

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL  
TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL  
BRAVO**

**CRISTIAN FELIPE BERNAL VERA  
FABIO NELSON CANO TABARES  
MILTON GALLEGO GALEANO**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
TECNOLOGIA ELECTRICA  
MEDELLIN  
2014**

**CONTENIDO**

ILUSTRACIONES .....	4
TABLAS .....	6
1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
3. JUSTIFICACIÓN .....	10
4. OBJETIVOS .....	16
4.1. General .....	16
4.2. Objetivos Específicos .....	16
5. METODOLOGÍA .....	17
Etapa 1: Rastreo de Información .....	17
6. CRONOGRAMA .....	18
7. PRESUPUESTO .....	19
8. MARCO TEÓRICO .....	21
8.1. Seguridad Industrial .....	21
8.2. Trabajo Seguro en Alturas .....	21
8.3. Elementos de Cálculo de Circuitos de Instalaciones Eléctricas .....	22

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO**

2

8.4. Factor de Mantenimiento.....	24
8.5. Conductores.....	25
8.6. Canalización.....	26
8.6.1. Tubos o tubería.....	26
8.7. Interruptores de acción rápida y uso general.....	27
8.8. Protecciones.....	28
8.8.1. Interruptor magneto térmico.....	28
8.9. Ambiente Visual.....	28
8.10. La Iluminación.....	29
8.11. Fundamento de Iluminación.....	30
8.12. Iluminación Eléctrica.....	30
8.13. Conceptos de diseño de iluminación.....	30
8.14. Software de Diseño de Iluminación (DIALUX).....	32
8.15. Lámparas y Sus Especificaciones Técnicas.....	33
8.15.1. Lámparas T5.....	33
9. RESULTADOS.....	35
10. CONCLUSIONES.....	38
11. RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO**

3

CIBERGRAFÍA ..... 42

ANEXOS ..... 44

## **ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 Nivel de Iluminación Antes del Proyecto .....	8
Ilustración 2 Luminarias Existentes antes del Proyecto .....	10
Ilustración 3 Luminarias en mal estado .....	11
Ilustración 4 Sujeción deficiente .....	12
Ilustración 5 Cableado expuesto .....	13
Ilustración 6 Cable sin tubería.....	14
Ilustración 7 Lámpara en regular estado.....	14
Ilustración 8 Conductores .....	25
Ilustración 9 Tubería EMT.....	26
Ilustración 10 Interruptor Doble.....	28
Ilustración 11 Proceso de Diseño Iluminación .....	31
Ilustración 12 Dialux .....	33
Ilustración 13 Proceso de Instalación .....	35
Ilustración 14 Resultado Final 1 .....	36
Ilustración 15 Resultado final 2 .....	36
Ilustración 16 Resultado Final 3 .....	36
Ilustración 17 Resultado Final 4 .....	36
Ilustración 18 Resultado final 5 .....	37
Ilustración 19 Resultado final 6.....	37
Ilustración 20 Resultado final 7 .....	37

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO**

5

Ilustración 21 Resultado final 8 .....	37
Ilustración 22 Resultado final 9 .....	37
Ilustración 23 Resultado final 10 .....	37

**TABLAS**

Tabla 1 Cronograma de Actividades.....	18
Tabla 2 Recurso Humano.....	19
Tabla 3 Materiales.....	20
Tabla 4 Equipos .....	20

## **1. INTRODUCCIÓN**

El ojo humano está diseñado para captar imágenes gracias al nervio óptico que se encarga de convertir la luz recibida en señales eléctricas que forman imágenes en el cerebro. Esto ha permitido al ser humano realizar diferentes actividades para su supervivencia y evolución.

Si bien en la naturaleza encontramos seres vivos dotados de una capacidad visual extraordinaria, el ser humano requiere de buenas condiciones lumínicas para desarrollar correctamente sus actividades.

En la Institución Universitaria Pascual Bravo se llevan a cabo actividades académicas donde las condiciones de iluminación tienen un gran impacto en la capacidad cognoscitiva de los estudiantes; teniendo en cuenta lo anterior, el grupo de estudiantes autores de este anteproyecto realizará adecuaciones físicas al sistema de iluminación del Taller de Electricidad del Pascual Bravo, implementando las normas vigentes RETIE y RETILAP.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La institución Universitaria Pascual Bravo, ubicada en la zona nororiental de la ciudad de Medellín, cuenta dentro de su infraestructura física con el denominado taller de electricidad. Un espacio de formación que en la actualidad no cuenta con un sistema de iluminación adecuado, de acuerdo a la normativa vigente RETIE y RETILAP, que especifica la cantidad de luxes que debe poseer un espacio de acuerdo a la actividad que allí se realice (las mediciones fueron realizadas de acuerdo a los procedimientos descritos en el RETILAP). Esto es de obligatorio cumplimiento para el diseño y construcción de instalaciones eléctricas seguras y respetuosas con las personas y el medio ambiente.



