



TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO
**Desarrollo de APP para diseño de sistemas de iluminación en instalaciones
internas, siguiendo especificaciones RETILAP.**

AUTOR

Edson Mauricio Prada Contreras 1098630113

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELÉCTRICA
BUCARAMANGA
13-10-2020



TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

Desarrollo de APP para diseño de sistemas de iluminación en instalaciones internas, siguiendo especificaciones RETILAP.

AUTOR

Edson Mauricio Prada Contreras 1098630113

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Electricista

DIRECTOR

Ing. Msc. Jerson Erasmo León Almeida

Grupo de Investigación en Energía – GIE

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELÉCTRICA
BUCARAMANGA
13-10-2020**

Nota de Aceptación

José Francisco León A.
Firma del jurado

Fernando A. González
Firma del Jurado

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado está dedicado principalmente a Dios por permitir un día más de vida y ser el creador de todo lo existente.

A mis padres y hermano por todo el apoyo a lo largo de estos años, ha sido un orgullo y el privilegio hacer parte de esta familia.

A mi esposa e hija por acompañarme en este nuevo ciclo académico, son el motivo de mi vida e inspiradoras para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A todas las personas que compartiendo su conocimiento han sido de gran apoyo para que el trabajo se realice con éxito.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente gracias a Dios nuestro señor, por bendecir mi vida, ser el guía a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mi esposa e hija, por brindarme el espacio en aquellos momentos donde no disponía de tiempo para cumplir con las obligaciones académicas, siendo ellas el motivo para continuar saliendo adelante.

Gracias a mis padres: Jaime y Gladys, por ser los primeros promotores de mis sueños, por confiar y creer mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Gracias a mi hermano: Jaime Andrés, gran amigo, siempre presente en los momentos de dificultad que se han presentado.

Muchas gracias al Coordinador del Programa de Ingeniería Eléctrica Ing. Edgar Niño, al grupo de Ingenieros docentes del programa de Ingeniería Eléctrica, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ing. Msc. Sergio Álvarez quien me apoyó con la idea inicial de este proyecto hasta la validación del mismo por parte del comité encargado, al Ing. Msc. Jerson León por su valioso aporte con la dirección hasta la concepción del objetivo del trabajo y finalmente Ing. MPE. Fabio González desde su labor como docente y evaluador del proyecto que siempre inculco la calidad frente a cualquier actividad a realizar.

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO.....</u>	<u>9</u>
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>10</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>11</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2. JUSTIFICACIÓN	13
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES	16
<u>2. MARCOS REFERENCIALES</u>	<u>17</u>
2.1.1 MARCO TEÓRICO.....	17
2.1.2 MARCO LEGAL	19
<u>3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</u>	<u>20</u>
3.1. MEDICIÓN GENERAL EN UN ESPACIO CERRADO.	20
3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO.	34
3.3. ALGORITMO PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.	35
3.4. DESARROLLO DE LA APP – ANDROID UTSLUX QUE PERMITE EVALUAR UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN.	36
3.5. ALTERNATIVA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL NORMAL EN EL EDIFICIO A DE LAS UTS.	51
<u>4. RESULTADOS.....</u>	<u>53</u>
<u>5. CONCLUSIONES</u>	<u>58</u>
<u>6. RECOMENDACIONES</u>	<u>59</u>
<u>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>60</u>
<u>8. ANEXOS.....</u>	<u>1</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Puntos de medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.	20
Figura 2. Puntos de medición de iluminancia promedio de la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.	21
Figura 3. Registro fotográfico, medición Aula de clases 223 Edificio A Punto r-3	23
Figura 4. Registro fotográfico, medición Aula de clases 223 Edificio A Punto p-1	23
Figura 5. Registro fotográfico, medición Laboratorio de Cisco Punto r-2	25
Figura 6. Registro fotográfico, medición Laboratorio de Cisco Punto t-3	25
Figura 7. Registro fotográfico, medición Coordinación Punto q-1	27
Figura 8. Registro fotográfico, medición Coordinación Punto p-3	27
Figura 9. Registro fotográfico, medición Batería de Baños Punto q-4	29
Figura 10. Registro fotográfico, medición Batería de Baños Punto p-4	29
Figura 11. Registro fotográfico, medición Pasillo Punto q-1	31
Figura 12. Registro fotográfico, medición Pasillo Punto p-2	31
Figura 13. Registro fotográfico, medición Escalera Punto q-2	33
Figura 14. Registro fotográfico, medición Escalera Punto p-2	33
Figura 15. Diagrama de Flujo APP.	35
Figura 16. Logo vista de Android Studio.	36
Figura 17. Archivos de proyecto en la vista de Android.	37
Figura 18. Archivos del proyecto en la vista "Problems", en la que se muestra un archivo de diseño con un problema.	38
Figura 19. Modelo método del punto por punto.	40
Figura 20. Componentes de la iluminancia en un punto.	40
Figura 21. Esquema Cavidades (Método de Cavidad Zonal).	42
Figura 22. Interfaz APP - Página LOGIN.	47
Figura 23. Interfaz APP- Página Menú principal.	48
Figura 24. Interfaz APP – Página Cálculo total.	49
Figura 25. Interfaz APP – Página Cálculo por tipo.	50
Figura 26. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un pasillo con Luminarias Led Lineal, mediante la APP UTSLux.	54
Figura 27. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un pasillo con Luminarias Led Lineal, mediante el Software DIALUX.	55
Figura 28. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un Laboratorio con Panel Led Rectangular, mediante la APP UTSLux.	56
Figura 29. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un Laboratorio con Panel Led Rectangular, mediante el Software DIALUX.	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato-Registro Medición Aula de Clases 223 Edificio A.	22
Tabla 2. Formato-Registro Medición Laboratorio de Cisco.	24
Tabla 3. Formato-Registro Medición Oficina (Coordinación de Telecomunicaciones)....	26
Tabla 4. Formato-Registro Medición Batería de Baños.	28
Tabla 5. Formato-Registro Medición Pasillo.	30
Tabla 6. Formato-Registro Medición Escalera.....	32
Tabla 7. Análisis estado actual iluminación Edificio A de las U.T.S. con los niveles promedio exigidos en el RETILAP	34
Tabla 8. Valores para el factor de Mantenimiento según la CIE (CIE, 2020)	45
Tabla 9. Datos Técnicos Luminarias Seleccionadas Marca Sylvania para realizar los estudios con la APP.....	46
Tabla 10. Reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso para varias combinaciones de reflectancias.	51
Tabla 11. Valores de Reflectancia (aproximada) en %, para colores y texturas.....	52
Tabla 12. Análisis de resultados estudios realizados APP UTSLux / Software DIALUX.	53

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android cuya finalidad principal fue diseñar un sistema de iluminación normal y/o de emergencia de un área tipo, tomando como datos de entrada para el estudio los espacios de trabajo, la actividad a ejecutar en el mismo y la incidencia de la luz natural. A partir de las características del área descritas anteriormente y tomando como referencias luminarias disponibles comercialmente, la aplicación entrega una solución acorde a las exigencias del RETILAP 2010 para este tipo de instalaciones.

El desempeño de la aplicación será comparado con los resultados de Software DIALux, utilizando como estudio las diferentes áreas de trabajo del Edificio A de las UTS, tales como: un aula de clase, un laboratorio, una oficina administrativa, una batería de baños, pasillos y escaleras.

Inicialmente se realizó un diagnóstico del estado actual de la iluminación normal y de emergencia del edificio, que será validado con las mediciones tomadas con un Luxómetro, para posteriormente proponer una alternativa de mejoramiento al sistema, mediante el modelamiento con la aplicación desarrollada de las áreas a corregir.

La metodología a implementar para el desarrollo del proyecto será de tipo correlacional, donde partiendo de los conocimientos previos de la normatividad y los parámetros a seguir para el diseño de iluminación, se desarrolló el código de la aplicación y se comparó los resultados con el software de uso comercial. El primer entregable será el desarrollo de la aplicación móvil cuyo código y archivo instalable .APK quedan a disposición de la coordinación del programa de Ingeniera Eléctrica y Grupo de Investigación en Energía – GIE, que se encargaran de su divulgación, y el segundo entregable será un artículo proyectado a la publicación en alguna revista académica.

INTRODUCCIÓN

En cualquier actividad que se realice es indispensable contar una buena iluminación en el espacio donde esta se ejecutó. En la iluminación es importante conocer el tipo de actividad que se desea ejecutar para poder estimar el nivel de iluminancia requerido para un buen desarrollo de la misma, y a su vez tener un plan de mantenimiento donde se evalúe el deterioro de la luminaria por envejecimiento así como el nivel de suciedad que pueda tener la mismas, de manera que no se llegue a presentar un descenso en el nivel de iluminación de un 30% como máximo.

La finalidad del trabajo de grado es el desarrollo de una herramienta tipo APP para dispositivos móviles con sistema operativo Android, que sirva de ayuda para realizar un diseño que permita determinar los niveles de iluminación de un espacio de trabajo, en este caso se analizaron las áreas de trabajo del Edificio A de las UTS (un aula de clase, un laboratorio, una oficina administrativa, una batería de baños, pasillos y escaleras).

El desarrollo de la APP se realizó bajo la implementación de una metodología tipo correlacional, partiendo del diseño y programación del código teniendo en cuenta los parámetros que se deben seguir para el diseño de iluminación interior, hasta conseguir los niveles acorde a las exigencias del RETILAP 2010 según el área analizada, y este resultado se comparó con los arrojados por un software de uso comercial.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la problemática actual en donde los precios de la energía son cada vez mayores, y los problemas de salud visual aparecen a más temprana edad en las personas, la gestión de la energía se convierte en una de las áreas más críticas en los sectores residenciales, comerciales, educativos entre otros.

La administración energética empresarial (AEE) es la base para implementar en el ámbito industrial, comercial y residencial el uso racional de energía. (Serna, 2010)

Un sistema de iluminación eficiente no solo contribuye con la eficiencia energética y conservación ambiental, sino que minimiza la posibilidad de la aparición de enfermedades visuales en la persona que pasa gran parte de tiempo en estas áreas. Al evaluar la iluminación interior con diferentes métodos de diseño, estos se deben contrastar con la iluminancia promedio sugerida según el tipo de tarea a ejecutar en el recinto, de tal manera que se logre asegurar eficacia y confort en la actividad, proporcionando seguridad en el personal que la realiza. (Pattini, 2012).

Al hacer estos análisis se debe tener en cuenta el nivel de luz al aire libre, que es de aproximadamente 10.000 lux en un día claro. Un Sistema de iluminación adicional se necesita a menudo para compensar los bajos niveles. (Observatory, 2015)

Como propuesta de mejoramiento de los sistemas de iluminación en edificaciones, se recomienda instalar tecnología domótica para el control del mismo, resaltando la importancia del ahorro energético para ayudar a la conservación del medio ambiente. (Román, 2011).

Otra forma de controlar el consumo de energía en el sector industrial y comercial, se logra implementando sistemas automatización y control en los edificios (BACS por las siglas en inglés de Building Automation and Control System) (Espejel, Chávez, Hoyo, & Hernández, 2018).

Si a los anteriores sistemas se implementa una iluminación basada en LEDs, tecnología desarrollada para mejorar la eficacia de la iluminación artificial, (Martínez, 2017), pero que requieren de un análisis más detallado, ya que la temperatura del emisor de luz afecta su rendimiento, por lo que el control que le suministre potencia eléctrica debe evitar sobrecargas de corriente al LED (Chacón, Meza, Braga, Almeida, & Casagrande, 2017)., se lograra un importante impacto en el ahorro energético.

A nivel de investigación experimental se concluye que mediante la creación de algoritmos de programación para el control domótico de los Sistemas de Iluminación, se ve reflejada la variación en consumo kW-h generando un ahorro significativo en los objetos de muestra. (Contreras , 2015). De igual manera se han realizado estudios para el desarrollo de un algoritmo que permite a un dispositivo móvil (sensor incorporado) realizar medidas de

iluminancia en diferentes áreas, (Fernández J. , 2012) siendo la tecnología LED el tipo de fuente del sistema.

Surge entonces la pregunta de investigación: ¿Cómo incrementar la eficiencia energética en los actuales sistemas de iluminación, con la ayuda de una APP?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Un sistema de iluminación eficiente permitirá obtener un mayor ahorro energético disminuyendo de esta manera el costo de la factura de energía y directamente ayudando con la preservación del medio ambiente, a su vez este mismo sistema eficaz evita en gran medida la presentación de diversos problemas visuales en el personal que realiza sus actividades según sea el entorno de trabajo. (Poveda , 2007).

Desde el punto de vista laboral son muchos los riesgos ante los que se expone un trabajador, y si a su vez el personal se expone sus actividades sea de permanencia o paso por lugares poco iluminados en el área de trabajo que llevan al padecimiento u ocurrencia de casos de riesgo, o amenaza a la salud. (Cárdenas, Gómez, & Londoño, 2018).

La deficiencia en la iluminación afecta la productividad y la buena salud del trabajador; presentando problemas como fatiga visual, estrés, agotamiento y dolores de cabeza; del mismo modo se pueden causar accidentes, bajo rendimiento laboral y ausentismo laboral. Por tal motivo los diferentes sectores económicos se han interesado en la implementación de fuentes luminosas eficientes, mejorando de las condiciones laborales y disminuyendo en gran medida los accidentes de trabajo. (Maupe, 2015).

Un sistema deficiente de iluminación impacta notoriamente en el consumo eléctrico, que se ve reflejado en la factura de este servicio. Partiendo de lo anterior se hace necesario como buena medida implementar estrategias que incidan en el ahorro energético, desde el punto de vista de la iluminación, se plantean algunos factores que pueden ayudar con la misma: (Pujol , 2005).

- **Regulación del Sistema:** El crecimiento acelerado de la población y de las fuerzas productivas, ha generado que la demanda de energía incremente. (Schoijet, 1980). Para dar cumplimiento a la misma se ha logrado regular el consumo eléctrico en calefacción o refrigeración en los últimos años, pero la iluminación permanece encendida durante gran parte del tiempo.

En países de Latinoamérica, la regulación de los servicios eléctricos identifica las modalidades de intervención estatal y la relación estado-empresas. (Macchione & Lanciotti, 2012).

El mercado eléctrico de Colombia según las Leyes 1424 y 1435 de 1994, separó las actividades para la prestación del servicio (generación, transmisión, distribución y comercialización). (Cadavid & Arias, 2004)

- **Sustitución de luminarias de baja eficiencia energética:** Cambio de las fuentes por sistemas de tecnología con mayor flujo luminoso (LED) generando una eficiencia de alrededor de un 30%.

- **Mejor uso de la luz natural:** Regular mediante sistemas de control las luminarias ubicadas en las zonas cercanas a ventanales, para que enciendan en las horas donde no se cuente con luz solar. (Monteoliva & Pattini, 2013).
- **Uso de sensores de ocupación:** Ubicación estratégica de sensores de tal manera que permitan el encendido solo de las laminarias necesarias según el área de trabajo ocupada. (López & Oñate , 2010).

Partiendo de lo anterior, para ayudar con la eficiencia del sistema de iluminación, se debe en primera estancia conocer el estado actual del mismo, partiendo del entorno de trabajo para el cual fue diseñado y construido, realizando mediciones cuyos resultados serán comparados con los valores recomendados por el RETILAP, de no dar cumplimiento con estos se debe tomar las correcciones necesarias para corregir el sistema de iluminación del área analizada.

Según las premisas, el proyecto será innovador para el Grupo de Investigación en Energía -GIE de las UTS, ya que la APP será pionera en este género y servirá como punta de partida para futuras investigaciones, generando un gran impacto en el semillero de Investigación de Alternativas de Generación de Energía AGE.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un APP móvil para sistemas operativos ANDROID que permita el diseño de sistemas de iluminación en instalaciones internas, a partir de datos de entrada como espacios de trabajo, actividad a ejecutar e incidencia de luz natural.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Registrar con el apoyo de un Luxómetro las mediciones de los niveles actuales de la iluminación normal y de emergencia (Rutas de evacuación) en las diferentes áreas de trabajo del Edificio A de las UTS, tales como: un aula de clase, un laboratorio, una oficina administrativa, una batería de baños, pasillos y escaleras, que pertenecen al primer y segundo piso de la edificación, para clasificar los valores obtenidos, discriminando las áreas que no se encuentran cumpliendo el RETILAP 2010 SECCION 410, 420 y 470.
- Clasificar los requerimientos del sistema de iluminación en los espacios de trabajo a analizar, según los niveles de iluminación exigida por RETILAP, seleccionando el listado de fuentes a utilizar, para dar cumplimiento con los niveles mencionados.
- Definir el algoritmo donde se discrimine el procedimiento a realizar para el desarrollo de la APP mediante la identificación de datos de entrada, evaluaciones a realizar y resultados esperados.
- Desarrollar una aplicación móvil para dispositivos Android que permita evaluar y/o diseñar un sistema de iluminación, validando los resultados con los obtenidos mediante una simulación con el software DIALux.
- Proponer una alternativa para el mejoramiento del sistema de iluminación actual normal y de emergencia en el edificio A de las UTS mediante el modelamiento de las áreas a mejorar con la aplicación desarrollada corroborando que los resultados obtenidos den cumplimiento con las exigencias del RETILAP 2010 y establecer una comparación con una simulación previa con el Software DIALux.

1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

Los smartphones, han revolucionado la forma de acceder a la información. Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, las APPs pueden ser un recurso más, que sirva gran ayuda en el trabajo a realizar.

Como lo menciona en su publicación Miquel Fulladosa “Vale la pena aclarar que las aplicaciones móviles son útiles para obtener diagnósticos con la aproximación a los valores reales, pero no se consideran equipos homologados.” (Fulladosa, 2015).

A continuación, se presentan aplicaciones de tipo medición (luxómetro) que existen para los Smartphones:

LIGHT METER: Proporciona valores en lux con un 5% error en la medición. (Kabell , 2016).

MEGAMAN LuxMeter Proporciona valores en lux con utilidades medio ambientales. (Martínez, 2017).

LUXMETER PRO ADVANCED: Según la fuente luminosa, mide su intensidad, según el entorno de trabajo. (Martinez , 2018)

De igual manera que la aplicación de medición, se pueden encontrar APPS para modelar sistema de iluminación creando ambientes visuales arquitectónicos cumpliendo con los reglamentos de iluminación de los países en las que fueron desarrollados, algunas de ellas se presentan a continuación:

- **Crestron Mobile:** Ayuda con el control de iluminación. (Crestron, 2018)
- **Cromalight:** Permite controlar iluminación, mediante conexión Arduino y una red Wi-Fi. (Gonzalez , 2012)
- **Lamp Tools:** Selecciona la luz adecuada y elige el tipo de luminaria para cada proyecto. (Torres, 2019)
- **Light Selector:** Simulaciones con lámparas Philips. (Selector, 2019)
- **BeamCalc:** Evalúa características de iluminación. (West Side Systems, 2015).
- **Zumtobel:** Evalúa características de iluminación arquitectónica.
- **Photosynth** brinda referencias a la iluminación arquitectónica. (Velázquez , 2019).

2. MARCOS REFERENCIALES

2.1.1 MARCO TEÓRICO

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Es un sistema de iluminación que tiene como finalidad facilitar la visualización de los objetos en condiciones óptimas de eficacia, comodidad y seguridad. (Fremap, 2015). La Iluminación artificial se puede definir en:

- **Iluminación Directa**
Fuente de luz visible cuyo flujo luminoso es dirigido hacia debajo de manera directa.
- **Iluminación Indirecta**
Fuente de luz visible cuyo flujo luminoso es dirigido hacia el techo, donde se refleja iluminando el espacio de manera más suave.
- **Iluminación Semidirecta**
Es un sistema conformado por combinación de los dos sistemas anteriores.
- **Iluminación Difusa**
Fuente de luz visible cuyo flujo luminoso es dirigido al interior de un volumen que hace que se refleje. (Rosenova, 2016).

ANDROID

Plataforma de código abierto para crear aplicaciones móviles, cuenta con el respaldo corporativo de Google y el grupo de Telecomunicaciones Open Handset Alliance entre los que se encuentra entre otros Intel, T-Mobile y NTT DoCoMo. En palabras de la Open Handset Alliance, Android es la primera plataforma móvil completa, abierta y libre. Los diseñadores de la plataforma tomaron un enfoque integral durante su desarrollo, tomando como base un sistema operativo seguro para así construir un marco de software robusto en la parte superior de su arquitectura que permite el desarrollo de múltiples aplicaciones. (Android, 2019).

DISPOSITIVOS MÓVILES.

Un dispositivo móvil es un aparato pequeño lo que lo hace ser portable, está diseñado para estar conectado a determinada red sea de datos o de telefonía, de manera permanente o intermitente, lo que hace que sea necesaria cierta capacidad de procesamiento y almacenamiento de información, permitiendo y facilitando la comunicación entre ellos mismos. (Arroyo, 2013). La evolución de estos dispositivos ha permitido el desarrollo de muchas aplicaciones, orientadas a diversos campos de la tecnología y la ciencia, lo que hace que este cada vez sea más necesario y más completo en el contenido y la capacidad

de procesamiento, aumentando así los servicios que brinda, la facilidad de uso y adquisición de uno de estos. (Gasca, Camargo, & Medina, 2014).

La evolución de los smartphones ha sido de manera exponencial, permitiendo el uso de los mimos mediante sus aplicaciones en el campo académico. (Fombona, Pascual , & Madeira , 2012).

APLICACIÓN MÓVIL APP

Las aplicaciones para los dispositivos móviles son equivalentes a las herramientas computacionales para los ordenadores de escritorio. (de la Peña & Burgos , 2015)

BLOQUE APP DE ANDROID.

El bloque denominado APP de Android es el constituido por el Smartphone Android y la aplicación para éste; ésta aplicación es la interfaz gráfica que permite al usuario visualizar la información obtenida después del modelamiento del sistema de iluminación. (Ramírez , 2015)

2.1.2 MARCO LEGAL

En la elaboración del proyecto es necesario hacer énfasis en el REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO. RETILAP 2010, quien establece los lineamientos para los sistemas de iluminación a interior evaluar.

El CAPITULO 4 DISEÑOS Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR, nos describe el procedimiento que se deben llevar a cabo para la realización de un diseño óptimo, especialmente las secciones 410, 420 y 470, mencionadas brevemente a continuación:

Sección 410. Requisitos generales del diseño de Alumbrado Interior.

Sección 420. Requisitos Específicos de Iluminación Interior.

420.1. Alumbrado de espacios interiores para trabajo.

420.1.1. Alumbrado de oficinas.

420.1.2. Alumbrado en instituciones educativas, salas de lectura y auditorios.

Sección 470. Alumbrado de emergencia.

470.1. Aspectos generales.

470.2. Instalaciones que requieren de alumbrado de emergencia. (Ministerio de Minas y Energía, 2010)

Y de igual manera se tendrán en cuenta los lineamientos de las:

Section 7.8 Applies to normal means of egress illumination.

Section 7.9 Applies to emergency lighting. (National Fire Protection Association, 2018)

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

3.1. Medición general en un espacio cerrado.

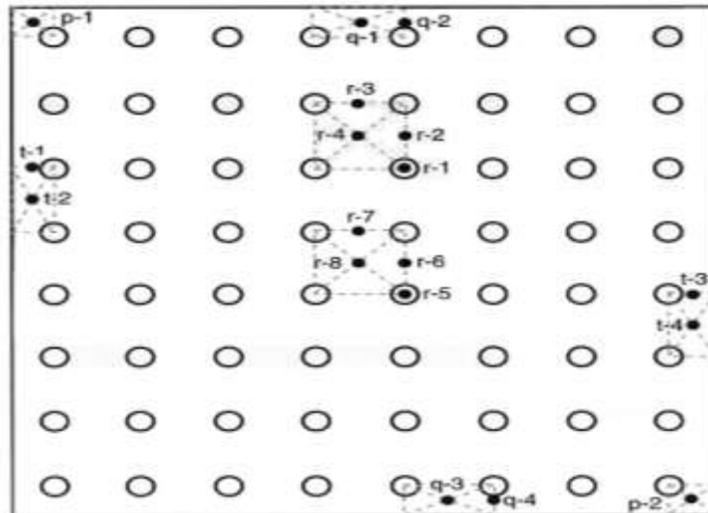
Inicialmente se realizó el registro de las condiciones actuales de los niveles de iluminación en áreas tales como: un aula de clase, un laboratorio, una oficina administrativa, una batería de baños, pasillos y escaleras Edificio A de las UTS, la medición se llevó a cabo con el Luxómetro LT300 marca Extech Instruments, la ficha técnica del mismo se encuentra en el **ANEXO A** del informe, según lo descrito en la SECCIÓN 490 PROCEDIMIENTOS PARA LAS MEDICIONES FOTOMÉTRICAS EN ILUMINACIÓN INTERIOR, excluyendo de las lecturas la luz del día, realizando las mediciones en la noche o mediante persianas, cortinas o superficies que no permiten la incidencia de la luz día.

Para el caso se usó:

Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.

El proceso para llevar a cabo medición se realizó como se observa en la figura 1, promediando el número de lecturas tomadas ***Eprom*** según la ecuación 1:

Figura 1. Puntos de medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.



Fuente: (RETILAP M. d., 2010)

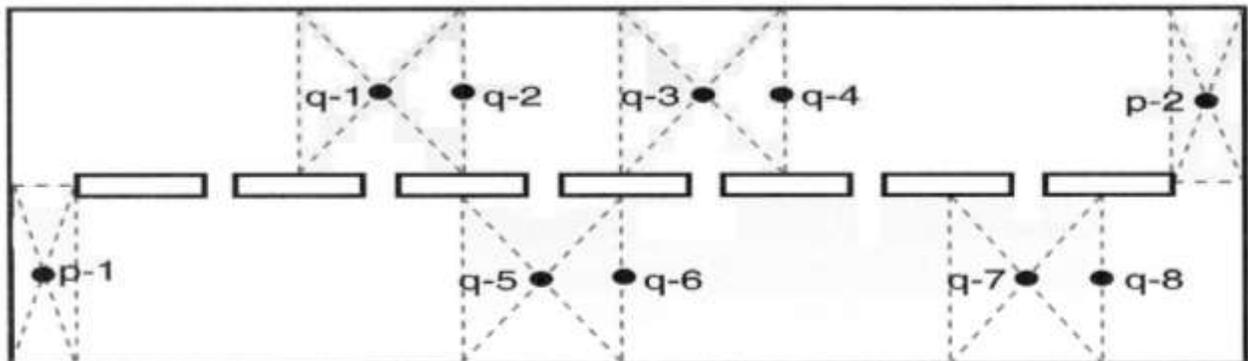
$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P}{NM} \quad (1) \text{ (RETILAP M. d., 2010)}$$

E_{prom} Iluminancia Promedio
N Numero de Luminarias
M Numero de filas de luminarias.

Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.

El proceso para llevar a cabo medición se realizó como se observa en la figura 2, promediando el número de lecturas tomadas *Eprom* según la ecuación 1:

Figura 2. Puntos de medición de iluminancia promedio de la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.



Fuente: (RETILAP M. d., 2010)

Se elaboró un formato según algunas de las recomendaciones dadas en la SECCIÓN 490.3 del RETILAP para mantener un reporte con la información obtenida en las mediciones realizadas, como se muestra a continuación:

- Aula de Clases, 223 Edificio A. (Método empleado: Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas).

Tabla 1. Formato-Registro Medición Aula de Clases 223 Edificio A.

FORMATO					
REGISTRO INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA					
LOCAL					
Aula de Clases, 223 Edificio A.					
DISPOSICIÓN LUMINARIAS					
Áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas					x
Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica					
Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila					
Número de Luminarias Por Fila					3
Número de Filas					3
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
r-1	N/A	N/A	N/A	589	Medición realizada en la noche.
r-2	N/A	N/A	N/A	484	
r-3	N/A	N/A	N/A	573	
r-4	N/A	N/A	N/A	540	
r-5	N/A	N/A	N/A	491	
r-6	N/A	N/A	N/A	410	
r-7	N/A	N/A	N/A	591	
r-8	N/A	N/A	N/A	577	
PROMEDIO (R)	-	-	-	531,875	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
q-1	N/A	N/A	N/A	189	Medición realizada en la noche.
q-2	N/A	N/A	N/A	202	
q-3	N/A	N/A	N/A	211	
q-4	N/A	N/A	N/A	198	
PROMEDIO (Q)	-	-	-	200	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
t-1	N/A	N/A	N/A	200	Medición realizada en la noche.
t-2	N/A	N/A	N/A	211	
t-3	N/A	N/A	N/A	202	
t-4	N/A	N/A	N/A	198	
PROMEDIO (T)	-	-	-	202,75	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
p-1	N/A	N/A	N/A	103	Medición realizada en la noche.
p-2	N/A	N/A	N/A	162	
p-3	N/A	N/A	N/A	191	
p-4	N/A	N/A	N/A	159	
PROMEDIO (P)	0	0	0	153,75	
Eprom	-	-	-	342,972222	

Fuente: Autor

Figura 3. Registro fotográfico, medición Aula de clases 223 Edificio A Punto r-3.



