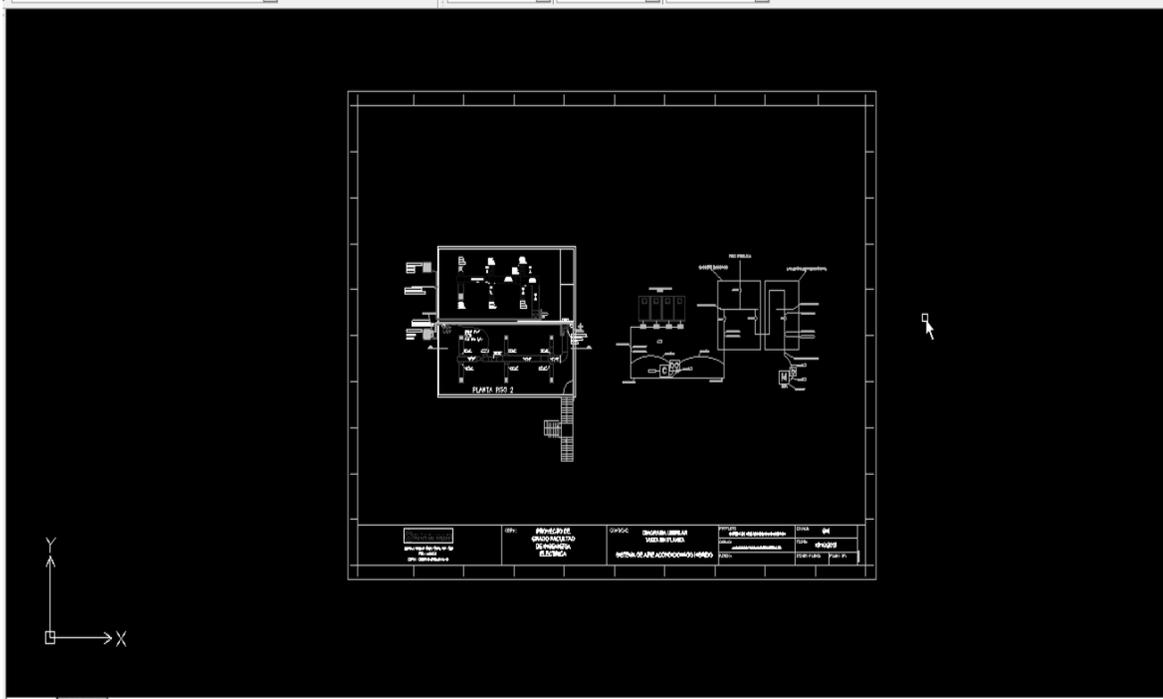
Figura 12. Software



<http://www.atinne.com/tag/autocad/>

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

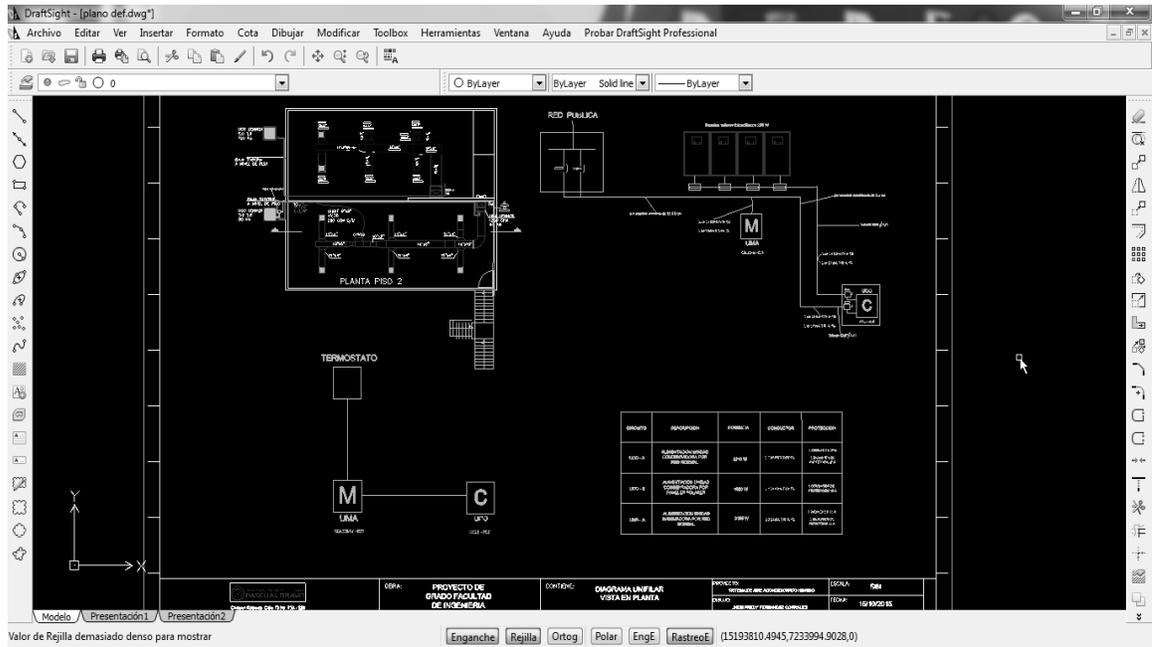
Figura 13. Diseño en draftsight