**Ilustración 1 Nivel de Iluminación Antes del Proyecto**

(Foto tomada por los Autores)

El espacio donde se desarrollará el proyecto está destinado como taller - laboratorio de electricidad. Estas actividades requieren de un adecuado nivel de iluminancia definidos por el RETIE y el RETILAP en un mínimo de 300, un valor medio de 500 y un máximo de 500 luxes<sup>1</sup>. En la actualidad, el sistema de iluminación instalado no cumple con estos requerimientos (ver anexo 4); presenta iluminación deficiente y algunas lámparas se encuentran averiadas.

1(República de Colombia, Ministerio de Minas y Energía, 2010)

Teniendo en cuenta las condiciones actuales de iluminación, surge la necesidad de implementar un sistema de iluminación eficiente considerando el promedio de funcionamiento semanal de las luminarias, proyectando un aumento en la eficiencia lumínica del sistema.

---

<sup>1</sup> Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Con este proyecto se busca diseñar y construir un sistema de iluminación eficiente para el área de instrucción del TALLER DE ELECTRICIDAD de la Institución Universitaria Pascual Bravo, implementando la normatividad vigente (RETIE y RETILAP), mejorando la calidad de iluminación de este espacio, facilitando las actividades académicas que allí se realizan. En las condiciones actuales, la iluminación es deficiente ocasionando en los estudiantes y profesores una fatiga visual que no permite un desempeño al 100% en sus actividades.



**Ilustración 2 Luminarias Existentes antes del Proyecto**

(Foto tomada por los Autores)

El sistema de iluminación del taller de Electricidad, en la actualidad no cumple con el nivel de lux requeridos por la norma, además del no cumplimiento de las normas RETIE Y RETILAP en ductos y cableado que hacen de la instalación un factor de riesgo eléctrico. Las condiciones actuales incluyen cables expuestos entre ductos, tubería que no finaliza en caja y lámparas con sujeción deficiente.

Estos son algunos de los puntos donde mas incumple la normativa vigente. Artículo 300-10 (continuidad eléctrica de las canalizaciones y encerramientos metálicos), 300-11 literal b (canalizaciones usadas como medio de soporte), 300-12 (continuidad mecánica de las canalizaciones y cables), 300-15 literal b (sólo cajas) sin contar los puntos donde las lamparas estan unidas por alambres de diferentes calibres los cuales cuelgan entre las lamparas y los puntos donde no hay lampara, pero se encuentran los cables que las surtian colgando sin proteccion.



**Ilustración 3 Luminarias en mal estado**

(Foto tomada por los Autores)

En esta foto se puede notar la forma como se encuentra amarrada la lámpara para descolgarla del techo; está amarrada del chasis por dentro de la cavidad de los tubos con cadenilla desde el mismo ducto, está descolgada de manera insegura y corre el riesgo de caerse.



**Ilustración 4 Sujeción deficiente**

(Foto tomada por los Autores)

En esta foto se puede ver que la lámpara tiene un cartón que está haciendo las veces de “aislador” entre el empalme de conductores que está en el aire y la tubería de los conductores la cual no está hasta la lámpara. Esa lámpara no cumple el RETIE porque no tiene caja de empalme y porque la tubería no termina en la lámpara.



**Ilustración 5 Cableado expuesto**

(Foto tomada por los Autores)

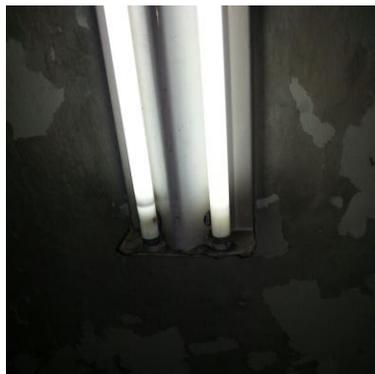
En estas fotos se puede ver como los conductores en dúplex se encuentra colgando por el techo sin protección ni tubería alguna como lo indica La NTC 2050 en su artículo **300-4. Protección contra daños físicos**. Cuando estén expuestos a daños físicos, los conductores deben ir debidamente protegidos. En la parte derecha se puede ver como hay un empalme en el aire sin ninguna caja de protección como lo indica la NTC 2050 (artículo 300-15 a).



**Ilustración 6 Cable sin tubería**

(Foto tomada por los Autores)

En esta foto se observa como está instalado el interruptor en la cercha del techo, el cual no cumple con las condiciones de altura que pide la NTC 2050 en el artículo 380-8 literal a. Para la conexión entre la luminaria y la caja, debe utilizarse cable tipo cordón (artículo 400-7 literal a.).



