

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 3 MÓDULOS DE
ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

DISEÑO DEL MÓDULO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN ELECTROMECAÁNICA**

BOLIVAR DAVID GUASTAY CUJILEMA

DIRECTOR: ARACELY INES YANDUN TORRES

DMQ, febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, BOLIVAR DAVID GUASTAY CUJILEMA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

BOLIVAR DAVID GUASTAY CUJILEMA

bolivar.guastay@epn.edu.ec

dacof_@outlook.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Bolívar David Guastay Cujilema, bajo mi supervisión.

Aracely Inés Yandún Torres

DIRECTOR

aracely.yandun@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Bolivar David Guastay Cujilema

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, especialmente a mis padres, mi hermano, quienes me han apoyado en lo que han podido, a mi tío que siempre está presente en cada paso de mi vida.

Dedico el final de mi carrera a mis amigos del barrio, ya que ellos me enseñaron que la felicidad puede nacer de un deporte, donde la tristeza, estrés, nostalgia, depresión lo puedo combatir con un partido de fútbol.

Dedico a mi amigo Esaú, que en paz descanse, quien fue una persona que siempre confió en mí, una persona humilde, sencilla, admirable y supo guiarme por el buen camino.

Por último, dedico mis triunfos, alegrías y palabras a las personas que me acompañaron y no me dejaron caer en este camino llamado universidad.

Dedico mi título a mis mascotas, quienes siempre me encuentran con una felicidad contagiosa, donde ellos son un gran apoyo emocional en los momentos más difícil de mi vida.

David Guastay.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi padre Bolívar, a mi madre Ana, mis Hermanos Edison y Andrés, a mi tío Abel, a mis abuelitos Manuel y María, a mi amigo Esaú. Quienes son y fueron personas que me apoyaron y confiaron en mi cuando ni yo mismo confiaba en mis capacidades, son personas que me inspiraron a seguir adelante en mis estudios, personas que me alegraron los días más difíciles de mi vida y nunca me dieron la espalda.

Mis más sinceros agradecimientos a mis profesores de carrera, quienes, con paciencia, profesionalismo, respeto, humildad, compartieron sus conocimientos y experiencias laborales, para poder tener bases sólidas para enfrentar nuevas metas. Además, agradezco a la Universidad Escuela Politécnica Nacional del Ecuador por la formación profesional que recibí allí.

David Guastay.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo General.....	1
1.2 Objetivos Específicos	1
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
Normas de Instalaciones Eléctricas - NEC.....	2
Tipos de Conductores Eléctricos	3
Código de Colores para instalaciones eléctricas.....	3
Simbología para una instalación eléctrica.....	4
Componentes de canalizaciones eléctricas	4
Tableros de distribución eléctrica.....	6
Elementos de protección	7
Elementos de maniobra	8
Implementación de diferentes conexiones en el módulo	9
Módulos de entrenamiento en instalaciones eléctricas	12
Inventor	12
2. METODOLOGÍA	13
2.1 Análisis del estado de los tableros del laboratorio de instalaciones eléctricas 14	
2.2 Requerimientos mínimos del módulo.....	15
Estructura estable.....	15

Circuitos básicos.....	15
Soporte estructural	16
2.3 Procedimiento para el diseño	16
Diseño de la estructura metálica.....	16
2.4 Diseño de los tableros eléctricos de madera.....	19
2.5 Materiales y componentes principales del nuevo módulo	23
Tubo cuadrado galvanizado.....	23
Electrodo 6013	23
Tableros superior e inferior	24
Tablero eléctrico principal	25
Ruedas	26
2.6 Cotización de materiales.....	26
3. RESULTADOS.....	27
3.1 Diseño de la estructura metálica.....	27
3.2 Pruebas de tensión.....	28
3.3 Planos de la estructura metálica	30
3.4 Cotización aproximada	30
4. CONCLUSIONES	32
5. RECOMENDACIONES	33
6. REFERENCIAS.....	34
7. ANEXOS	35
8. Anexo I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin.....	35
9. Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular	38
10. ANEXO III. Plano de la estructura metálica	39
11. ANEXO IV. Plano del tablero superior	40
12. ANEXO V. Plano del tablero inferior	41

RESUMEN

El presente proyecto tiene la finalidad de diseñar un nuevo módulo de entrenamiento de canalizaciones eléctricas para el laboratorio de instalaciones eléctricas, para posteriormente en el componente 2 se pueda construir 3 nuevas estructuras y en el componente 3 se puedan instalar los respectivos componentes eléctricos.

El primer capítulo muestra una breve introducción al desarrollo del proyecto de trabajo de integración, donde se detalla su alcance, se establecen los objetivos y se proporciona una explicación concreta de la teoría empleada en su desarrollo.

En el segundo capítulo, se abarca la metodología utilizada para alcanzar cada objetivo, en este capítulo se detalla: análisis de los módulos usados para las prácticas de instalaciones eléctricas, requerimientos mínimos de los módulos, herramientas usadas en Inventor, tipos de materiales, medidas y una cotización.

El tercer capítulo describe los resultados obtenidos al finalizar el diseño donde se detalla: el nuevo diseño, pruebas de análisis de tensión, planos con medidas aprobadas y una cotización del costo aproximado de los 3 módulos, realizado en distintos distribuidores.

El cuarto capítulo detalla las conclusiones y en el quinto capítulo se describen las recomendaciones establecidas al finalizar el nuevo diseño.

PALABRAS CLAVE: Inventor, módulo de canalizaciones, instalaciones eléctricas, circuitos eléctricos.

ABSTRACT

The purpose of this project is to design a new electrical conduit training module for the electrical installations' laboratory, so that later in component 2, 3 new structures can be built and in component 3 the respective electrical components can be installed.

The first chapter shows a brief introduction to the development of the integration work project, detailing its extent, establishing the objectives, and providing a concrete explanation of the theory used in its development.

In the second chapter, the methodology used to achieve each objective is covered. This chapter details: analysis of the modules used for electrical installation practices, minimum requirements of the modules, tools used in Inventor, types of materials, measurements, price.

The third chapter describes the results obtained at the end of the design, detailing: the new design, analysis tests, plans with approved measurements and a quote of the approximate cost of the 3 modules, carried out at different distributors.

The fourth chapter details the conclusions, and the fifth chapter describes the recommendations established at the end of the new design.

KEYWORDS: Inventor, pipeline module, electrical installations, electrical circuits.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El proyecto de diseñar 3 nuevos módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas para el laboratorio de instalaciones eléctricas de baja y media tensión constará de 3 componentes: el diseño, la construcción de la estructura metálica e implementación de componentes eléctricos básicos. El presente componente corresponde al diseño del nuevo módulo.

En primer lugar, se realizó un análisis del estado actual de los tableros eléctricos que se usan para las prácticas de la materia de instalaciones eléctricas, de acuerdo con los resultados, se procedió a realizar un nuevo diseño con requerimientos mínimos para mejorar la eficiencia de las prácticas y de los módulos.

A continuación, se procedió a realizar un diseño en Inventor, ya que cuenta con todas las herramientas necesarias para el diseño como: dibujo en 2D y 3D, extrusiones, tipos de materiales, ensamblaje, simulación de análisis de tensión, etc. El diseño se realizó en base a las sugerencias dadas por el profesor encargado de la materia de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.

Posteriormente se elaboraron planos del nuevo diseño propuesto, para que el encargado del componente 2 pueda construir la nueva estructura metálica y realizar pruebas de soldadura, y el encargado del componente 3 pueda implementar componentes eléctricos que permitan realizar circuitos básicos, probando así el funcionamiento, la estabilidad, comodidad y eficiencia de los nuevos módulos.

Finalmente se elaboró una cotización de los materiales necesarios para la construcción de los módulos

1.1 Objetivo General

Diseñar y construir 3 módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas para el laboratorio de instalaciones eléctricas

1.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el estado de los módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas del laboratorio de instalaciones eléctricas.
2. Diseñar 3 módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas.

3. Construir 3 estructuras metálicas para los módulos de entrenamiento.
4. Instalar los componentes eléctricos en los 3 módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas
5. Desarrollar un manual de usuario y mantenimiento para los módulos

1.3 Alcance

El laboratorio de instalaciones eléctricas de la ESFOT tiene módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas que no se encuentran en buenas condiciones. El objetivo de este proyecto es diseñar y construir nuevos módulos de canalizaciones eléctricas para dar solución a cada una de las fallas presentadas en los diferentes módulos, permitiendo así que los estudiantes al momento de realizar las diferentes prácticas puedan realizarlo de una manera más didáctica y teniendo una mejor eficiencia al momento de realizar circuitos de iluminación y tomacorrientes. Se va a realizar un nuevo diseño en 3D en Inventor, con requerimientos mínimos solicitados por el profesor encargado de la materia de instalaciones eléctricas de baja y media tensión, como son: dimensiones, tipo de material, tipos de conexiones eléctricas básicas, etc. Posteriormente se elaborará una cotización de los módulos diseñados y finalmente se presentarán los planos de los mismos. A continuación, se procederá a construir la estructura metálica que servirá como base de los módulos, y se realizará una prueba de inspección visual. Finalmente, una vez concluidas las estructuras metálicas, se instalarán todos los componentes eléctricos básicos como: tableros, tubería, cajetines, etc. y se realizarán pruebas de instalación y armado de circuitos eléctricos básicos. Así mismo se elaborará un manual de usuario de los módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas

1.4 Marco teórico

Normas de Instalaciones Eléctricas - NEC

El cumplimiento de normas, reglas o restricciones para ofrecer seguridad y calidad en instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión está dado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Con la finalidad de salvaguardar la seguridad e integridad de operadores y usuarios para poder reducir los incidentes eléctricos en viviendas. Contiene capítulos importantes como: conceptos básicos, simbología, circuitos de iluminación, circuitos de tomacorrientes, esquemas de conexiones entre otros [1].

Tipos de Conductores Eléctricos

Un conductor eléctrico es aquel material que permite el paso de corriente con facilidad. Los diferentes tipos de conductores se presentan en la Figura 1.1. El hilo es un conductor que es utilizado en instalaciones eléctricas interiores, su diámetro no pasa de los 4 mm². El cable, es un conductor que cuenta con varios hilos en su interior comúnmente enrollados en espiral. La pletina, material conductor de una sección rectangular utilizado en cuadros eléctricos y bobinados de máquinas eléctricas. La varilla, su diámetro es mayor a 4mm², utilizado en las líneas de distribuciones [1].

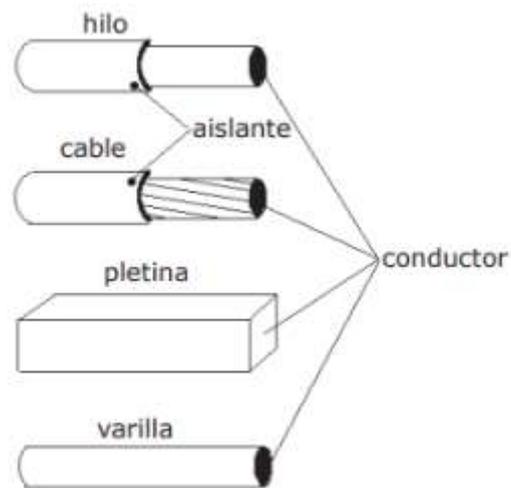


Figura 1.1 Tipos de conductores [2]

Código de Colores para instalaciones eléctricas

En la Tabla 1.1 se representa los códigos de colores que se usan para identificar fase, neutro, tierra en instalaciones eléctricas domiciliarias, propuesto por el la Norma Ecuatoriana de la Construcción [2].