Pantallazo tomado por los integrantes del proyecto

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

Figura 14. Diseño en draftsight parte (2)



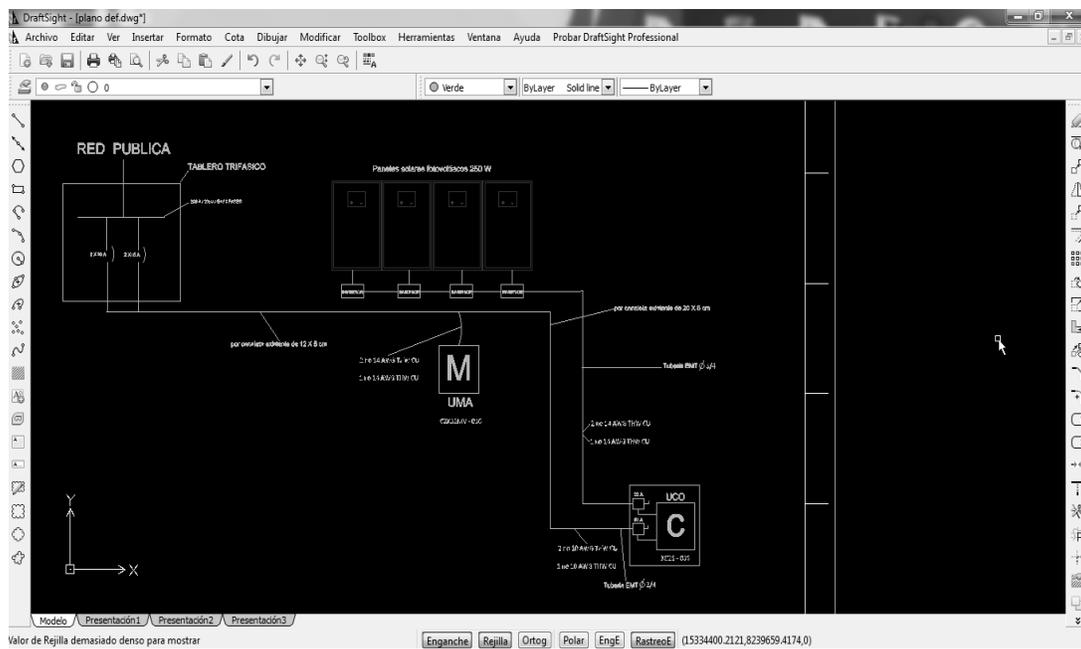
Pantallazo tomado por los integrantes del proyecto