**Ilustración 7 Lámpara en regular estado**

(Foto tomada por los Autores)

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO**

15

En la ilustración 7 se ve el poco mantenimiento y limpieza que tienen las lámparas, lo cual perjudica en el reflejo que la lámpara da sobre las superficies y no cumple con lo necesario para dar una suficiente y adecuada iluminación. Esta condición está definida en el artículo **430.5.1** de RETILAP.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Diseñar y realizar montaje de iluminación compuesto por luminarias, canalizaciones, protecciones, conductores, controles en el taller de electricidad de la Institución Universitaria Pascual Bravo, garantizando los niveles apropiados de iluminación de acuerdo a las especificaciones del RETILAP.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Diseñar el sistema de iluminación y redes eléctricas del área de instrucción del taller de electricidad de la Institución Universitaria Pascual Bravo, aplicando las normas técnicas en al área a intervenir.
- Suministrar e instalar el sistema de iluminación constituido por redes eléctricas y luminarias requeridas para la implementación de las normas **RETIE Y RETILAP** en el sistema de iluminación del taller de electricidad de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

## **5. METODOLOGÍA**

Para comenzar con el desarrollo de este trabajo de grado se debe convenir con el asesor del proyecto los días y horarios en los cuales se desarrollarían las reuniones para comenzar a planear la forma en la cual se pondría el trabajo en marcha, cada una de las fechas y descripciones de las actividades que se desarrollarán.

En el transcurso del programa de tecnología eléctrica se han adquirido conocimientos y destrezas que serán puestas en práctica la implementación de la normatividad vigente en la adecuación del sistema de iluminación del taller de electricidad de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

El proyecto se desarrollará en las siguientes etapas:

### **Etapas 1: Rastreo de Información**

- Rastrear información relacionada con los sistemas de iluminación y su reglamentación.
- Realización plan: de trabajo para el proyecto de iluminación.

### **Etapas 2 Diseño**

- realización el levantamiento actual de la instalación eléctrica existente en el taller de electricidad de la Institución Universitaria Pascual Bravo, específicamente en los bancos de trabajo, para hacer el nuevo diseño eléctrico.

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

- Diseño del sistema de iluminación del área de instrucción del taller de electricidad de la Institución Universitaria Pascual bravo, de acuerdo a las normas descritas en el **RETIE** y **RETILAP**.

Etapa 3 selección de Materiales y construcción del cronograma de trabajo

- Evaluación de los diferentes tipos de luminarias y elegir aquella que más se ajuste a los requerimientos de iluminación del espacio a iluminar.
- Suministro e instalación de las luminarias requeridas para la implementación de la norma Técnica.

**6. CRONOGRAMA**

	ABRIL																														MAYO							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6		
<b>Levantamiento</b>																																						
Eléctrico																																						
Arquitectónico																																						
Iluminación																																						
Documento Respaldo																																						
<b>Diseños</b>																																						
Iluminación																																						
Eléctrico																																						
Cantidades de Obra																																						
Ejecución																																						

Tabla 1 Cronograma de Actividades

## 7. PRESUPUESTO

No de personas recurso humano

Personal	Horas	Valor Horas	Total
3 Tecnólogos electricistas	100 horas	\$25.000	\$2.500.000
1 ingeniero electricista	20	\$45.000	\$900.000
Asesor	30 horas	\$45.000	\$1.350.000

Tabla 2 Recurso Humano

Materiales

Material	Unidad	Cantidad	V. unidad	Valor total
Lámparas T8 de sobreponer con rejilla difusora de 16 celdas	Unidad	15	\$102.080	\$1.531.200
Tubería Conduit EMT 1/2'	Tubo	30	\$4.547	\$136.410
Cable AGW 14	Metro	320	\$421	\$134.720
Cable Encauchetado 3x16	Metro	75	\$1.432	\$107.400
Caja de Empalme 12x12x5	Unidad	23	\$4.383	\$100.809
Entrada a caja EMT 1/2'	Unidad	50	\$305	\$15.250
Unión Tubo EMT 1/2'	Unidad	30	\$330	\$9.900

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

20

Grapa doble ala ½´	Unidad	60	\$104	\$6.240
Chazo Nylon ¼´	Unidad	150	\$40	\$6.000
Conector tipo resorte 8-18	Unidad	100	\$412	\$41.200
Prensa estopa dexson	Unidad	15	\$791	\$11.865
Cable acerado trenzado 3/32	Metro	120	\$350	\$42.000
Grillete 1/8	Unidad	64	\$250	\$16.000
Cáncamos	Unidad	40	\$225	\$9.000

Tabla 3 Materiales

Equipos y/o Herramientas

Equipo y/o herramienta	Horas	Valor Horas	Compra	Renta	Total
Dobladora EMT	48	125		X	\$6.000
Taladro	48	750		X	\$36.000
Andamios	48	625		X	\$30.000
Escalera de tijera	48	250		X	\$12.000
Equipo para trabajo en alturas				X	\$0
Mango se Sierra					
Alicate					
Destornilladores					

Tabla 4 Equipos

## **8. MARCO TEÓRICO**

### **8.1. Seguridad Industrial**

La seguridad industrial puede definirse como un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Se basa en el principio de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.

