



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA EN UNA AGENCIA DE ADUANAS EN
LA CIUDAD DE QUITO**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Andrade Pullas Danny Fernando

Tutor

Ing. Juan Joel Segura D'Rouville
M.Sc.

QUITO – ECUADOR
2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Danny Fernando Andrade Pullas, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA EN UNA AGENCIA DE ADUANAS EN LA CIUDAD DE QUITO”, como requisito para optar al grado de Ingeniero y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 25 días del mes de septiembre de 2025, firmo conforme:

Autor: Danny Fernando Andrade Pullas

Firma:

Número de Cédula: 1720347408

Dirección: Pichincha, Quito, Calderón, Ciudad Bicentenario.

Correo Electrónico: dandrade16@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0960577907

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA EN UNA AGENCIA DE ADUANAS EN LA CIUDAD DE QUITO” presentado por Danny Fernando Andrade Pullas, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 25 de septiembre del 2025

.....

Ing. Juan Joel Segura D’Rouville M.Sc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 25 de septiembre 2025

.....

Danny Fernando Andrade Pullas

CI: 1720347408

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA EN UNA AGENCIA DE ADUANAS EN LA CIUDAD DE QUITO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 25 de septiembre de 2025

.....

Ing. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz M.Sc.

LECTOR 1

.....

Ing. Pablo Ron Valenzuela M.Sc.

LECTOR 2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi familia, pilar fundamental en mi vida, cuyo amor incondicional, paciencia y apoyo constante me han impulsado a superar cada desafío durante mi formación profesional.

A mi madre, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fuerza, sabiduría y salud necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres y seres queridos, gracias por su amor incondicional, sacrificios, palabras de aliento y confianza en cada paso de este proceso.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos y formar en mí una visión crítica y profesional. En especial, agradezco a mi tutor de titulación Ing. Joel Segura D Rouville, cuyo acompañamiento y guía fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I.....	1
Introducción	1
Antecedentes:	4
Justificación:.....	5
Objetivos:.....	6
Objetivo general:	6
Objetivos Específicos:.....	6
CAPÍTULO II.....	8

Ingeniería del Proyecto	8
Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa	8
Inspección de Cumplimiento con la NEC	8
Desarrollo de la Auditoría NEC	10
Resultados de la Inspección a la Red Eléctrica	15
Levantamiento de Cargas Red Eléctrica Monofásica y Trifásica	17
Desarrollo de la Inspección Niveles de Iluminación.....	25
Resultados de la Inspección de Iluminación	33
Levantamiento de Cargas Red de Iluminación	39
Herramienta de Ingeniería: Metodología 5 por qué	43
Área de estudio.....	44
Modelo operativo	45
Desarrollo del modelo operativo.....	46
Propuesta de Rediseño de la Red Eléctrica Monofásica	46
Selección de Elementos Eléctricos para Rediseño de la Red Monofásica..	46
Selección de Alternativas para Software de Simulación.....	46
Modelado y Simulación Iluminación	46
Rediseño de la Red de Iluminación.....	47
Selección de Elementos Eléctricos para Red de Iluminación	47
Análisis Económico de la Propuesta	47
CAPÍTULO III	48
Propuesta y Resultados Esperados.....	48

Rediseño de la Red Monofásica	48
Selección de Elementos Eléctricos para la Red Monofásica.....	49
Selección Alternativas para Software de Simulación	59
Modelado y Simulación del Sistema de Iluminación.....	63
Rediseño de la Red de Iluminación.....	79
Selección Elementos Eléctricos para Rediseño de la Red de Iluminación .	80
Selección Aislamiento Conductores para la Red Eléctrica	80
Selección del Calibre de Conductor de la Acometida.....	83
Selección del Transformador	86
Resultados esperados.....	89
Cronograma de Actividades	92
Análisis de Costos	96
CAPÍTULO IV	109
Conclusiones y Recomendaciones.....	109
Conclusiones:	109
Recomendaciones:.....	110
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Puntos de la NEC en la auditoría a la Agencia de Aduanas</i>	9
Tabla 2 <i>Lista de Verificación de Auditoría</i>	10
Tabla 3 <i>Levantamiento de carga red monofásica</i>	20
Tabla 4 <i>Levantamiento de carga red trifásica</i>	24
Tabla 5 <i>Resultados Cálculo del Índice de Área y Número de Zonas</i>	27
Tabla 6 <i>Formato Lista de Verificación Evaluación Iluminación</i>	30
Tabla 7 <i>Factor de Reflexión</i>	31
Tabla 8 <i>Nivel de Iluminación Mínima según la UNE 12464-1</i>	33
Tabla 9 <i>Incumplimiento de Niveles de Iluminación Planta Alta</i>	34
Tabla 10 <i>Incumplimiento de Niveles de Iluminación Planta Baja y Pasillos</i>	36
Tabla 11 <i>Carga actual de iluminación en la Agencia de Aduanas</i>	39
Tabla 12 <i>Levantamiento de carga actual instalada en la Agencia de Aduanas</i>	40
Tabla 13 <i>Área de Estudio</i>	44
Tabla 14 <i>Factor de Corrección de Temperatura</i>	50
Tabla 15 <i>Valores correspondientes al factor número de conductores (FC)</i>	51
Tabla 16 <i>Capacidad de Corriente Permisible Conductores de Cobre THHN</i> ..	52
Tabla 17 <i>Corrientes de Operación de Protecciones convencionales</i>	53
Tabla 18 <i>Selección Calibre y Protección Circuitos de la Red Monofásica</i>	55
Tabla 19 <i>Características de Softwares para simulación de iluminación</i>	60
Tabla 20 <i>Escala de Evaluación y Nivel de Importancia</i>	61
Tabla 21 <i>Requisitos para Selección de Software de Iluminación</i>	62
Tabla 22 <i>Matriz Factores Ponderados</i>	62
Tabla 23 <i>Lista de Lámparas utilizadas en la Planta Alta</i>	67
Tabla 24 <i>Lista de Lámparas utilizadas en la Planta Baja</i>	73