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

DIAGRAMA UNIFILAR

Potencia

Figura 15. Diagrama unifilar de potencia

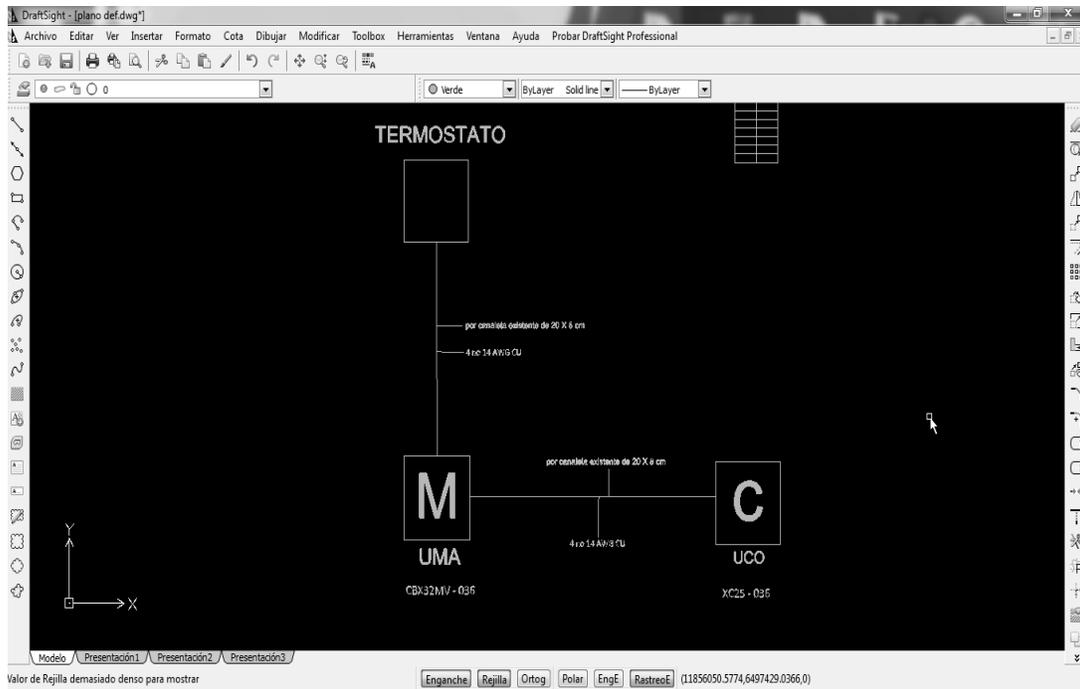


Pantallazo tomado por los integrantes del proyecto

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado híbrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

CONTROL

Figura 16. Diagrama de control

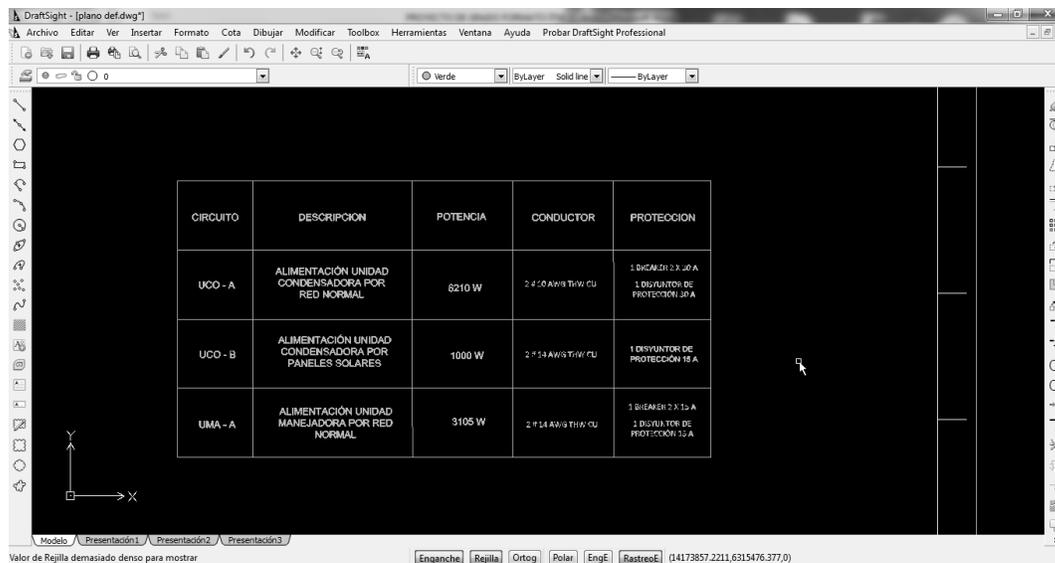


Pantallazo tomado por los integrantes del proyecto

Diseño y cálculo de instalación de la red eléctrica para sistema de aire acondicionado hibrido solar para el laboratorio de refrigeración (IUPB)

