

MODIFICACIÓN Y ADECUACIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA, DATOS E  
ILUMINACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE CONTROL Y DESARROLLO  
ELECTRÓNICO DEL EDIFICIO DE ELÉCTRICA

CHRISTIAN GALLEGO MORALES  
Código: 1088315049  
CRISTHIAN ANDRES MENDOZA VILLEGAS  
Código: 1088310981

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA

MODIFICACIÓN Y ADECUACIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA, DATOS E  
ILUMINACIÓN DE LOS LABORATORIOS DE CONTROL Y DESARROLLO  
ELECTRÓNICO EN EL EDIFICIO DE ELECTRICA

CHRISTIAN GALLEGO MORALES  
Código: 1088315049  
CRISTHIAN ANDRES MENDOZA VILLEGAS  
Código: 1088310981

Proyecto de grado presentado para optar al  
Título de Tecnólogo en Electricidad

Director  
Santiago Gómez Estrada  
Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2015

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

Director

---

Jurado 1

---

Jurado 2

*Dedicado a mis padres, quienes con amor, dedicación y esfuerzo han hecho de mí una persona con valores para salir al mundo, para desenvolverme como una persona íntegra dejando el nombre de mis instituciones y de mi familia en alto siendo responsable, respetuoso y honesto, gracias a mis padres por su apoyo tanto moral como económico, que sin su ayuda no habría sido posible este logro.*

*También dedicado a mi hermano, familiares, novia y amigos que en todo el transcurso de mi vida han y seguirán aportando experiencias para mi mejoramiento como persona.*

*Christian Gallego Morales*

Gracias al Ing. Santiago Gómez Estrada director del programa de Tecnología Eléctrica por haber guiado este trabajo hacia una experiencia llena de conocimiento, pues sin su colaboración y tiempo prestado, no hubiese sido posible finalizarlo. Su experiencia y estudios nos encaminaron a encontrar soluciones más efectivas a los obstáculos que se presentaron en el transcurso de las adecuaciones eléctricas

También a los maestros que tuvimos al transcurso de nuestra carrera de los cuales adquirimos los conocimientos básicos que se colocaron en práctica para la elaboración de este proyecto

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. CONCEPTOS GENERALES .....	13
1.1 RIESGOS ELÉCTRICOS.....	13
1.1.1 Contacto directo. ....	13
1.1.2 Contacto Indirecto. ....	13
1.1.3 Cortocircuito. ....	14
1.1.4 Falla en aislamiento. ....	14
1.1.5 Sobre carga.....	15
1.1.6 Tensión de contacto. ....	16
1.1.7 Tensión de paso.....	16
1.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN.....	17
1.2.1 Interruptor termo-magnético o disyuntor. ....	17
1.2.2 Fusibles.....	17
1.3 REGLAS DE ORO EN SEGURIDAD ELÉCTRICA.....	19
1.3.1 Primera regla de oro.....	19
1.3.2 Segunda regla de oro.....	19
1.3.3 Tercera regla de oro.....	19
1.3.4 Cuarta regla de oro. ....	20
1.3.5 Quinta regla de oro.....	20
1.4 REDES DE DATOS.....	20
1.4.1 Conexión cruzada. ....	21
1.4.2 Conexión directa. ....	22
1.5 NTC 2050. ....	24
1.6 RETIE .....	24
1.7 RETILAP.....	24
2. MODIFICACIÓN Y ADECUACIÓN ELÉCTRICA.....	25
2.1 INSPECCIÓN DE LOS SITIOS A MODIFICAR.....	25
2.1.1 Laboratorio de control. ....	25
2.1.2 Laboratorio de desarrollo electrónico. ....	27

2.2	ADECUACIÓN DE LOS LABORATORIOS.....	30
2.2.1	Adecuación de las redes de fuerza, iluminación y reubicación de puntos de redes de datos del Laboratorio de desarrollo electrónico.....	30
2.2.2	Adecuación de las redes de fuerza del laboratorio relevación y control. 38	
3.	DICTAMEN DE LAS MODIFICACIONES Y ADECUACIONES DE LOS LABORATORIOS SEGÚN EL REGLAMENTO Y LA NORMA.....	40
4.	CUADRO DE CARGAS.....	44
5.	CONCLUSIONES.....	46
6.	DIFICULTADES.....	47
7.	OBSERVACIONES.....	48
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	49

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Contacto directo e indirecto. ....	13
Figura 2. Corto circuito.....	14
Figura 3. Falla en aislamiento.....	15
Figura 4. Sobre carga. ....	15
Figura 5. Tensión de contacto.....	16
Figura 6.Tensión de paso. ....	16
Figura 7.Breaker. ....	17
Figura 8.Fusible. ....	18
Figura 9. Tipos de conexión en conectores RJ-45.....	21
Figura 10. Conexión cruzado.....	22
Figura 11. Conexión directa (opción 1). ....	23
Figura 12. Conexión directa (opción 2). ....	23
Figura 13. Organización de acometidas en el taller de maquinas.....	25
Figura 14. Dos redes trifásicas llevados por bandeja. ....	26
Figura 15. Tablero de distribución en el laboratorio de control. ....	27
Figura 16. División de los dos laboratorios. ....	27
Figura 17. Tablero de distribución existente. ....	28
Figura 18. Salidas de fuerza y datos existentes.....	29
Figura 19. Mesas con instalación antigua.....	29
Figura 20. Desmontaje de la división de los laboratorios.....	30
Figura 21.pared del laboratorio.....	31
Figura 22. Elementos para el montaje. ....	32
Figura 23. Corte de canaletas.....	32
Figura 24. Instalación de canaletas. ....	33
Figura 25. Tablero de distribución.....	33
Figura 26.El rack.....	34
Figura 27. Instalación final. ....	34
Figura 28. Instalación de luminarias. ....	35
Figura 29. Tablero de distribución terminado.....	35
Figura 30. Mesas nuevas.....	36
Figura 31. Mesas existentes. ....	36
Figura 32. Cambio de componentes y cableado.....	37
Figura 33. Diferencia de piloto. ....	37
Figura 34. Tablero trifásico del laboratorio de relevación y control.....	38
Figura 35. Alimentación trifásica para el compresor del laboratorio de relevación y control.....	39

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cajas metálicas.....	40
Tabla 2. Tapas y cubiertas.....	40
Tabla 3. Interruptores.....	40
Tabla 4. Conductores.....	41
Tabla 5. Identificación tablero. ....	41
Tabla 6. Espacio para conexiones en el tablero .....	42
Tabla 7. Diseño de las instalaciones eléctricas.....	42
Tabla 8. Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias. ....	42
Tabla 9. Condición del aislamiento. ....	43
Tabla 10. Medios de puesta a tierra del conductor del alimentador.....	43
Tabla 11. Cuadro de cargas del tablero de distribución.....	44

## **RESUMEN**

Este documento presenta el desarrollo de una adecuación del sistema eléctrico de fuerza, datos e iluminación, que fue ejecutado en la universidad Tecnológica de Pereira, edificio 1 de la facultad de tecnología eléctrica, allí las adecuaciones se hicieron en los laboratorios de control y desarrollo electrónico; dichas adecuaciones se realizaron teniendo en cuenta los reglamentos RETIE (1) y RETILAP (2) y la normatividad NTC 2050 (3).

En el contenido se encuentra información tomada principalmente del RETIE (1) y la NTC 2050 (3) que fueron necesarias para la correcta adecuación de dichos laboratorios.