Tabla 25	<i>Selección Calibre y Protección Circuitos de la Red de Iluminación .</i>	81
Tabla 26	<i>Resumen Demanda de Cargas por Tablero de Distribución</i>	84
Tabla 27	<i>Levantamiento Carga Actual con Rediseño de Red Eléctrica.....</i>	87
Tabla 28	<i>Comparación Acometidas Actuales vs Propuestas</i>	90
Tabla 29	<i>Consumo Eléctrico Sistema de Iluminación Actual vs. Propuesto.....</i>	91
Tabla 30	<i>Costos de Mano Obra.....</i>	96
Tabla 31	<i>Costos Asociados en la Propuesta</i>	103
Tabla 32	<i>Beneficios Económicos con la Propuesta de Rediseño</i>	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Consumo de Electricidad en América Central y del Sur</i>	1
Figura 2 <i>Consumo Eléctrico en Ecuador 2023</i>	2
Figura 3 <i>Consumo Eléctrico en la Agencia de Aduanas</i>	3
Figura 4 <i>Medidores en posesión de la organización</i>	10
Figura 5 <i>Incremento de Personal en los últimos 6 años</i>	11
Figura 6 <i>Tableros de Distribución</i>	12
Figura 7 <i>Conductores tipo fase, neutro y tierra</i>	13
Figura 8 <i>Sistema de Protección Tipo Breaker</i>	13
Figura 9 <i>Generador a combustión MPV100WS</i>	14
Figura 10 <i>Sistema de respaldo UPS WTPOL10T</i>	14
Figura 11 <i>Porcentaje de Incumplimiento</i>	16
Figura 12 <i>Acometida Actual</i>	17
Figura 13 <i>Relación entre el Índice de Área y Número de Zonas de Medición</i> ..	26
Figura 14 <i>Luxómetro SPER SCIENTIFIC Modelo 850007</i>	29
Figura 15 <i>Niveles de Iluminación Mínimos Requeridos para Oficinas</i>	32
Figura 16 <i>Cumplimiento Iluminación en la Planta Alta</i>	34
Figura 17 <i>Cumplimiento Iluminación en la Planta Baja y Pasillos</i>	36
Figura 18 <i>Cumplimiento del Factor de Reflexión Actual</i>	37
Figura 19 <i>Layout Planta Baja GMA y TPX</i>	41
Figura 20 <i>Layout Planta Alta FMA</i>	42
Figura 21 <i>Análisis de Causa Mediante Herramienta 5 Por Qué</i>	43
Figura 22 <i>Modelo Operativo del Proyecto</i>	45
Figura 23 <i>Visualización del Anexo 6</i>	49
Figura 24 <i>Valores Normalizados para Selección Diámetro de Canalización</i> ..	59

Figura 25 <i>Modelado y simulación General Planta Alta</i>	64
Figura 26 <i>Simulación Zonas 1 y 2 Operaciones 1</i>	65
Figura 27 <i>Simulación Área Cafetería Gerencias Planta Alta</i>	66
Figura 28 <i>Modelado y Simulación General Planta Baja</i>	71
Figura 29 <i>Simulación Área Archivo 1 Planta Baja</i>	72
Figura 30 <i>Visualización Anexo 13</i>	79
Figura 31 <i>Parámetros para Selección de Transformadores Trifásicos</i>	88
Figura 32 <i>Visualización Anexo 15</i>	89
Figura 33 <i>Cronograma de Actividades</i>	95
Figura 34 <i>Diagrama de Gantt</i>	95
Figura 35 <i>Visualización Página Web DEMACO</i>	98
Figura 36 <i>Visualización Página Web Demaco y Electro Center</i>	98
Figura 37 <i>Visualización Página Web Kywi</i>	99
Figura 38 <i>Visualización Página Web Kywi</i>	100
Figura 39 <i>Visualización Página Web Schneider Electric</i>	101
Figura 40 <i>Visualización Página Web ECUATRAN</i>	102
Figura 41 <i>Visualización Anexo 20</i>	102
Figura 42 <i>Visualización del Anexo 19</i>	103
Figura 43 <i>Fórmula VAN en Excel</i>	107
Figura 44 <i>Fórmula TIR en Excel</i>	108

ÍNDICE DE ECUACIONES

(1)	17
(2)	18
(3)	18
(4)	18
(5)	18
(6)	19
(7)	25
(8)	26
(9)	31
(10)	49
(11)	50
(12)	51
(13)	83
(14)	85
(15)	85
(16)	85
(17)	85
(18)	86
(19)	86
(20)	86
(21)	87
(22)	87
(23)	88
(24)	106

(25)	107
(26)	108

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Resultados Inspección de Iluminación Planta Alta</i>	114
Anexo 2 <i>Resultados Inspección de Iluminación Planta Baja</i>	117
Anexo 3 <i>Resultados Inspección Iluminación Áreas de Circulación</i>	122
Anexo 4 <i>Resultados Auditoría NEC Red Eléctrica</i>	124
Anexo 5 <i>Cantidad Actual Circuitos de Tomacorrientes e Iluminación</i>	127
Anexo 6 <i>Redistribución de Circuitos Eléctricos para la Red Monofásica</i>	130
Anexo 7 <i>División de zonas de evaluación Planta Alta</i>	137
Anexo 8 <i>División de zonas de evaluación Planta Baja</i>	138
Anexo 9 <i>Simulación Iluminación de la Planta Alta</i>	139
Anexo 10 <i>Simulación Iluminación de la Planta Baja</i>	157
Anexo 11 <i>Simulación Iluminación Pasillos y Áreas de Circulación</i>	192
Anexo 12 <i>Comparación Niveles de Iluminación Actual vs. Adecuación</i>	199
Anexo 13 <i>Rediseño de Circuitos de la Red Eléctrica de Iluminación</i>	208
Anexo 14 <i>Circuitos de la Red Eléctrica en Tableros de Distribución</i>	219
Anexo 15 <i>Comparación Red Eléctrica Monofásica: Actual vs Propuesta</i>	225
Anexo 16 <i>Consumo Sistema de Iluminación Actual vs Propuesto</i>	228
Anexo 17 <i>Web Anexo 1. Salarios Mínimos Sectoriales y Tarifas 2025</i>	233
Anexo 18 <i>Carpeta Fichas Técnicas Lámparas Propuestas</i>	233
Anexo 19 <i>Costo Elementos Eléctricos</i>	234
Anexo 20 <i>Cotización Lámparas de Iluminación</i>	236
Anexo 21 <i>Plano Eléctrico Planta Alta Propuesto</i>	237
Anexo 22 <i>Plano Eléctrico Planta Baja Propuesto</i>	238
Anexo 23 <i>Valores de Efectivo anuales con la Propuesta</i>	239
Anexo 24 <i>Aprobación Abstract Departamento de Idiomas</i>	240