CUADRO DE CARGAS

Figura 17. Cuadro de cargas



The screenshot shows a software window titled 'DraftSight - [plano.defidwg]'. The main area contains a table with the following data:

CIRCUITO	DESCRIPCION	POTENCIA	CONDUCTOR	PROTECCION
UCO - A	ALIMENTACIÓN UNIDAD CONDENSADORA POR RED NORMAL	6210 W	2" 10 AWG THW CU	1 DISYUNTOR DE PROTECCIÓN 20 A
UCO - B	ALIMENTACIÓN UNIDAD CONDENSADORA POR PANELES SOLARES	1000 W	2" 14 AWG THW CU	1 DISYUNTOR DE PROTECCIÓN 15 A
UMA - A	ALIMENTACIÓN UNIDAD MANEJADORA POR RED NORMAL	3105 W	2" 14 AWG THW CU	1 DISYUNTOR DE PROTECCIÓN 20 A

Pantallazo tomado por los integrantes del proyecto

2.1.4 Cálculos: para hacer todos los cálculos de las acometidas, protecciones y demás elementos eléctricos de los equipos se hizo un estudio previo de la normatividad y de cada uno de los manuales de los equipos suministrados por el fabricante y así hacer una extracción de información buscando valores de tensión nominal, potencia y corriente de funcionamiento.

2.1.5 Cables de fase: para la selección de conductor de fase se consulta en la norma NTC 2050 sección 310, sección 220 y sección 440
Se define que el cable de fase apropiado para los equipos son cables de fase N° 10 para unidad condensadora y N° 14 para unidad manejadora y

Paneles solares. Esta selección se hizo basada en la tabla de la NTC 2050, tabla 310-16.

2.1.6 Cables de tierra: para la selección de conductor de fase se consulta en la norma NTC 2050 sección 310-12 y sección 250.

Se define que el cable de tierra apropiado para los equipos son cables de fase N° 10 para unidad condensadora y N° 14 para unidad manejadora y paneles solares. Esta selección se hizo basada en la tabla de la NTC 2050, tabla 310-16.

2.1.7 Protecciones (Breakers): para la selección de conductor de fase se consulta en la norma NTC 2050 sección 215-2, sección 310-15, sección 240 y sección 440.

Se hizo la selección de los breakers que se utilizaran para proteger los equipos basados en la información que entrega el fabricante en los manuales sobre la corriente nominal y corriente de cortocircuito de los equipos, sin embargo se consulta la norma y se escogen protecciones de 30A para la unidad condensadora (UCO) por el lado de la red del tablero de

Distribución, y de 15A para la unidad condensadora (UCO) por el lado de la alimentación de los paneles solares, la protección para la unidad manejadora (UMA) será de 15A como lo establece su manual de funcionamiento. Esta selección se hizo basada en la tabla de la NTC 2050, tabla 310-16.

Adicionalmente en el diseño se colocaron interruptores de protección con su respectiva corriente nominal para ser utilizados en labores de mantenimiento y garantizar las 5 reglas de oro.

3 CAPITULO 3

METODOLOGIA DE TRABAJO

3.1 METODOLOGIA

Investigación aplicada, se aprovecharán los conocimientos adquiridos en las materias de Circuitos, Maquinas, Control e instalaciones eléctricas.