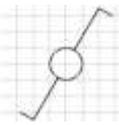
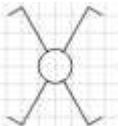
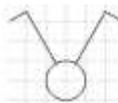
Tabla 1.1 Códigos de colores para instalaciones eléctricas

CONDUCTOR	COLOR
Fase	Blanco
Neutro	Rojo, azul, negro, etc., diferente de fase y tierra.
Tierra	Verde, verde con rayas amarillas

Simbología para una instalación eléctrica

En la Tabla 1.2 se presenta la simbología principal de los diferentes componentes, para el diseño de planos eléctricos de diversas edificaciones, propuesto por el la Norma Ecuatoriana de la Construcción [2].

Tabla 1.2 Simbología principal para instalaciones eléctricas

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Iluminaria		Interruptor simple
	Conmutador doble		Interruptor simple con dos vías
	Conmutador intermedio		Tomacorriente doble monofásico
	Tomacorriente doble monofásico, con tierra		Conmutador simple
	Tablero de distribución principal		Tablero de distribución secundario

Componentes de canalizaciones eléctricas

Existen diferentes tipos de materiales de canalizaciones para instalaciones eléctricas, todo dependerá del lugar y la economía del cliente [1].

- **Tubo Conduit plástico PVC**

Este tipo de tubo PVC, es resistente a la humedad y factores químicos a largo tiempo, está conformado de policloruro de vinilo, muy utilizado en instalaciones ocultas, colocado a una profundidad de 0.50m, al menos que sea protegido con un recubrimiento de hormigón de 5 cm [1].



Figura 1.2 Tubo Conduit plástico PVC [5]

- **Tubo Conduit metálico flexible**

El tubo metálico flexible también conocido como “greenfield”, es usado en lugares secos, donde no sea visible la corrosión y daños mecánicos, tampoco enterrados en hormigón. Es muy usado en instalaciones industriales para motores eléctricos, con sus respectivas componentes complementarios como, abrazaderas, grapas, etc. [1].



Figura 1.3 Tubo Conduit metálico flexible [5]

- **Cajetines**

Los cajetines o cajas de conexiones deben ser instaladas en espacios visibles y accesibles para poder realizar conexiones del alambrado. Las cajas pueden ser metálicas o de plástico, dependiendo del tubo, metálico o PVC, las cajas metálicas están compuestas por acero galvanizado en diferentes formas: circulares, cuadradas, rectangulares, octogonales. Se encuentran de varios anchos, profundidad y perforaciones para tener un acceso de las tuberías [1].

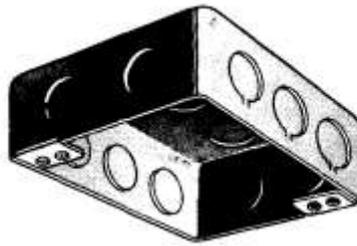


Figura 1.4 Cajetín cuadrado [3]

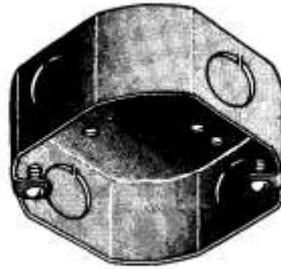


Figura 1.5 Cajetín Octogonal [3]

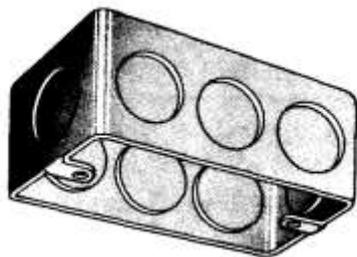


Figura 1.6 Cajetín rectangular [3]

Tableros de distribución eléctrica

Los tableros de distribución eléctrica están formados por componentes de protección, maniobra y mando, protegiendo una instalación eléctrica, instalado en un lugar visible con fácil accesibilidad. Su finalidad es salvaguardar la seguridad frente a cargas eléctricas, cortocircuitos, sobrecargas, etc., dividiendo la energía eléctrica en circuitos derivados, con su respectivo disyuntor, breaker, dependiendo de la potencia que se va a consumir. Los tableros son diseñados dependiendo el lugar donde va a ser instalado, por ejemplo, existen tableros monofásicos, bifásicos, trifásicos y tableros industriales de distribución eléctrica [1].



Figura 1.7 Tablero de distribución [3]

Elementos de protección

Los elementos de protección tienen la finalidad de proteger la integridad de las personas sobre cortocircuitos y sobrecargas que se producen en circuitos eléctricos, se activa de manera automática cuando la corriente eléctrica es muy elevada o existe un cortocircuito [2].

- **Interruptor termomagnético**

Un interruptor termomagnético, tiene la finalidad de proteger dos parámetros, una protección magnética frente a cortocircuitos y protección térmica por alto consumo de energía, estos dispositivos están en toda instalación eléctrica [3].

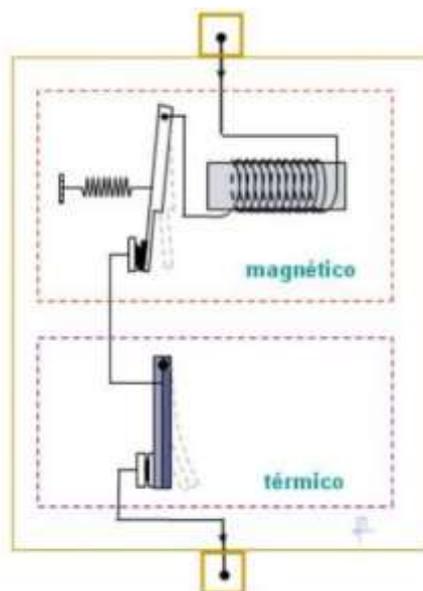


Figura 1.8 Interruptor termomagnético [3]

- **Interruptor diferencial**

Un interruptor diferencial es el encargado de proteger a las personas sobre descargas eléctricas, funcionando en conjunto con la puesta a tierra o toma de tierra de todos los equipos que están instalados [3].

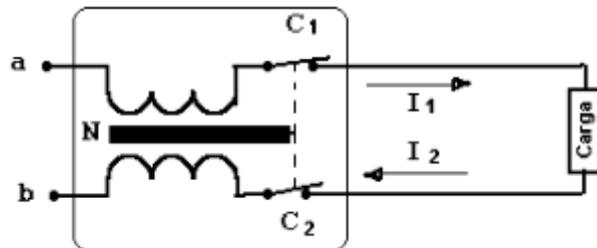


Figura 1.9 Interruptor diferencial [2]

Elementos de maniobra

Los elementos de maniobra permiten activar o desactivar un circuito de control, eléctrico, electrónico, al momento de activar un actuador [3].

- **Interruptores**

Los interruptores son dispositivos eléctricos, que tienen la función de on/off, de permitir o no pasar la corriente en un circuito eléctrico, comúnmente utilizados en luminarias [3].



Figura 1.10 Interruptor [3]

- **Conmutadores**

La función de los conmutadores es de desviar el paso de corriente de un lugar a otro. Un conmutador posee 2 o más vías por donde puede circular la corriente eléctrica [3].

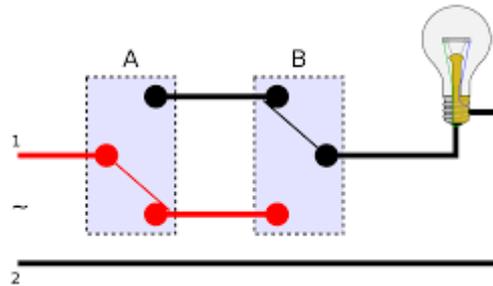


Figura 1.11 Conmutador [3]

Implementación de diferentes conexiones en el módulo

- **Conmutadores de 2 vías**

La Figura 1.12, presenta la conexión de un conmutador de 2 vías, comúnmente usado en lugares donde cuenta con ingreso y salida como: garajes, escaleras, patios, etc. Donde se puede prender y apagar de dos lugares diferentes [2].

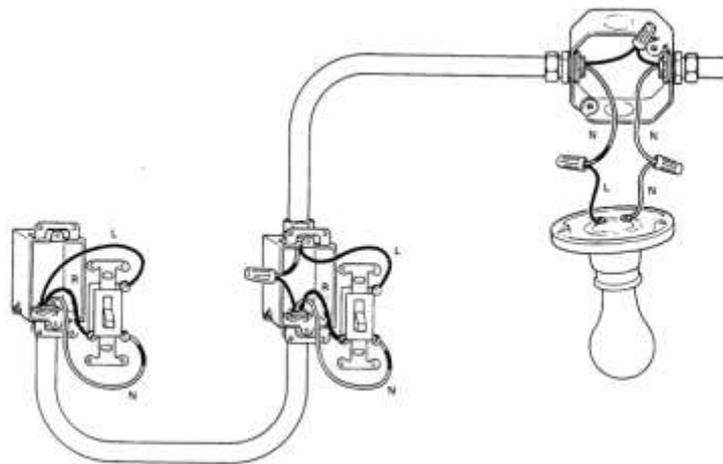


Figura 1.12 Circuito de 2 vías [2]

- **Conmutadores de 3 vías**

Este tipo de conmutadores de 3 vías habitualmente son usados en escaleras continuas de primer piso al tercer piso de una residencia. Se puede controlar la luminaria de 3 posiciones diferentes, la primera posición se utiliza un conmutador simple, para la

segunda posición un interruptor doble, y para la tercera posición un conmutador simple [2].

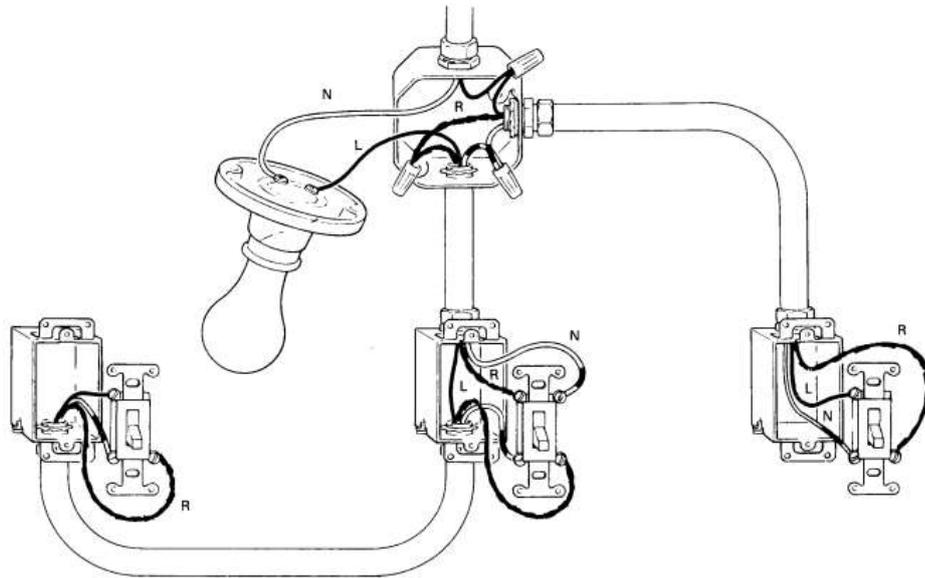


Figura 1.13 Circuito de 3 vías [2]

- **Interruptor simple**

La función de un interruptor es permitir el paso de la corriente con un accionamiento manual, y evitar el paso de corriente con el mismo accionamiento manual, en la Figura 1.14, se aprecia la conexión básica de un interruptor simple que cuenta con neutro, fase y retorno [2].