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA EN UNA AGENCIA DE
ADUANAS EN LA CIUDAD DE QUITO**

AUTOR: Danny Fernando Andrade Pullas

TUTOR: M.Sc. Juan Joel Segura D'Rouville

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se lleva a cabo en una Agencia de Aduanas ubicada en la ciudad de Quito, donde se identifica que la red eléctrica actual se encuentra obsoleta, con más de 15 años de uso, lo que, sumado al incremento de cargas, ha provocado que el sistema de protección esté subdimensionado, generando interrupciones en el servicio eléctrico. Por ello, se plantea el rediseño de dicha red, aplicando criterios técnicos conforme a la Norma Ecuatoriana de Construcción, con el objetivo de asegurar la continuidad del suministro eléctrico. La metodología utilizada se basa en la ejecución de una auditoría de diagnóstico conforme a la Norma Ecuatoriana de Construcción Instalaciones Eléctricas (NEC-SB-IE), abarcando tanto la red de fuerza como de alumbrado. Se realiza un levantamiento de cargas eléctricas para dimensionar adecuadamente la nueva red, garantizando que responda a las exigencias reales del servicio. Como resultado, se propone una nueva red eléctrica de alumbrado y la instalación de un transformador para independizar el servicio. Los resultados demuestran que la red existente no cumple con los requisitos establecidos por la norma, por lo que se planteó una nueva solución que contempla la instalación de 349 lámparas LED y el rediseño de la red monofásica de fuerza y alumbrado, ya que la existente no responde a la demanda real. La propuesta incluye la selección de conductores, protecciones, canalizaciones y aislamiento para un total de 125 circuitos eléctricos, con un costo estimado de \$96,810.14 y un transformador de una capacidad 125 KVA con la finalidad de independizar al servicio, para un periodo de recuperación de la inversión de 9.25 años. Además, el nuevo sistema de alumbrado cumple con los niveles establecidos por la Norma UNE 12464-1, contribuyendo a la preservación de la salud de los trabajadores y mejorando su productividad.

DESCRIPTORES: auditoría, carga eléctrica, red eléctrica, rediseño

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER

**THEME: REDESIGN OF THE ELECTRICAL NETWORK AT A
CUSTOMS AGENCY IN THE CITY OF QUITO**

AUTHOR: Danny Fernando Andrade Pullas

TUTOR: MSc. Juan Joel Segura D' Rouville

ABSTRACT

This research is being conducted at a customs agency in the city of Quito, where it was discovered that the current electrical network is outdated, having been in use for over 15 years. It, combined with increased loads, has caused the protection system to be undersized, resulting in interruptions to the electrical service. Therefore, the redesign of this network is proposed, applying technical criteria in accordance with the Ecuadorian Construction Standard, to ensure the continuity of the electrical supply. The methodology used is based on the execution of a diagnostic audit in accordance with the Ecuadorian Construction Standard for Electrical Installations (NEC-SB-IE), covering both the power and lighting networks. An electrical load survey was conducted to accurately size the new network, ensuring it meets the actual service requirements. As a result, a new electrical lighting network and the installation of a transformer to make the service independent are proposed. The results show that the existing network does not meet the requirements established by the standard, so a new solution was proposed that includes the installation of 349 LED lamps and the redesign of the single-phase power and lighting network, as the existing one does not meet the actual demand. The proposal includes the selection of conductors, protections, conduits, and insulation for a total of 125 electrical circuits, with an estimated cost of \$96,810.14 and an investment recovery period of 9.25 years. Additionally, the new lighting system complies with the levels established by the UNE 12464-1 standard, thereby contributing to the preservation of workers' health and enhancing their productivity.

KEYWORDS: Electrical Network, Redesign, Audit, Electrical Load.

(Anexo 24

Aprobación Abstract Departamento de Idiomas)