### **8.2. Trabajo Seguro en Alturas**

En Colombia, el trabajo seguro en alturas está reglamentado en la resolución 1409 de 2.012 modificada por la resolución 1903 de 2.013 emanadas del Ministerio de Trabajo de la república de Colombia.

En Colombia, 1,50 es la altura a partir de la cual se comprende toda labor como trabajo en alturas. En la resolución 1409, especifica los equipos de protección personal que deben ser utilizados en estas actividades, equipos de protección contra caídas y sistemas de acceso (art. 21) además de la certificación a la que deben estar sujetos los trabajadores que realizan cualquier actividad a más de 1,50m de altura. Se exceptúan de esta norma la atención de emergencias y rescate y las actividades lúdicas y deportivas (art.1 parágrafo 3).

### **8.3. Elementos de Cálculo de Circuitos de Instalaciones Eléctricas**

Para realizar un cálculo eficiente de los circuitos eléctricos, se deben tener presentes importantes aspectos orientados siempre a salvaguardar principalmente la vida de las personas y en segundo plano, proteger los bienes y equipos.

Artículo 10.1 RETIE: Toda instalación eléctrica a la que le aplique el **RETIE**, 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.

El diseño detallado según el tipo de instalación y complejidad deberá cumplir los aspectos que le apliquen de la siguiente lista.

- a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
- b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
- c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
- e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- f. Análisis del nivel tensión requerido.
- g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1
- h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

- i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.
- j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- k. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma **IEC 60909**, **IEEE 242**, capítulo 9 o equivalente.
- l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
- m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según **IEC 60947-2** Anexo A.
- n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
- o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- p. Cálculos de regulación.
- q. Clasificación de áreas.
- r. Elaboración de diagramas unifilares.
- s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
- t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
- u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.

- v. Justificación técnica de desviación de la **NTC 2050** cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
- w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

(Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 2013)

#### **8.4. Factor de Mantenimiento.**

“Es la relación de la iluminancia promedio en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso de una instalación, y la iluminancia promedio obtenida al empezar a funcionar la misma como nueva.

Todo diseño de un sistema de iluminación debe considerar el factor de mantenimiento.

El Factor de Mantenimiento (FM) desde el punto de vista de diseño de iluminación de la instalación, se puede considerar como el sobre dimensionamiento que se debe considerar en los valores iniciales de iluminancia horizontal de la edificación, para poder cumplir con los valores de iluminancia promedio horizontal mínimo mantenidos durante su funcionamiento.

El factor de mantenimiento está dado por la fórmula:

$$\mathbf{FM = FE \times x \times Fb}$$

En donde:

**FM** Factor de mantenimiento de la instalación

**FE** Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

**DLB** Depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla

**Fb** Factor de balasto”

(Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 1998)

### **8.5. Conductores**

Son los encargados de transportar la energía desde la fuente de potencia al consumo.

Los metales utilizados son el cobre y el aluminio de uso eléctrico, debido a su alta conductividad eléctrica. La forma de los conductores puede responder a cuerdas de cableado circular concéntrico, circular comprimido, circular compacto o sectorial compacto. La reglamentación de los tipos y usos de los conductores está definida por el artículo 20.2 del RETIE y la sección 300 de la NTC 2050.



**Ilustración 8 Conductores**

(Centelsa, 2014)

Para la correcta selección del conductor, se deben tener en cuenta aspectos como la corriente de diseño, condiciones físicas y ambientales, medio de canalización (tubería, canaleta, bandeja porta cables u otros).

El área del segmento transversal del cable está clasificada por calibres en el sistema AWG (American Wire Gage).

## **8.6. Canalización**

Las canalizaciones son conductos cerrados, de sección circular, rectangular o cuadrada, de diferentes tipos (canaletas, tubos o conjunto de tubos, prefabricadas con barras o con cables, ductos subterráneos, entre otros) destinadas al alojamiento de conductores eléctricos de las instalaciones. También se constituyen en un sistema de cableado.

### **8.6.1. Tubos o tubería**

El término tubería se debe entender como un conjunto de tubos y sus accesorios (uniones, curvas, conectores). Tubo Conduit, se entenderá como el tubo metálico o no metálico (incluidos los de material polimérico no reforzado o reforzado con otros materiales tales como fibra de vidrio), apropiado para alojar conductores eléctricos aislados, con pared resistente a los impactos mecánicos.



**Ilustración 9 Tubería EMT**

(Diploelca, 2014)

Las tuberías o canalizaciones eléctricas tienen como función principal proporcionar protección física a los conductores de cualquier instalación eléctrica. De acuerdo a la interacción con los circuitos eléctricos que contienen, se encuentran divididas en dos grandes grupos como lo son las tuberías magnéticas de construcción ferrosa y las no magnéticas como son las de aluminio y plásticos. Se utiliza tuberías para cada caso, según lo requiera la instalación. La longitud de los tramos de tubería metálica, así como los de PVC eléctrico son de 3.05 metros ya sean roscados para los tubos de pared gruesa y no enroscados para los tubos de pared delgada. Los tubos flexibles o de plásticos los venden por pies hasta rollos de 100 pies.