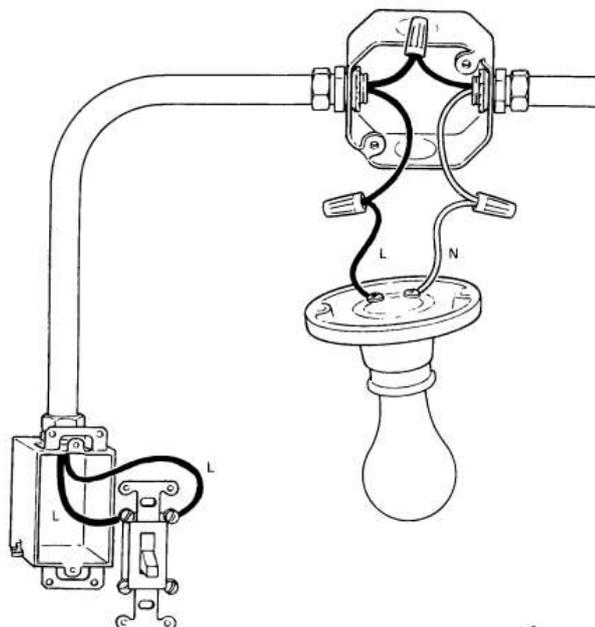


Figura 1.14 Circuito básico [2]

- **Tomacorriente monofásico**

Los tomacorrientes monofásicos están diseñados con la finalidad de establecer una conexión eléctrica con dispositivos eléctricos, permitiendo el paso de corriente al momento de conectar el equipo electrónico con el tomacorriente. En la Figura 1.15, se presenta el esquema eléctrico de dos tomacorrientes dobles con fase y neutro [2].

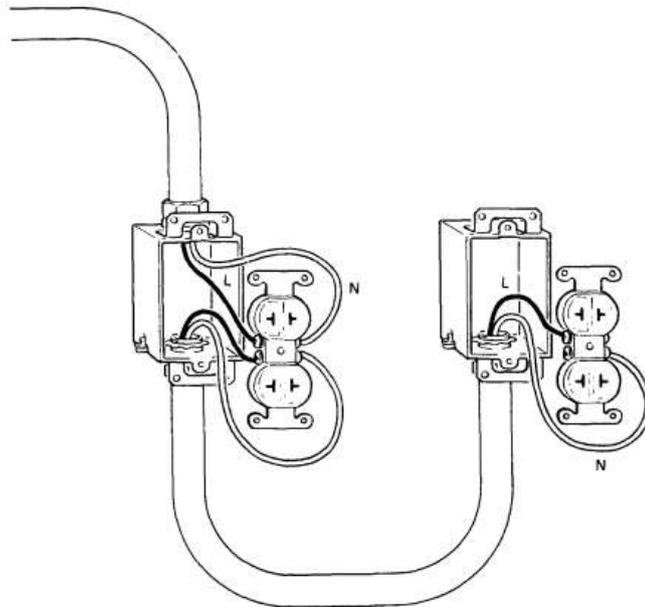


Figura 1.15 Circuito de tomacorrientes [2]

- **Tomacorriente bifásico**

El tomacorriente bifásico funciona de la misma manera que el tomacorriente monofásico. Cuando se trata de un tomacorriente bifásico o trifásico, tenemos 2 y 3 líneas de fase respectivamente y una línea de neutro como se puede observar en la Figura 1.16 [2].

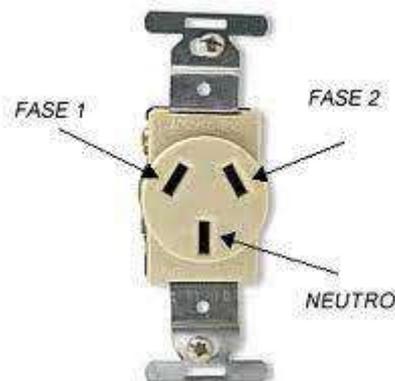


Figura 1.16 Tomacorriente bifásico con neutro [4]

Módulos de entrenamiento en instalaciones eléctricas

Los módulos de entrenamiento en instalaciones eléctricas ayudan a entender de manera práctica los conceptos de instalaciones eléctricas de baja tensión en las instituciones educativas. El objetivo es que el estudiante pueda realizar circuitos principales de una casa, por ejemplo, circuitos con interruptores simples, conmutadores de dos y tres vías, conexiones de tomacorrientes monofásicos y bifásicos con sus respectivas protecciones. [2]



Figura 1.17 Módulos de entrenamiento en instalaciones eléctricas [4]

Inventor

Es una aplicación que nos ofrece herramientas para dibujar, crear planos, crear diseños mecánicos, ensamblar en 2D y 3D, con una representación final de los diferentes diseños. Esta aplicación es muy didáctica y eficiente en el aprendizaje de diseño mecánico asistido por computadora en universidades y colegios [5].



Figura 1.18 Inventor [6]

2 METODOLOGÍA

Los módulos que se usan en el laboratorio de instalaciones eléctricas en la ESFOT presentan algunas averías impidiendo el aprendizaje didáctico en la materia de instalaciones eléctricas. Por lo cual se realizará un análisis del estado de los diferentes módulos como su estructura, estabilidad, así también la verificación de los componentes eléctricos como tomacorrientes, interruptores, boquillas; para reutilizar los que se encuentren en mejores condiciones. Se realizará un nuevo diseño en Inventor, ya que la aplicación cuenta con herramientas necesarias como dibujo en 2D y 3D, donde se podrá simular la parte de soldadura en el icono de ensamblaje para la unión de piezas, también se podrá realizar una simulación de cargas para ver el soporte de los diferentes componentes que contendrá el nuevo módulo de estructura metálica, los tableros donde irán los cajetines y componentes eléctricos básicos también se diseñarán en Inventor. Cabe mencionar que Inventor cuenta con diferentes tipos de materiales de trabajo para realizar simulaciones de cargas. El diseño se realizará con las necesidades y requerimientos solicitados del profesor encargado de la materia de instalaciones eléctricas, como pueden ser:

- Medidas de la estructura metálica.
- Número de interruptores simples, conmutadores, tomacorrientes bifásicos y monofásicos.
- Tablero eléctrico principal que irá montado sobre la estructura metálica.
- Tipo de material que se usará para la estructura.
- Número de cajetines rectangulares, cuadrados, octogonales.
- El tipo de manguera que se usará.
- Las conexiones que se realizarán son circuitos simples como: circuitos con conmutadores, circuitos de tomacorrientes tanto bifásicos, monofásicos.

Teniendo el diseño establecido se procederá a realizar un presupuesto aproximado de cuánto costará la construcción del nuevo módulo de entrenamiento de canalizaciones eléctricas.

La finalidad del proyecto es diseñar y construir nuevos módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas, para las diferentes prácticas de la materia de instalaciones

eléctricas para que las prácticas sean desarrolladas didácticamente, teniendo una fácil movilidad al momento de pasar cables, instalar luminarias y tomacorrientes, etc.

Debe mencionarse que el presente componente abarca únicamente el diseño. La construcción de la estructura metálica y la instalación de los componentes eléctricos se desarrollarán en el componente 2 y 3 respectivamente.

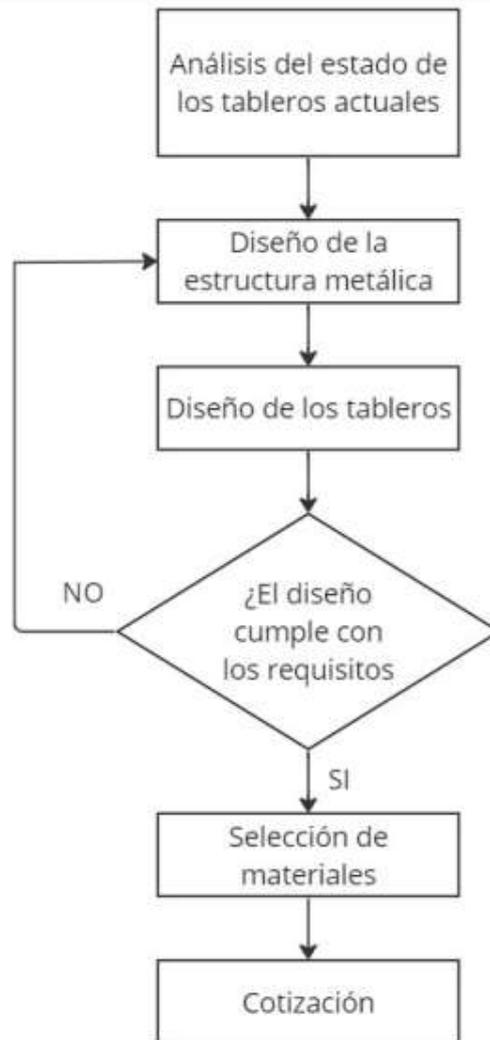


Figura 2.1 Diagrama de flujo

2.1 Análisis del estado de los tableros del laboratorio de instalaciones eléctricas

Se realizó un análisis del estado en el que se encuentran los diferentes módulos de entrenamiento de canalizaciones eléctricas del laboratorio de instalaciones eléctricas, en la Figura 2.1 se observa cómo se encuentran los tableros, con sujetadores inestables, cajetines sueltos, una base de aluminio inestable, tubos despegados etc., dificultando

las prácticas de instalaciones eléctricas residenciales básicas. Los componentes eléctricos como tomacorrientes, boquillas e interruptores, se verificó su continuidad y funcionamiento dando como resultado algunos componentes dañados sin poder reutilizarlos. La base de aluminio con la que se encuentran los tableros es un problema, ya que al momento de ponerlos en pie son muy inestables provocando a cada momento caídas de los tableros. Algunos de los tubos no cuentan con sujetadores lo que produce un desnivel, dificultando el cableado eléctrico al momento de pasar los cables por las tuberías.