Fuente: Autor

Figura 4. Registro fotográfico, medición Aula de clases 223 Edificio A Punto p-1.



Fuente: Autor

- Laboratorio de Cisco (Método empleado: Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas).

Tabla 2. Formato-Registro Medición Laboratorio de Cisco.

FORMATO					
REGISTRO INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA					
LOCAL					
Laboratorio de CISCO					
DISPOSICIÓN LUMINARIAS					
Áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas					X
Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica					
Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila					
Número de Luminarias Por Fila					3
Número de Filas					3
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
r-1	N/A	N/A	N/A	507	Medición realizada en la noche.
r-2	N/A	N/A	N/A	539	
r-3	N/A	N/A	N/A	491	
r-4	N/A	N/A	N/A	449	
r-5	N/A	N/A	N/A	464	
r-6	N/A	N/A	N/A	539	
r-7	N/A	N/A	N/A	491	
r-8	N/A	N/A	N/A	507	
PROMEDIO (R)	-	-	-	498,375	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
q-1	N/A	N/A	N/A	273	Medición realizada en la noche.
q-2	N/A	N/A	N/A	225	
q-3	N/A	N/A	N/A	259	
q-4	N/A	N/A	N/A	252	
PROMEDIO (Q)	-	-	-	252,25	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
t-1	N/A	N/A	N/A	324	Medición realizada en la noche.
t-2	N/A	N/A	N/A	350	
t-3	N/A	N/A	N/A	241	
t-4	N/A	N/A	N/A	259	
PROMEDIO (T)	-	-	-	293,5	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
p-1	N/A	N/A	N/A	158	Medición realizada en la noche.
p-2	N/A	N/A	N/A	68	
p-3	N/A	N/A	N/A	89	
p-4	N/A	N/A	N/A	178	
PROMEDIO (P)	0	0	0	123,25	
Eprom	-	-	-	356,472222	

Fuente: Autor

Figura 5. Registro fotográfico, medición Laboratorio de Cisco Punto r-2.



Fuente: Autor

Figura 6. Registro fotográfico, medición Laboratorio de Cisco Punto t-3.



Fuente: Autor

- Coordinación de Telecomunicaciones (Método empleado: Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila).

Tabla 3. Formato-Registro Medición Oficina (Coordinación de Telecomunicaciones).

FORMATO					
REGISTRO INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA					
LOCAL					
Oficina (Coordinación de Telecomunicaciones)					
DISPOSICIÓN LUMINARIAS					
Áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas					
Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica					
Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila					X
Número de Luminarias Por Fila					2
Número de Filas					1
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
r-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
r-2	N/A	N/A	N/A	-	
r-3	N/A	N/A	N/A	-	
r-4	N/A	N/A	N/A	-	
r-5	N/A	N/A	N/A	-	
r-6	N/A	N/A	N/A	-	
r-7	N/A	N/A	N/A	-	
r-8	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (R)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
q-1	N/A	N/A	N/A	332	Medición realizada en la noche.
q-2	N/A	N/A	N/A	410	
q-3	N/A	N/A	N/A	247	
q-4	N/A	N/A	N/A	283	
PROMEDIO (Q)	-	-	-	159	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
t-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
t-2	N/A	N/A	N/A	-	
t-3	N/A	N/A	N/A	-	
t-4	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (T)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
p-1	N/A	N/A	N/A	335	Medición realizada en la noche.
p-2	N/A	N/A	N/A	306	
p-3	N/A	N/A	N/A	360	
p-4	N/A	N/A	N/A	318	
PROMEDIO (P)	0	0	0	329,75	
Eprom	-	-	-	244,375	

Fuente: Autor

Figura 7. Registro fotográfico, medición Coordinación Punto **q-1**.



Fuente: Autor

Figura 8. Registro fotográfico, medición Coordinación Punto **p-3**.



Fuente: Autor

- Batería de Baños (Método empleado: Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila).

Tabla 4. Formato-Registro Medición Batería de Baños.

FORMATO					
REGISTRO INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA					
LOCAL					
Batería de Baños					
DISPOSICIÓN LUMINARIAS					
Áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas					
Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica					X
Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila					
Número de Luminarias Por Fila					1
Número de Filas					1
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
r-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
r-2	N/A	N/A	N/A	-	
r-3	N/A	N/A	N/A	-	
r-4	N/A	N/A	N/A	-	
r-5	N/A	N/A	N/A	-	
r-6	N/A	N/A	N/A	-	
r-7	N/A	N/A	N/A	-	
r-8	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (R)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
q-1	N/A	N/A	N/A	80	Medición realizada en la noche.
q-2	N/A	N/A	N/A	202	
q-3	N/A	N/A	N/A	233	
q-4	N/A	N/A	N/A	248	
PROMEDIO (Q)	-	-	-	190,75	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
t-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
t-2	N/A	N/A	N/A	-	
t-3	N/A	N/A	N/A	-	
t-4	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (T)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
p-1	N/A	N/A	N/A	13	Medición realizada en la noche.
p-2	N/A	N/A	N/A	112	
p-3	N/A	N/A	N/A	164	
p-4	N/A	N/A	N/A	185	
PROMEDIO (P)	0	0	0	118,5	
Eprom	-	-	-	118,5	

Fuente: Autor

Figura 9. Registro fotográfico, medición Batería de Baños Punto **q-4**.



Fuente: Autor

Figura 10. Registro fotográfico, medición Batería de Baños Punto **p-4**.



Fuente: Autor

- Pasillo (Método empujado: Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila).

Tabla 5. Formato-Registro Medición Pasillo.

FORMATO					
REGISTRO INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA					
LOCAL					
Pasillo					
DISPOSICIÓN LUMINARIAS					
Áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas					
Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica					
Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila					X
Número de Luminarias Por Fila					3
Número de Filas					1
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
r-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
r-2	N/A	N/A	N/A	-	
r-3	N/A	N/A	N/A	-	
r-4	N/A	N/A	N/A	-	
r-5	N/A	N/A	N/A	-	
r-6	N/A	N/A	N/A	-	
r-7	N/A	N/A	N/A	-	
r-8	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (R)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
q-1	N/A	N/A	N/A	40	Medición realizada en la noche.
q-2	N/A	N/A	N/A	23	
q-3	N/A	N/A	N/A	31	
q-4	N/A	N/A	N/A	20	
PROMEDIO (Q)	-	-	-	28,5	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
t-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
t-2	N/A	N/A	N/A	-	
t-3	N/A	N/A	N/A	-	
t-4	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (T)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
p-1	N/A	N/A	N/A	24	Medición realizada en la noche.
p-2	N/A	N/A	N/A	30	
p-3	N/A	N/A	N/A	24	
p-4	N/A	N/A	N/A	40	
PROMEDIO (P)	0	0	0	29,5	
Eprom	-	-	-	28,833333	

Fuente: Autor

Figura 11. Registro fotográfico, medición Pasillo Punto **q-1**.



Fuente: Autor

Figura 12. Registro fotográfico, medición Pasillo Punto **p-2**.



Fuente: Autor

- Escalera (Método empleado: Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila).

Tabla 6. Formato-Registro Medición Escalera.

FORMATO					
REGISTRO INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA					
LOCAL					
Escalera					
DISPOSICIÓN LUMINARIAS					
Áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas					
Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica					X
Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila					
Número de Luminarias Por Fila					1
Número de Filas					1
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
r-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
r-2	N/A	N/A	N/A	-	
r-3	N/A	N/A	N/A	-	
r-4	N/A	N/A	N/A	-	
r-5	N/A	N/A	N/A	-	
r-6	N/A	N/A	N/A	-	
r-7	N/A	N/A	N/A	-	
r-8	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (R)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
q-1	N/A	N/A	N/A	43	Medición realizada en la noche.
q-2	N/A	N/A	N/A	24	
q-3	N/A	N/A	N/A	25	
q-4	N/A	N/A	N/A	39	
PROMEDIO (Q)	-	-	-	32,75	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
t-1	N/A	N/A	N/A	-	Medición realizada en la noche.
t-2	N/A	N/A	N/A	-	
t-3	N/A	N/A	N/A	-	
t-4	N/A	N/A	N/A	-	
PROMEDIO (T)	-	-	-	0	
Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
p-1	N/A	N/A	N/A	34	Medición realizada en la noche.
p-2	N/A	N/A	N/A	28	
p-3	N/A	N/A	N/A	23	
p-4	N/A	N/A	N/A	17	
PROMEDIO (P)	0	0	0	25,5	
Eprom	-	-	-	25,5	

Fuente: Autor

Figura 13. Registro fotográfico, medición Escalera Punto q-2.



Fuente: Autor

Figura 14. Registro fotográfico, medición Escalera Punto p-2.



Fuente: Autor

El registro fotográfico que evidencia las anteriores mediciones registradas se encuentra en el **ANEXO B**.

3.2. Clasificación de los espacios de trabajo.

Posteriormente se realiza el análisis entre las mediciones tomados en las áreas estudiadas, según el nivel de iluminancia (luxes) exigidas por el RETILAP para las mismas, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 7. Análisis estado actual iluminación Edificio A de las U.T.S. con los niveles promedio exigidos en el RETILAP

ANÁLISIS ESTADO ACTUAL ILUMINACIÓN EDIFICIO A DE LAS U.T.S. CON LOS NIVELES PROMEDIO EXIGIDOS EN EL RETILAP

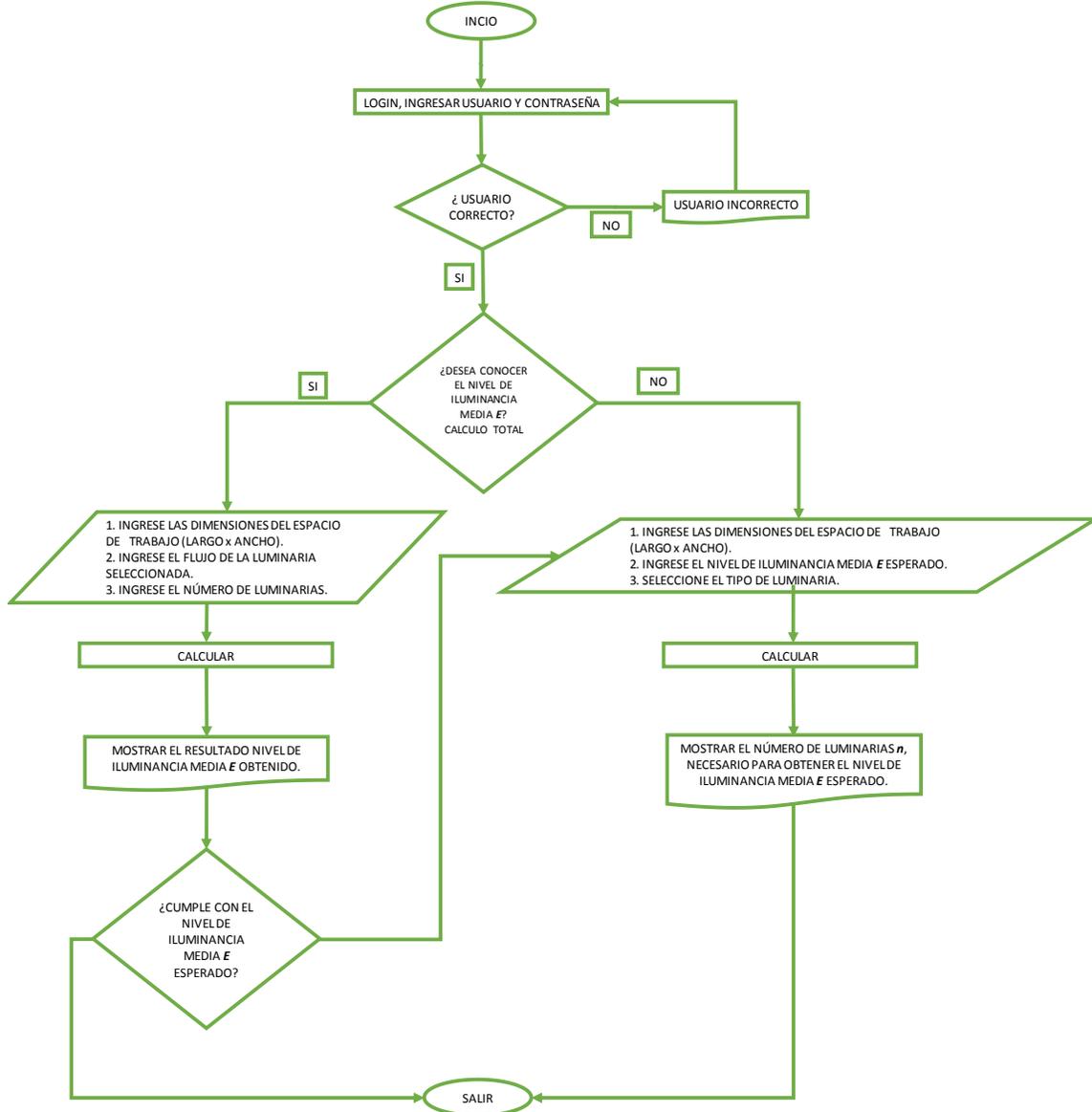
ESPACIO DE TRABAJO	NIVEL DE ILUMINANCIA (LUXES) REGISTRADO EN LAS MEDICIONES (Eprom)	NIVEL DE ILUMINANCIA (LUXES) PROMEDIO EXIGIDO EN EL RETILAP (TABLA 410.1)
Aula de Clases, 223 Edificio A.	342,97	500
Laboratorio de CISCO	356,47	500
Oficina (Coordinación de Telecomunicaciones)	244,75	500
Batería de Baños	18,50	150
Pasillo	28,33	100
Escalera	25,50	150

Fuente: Autor

Se evidencia que en la actualidad el Edificio A de la institución no cuenta con un sistema de iluminación adecuado, tanto para la Iluminación normal como para la de emergencia, Por tal motivo se proponen un listado de Luminarias Base, para realizar un diagnóstico y evaluar una mejora al estado actual.

3.3. Algoritmo para el desarrollo de la Aplicación.

Figura 15. Diagrama de Flujo APP.



Fuente: Autor

3.4. Desarrollo de la APP – Android UTSLux que permite evaluar un sistema de iluminación.

ANDROID STUDIO

La Aplicación UTSLux se programó con Android Studio, el (IDE) oficial de Google para desarrollar APPS para sistemas operativo Android. Posee un robusto editor de códigos para programadores, ofreciendo más funciones para aumenta la productividad de las aplicaciones, como las siguientes: (Studio, 2020)

- Sistema flexible de compilación.
- Rápida emulación.
- Entorno unificado para desarrollares.
- Diversidad de marcos de trabajo y herramientas de prueba.

Figura 16. Logo vista de Android Studio



Fuente: (Studio, 2020)

ESTRUCTURA DE UN PROYECTO ANDROID STUDIO

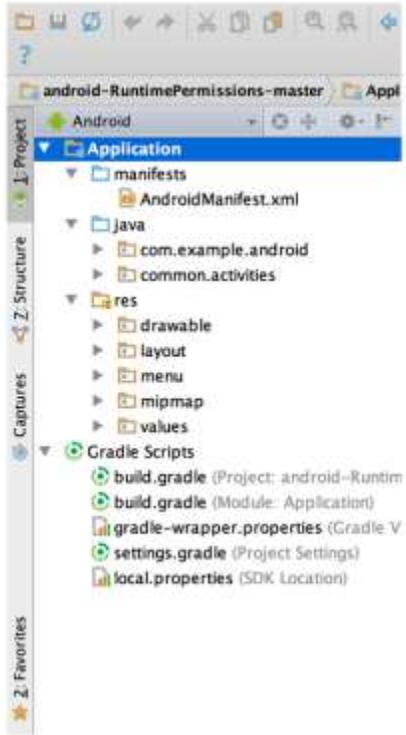
Los proyectos incluyen uno o varios módulos con archivos de código como los siguientes:

- APP Android
- Biblioteca
- Google Engine

Android Studio muestra los archivos en la vista de proyecto de Android. Organizando los módulos para acceder a los archivos fuentes.

Los archivos de compilación contiene las siguientes carpetas: (Android, 2019)

Figura 17. Archivos de proyecto en la vista de Android

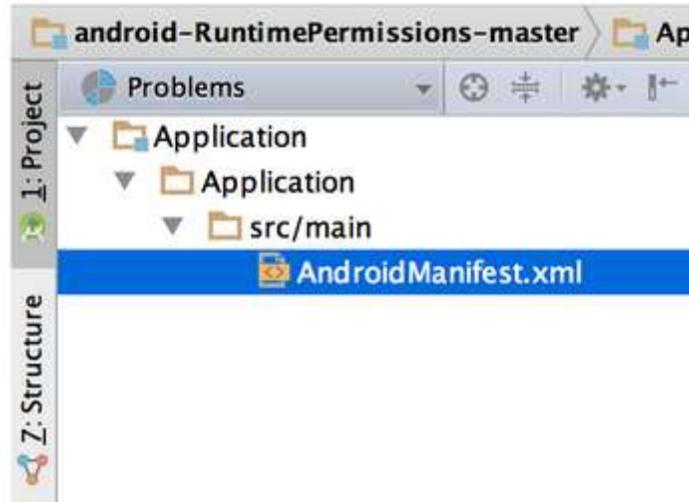


Fuente: (Studio, 2020)

- manifests:
- java
- res

Se puede personalizar la vista de los archivos del proyecto. (Studio, 2020)

Figura 18. Archivos del proyecto en la vista "Problems", en la que se muestra un archivo de diseño con un problema



Fuente: (Studio, 2020)

JAVA

Java es un lenguaje de programación, deriva en su mayoría de C y C++. Las aplicaciones de Java se pueden ejecutar en cualquier máquina virtual Java (JVM). (JAVA, 2020).

CÁLCULO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN INTERIOR

Para determinar los niveles de iluminancia, se pueden encontrar varios métodos que permiten llegar al resultado esperado, la elección del mismo depende de la precisión que se estime para la obtención de un valor de luminancia promedio en un punto específico del espacio de trabajo.

A continuación se mencionan y explican brevemente los métodos para calcular los niveles de iluminación interior.

- **MÉTODO DE ILUMINACIÓN MEDIA (MÉTODO DE LOS LÚMENES)**

Determina el valor medio de iluminancia en un local con alumbrado general, se utiliza con frecuencia en el cálculo de la iluminación de interiores cuando no requiere de gran precisión.

- **Coeficiente del local:**

Determina el índice del local según las dimensiones verticales en el plano de trabajo, para sistemas indirectos se tiene:

$$K_{ind} = \frac{2 \cdot h + (a+l)}{3 \cdot a \cdot l} \quad (2) \text{ (Fernández J. G., 2015)}$$

Donde:

h: Altura del techo sobre el plano de trabajo.

K_{ind}: Coeficiente del Local para sistemas indirectos.

Para los sistemas directos

$$K_{dir} = \frac{h \cdot (a+l)}{a \cdot l} \quad (3) \text{ (Fernández J. G., 2015)}$$

Donde:

h: Altura ubicación de la luminaria.

K_{dir}: Coeficiente del Local para sistemas directos.

○ **Factor de utilización:**

Se consideran como variables para los elementos de iluminación son el índice del local, el factor de reflexión del techo, y el factor de reflexión de la pared. (Fernández J. G., 2015).

De esta manera, se obtiene:

$$E = \frac{n \cdot \phi_l}{A} * K_u * K_m \quad (4) \text{ (Fernández J. G., 2015)}$$

Donde:

E: Nivel de iluminación

ϕ_l: Flujo luminoso (lumen inicial Característica de la Luminaria)

n: Número total de lámparas

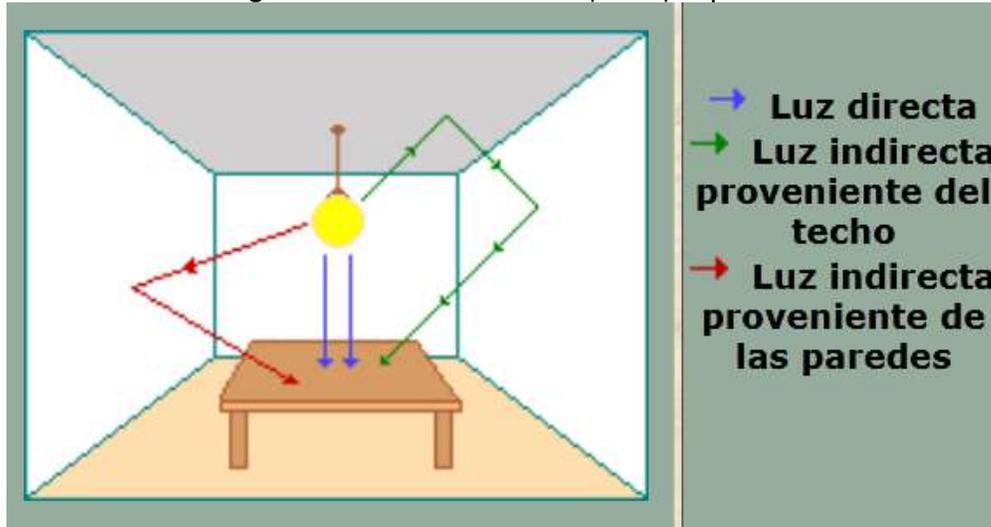
K_u: Factor de utilización.

K_m: Factor de Mantenimiento

• **MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO**

La iluminancia en un punto es la suma de la luz que proviene de dos componentes: la directa y la indirecta.

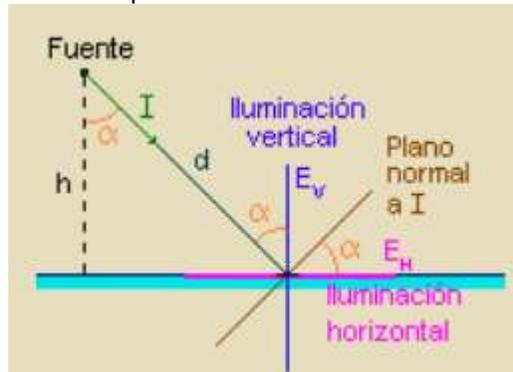
Figura 19. Modelo método del punto por punto



Fuente: (Vicente Blanca, 2011)

Para determinar la distribución de la iluminancia, se debe conocer la iluminancia horizontal (ecuación No. 5). y la iluminancia vertical (ecuación No. 6).(Vicente Blanca, 2011)

Figura 20. Componentes de la iluminancia en un punto



Fuente: (Vicente Blanca, 2011)

$$E_h = \frac{I \cdot \cos(\alpha)}{h^2} \quad (5) \text{ (Vicente Blanca, 2011)}$$

$$E_v = \frac{I \cdot \cos^2(\alpha) \sin(\alpha)}{h^2} \quad (6) \quad (\text{Vicente Blanca, 2011})$$

Donde:

- E_h*: Nivel de iluminación horizontal.
- E_v*: Nivel de iluminación vertical.
- I*: Flujo luminoso (lumen inicial Característica de la Luminaria)
- α*: Ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria.
- h*: Altura de la superficie de la luminaria.

Finalmente el resultado del nivel de iluminación total:

$$E = E_h + E_v \quad (7) \quad (\text{Vicente Blanca, 2011})$$

Donde:

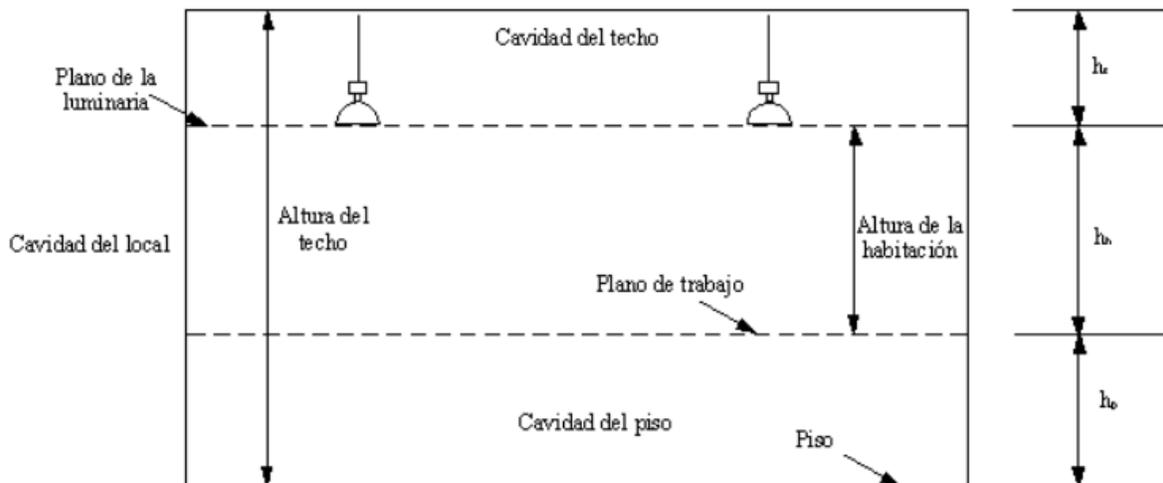
- E* : Iluminancia Promedio.
- E_h*: Iluminancia horizontal.
- E_v*: Iluminancia vertical.

- **MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL**

La iluminancia promedio es igual al flujo que incide sobre el plano de trabajo en relación al área donde está distribuida. (Ochoa, 2007).

El sistema considera una habitación real conformada por tres cavidades, cavidad de techo, suelo y cuarto en el plano de trabajo (Figura 21).

Figura 21. Esquema Cavidades (Método de Cavidad Zonal)



Fuente: (Ochoa, 2007)

Donde:

h_t : Altura del Techo

h_c : Altura de cavidad del local o cuarto

h_p : Altura de cavidad de suelo

De esta manera es posible calcular la “relación de cavidad” y estimar los valores de reflectancia eficaz del suelo y el techo, posteriormente identificar el coeficiente de utilización.

Para cálculo de la iluminación media, se realiza según las siguientes etapas:

$$\gamma_c = \frac{5 \cdot h_c \cdot (l+a)}{l \cdot a} \quad (8) \text{ (Ochoa, 2007)}$$

$$\gamma_p = \frac{5 \cdot h_p \cdot (l+a)}{l \cdot a} \quad (9) \text{ (Ochoa, 2007)}$$

$$\gamma t = \frac{5 \cdot ht \cdot (l+a)}{l \cdot a} \quad (10) \text{ (Ochoa, 2007)}$$

Donde:

γc : Razón de cavidad del cuarto
 γp : Razón de cavidad del piso
 γt : Razón de cavidad del techo
 l : Largo del local (m)
 a : Ancho del local (m)
 ht : Altura del Techo
 hc : Altura de cavidad del local o cuarto
 hp : Altura de cavidad de suelo

Se obtiene el coeficiente de mantenimiento:

$$Km = Kl * Kd * Ky * Kq \quad (11) \text{ (Ochoa, 2007)}$$

Donde:

Km : Factor de mantenimiento
 Kl : Factor de depreciación por uso de la lámpara
 Kd : Factor de depreciación por mantenimiento de equipos
 Ky : Factor de mantenimiento de paredes
 Kq : Factor que considera el porcentaje de lámparas quemadas

Por último se determina la ecuación (12).

$$E = \frac{n \cdot \phi l}{A} * Ku * Km \quad (12) \text{ (Ochoa, 2007)}$$

Donde:

E : Nivel de iluminación
 ϕl : Flujo luminoso (lumen inicial Característica de la Luminaria)
 n : Número total de lámparas
 Ku : Factor de utilización
 Km : Factor de Mantenimiento

DESARROLLO DE LA APP

El desarrollo de la APP se llevó a cabo con Android Studio para dispositivos móviles con sistema operativo Android **Versión 8.0** en adelante, realizando la programación de la misma en Lenguaje JAVA, para optimizar la velocidad de respuesta del dispositivo móvil y reducir el consumo de memoria RAM, el resultado del proceso de cálculo no se muestra en una página individual, se observa en la página del tipo de cálculo seleccionado, a través de la clase View V por medio del método `onLongClick()`, llamando los eventos asociados al mismo sin importar su jerarquía.

Se usó el **MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL** mencionado en el RETILAP 2010 y la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) para realizar el cálculo de la iluminancia promedio.

Se estimó como Factor de utilización $K_u = 0.9$, valor tomado de la revisión realizada en las tablas de algunos fabricantes teniendo en cuenta una reflexión de piso del 20%, de muros del 80% y techo del 70% como lo indica el RETILAP 2010.