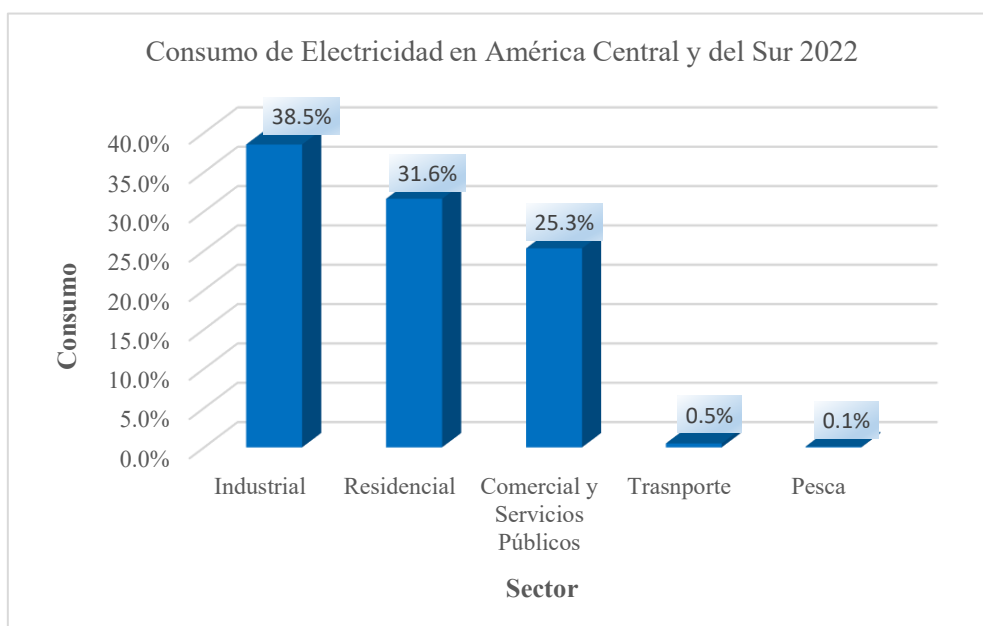
CAPÍTULO I

Introducción

En la actualidad, la mayoría de las industrias alrededor del mundo dependen del suministro eléctrico, por lo que la confiabilidad y eficiencia de las redes eléctricas son aspectos fundamentales para garantizar la continuidad de las operaciones. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), los sectores con el mayor consumo de electricidad en América Latina y del Sur en el año 2022 corresponden al sector de la industria con el 38 % y al sector residencial con el 32 %, proyectándose un incremento del 4 % para (IEA, 2023). Estos datos evidencian que las actividades industriales en la región demandan una cantidad significativa de energía eléctrica.

Figura 1

Consumo de Electricidad en América Central y del Sur

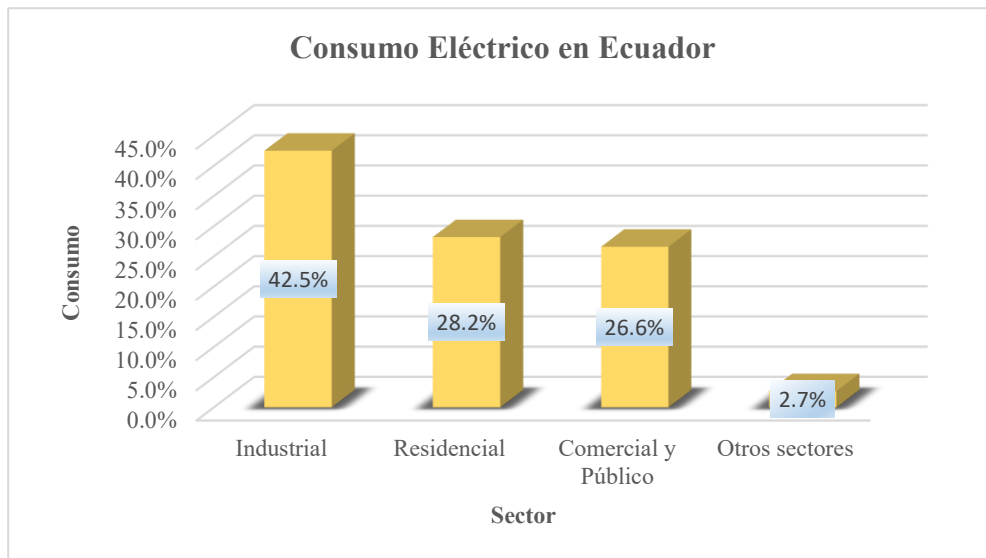


Nota. Porcentaje del consumo de electricidad en América Latina y del Sur. Elaboración por el autor con datos de (IEA, 2023)

En el año 2023, el sector industrial lideró el consumo de energía eléctrica en Ecuador, representando el 42.5 %, de acuerdo a datos proporcionados por el Ministerio de Energía y Minas, seguido por el sector residencial con un 28.2 %, el sector comercial y público con un 26.6 % y otros sectores con 2.7 % (Televistazo, 2023).

Figura 2

Consumo Eléctrico en Ecuador 2023



Nota. Porcentaje de consumo de electricidad por sectores en Ecuador año 2023. Elaborado por el autor con datos de (Televistazo, 2023).

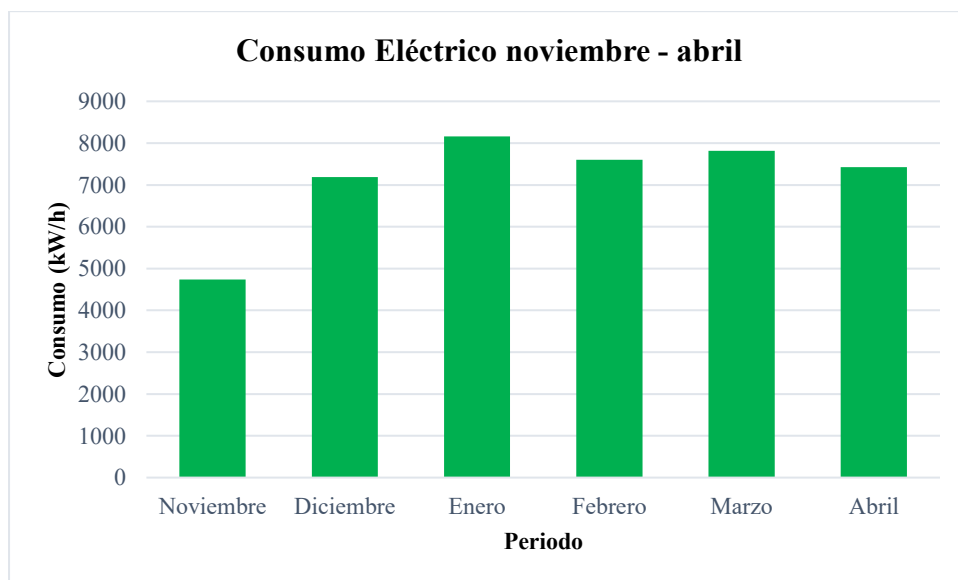
La infraestructura eléctrica constituye un elemento clave para garantizar un suministro continuo, evitando interrupciones que pueden derivar en pérdidas económicas y riesgos operativos. Según Machuca & Skliarova (2023), una infraestructura eléctrica inadecuada incrementa significativamente la probabilidad de sobrecargas, sobrecalentamiento en conductores y cortocircuitos, los cuales pueden ocasionar daños en los equipos, generación de incendios, interrupciones del suministro y mayor consumo energético. Este aspecto influye de manera directa en el aumento de los costos asociados al consumo de energía eléctrica. Además, una instalación eléctrica deficiente puede presentar elevadas pérdidas por resistencia o fugas de corriente. En este sentido, el Ministerio de Energía y Minas del Gobierno de Perú (2010) señala que una red ineficiente puede aumentar el consumo eléctrico hasta en un 40 % respecto