Figura 2.2 Tableros actuales

2.2 Requerimientos mínimos del módulo

Estructura estable

Es necesario reemplazar la base de aluminio por una estructura metálica duradera, estable y fácil de desplazar, con medidas acorde al espacio del laboratorio para su fácil movilidad, también se tomará en cuenta las medidas del tablero eléctrico principal, que se va a colocar en el nuevo módulo de entrenamiento de canalizaciones eléctricas. También debe contar con ruedas para su fácil movilidad en el laboratorio.

Circuitos básicos

Los nuevos tableros deben tener un diseño donde se puedan realizar circuitos básicos como: circuito de iluminación con interruptores simples, conmutadores de 2 y 3 vías, circuitos de tomacorrientes tanto monofásico y bifásico y un tablero donde puedan realizar prácticas de canalización de tubería.

Soporte estructural

La estructura debe soportar todas las cargas de los componentes que se van a colocar en la estructura como un tablero eléctrico de 20kg, tableros de 7 kg, más el peso de los componentes eléctricos y sus accesorios.

2.3 Procedimiento para el diseño

Con el análisis del estado de los tableros de entrenamiento de canalizaciones eléctricas, se va a realizar un nuevo diseño que cuente con una estabilidad fiable, comodidad, fácil de movilizar y didáctica, tomando en cuenta los requerimientos mínimos mencionados anteriormente por el profesor encargado del laboratorio de instalaciones eléctricas.

Diseño de la estructura metálica

Se va a realizar un dibujo 2D en Inventor, donde se considera un tubo cuadrado galvanizado de 25x25mm y 1.5mm de espesor, ya que es muy usado para estructuras metálicas pequeñas.

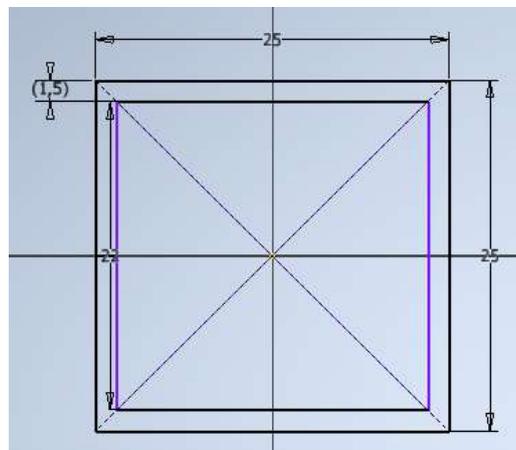


Figura 2.3 Medidas de tubo cuadrado galvanizado

Al finalizar el dibujo en 2D, se procede hacer una extrusión del boceto, en el icono de extrusión con las medidas requeridas por el profesor, tomando en cuenta el espacio del laboratorio, por lo cual se recomendó que las medidas fueran de 1500x1300mm y 490mm de espesor, estas medidas se tomaron considerando el nuevo tablero eléctrico principal que va a ser puesto en la estructura.

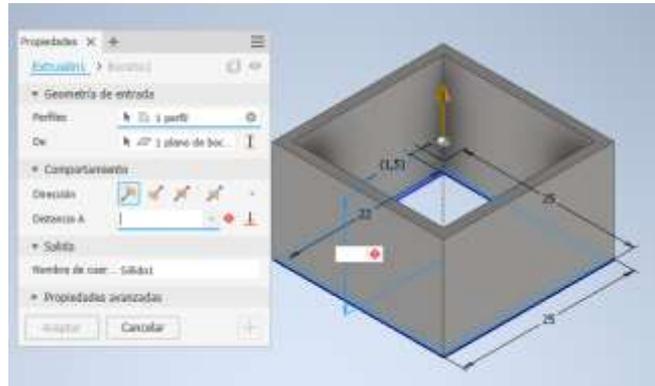


Figura 2.4 Extrusión de la pieza estructural

Una vez construidas todas las piezas de alto, largo, ancho y reforzamientos, se va a añadir el tipo de material con el que se va a trabajar, en este caso acero galvanizado para la estructura metálica. Es importante seleccionar el tipo de material con el que se va a construir la estructura, para no tener inconvenientes al momento de simular el análisis de tensión, ya que si no se selecciona el material se tendrá problemas al momento de simular el análisis de tensión.

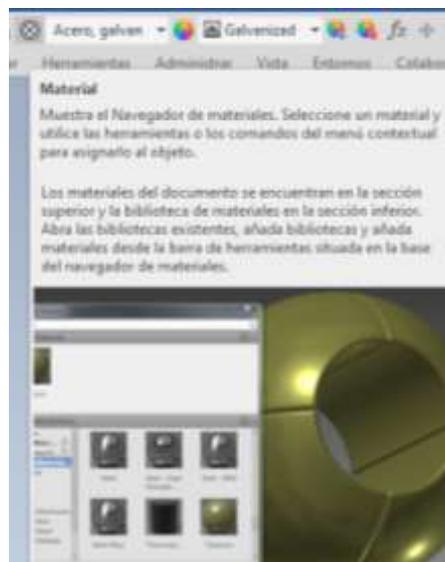


Figura 2.5 Selección de tipo de material

Para poder simular la parte de soldadura ya con las piezas construidas, se va a realizar un ensamble de piezas simulando así la parte de soldadura en el ícono de ensamblaje, donde se construirá la estructura metálica.

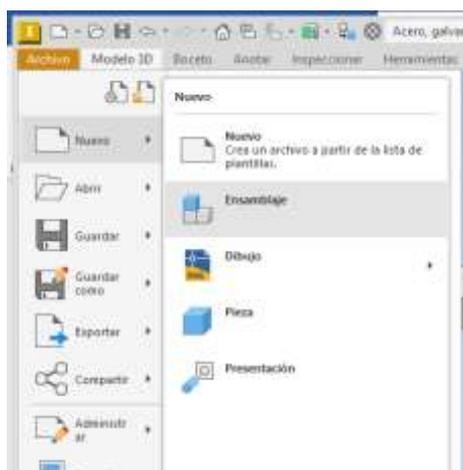


Figura 2.6 Ensamble de piezas

Para poder realizar pruebas de cargas y conocer que tan fiable va a ser la estructura metálica, se procederá a realizar una simulación de cargas en el ícono de entornos – análisis de tensión. En la simulación se podrá observar cuanta deformación obtendrá con los diferentes componentes que van a ir en la estructura.

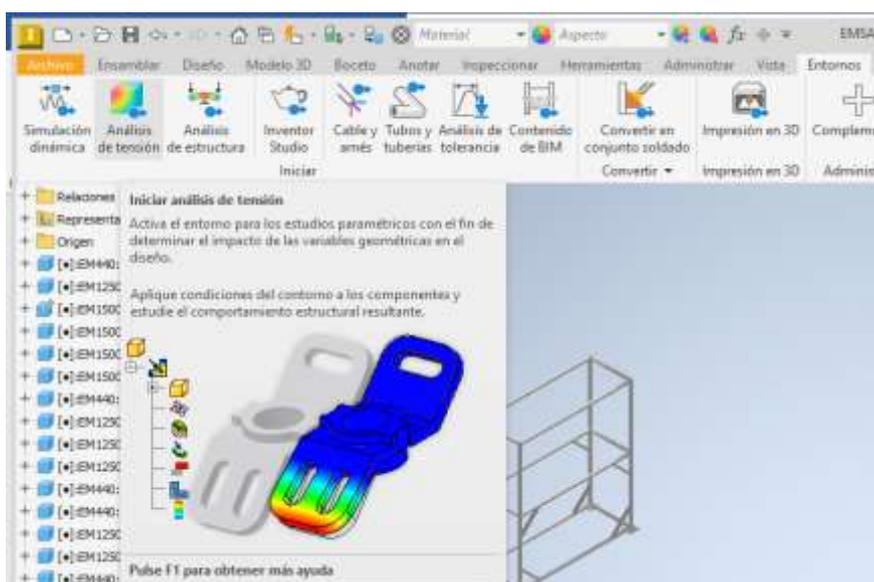


Figura 2.7 Análisis de tensión estructural

Para poder insertar el valor de la fuerza o peso se usa la ecuación 1

$$P = m * g$$

Ecuación 2.1 Ecuación para calcular el peso

Donde:

P: Fuerza o peso (N).

m: Masa (kg).

g: Gravedad (m/s^2).

2.4 Diseño de los tableros eléctricos de madera

Se realizará el diseño de los nuevos tableros de madera donde irán cada uno de los componentes eléctricos y sus accesorios, donde se consideró el diseño de la estructura metálica donde se podrán montar dos tableros a cada lado, un tablero superior con medidas de 1000x750mm y espesor de 5mm, que va a contar con cajetines que permitan la conexión de: 3 luminarias, 3 interruptores que se pueden usar para circuitos simples y conmutadores de 2 vías y 3 vías, cuenta con cajetines para poder instalar: 3 tomacorrientes que pueden ser utilizados para 2 circuitos de tomacorrientes monofásicos y 1 circuito de tomacorriente bifásico, cabe mencionar que el tablero superior no será fijo sino será una tablero que se podrá desmontar de la estructura.

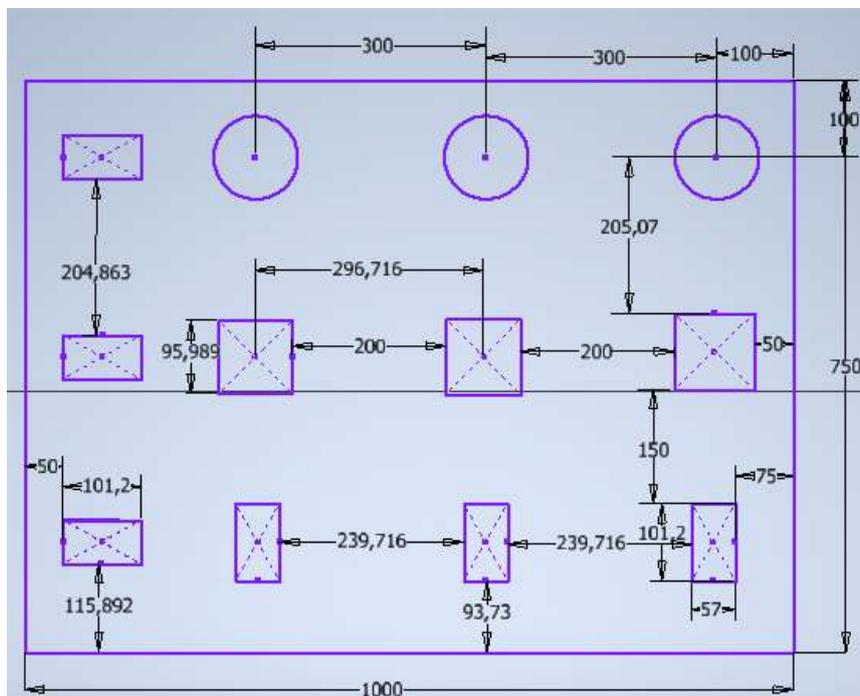


Figura 2.8 Medidas del tablero superior

De la misma manera se procede hacer la extrusión del espesor del tablero de madera, y se selecciona el tipo de material en este caso va a ser de madera abedul que tiene inventor, cabe mencionar que cuando se construya el módulo, el material puede ser

cualquier otro tipo de madera, dependiendo del presupuesto que tenga el encargado del componente 2 y 3.