### **8.7. Interruptores de acción rápida y uso general**

Son adecuados para usar en instalaciones de corriente alterna para controlar cargas resistivas o inductivas como bombillas de descarga que no superen la capacidad de corriente del interruptor, bombillas con filamento de tungsteno, cargas de motores que no superen el 80% de la capacidad de corriente del interruptor a su capacidad nominal.



**Ilustración 10 Interruptor Doble**

(Tayaca, 2014)

## **8.8. Protecciones**

### **8.8.1. Interruptor magneto térmico**

Dispositivo empleado para proteger los circuitos eléctricos de sobrecargas y Cortocircuitos, en sustitución de los fusibles. Una vez que actúan debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se pueden rearmar sin necesidad de sustituirlos como ocurre con los fusibles. Cuando desconectan el circuito.

## **8.9. Ambiente Visual**

Es el medio por cual los seres humanos podemos reflejar nuestros sentimientos, los cuales influyen en la comprensión y aprendizaje en los procesos educativos. Estos sentimientos no se pueden contabilizar pero se deben tener en cuenta a la hora de diseñar un espacio educativo.

El medio visual no solo se compone del espacio físico sino también de la distribución de las luminarias y los colores de las paredes que componen el espacio.

La unión de estos influye en la actitud de los aprendizajes logrando así un ambiente cálido, relajante y eficaz para el medio visual, agilizando los procesos individuales en diferentes labores.

En general los espacios con una buena luminosidad y una buena interacción de los objetos allí relacionados son mucho más aptos para un buen aprendizaje debido a que la visión del ser humano es una gran fuente de emociones y sentimientos los cuales se asimilan de acuerdo al estado de ánimo y el lugar donde nos encontremos.

### **8.10. La Iluminación.**

La luz es la esencia de todo lo que nos rodea debido a que sin ella no se podría distinguir los colores, objetos y situaciones que vivimos diariamente, la iluminación puede arrojar resultados sobre el ser humano positivo o negativo para aquellos que tienen problemas visuales debido a poca o demasiada luz, esto interfiere en sus procesos tanto manuales como cognitivos. El principal objetivo de la luz es crear ambiente atractivo al ser humano logrando un mejor rendimiento y una buena relación entre ellos.

La iluminación contempla la calidez o el cansancio de la visión es por ello que nos sentimos más agotados en ciertos lugares por falta de la misma dado que la luz nos refleja el rendimiento humano, en un ambiente cálido nuestro sistema óptico hace menos esfuerzo para llevar las imágenes a la retina logrando un confort visual. Gracias a nuestro sistema óptico podemos separar los espacios en los cuales nos encontramos (una discoteca, un auditorio, el cine, una oficina entre otros) por que tienen diferentes tipos de iluminación.

### **8.11. Fundamento de Iluminación**

La luz se emite por su fuente en línea recta y se difunde en una superficie cada vez mayor a medida avanza; la luz por unidad de área disminuye según el cuadrado de la distancia. Cuando la luz incide sobre un objeto es absorbida o reflejada, la luz reflejada por una superficie rugosa se difunde en todas direcciones. Algunas frecuencias se reflejan más que otras, y esto da a los objetos su color característico. Las superficies blancas difunden por igual todas las longitudes de onda y las superficies negras absorben casi toda la luz. La definición de la naturaleza de la luz siempre ha sido un problema fundamental de la física. El matemático y físico británico Isaac Newton describió la luz como una emisión de partículas, y el astrónomo, matemático y físico holandés Christian Huygens desarrollo la teoría de que la luz se desplaza con un movimiento ondulatorio.

### **8.12. Iluminación Eléctrica**

“iluminación mediante cualquiera de los numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica en la luz. Los tipos de dispositivos de iluminación eléctrica utilizados con mayor frecuencia son las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y de vapor por descarga eléctrica”.

### **8.13. Conceptos de diseño de iluminación**

Para el diseño de un proyecto de iluminación se deben tener en cuenta las características lumínicas de las luminarias, costos de instalación, costos de mantenimiento, vida útil de la luminaria tipo de sujeción, entre otras características. En

el artículo 200.3 del RETILAP, podemos encontrar una importante guía para la selección adecuada de lámparas y luminarias.