Finalmente se ha fijado Factor de Mantenimiento $K_m = 0.84$, con base en la Tabla No. 8 que corresponde a los valores sugeridos por la CIE (En español: "Comisión Internacional de Iluminación"), tomando un ambiente de trabajo Normal (N) y una frecuencia de limpieza de 2 años. (CIE, 2020).

El **MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL** no tiene en cuenta la incidencia de la **luz natural** en los espacio de trabajo, por tal motivo para el desarrollo de UTSLux se omitió esta información para el cálculo de la Iluminancia promedio, de igual manera se resalta que al realizar las mediciones áreas de la institución e observó que no tienen gran aporte de luz natural

Tabla 8. Valores para el factor de Mantenimiento según la CIE (CIE, 2020).

Frecuencia de limpieza.(años)	1				2			
	P	C	N	D	P	C	N	D
Condiciones ambientales.								
Luminarias abiertas.	0,96	0,93	0,89	0,83	0,93	0,89	0,84	0,78
Reflector parte superior abierta.	0,96	0,90	0,86	0,83	0,89	0,84	0,80	0,75
Reflector parte superior cerrada.	0,94	0,89	0,81	0,72	0,88	0,80	0,69	0,59
Reflector cerrado	0,94	0,88	0,82	0,77	0,89	0,83	0,77	0,71
Luminarias a prueba de polvo.	0,98	0,94	0,90	0,86	0,95	0,91	0,86	0,81
Luminarias con emisión indirecta.	0,91	0,86	0,81	0,74	0,86	0,77	0,66	0,57

P: Puro o muy limpio, C: Limpio N: Norma, D: - Sucio
Fuente: (CIE, 2020).

Nota: Para el caso las luminarias a evaluar en las áreas de estudio son de tipo cerradas, donde el foco emisor no se encuentra en contacto directo con el ambiente de trabajo, al estar protegido por una capa difusora de material opalizado, por tal motivo como se toma como escenario crítico el mismo Factor de Mantenimiento $K_m = 0.84$, de la luminaria abierta.

LUMINARIAS

Se seleccionó para la base de datos de UTSLux y realizar los estudios de iluminación referencias de luminarias de la marca Sylvania, teniendo en cuenta su amplia trayectoria de la marca en el mercado, la relación costo beneficio de los productos y facilidad para acceder a la información técnica de los mismos.

En la Tabla 9 se presentan la información más relevante de las Luminarias que conforman la base de datos de UTSLux, cuatro referencias par estudios de iluminación normal y tres para estudios de iluminación de emergencia, las fichas técnicas de las mismas se encuentran en el **ANEXO C** del presente Informe.

Tabla 9. Datos Técnicos Luminarias Seleccionadas Marca Sylvania para realizar los estudios con la APP.

DATOS TÉCNICOS LUMINARIAS SELECCIONADAS			
Descripción	Dimensiones mm	Potencia (W)	Flujo Luminoso(Lumen)
Luminaria Led Lineal	(LxWxH)/1150x80x80	40	3000
Panel Led Redondo	(DxH)/Φ300x18	24	1750
Panel Led Rectangular	(LxWxH)/1195x295x10.5	40	3200
Panel Led Cuadrado	(LxWxH)/595x595x10.5	40	3600
Luminaria Led Emergencia_48PCS	(LxWxH)/76 x 339 x 78	4	110
Luminaria Led Emergencia_R2	(LxWxH)/89 x 349 x 105	3	2x150
Luminaria Led Emergencia_R3	(LxWxH)/100 x 216 x 45	2	2x200

Fuente: Tomado de Autor

INTERFAZ APP UTSLux

Mediante la programación en Lenguaje JAVA en el IDE de Google Android Studio, se desarrolló la aplicación tomando como base para el cálculo de la Iluminancia promedio el método de cavidad zonal, obteniendo como resultado la siguiente interfaz:

- PÁGINA LOGIN:** Ingresar el usuario y contraseña para acceder a la APP.
 Usuario: UTS
 Contraseña: 2020

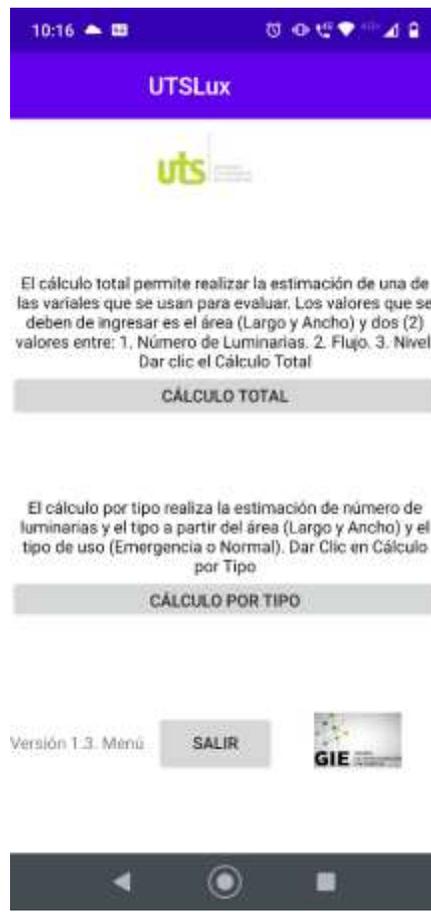
Figura 22. Interfaz APP - Página LOGIN.



Fuente: Autor

- **PÁGINA MENÚ PRINCIPAL:** Permite Seleccionar el estudio que se desea realizar:
 - Cálculo total: Permite realizar la estimación de un de las variables a evaluar tomando como dato principal el área (m²) y como valores referenciales el número de luminarias, flujo de la Luminaria Seleccionada y/o Nivel de Iluminancia esperado).
 - Cálculo por tipo: Realiza la evaluación del número de luminarias necesarias para obtener los valores de referencia tomando como dato principal el área (m²) y el tipo de estudio (iluminación normal y de emergencia referenciado en 500 Luxes y 10 Luxes respectivamente).

Figura 23. Interfaz APP- Página Menú principal.



Fuente: Autor

- **PÁGINA CÁLCULO TOTAL:** Ingresar las dimensiones del espacio de trabajo (m). Los demás valores se incluyen según la información que se desea conocer del análisis de la siguiente manera:
 - Para conocer el nivel medio de Iluminancia E , se debe ingresar el flujo ϕl y el número de la luminaria n seleccionada, posteriormente se realiza el cálculo, si no se alcanza o se supera el E esperado, se debe modificar la cantidad de luminarias.
 - Para conocer la cantidad de luminarias n , se debe ingresar el flujo ϕl de la luminaria seleccionada y el nivel medio de Iluminancia E , posteriormente se procede a calcular, obteniéndose así el número de luminarias necesarias para dar cumplimiento las exigencias solicitadas.

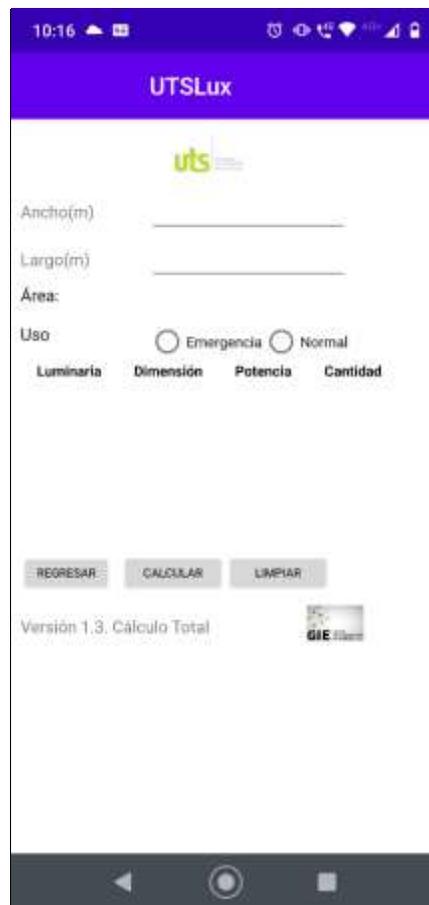
Figura 24. Interfaz APP – Página Cálculo total.



Fuente: Autor

- PÁGINA CÁLCULO POR TIPO:** Ingresar las dimensiones del espacio de trabajo (m) y seleccionar el tipo de estudio a realizar (Iluminación normal o Iluminación de emergencia), posteriormente se calcula y se obtiene el número estimado de luminarias necesarias para obtener el valor referencia de 500 Luxes y 10 Luxes respectivamente, evaluando las características técnicas de las luminarias que hacen parte de la base de datos de la APP. (UTSLux cuenta con 7 tipos de luminarias 4 para estudios de iluminación normales y 3 para estudios de iluminación de emergencia, pero en caso de que se requieran nuevas referencias, se pueden ingresar en el código de la APP).

Figura 25. Interfaz APP – Página Cálculo por tipo.



Fuente: Autor

El Manual de instalación y Descripción de la Obra se puede encontrar en el **ANEXO D** y **ANEXO E** respectivamente.

3.5. Alternativa para el mejoramiento del sistema de iluminación actual normal en el edificio A de las UTS.

Como alternativa las condiciones del sistema de iluminación actual, se presentan las siguientes propuestas:

- En las aulas, se propone la instalación de luminarias en la zona cerca al tablero, ya que es el área que presenta menor nivel de iluminación así como en las zonas cercanas a los muros del salón de clase.
- En los pasillos y escaleras se propone el cambio de las luminarias actuales, por luminarias LED herméticas con un mayor flujo luminoso.
- Otra propuesta para la mejora de los niveles de iluminación en especial en la zona de circulación de los pasillos, es cambiar el color y/o textura de las paredes para mejorar la reflectancia de las mismas, definiendo la reflectancia como la razón entre el flujo luminoso reflejado por la superficie y el flujo que incide sobre la misma. Tal cual como se observan en las siguientes tablas tomadas del RETILAP 2020.

Tabla 10. Reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso para varias combinaciones de reflectancias.

% Reflectancia de techo o piso	90				80				70				60				50				40			
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	10	70	50	30	10	60	30	10	10	50	30	10	
Indice de cavidad																								
0.2	89	86	85	85	76	76	77	74	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09	10	10	09
0.4	86	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09	11	10	08
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08	11	10	08
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08	11	10	08
1.0	86	80	75	69	74	72	67	63	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08	12	10	08
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07	12	10	07
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07	12	10	07
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07	12	09	07
1.8	83	73	64	54	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06	13	09	06
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06	13	09	06
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06	13	09	06
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06	13	09	06
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	53	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06	13	09	06
2.8	81	66	54	44	65	59	48	38	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05	13	09	05
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05	13	09	05
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05	13	09	05
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	38	30	22	29	22	16	11	13	09	05	13	09	05
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04	13	09	04
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04	14	09	04
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04	14	09	04
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04	14	09	04
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	09	04	14	09	04
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	09	04	14	09	04
4.8	75	54	39	29	58	49	36	26	45	32	23	36	25	18	28	20	13	08	14	09	04	14	09	04
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	09	04	14	09	04

Fuente: (RETILAP M. d., 2010)

Tabla 11. Valores de Reflectancia (aproximada) en %, para colores y texturas

TONO	COLOR	REFLECTANCIA (%)	SUPERFICIES	ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN
Muy claro	Bianco nuevo	88	Maple 43 Nogal 16 Caoba 12 Pino 48 Madera clara 30-50 Madera oscura 10-25	Cantera clara 18
	Bianco viejo	76		Cemento 27
	Azul verde	76		Concreto 40
	Crema	81		Mármol blanco 45
	Azul	65		Vegetación 25
	Miel	76		Asfalto limpio 7
	Gris	83		Adoquin de roca 17
Claro	Azul verde	72	ACABADOS METÁLICOS	Grava 13
	Crema	79		Ladrillo claro 30-50
	Azul	55		Ladrillo oscuro 15-25
	Miel	70		
	Gris	73		
Mediano	Azul verde	54	Blanco polarizado 70-85 Aluminio pulido 75 Aluminio mate 75 Aluminio claro 59-79	
	Amarillo	65		
	Miel	63		
	Gris	61		
Oscuro	Azul	8		
	Amarillo	50		
	Café	10		
	Gris	25		
	Verde	7		
	Negro	3		

Fuente: (RETILAP M. d., 2010).

- Se propone realizar un diseño de iluminación de emergencia y la posterior instalación de luminarias en las rutas de evacuación y en la zona de equipos de especiales, para dar cumplimiento a lo establecido en la Sección 4.70 del RETILAP, esto conllevará la instalación de la Lámpara cableada en un circuito independiente hasta su correspondiente tablero de distribución, ya que actualmente el edificio no cuenta con este sistema.
- Se propone la instalación de un sistema automático de control que consta un Timer y un Contactor que permita la entrada en funcionamiento del circuito de iluminación en un horario esperado (4 pm a 11 pm), de esta manera se evitan consumos innecesarios de energía, ya que actualmente las luminarias de los pasillos se encuentran controladas por interruptores ubicados en los extremos de los mismos y en ocasiones se quedan encendidas en el transcurso de la noche.

4. RESULTADOS

Se realizó el estudio de iluminación normal, simulando áreas tales como un pasillo, salón de clase y un Laboratorio, donde se analizó por medio de la APP con dos tipos de luminarias del listado seleccionado el nivel medio de Iluminancia E , esperado para cada espacio de trabajo.

De igual manera se realizó el estudio de la iluminación de emergencia, simulando una vía o pasillo de evacuación, evaluando con los tres Luminarias nivel medio de Iluminancia E para este caso.

Posteriormente se validó la información suministrada por la APP, simulando los espacios de trabajo con el software DIALUX (usando la igual referencia y número de luminarias), la comparación de los resultados obtenidos por cada uno de los programas se muestran en el análisis de resultados Tabla 12.

Tabla 12. Análisis de resultados estudios realizados APP UTSLux / Software DIALUX.

ANÁLISIS DE RESULTADOS						
Área Analizada		Tipo de Luminaria	Número de Luminarias	Iluminancia media (E)		Nivel de precisión UTSLux / DIALUX
Espacio de Trabajo	Area (LxW) m			APP UTSLux	SOFTWARE DIALUX	
Pasillo	100x2	Luminaria Led Lineal	10	113,4	119	-4,94%
		Panel Led Redondo	16	105,84	101	4,57%
Aula de Clase	6x6	Panel Led Rectangular	9	604,8	565	6,58%
		Panel Led Cuadrado	9	680,4	625	8,14%
Laboratorio	8x9	Panel Led Rectangular	15	504	462	8,33%
		Panel Led Cuadrado	15	567	516	8,99%
Ruta de Evacuación	25x2	Luminaria Led Emergencia_48PCS	8	13,3	12,94	2,71%
		Luminaria Led Emergencia_R2	8	18,14	17	6,28%
		Luminaria Led Emergencia_R3	6	18,14	17	6,28%

Fuente: Autor

En la anterior tabla se evidencia una precisión de un +/-10% del valor del nivel de Iluminancia media obtenido con la APP en referencia al valor arrojado después de realizar la simulación con el Software DIALUX. De esta manera la **Eprom** calculado por UTSLux es valor aproximado al dato final que se obtenga después de la construcción y medición del sistema de iluminación propuesto, ya que la experiencia adquirida en el transcurso de estos años en el entorno laboral diseñando con DIALUX y construyendo proyectos de

iluminación en diversas áreas, indica que la propuesta inicial del diseño difiere con referencia al mismo ejecutado, en un valor similar al anteriormente mencionado del +/-10%.

La evidencia de los resultados mencionados se observan en las figuras 26 a la 29.

Figura 26. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un pasillo con Luminarias Led Lineal, mediante la APP UTSLux.



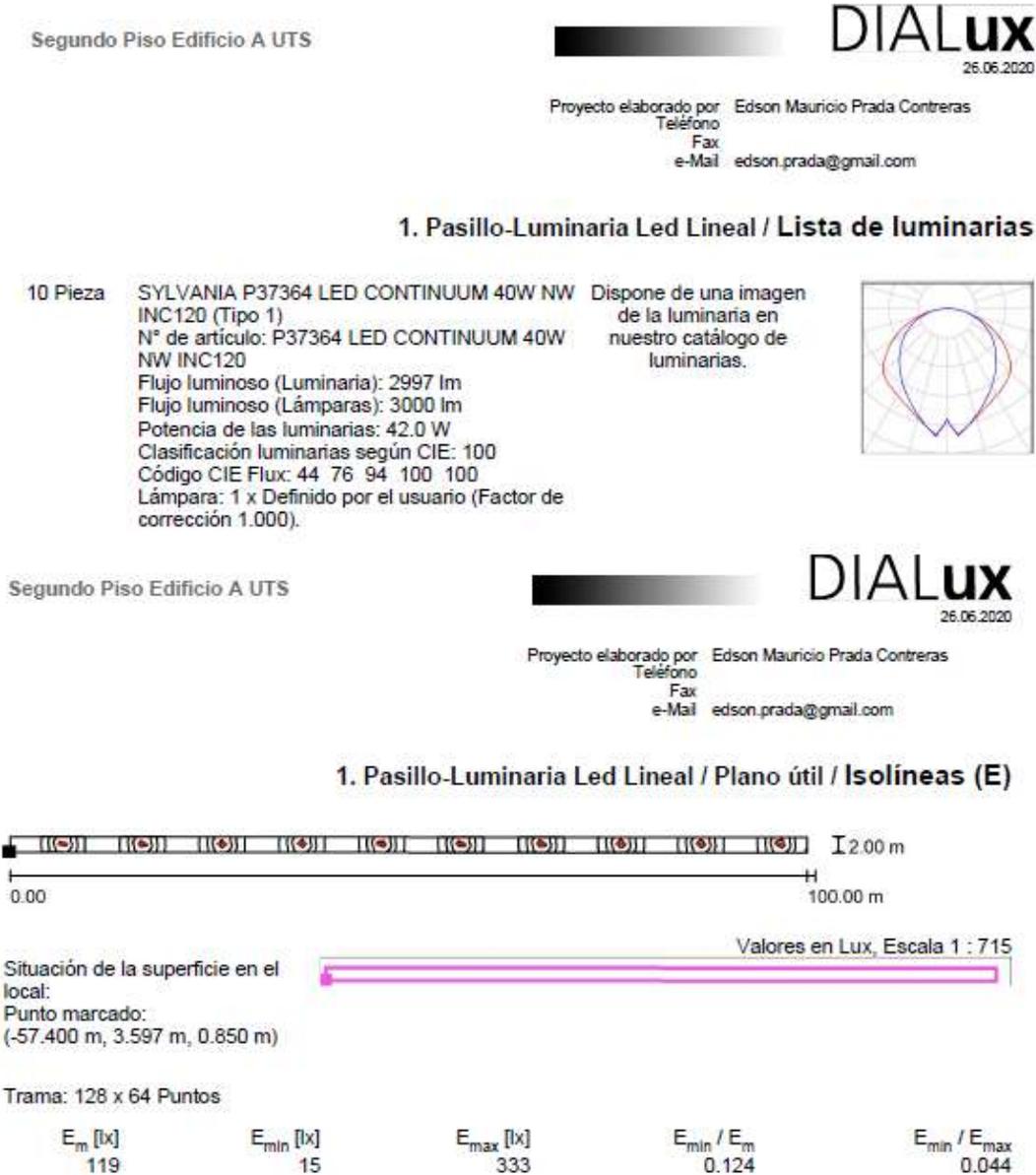
The screenshot shows the UTSLux application interface on a mobile device. The status bar at the top indicates the time is 10:47. The app title "UTSLux" is displayed in a purple header. Below the header is the UTS logo. The main interface consists of several input fields and buttons:

- Largo(m):** 100
- Ancho(m):** 2
- Área:** 200.0 m²
- Nivel(lx):** 113.4
- Flujo(lm):** 3000
- Luminarias:** 10

At the bottom of the input section, there are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". Below these buttons, the text "Versión 1.3. Cálculo Total" is visible, along with a small logo for "GIE". The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps icons.

Fuente: Autor

Figura 27. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un pasillo con Luminarias Led Lineal, mediante el Software DIALUX.



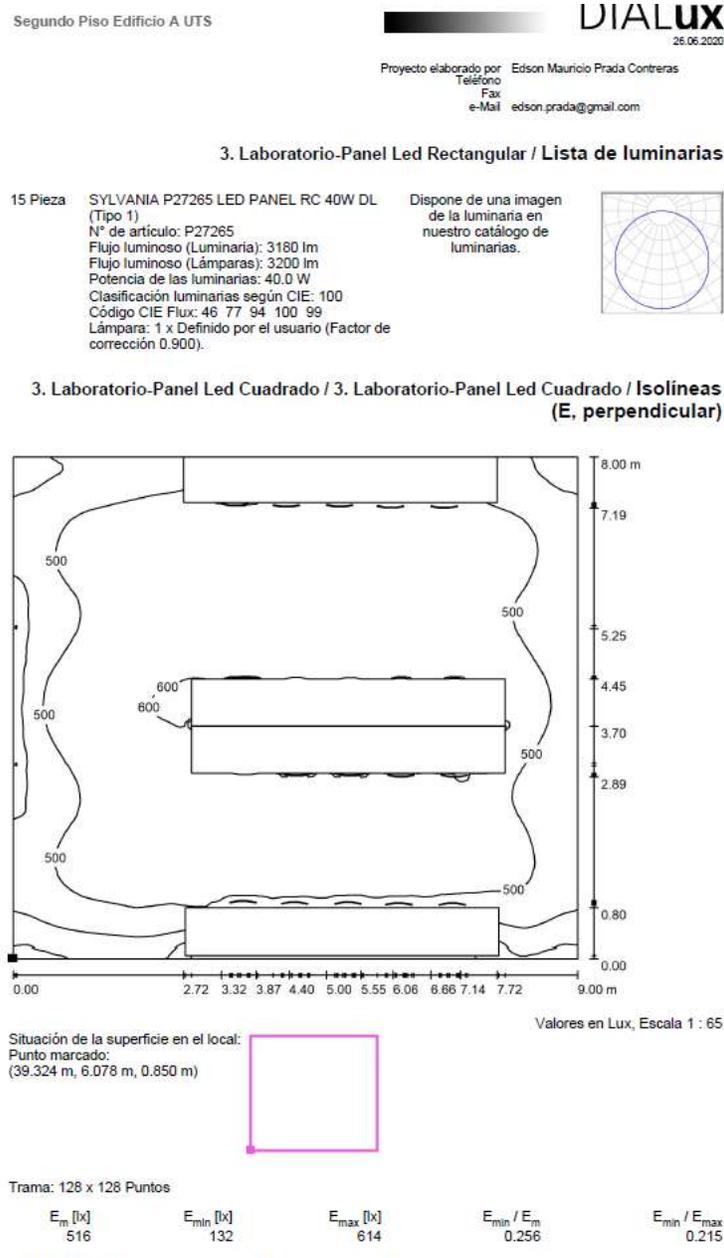
Fuente: Autor

Figura 28. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un Laboratorio con Panel Led Rectangular, mediante la APP UTSLux.



Fuente: Autor

Figura 29. Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un Laboratorio con Panel Led Rectangular, mediante el Software DIALUX.



Fuente: Autor

Los demás resultados complementarios de los análisis realizados con la APP se encuentran en el **ANEXO F** del documento, de igual manera el informe de las simulaciones con el Software DIALUX se evidencian en el **ANEXO G** del Informe.

5. CONCLUSIONES

- Se evidenció por medio del estado del arte que, normalmente para el cálculo del promedio de la iluminación general para un área o cuarto determinado, con una o más fuentes luminosas, el método de cavidades zonales es el recomendado tanto por el RETILAP 2010 como por la Sociedad de Ingenieros en Iluminación de Norteamérica IESNA. Esto debido a que se basa en que la iluminación media es igual al flujo que incide sobre el plano de trabajo dividido por el área sobre la cual se distribuye, afectado directamente por los coeficientes de utilización y de mantenimiento calculados según los espacios de trabajos a estudiar.
- Para determinar el cálculo de iluminación se requiere de dos componentes importantes para obtener mayor precisión: las fuentes de luz o luminarias seleccionadas y las dimensiones de las superficies que se analizan al interior del modelo, siendo estas últimas las llaves primarias de la base de datos de la APP. Por recomendación del RETILAP y aclarando que el método de cavidad zonal no tiene en cuenta la incidencia de la luz natural en el espacio de trabajo, para el desarrollo de UTSLux no se contempló esta información para el cálculo de la iluminancia promedio.
- La APP según la información de entrada calcula la iluminancia (la cantidad de flujo luminoso por unidad de área), el número de luminarias y el tipo de luminaria de la base de datos inicial, presentando un resultado esperado con un nivel de precisión de un +/-10% aproximadamente en comparación con un software comercial, corroborando lo adquirido a través de la experiencia en el ámbito laboral diseñando con DIALUX y construyendo proyectos de iluminación en diversas áreas, donde la propuesta inicial del diseño difiere con referencia al mismo ejecutado en un valor similar al anteriormente mencionado.
- UTSLux sirve como herramienta de ayuda para diagnosticar y/o realizar un diseño inicial de iluminación interior teniendo presente el flujo de las luminarias a utilizar, o estimado el número de las mismas necesarias para obtener el valor referencia de 500 Luxes y 10 Luxes respectivamente, evaluando las características técnicas de las luminarias que hacen parte de la base de datos de la APP. (4 referencias para estudios de iluminación normales y 3 referencias para estudios de iluminación de emergencia, con la opción de ingresar o actualizar a través de su código fuente), siendo esta información el punto de partida para la obtención del diseño final validado con un software comercial
- Al ser la APP un herramienta para usar en dispositivos móviles con sistema operativo Android versión 8.0 en adelante, la velocidad de respuesta de la misma varía según las especificaciones del equipo en el cual esté instalada, a pesar que para reducir el consumo de memoria RAM, el resultado del proceso de cálculo no se muestra en una página individual, observándose en la página del tipo de cálculo seleccionado, a través de la clase View V por medio del método onLongClick(), llamando los eventos asociados al mismo sin importar su jerarquía.