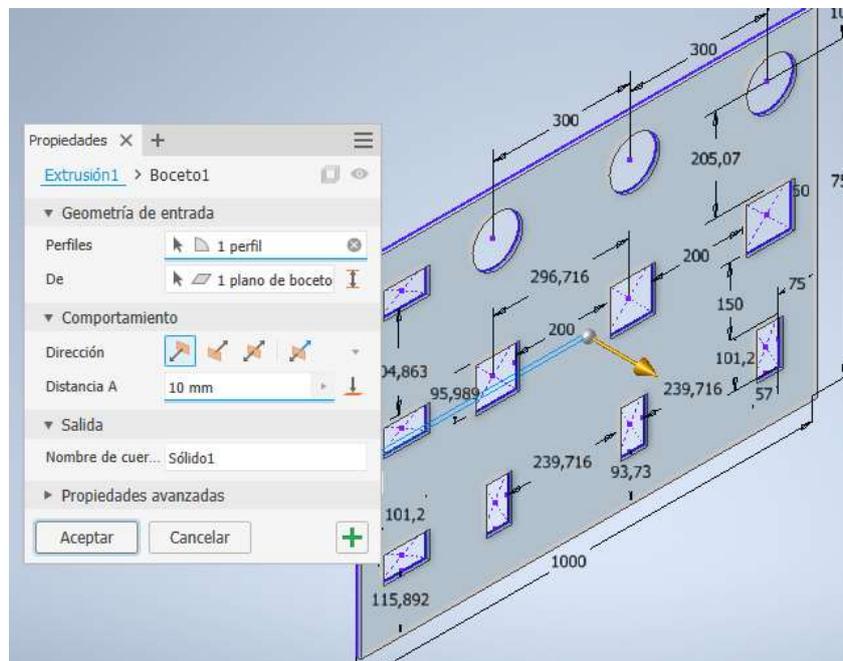


Figura 2.9 Extrusión del tablero superior

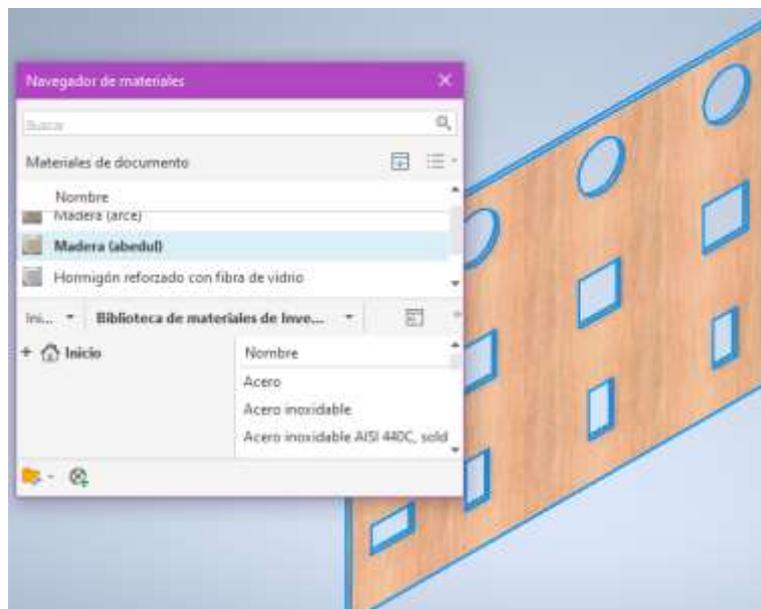


Figura 2.10 Selección del material del tablero superior

Para los tableros inferiores se contará con cajetines para instalar a 3 luminarias, 4 interruptores y 4 tomacorrientes, de la misma manera se procede hacer lo mismo, a dibujar un boceto y seleccionar el tipo de material. Para los tableros inferiores se van a reutilizar los que se encuentran en el laboratorio con medidas de 1300x750mm y espesor de 5mm

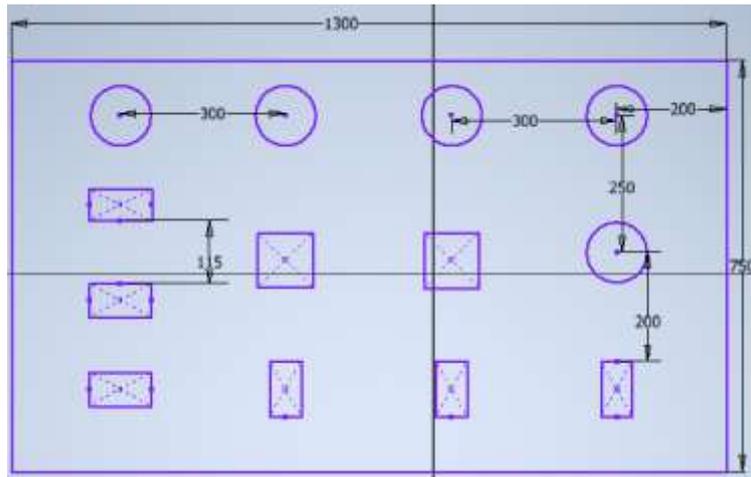


Figura 2.11 Medidas del tablero inferior

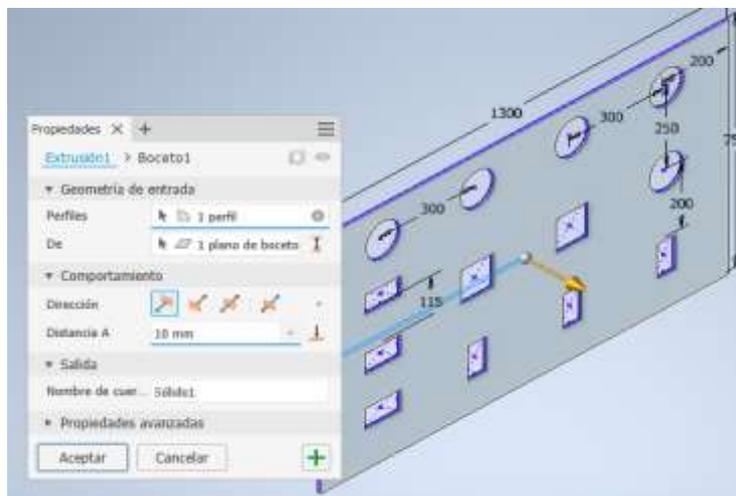


Figura 2.12 Extrusión del tablero inferior

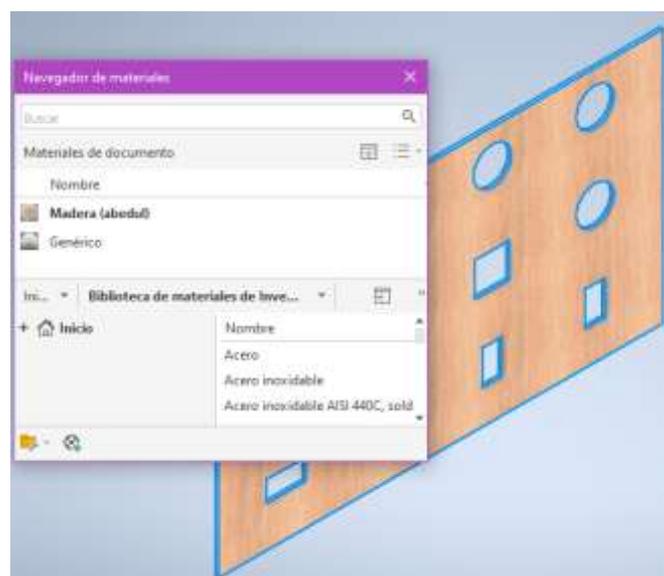


Figura 2.13 Selección del material del tablero inferior

Para la base del tablero eléctrico principal se diseñó una base de madera con medidas de 300x490mm y 10mm de espesor, donde la base de madera ira atornillada a la estructura para mayor seguridad. De la misma manera se inicia con un boceto en 2D, luego con la extrusión del espesor y finalmente seleccionamos el tipo de material.

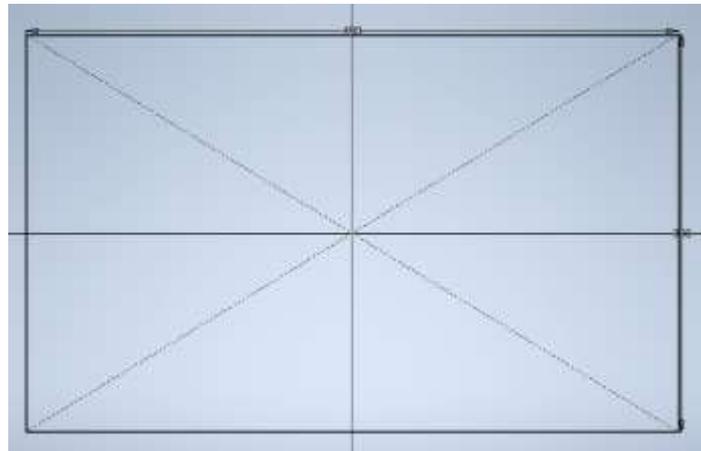


Figura 2.14 Medidas del soporte del tablero eléctrico

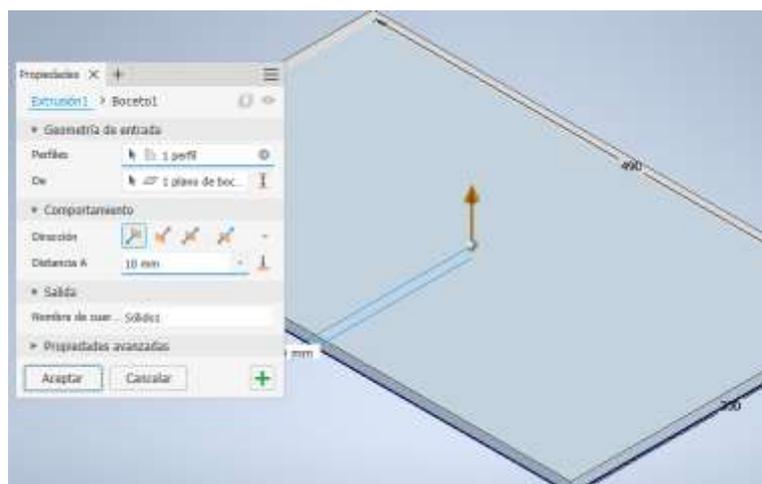


Figura 2.15 Extrusión del soporte del tablero eléctrico

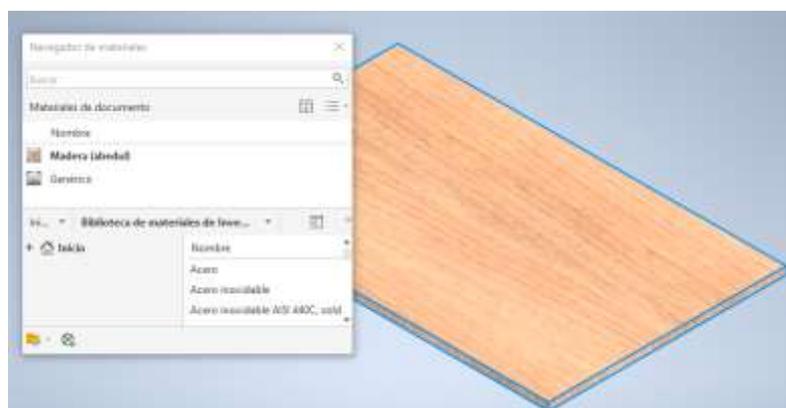


Figura 2.16 Selección del material del soporte del tablero eléctrico

2.5 Materiales y componentes principales del nuevo módulo

El diseño propuesto consta de una estructura metálica de tubo cuadrado galvanizado de 25x25mm y 1.5mm de espesor, se aplicará una soldadura SMAW o también conocida como soldadura por arco eléctrico con un electrodo revestido. El electrodo que se va a utilizar es el electrodo revestido E6013, en todos los contornos de la estructura para que sea más resistente y fiable.