al valor normal. Con base en lo anterior, la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023) destaca que un sistema eléctrico debe ser diseñado para minimizar pérdidas energéticas, garantizar la seguridad operativa y proteger tanto a los equipos como al personal, previniendo fallos que generan impactos económicos negativos.

La Agencia de Aduanas, ubicada al norte de la ciudad de Quito, es una compañía ecuatoriana dedicada a la logística y comercio exterior, cuyas operaciones de la organización se desenvuelven en una jornada de 8:00 am a 17:00 pm. Bajo ese régimen de trabajo, durante el año 2024 el consumo eléctrico fue de 88122.00 kW/h. Adicionalmente, durante el periodo comprendido entre noviembre y abril el consumo eléctrico representó un promedio de 7156 kW/h, ver **Figura 3**. Con base a los datos de consumo, se evidencia cuán importante es el suministro eléctrico en la organización para dar continuidad a su giro de negocio.

Figura 3

Consumo Eléctrico en la Agencia de Aduanas



Nota. La figura presenta los niveles de consumo eléctrico desde noviembre hasta abril.

Elaborado por el autor.

Antecedentes:

La Agencia de Aduanas FMA, ubicada en la ciudad de Quito, es una organización con más de 40 años brindando servicios integrales en logística y comercio exterior. Su operación incorpora tecnologías avanzadas y monitoreo en tiempo real para el servicio de trámites aduaneros, tanto de exportación como importación, garantizando la satisfacción de los requerimientos del cliente mediante procesos eficientes y tiempos de respuesta optimizados.

En los últimos meses, la organización ha experimentado interrupciones en el sistema eléctrico, especialmente durante los periodos de mayor demanda energética. Esta situación evidencia que la red eléctrica actual no fue diseñada para soportar picos elevados de carga, lo que ha derivado en fallas frecuentes. Según, información proporcionada por Ricardo Tigsi (2025) Supervisor de Mantenimiento, el incremento sostenido del personal ha obligado a ampliar la infraestructura eléctrica con el fin de integrar nuevos equipos operativos. Sin embargo, dicha expansión se realizó sin una evaluación técnica adecuada ni una planificación que garantice una correcta distribución de la carga, lo que ha generado deficiencias en el suministro eléctrico y cortes recurrentes de energía.

En diversas industrias ecuatorianas persiste una infraestructura eléctrica con varios años de antigüedad, la cual, en muchos casos, no ha sido sometida a procesos de mejora ni a mantenimientos preventivos periódicos. Esta situación se refleja en el trabajo de titulación de Barriga Zúñiga (2024), quien estableció que en una compañía especializada en diseño y construcción de estructuras metálicas la red eléctrica no ha sido renovada desde su fundación, lo que actualmente genera deficiencias en el suministro a las distintas áreas operativas. De forma similar, Zurita Simons (2023) evidencia en su estudio que una heladería mantiene un sistema eléctrico obsoleto, el cual no ha sido intervenido desde 2005, provocando interrupciones frecuentes en el suministro eléctrico y afectando directamente el desarrollo de las actividades comerciales. Adicionalmente, Ramón Sisalema, (2024) comprobó en su estudio

en una organización de rectificación de motores de combustión, que por medio de la reestructuración del sistema eléctrico se garantiza un correcto funcionamiento de los equipos y se cumple con los estándares de calidad ofertados por la organización, además, por medio de la nueva red de alumbrado se responde al nivel luminoso adecuado propuesto en normativas, mejorando la calidad del ambiente laboral de los colaboradores.

Cabe mencionar, que los trabajos de investigación previamente mencionados se basan en la Norma Ecuatoriana de la Construcción de Instalaciones Eléctricas (NEC-SB-IE) para el rediseño de la red eléctrica en cada una de sus organizaciones de estudio, debido a que, esta normativa cuenta con parámetros mínimos de calidad y seguridad en las edificaciones, además busca disminuir el consumo de energía y optimizar la eficiencia operativa del sistema de distribución eléctrico, garantizando la habitabilidad y la salud en las construcciones, así como especificaciones para el desarrollo del esquema eléctrico de alumbrado y fuerza. Adicionalmente, se utiliza la norma de iluminación UNE 12464-1 y el software Dialux para el análisis lumínico de la organización. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo proponer un rediseño de la red eléctrica de una Agencia de Aduanas, basado en las normativas vigentes y softwares de simulación para el análisis de información y desarrollo eficiente de la propuesta.

Justificación:

La investigación resulta de **importancia** para la Agencia de Aduanas, puesto que le otorgará un estudio con el objetivo de rediseñar la red eléctrica. Adicionalmente, le permitirá contar con una distribución de cargas eficiente para la instalación considerando todos los equipos de la organización.

La propuesta metodológica posee un **impacto** valioso en la organización, ya que con el rediseño de su red se garantiza el servicio eléctrico en función de la demanda por parte de la Agencia de Aduanas, enfocado en prevalecer la continuidad a las operaciones y ser eficiente.

El trabajo realizado contribuirá con una notable **utilidad** para la Agencia de Aduanas, con el estudio elaborado en sus instalaciones se proveerá de un proyecto eléctrico para el rediseño de su red monofásica. Además, dentro del proyecto se incluye una redistribución de cargas para proponer una red eléctrica eficiente.