6. RECOMENDACIONES

Según la evaluación de los resultados y lo observado durante del desarrollo del proyecto, se presentan a las UTS las siguientes recomendaciones:

- La APP entregada proporciona los niveles de iluminancia promedio (Luxes), para un espacio interior, se propone a la institución motivar a futuras generaciones de Ingenieros a aumentar el alcance de la APP, para realizar con la misma diseños de iluminación exterior, así como determinar los valores de Uniformidad y el Deslumbramiento (UGR), y de esta manera hacer de UTSLux un producto comercial para la realización de diseños certificados.
- Para aumentar el alcance de UTSLux propone el uso del sensor del dispositivo móvil, como foco receptor para que haga la función de un Luxómetro y logre registrar las condiciones actuales de los sistemas de iluminación, de la APP, tendría mayor información de entrada para la ejecución de los diseños, sin la necesidad de contar un Luxómetro externo.
- Para mejorar los niveles de iluminación actuales, se recomienda que la Institución genere un convenio con un proveedor de Luminarias, de tal manera que realicen el estudio en todas las zonas del Edificio A, entregando un diseño certificado, y a posteriori adquirir las luminarias propuestas con un buen acuerdo económico pactado inicialmente desde el convenio.
- Se propone un diseño y puesta en marcha de un sistema de iluminación de Emergencia para las rutas de evacuación y zonas de equipos especiales en el Edificio A de la institución, de esta manera dar cumplimiento a los, lineamientos de la Sección 4.70 del RETILAP, ya que actualmente el edificio no cuenta con este sistema.
- Se aconseja la profundización en el manejo del desarrollo mediante lenguaje JAVA para la programación de APP que permita diagnosticar o realizar en sitio diseños preliminares de los diferentes campos de acción de la ingeniería eléctrica tales como diseños de Sistemas de puesta a tierra, Análisis de Riesgos contra descargas atmosféricas, Diseño SIPRA, Cálculo de Demandas, Diseño de Iluminación, entre otros, ya que contar con esta herramienta seria de valiosa ayuda para el actuar profesional.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Android. (2019). *Android*. Obtenido de https://www.android.com/intl/es_es/
- Arroyo, N. (2013). *Ingeniería del Movil*. El Corte Inglés.
- Cadavid, J., & Arias, E. (2004). *Revista Academoca, Universidad de EAFIT*. Obtenido de La Regulación Económica de la Distribución de la Energía Eléctrica: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/2014>
- Cárdenas, D., Gómez, L., & Londoño, J. (2018). *Propuesta de diseño para el sistema de iluminación en una empresa manufacturera de*. Manizales.
- Chacón, R., Meza, C., Braga, H., Almeida, P., & Casagrande, C. (2017). *Proceso de diseño de*. San Jose.
- CIE. (2020). *International Commission on Illumination*. Obtenido de <http://cie.co.at/>
- Contreras, Z. (2015). *Sistema de iluminación con un programa controlador para reducir el consumo de energía eléctrica en residencias*. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3924>
- Crestron. (2018). *Crestron*. Obtenido de <https://crestron.com/en-US/Products/Control-Hardware-Software/Software/Apps/CRESTRON-MOBILE>
- de la Peña, F., & Burgos, M. (2015). *Eduotec*. Obtenido de <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/198>
- Espejel, D., Chávez, J., Hoyo, J., & Hernández, F. (2018). *Sistema de Control de Iluminación para Aulas*. Ciudad de Mexico.
- Fernández, J. (2012). *Desarrollo de un algoritmo de propagación de flujo luminoso*. Terrassa.
- Fernández, J. G. (2015). *Calculo de Instalaciones de Alumbrado*. Obtenido de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Fombona, J., Pascual, M., & Madeira, M. (2012). *Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles*. Sevilla.
- Fremap. (2015). *ICV*. Obtenido de <https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/breves/FREMAP/iluminacion.pdf>
- Fulladosa, M. (2015). *APPS DE PREVENCIÓN: TU LUXÓMETRO EN EL MÓVIL*. Obtenido de <http://prevenblog.com/apps-de-prevencion-tu-luxometro-en-el-movil/>
- Gasca, M., Camargo, L., & Medina. (2014). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4778503>
- Gonzalez, O. (2012). *Cromalight: Una App para controlar interruptores a distancia*. Obtenido de <https://blog.bricogeek.com/tag/cromalight>
- JAVA. (2020). *JAVA*. Obtenido de <https://www.java.com>
- Kabell, L. (2016). *IEEE Xplore*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1049748/citations#citations>
- López, R., & Oñate, E. (2010). *Implementación de un sistema automático de ventilación e iluminación controlado por un micro controlador para el laboratorio de mantenimiento eléctrico*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4461>
- Macchione, A., & Lanciotti, N. (2012). *La regulación de los servicios de electricidad en*. Campinas: Economia e Sociedade.
- Martinez, C. (2018). *Repositorio Educativo*. Obtenido de <http://red.uao.edu.co/handle/10614/10413>

- Martínez, I. (2017). *Estudio del desempeño, calidad y costo de fuentes de iluminación LED*. Guanajuato.
- Maupe. (2015). *Consecuencias de una mala iluminación en el trabajo*. Obtenido de <https://www.maupe.com/Empresa/consecuencias-una-mala-iluminacion-trabajo/>
- Ministerio de Minas y Energía. (2010). Retilap.
- Monteoliva, J., & Pattini, A. (2013). *Iluminación natural en aulas: análisis predictivo dinámico del rendimiento lumínico-energético en clima soleados*. Obtenido de <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/40984>
- National Fire Protection Association. (2018). *NFPA 101, Life Safety Code, 2018 edition*.
- Observatory, N. O. (2015). *Niveles de iluminación recomendados (Iluminancia)*. USA.
- Ochoa, P. (2007). *Calculo de Iluminacion*. Obtenido de http://patricioconcha.ubb.cl/eeduc/public_www/capitulo7/calculo_de_iluminacion.html
- Pattini, A. (2012). *RECOMENDACIONES DE NIVELES DE ILUMINACIÓN EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES*. Mendoza.
- Poveda, M. (2007). *EFICIENCIA ENERGÉTICA: RECURSO NO APROVECHADO*.
- Pujol, F. (2005). *El ahorro energético en iluminación*. Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=14729>
- Ramírez, K. (2015). *App Inventor*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31147084/AppInventor.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DApp_Inventor.pdf
- RETILAP, M. d. (2010). Retilap. Colombia.
- Román, R. (2011). *DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA CONTROL DE*. Bucaramanga.
- Rosenova, D. (2016). *TIPOS DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/diluminacionartificial/tipos-de-iluminacion-artificial>
- Schoijet, M. (1980). *Realidad e ideología de la crisis Energetica*. Ciudad de Mexico: Nueva Sociedad.
- Selector, L. (2019). *FROUT 4TH*. Obtenido de <https://four4th.co.uk/light-selector/>
- Serna, C. (2010). *Dialnet, Gestión energética empresarial una metodología para la reducción de consumo de energía*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3875716>
- Serrano, A., Martínez, A., Guarddon, O., & Santolaya, J. (2015). *Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un*. Medellín.
- Studio, A. (2020). *Android Studio*. Obtenido de <https://developer.android.com/studio>
- Torres, M. (2019). *Novedades LAMP: LAMP TOOLS, nueva app gratuita*. Obtenido de www.lamp.es
- Velázquez, M. (2019). *,10 APPS Para 'Hacer Brillar' UN PROYECTO DE ILUMINACIÓN*. Obtenido de <http://prevenblog.com/apps-de-prevencion-tu-luxometro-en-el-movil/>
- Vicente Blanca, N. C. (2011). *L U M I N O T E C N I A*. Valencia.
- West Side Systems. (2015). *West Side Systems*. Obtenido de <http://westsidesystems.com/f-pl/f-beam/beam.html>
- Zumbotel. (2019). *Zumbotel*. Obtenido de <https://www.zumtobel.com/es-es/index.html>

8. ANEXOS

ANEXO A. FICHA TÉCNICA LUXÓMETRO EXTECH LT300.

EXTECH
INSTRUMENTS

LT300 Light Meter



Measures light intensity up to 40,000 Foot-candles or 400,000 Lux with high resolution to 0.01 Fc/Lux. Ideal for indoor lighting tests and for checking security and safety illumination in parking garages, night time ATM areas, stairwells, landings, and hallways.

Features

- Relative mode indicates change in light levels
- Peak mode capture highest reading
- Remote light sensor on 12" (30.5cm) coiled cable — expandable to 24" (61cm)
- Utilizes precision photo diode and color correction filter
- Cosine and color corrected measurements
- Measures up to 40,000Fc/400,000Lux with 0.01 rmax resolution and basic accuracy of $\pm(5\% \text{ rdg} + 0.5\% \text{ FS})$
- MIN/MAX feature stores maximum and minimum readings
- Data Hold freezes reading in the display
- Large LCD display with analog bargraph
- Backlight for readings in low light levels
- Dimensions: 5.9 x 2.95 x 1.57" (150 x 75 x 40mm); Weight: 7oz (200g)
- Complete with 9V battery, light sensor with protective cover, protective holster, and soft case

Ordering

LT300 Light Meter
 LT300-NIST Light Meter with Calibration Traceable to NIST



ANEXO B. REGISTRO FOTOGRÁFICO MEDICIÓN ILUMINANCIA ESPACIOS DE TRABAJO SEGUNDO PISO EDIFICIO A DE LAS UTS.

- AULA DE CLASES 223 EDIFICIO A.

FORMATO 2	
REGISTRO FOTOGRAFICO MEDICIÓN NIVELES DE ILUMINACIÓN	
DATOS DE MEDICIÓN	
LUGAR:	EDIFICIO A UTS (SEGUNDO NIVEL)
ESPACIO DE TRABAJO:	AULA DE CLASES 233A
EQUIPO:	LUXÓMETRO EXTECH LT300
OBSERVACIONES	

- LABORATORIO DE CISCO

FORMATO 2											
REGISTRO FOTOGRAFICO MEDICIÓN NIVELES DE ILUMINACIÓN											
DATOS DE MEDICIÓN											
LUGAR:	EDIFICIO A UTS (SEGUNDO NIVEL)										
ESPACIO DE TRABAJO:	LABORATORIO DE CISCO										
EQUIPO:	LUXÓMETRO EXTECH LT300										
<table border="1" style="width: 100%; height: 300px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"></td> </tr> </table>											
OBSERVACIONES											

- **OFICINA, COORDINACIÓN DE TELECOMUNICACIONES.**

FORMATO 2	
REGISTRO FOTOGRAFICO MEDICIÓN NIVELES DE ILUMINACIÓN	
DATOS DE MEDICIÓN	
LUGAR:	EDIFICIO A UTS (SEGUNDO NIVEL)
ESPACIO DE TRABAJO:	OFICINA (COORDINACIÓN DE TELECOMUNICACIONES)
EQUIPO:	LUXÓMETRO EXTECH LT300
OBSERVACIONES	

- BATERÍA DE BAÑOS.**

FORMATO 2	
REGISTRO FOTOGRAFICO MEDICIÓN NIVELES DE ILUMINACIÓN	
DATOS DE MEDICIÓN	
LUGAR:	EDIFICIO A UTS (SEGUNDO NIVEL)
ESPACIO DE TRABAJO:	BATERÍA DE BAÑOS
EQUIPO:	LUXÓMETRO EXTECH LT300
OBSERVACIONES	

- PASILLO.

FORMATO 2	
REGISTRO FOTOGRAFICO MEDICIÓN NIVELES DE ILUMINACIÓN	
DATOS DE MEDICIÓN	
LUGAR:	EDIFICIO A UTS (SEGUNDO NIVEL)
ESPACIO DE TRABAJO:	BATERÍA DE BAÑOS
EQUIPO:	LUXÓMETRO EXTECH LT300
OBSERVACIONES	

- **ESCALERA.**

FORMATO 2	
REGISTRO FOTOGRAFICO MEDICIÓN NIVELES DE ILUMINACIÓN	
DATOS DE MEDICIÓN	
LUGAR:	EDIFICIO A UTS (SEGUNDO NIVEL)
ESPACIO DE TRABAJO:	ESCALERAS
EQUIPO:	LUXÓMETRO EXTECH LT300
	
	
OBSERVACIONES	

ANEXO C. FICHAS TÉCNICAS LUMINARIAS SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO DE LA APP.

Se seleccionó referencias de luminarias de la marca Sylvania, teniendo en cuenta su amplia trayectoria de la marca en el mercado, la relación costo beneficio de los productos y facilidad para acceder a la información técnica de los mismos.

SYLVANIA

Luminarias LED Lineal LED CONTINUUM 40W NW INC120 P37364



Luminaria lineal LED con driver independiente, distribución de luz homogénea sin sombras, proporciona un sistema de iluminación limpio y sencillo.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno y compacto con stripe LED y difusor opalizado
Perfil de aluminio extruido con acabado en pintura electrostática poliéster

APLICACIONES

Iluminación comercial
Oficinas
Instituciones educativas



Ultra Delgado



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	4000 K (NW)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	42 W
Flujo luminoso	3000 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	90°	Dimensiones (LxWxH)	1150x80x80 mm	Corriente de entrada	0.35 A @120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.90
Reproducción de color (IRC)	>82	Chasis	Aluminio	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	50000 h L70	Óptica	Difusor opal	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	71 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	No

LED Panel

LED PANEL RD 24W DL 100-240V

P24339



Luminaria tipo Panel LED con driver independiente. Montaje de incrustar en cielo raso, con clip de fijación. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente LED SMD y difusor opalizado

Ultra delgado y liviano con disipador de calor integrado

Ganchos de sujeción con resorte para fácil instalación

APLICACIONES

Adecuado para aplicaciones con altura limitada de instalación entre cielo raso y placa

Iluminación general residencial y comercial

Zonas comunes



DATOS ÓPTICOS

DATOS FÍSICOS

DATOS ELÉCTRICOS

Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	24 W
Flujo luminoso	1750 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-240 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (DxH)	Φ300x18 mm	Corriente de entrada	0.2 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.50
Reproducción de color (IRC)	70	Chasis	Aluminio + PC	Distorsión armónica (THD)	<114%
Vida útil	30000 h L70	Óptica	Difusor opalizado	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	73 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

LED Panel

LED PANEL RC 40W DL 100-277

P27265



Luminaria tipo Panel LED con driver independiente. Montaje de incrustar en cielo raso. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente de iluminación lateral basada en LED SMD y difusor opalizado

Ultra delgado y liviano con dissipador de calor integrado

Opción de instalación colgante (guayas y accesorios no incluidos)

APLICACIONES

Adecuado para aplicaciones de iluminación interior

Iluminación general en oficinas e instalaciones educativas

Iluminación general en comercio y consultorios



**12 años
de vida**
(Uso 8 horas al día)



**Ultra
Delgado**



**ENCENDIDO
INSTANTANEO**

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6000 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	40 W
Flujo luminoso	3200 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (LxWxH)	1195x295x10.5 mm	Corriente de entrada	0.333 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.92
Reproducción de color (IRC)	80	Chasis	Aluminio	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	35000 h L70	Óptica	Difusor PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	80 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

LED Panel

LED PANEL SQ 40W DL UNV 50H

P26994



Luminaria tipo Panel LED con driver independiente. Montaje de incrustar en cielo raso. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente de iluminación lateral basada en LED SMD y difusor opalizado

Ultra delgado y liviano con disipador de calor integrado

Opción de instalación colgante (guayas y accesorios no incluidos)

APLICACIONES

Adecuado para aplicaciones de iluminación interior

Iluminación general en oficinas e instalaciones educativas

Iluminación general en comercio y consultorios



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6000 K (DL)	Acabado	Bianco	Potencia de entrada	40 W
Flujo luminoso	3600 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	100°	Dimensiones (LxWxH)	595x595x10.5 mm	Corriente de entrada	0.333 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.92
Reproducción de color (IRC)	80	Chasis	Aluminio	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	50000 h L70	Óptica	Difusor PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	90 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

Emergencia

SYLVANIA

LED Emergencia

LED EMERG 3.2W DL 48 PCS

P25454



Luminaria LED para iluminación de emergencia, para montaje en techo o en pared, con diseño moderno y robusto. Proyección uniforme de la luz, con batería integrada para brindar más de 4 horas de autonomía.

CARACTERÍSTICAS

- Diseño compacto basado en LED SMD
- Chasis de color blanco con cubierta transparente
- Batería recargable y botón de prueba
- Indicador de estado de batería

APLICACIONES

- Pasillos y escaleras
- Áreas comerciales, industriales, de oficinas, e instalaciones educativas
- Rutas de evacuación en interiores



240 minutos
Autonomía en emergencia



**Ultra
Confiable**



**ENCENDIDO
INSTANTANEO**

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	Max 4.5W
Flujo luminoso	110 lm	Grado de protección	IP20	Tensión de operación	110V - 130V
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (WxLxH)	76 x 339 x 78 mm	Frecuencia	50/60 Hz
Reproducción de color (IRC)	>70	Tipo de montaje	Sobreponer	Corriente de entrada	Max 0.040A
Potencia Spot LED	3.2W	Chasis	Carcasa termo plástica	Factor de potencia	0.9
		Material óptica	PMMA	Batería	Li-ion 3.6V2000mAh
		Temperatura de operación	0°C ~ 40°C	Tiempo de carga	24 horas
				Tiempo de autonomía	240 min
				Ciclo carga/descarga	>300 ciclos

LED Emergencia

LED EMERG R1 2X1.2W

P27938



Luminaria LED para iluminación de emergencia, para montaje en techo o en pared, con diseño moderno y robusto. Proyección uniforme de la luz, con batería integrada para brindar 90 minutos de autonomía.

CARACTERÍSTICAS

Diseño compacto con spots integrados
Chasis de color blanco con lámparas ajustables
Batería recargable y botón de prueba
Indicador de estado de batería

APLICACIONES

Pasillos y escaleras
Áreas comerciales, industriales, de oficinas, e instalaciones educativas
Rutas de evacuación en interiores



100 minutos
Autonomía en emergencia



**Ultra
Confiable**



**ENCENDIDO
INSTANTANEO**

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500K (DL)	Acabado	Gris	Potencia de entrada	Max 2.5W
Flujo luminoso	2X75 lm	Grado de protección	IP20	Tensión de operación	120V o 277V
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (WxLxH)	89 x 349 x 105 mm	Frecuencia	50/60 Hz
Reproducción de color (IRC)	>70	Tipo de montaje	Sobreponer	Corriente de entrada	Max 0.02A
Potencia Spot LED	2x1.2W	Chasis	Carcasa termo plástica	Factor de potencia	0.6
		Material óptica	PMMA	Batería	Ni-Cd 3.6V 1000mAH
		Temperatura de operación	0°C ~ 40°C	Tiempo de carga	24 horas
				Tiempo de autonomía	100 min
				Ciclos carga/descarga	>400 ciclos

LED Emergencia

Led Emerg R3 2x1w

P26931



Luminaria LED para iluminación de emergencia, para montaje en techo o en pared, con diseño moderno y robusto. Proyección uniforme de la luz, con batería integrada para brindar más de 90 minutos de autonomía.

CARACTERÍSTICAS

Diseño compacto con spots integrados
 Chasis de color blanco con lámparas ajustables
 Batería recargable y botón de prueba
 Indicador de estado de batería

APLICACIONES

Pasillos y escaleras
 Áreas comerciales, industriales, de oficinas, e instalaciones educativas
 Rutas de evacuación en interiores



90 minutos
Autonomía en emergencia



**Ultra
Confiable**



**ENCENDIDO
INSTANTANEO**

DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color 6000K (DL)
 Flujo luminoso 200 lm
 Ángulo de apertura 32°
 Reproducción de color (IRC) >70
 Potencia Spot LED 2X1W LED

DATOS FÍSICOS

Acabado Blanco - Opalizado
 Grado de protección IP20
 Dimensiones (WxLxH) 100 x 216 x 45 mm
 Tipo de montaje Sobreponer
 Chasis Carcasa termo plástica
 Material óptica PMMA
 Temperatura de operación 0°C ~ 40°C

DATOS ELÉCTRICOS

Potencia de entrada Max 2W
 Tensión de operación 120v/277V
 Frecuencia 50/60 Hz
 Corriente de entrada Max 0.016A
 Factor de potencia >0.4
 Batería 3.6V1000MAH Ni-Cad
 Tiempo de carga 24 horas
 Tiempo de autonomía 90 min
 Ciclos carga/descarga >400 ciclos



ANEXO D. MANUAL DE USUARIO E INSTALACIÓN

MANUAL DE USUARIO E INSTALACIÓN

UTSLux

Descripción breve

En este manual se describen todos los pasos a seguir para poder instalar correctamente la APP UTSLux en dispositivos móviles con Sistema Operativo Android 8.0 en adelante, así como el método de empleo de la misma.

Edson Mauricio Prada Contreras
edson.prada@gmail.com

Contenido 1

1.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2.	<u>DESCRIPCIÓN</u>	2
3.	<u>PROCESO DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN –UTSLUX-.....</u>	3
3.1.	INSTALACIÓN UTSLux	3
4.	<u>MANUAL DE USO UTSLUX.....</u>	6
1.	<u>APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID-UTSLUX.</u>	1
1.1.	PERSPECTIVA DEL SISTEMA	1
1.2.	REQUERIMIENTOS DE LA APP	2
	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	2
	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	2
1.3.	DIAGRAMA DE UTSLux	3
1.4.	UTSLUX APP – ANDROID	4
	ESTRUCTURA DE PAQUETES (CARPETAS)	4

Lista de Tablas

Tabla 1. Niveles de Iluminancia Mínimo, Medio y Máximo, Tabla 410.1 RETILAP 2010.	10
Tabla 2. Datos Técnicos Luminarias Seleccionadas para realizar los estudios con la APP.	11

Lista de Figuras

Figura 1	Mensaje de Bloqueo Sistema Operativo Dispositivo Móvil.	3
Figura 2	Pasos para desbloquear y permitir instalar APP de Origen diferente a la Play Store.	4
Figura 3	Desbloqueo e instalación de la APP.....	4
Figura 4	Pasos para desbloquear y permitir instalar APP de Origen diferente a la Play Store, dispositivos móviles con Android 8.0 Oreo en adelante.....	5
Figura 5	Interfaz APP - Página LOGIN.....	6
Figura 6	Interfaz APP- Página Menú principal.....	7
Figura 7.	Interfaz APP – Página Cálculo total.....	8
Figura 8	Interfaz APP – Página Cálculo total.....	9

UTSLux

Manual de Usuario e Instalación

1. INTRODUCCIÓN

Este manual tiene la finalidad de servir como guía de instalación para el Usuario de la **APP UTSLux**. Se debe tener en cuenta la información preestablecida al momento de acceder a la APP (Usuario: UTS y Contraseña: 2020)

Los procesos aquí descritos parten de la Instalación con el archivo .apk, continuando con el acceso a la APP y el método de uso la misma.

2. DESCRIPCIÓN

La **APP UTSLux** se desarrolló para dispositivos móviles con sistema operativo Android versión 8.0 en adelante, para el uso de la misma se debe contar con un conocimiento previo de las características técnicas (Flujo Luminoso) la luminaria con la cual se desea realizar el estudio, sin importar si el análisis a realizar es “Cálculo Total” o “Cálculo por tipo”.

Inicialmente se accede por medio de un Usuario (UTS) y contraseña (2020) en caso de ingresar un dato erróneo, la APP no permitirá el ingreso a la misma. Después de acceder a **UTSLux** se visualiza la página donde se selecciona el tipo de cálculo el análisis a realizar “Cálculo Total” o “Cálculo por tipo”.

- **PÁGINA CÁLCULO TOTAL:** Ingresar según la información que se desea conocer del análisis de la siguiente manera:
 - Para conocer el nivel medio de Iluminancia E , se debe ingresar el flujo ϕl y el número de la luminaria n seleccionada, posteriormente se realiza el cálculo, si no se alcanza o se supera el E esperado, se debe modificar la cantidad de luminarias.
 - Para conocer la cantidad de luminarias n , se debe ingresar el flujo ϕl de la luminaria seleccionada y el nivel medio de Iluminancia E , posteriormente se procede a calcular, obteniéndose así el número de luminarias necesarias para dar cumplimiento las exigencias solicitadas.
- **PÁGINA CÁLCULO POR TIPO:** Ingresar las dimensiones del espacio de trabajo (m) y seleccionar el tipo de estudio a realizar (Iluminación normal o Iluminación de emergencia), posteriormente se calcula y se obtiene el número estimado de luminarias necesarias para obtener el valor referencia de 500 Luxes y 10 Luxes respectivamente, evaluando las características técnicas de las luminarias que hacen parte de la base de datos de la APP. (UTSLux cuenta con 7 tipos de luminarias 4 para estudios de iluminación normales y 3 para estudios de iluminación de emergencia, pero en caso de que se requieran nuevas referencias, se pueden ingresar en el código de la APP).

La precisión del valor del nivel de Iluminancia media E_{prom} obtenido con **UTSLux** en referencia al valor arrojado después de realizar la simulación con el Software DIALUX, oscila en un $\pm 10\%$, siendo un valor bastante aproximado en contraste con los Diseños realizados con DIALUX, y la medición en terreno de lo mismo después de su construcción.

3. PROCESO DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN –UTSLUX-

Para poder utilizar la **APP UTSLux** es necesario acceder al archivo instalable **UTSLux.apk**, como se mencionó anteriormente contiene toda la información necesaria para instalar una aplicación en el dispositivo móvil Android.

Es necesario aclarar que cuando se descarga por primera vez un **archivo APK** y posteriormente se intenta instalar en el móvil, desde el navegador el sistema operativo el mismo **bloquea la instalación por seguridad**.

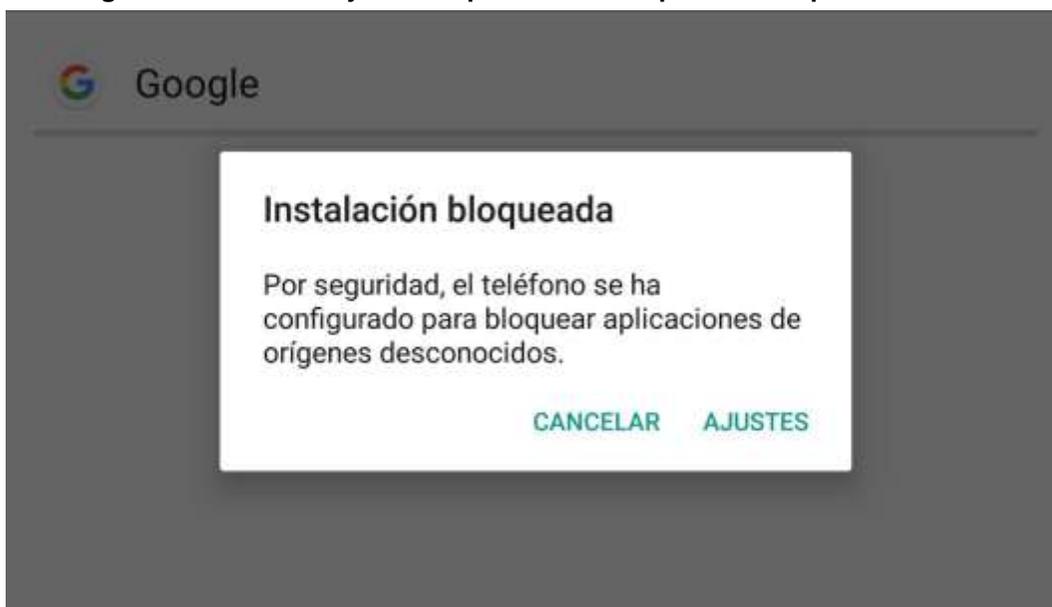
A continuación se configurará e instalará en el dispositivo móvil la APP UTSLux:

3.1. INSTALACIÓN UTSLux

Inicialmente se puede acceder al archivo instalable **UTSLux.apk** siendo compartido por las diferentes aplicaciones de mensajería instantánea tales como Whatsapp, Facebook Messenger, Line, Snapchat, etc, o través de conexión de manera directa (cable) del dispositivo móvil al equipo donde se estén ejecutando el CD de entrega con todos los archivos de la Aplicación. Como ya fue mencionado es necesario que el sistema operativo del dispositivo móvil sea versión Android 8.0 o superior.

Posteriormente se procede a la instalación del archivo ejecutable, y mostrará el siguiente mensaje de bloque en el dispositivo móvil:

Figura 1. Mensaje de Bloqueo Sistema Operativo Dispositivo Móvil.

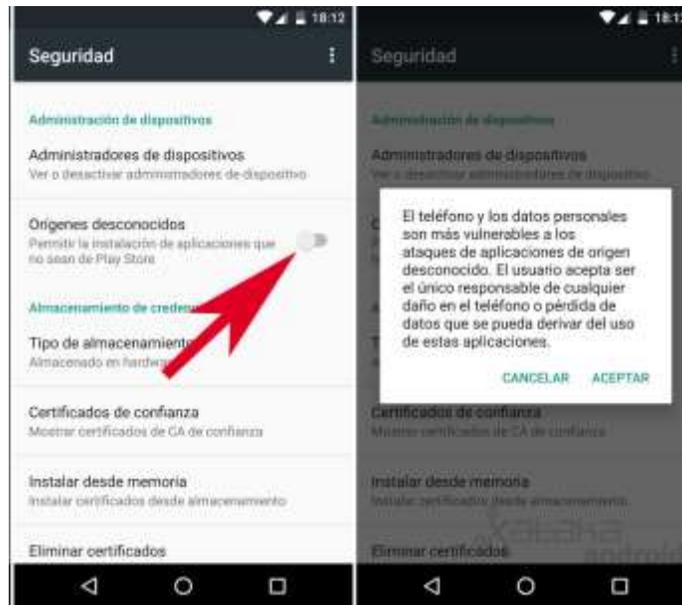


Fuente: Autor

La misma ventana de seguridad indica cómo quitar esta protección.

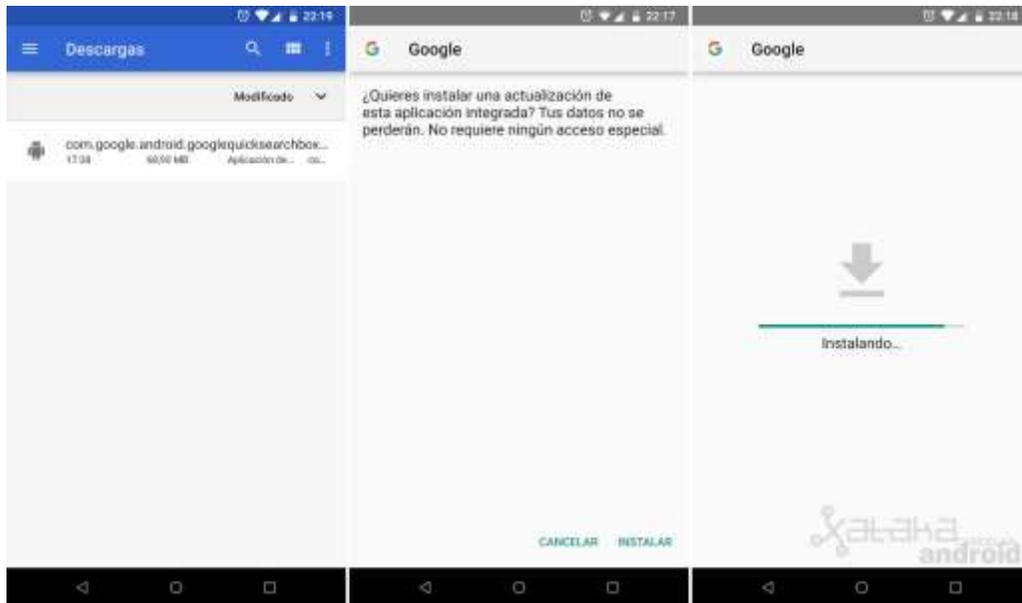
Es en **Ajustes > Seguridad**, se habilita la opción para la instalación de aplicaciones que no sean de Play Store y para ello tan sólo debe activar la opción **Orígenes desconocidos**.