## INTRODUCCIÓN

La universidad Tecnológica de Pereira está aumentando la cantidad de estudiantes, dando como resultado un problema en la calidad de aprendizaje de los estudiantes; los salones, laboratorios y diferentes espacios de estudio no están dando abasto para la cantidad de estudiantes que se presentan en un lugar y momento determinado.

Los laboratorios y talleres que hay en las diferentes facultades de la universidad son verdaderamente importantes para poner en práctica la teoría; esta metodología es de gran importancia ya que permite a los estudiantes tener un mejor aprendizaje, por lo cual cada laboratorio o taller debe tener los elementos necesarios para las prácticas y el espacio adecuado que ayude y permita la finalidad exitosa de dichas prácticas.

Esta problemática da inicio a las modificaciones y adecuaciones en los sitios de estudio, para que el hacinamiento de estudiantes no se vea reflejado como un problema. Estas adecuaciones se realizan teniendo en cuenta el bienestar, comodidad y seguridad de los estudiantes, profesores, entre otros.

En este documento se mencionan los sitios de estudio que se modificaron, estos fueron: el laboratorio de desarrollo electrónico, en donde el principal problema era el espacio tan reducido y el laboratorio de control en el cual se presentaba el inconveniente de alimentación trifásica.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Realizar una adecuación eléctrica en los laboratorios de control y desarrollo electrónico según el RETIE (1) y la NTC 2050 (3).

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un plano eléctrico con las modificaciones del Laboratorio de Desarrollo Electrónico.
- Establecer el punto de adecuación donde se instaló el tablero de carga.
- Extender las acometidas desde la subestación ubicada en el primer piso del edificio 1 hasta los laboratorios de control y desarrollo electrónico.
- Distribuir los circuitos de potencia
- Reubicación de puntos redes de datos en el laboratorio de desarrollo electrónico.
- Adecuar las mesas de trabajo de acuerdo a lo estipulado en el plano.
- Inspeccionar la instalación de acuerdo al RETIE (1) y la NTC 2050 (3).
- Identificar los riesgos eléctricos.
- Prevenir los riesgos eléctricos.

## 1. CONCEPTOS GENERALES

### 1.1 RIESGOS ELÉCTRICOS

El riesgo eléctrico se puede reducir al identificar y hacer el debido mantenimiento de los sistemas eléctricos pues de no ser así se pueden ver en problemas tanto los usuarios como los equipos eléctricos y electrónicos, también es recomendable tener todas los implementos de protección y que el sistema tenga su debida puesta a tierra y protecciones del sistema como caja de tacos, totalizador etc. Se mostraran diferentes fallas eléctricas y riesgos que pueden ocurrir por descuido o negligencia en los sistemas eléctricos (1).

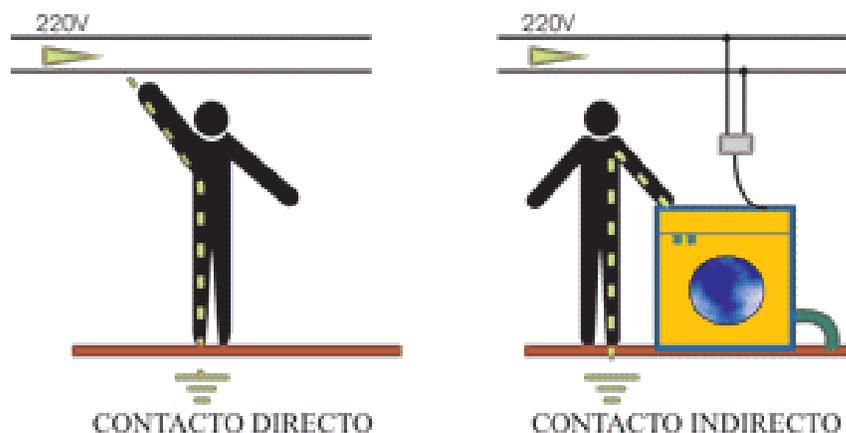
#### 1.1.1 Contacto directo.

El contacto directo se presenta al tocar algún cable eléctrico en caliente sin ningún aislamiento y verse expuesto a una descarga eléctrica, esto puede ocurrir por negligencia del personal profesional, inexperiencia del personal o sin los debidos conocimientos; para prevenirlo se debe aislar y recubrir las partes activas, utilizar interruptores diferenciales al igual que elementos de protección personal (cascos, Botas, Guantes BT o MT dieléctricos), instalar puestas a tierra, realizar pruebas de ausencia de potencia e implementar uso de pértigas y mantas aislantes, además de poner vallas o pendones de precaución (1).

#### 1.1.2 Contacto Indirecto.

El contacto indirecto se presenta al tocar algún elemento eléctrico y este, por medio de su carcasa puede circular corriente eléctrica, las posibles causas son: fallas de aislamiento, mal mantenimiento y la falta de conductor de puesta tierra (1).

Figura 1. Contacto directo e indirecto.

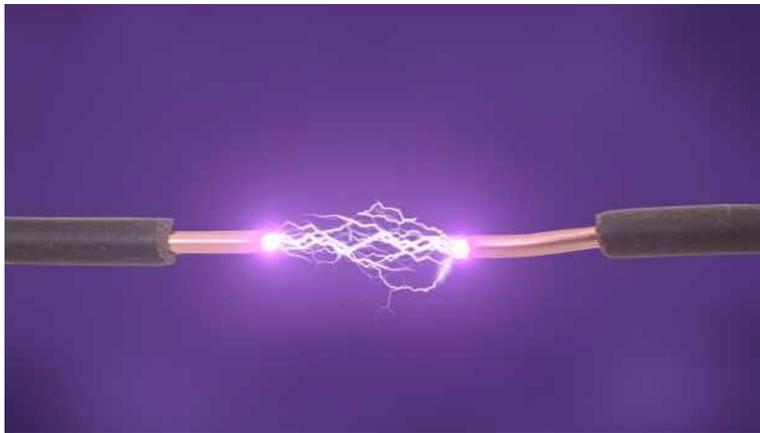


Tomado de (4).

### 1.1.3 Cortocircuito.

Este sucede cuando dos cables se unen, los cuales pueden ser fase-neutro o fase-fase, la intensidad de corriente aumenta y se puede fundir en su punto de falla generando excesivo calor y/o chispas que pueden crear incendios o si se trabaja con gas una explosión, para lo cual se necesitan interruptores termomagnéticos para prevenirlo (1).

**Figura 2. Corto circuito.**



Tomado de (5).

### 1.1.4 Falla en aislamiento.

Pueden ocurrir por el envejecimiento de los aislamientos, estos no siempre producen cortocircuitos, sin embargo por ese mismo deterioro, los cables energizados pueden conectarse a las cajas metálicas ocasionando un shock eléctrico para los usuarios que manipulen estos aparatos, por lo cual se debe poner polos a tierra en todas las carcasas metálicas (1).

**Figura 3. Falla en aislamiento.**



Tomado de (6).

#### 1.1.5 **Sobre carga.**

Se denomina al circuito que se le conecta una carga que sobre pasa la intensidad nominal del circuito para su protección se utilizan fusibles térmicos (1).