Tubo cuadrado galvanizado

El acero galvanizado está recubierto por zinc, proporcionándole ciertas características de anticorrosivas y oxidación. También cuenta con una alta resistencia a los golpes. Es muy usado en edificaciones estructurales como, supermercados, edificios, casa pequeñas etc., pero también se podrá utilizar en estructura pequeñas [3].

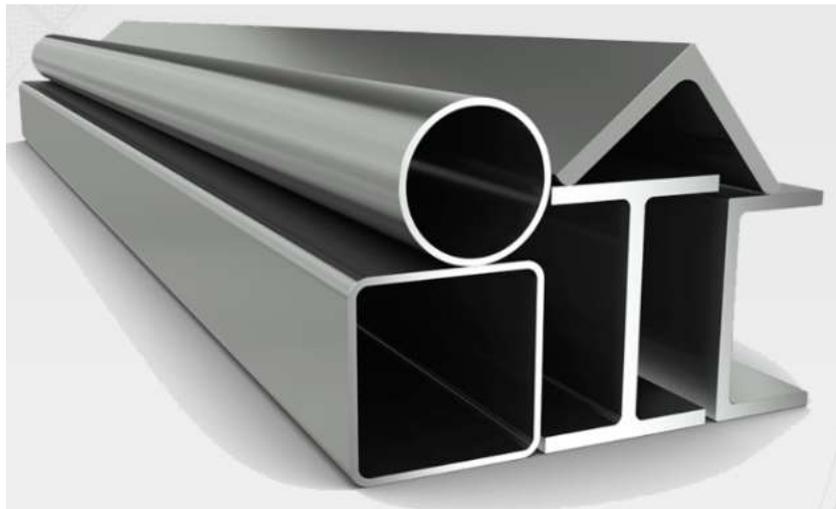


Figura 2.17 Tubos Galvanizados

Electrodo 6013

Para el proceso de soldadura se va a utilizar un electrodo E 6013, por su facilidad al momento de soldar una estructura metálica, el amperaje que se va a utilizar depende de los fabricantes de electrodos, pero en la Figura 2.19, se muestra un amperaje referencial de acuerdo con los diámetros de los electrodos, en este caso el diámetro del electrodo E6013 es de 2.3mm, por lo cual el amperaje que se va a utilizar esta entre 60 y 90 amperios. El significado de E 6013 se presenta en la Figura 2.18.



Figura 2.18 Electrodo E-6013

Diámetro del electrodo	Corriente de soldadura
1,6 mm	40 – 60 Amp.
2,0 mm	60 – 80 Amp.
2,5 mm	70 – 90 Amp.
3,25 mm	90 – 130 Amp.
4,0 mm	130 – 160 Amp.

Figura 2.19 Tabla de amperaje

Tableros superior e inferior

Los tableros de entrenamiento donde se podrán realizar instalaciones básicas se diseñaron de 2 diferentes formas para el primer tablero superior podrán implementar diferentes circuitos eléctricos básicos como: circuitos con interruptores simples, conmutadores de 2 y 3 vías, circuitos de tomacorrientes monofásico y bifásicos, para el tablero inferior se dejará montado solo los cajetines, para que los estudiantes puedan realizar prácticas de canalizaciones de tubería.

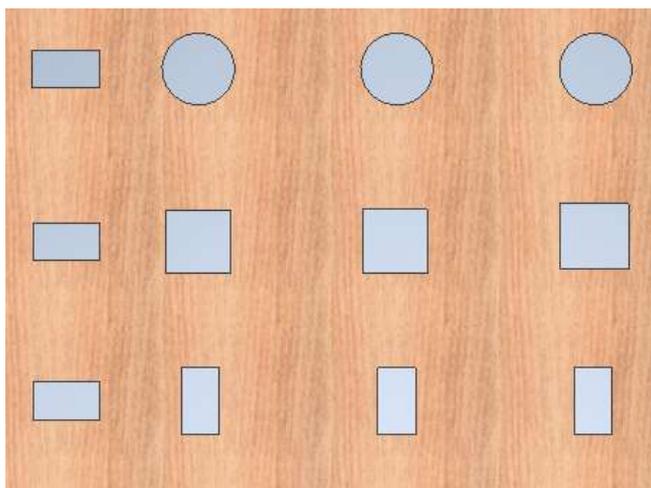


Figura 2.20 Tablero Superior

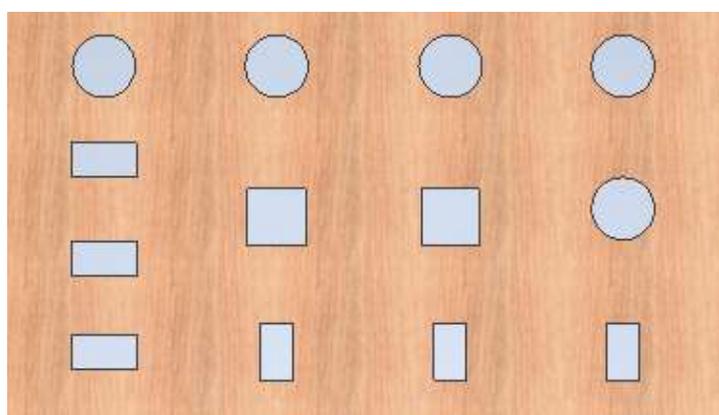


Figura 2.21 Tablero inferior

Tablero eléctrico principal

El nuevo tablero eléctrico principal que se colocará en la estructura metálica va a ser el que se encuentra en el laboratorio de instalaciones eléctricas como se observa en la siguiente figura.



Figura 2.22 Tablero eléctrico principal

Ruedas

Las ruedas se colocarán con el objetivo de movilizar la estructura de manera fácil, para cualquier parte del laboratorio y no tener que realizar esfuerzos al momento de cambiar o levantar de posición la estructura metálica.



Figura 2.23 Ruedas

2.6 Cotización de materiales

Se realizó una cotización aproximada de los materiales que se usarán para la construcción de los 3 módulos, los costos se consultaron en diferentes distribuidoras de metales, pinturas, ruedas, maderas etc. Cabe mencionar que los valores pueden variar dependiendo del lugar donde se adquieran y de la calidad del material, ya que no va a ser el mismo valor de un metal nuevo con uno de segunda mano y en caso de la madera dependerá del tipo de madera que se seleccione.

3 RESULTADOS

A continuación, se detallará el resultado final de cómo quedaría el nuevo módulo de entrenamiento de canalizaciones eléctricas con medidas definidas y aprobadas por el profesor encargado de la materia de instalaciones eléctricas. Así mismo se presenta la simulación de análisis de tensión o de cargas y finalmente un valor aproximado de la cotización de todos los materiales que se van a utilizar para la construcción, para la cotización se presentará una tabla con los valores consultados en varias distribuidoras, cabe mencionar que el valor puede variar dependiendo del lugar donde será adquirido los materiales para la construcción de la estructura metálica.

3.1 Diseño de la estructura metálica

La nueva estructura metálica con las medidas diseñadas es de 1500x1300mm y 490mm de espesor, se puede observar en la Figura 3.1 el resultado final de cómo quedará la estructura metálica, tomando en cuenta que en las bases se van a colocar ruedas para facilitar su movilización. En el diseño se implementó refuerzos de 300mm de largo, con el objetivo de tener un mayor reforzamiento en las bases, dando como resultado una estructura más estable y confiable.

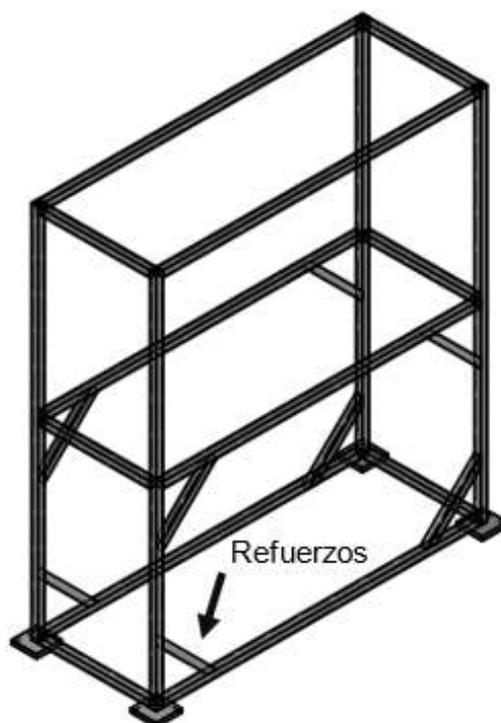


Figura 3.1 Estructura metálica

El nuevo diseño de entrenamiento de canalizaciones eléctricas con sus nuevos tableros y distribución de componentes se presenta en la Figura 3.2, se construyó adicionalmente el tablero eléctrico principal que va a ser puesto en la estructura, cabe mencionar que el laboratorio cuenta con 3 tableros eléctricos con unas medidas de, 400x600mm y 200 mm de espesor. Donde se aprovechó los dos lados de la estructura para que los estudiantes tengan un mejor espacio para que puedan realizar sus prácticas de manera más eficiente.