Figura 2. Pasos para desbloquear y permitir instalar APP de Origen diferente a la Play Store.



Fuente: Autor

Figura 3. Desbloqueo e instalación de la APP.

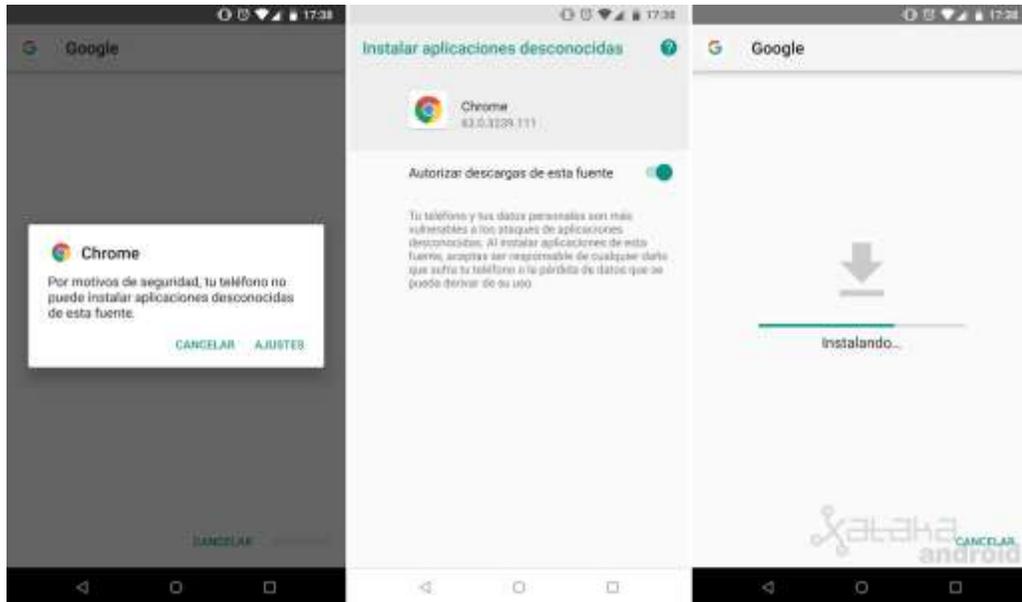


Fuente: Autor

Manual de Usuario e Instalación

Para dispositivos móviles con sistema operativo Android 8.0 Oreo en adelante, la seguridad frente la instalación de aplicaciones de orígenes desconocidos es más rigurosa.

Figura 4. Pasos para desbloquear y permitir instalar APP de Origen diferente a la Play Store, dispositivos móviles con Android 8.0 Oreo en adelante.



Fuente: Autor

4. MANUAL DE USO UTSLux.

A continuación, se presenta una descripción de cada una de las páginas que componen la Interfaz de **UTSLux** y el método de empleo de la misma:

- **PÁGINA LOGIN:** Ingresar el usuario y contraseña para acceder a la APP.
Usuario: UTS
Contraseña: 2020

Figura 5. Interfaz APP - Página LOGIN.



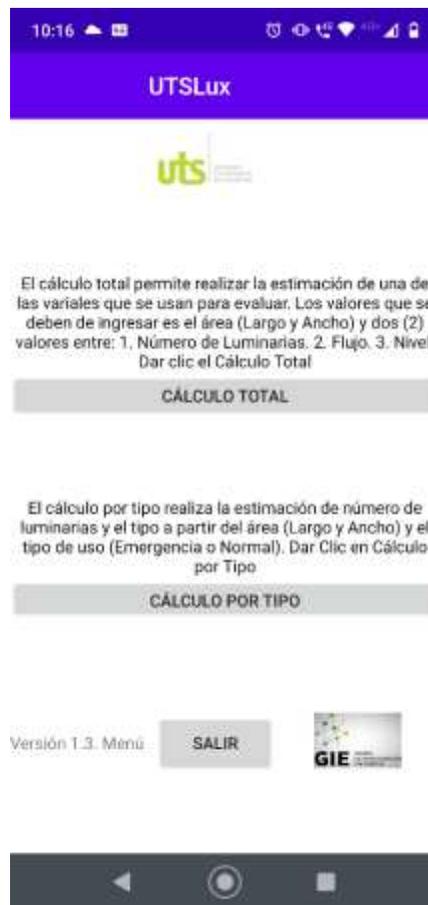
Fuente: Autor

UTSLux

Manual de Usuario e Instalación

- **PÁGINA MENÚ PRINCIPAL:** Permite Seleccionar el estudio que se desea realizar:
 - **Cálculo total:** Permite realizar la estimación de un de las variables a evaluar tomando como dato principal el área (m²) y como valores referenciales el número de luminarias, flujo de la Luminaria Seleccionada y/o Nivel de Iluminancia esperado).
 - **Cálculo por tipo:** Realiza la evaluación del número de luminarias que hacen parte de la base de datos de la APP, necesarias para obtener los valores referenciados de 500 luxes y 10 Luxes para iluminación normal y de emergencia respectivamente, tomando como dato principal el área (m²) del espacio de trabajo.

Figura 6. Interfaz APP- Página Menú principal.



Fuente: Autor

- **PÁGINA CÁLCULO TOTAL:** Ingresar las dimensiones del espacio de trabajo (m). Los demás valores se ingresan según la información que se desea conocer del análisis de la siguiente manera:
 - Si se desea conocer el nivel medio de Iluminancia E , se debe ingresar el flujo ϕl y el número de la luminaria n seleccionada, posteriormente calculamos, si no se alcanza o se supera el E esperado, se debe modificar la cantidad de luminarias.
 - Si se desea conocer la cantidad de luminarias n , se debe ingresar el flujo ϕl de la luminaria seleccionada y el nivel medio de Iluminancia E , posteriormente calculamos, y obtenemos el número de luminarias necesarias para dar cumplimiento las exigencias solicitadas.

Figura 7. Interfaz APP – Página Cálculo total.

The screenshot shows the mobile application interface for the 'Cálculo total' page. The top status bar shows the time 10:16 and various system icons. The app title 'UTSLux' is displayed in a purple header. Below the header is the 'uts' logo. The main content area contains several input fields: 'Largo(m)', 'Ancho(m)', 'Área:', 'Nivel(lx)', 'Flujo(lm)', and 'Luminarias'. Below these fields are three buttons: 'CALCULAR', 'LIMPIAR', and 'REGRESAR'. At the bottom of the screen, it displays 'Versión 1.3. Cálculo Total' and a small GIE logo. The bottom navigation bar shows the standard Android navigation icons.

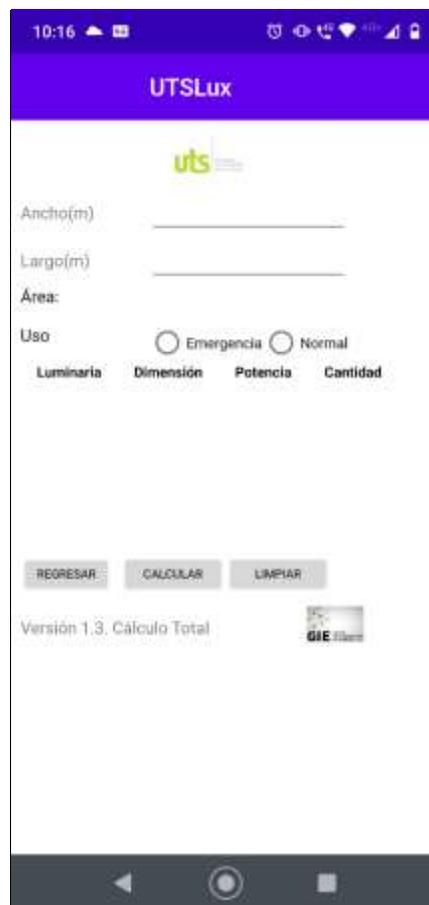
Fuente: Autor

UTSLux

Manual de Usuario e Instalación

- **PÁGINA CÁLCULO POR TIPO:** Ingresar las dimensiones del espacio de trabajo (m) y seleccionar el tipo de estudio a realizar (Iluminación normal o Iluminación de emergencia), posteriormente se calcula y se obtiene el número estimado de luminarias necesarias para obtener el valor referencia de 500 Luxes y 10 Luxes respectivamente, evaluando las características técnicas de las luminarias que hacen parte de la base de datos de la APP. (UTSLux cuenta con 7 tipos de luminarias 4 para estudios de iluminación normales y 3 para estudios de iluminación de emergencia, pero en caso de que se requieran nuevas referencias, se pueden ingresar en el código de la APP).

Figura 8. Interfaz APP – Página Cálculo total.



Fuente: Autor

Es importante que el usuario que esté realizando el estudio debe tener claro niveles de Iluminancia promedio exigidos por RETILAP para colegios, centros educativos y áreas generales de edificaciones como se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles de Iluminancia Mínimo, Medio y Máximo, Tabla 410.1 RETILAP 2010.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Colegios y centros educativos.				
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Fuente: RETILAP 2010.

De igual manera en la Tabla 2 se describe la información técnica de las luminarias que hacen parte de la base de datos de UTSLux y que se emplearan en los análisis a realizar con la APP, información debe ser de conocimiento del usuario de la misma.

Tabla 2. Datos Técnicos Luminarias Seleccionadas para realizar los estudios con la APP.

DATOS TÉCNICOS LUMINARIAS SELECCIONADAS			
Descripción	Dimensiones mm	Potencia (W)	Flujo Luminoso(Lumen)
Luminaria Led Lineal	(LxWxH)/1150x80x80	40	3000
Panel Led Redondo	(DxH)/Φ300x18	24	1750
Panel Led Rectangular	(LxWxH)/1195x295x10.5	40	3200
Panel Led Cuadrado	(LxWxH)/595x595x10.5	40	3600
Luminaria Led Emergencia_48PCS	(LxWxH)/76 x 339 x 78	4	110
Luminaria Led Emergencia_R2	(LxWxH)/89 x 349 x 105	3	2x150
Luminaria Led Emergencia_R3	(LxWxH)/100 x 216 x 45	2	2x200

Fuente: Autor



ANEXO E. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

UTSLux

Descripción breve

En este manual se describen todos los elementos que conforman la herramienta UTSLux desde los requisitos funcionales hasta los archivos que conforman toda la herramienta

Edson Mauricio Prada Contreras
edson.prada@gmail.com

Contenido

1. APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID-UTSLUX.....	1
1.1. PERSPECTIVA DEL SISTEMA	1
1.2. REQUERIMIENTOS DE LA APP.	2
REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	2
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	2
1.3. DIAGRAMA DE UTSLUX	3
1.4. UTSLUX APP – ANDROID	4
ESTRUCTURA DE PAQUETES (CARPETAS)	4
BASES DE DATOS SQLITE	6
PÁGINA LOGIN	7
PÁGINA MENÚ PRINCIPAL.	8
PÁGINA CÁLCULO TOTAL.	9
PÁGINA CÁLCULO POR TIPO.	10

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la APP.	3
Figura 2. Estructura de Paquetes - UTSLux APP	4
Figura 3. Java – UTSLUX APP	5
Figura 4. Test - UTSLUX APP.....	5
Figura 5. Resources - UTSLUX APP.....	6
Figura 6. Interfaz APP - Página LOGIN. UTSLux APP	7
Figura 7. Interfaz APP- Página Menú principal.- UTSLux APP	8
Figura 8. Página Cálculo total. UTSLux APP.....	9
Figura 9. Página Cálculo por tipo. UTSLux APP	10

1. APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID-UTSLux.

1.1. PERSPECTIVA DEL SISTEMA

Para el uso de la APP se debe tener conocimiento previo del flujo de la luminaria con la cual se desee realizar el análisis (La APP cuenta con 7 tipos de luminarias 4 para estudios de iluminación normales y 3 para estudios de iluminación de emergencia, pero en caso de que se requieran nuevas referencias, se pueden ingresar en el código de la APP).

Inicialmente para el Ingreso a la APP, se debe introducir el Usuario y contraseña predeterminados, posteriormente en la segunda página de la Interfaz se puede acceder al tipo de cálculo que se desea realizar (cálculo Total o cálculo por tipo) En la página Cálculo total, se realiza un diagnóstico o diseño inicial donde se debe introducir como valor fijo de entrada el área del espacio de trabajo a estudiar, posteriormente se ingresa el flujo de la luminaria con la cual se desea trabajar y el número que se estime para llegar al nivel esperado.

En la página Cálculo por tipo, se realiza la evaluación del número de luminarias que hacen parte de la base de datos de la APP, necesarias para obtener los valores referenciados de 500 luxes y 10 Luxes para iluminación normal y de emergencia respectivamente, tomando como dato principal el área (m²) del espacio de trabajo.

1.2. REQUERIMIENTOS DE LA APP.

Requerimientos No Funcionales

- La APP debe tener una interfaz agradable al usuario, intuitiva y fácil de utilizar.
- Debe ser una APP de información modular que permita a futuro seguir agregando nuevos módulos y funcionalidades.
- Debe poder ser accedido desde cualquier dispositivo móvil Android a través de internet.
- La APP debe ser modificada por medio del entorno de desarrollo (IDE) Android Studio, con el cual fue creada, manteniendo las características de programación en JAVA.
- La APP debe poder correr sobre sistemas Android versión 8.0 o superior.

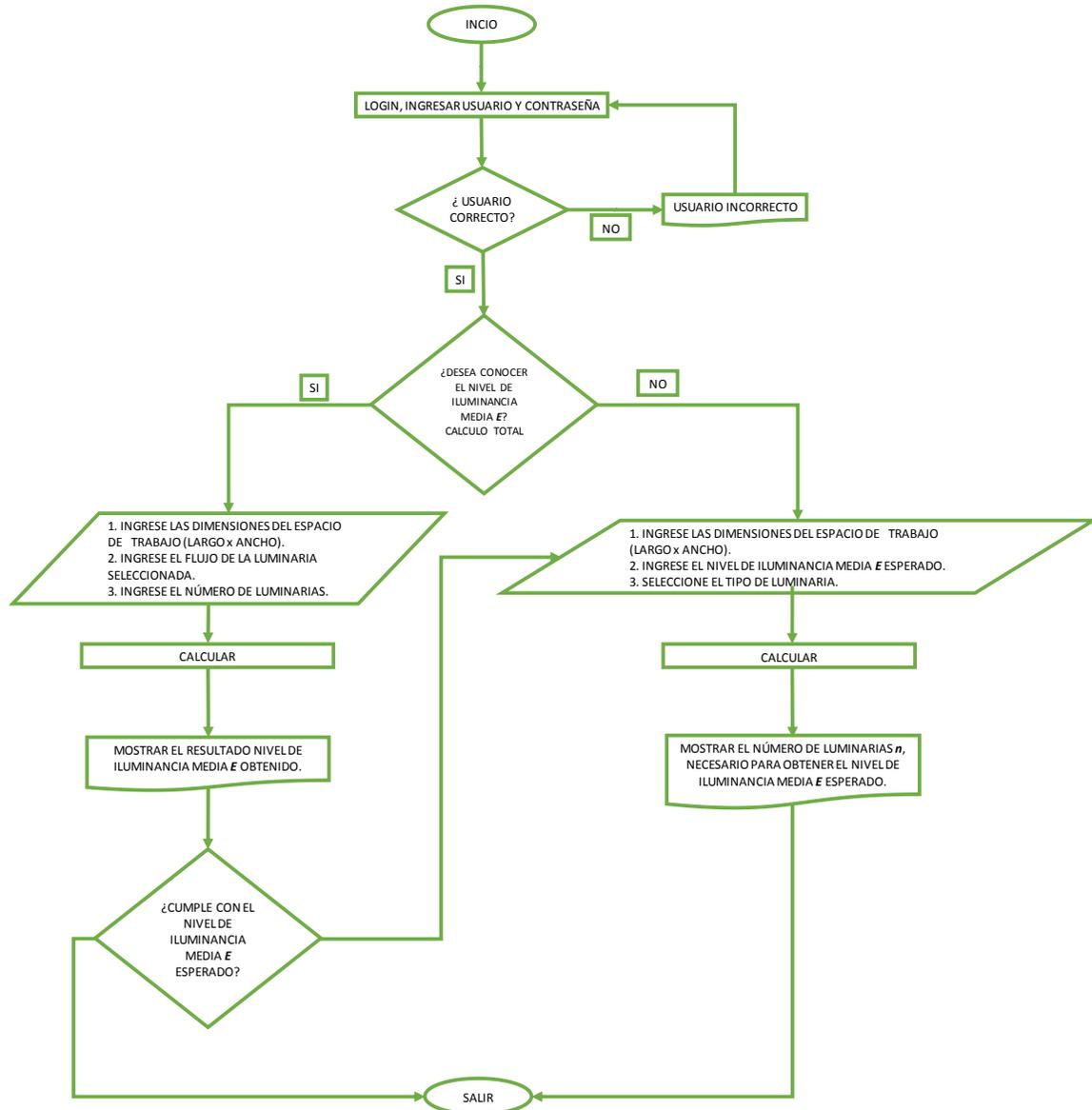
Requerimientos Funcionales

- El sistema operativo del dispositivo móvil Android, debe ser versión 8.0 o superior para su correcto funcionamiento.
- Tener conocimiento del Usuario y contraseña predeterminados para acceder a la APP, Usuario UTS en Mayúsculas, Contraseña 2020.
- Tener conocimiento previo del flujo de la luminaria con la cual se dese realizar el estudio (La APP cuenta con 7 tipos de luminarias 4 para estudios de iluminación normales y 3 para estudios de iluminación de emergencia, pero en caso de que se requieran nuevas referencias, se pueden ingresar en el código de la misma).

1.3. DIAGRAMA DE UTSLux

El Algoritmo indica el orden lógico de los procedimientos a realizar para el desarrollo de la APP mediante la identificación de datos de entradas, evaluaciones a realizar y resultados esperados

Figura 1. Diagrama de flujo de la APP.



Fuente: Autor

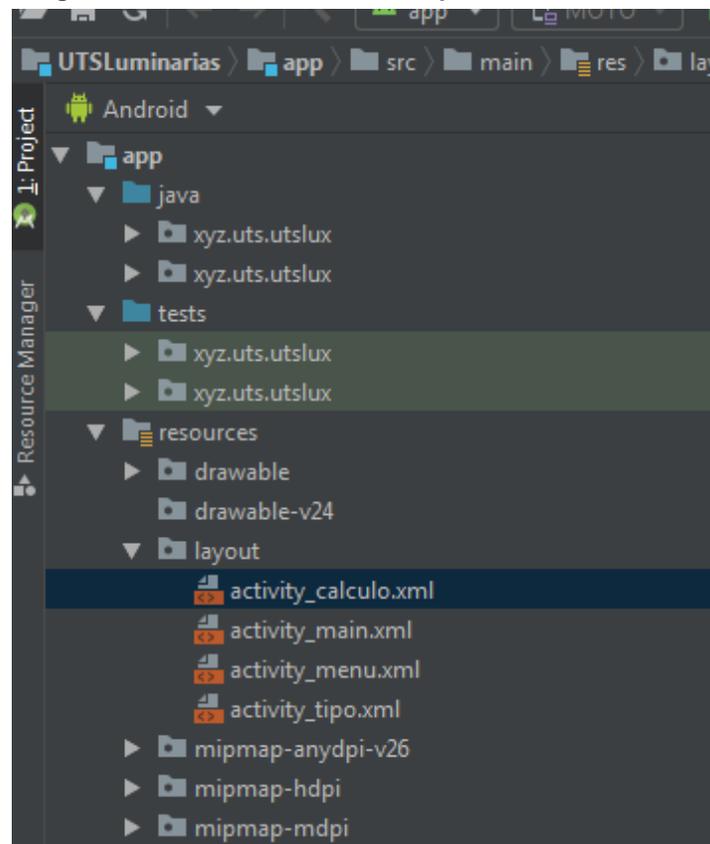
1.4. UTSLUX APP – ANDROID

El desarrollo de la APP se llevó a cabo con Android Studio, realizando la programación de la misma en Lenguaje JAVA, utilizando el **MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL** mencionado en el RETILAP 2010 y la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) para realizar el cálculo de la iluminancia promedio.

Estructura de Paquetes (Carpetas)

El Autor define una estructura de carpetas dentro de la aplicación para facilitar su mantenimiento y actualización tanto de cada una de las clases implementadas como en la inclusión de nuevas clases y funcionalidades.

Figura 2. Estructura de Paquetes - UTSLux APP

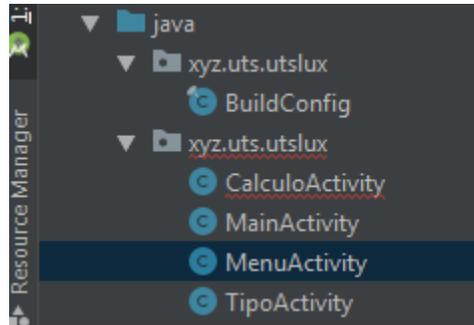


Fuente: Autor

- **Java**

En este paquete se almacenan las clases principales o actividades de la aplicación, cada clase está referenciada a una vista y en ella se definen los elementos y acciones a tomar en cada una de ellas.

Figura 3. Java – UTSLUX APP



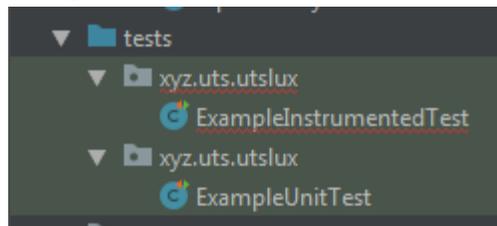
Fuente: Autor

- **Test**

En este paquete se almacenan las clases secundarias o fragmentos de la aplicación, la aplicación implementa el uso de fragmentos para facilitar la adecuación a diferentes tamaños de pantalla y para facilitar la presentación de elementos.

Una activity puede contener uno o varios fragmentos en los cuales cada uno está asociado a una vista con unos elementos determinados, normalmente los fragmentos se cargan sobre las actividades que se encuentran en ejecución.

Figura 4. Test - UTSLUX APP

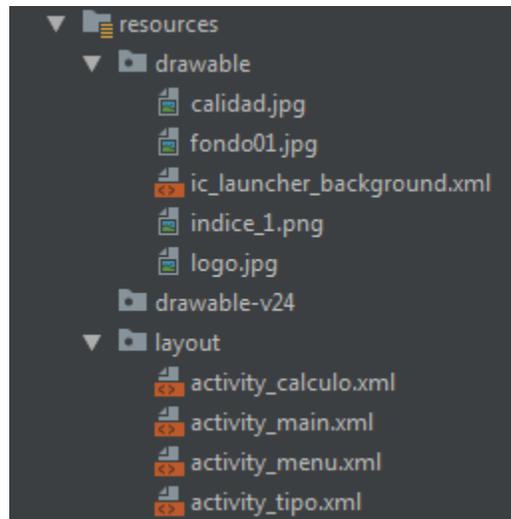


Fuente: Autor

- **Resources**

En este paquete se almacenan las interfaces (Layout, fondos e imágenes) utilizados en los mismos.

Figura 5. Resources - UTSLUX APP



Fuente: Autor

- **Bases de Datos SQLITE**

Para facilitar el almacenamiento y manejo de la información consultada desde UTSLUX, la aplicación maneja dos bases de datos de desarrollo Android en SQLITE, la primera que es temporal y almacena el área del espacio de trabajo que se desea analizar, y es reemplazada cada vez que se introduzca un nuevo valor, y la segunda base de datos es permanente y contiene como llaves primarias las características de las 7 Luminarias con las que cuenta la APP y como llave foránea los valores de referencia de los valores de Iluminancia promedio para espacios institucionales para iluminación normal 500 Lx y de emergencia 10 Lx.

- **Página LOGIN**

Ingresar el usuario y contraseña para acceder a la APP. (Usuario: UTS; Contraseña: 2020)
La Figura 6 presenta la vista en el Smartphone del listado de entidades disponibles.

Figura 6. Interfaz APP - Página LOGIN. UTSLux APP



Fuente: Autor

Por medio del método onclick () se ingresa a la APP.

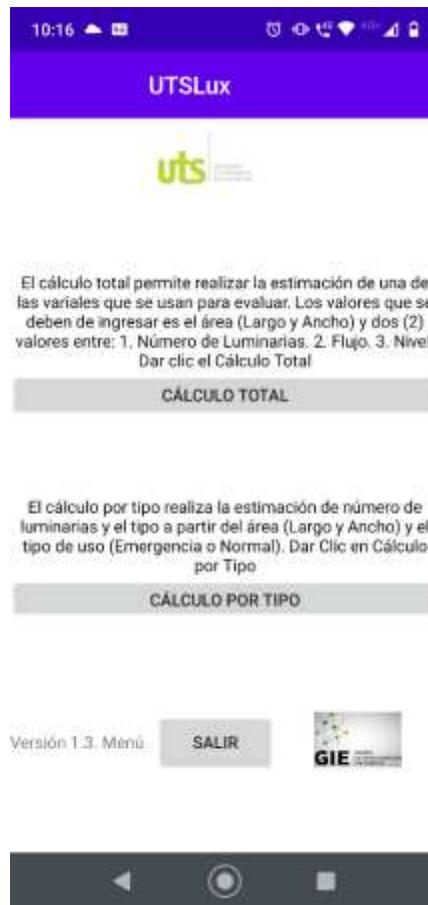
- **Página Menú principal.**

Permite Seleccionar el estudio que se desea realizar:

Cálculo total: Permite realizar la estimación de una de las variables a analizar tomando como dato principal el área (m²) y como valores referenciales el número de luminarias, flujo de la Luminaria Seleccionada y/o Nivel de Iluminancia esperado).

Cálculo por tipo: Realiza la estimación del número de luminarias tomando como dato principal el área (m²) y el tipo de estudio (iluminación normal y de emergencia referenciado en 500 Luxes y 10 Luxes respectivamente).

Figura 7. Interfaz APP- Página Menú principal.- UTSLux APP



Fuente: Autor

- **Página Cálculo total.**

Ingresar las dimensiones del espacio de trabajo (m). Los demás valores se ingresan según la información que se desea conocer del análisis de la siguiente manera:

Si se desea conocer el nivel medio de Iluminancia E , se debe ingresar el flujo ϕl y el número de la luminaria n seleccionada, posteriormente calcular, si no alcanza o se supera en un alto porcentaje el E esperado, se debe modificar la cantidad de luminarias.

Si se desea conocer la cantidad de luminarias n , se debe ingresar el flujo ϕl de la luminaria seleccionada y el nivel medio de Iluminancia E , posteriormente calcular, y se obtiene el número de luminarias necesarias para dar cumplimiento las exigencias solicitadas.

Figura 8. Página Cálculo total. UTSLux APP

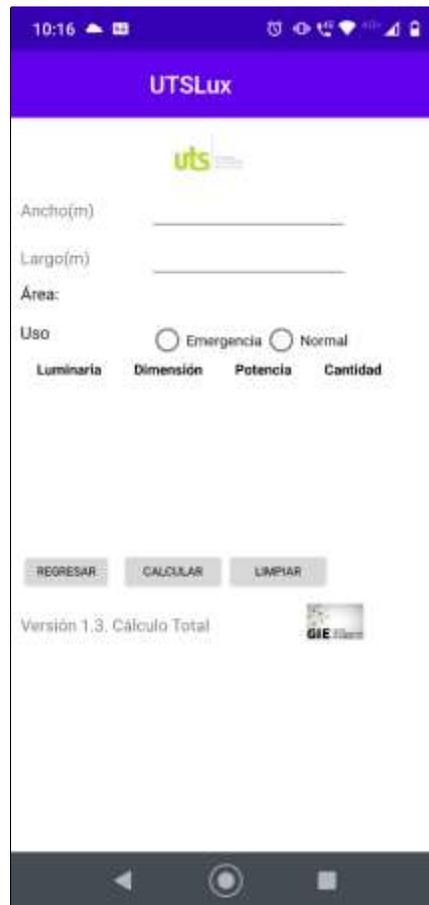
The screenshot displays the UTSLux application interface on a mobile device. At the top, there is a purple header with the text 'UTSLux'. Below the header is the 'uts' logo. The main content area contains several input fields: 'Largo(m)', 'Ancho(m)', 'Área:', 'Nivel(lx)', 'Flujo(lm)', and 'Luminarias'. Below these fields are three buttons: 'CALCULAR', 'LIMPIAR', and 'REGRESAR'. At the bottom of the form, it says 'Versión 1.3. Cálculo Total' and includes a small logo for 'GIE'. The device's status bar at the top shows the time as 10:16 and various system icons. The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar.