**Figura 4. Sobre carga.**

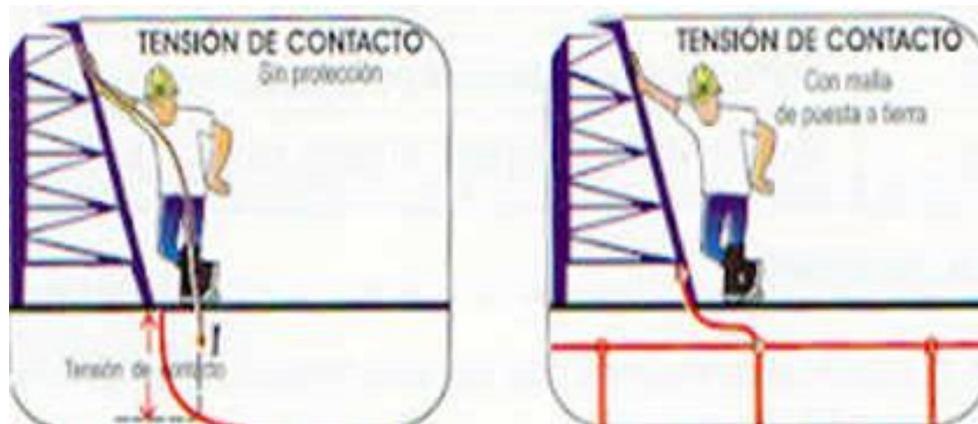


Tomado de (7).

### 1.1.6 Tensión de contacto.

Las posibles causas son los rayos, fallas a tierra, fallas de aislamientos y violación a la distancia de seguridad; para prevenirlo se deben instalar puestas a tierra de baja resistencia, restringir el acceso, adecuar el suelo para que tenga una alta resistividad a la corriente y tener equipamiento que resista altas tensiones (1).

Figura 5. Tensión de contacto.

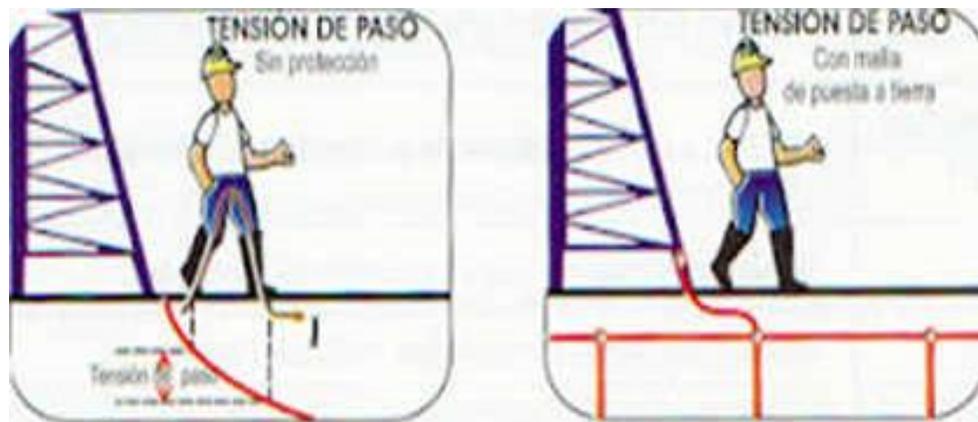


Tomado de (1).

### 1.1.7 Tensión de paso

Esta se presenta por rayos, fallas a tierra y violación a la distancia de seguridad. Ocurre cuando entre los dos pies se da un camino a la corriente la cual entra por un pie y sale por el otro, esto se debe al no haber o ser mala la puesta a tierra; se puede prevenir restringiendo el acceso con vallas de seguridad y teniendo una buena puesta a tierra con baja resistencia (1).

Figura 6. Tensión de paso.



Tomado de (1).

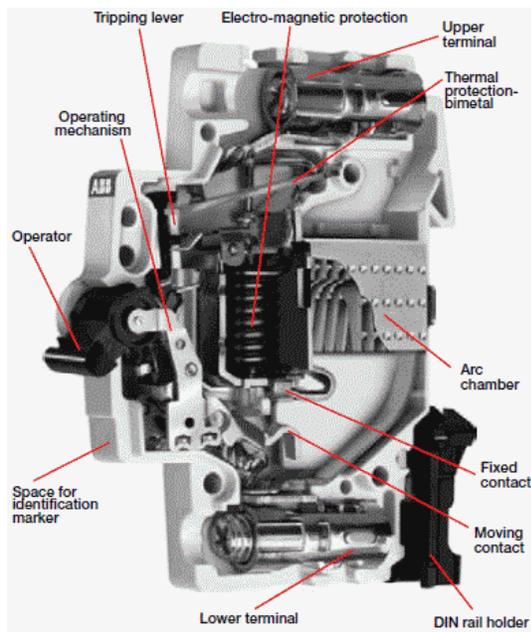
## 1.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN.

Al diseñar un plano eléctrico se recomienda distribuir las cargas en varios circuitos, así si se presenta una falla se desconecta solo el circuito que posea dicha falla y los otros se mantendrán en su normalidad. También se deben proteger los equipos a sobrecargas, sobretensiones y descargas atmosféricas, para lo cual se utilizan algunos instrumentos eléctricos de protección (1).

### 1.2.1 Interruptor termo-magnético o disyuntor.

Estos interruptores protegen de cortocircuitos con un sistema magnético, y de sobrecargas con una protección térmica, estos son colocados con cada circuito y se encargan de proteger cables de elevaciones de la temperatura.

Figura 7. Breaker.



Tomado de (8).

### 1.2.2 Fusibles.

Se emplean para protección contra corto circuitos y sobrecargas.

**Figura 8.Fusible.**



Tomado de (9).

### **1.3 REGLAS DE ORO EN SEGURIDAD ELÉCTRICA.**

La realización de un trabajo con electricidad se debe hacer siguiendo las cinco reglas de oro en seguridad eléctrica, las cuales son:

#### **1.3.1 Primera regla de oro.**

Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, en otras palabras, abrir el circuito eléctrico de tal manera que el operario pueda verificar de manera visual la apertura del circuito. Estos cortes visibles se pueden hacer mediante los siguientes elementos:

- Interruptores.
- Seccionadores (fusibles o puentes).

#### **1.3.2 Segunda regla de oro.**

Enclavar o bloquear los aparatos de corte. Es el conjunto de maniobras a realizar para mantener un aparato de corte en una posición determinada impidiendo así la operación de este. Mediante esta operación se trata de evitar un fallo técnico, un error humano o cualquier causa imprevista. Estos enclavamientos o bloqueos se pueden realizar de diferentes formas, por ejemplo:

- Mecánicas.
- Eléctricas.
- Neumáticas.

En este proceso de enclavar y bloquear los aparatos de corte es muy importante también realizar la respectiva señalización, lo cual consiste en indicar claramente con frases o símbolos las limitaciones a las que están sometidos los elementos de corte.

#### **1.3.3 Tercera regla de oro.**

Verificar la ausencia de tensión. La verificación de la ausencia de tensión en los conductores de una instalación eléctrica se basa en la realización de una serie de operaciones con elementos y aparatos adecuados, los cuales den plena seguridad de que todas las fuentes de tensión se encuentran abiertas. La verificación se realiza en los siguientes lugares:

- Puntos de apertura de las fuentes de tensión.
- Los lugares de realización del trabajo.

Es muy importante que durante este proceso de verificación de ausencia de tensión se realice como si la instalación todavía estuviera energizada, por lo tanto se recomienda realizar este proceso con el equipo de protección y la distancias de seguridad adecuada.

#### 1.3.4 Cuarta regla de oro.

Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión. Teniendo en cuenta el orden de las anteriores reglas de oro, esta regla aparentemente es innecesaria, pero el incumplimiento de esta es la causante de múltiples accidentes cuyas causas, en algunas situaciones son difíciles de determinar. Con el cumplimiento de la tercera regla de oro se podría decir que no hay riesgo eléctrico, pero se pueden presentar las siguientes situaciones las cuales ponen al operario en riesgo:

- Efectos capacitivos.
- Aparición de tensiones imprevistas una vez empezado el trabajo.
- Fuentes de reserva de un aparato o equipo eléctrico.