Los **beneficiarios** principales de la investigación desarrollada corresponden a la Agencia de Aduanas, partes interesadas y clientes de ésta. Al rediseñar la red eléctrica considerando la demanda actual de la empresa, se garantiza el suministro eléctrico hacia las diferentes áreas de la organización, evitando que el servicio se interrumpa y se detengan las operaciones debido a condiciones internas.

La investigación se considera **factible** para su desarrollo, se cuenta con el apoyo y apertura de la empresa donde se realiza el estudio. Además, se tiene al alcance los recursos necesarios para conducir el trabajo académico por buen camino.

Objetivos:

Objetivo general:

- Rediseñar la red eléctrica en una Agencia de Aduanas en la ciudad de Quito, mediante criterios técnicos basados en la Norma Ecuatoriana de Construcción, con la finalidad de garantizar continuidad en el servicio eléctrico.

Objetivos Específicos:

- Realizar un levantamiento de la carga eléctrica monofásica y trifásica ubicada en la instalación, mediante la identificación de los parámetros nominales de cada equipo, para conocer la totalidad de la carga instalada.
- Proponer una nueva red eléctrica en la organización, mediante la aplicación de la Norma Ecuatoriana de Construcción Instalaciones Eléctricas (NEC-SB-IE) y Norma Europea sobre la iluminación para interiores (UNE 12464.1), con la finalidad de cumplir con los estándares establecidos en la misma.

- Seleccionar los elementos eléctricos que forman parte de la red monofásica, basado en los criterios técnicos presentes en la NEC, para garantizar un servicio eléctrico que satisfaga la carga instalada.

CAPÍTULO II

Ingeniería del Proyecto

Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa

De manera preliminar se lleva a cabo una visita técnica a las instalaciones de la Agencia de Aduanas, con el objetivo de evidenciar la situación actual de la red eléctrica de distribución interna con la que cuenta la organización. Durante la visita se realiza una entrevista con el Supervisor de Mantenimiento de la Agencia de Aduanas, quien supo otorgar información para el desarrollo del presente trabajo. El mismo supo mencionar que, desde su ingreso a desempeñar el cargo, hace 10 años, se ha realizado simplemente un estudio de cargas en el 2019 para determinar la carga instalada en ese entonces, luego de ello, hasta la fecha no se han realizado nuevos estudios ni análisis a la red eléctrica. Menciona que modificaciones si se han realizado, pero simplemente corresponde a la instalación de tomacorrientes y equipos de iluminación adquiridos por la empresa para desempeñar las actividades operativas. Adicionalmente, comenta que la infraestructura eléctrica cuenta ya con más de 35 años en explotación, debido a que la instalación donde se encuentra la empresa fue adquirida ya en estado de operatividad. Actualmente, en las instalaciones de la Agencia de Aduanas funcionan 3 empresas que se interrelacionan para prestar los servicios, éstas corresponden a Grupo Mosquera Aulestia (GMA), Francisco Mosquera Aulestia (FMA) y Transporexa (TPX).

Inspección de Cumplimiento con la NEC

La metodología para determinar el estado actual de la red eléctrica en la Agencia de Aduanas consiste en realizar una auditoría bajo los puntos establecidos por las normativas mencionadas en el párrafo que antecede, con el objetivo de evaluar la misma en la organización, respecto al cumplimiento de estándares y regulaciones establecidos por las normas de construcción e iluminación.

La NEC-SB-IE (Norma Ecuatoriana de Construcción Instalaciones Eléctricas) cuenta con 46 puntos, de los cuales 10 puntos son de relevancia para proceder con la evaluación a las instalaciones de la red eléctrica. A continuación, se puede apreciar en la **Tabla 1** los 10 puntos utilizados.

Tabla 1

Puntos de la NEC en la auditoría a la Agencia de Aduanas

3.2. Estudio de demanda y factor de demanda.
3.3. Clasificación de viviendas según el área de construcción.
4.0. Circuitos (Literal a)
4.0. Circuitos (Literal b)
4.0. Circuitos (Literal c)
4.0. Circuitos (Literal d)
4.1. Circuitos de iluminación
4.2. Circuitos de tomacorrientes
4.3. Circuitos de cargas especiales
10.1. Interruptores y tomacorrientes (Literal c)

Nota. Tabla realizada por el autor con información proporcionada de (Iza et al., 2018)

Para el desarrollo de la auditoría se hizo uso de un formato denominado *Lista de Verificación de Auditoría*, donde se establece los puntos a auditar de la norma, el requisito a verificar en cada punto, el cumplimiento y las observaciones evidenciadas, véase la **Tabla 2**.

Tabla 2

Lista de Verificación de Auditoría

Lista de Verificación de Auditoría			
Nombre de la Auditoría:	Evaluación de la NEC en una Agencia de Aduanas		
Responsable de auditoría:	Danny Andrade		
Entrevistado:			
Fecha:			
Ítem	Requisito a verificar	Cumple (Si/No)	Evidencia

Nota. Formato Lista de Verificación de Auditoría realizada por el autor.

Desarrollo de la Auditoría NEC

La Agencia de Aduanas cuenta con dos medidores, de los cuales de manera mensual se realiza el pago del consumo, esto se debe a que la infraestructura fue adquirida en operatividad y se tenía un servicio eléctrico por separado debido a las operaciones de la organización anterior y por parte de la Agencia de Aduanas ha decidido mantenerlo así. Adicionalmente, el Supervisor de Mantenimiento manifiesta que el transformador con el que cuenta la organización es de servicio compartido entre la empresa y los domicilios cercanos.