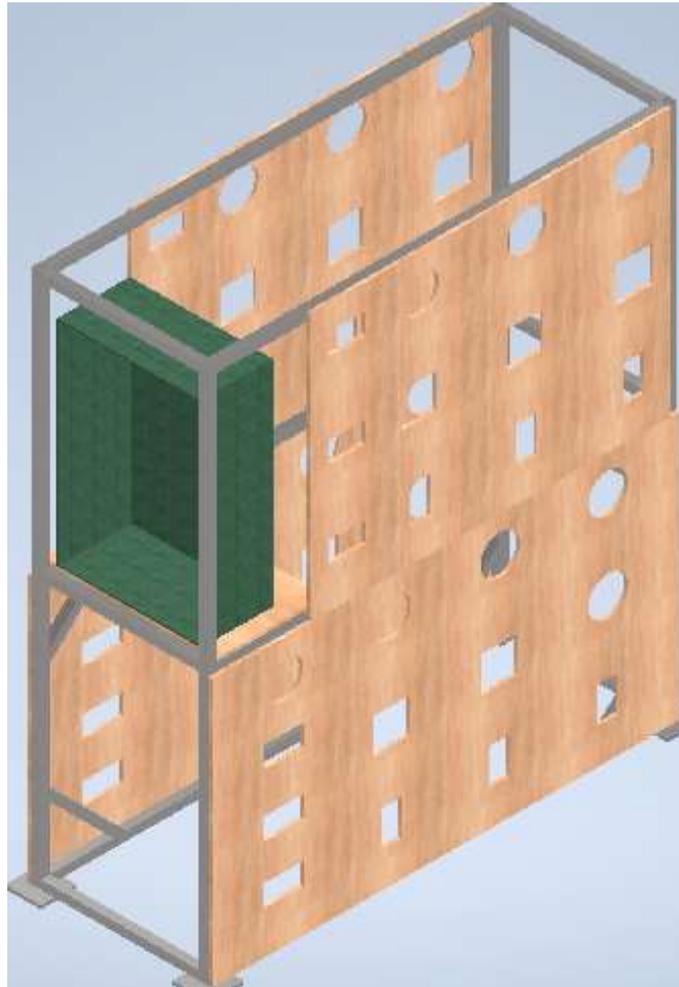


Figura 3.2 Diseño del módulo de entrenamiento de canalizaciones eléctricas

3.2 Pruebas de tensión

En la Figura 3.3 se observa las deformaciones que tendrá al momento de aplicar las cargas como el tablero eléctrico que tiene un peso de 12 kg y los 4 tableros con un peso individual de 7kg, donde se puede equilibrar las cargas de la estructura del tablero eléctrico con los tableros de entrenamiento de madera, se puede apreciar que la deformación es mínima.

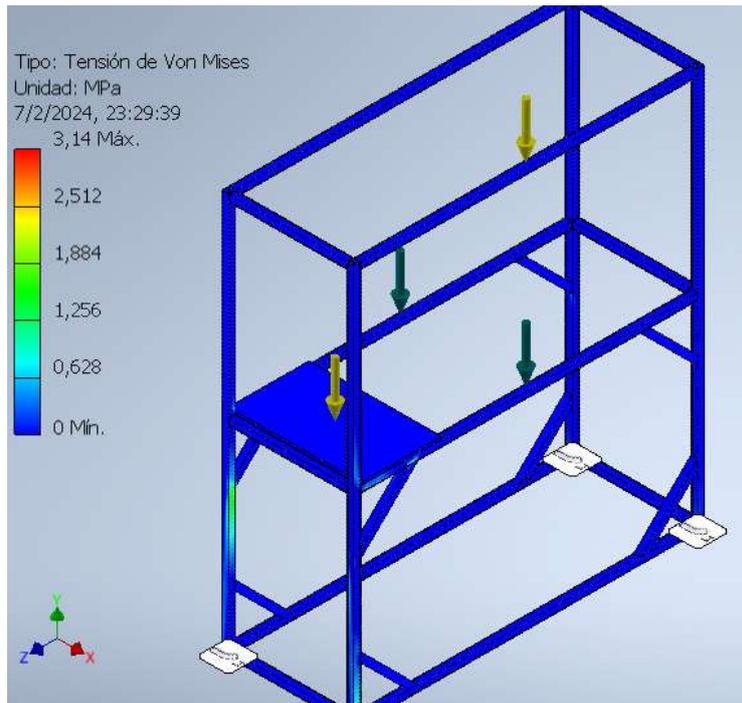


Figura 3.2 Estructura metálica

Una de las fuerzas que se aplicaron fue del tablero, que tiene una fuerza de 117,720 N, como indica la flecha de color rojo, este valor es encontrado con la Ecuación 2.1, como se puede observar en la Figura 3.3. Mientras que las flechas de color verde son las de los tableros que tienen una fuerza de 68,670 N. La flecha de color amarilla es el centro de gravedad con un valor de 9,81 m/s².

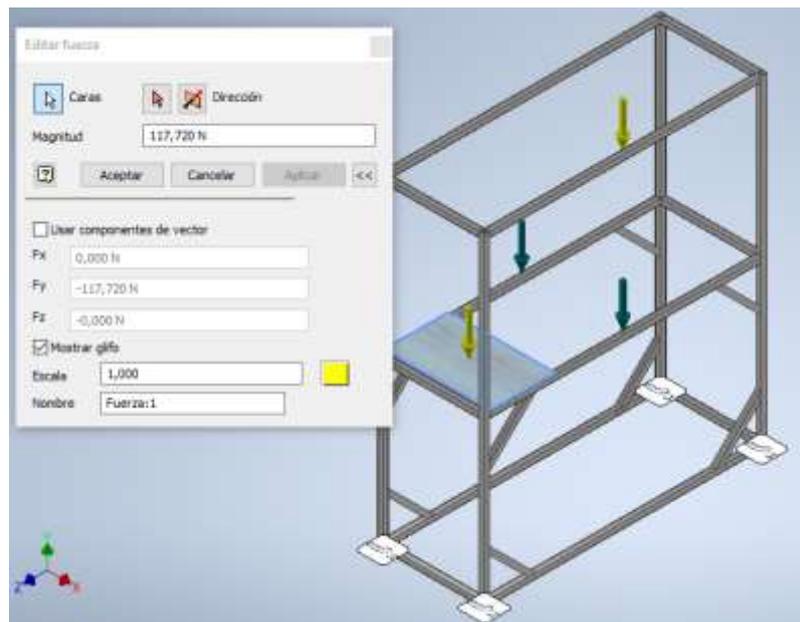


Figura 3.3 Análisis de tensión

Después de llevar a cabo la simulación del análisis de tensión, considerando las fuerzas que ejercerían presión sobre la estructura metálica, incluyendo las provenientes del tablero eléctrico principal y los tableros de conexiones, se concluyó que el diseño de la estructura es confiable y estable. Esto se evidencia en la mínima deformación observada, tal como se muestra en la anterior: Figura 3.2.

3.3 Planos de la estructura metálica

Para la construcción de la estructura metálica y tableros de entrenamiento, se dispondrá de planos con medidas específicas y reales.

Se presentan los planos de la estructura metálica con sus diferentes vistas isométricas, así también como los planos de los tableros de entrenamiento en el anexo III, IV y V, las medidas de los cajetines se presentan en la Tabla 3.2

Tabla 3.2 Medidas de cajetines

Componente	Medida
Cuadrado	100x100mm
Rectangular	57x101.2mm
Octogonal	110mm Φ

3.4 Cotización aproximada

En la Tabla 3.1 se observa los precios estimados para la construcción del módulo, el presupuesto se realizó para los tableros, la pintura, estructura metálica, además accesorios como ruedas, tornillos, discos de corte, etc., se cotizó en distintas distribuidoras. Teniendo en cuenta que la cotización que se presentará a continuación es aproximada, ya que puede variar del lugar donde adquieran los materiales, tanto para el componente 2 y 3.

La cotización se hizo para los 3 módulos, teniendo en cuenta el material total que será utilizado para la construcción de estos como: tubo cuadrado galvanizado, discos de corte, discos de desbaste, electrodos, pinturas, ruedas, etc.

Tabla 3.1 Cotización de componentes

Material	Cantidad	Medida	Valor unitario	Total
TUB ESTRU CUA GAL IN 1" 25X25MM y 1.50MM	10	UND	10,04	100,36
ELECTRODO 60-13-AGA	1	KG	5,36	5,36
DISCO CORTE METAL 4"1/2 x3/94" x 7/8" CLASSIC AR 102 - NORTON	2	UND	0,89	1,79
DISCO DE DEBASTE 4"1/2 X 1/4" X 7/8" - NORTON	2	UND	1,61	3,21
P. ANTICORROSIVO NEGRO MATE 1LT OXIFER -AMERICA	2	LITRO	3,89	7,77
ENVASE VACIO LITRO THINNER	2	UND	0,18	0,36
THINNER LACA / LIQUIDO	2	LITRO	1,34	2,68
ISCO C/HIERRO 4 1/22 X1/25" MAVIJU	2	UND	0,90	1,80
Ruedas	3 juegos de 4	UND	5,50	16,50
Tableros de madera de 5mm	3	UND	14,96	44,88
Tableros de madera de 9mm	1	UND	25,23	25,23
Pintura ocre media	2	LITRO	7,76	15,52
Total				225,46

4 CONCLUSIONES

- Para el nuevo diseño, se identificaron diversas fallas que requerían atención. Entre estas se incluyen la presencia de estructuras inestables al momento de su montaje, lo que generaba incomodidad y dificultaba al momento de realizar las prácticas. Además, se observó que las tuberías desplegadas complicaban el proceso de cableado eléctrico, y la presencia de cajetines sueltos provocaba una inestabilidad al fijar los componentes eléctricos.
- Se optó por utilizar el software Inventor para llevar a cabo el diseño, dado que ofrece las herramientas necesarias para crear un diseño didáctico en 3D. Este enfoque permitió la elaboración de un diseño preciso, basado en medidas reales, y facilitó la selección adecuada de materiales para la construcción de la estructura metálica, así como la realización de ensamblajes y análisis de tensión. Además, la capacidad de exportar planos desde Inventor aseguró una documentación detallada y precisa del diseño.
- Se eligió el acero galvanizado para la construcción de la estructura metálica debido a su excelente desempeño en estructuras de tamaño reducido, garantizando estabilidad y durabilidad confiable
- La combinación de diferentes tipos de canalizaciones, accesorios y conexiones eléctricas permite una eficiencia de entrenamiento completa y versátil, capacitando a los estudiantes para enfrentar una variedad de escenarios en el campo eléctrico.
- El nuevo diseño ofrecerá un entorno de aprendizaje interactivo y realista, el módulo de entrenamiento de canalizaciones eléctricas promueve una comprensión profunda de los principios y técnicas involucradas en las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Al determinar las dimensiones de la estructura metálica y los tableros de madera, se consideró cuidadosamente el espacio disponible en el laboratorio, asegurando una movilidad sin inconvenientes del módulo en diferentes ubicaciones.
- El diseño definitivo de los tableros ofrece a los estudiantes la oportunidad de realizar una variedad de conexiones, lo que les permite adquirir un entendimiento más completo de los aspectos prácticos de una instalación eléctrica residencial

5 RECOMENDACIONES

- Antes de comenzar el diseño, es crucial realizar una planificación detallada. Esto implica identificar las necesidades eléctricas de los módulos, determinar la ubicación de los puntos de conexión y considerar los requisitos de seguridad y accesibilidad.
- Se recomienda la utilización de herramientas avanzadas de diseño asistido por computadora (CAD) por ejemplo Inventor, que ha simplificado significativamente el proceso de diseño, ensamblaje, disposición de cajetines y exportación de planos.
- Es esencial seleccionar el tipo de material antes de ensamblar las piezas de la estructura. Por lo tanto, se recomienda decidir el material con anticipación para garantizar que no exista errores al momento de la simulación de análisis de tensión.
- Es crucial considerar el peso que una estructura metálica debe soportar antes de su diseño, construcción e implementación. La falta de atención a este factor podría resultar en fallas estructurales durante el proceso de diseño, construcción o en el funcionamiento posterior de la estructura.
- Se sugiere asegurar una pieza como base al ensamblar las piezas de la estructura metálica, proporcionando así un punto de referencia inicial. Esto garantiza un ensamblaje más preciso, especialmente considerando que todas las piezas son móviles en todos sus ejes al ser exportadas para el ensamblaje.
- Es fundamental que al realizar conexiones eléctricas se tomen en consideración los equipos de protección individual, como los guantes dieléctricos y mandil, entre otros. Esto es especialmente importante debido a que las prácticas incluirán conexiones tanto de 110v como de 220v, asegurando así la seguridad y bienestar de quienes participen en estas actividades
- Es fundamental contar con las herramientas y materiales adecuados al realizar conexiones eléctricas, como destornilladores de estrella y plano, cinta aislante, alicates y pelacables. Es importante destacar la precaución necesaria al utilizar el pelacables o estilete, ya que su uso indebido podría resultar en cortes accidentales
- Cuando se retiren los tableros de madera, es importante comenzar por quitar el tablero superior seguido del tablero inferior. De igual manera, al colgar los tableros, se debe primero colocar el tablero inferior y luego el superior, dado que las agarraderas están diseñadas con esa disposición.