A cada lado de la instalación donde se va a realizar un trabajo, se colocarán equipos de puesta a tierra y en corto circuito. Estas puestas a tierra delimitan la zona de trabajo, más conocida como “zona protegida”.

#### 1.3.5 Quinta regla de oro.

Delimitar el lugar de trabajo con las señales de seguridad adecuadas. Señalizar una zona de trabajo es indicar mediante frases, símbolos o dibujos que es una zona de trabajo y hay riesgos, así, tanto los operarios como los usuarios implementarán las medidas preventivas para su seguridad. Las señales de seguridad se clasifican por su color o forma:

- Color rojo: prohibición.
- Color amarillo: atención o peligro.
- Color verde: situación de seguridad.
- Color azul: obligación.
- Forma circular: obligación o prohibición.
- Forma triangular: advertencia.
- Forma rectangular: información.

La señalización y delimitación de la zona de peligro son fundamentales para la seguridad de todos aquellos que se encuentren alrededor o al interior de esta.

### 1.4 REDES DE DATOS.

El internet se ha vuelto vital en la existencia del ser humano ya que por medio de este nos podemos comunicar a gran velocidad con todo el mundo, a su vez se pueden realizar trabajos y tareas en poco tiempo, facilitando así dichos trabajos.

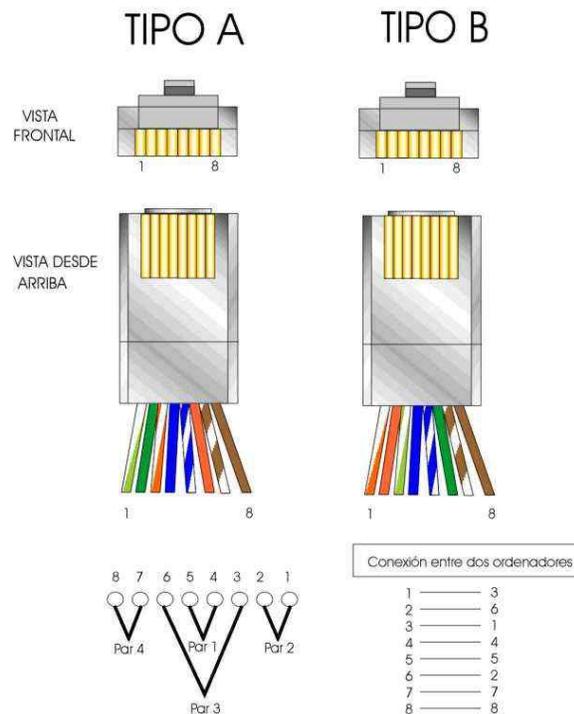
Sin embargo, para poder tener internet ya sea en el hogar, oficina, lugares de estudio o en cualquier sitio que se requiera, se necesitan las redes de datos, las cuales interconectan un equipo (computador, celular, etc.) con la red, esta es un canal por dónde van los datos. Para hacer estas interconexiones se emplea un

cable especial llamado cable UTP (Unshielded Twisted Pair) que para las modificaciones fue de categoría 6.

Los cables UTP se ponchan o instalan en sus puntas con un RJ-45, es una interfaz física para conectar redes de computadoras con cableado estructurado. Para dichas conexiones se utilizan dos tipos de norma que hacen referencia a la organización de los colores del cable UTP con los pines del RJ-45.

**Figura 9. Tipos de conexión en conectores RJ-45.**

### CONEXIÓN CONECTORES RJ45



Tomado de (10).

Existen dos formas de conectar el cable UTP:

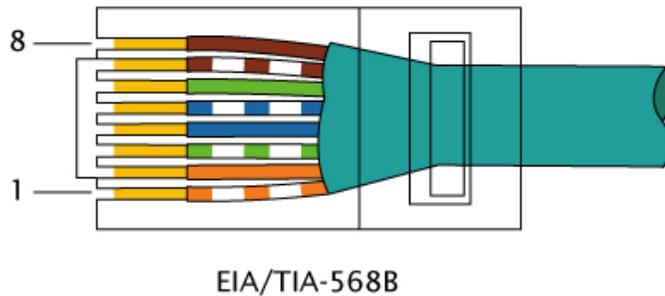
- Conexión cruzada.
- Conexión directa.

#### 1.4.1 Conexión cruzada.

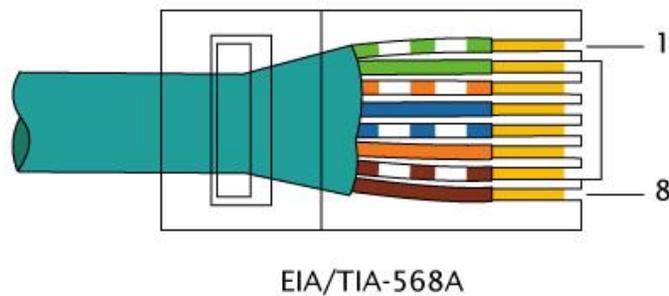
La conexión cruzada se utiliza para conectar dos ordenadores, los cuales mandan directamente sus datos, como por ejemplo el conectar por medio de un cable UTP dos computadores.

Para esta conexión se instala el RJ-45 en una punta del cable UTP con la norma tipo A y en el otro extremo con la norma tipo B.

**Figura 10. Conexión cruzado.**



Tomado de (11).



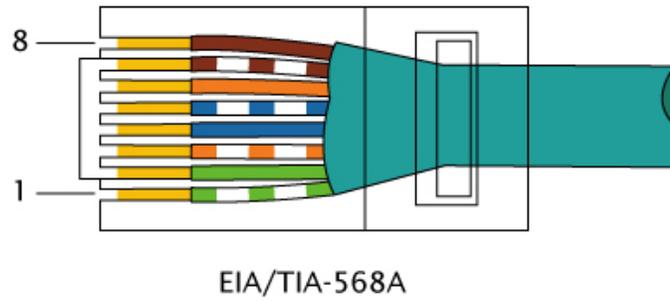
Tomado de (12).

#### 1.4.2 Conexión directa.

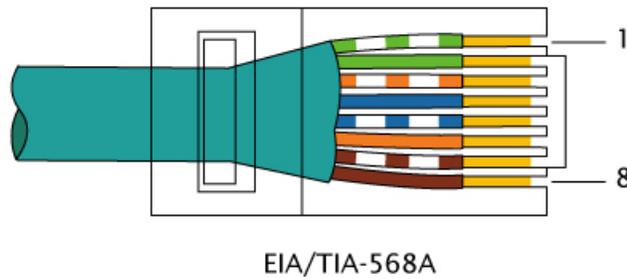
La conexión directa se emplea para la conexión de un ordenador a una salida de red o modem, esta conexión es utilizada para conectar un computador con la red, que le proporcionara al equipo datos (internet).

Para esta conexión se instala el RJ-45 en cada punta del cable UTP con cualquier tipo de norma, ya sea la norma tipo A o la norma tipo B, pero esta debe ser la misma en sus dos puntas. La más utilizada es la norma tipo B la cual se hace en los dos extremos del cable UTP con los conectores RJ-45.

**Figura 11. Conexión directa (opción 1).**

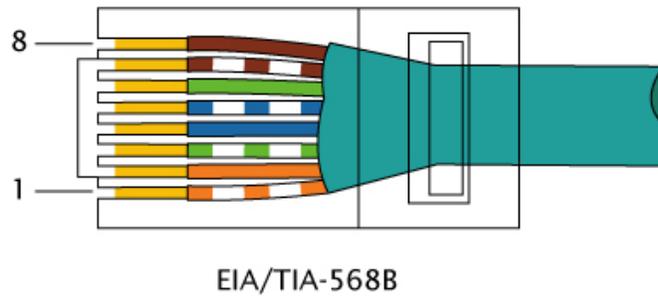


Tomado de (13).