Figura 4

Medidores en posesión de la organización

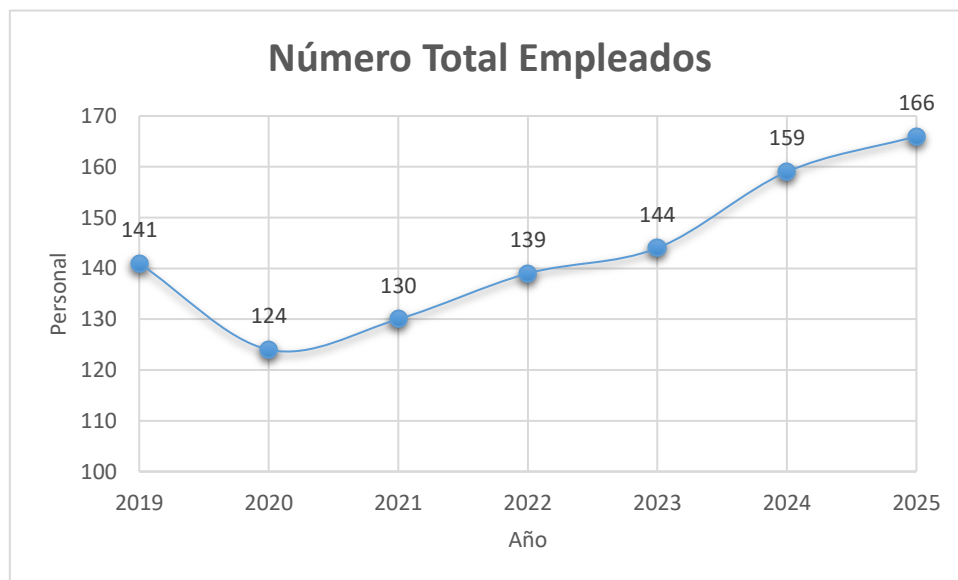


Nota. La figura 4 muestra el número de medidores con los que cuenta la organización para el control del consumo eléctrico modelo DTS 1296 3 Fases 4 Hilos 3x127/220V 60 Hz 5(100) A Clase 1.

Con base al tipo de medidor con el que cuenta la organización, se determina que la red eléctrica opera a una tensión trifásica con neutro con frecuencia a 60 Hz 127/220 V, lo que significa que se puede conectar equipos a 127 V y a 220 V. Según el Supervisor de Mantenimiento, cada circuito fue diseñado considerando una sobredimensión del 25% al valor de corriente a servir, sin embargo, actualmente la carga a superado esa consideración cuando se diseñó la infraestructura eléctrica, cuyo cambio se dio en el año 2019. Se puede apreciar en la **Figura 5** el incremento de personal desde el año 2019 a 2025, lo que como consecuencia genera que aumente la carga eléctrica. Adicionalmente, es necesario mencionar que a partir del año 2024 en las instalaciones de la Agencia de Aduanas se incorpora a desarrollar sus actividades la empresa aliada Transporexa, lo que significó en aumento de personal y posteriormente consumo eléctrico, es decir el número de colaboradores aumentó en un 18 % de manera total con respecto a lo considerado en el 2019.

Figura 5

Incremento de Personal en los últimos 6 años



Nota. La figura 5 muestra el incremento del personal en la organización en los últimos 6 años.

Durante la auditoría se evidencia que cada circuito cuenta con su propio conductor de fase y neutro conectado a tierra. Los circuitos se encuentran señalados en los tableros de distribución, los mismos son 5: 3 tableros principales, 1 tablero para el sistema de respaldo UPS y 1 tablero para el sistema de respaldo (generador), ver **Figura 6**. Adicionalmente, se logra identificar que los conductores se basan en el sistema por colores sugerido por la NEC-SB-IE, ver **Figura 7**, que corresponden a color blanco para conexión neutro, color verde conexión a tierra, y rojo o negro para conexión fase. (Iza et al., 2018)

Figura 6

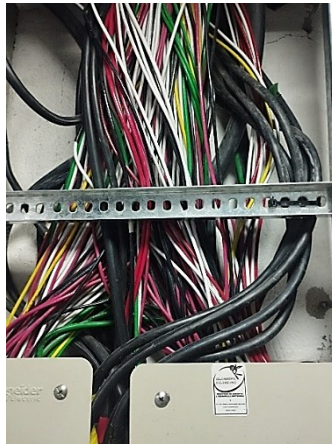
Tableros de Distribución



Nota. Se puede apreciar en la figura 6 los tableros de distribución en posesión de la organización para el control de la red eléctrica.

Figura 7

Conductores tipo fase, neutro y tierra



Nota. Se puede apreciar en la figura 7 los conductores de los diferentes circuitos eléctricos presentes en la red eléctrica.

Se cuenta con sistemas de protección tipo Breaker para cada circuito eléctrico Modelo Schneider Electric QOvs C32, C20, C10, C16, C40, C50, según el supervisor de mantenimiento debido a la demanda eléctrica actual, estos sistemas se han activado, provocando que el suministro eléctrico se corte, lo que significa que es necesario un rediseño para implementar sistemas de protección acorde a la demanda eléctrica de la organización.

Figura 8

Sistema de Protección Tipo Breaker



Nota. Se puede apreciar en la figura 8 los sistemas de protección para los circuitos establecidos en el tablero 3.

Se identificó que la organización cuenta con dos sistemas de respaldo, un generador MPV100WS con capacidad para abastecer 100 kVA/80 kW y un UPS WTPOL10T con capacidad para 10 Kva/10 kW. El sistema de respaldo UPS es destinado a los servidores con los que se trabaja internamente en la organización.

Figura 9

Generador a combustión MPV100WS



Nota. Se puede apreciar en la figura 9 el generador de la organización.