El proceso de diseño de un proyecto de iluminación, debe seguir 3 etapas. (Artículo 210.2 RETILAP)

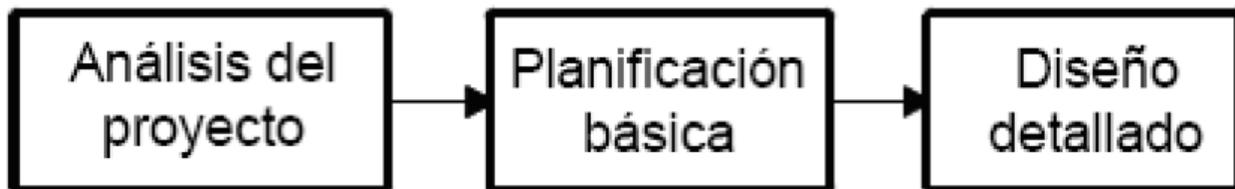


Ilustración 11 Proceso de Diseño Iluminación

(RETILAP)

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

A partir de la información reunida en la etapa de análisis, se debe establecer un perfil de las características que debe tener la instalación para satisfacer las distintas demandas del lugar. Lo que se busca aquí es desarrollar las ideas básicas del diseño sin llegar a precisar todavía aspectos específicos. Por lo que en esta etapa se deberá contar con un documento de diseño básico. En este punto se debe definir el sistema de alumbrado, características de las fuentes luminosas recomendadas, uso de alumbrado natural y la estrategia para su integración con la iluminación artificial.

La mayoría de los datos necesarios para el análisis del proyecto se obtienen de la documentación técnica pero, en proyectos que lo ameriten se debe realizar un

levantamiento visual y eventualmente fotométrico, eléctrico y fotográfico en la obra, para verificar y completar datos técnicos e identificar detalles difíciles de especificar en planos.

El diseño detallado es obligatorio para, alumbrado público, iluminación industrial, iluminación comercial con espacios de mayores a 500 m<sup>2</sup> y en general en los lugares donde se tengan más de 10 puestos de trabajo, iluminación de salones donde se imparta enseñanza, o lugares con alta concentración de personas en una mismo salón (50 o más), durante periodos mayores a dos horas.

#### **8.14. Software de Diseño de Iluminación (DIALUX)**

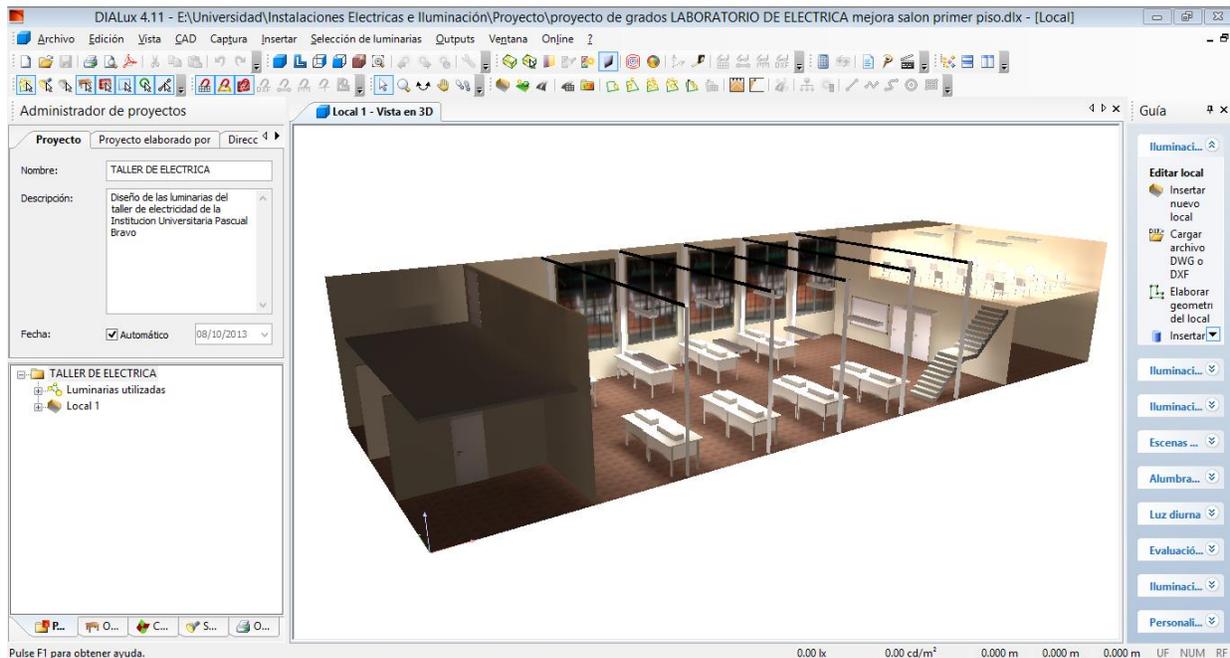
Según lo descrito en el RETILAP (Art. 210.2.4) El software empleado en el cálculo y diseño de sistemas de iluminación debe cumplir con una serie de requisitos que buscan estandarizar u optimizar el proceso de diseño.