Fuente: Autor

- **Página Cálculo por tipo.**

Ingresar las dimensiones del espacio de trabajo (m) y seleccionar el tipo de análisis a realizar (Iluminación normal o Iluminación de emergencia), posteriormente calculamos y obtendremos el número estimado de luminarias necesarias para obtener el valor referencia de 500 Luxes y 10 Luxes respectivamente, evaluando las características técnicas de las luminarias que hacen parte de la base de datos de la APP.

Figura 9. Página Cálculo por tipo. UTSLux APP



Fuente: Autor

ANEXO F. RESULTADOS ANÁLISIS CON LA APP UTSLUX

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un pasillo con Panel Led Redondo, mediante la APP UTSLux.



The screenshot displays the UTSLux application interface on a mobile device. At the top, the status bar shows the time 10:46 and various system icons. The app's title bar is purple with the text "UTSLux". Below the title bar is the "uts" logo. The main content area contains several input fields and calculated values:

- Largo(m): 100
- Ancho(m): 2
- Área: 200.0 m²
- Nivel(lx): 105.84
- Flujo(lm): 1750
- Luminarias: 16

Below these fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom left, it says "Versión 1.3. Cálculo Total" and there is a small logo for "GIE". The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps buttons.

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un aula de clase con Panel Led Rectangular, mediante la APP UTSLux.

The screenshot shows the UTSLux mobile application interface. At the top, the status bar displays the time 10:47 and various system icons. The app's title bar is purple with the text "UTSLux". Below the title bar is the UTS logo. The main interface consists of several input fields and buttons:

- Largo(m)**: Input field containing the value "6".
- Ancho(m)**: Input field containing the value "6".
- Área: 36.0 m2**: A label indicating the calculated area.
- Nivel(lx)**: Input field containing the value "604.8".
- Flujo(lm)**: Input field containing the value "3200".
- Luminarias**: Input field containing the value "9".

Below the input fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom of the screen, there is a version number "Versión 1.3. Cálculo Total" and a small logo for "GIE". The bottom navigation bar of the Android system is visible at the very bottom.

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un aula de clase con Panel Led Cuadrado, mediante la APP UTSLux.

The screenshot shows the UTSLux mobile application interface. At the top, the status bar displays the time 10:48 and various system icons. Below the status bar is a purple header with the text "UTSLux". The main content area features the "uts" logo and several input fields: "Largo(m)" with the value "6", "Ancho(m)" with the value "6", "Área: 36.0 m2", "Nivel(lx)" with the value "680.4", "Flujo(lm)" with the value "3600", and "Luminarias" with the value "9". Below these fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom of the form, it says "Versión 1.3. Cálculo Total" and includes a small logo for "GIE". The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps icons.

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un Laboratorio con Panel Led Rectangular, mediante la APP UTSLux.

The screenshot shows the UTSLux application interface on a mobile device. At the top, the status bar displays the time 10:48 and various system icons. Below the status bar is a purple header with the text "UTSLux". The main content area features the "uts" logo and several input fields for calculation parameters:

- Largo(m): 8
- Ancho(m): 9
- Área: 72.0 m²
- Nivel(lx): 504.0
- Flujo(lm): 3200
- Luminarias: 15

Below the input fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom of the screen, there is a footer with the text "Versión 1.3. Cálculo Total" and a small logo for "GIE". The Android navigation bar is visible at the very bottom of the screen.

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de un Laboratorio con Panel Led Cuadrado, mediante la APP UTSLux.

The screenshot shows the UTSLux application interface on a mobile device. At the top, the status bar displays the time 10:49 and various system icons. The app's title bar is purple with the text "UTSLux". Below the title bar is the UTS logo. The main interface consists of several input fields and buttons:

- Largo(m)**: Input field with the value "8".
- Ancho(m)**: Input field with the value "9".
- Área: 72.0 m2**: Calculated area displayed below the dimensions.
- Nivel(lx)**: Input field with the value "567.0".
- Flujo(lm)**: Input field with the value "3600".
- Luminarias**: Input field with the value "15".

Below the input fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom of the screen, there is a version number "Versión 1.3. Cálculo Total" and a small logo for "GIE". The Android navigation bar is visible at the very bottom.

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de una Ruta de Evacuación con la Luminaria Led Emergencia_48PCS, mediante la APP UTSLux.

The screenshot shows the UTSLux mobile application interface. At the top, the status bar displays the time 10:49 and various system icons. Below the status bar is a purple header with the text "UTSLux". The main content area features the "uts" logo and several input fields for calculation parameters: "Largo(m)" with a value of 25, "Ancho(m)" with a value of 2, "Área: 50.0 m2", "Nivel(lx)" with a value of 13.31, "Flujo(lm)" with a value of 110, and "Luminarias" with a value of 8. Below these fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom of the screen, there is a footer with the text "Versión 1.3. Cálculo Total" and a small logo for "GIE". The bottom navigation bar of the phone is visible at the very bottom.

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de una Ruta de Evacuación con la Luminaria Led Emergencia_R2, mediante la APP UTSLux.

The screenshot shows the UTSLux mobile application interface. At the top, the status bar displays the time 10:49 and various system icons. Below the status bar is a purple header with the text "UTSLux". The main content area features the "uts" logo and several input fields for calculating illuminance. The fields are: "Largo(m)" with a value of 25, "Ancho(m)" with a value of 2, "Área: 50.0 m2", "Nivel(lx)" with a value of 18.14, "Flujo(lm)" with a value of 150, and "Luminarias" with a value of 8. Below these fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom of the form, it says "Versión 1.3. Cálculo Total" and includes a small logo for "GIE". The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps icons.

Parameter	Value
Largo(m)	25
Ancho(m)	2
Área	50.0 m2
Nivel(lx)	18.14
Flujo(lm)	150
Luminarias	8

Cálculo del nivel medio de Iluminancia E de una Ruta de Evacuación con la Luminaria Led Emergencia_R3, mediante la APP UTSLux.

The screenshot shows the UTSLux mobile application interface. At the top, the status bar displays the time 10:51 and various system icons. Below the status bar is a purple header with the text "UTSLux". The main content area features the "uts" logo and several input fields for calculating illuminance. The fields are: "Largo(m)" with a value of 25, "Ancho(m)" with a value of 2, "Área: 50.0 m2", "Nivel(lx)" with a value of 18.14, "Flujo(lm)" with a value of 200, and "Luminarias" with a value of 6. Below the input fields are three buttons: "CALCULAR", "LIMPIAR", and "REGRESAR". At the bottom of the screen, there is a footer with the text "Versión 1.3. Cálculo Total" and a small logo for "ONE". The bottom navigation bar of the mobile device is visible at the very bottom of the screenshot.

Parameter	Value
Largo(m)	25
Ancho(m)	2
Área	50.0 m ²
Nivel(lx)	18.14
Flujo(lm)	200
Luminarias	6

ANEXO G. RESULTADOS SIMULACIONES DIALUX

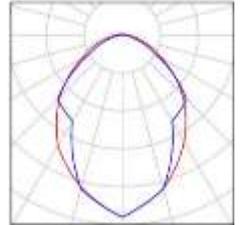
Segundo Piso Edificio A UTS Estudio Iluminación de Emergencia

Fecha: 26.06.2020

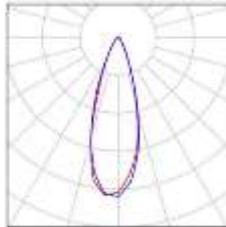
Proyecto elaborado por: Edson Mauricio Prada Contreras

Segundo Piso Edificio A UTS / Lista de luminarias

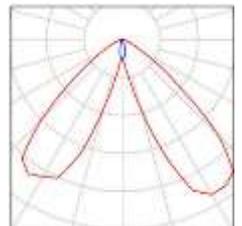
8 Pieza Sylvania P25454 - LED EMERG 3.2W DL 48PCS Dispone de una imagen de la luminaria en
 N° de artículo: de la luminaria en
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm nuestro catálogo de Flujo luminoso
 (Lámparas): 0 lm luminarias.
 Potencia de las luminarias: 0.0 W
 Alumbrado de emergencia: 112 lm, 0.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 97
 Código CIE Flux: 55 83 96 97 100 Lámpara: 1 x Emergency Light (Factor de corrección 0.9).



6 Pieza SYLVANIA Luminaria Emergencia R3 2x1w Dispone de una imagen de la luminaria en
 P26931 Led Emerg R3 2x1w de la luminaria en
 N° de artículo: Luminaria Emergencia R3 2x1w nuestro catálogo de
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm luminarias.
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm
 Potencia de las luminarias: 0.0 W
 Alumbrado de emergencia: 165 lm, 1.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 89 96 99
 100 166 Lámpara: 2 x
 P26931 Led Emerg R3
 2x1w (Factor de corrección 0.9).

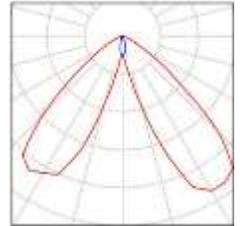


6 Pieza SYLVANIA P27938 - LED EMERG R1 MINI Dispone de una imagen de la luminaria en
 2X1.2W (Tipo 1) de la luminaria en
 N° de artículo: P27938 - LED EMERG R1 MINI nuestro catálogo de
 2X1.2W luminarias.
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm
 Potencia de las luminarias: 0.0 W
 Alumbrado de emergencia: 150 lm, 3.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 69 96 99 100 100
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario
 (Factor de corrección 0.9).



Proyecto elaborado por Edson Mauricio Prada Contreras
edson.prada@gmail.com

- 2 Pieza SYLVANIA P27938 - LED EMERG R1 MINI 2X1.2W (Tipo 2)
N° de artículo: P27938 - LED EMERG R1 MINI
2X1.2W
Flujo luminoso (Luminaria): 150 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 150 lm
Potencia de las luminarias: 3.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 69 96 99 100 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario
(Factor de corrección 0.9).

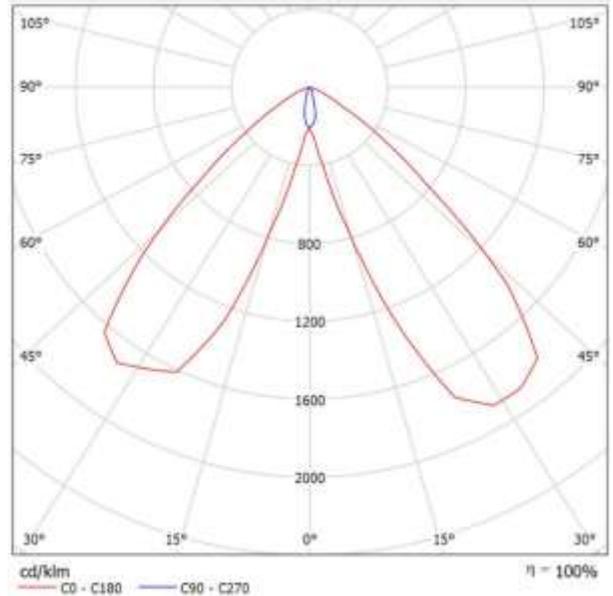


Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

SYLVANIA P27938 - LED EMERG R1 MINI 2X1.2W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

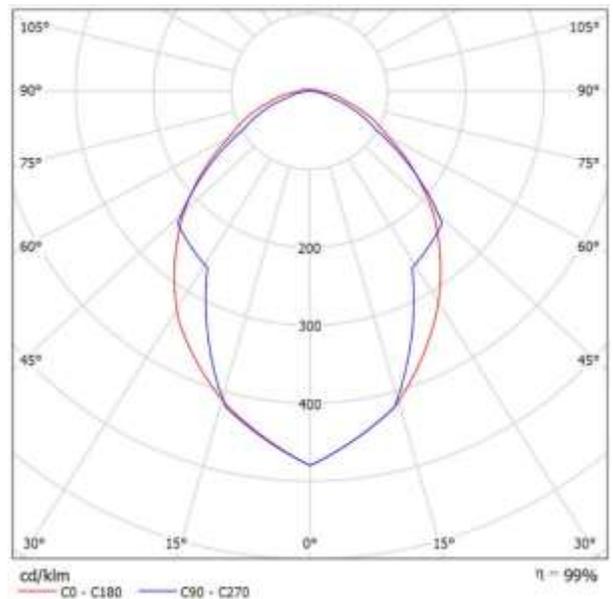


Clasificación luminarias según CIE: 100 Para esta luminaria no puede presentarse ninguna Código CIE Flux: 69 96 99 100 100 tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

SYLVANIA P25454 - LED EMERG 3.2W DL 48PCS / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



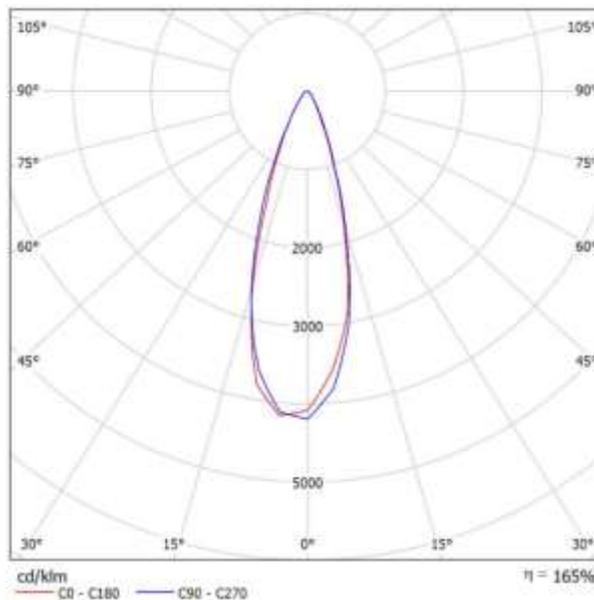
Proyecto elaborado por Edson Mauricio Prada Contreras
 Fax e-Mail edson.prada@gmail.com

Clasificación luminarias según CIE: 97 Para esta luminaria no puede presentarse ninguna Código CIE Flux: 55 83 96 97 100 tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

SYLVANIA Luminaria Emergencia R3 2x1w P26931 Led Emerg R3 2x1w / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100 Para esta luminaria no puede presentarse ninguna Código CIE Flux: 89 96 99 100 166 tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_48PCS / Lista de luminarias

8 Pieza Sylvania P25454 - LED EMERG 3.2W DL 48PCS

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm

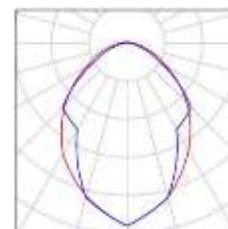
Potencia de las luminarias: 0.0 W

Alumbrado de emergencia: 112 lm, 0.0 W

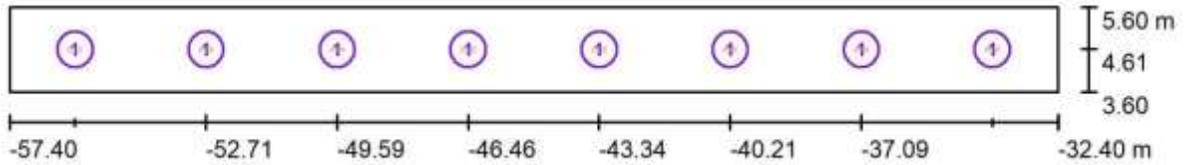
Clasificación luminarias según CIE: 97

Código CIE Flux: 55 83 96 97 100 Lámpara: 1 x Emergency Light (Factor de corrección 0.9).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_48PCS / Luminarias (ubicación)

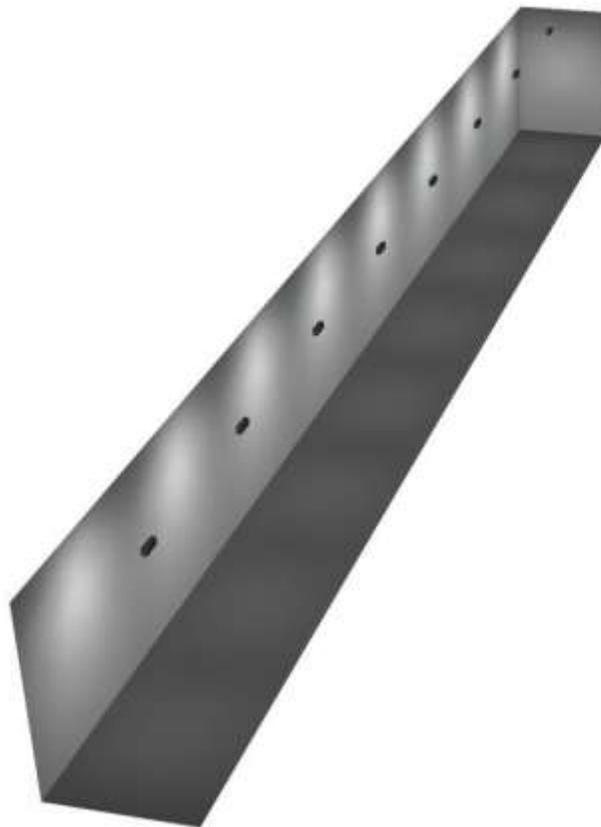


Escala 1 : 179

Lista de piezas - Luminarias

N° Pieza Designación 1 8 Sylvania P25454 - LED EMERG 3.2W DL 48PCS

Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_48PCS / Vía de Evacuación-LuminariaLed Emergencia_48PC / Rendering (procesado) en 3D



Led Emergencia_48PC / Plano útil / Gama de grises (E)



Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
 (-57.400 m, 3.597 m, 0.850 m)

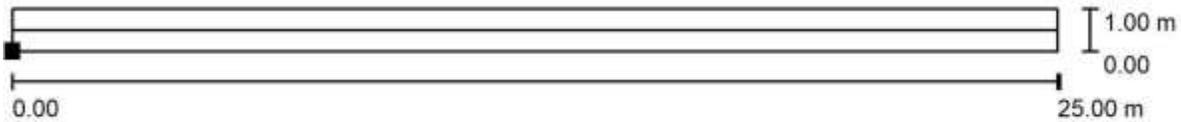


Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
8.13	2.96	14	0.364	0.218

Led Emergencia_48PC / Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_48PC

Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 :
 179

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
 (-57.400 m, 4.078 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
6.22	2.93	7.89	0.471	0.371

Línea media: E_{min} : 2.98 lx, E_{min} / E_{max} : 0.38 (1 : 2.63).

Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R2 / Lista de luminarias

- 6 Pieza SYLVANIA P27938 - LED EMERG R1 MINI 2X1.2W (Tipo 1)
- Nº de artículo: P27938 - LED EMERG R1 MINI 2X1.2W
- Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm
- Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm
- Potencia de las luminarias: 0.0 W
- Alumbrado de emergencia: 150 lm, 3.0 W
- Clasificación luminarias según CIE: 100
- Código CIE Flux: 69 96 99 100 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.9).

Dispone de una imagen de la luminaria en

nuestro catálogo de luminarias.

2 Pieza SYLVANIA P27938 - LED EMERG R1 MINI 2X1.2W (Tipo 2)

N° de artículo: P27938 - LED EMERG R1 MINI
 2X1.2W

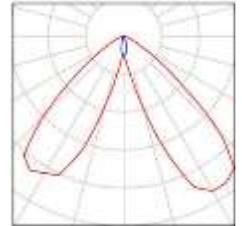
Flujo luminoso (Luminaria): 150 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 150 lm

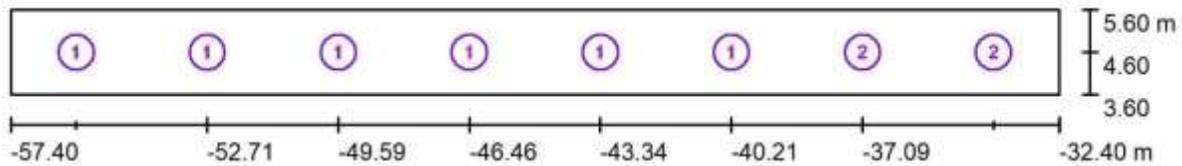
Potencia de las luminarias: 3.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 69 96 99 100 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario
 (Factor de corrección 0.9).



Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R2 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 179

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	6SYLVANIA P27938 - LED EMERG R1 MINI 2X1.2W (Tipo 1)*	
2	2SYLVANIA P27938 - LED EMERG R1 MINI 2X1.2W (Tipo 2)*	

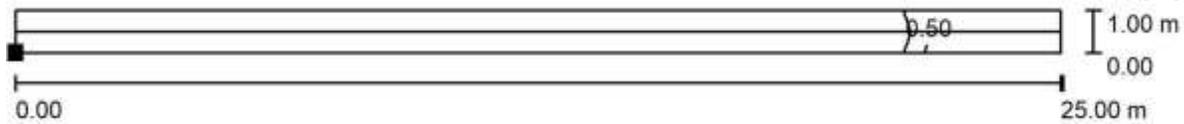
*Especificaciones técnicas modificadas



Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R2 / Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R2 / Rendering (procesado) en 3D



Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R2 / Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R2 / Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R2 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 :

179

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-57.400 m, 4.100 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

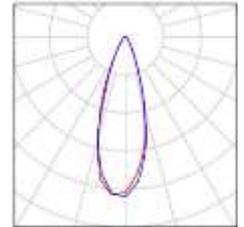


E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
17	0.04	41	0.003	0.001

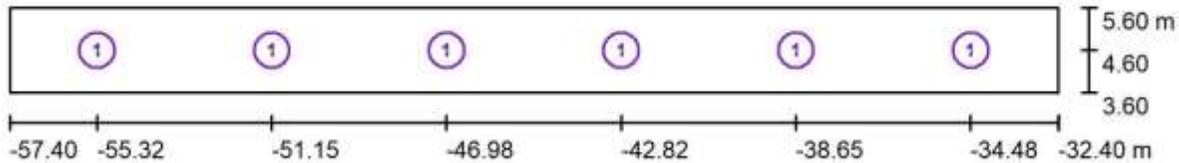
Línea media: E_{min} : 0.05 lx, E_{min} / E_{max} : 0.00 (1 : 895).

Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R3 / Lista de luminarias

6 Pieza SYLVANIA Luminaria Emergencia R3 2x1w Dispone de una imagen de la luminaria en P26931 Led Emerg R3 2x1w de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.
 N° de artículo: Luminaria Emergencia R3 2x1w
 Flujo luminoso (Luminaria): 0 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 0 lm
 Potencia de las luminarias: 0.0 W
 Alumbrado de emergencia: 165 lm, 1.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 89 96 99 100 166
 Lámpara: 2 x P26931 Led Emerg R3 2x1w (Factor de corrección 0.9).



Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R3 / Luminarias (ubicación)



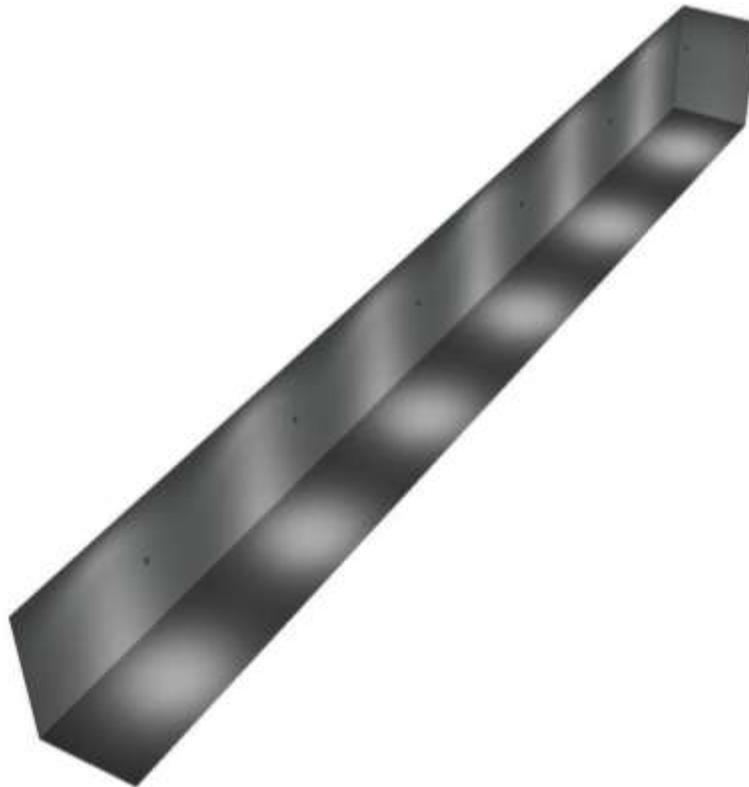
Escala 1 : 179

Lista de piezas - Luminarias

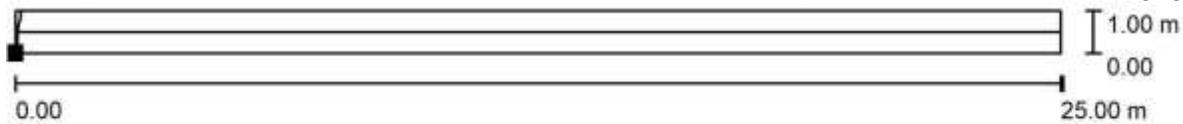
N°	Pieza	Designación
1	6SYLVANIA Luminaria Emergencia R3 2x1w	P26931 Led Emerg R3 2x1w



Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R3 / Via de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R3 / Rendering (procesado) en 3D



Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R3 / Via de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R3 / Vía de Evacuación-Luminaria Led Emergencia_R3 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 179

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-57.400 m, 4.100 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
17	0.94	48	0.054	0.020

Línea media: E_{min} : 1.16 lx, E_{min} / E_{max} : 0.02 (1 : 41).

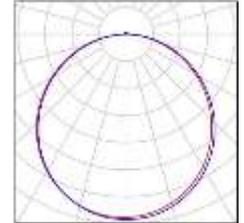


Segundo Piso Edificio A UTS
Estudio Iluminación Normal

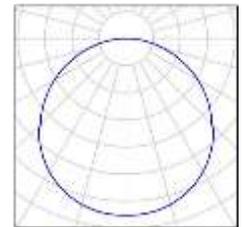
Fecha: 26.06.2020
Proyecto elaborado por: Edson Mauricio Prada Contreras

Segundo Piso Edificio A UTS / Lista de luminarias

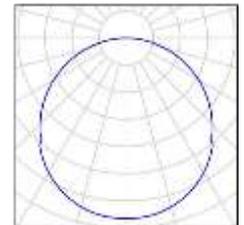
16 Pieza SYLVANIA LED PANEL RD 24W (Tipo 1) Dispone de una imagen
N° de artículo: de la luminaria en
Flujo luminoso (Luminaria): 1750 lm nuestro catálogo de Flujo
Flujo luminoso (Lámparas): 1750 lm luminarias.
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 46 78 95 99 100
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.9).



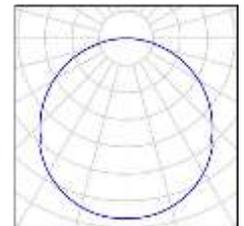
24 Pieza SYLVANIA P26994 LED PANEL SQ 40W (Tipo 1) Dispone de una imagen
N° de artículo: P26994 nuestro catálogo de Flujo luminoso
(Luminaria): 3550 lm luminarias.
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
Potencia de las luminarias: 40.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 77 94 100 99
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).



9 Pieza SYLVANIA P27265 LED PANEL RC 40W DL (Tipo 1) Dispone de una imagen
N° de artículo: P27265 nuestro catálogo de Flujo luminoso
(Luminaria): 3180 lm luminarias.
Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
Potencia de las luminarias: 45.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 77 94 100 99
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).

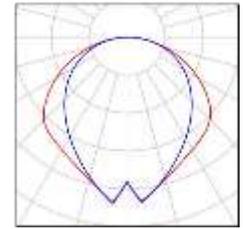


15 Pieza SYLVANIA P27265 LED PANEL RC 40W DL (Tipo 2) Dispone de una imagen
N° de artículo: P27265 nuestro catálogo de Flujo luminoso
(Luminaria): 3180 lm luminarias.
Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm Potencia de las luminarias: 40.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 77 94 100 99
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).