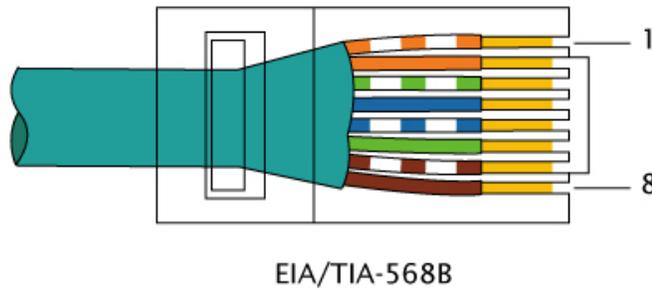


Tomado de (12).

**Figura 12. Conexión directa (opción 2).**



Tomado de (11).



Tomado de (14).

### 1.5 NTC 2050.

Es una norma técnica colombiana que debe ser cumplida a cabalidad al realizarse cualquier tipo de instalación eléctrica, la cual garantiza al usuario una segura utilización del sistema eléctrico.

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 (3).

### 1.6 RETIE

Es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en él se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad.

Para efectos del presente reglamento, las palabras **deber** y **tener**, como verbos y sus conjugaciones, deben entenderse como “**estar obligado**” (1).

### 1.7 RETILAP

Es el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público que tiene por objeto fundamental establecer los requisitos técnicos y las demás medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación, incluidos los destinados a alumbrado público, para garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual; la seguridad en el abastecimiento energético; la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados en la construcción y uso de sistemas de iluminación (2).

## 2. MODIFICACIÓN Y ADECUACIÓN ELÉCTRICA.

La modificación y adecuación eléctrica se lleva a cabo en dos pasos:

- Inspección del sitio a modificar.
- Modificar y adecuar el sitio.

Siguiendo este orden, se determinan los problemas presentes o que se pueden dar al momento de realizar las adecuaciones, para lo cual se contemplan las soluciones más óptimas a dichos problemas.

### 2.1 INSPECCIÓN DE LOS SITIOS A MODIFICAR.

Este por ser el primer ítem, es el más importante, en él se observa el sitio en el que se va a realizar las adecuaciones y modificaciones, para este caso, los laboratorios de control y desarrollo electrónico.

#### 2.1.1 Laboratorio de control.

En este laboratorio se hace indispensable instalar un nuevo tablero trifásico, puesto que allí se realizan prácticas en las cuales se emplean mecanismos neumáticos e hidráulicos; este laboratorio requería de un compresor para el funcionamiento de los mismos. En el laboratorio, hay un tablero monofásico que alimenta la iluminación y las salidas de fuerza.

Para llevar la alimentación trifásica se conectan los conductores desde la subestación, la cual se encuentra ubicada en el primer piso del edificio 1, en el laboratorio de máquinas. Desde allí se llevan al laboratorio de control y al laboratorio de desarrollo electrónico, por medio de bandejas porta cables existentes

**Figura 13. Organización de acometidas en el taller de maquinas**



Se pueden observar en la figura 13 los cables que se utilizaron para llevar la alimentación trifásica a los laboratorios. Estos fueron previamente medidos, encintados por fase y separados con amarras, uno iba para el laboratorio de control y tenía una distancia menor al que debía de ir para el laboratorio de desarrollo electrónico, al separarse con amarras cada uno llevaba las tres fases y su respectivo neutro, todos iban unidos por las amarras puestas aproximadamente cada 50cm, cada uno con 4 cables pasados por bandejas como se puede observar en la figura 14.

**Figura 14. Dos redes trifásicas llevados por bandeja.**



Como se observa en la imagen en la parte izquierda todos esos cables están saliendo de la subestación y son transportados por la bandejas hasta llegar a los tableros de distribución.

Al llegar con la acometida al laboratorio de control, por la respectiva bandeja, se instaló una canaleta, que permitió llevar los conductores hasta el nuevo tablero de distribución. Se instaló el breaker trifásico para darle alimentación y protección al compresor.

**Figura 15. Tablero de distribución en el laboratorio de control.**



### **2.1.2 Laboratorio de desarrollo electrónico.**

Es de resaltar que este laboratorio se encontraba dividido en dos, el laboratorio de desarrollo electrónico y el laboratorio del grupo LIDER. Esta división estaba hecha en madera; se determinó unir ambos laboratorios para dejarlo exclusivamente como laboratorio de desarrollo electrónico.

**Figura 16. División de los dos laboratorios.**



Al realizar la inspección, a simple vista se observaron los siguientes problemas:

- Las luminarias eran pocas e ineficientes para el nuevo laboratorio que se pretendía formar.
- El laboratorio no contaba con su propio tablero de distribución, es decir, dependía de un tablero cercano que se encontraba en el laboratorio de taller 2 (ver figura 17). Esto representaba un gran riesgo hacia la integridad física de los estudiantes, quienes al realizar una práctica podían provocar un corto circuito; si el breaker donde se presentaría dicho corto circuito no detecta ni opera de manera automática, se debería realizar su operación manual, es aquí donde se evidenció la necesidad de que el laboratorio tuviera su propio tablero de distribución.

Figura 17. Tablero de distribución existente.



- En las paredes del exterior se encontraba una caja habilitada para un toma trifásico, este estaba tapado con un pedazo de madera, sin embargo seguía estando a la intemperie y era probable que se mojara, ocasionando riesgos eléctricos dentro del laboratorio y a su vez causando daños físicos a los equipos y personas dentro de él.
- Inspeccionando de forma más minuciosa, se detectó que las salidas de fuerza y datos también eran insuficientes, teniendo en cuenta que es un lugar de estudio en donde los estudiantes necesitan acceso a internet, allí es de prioridad poder conectar tanto los equipos de laboratorio y los de los estudiantes.

**Figura 18. Salidas de fuerza y datos existentes.**



- Se puede observar en la figura 18 los circuitos que se tenían para las salidas de fuerza eran muy pocas y no se les hacía el debido mantenimiento, los puntos de datos eran clase 5, por lo que poseían una banda ancha obsoleta para la banda ancha que posee la universidad.
- Las mesas que habían presentaban problemas eléctricos, en algunas no funcionaban sus tomas, en otras los tomas funcionaban pero sus pilotos estaban fundidos. A las mesas les faltaban protecciones porta fusibles.

**Figura 19. Mesas con instalación antigua.**



- Se puede observar en la figura 19, el área reducida y la falta de espacio para más mesas o equipos computacionales.  
Al identificarse los circuitos ramales cómo y dónde están instalados y teniendo todos los materiales para la modificación, nos remitimos a las normativas eléctricas que nos rigen y comenzamos el desmontaje eléctrico existente, ya que estos no cumplían con la normatividad.

## **2.2 ADECUACIÓN DE LOS LABORATORIOS.**

Teniendo ya realizada la Inspección del sitio se hicieron los cambios a la infraestructura basadas en las necesidades obtenidas en la inspección, como por ejemplo: tumbar paredes (división de madera), sellar salidas de fuerza o romper las paredes para ubicar nuevas salidas de fuerza o en su defecto de datos.