En el proceso de diseño de este proyecto, se utilizó un reconocido software de Diseño de iluminación llamado DIALUX v4.11. Este software de licencia gratuita, permite crear un diseño de iluminación de forma rápida y eficiente, simulando las diferentes condiciones del proceso de iluminación. Elementos ambientales y fuentes de iluminación pueden ser simulados en este software, permitiendo además realizar mediciones a escala e informes técnicos acerca del proyecto.

El diseñador y el usuario final, pueden utilizar esta herramienta para tener una idea clara del resultado final del proyecto.

Para el diseño de iluminación se deben tener en cuenta aspectos como uso final de espacio, fuentes de iluminación natural, nivel de reflectancia de las superficies y color

de pintura de las mismas. Se deben tomar las medidas geométricas del local y elegir el tipo de luminaria más adecuada para el espacio a iluminar. El software nos ayudará a calcular la cantidad de luminarias requeridas y los niveles isométricos de iluminación. Podemos modificar variables como la altura de las luminarias, la dirección o rotación de las mismas.



**Ilustración 12 Dialux**

## **8.15. Lámparas y Sus Especificaciones Técnicas**

### **8.15.1. Lámparas T5**

En Estados Unidos en el año de 1995 fueron introducidas las lámparas T5 al mercado como una respuesta a la búsqueda de luminarias más compactas y eficientes. Una lámpara T5 es una lámpara fluorescente de 5/8 de pulgada de diámetro, T representa la forma de la lámpara (tube, tubo en español) y el número los octavos de pulgada del tubo, los vatios de las lámparas T5 son como siguen 14, 21, 28, y 35 watts. Las

lámparas T5 denominadas high-output T5 (T5 HO) están disponibles en 24, 39, 54, y 80 watts para las mismas longitudes 22 34 46 58 pulgadas respectivamente, respecto a su vida útil el fabricante D-D estima que sus lámparas tienen una vida útil de 15 000 horas con una pérdida de luminosidad de solo 20% lo cual son más de 3 años en un fotoperiodo de 12 horas, para las luminarias de uso doméstico se estima que es de 20000 horas, para encender estos focos es necesario usar balastos especialmente diseñados para ellos ya que operan óptimamente a frecuencias de 20Khz. que por lo general solo se consiguen con balastos electrónicos, algunas balastos para tubos t8 son capaces de encenderlas sin embargo siempre preferible para obtener el mejor desempeño usar balastos especialmente diseñados para ellos. Otro dato importante a tomar en cuenta al diseñar una iluminación basada en tubos T5 es que estos están diseñados para funcionar óptimamente a una temperatura ambiental de 35 grados centígrados en comparación con los T8 que se diseñaron para funcionar óptimamente a 25 grados.se considera que un par de focos T5 da más la misma intensidad luminosa que 3 focos t8 del mismo vatiage adicionalmente un dato curioso es que las lámparas T5 HO son ligeramente menos eficientes que las T5.

## **9. RESULTADOS**

El sistema de iluminación del Taller de Electricidad de la institución Universitaria Pascual Bravo, presentó una notable mejoría tanto en la instalación dando cumplimiento a las exigencias del RETIE, como en el proceso de iluminación cumpliendo los estándares exigidos por el RETILAP en especial lo indicado en la Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades. En esta tabla, en nivel de iluminación requerido para el Taller objeto del proyecto está en un valor mínimo de 300 y un máximo de 750 luxes.



**Ilustración 13 Proceso de Instalación**

(Foto tomada por los autores)

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**



**Ilustración 14 Resultado Final 1**

Foto tomada por los autores (2014)



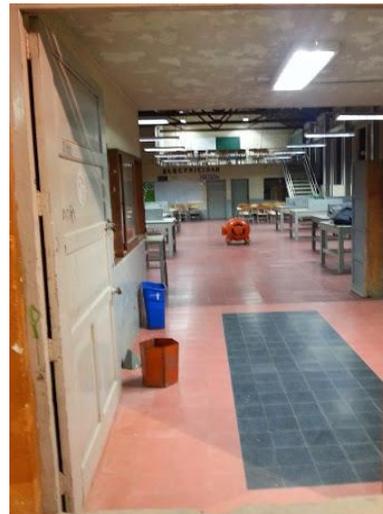
**Ilustración 15 Resultado final 2**

Foto tomada por los autores (2014)



**Ilustración 16 Resultado Final 3**

Foto tomada por los autores (2014)



**Ilustración 17 Resultado Final 4**

Foto tomada por los autores (2014)

# IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO



**Ilustración 18 Resultado final 5**  
Foto tomada por los autores (2014)



**Ilustración 19 Resultado final 6**  
Foto tomada por los autores (2014)



**Ilustración 20 Resultado final 7**  
Foto tomada por los autores (2014)



**Ilustración 21 Resultado final 8**  
Foto tomada por los autores (2014)



**Ilustración 22 Resultado final 9**  
Foto tomada por los autores (2014)



**Ilustración 23 Resultado final 10**  
Foto tomada por los autores (2014)

## **10. CONCLUSIONES**

Las normas aplicadas en Colombia para el Diseño de sistemas de iluminación, ayudan a crear un diseño eficiente y seguro. Para este proyecto se aplicaron las normas técnicas vigentes, logrando un nivel de iluminación adecuado y acorde a los estándares técnicos de iluminación.