Proyecto elaborado por Edson Mauricio Prada Contreras
 Fax e-Mail edson.prada@gmail.com

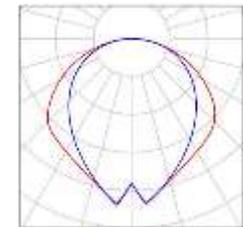
10 Pieza SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W Dispone de una
 NW imagen de la
 INC120 (Tipo 1) luminaria en
 N° de artículo: P37364 LED CONTINUUM **nuestro catálogo de**
 40W **luminarias.**
 NW INC120
 Flujo luminoso (Luminaria): 2997 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm
 Potencia de las luminarias: 42.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 44 76 94 100 100
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario
 (Factor de corrección 0.9).



Segundo Piso Edificio A UTS / Lista de luminarias

4 Pieza SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W NW Dispone de una
 imagen
 INC120 (Tipo 2) de la luminaria en
 N° de artículo: P37364 LED CONTINUUM 40W nuestro catálogo de
 NW INC120 luminarias.

Flujo luminoso (Luminaria): 2997 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm
 Potencia de las luminarias: 42.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 44 76 94 100 100
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).

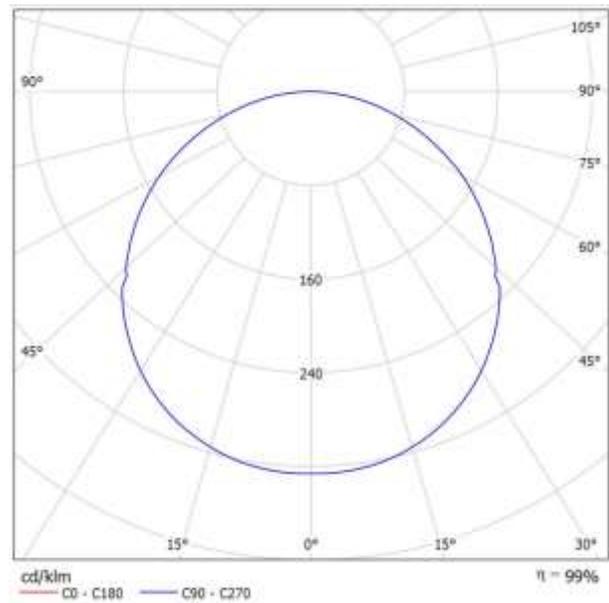




SYLVANIA P26994 LED PANEL SQ 40W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 77 94 100 99

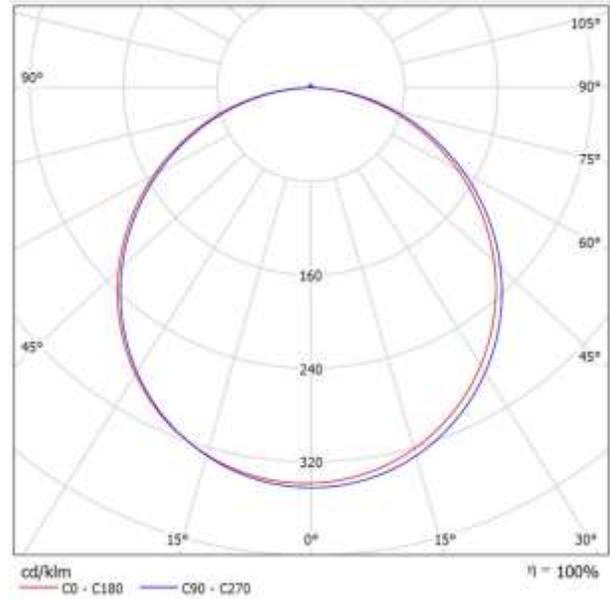
Emisión de luz 1:



SYLVANIA LED PANEL RD 24W / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



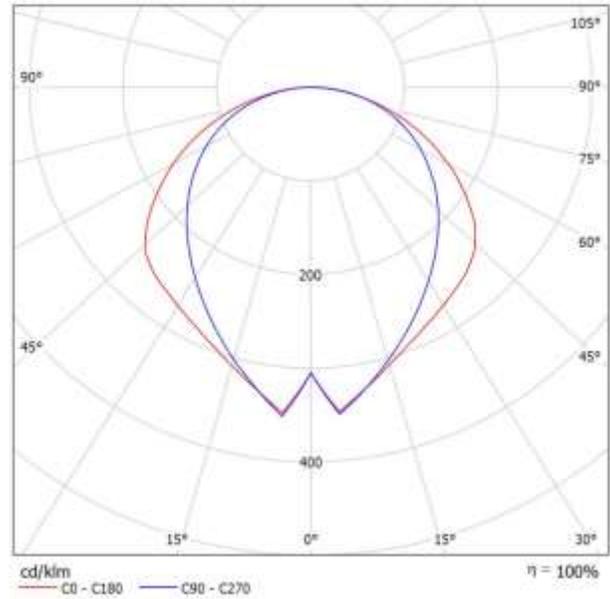
Clasificación luminarias según CIE: 99 Para esta luminaria no puede presentarse ninguna Código CIE
Flux: 46 78 95 99 100 tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W NW INC120 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



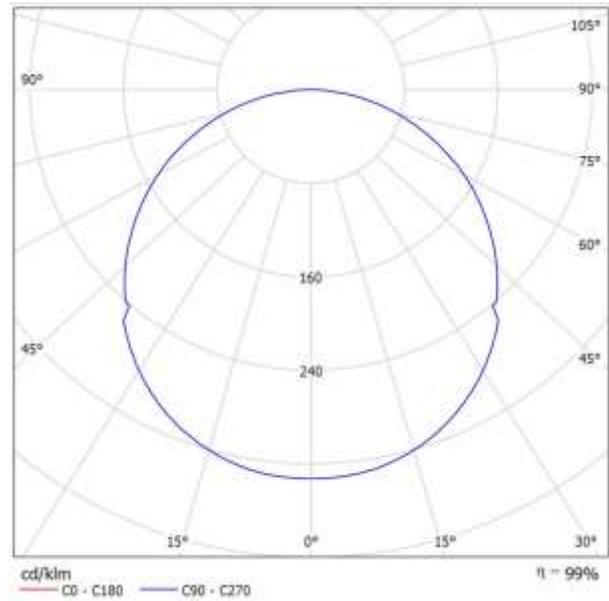
Clasificación luminarias según CIE: 100 Para esta luminaria no puede presentarse ninguna Código CIE
 Flux: 44 76 94 100 100 tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



SYLVANIA P27265 LED PANEL RC 40W DL / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

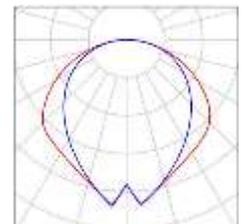


Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 46 77 94 100 99

Emisión de luz 1:

Pasillo-Luminaria Led Lineal / Lista de luminarias

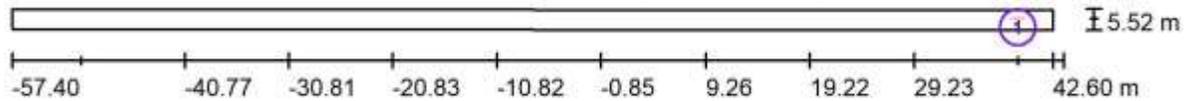
10 Pieza SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W NW
 INC120 (Tipo 1) dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Nº de artículo: P37364 LED CONTINUUM 40W NW INC120
 Flujo luminoso (Luminaria): 2997 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm
 Potencia de las luminarias: 42.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 44 76 94 100 100
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.9).



Pasillo-Luminaria Led Lineal / Luminarias (ubicación)



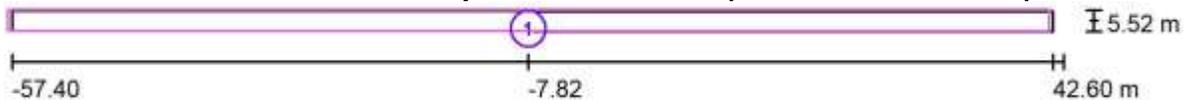
Escala 1 : 715

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	10SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W NW INC120 (Tipo 1)*	

*Especificaciones técnicas modificadas

Pasillo-Luminaria Led Lineal / Superficie de cálculo (lista de coordenadas)



Escala 1 : 715

Lista de superficies de cálculo

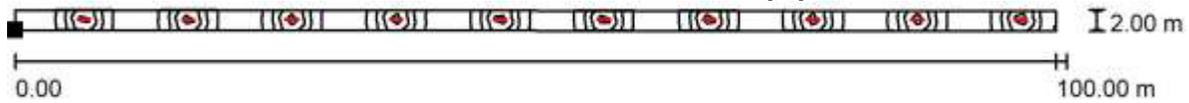
N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
1	1. Pasillo-Luminaria Led Lineal	-7.815	4.555	0.750	100.000	2.000	0.000	0.000	0.000



Pasillo-Luminaria Led Lineal / Rendering (procesado) en 3D



Pasillo-Luminaria Led Lineal / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 715

Situación de la superficie en el local:

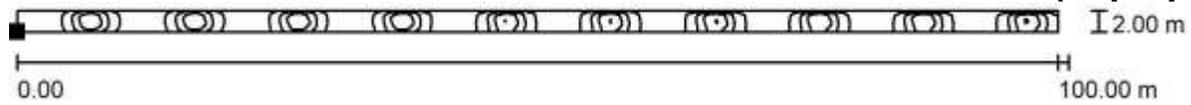
Punto marcado:
 (-57.400 m, 3.597 m, 0.850 m)

Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
119	15	333	0.124	0.044



Pasillo-Luminaria Led Lineal / 1. Pasillo-Luminaria Led Lineal / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 715

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
 (-57.815 m, 3.555 m, 0.750 m)

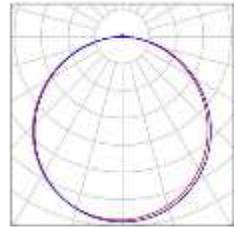
Trama: 128 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
108	6.32	308	0.059	0.021

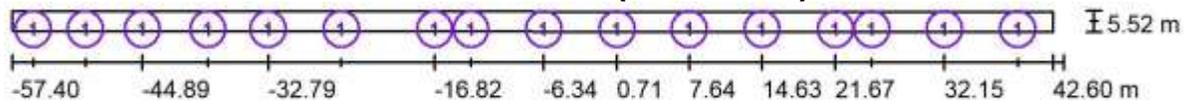
Pasillo-Panel Led Redondo / Lista de luminarias

16 Pieza SYLVANIA LED PANEL RD 24W (Tipo 1)
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 1750 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 1750 lm
 Potencia de las luminarias: 24.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 99
 Código CIE Flux: 46 78 95 99 100 Lámpara: 1 x
 Definido por el usuario (Factor de corrección 0.9).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Pasillo-Panel Led Redondo / Luminarias (ubicación)



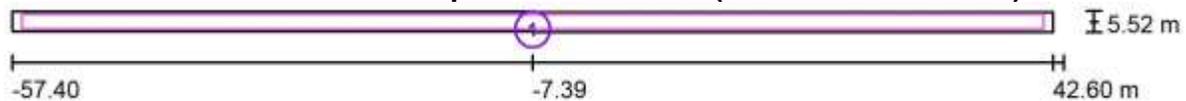
Escala 1 : 715

Lista de piezas – Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	16 SYLVANIA LED PANEL RD 24W (Tipo 1)*	

*Especificaciones técnicas modificadas

Pasillo-Panel Led Redondo / Superficie de cálculo (lista de coordenadas)



Escala 1 : 715

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
1	1. Pasillo-Panel Led Redondo	-7.388	4.500	0.000	98.120	1.400	0.000	0.000	0.000

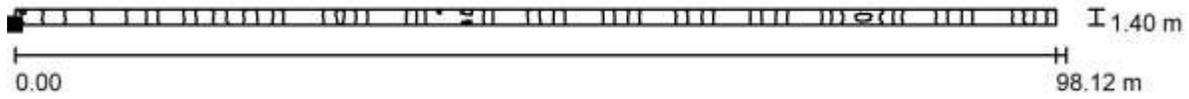


Pasillo-Panel Led Redondo / Rendering (procesado) en 3D





Pasillo-Panel Led Redondo / 1. Pasillo-Panel Led Redondo / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 702

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:
 (-56.448 m, 3.800 m, 0.000 m)

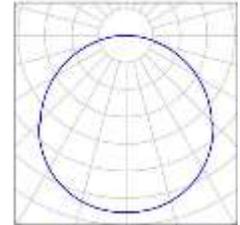
Trama: 128 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
101	40	163	0.391	0.244

Salón de Clase-Panel Led Cuadrado / Lista de luminarias

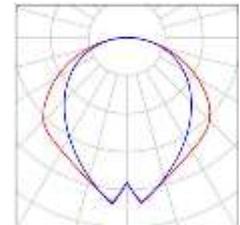
9 Pieza (Tipo 1) SYLVANIA P26994 LED PANEL SQ 40W
 N° de artículo: P26994
 Flujo luminoso (Luminaria): 3550 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
 Potencia de las luminarias: 40.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 45 77 94 100 99
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).

Dispones de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



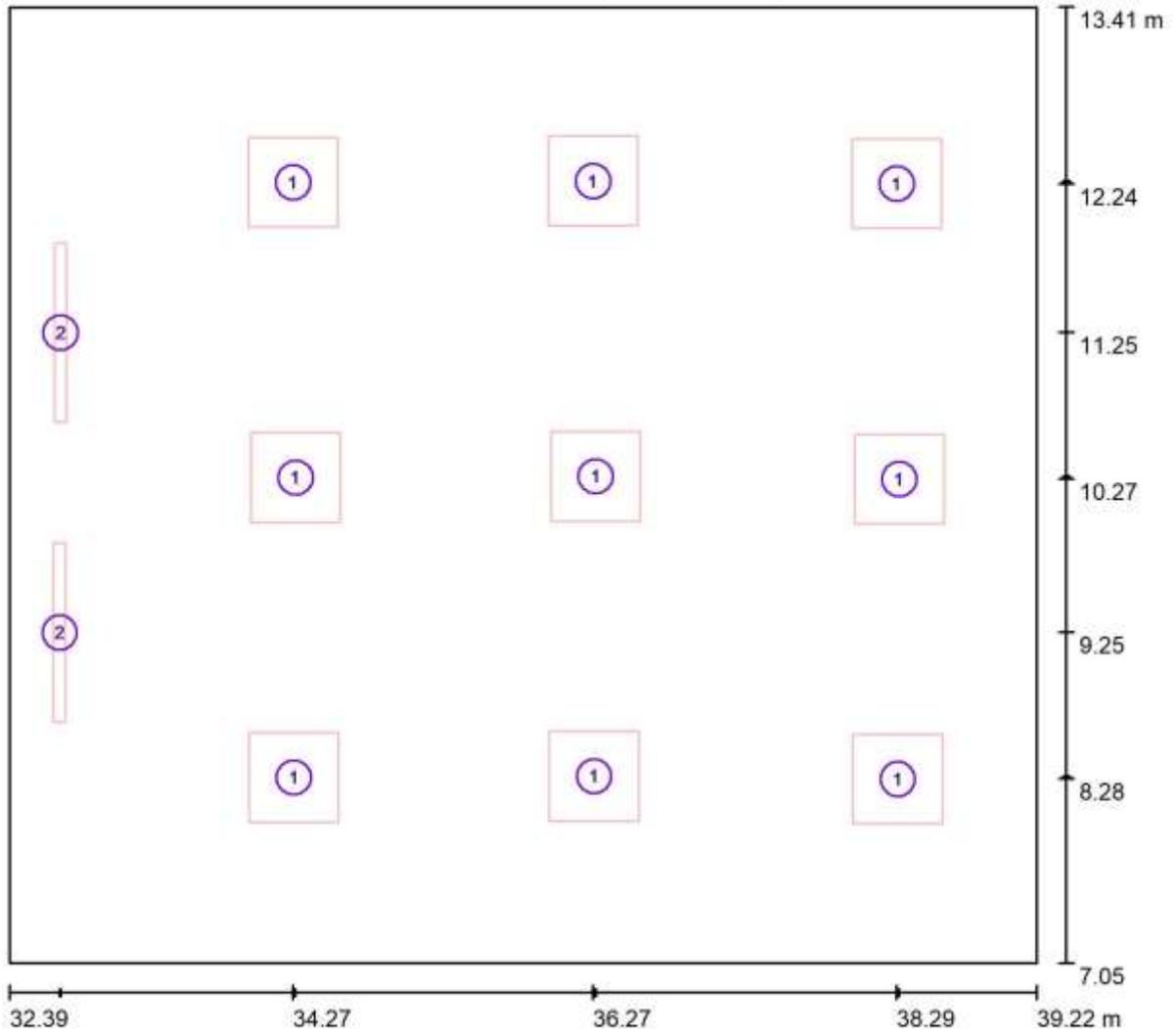
2 Pieza NW SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W
 INC120 (Tipo 1)
 N° de artículo: P37364 LED CONTINUUM 40W
 NW INC120
 Flujo luminoso (Luminaria): 2997 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm
 Potencia de las luminarias: 42.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 44 76 94 100 100
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).

Dispones de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Salón de Clase-Panel Led Cuadrado / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 49

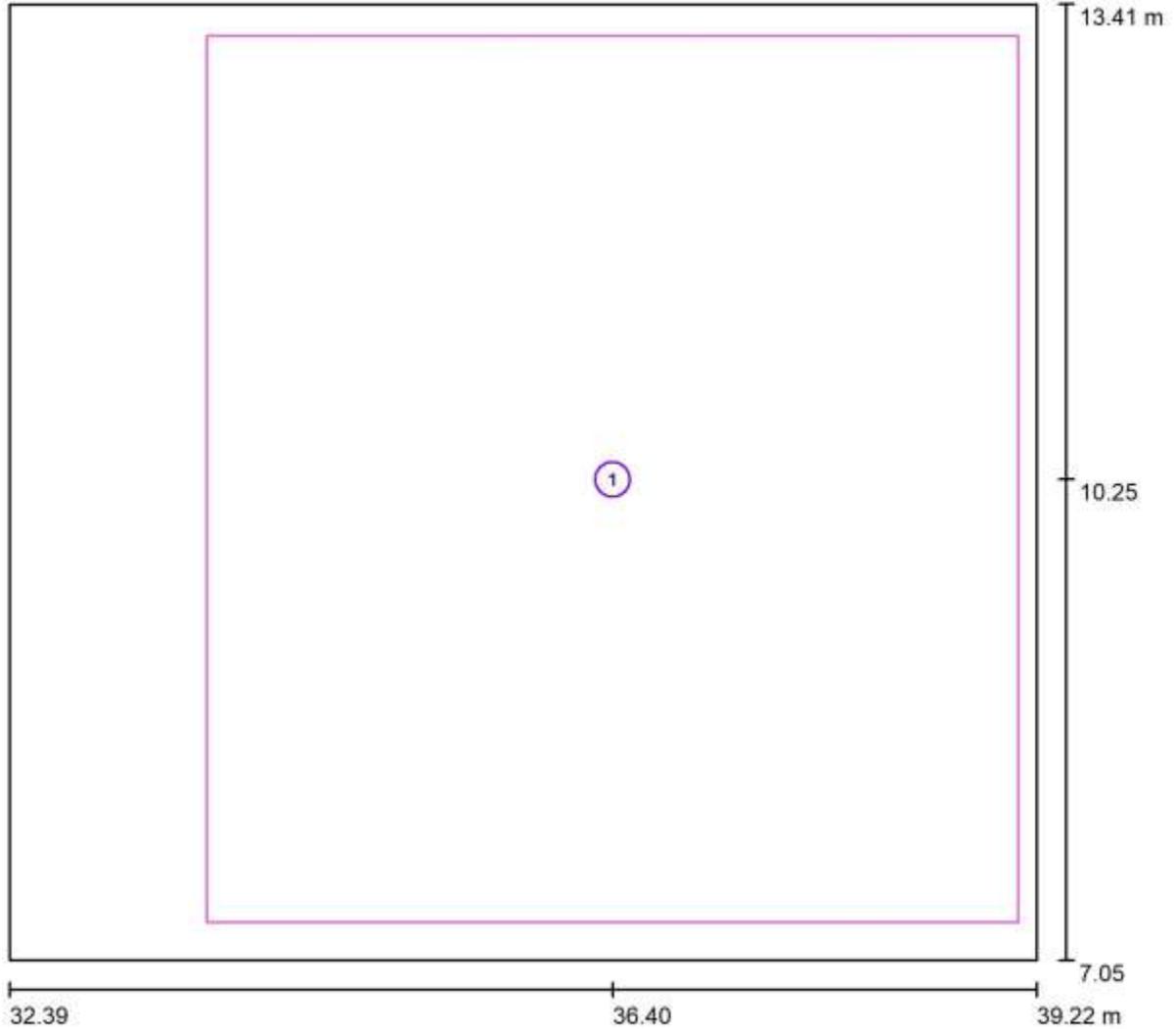
Lista de piezas – Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	9 SYLVANIA P26994 LED PANEL SQ 40W (Tipo 1)*	
2	2 SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W NW INC120 (Tipo 1)*	

*Especificaciones técnicas modificadas



Salón de Clase-Panel Led Cuadrado / Superficie de cálculo (lista de coordenadas)



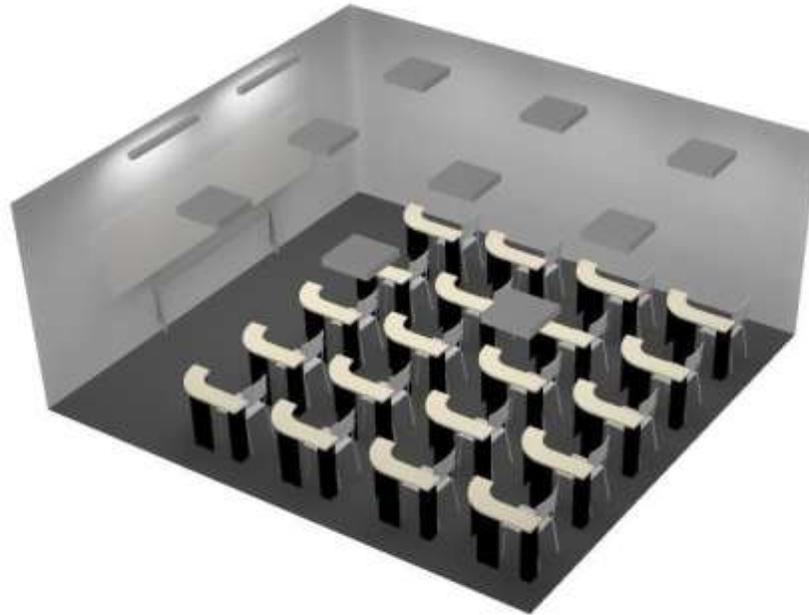
Escala 1 : 49

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
2.	Salon de Clase-Panel								
Led 1	Cuadrado	36.400	10.250	0.850	5.400	5.900	0.000	0.000	0.000



Salón de Clase-Panel Led Cuadrado / Rendering (procesado) en 3D



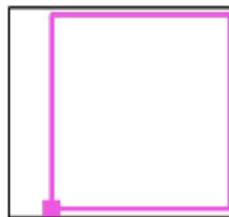
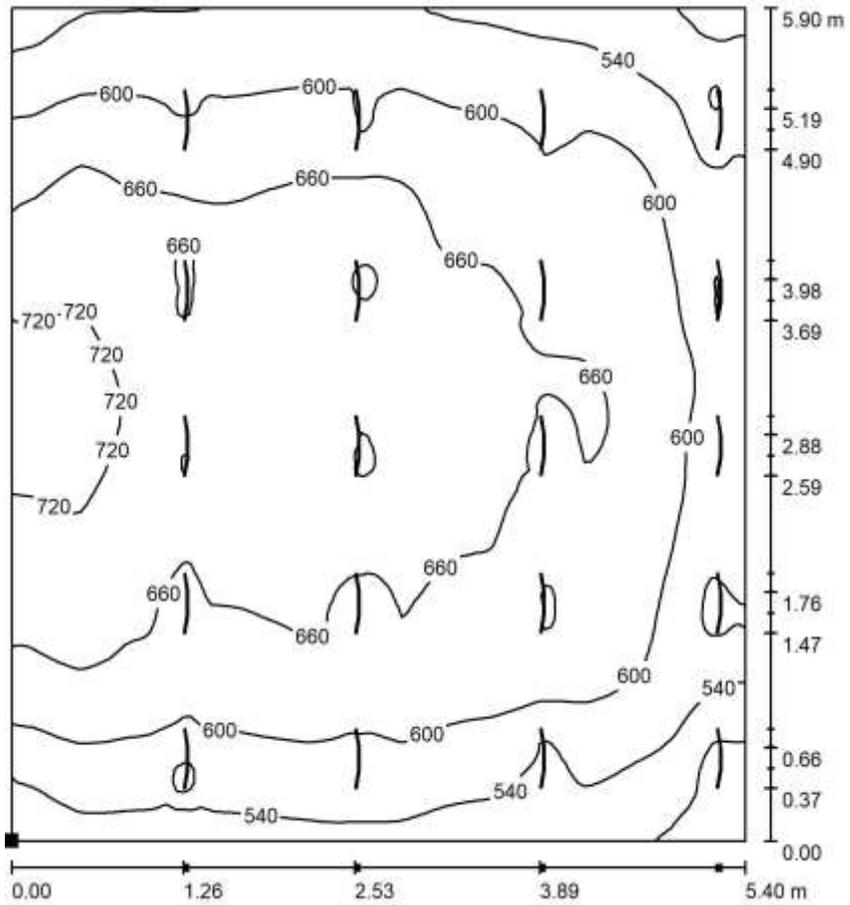
Salón de Clase-Panel Led Cuadrado / 2. Salón de Clase-Panel Led Cuadrado /

Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
450		748	0.720	0.602



Isolíneas (E, perpendicular)



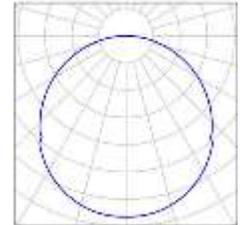
Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(33.700 m, 7.300 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 47

Salón de Clase-Panel Led Rectangular / Lista de luminarias

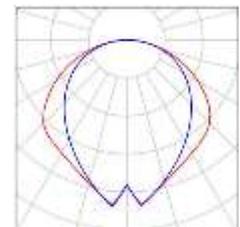
9 Pieza SYLVANIA P27265 LED PANEL RC 40W DL (Tipo 1) N° de artículo: P27265
 Flujo luminoso (Luminaria): 3180 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
 Potencia de las luminarias: 45.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 46 77 94 100 99
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).

Dispones de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



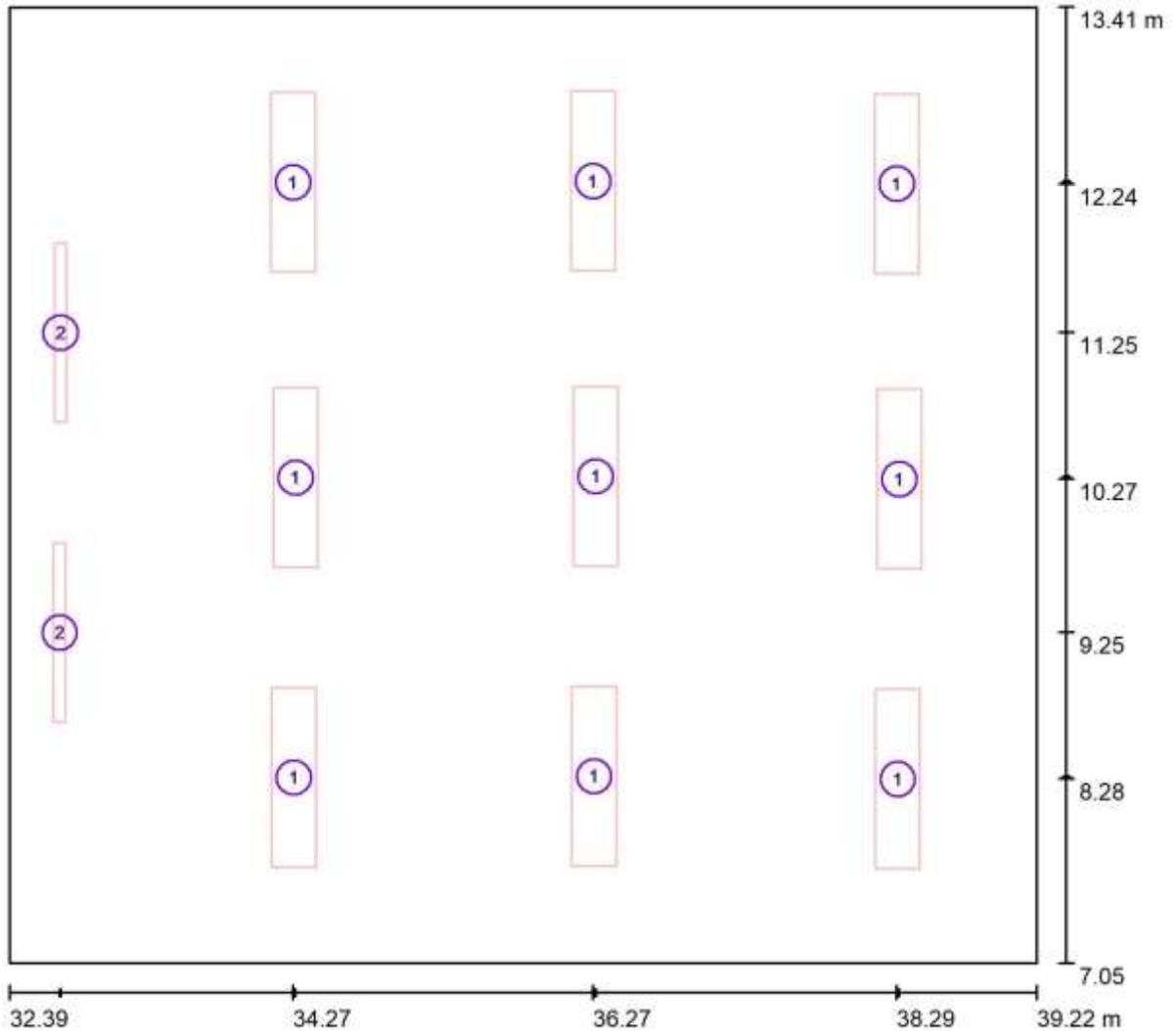
2 Pieza SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W INC120 (Tipo 1) N° de artículo: P37364 LED CONTINUUM 40W
 NW INC120
 Flujo luminoso (Luminaria): 2997 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm
 Potencia de las luminarias: 42.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 44 76 94 100 100
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).