1) Una vez establecidos los lineamientos teóricos y técnicos se procedió al desarrollo del proyecto en las siguientes etapas

2) Presentar propuesta para dicho proyecto; es necesario conocer de las normas y reglamentos Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE.) y el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050),

3) Ejecución del proyecto; este proyecto se va a ejecutar dentro de las Instalaciones de la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO con recursos propios de los encargados del diseño y ejecución del mismo, se ejecutara bajo supervisión del asesor del proyecto, teniendo en cuenta la conservación del medio ambiente.

3.1.2 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio para este proyecto es basado en el mejoramiento y rediseño del sistema de aire acondicionado híbrido para el laboratorio de refrigeración del Bloque 4 de la Institución Universitaria Pascual Bravo

3.1.3 TIPO DE PROYECTO

Este proyecto será teórico práctico, ya que en este se encontrará toda la investigación que se realizó basados en los referentes teóricos, y las pautas que se van a seguir para la realización del montaje del aire acondicionado híbrido en la IUPB.

3.1.4 POBLACIÓN

Este proyecto va dirigido a la población estudiantil, docentes y quienes interactúen en el laboratorio de refrigeración del Bloque 4

3.1.5 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.1.6 Fuentes primarias. Entrevistas con expertos en instalaciones eléctricas para cálculos, ajustes y cambios al diseño de la instalación eléctrica del aire acondicionado (circuito), asesoría de la empresa relacionada con la venta y distribución del equipo que se va a instalar en el

Laboratorio teniendo en cuenta la información técnica suministrada por ellos, (manuales y documentos de referencia).

3.1.7 Fuentes secundarias. Se acude a la parte desarrollada durante las etapas de estudio en diferentes materias de la tecnología e ingeniería eléctrica las cuales son:

- Instalaciones eléctricas
- Calidad de la energía
- redes eléctricas

4 .RECOMENDACIONES

- Para el diseño, cálculo de instalación eléctrica se recomienda tener muy presente lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE.) y el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050)
- Se recomienda una futura ampliación del proyecto, con más paneles solares y bancos de baterías para tener una mejor optimización de la energía solar
- Se recomienda y es de suma importancia que el personal que instale e intervenga las instalaciones eléctricas sea personal calificado y certificado
- Es necesario suministrar información clara, como: marcación fija y permanente (en terminales de cable, celdas de tensión, sistemas de control y potencia, entre otros), también señalización eléctrica de advertencia, y socializar con el personal comprometido para una mejor ejecución de las diferentes labores.

5 .CONCLUSIONES

Se adquiere conocimiento en sistema híbrido de aire acondicionado donde el equipo de trabajo se enfocó en la parte eléctrica y el uso racional de energía destacando la utilización de energía solar para tener funcionando un sistema único en nuestra universidad.

Se facilitó la interpretación y el manejo de dos herramientas muy importantes para hacer un diseño eléctrico como lo son el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050).

Se destacó la importancia que tiene la aplicación del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y la Norma Técnica Colombiana (NTC2050) en el momento de hacer un diseño eléctrico.

Se conoció los requerimientos para hacer un diseño eléctrico teniendo en cuenta la normatividad local (Norma de la EEP).

6 .BIBLIOGRAFÍA

NTC 2050, Código Eléctrico Colombiano - Norma Técnica Colombiana.

RETIE, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

<http://tallerdeelectricidadelespinillo.blogspot.com/2009/03/seguridad-e-higiene-en-electricidad.html>

Instituto colombiano de normas técnicas, código eléctrico colombiano NTC 2050

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, reglamento técnico de instalaciones eléctricas Resolución 180398

7 CIBERGRAFÍA

- https://es.wikipedia.org/wiki/Empalme_eléctrico
- <http://faradayos.blogspot.com.co/p/instalaciones-electricas-residenciales.html>
- <https://prezi.com/biaxovqjatix/circuitos-ramales>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Instalación_eléctrica
- <http://www.mitecnologico.com/Main/InstalacionElectrica>
- www.monografias.com
- www.instalacion-electrica.com/
- <https://prezi.com/swvirmpvmgg/instalaciones-electricas>
- <https://www.minminas.gov.co/>
- www.marcombo.com/
- <https://es.wikipedia.org/wiki/DraftSight>