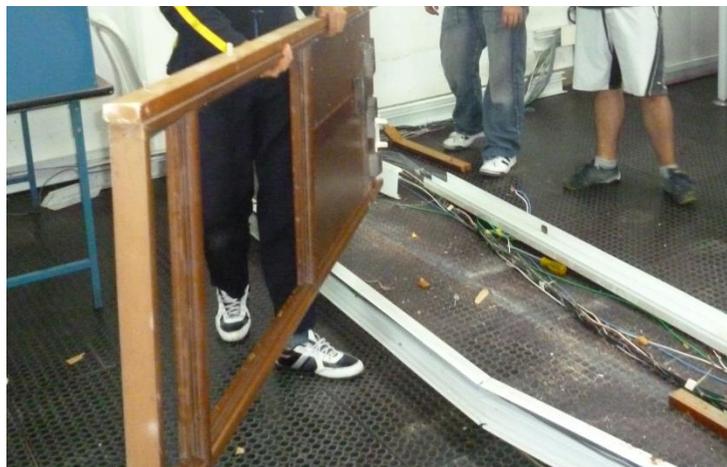
Después de la inspección al sitio a modificar en este caso el laboratorio de desarrollo electrónico, se realizaron los siguientes pasos:

- Modificación del sitio.
- Adecuación del sitio.

### **2.2.1 Adecuación de las redes de fuerza, iluminación y reubicación de puntos de redes de datos del Laboratorio de desarrollo electrónico.**

Se comenzó a tumbar la pared que dividía el laboratorio de desarrollo electrónico con el del grupo LIDER, para esto fue necesario quitar la canaleta, las salidas de fuerza y datos con sus respectivos cableados.

**Figura 20. Desmontaje de la división de los laboratorios.**



Después se empezó a desinstalar todas las canaletas, las salidas de fuerza, de datos y los circuitos ramales existentes, dejando así las paredes sin canaletas; al hacer esto se ve que algunas paredes presenta filtraciones porque el techo no era

lo suficientemente largo para resguardarlo de los fuertes aguaceros que se producen en Pereira.

**Figura 21.pared del laboratorio.**



Al ver lo que sucedía en las paredes del laboratorio se rasparon y se limpiaron para después resanarlas, pintarlas y comenzar el nuevo montaje. Después de estar resanadas y pintadas se comienza el desmontaje de la iluminación donde se tuvo que hacer el mismo proceso de las paredes en el techo.

La adecuación del laboratorio de desarrollo electrónico se puede subdividir en tres partes, las cuales fueron:

- Adecuación de salidas de fuerza y datos.
- Adecuación de iluminación.
- Adecuación de mesas.

#### **2.2.1.1 Adecuación de salidas de fuerza y datos.**

Al terminar con la modificación del sitio, se pidieron los implementos y se llevaron al laboratorio, estos fueron: los cables para las salidas de fuerza, cable UTP, tomas monofásicos y trifásicos, caja de distribución, tacos, tomas para salida de datos, lámparas, canaletas, entre otros.

**Figura 22. Elementos para el montaje.**



Se empezó a tomar medidas para la ubicación de las canaletas, luego con la pulidora se empezaron a hacer los cortes para los dobleces en las esquinas y aprovechar al máximo las canaletas.

**Figura 23. Corte de canaletas.**



Después de hacer y comprobar que todos los cortes de las canaletas quedaron bien, se procedió a montar todas las canaletas y el tablero de distribución.

**Figura 24. Instalación de canaletas.**

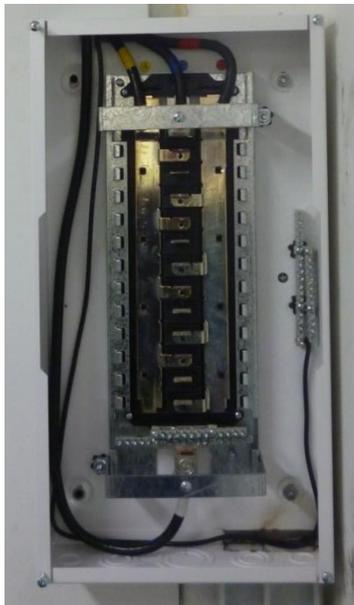


Al instalar el tablero de distribución se conectaron las acometidas, las cuales estaban desenergizadas desde la subestación. Estas están identificadas con colores:

- Rojo, amarillo, azul para las fases.
- Blanco para el neutro.
- Verde para la tierra.

Como se puede observar en la figura 25.

**Figura 25. Tablero de distribución.**



Para las redes de datos se miró el rack, este está ubicado en el almacén de taller 2 el cual está en seguida del laboratorio de desarrollo electrónico, para poder identificar los circuitos y hacer el cambio del cableado.

**Figura 26.El rack.**



Una vez localizado cada circuito, se señaló con las marquillas para identificar cada punto de red que sale del RACK.

Después de hacer todo esto, se procedió a tirar el cableado uniéndolo desde los breakers en el tablero de distribución a cada salida de fuerza o en el caso del cableado de datos, desde el rack hasta cada punto de red. Después de haber cableado e instalado todo, se dispone a cerrar las canaletas.

**Figura 27. Instalación final.**



### 2.2.1.2 Adecuación de iluminación.

Después de haber instalado las salidas de fuerza y datos, se prosiguió a instalar las nuevas luminarias y lámparas, las cuales son comandadas de la misma manera que estaban anteriormente, por medio de un solo interruptor. Las nuevas lámparas también son de tubo, pero con tecnología LED.

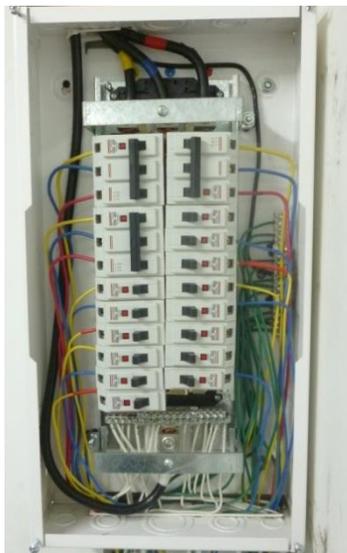
**Figura 28. Instalación de luminarias.**



De igual forma, se le asignó un breaker en el tablero de distribución para el circuito de iluminación.

Terminadas todas las adecuaciones de la infraestructura, se procede a cerrar las canaletas, el rack, el tablero de distribución y se pidió autorización para que energizaran la acometida desde la subestación.

**Figura 29. Tablero de distribución terminado.**



### 2.2.1.3 Adecuación de mesas.

Concluidas las modificaciones y adecuaciones de iluminación y salidas de fuerza y datos, se observó un área más amplia en el laboratorio, allí se ubicaron dos nuevas mesas de trabajo. Estas mesas nuevas al igual que las viejas, se adecuaron con los materiales proporcionados para este trabajo.

**Figura 30. Mesas nuevas.**



Las mesas nuevas fueron proporcionadas por planeación, estas estaban desarmadas y se tuvo que esperar hasta que las montaran, éstas venían perforadas indicando donde iban los elementos nuevos.

En las mesas nuevas no hubieron muchos inconvenientes, solo fue instalar los tomas, breaker, medidores y pilotos, para ser cableados. El único inconveniente fue que entre las perforaciones que traían las mesas, no se contempló la idea de instalar medidores, por tal razón, faltaban estas perforaciones.

**Figura 31. Mesas existentes.**



Como se puede observar en la figura 31, los circuitos eran demasiado antiguos, la cinta que tenían para aislar era cinta de enmascarar, que no es permitida.

Estas instalaciones sólo tenían un circuito el cual al momento de presentarse un problema, se quedaba sin energía toda la mesa.