6 REFERENCIAS

- [1] E. Harper, El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales, 1999.
- [2] M. Iza, F. Medina , C. Parra , D. Chimarro, R. Rosero, L. F. Bonifaccini, S. Terán, M. Poveda y F. Parra, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2018.
- [3] «SILVERTUBOS,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/fodr2>. [Último acceso: 4 Enero 2024].
- [4] L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.
- [5] Autodesk, «Autodesk Inventor:,» [En línea]. Available: <https://www.autodesk.es/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>.
- [6] «Ractem raking sitem,» [En línea]. Available: <https://www.ractem.es/blog/es-acero-galvanizado-consiste>. [Último acceso: 29 Diciembre 2023].

7 ANEXOS

ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

TIC David Guastay

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	1%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	www.economicasunp.edu.ar Fuente de Internet	<1%
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
4	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%
5	www.yumpu.com Fuente de Internet	<1%
6	www.electroavenida.com Fuente de Internet	<1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	www.us.es Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.ucundinamarca.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1%

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 16 de febrero de 2024

De mi consideración:

Yo, ARACELY INÉS YANDÚN TORRES, en calidad de Directora del Trabajo de Integración Curricular titulado DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 3 MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS asociado al componente DISEÑO DEL MÓDULO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS elaborado por el estudiante BOLIVAR DAVID GUASTAY CUJILEMA. de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad de las secciones (resumen, abstract, capítulo 1, capítulo 2, capítulo 3, capítulo 4 y capítulo 5) del documento escrito producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 6%.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,

Ing. Aracely Yandún Torres, Mgs.
Docente
ESFOT

ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 19 de febrero de 2024

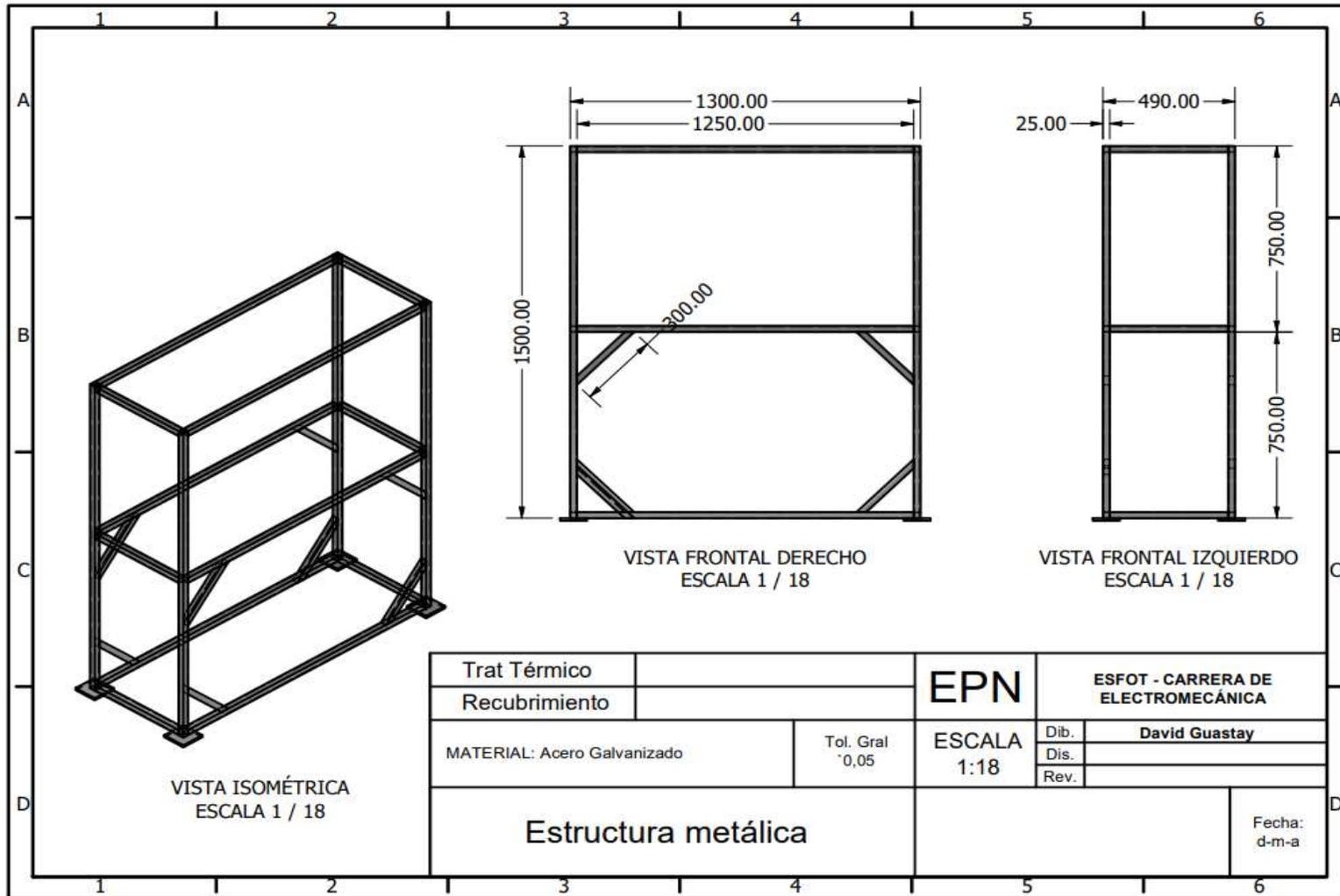
Yo, Aracely Inés Yandún Torres, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como directora de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento del entregable del componente **DISEÑO DEL MÓDULO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS** del proyecto de titulación **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 3 MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO DE CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**, el cual fue desarrollado por el estudiante Bolivar David Guastay Cujilema.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan usarlo sin inconvenientes.

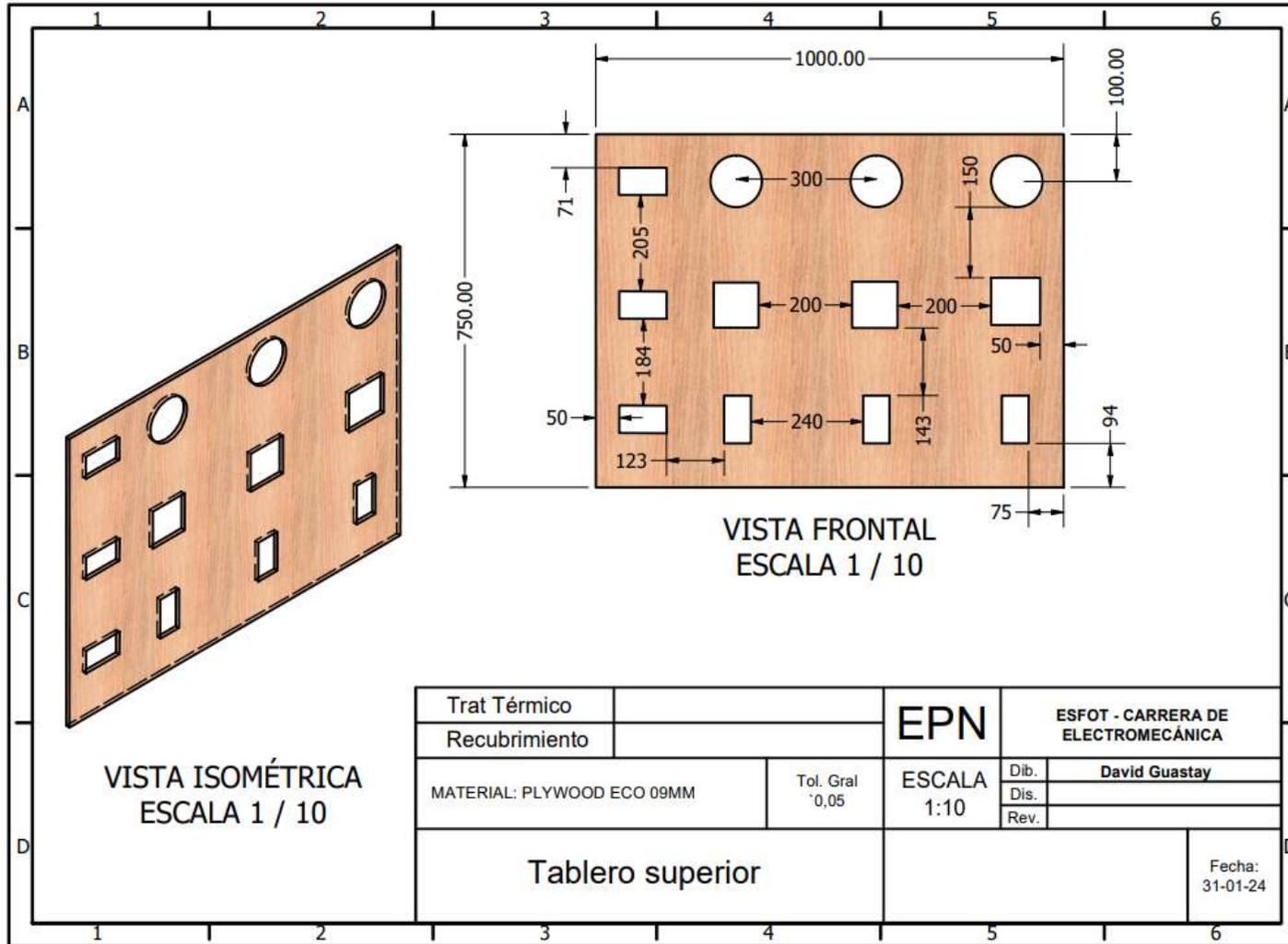
DIRECTOR

Ing. Aracely Inés Yandún Torres, Mgs.

ANEXO III. PLANO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA



ANEXO IV. PLANO DEL TABLERO SUPERIOR



ANEXO V. PLANO DEL TABLERO INFERIOR