Dispones de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.





Salón de Clase-Panel Led Rectangular / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 49

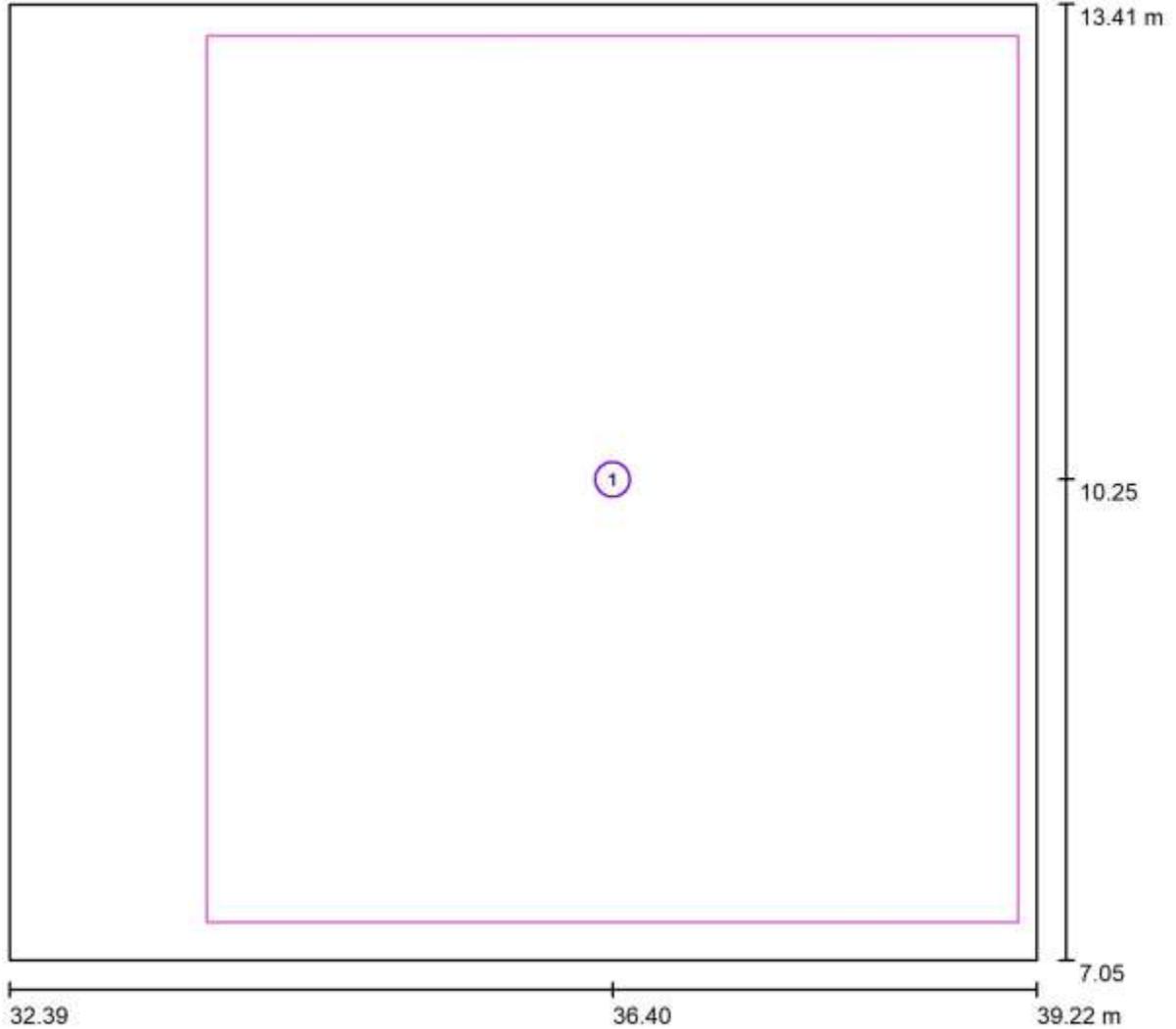
Lista de piezas – Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	9 SYLVANIA P27265 LED PANEL RC 40W DL (Tipo 1)*	
2	2 SYLVANIA P37364 LED CONTINUUM 40W NW INC120 (Tipo 1)*	

*Especificaciones técnicas modificadas



Salón de Clase-Panel Led Rectangular / Superficie de cálculo (lista de coordenadas)



Escala 1 : 49

Lista de superficies de cálculo

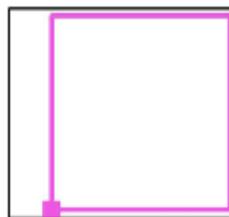
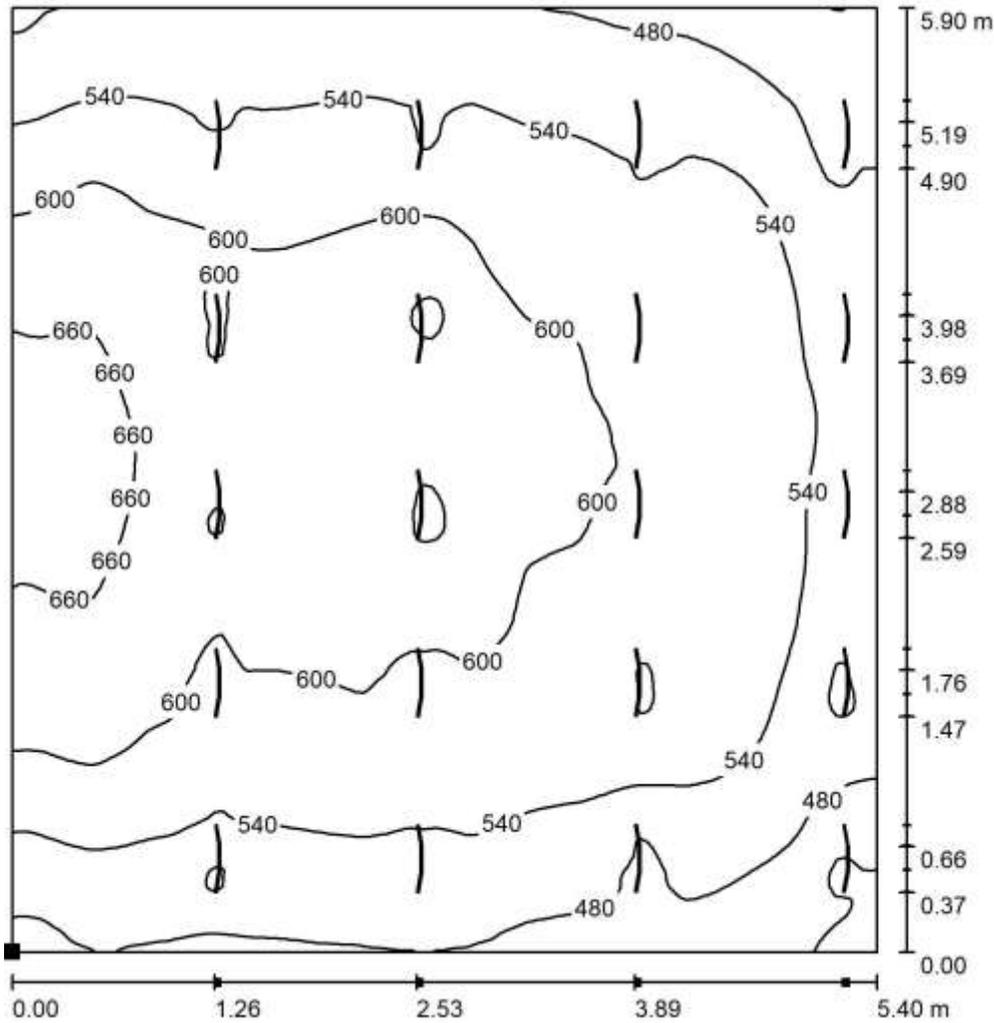
N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
2.	Salon de Clase-Panel								
Led 1	Rectangular	36.400	10.250	0.850	5.400	5.900	0.000	0.000	0.000



Salón de Clase-Panel Led Rectangular / Rendering (procesado) en 3D



**Salón de Clase-Panel Led Rectangular / 2. Salón de Clase-Panel Led Rectangular /
Isolíneas (E, perpendicular)**



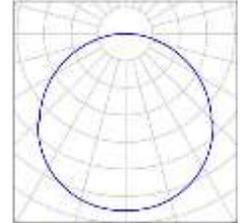
Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(33.700 m, 7.300 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 47

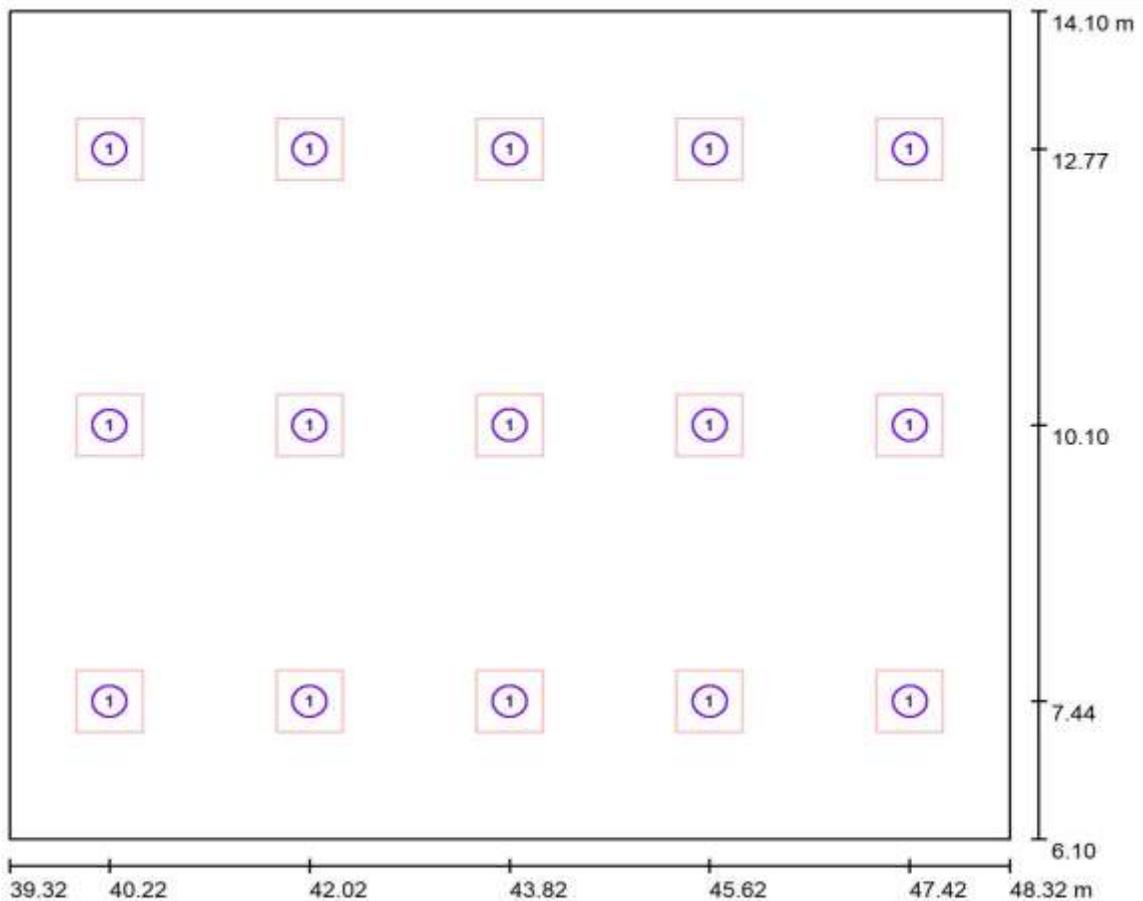


Laboratorio-Panel Led Cuadrado / Lista de luminarias

15 Pieza SYLVANIA P26994 LED PANEL SQ 40W (Tipo Dispone de una imagen
 1) de la luminaria en
 N° de artículo: P26994 nuestro catálogo de Flujo luminoso
 (Luminaria): 3550 lm luminarias.
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
 Potencia de las luminarias: 40.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 45 77 94 100 99
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de
 corrección 0.900).



Laboratorio-Panel Led Cuadrado / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 65

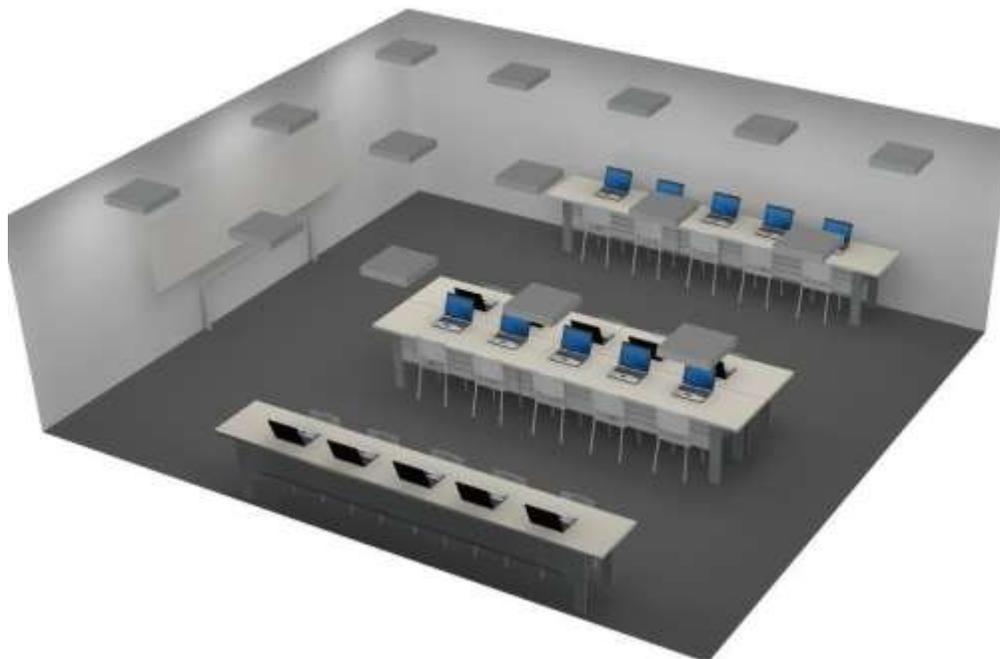


Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	15 SYLVANIA P26994 LED PANEL SQ 40W (Tipo 1)*	

*Especificaciones técnicas modificadas

Laboratorio-Panel Led Cuadrado / Rendering (procesado) en 3D

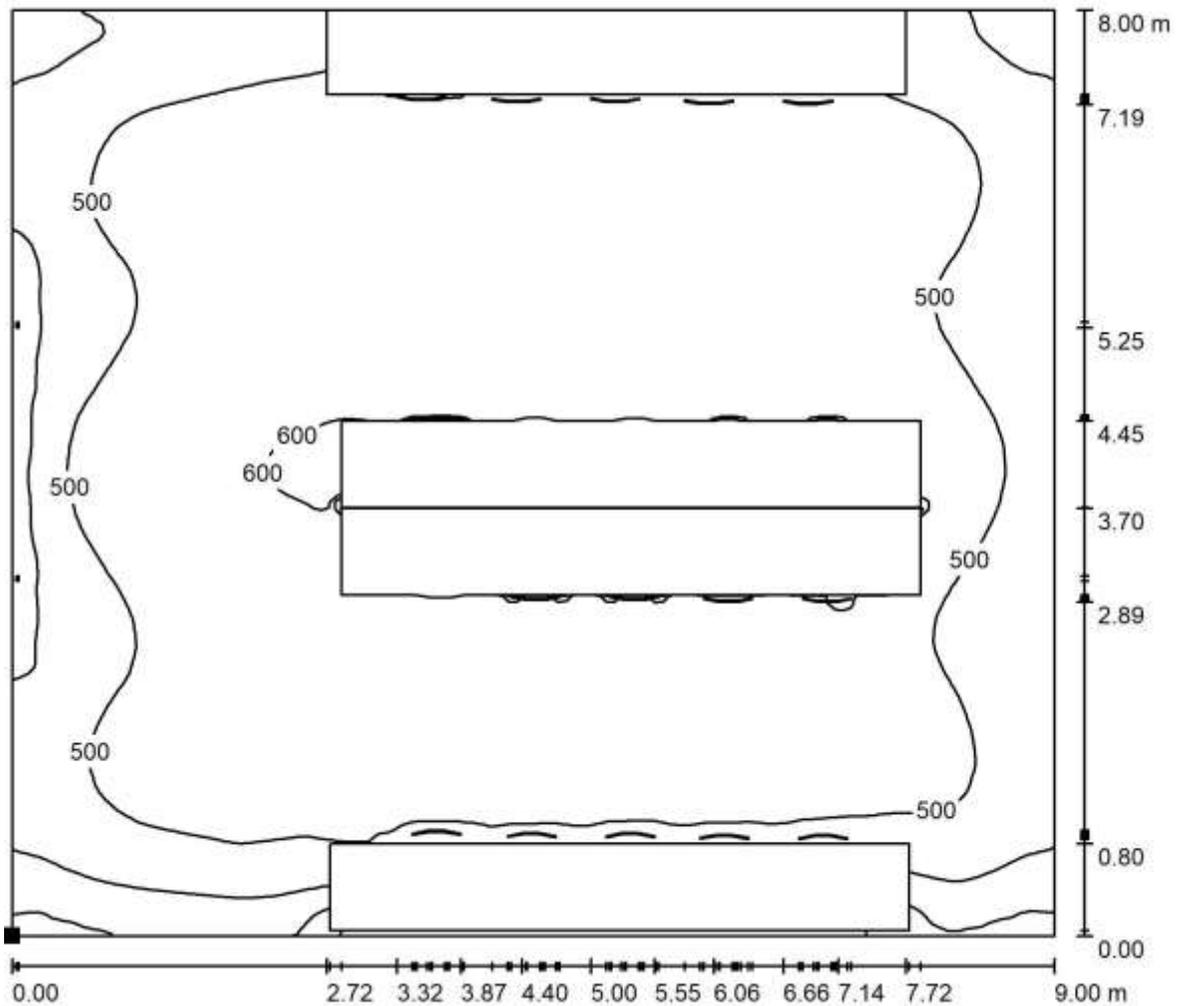


Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
516	132	614	0.256	0.215



**Laboratorio-Panel Led Cuadrado / 3. Laboratorio-Panel Led Cuadrado / Isolíneas
(E, perpendicular)**



Valores en Lux, Escala 1 : 65 Situación de la superficie en el local:

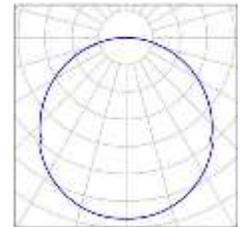
Punto marcado:
(39.324 6.078 m, 0.850 m)



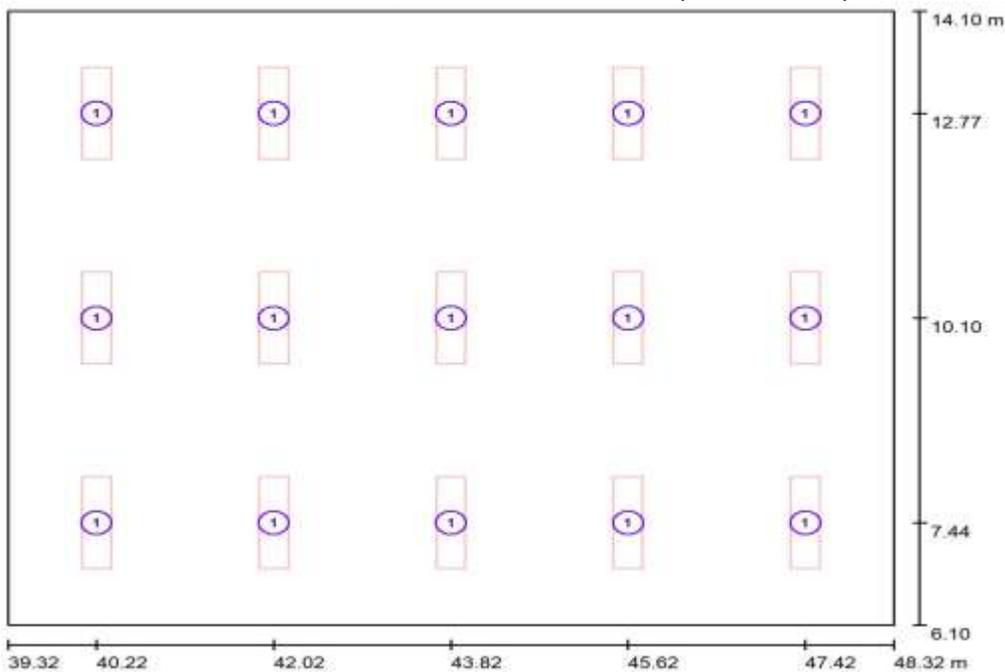
Laboratorio-Panel Led Rectangular / Lista de luminarias

15 Pieza SYLVANIA P27265 LED PANEL RC 40W DL
 (Tipo 1)
 N° de artículo: P27265
 Flujo luminoso (Luminaria): 3180 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
 Potencia de las luminarias: 40.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 46 77 94 100 99
 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 0.900).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Laboratorio-Panel Led Rectangular / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 65

Lista de piezas - Luminarias

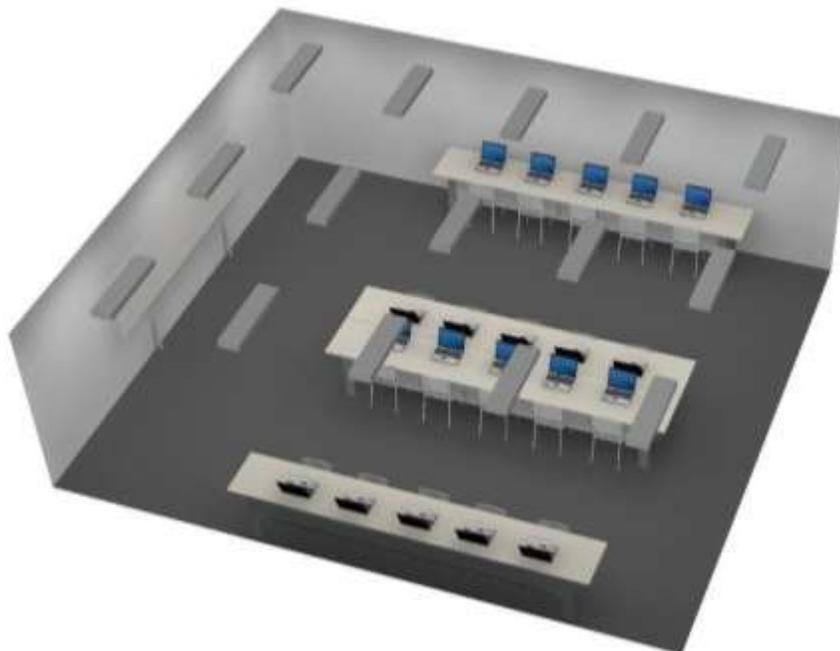
N°	Pieza	Designación
1	15 SYLVANIA P27265 LED PANEL RC 40W DL	(Tipo 1)*

*Especificaciones técnicas modificadas



Escala 1 : 65

Laboratorio-Panel Led Rectangular / Rendering (procesado) en 3D



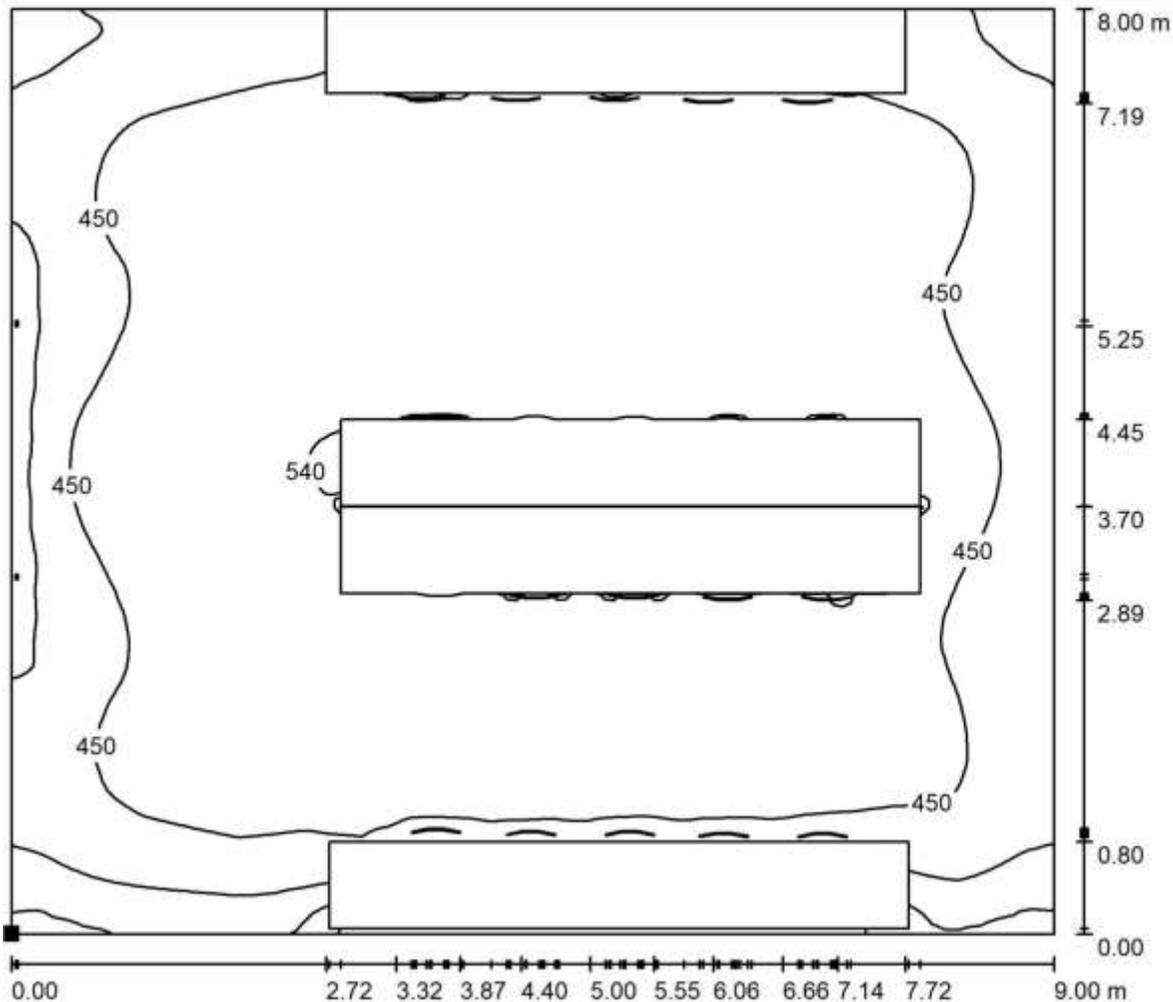
3. Laboratorio-Panel Led Rectangular / 3. Laboratorio-Panel Led Rectangular /

Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
121		545	0.261	0.221



Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux,

Escala 1 : 65 Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(39.324 m, 6.078 m, 0.850 m)