Se procedió a cambiar los tomacorrientes y los pilotos por otros con tecnología LED, también se instaló un breaker bipolar con el fin de independizar la mesa en dos circuitos y así solucionar el problema anteriormente mencionado. A su vez, cada circuito quedo con su respectivo medidor de tensión.

**Figura 32. Cambio de componentes y cableado**



Se tuvo que hacer una nueva perforación para el segundo medidor, así como para la instalación de los porta fusibles.

**Figura 33. Diferencia de piloto.**



En el cambio de piloto viejo por el nuevo, se presentó el inconveniente de que el piloto viejo era de un diámetro menor que el nuevo.

### 2.2.2 Adecuación de las redes de fuerza del laboratorio relevación y control.

Teniendo en cuenta la necesidad del laboratorio de relevación y control de un tablero trifásico, para alimentar el compresor. Se lleva la alimentación trifásica permitiendo así el montaje del nuevo tablero trifásico

**Figura 34. Tablero trifásico del laboratorio de relevación y control.**



En la figura 34 se puede observar ya instalado el nuevo tablero trifásico en el laboratorio de relevación y control.

El cableado se llevó por las bandejas existentes hasta el punto que lo permitía; Teniendo en cuenta la ubicación del tablero, se corta e instala una nueva canaleta que permite dar continuación al cableado

**Figura 35. Alimentación trifásica para el compresor del laboratorio de relevación y control.**



En esta figura se observa el breaker trifásico el cual alimenta el centro de control para el compresor, dicho compresor es utilizado para los mecanismos neumáticos.

### 3. DICTAMEN DE LAS MODIFICACIONES Y ADECUACIONES DE LOS LABORATORIOS SEGÚN EL REGLAMENTO Y LA NORMA.

Se tomó con base al reglamento RETIE y la norma NTC 2050 como criterios de cumplimiento para las adecuaciones de las nuevas instalaciones eléctricas en los laboratorios en cuestión. Se tendrá una lista de tablas con los artículos principales de las normas mencionadas anteriormente que se usaron para las adecuaciones y modificaciones, dando una aclaración de si cumple o no cumple con lo estipulado por estos, acompañado de su respectiva observación.

**Tabla 1.Cajas metálicas.**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
370-4 NTC2050	Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra, de acuerdo con lo Establecido en la <a href="#">Sección 250</a> .	CUMPLE	En todas las cajas metálicas de fuerza e iluminación se instaló el cable de puesta a tierra.

**Tabla 2.Tapas y cubiertas.**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
370-25 NTC2050	En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa, una placa de cierre o una cubierta.	CUMPLE	Todos los puntos de fuerza y de red poseen sus respectivas cubiertas.

**Tabla 3.Interruptores.**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
380-8 NTC2050	Los interruptores deben ser de fácil acceso para su accionamiento, el cual no debe estar instalado a más de 2m sobre el piso o plataforma de trabajo.	CUMPLE	Los interruptores de iluminación y de las mesas están instalados en lugares de fácil acceso para su accionamiento.

**Tabla 4. Conductores**

<b>ARTÍCULO</b>	<b>NOTA</b>	<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
373-5 (c) NTC 2050	Los conductores deben estar protegidos y asegurados a los gabinetes o cajas de corte.	CUMPLE	Los conductores están debidamente asegurados con los elementos necesarios.

**Tabla 5. Identificación tablero.**

<b>ARTÍCULO</b>	<b>NOTA</b>	<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
20.23.1.3 RETIE	El alambrado del tablero debe cumplir el código de colores establecido en el presente reglamento.	CUMPLE	Se implementa cableado según lo indica el código de colores
20.23.1.4 RETIE	Un tablero debe tener adherida de manera clara, permanente y visible, mínimo la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de alimentación, Número de fases, Número de hilos (incluyendo tierras y neutros), Razón social o marca registrada del productor, comercializador o importador, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	CUMPLE	El tablero tiene la información de su productor y etiquetas con la información de número de fases, tierra, neutro y circuitos ramales

**Tabla 6. Espacio para conexiones en el tablero**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
373-7 NTC 2050	Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.	CUMPLE	El cableado que se encuentra dentro del armario se encuentra con gran espacio.
373-6 NTC 2050	Verificación del espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte.		El cableado es de fácil acceso y manipulación

**Tabla 7. Diseño de las instalaciones eléctricas**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
10.1 RETIE	Toda instalación eléctrica a la que le aplique el <b>RETIE</b> , debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.	CUMPLE	El plano sobre el cual se trabajo fue diseñado por el Tecnólogo eléctrico Jhon Jaime Robin

**Tabla 8. Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias.**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
410. RETILAP	En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 440.1.	CUMPLE	Por medio del software DIALUX se verifica el nivel promedio de luminosidad

**Tabla 9. Condición del aislamiento.**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
110-7 NTC2050	Todos los conductores eléctricos deberán quedar instalados de manera que el sistema completo esté libre de cortocircuitos y de contactos a tierra distintos de los necesarios o permitidos en la <a href="#">Sección 250</a> .	CUMPLE	Los empalmes están debidamente aislados, las puestas a tierra en los lugares necesarios, y libres de fugas

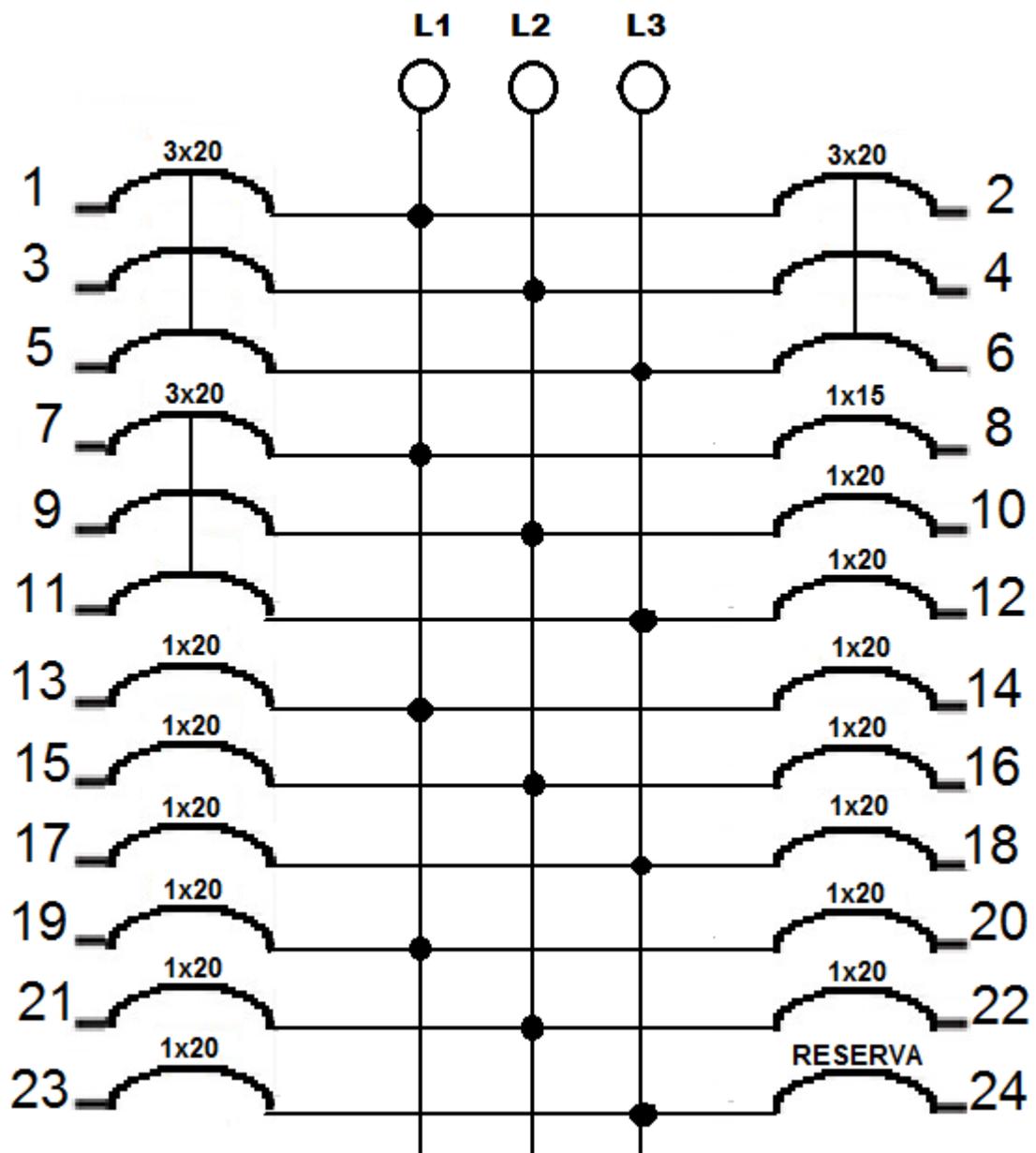
**Tabla 10. Medios de puesta a tierra del conductor del alimentador.**