Los elementos utilizados para la ejecución del proyecto, aplican también una serie de requerimientos siguiendo las normas técnicas aplicadas en Colombia (NTC 2050, RETIE y RETILAP). La selección de estos materiales redundaba en mayor seguridad para el usuario final y para los bienes estructurales.

Al realizar el estudio de iluminación del taller de electricidad de la institución universitaria pascual bravo se pudo apreciar que los niveles de iluminación no eran los más adecuados, pues no se acercaban a los niveles establecidos por el RETILAP.

Por lo expuesto anteriormente, al implementarse el Sistema Propuesto, se estaría cumpliendo con las exigencias que demanda un sistema eficiente: brindar los niveles de iluminación, mejor calidad en el proceso de educación y eficiencia en el consumo de energía.

Es importante destacar los criterios de diseño empleados para este proyecto, que aplicados al software Dialux v4.11, permitió tener un balance costo beneficio que aportara a efectos de mantenimiento y buen manejo de los equipos. Primero hablemos

del tipo de lámpara, es ideal para cumplir un objetivo puntual como es la iluminación de los puestos de trabajo. Entrega un espectro amplio que abarca las zonas de tráfico y las rejillas difusoras evitan deslumbramiento y fatiga visual. Segundo pero no menos importante es la altura del montaje cumpliendo con la cantidad de luz para los trabajos a realizar en cada puesto de trabajo y siendo amigable con las labores de mantenimiento y evitando trabajos en altura que comprometan andamios u otros riesgos físicos.

Una de las metas a las que debemos apuntar es al URE (uso racional de la energía), el diseño y la distribución de este proyecto apunta al aprovechamiento de la luz natural, que es abundante en 10 de las 16 horas que presta servicio este laboratorio, permitiendo encender la mitad de las lámparas empleadas minimizando los consumos.

## **11.RECOMENDACIONES**

- El mantenimiento periódico incrementa la eficiencia y la vida útil del sistema de iluminación, manteniendo los niveles de luminosidad en sus valores máximos.
- El montaje realizado en el Taller de Electricidad de la Institución Educativa Pascual Bravo, permite encender parte o la totalidad de las luminarias. Esto contribuye a un ahorro de energía si son utilizadas solo las luminarias que se requieren para alcanzar el nivel de iluminación adecuada y en el área requerida.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Botero Gómez, C. C. (2012). *Implementación de un sistema de iluminación por inducción magnética para el aula del laboratorio de maquinas 2 del Instituto Tecnológico Pascual Bravo*. Medellín: Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (1998). Norma Técnica Colombiana NTC 2050. En I. C. Técnicas, *Norma Técnica Colombiana NTC 2050* (pág. 279). Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (30 de 08 de 2013). RETIE. *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Minas y Energía.
- República de Colombia, Ministerio de Minas y Energía. (2010). RETILAP. *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Bogotá.

## **CIBERGRAFÍA**

Archiproducts. (26 de septiembre de 2013). *Archiproducts*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2013, de <http://www.archiproducts.com/es/productos/68781/plana-lampara-colgante-led-de-polimetacrilato-plana-12-led-lampara-colgante-metal-spot.html>

Centelsa. (09 de Mayo de 2014). *http://www.*

*mpelectricltda.com/principal/index.php?option=com\_content&view=article&id=11&Itemid=18*. Recuperado el 09 de Mayo de 2014, de [http://www.](http://www.mpelectricltda.com/principal/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=18)

[mpelectricltda.com/principal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11&Itemid=18](http://www.mpelectricltda.com/principal/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=18)

Diploelca. (09 de Mayo de 2014). *Tuberia EMT*. Recuperado el "024 de Mayo de 2014, de [http://www.diploelca.com.ve/index.php?view=detail&id=728&option=com\\_joomgallery&Itemid=546](http://www.diploelca.com.ve/index.php?view=detail&id=728&option=com_joomgallery&Itemid=546)

SoloStocks. (26 de septiembre de 2013). *solostock.com*. Recuperado el 26 de septiembre de 2013, de <http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/otros-productos-iluminacion/ondulado-tubo-fluorescente-led-t8-las-bombillas-y-tubos-iluminacion-led-850860>

Tayaca. (09 de Mayo de 2014). *Interuuptores electricos*. Recuperado el 2014 de Mayo de 2014, de

**IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA RETIE EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO**

43

[http://www.tayaka.net/cms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17&Itemid=22](http://www.tayaka.net/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=22)

d=22

## **ANEXOS**

[Diseño Eléctrico en AutoCAD](#)

[Diseño de Iluminación en Dialux](#)

[Informe del Dialux](#)

[Video del Dialux](#)