ARTÍCULO	NOTA	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
215-6 NTC2050	Cuando un alimentador esté conectado a circuitos ramales que requieran conductores de puesta a tierra de los equipos, el alimentador deberá tener o prever un medio de puesta a tierra según lo establecido en el Artículo <a href="#">250-57</a> , al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra de los equipos de los circuitos ramales.	CUMPLE	Los dos alimentadores los cuales iban a los laboratorios llevaban, aparte de la fase y el neutro su debida puesta tierra la cual se conectó al barraje de puesta a tierra del tablero de distribución y de ahí a cada equipo de los circuitos ramales

#### 4. CUADRO DE CARGAS.

Tabla 11. Cuadro de cargas del tablero de distribución.

1	<b>CIRCUITO 1</b>	2	<b>CIRCUITO 9</b>
3		4	<b>ILUMINACIÓN</b>
5		6	<b>CIRCUITO 10</b>
7	<b>CIRCUITO 2</b>	8	<b>CIRCUITO 11</b>
9		10	<b>CIRCUITO 12</b>
11		12	<b>CIRCUITO 13</b>
13	<b>CIRCUITO 3</b>	14	<b>CIRCUITO 14</b>
15	<b>CIRCUITO 4</b>	16	<b>CIRCUITO 15</b>
17	<b>CIRCUITO 5</b>	18	<b>CIRCUITO 16</b>
19	<b>CIRCUITO 6</b>	20	<b>CIRCUITO 17</b>
21	<b>CIRCUITO 7</b>	22	<b>CIRCUITO 18</b>
23	<b>CIRCUITO 8</b>	24	<b>RESERVA</b>



## 5. CONCLUSIONES.

- Los cambios realizados son un avance para un mejor desempeño tanto en el laboratorio de desarrollo electrónico, como en taller de relevación y control.
- Es indispensable hacer las debidas correcciones, adecuaciones y mantenimiento a las instalaciones de tal manera que cumplan con los reglamentos y normas técnicas.
- El aprendizaje obtenido en el transcurso de este trabajo contribuye a nuestro desempeño laboral.
- Al realizar este tipo de trabajo, se logró mejorar la competencia de trabajo en equipo.
- Cuando se llevó a cabo este trabajo, se utilizaron conceptos, herramientas y elementos que nos aportaron nuestros docentes en el transcurso de la carrera.
- La adecuación que se le realizó al laboratorio, contribuyó a un aprovechamiento eficiente del espacio que había inicialmente en el lugar y que por medio de una adecuada planificación se llevó a cabo para proporcionar a los estudiantes una mayor cobertura en cuanto a las prácticas eléctricas y electrónicas.

## 6. DIFICULTADES

- La adecuación de los puestos de trabajo no fue sencilla, ya que no se contaba con todas las herramientas necesarias para realizar fácilmente las modificaciones.
- Los elementos que se encontraban instalados, dificultaron y entorpecieron el trabajo, pues estos se debían remover para hacer las nuevas instalaciones eléctricas.
- Al intentar pasar los alimentadores por las bandejas, no fue fácil el tendido de los hilos ya que las bandejas tenían muchos circuitos eléctricos y restringían el paso de los dos nuevos alimentadores.
- Para la instalación de las luminarias, se tuvo que resanar primero, pues el techo tenía varias perforaciones que impedía la nueva instalación.
- Las mesas no poseían las perforaciones para instalar los pilotos y las protecciones.

## **7. OBSERVACIONES**

- El laboratorio al no quedar conectado al barraje de respaldo del edificio no posee soporte de la planta de emergencia.
- Se ganó espacio y mejoró la ubicación de los puestos de trabajo.
- Con las adecuaciones se garantizan mayores niveles de iluminación en los puestos de trabajo.
- Las paredes del laboratorio presentaban humedades y daños en su revoque.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. **ENERGIA, COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y.** Resolución 9 0708 (30, agosto, 2013). por lo cual se modifica el reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Bogota : s.n., 2013.
2. —. Resolución 180540 (30, marzo, 2010). por lo cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETILAP,. Bogotá : s.n., 2010.
3. **INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.** Código Eléctrico Colombiano - NTC 2050,. Bogota : s.n., 1998.
4. Eduardoño. Eduardoño. [En línea] <http://www.eduardono.com/site/Energ%C3%ADa/Riesgosel%C3%A9ctricosmascomunescontactoindirecto.aspx>.
5. Dea byday. Dea byday. [En línea] <http://www.deabyday.tv/casa-e-fai-date/sicurezza-in-casa/guide/6038/Come-affrontare-un-corto-circuito.html>.
6. La Catarina. La Catarina. [En línea] <http://lacatarina.udlap.mx/2015/02/la-prevencion-hace-corto-circuito/>.
7. Voltimum. Voltimum. [En línea] <http://www.voltimum.com.co/articulos/consejos-evitar-sobrecargas-electricas>.
8. Power Engineer. Power Engineer. [En línea] <http://www.bargh-sanaat.blogfa.com>.
9. **Kanyero.** elotrolado. elotrolado. [En línea] 29 de Abril de 2014. [http://www.elotrolado.net/hilo\\_problema-con-el-fusible-del-super-nintendo\\_2003048](http://www.elotrolado.net/hilo_problema-con-el-fusible-del-super-nintendo_2003048).
10. **Martín, Luis Manuel Martín.** Cableado estructurado. Cableado estructurado. [En línea] <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/cableado.htm>.
11. **Sanchez, Elabra.** Wikipedia. Wikipedia. [En línea] 25 de Noviembre de 2005. [http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45\\_TIA-568B\\_Left.png](http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45_TIA-568B_Left.png).
12. **Manske, Magnus.** Wikipedia. Wikipedia. [En línea] 25 de Noviembre de 2005. [http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45\\_TIA-568A\\_Right.png](http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45_TIA-568A_Right.png).
13. —. Wikipedia. Wikipedia. [En línea] 25 de Noviembre de 2005. [http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45\\_TIA-568A\\_Left.png](http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45_TIA-568A_Left.png).
14. —. Wikipedia. Wikipedia. [En línea] 25 de Noviembre de 2005. [http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45\\_TIA-568B\\_Right.png](http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45#/media/File:RJ-45_TIA-568B_Right.png).