Figura 10

Sistema de respaldo UPS WTPOL10T



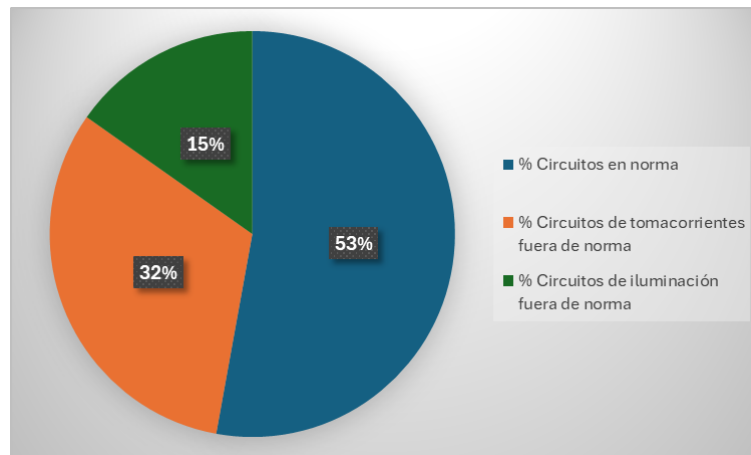
Nota. Se puede apreciar en la figura 10 el UPS WTPOL10T, destinado al sistema de respaldo para el área de sistemas.

Resultados de la Inspección a la Red Eléctrica

La organización cuenta con salidas de iluminación hasta de 100 W, tomacorrientes que entregan 200 W como mínimo, sin embargo, no se cuenta con tomacorrientes para cargas especiales, se evidencia que los calefactores e impresoras de gran tamaño se conectan en conjunto con los demás equipos. La infraestructura consta de 1763 m², por lo que según la NEC, se debe contar con 1 circuito tanto de tomacorrientes e iluminación por cada 100 m² o fracción (Iza et al., 2018) . Se evidencia que cuenta con 39 circuitos de tomacorrientes y 33 circuitos de iluminación, dando un total de 72 circuitos, de los cuales existen circuitos que exceden el número de salidas establecidas en la norma NEC, por ende, los conductores no son óptimos para la carga. Respecto a los circuitos destinados a tomacorrientes, de los 39 circuitos, el 18 % de estos incumplen con el número de salidas máximas, es decir 7 circuitos, que a su vez se incluyen en los 23 que exceden la carga máxima de 20 amperios por circuito, representando así un 58.97 % de circuitos fuera de norma. Para el caso de la iluminación, de los 33 circuitos, el 33.33% incumple con lo estipulado en la Norma Ecuatoriana de Construcción, esto representa 11 circuitos, ver **Anexo 5**. Adicionalmente, los conductores de los circuitos de iluminación y tomacorrientes son calibre 12 AWG de 3.31 mm², lo cual para los circuitos que incumplen con la norma, no es un calibre óptimo.

Figura 11

Porcentaje de Incumplimiento



Nota. Elaborado por el autor

La Figura 11 muestra que el 53 % de los circuitos de la organización cumple con la normativa vigente, mientras que el 47 % restante presenta incumplimientos distribuidos en un 32 % correspondiente a los circuitos de tomacorrientes y un 15 % a los de iluminación. Estos resultados evidencian que, a pesar de existir un nivel mayoritario de conformidad, casi la mitad de la instalación eléctrica presenta deficiencias que comprometen tanto la seguridad como la confiabilidad del sistema. En particular, el elevado porcentaje de irregularidades en los tomacorrientes constituye un riesgo significativo para la operación cotidiana, mientras que las observadas en los circuitos de iluminación, aunque en menor proporción, también requieren atención para asegurar un cumplimiento normativo. En consecuencia, los hallazgos resaltan la necesidad de priorizar acciones correctivas con el fin de alcanzar un nivel pleno de conformidad y fortalecer la seguridad eléctrica de la instalación.

La acometida principal cuenta con un conductor calibre 4 AWG, el cual, según el supervisor de mantenimiento de la empresa, este calibre no ha sido modificado ni evaluado su factibilidad desde el 2019, lo que deja saber, que no es el idóneo en relación con la carga con la que la organización cuenta actualmente. Adicionalmente, el conductor al tacto se evidencia

que presenta temperaturas elevadas, es decir el cableado de la acometida se encuentra caliente, lo que refleja un funcionamiento anormal de este.

Figura 12

Acometida Actual



Nota. Se puede apreciar en la figura 12 el cableado de la acometida que ingresa hacia los tableros de distribución.

La lista de verificación de la auditoría realizada en base a la norma NEC-SB-IE se detalla en el **Anexo 4**. Como resultado de la auditoría realizada a la red eléctrica, el 50% de los puntos auditados no cumplen con lo establecido en la NEC.

Levantamiento de Cargas Red Eléctrica Monofásica y Trifásica

Para determinar la carga instalada en la red eléctrica presente en la organización, es factible revisar la placa que se encuentra en cada equipo instalado, la misma que menciona los parámetros nominales para el funcionamiento de este. Para ello, es necesario mencionar al término de potencia y su relación con el levantamiento de cargas.

- **Potencia eléctrica:** es la velocidad a la que se utiliza o se transfiere la energía eléctrica, su unidad de medida es watts (W) (Matulic, 2003). Se expresa como el producto del voltaje (V) y la corriente (I) inmersa en un circuito, ver ecuación (1)

$$P = V * I \quad (1)$$

- **Potencia Activa:** representa la parte de la potencia que genera trabajo en el equipo o sistema, su unidad de medida es watts (W), se la indica con la letra (P) en la ecuación general de la potencia (Chapi Granda, 2024). Para cargas monofásicas utiliza la ecuación (2) y para cargas trifásicas la ecuación (3):

$$P = V_f * I_f * \text{Cos } \phi \quad (2)$$

$$P = \sqrt{3} * V_l * I_l * \text{Cos } \phi \quad (3)$$

Donde:

V_f : voltaje de fase (V)

I_f : corriente de fase (A)

ϕ : ángulo de factor de potencia

V_l : voltaje de línea (V)

- **Potencia Reactiva:** es la potencia que no genera trabajo significativo, simplemente fluye entre los equipos y elementos reactivos. Su unidad de medida es voltamperios reactivos (VAR), se presenta con la letra (Q) en la fórmula general de potencia (Chapi Granda, 2024). Para cargas monofásicas utiliza la ecuación (4) y para cargas trifásicas la ecuación (5):

$$Q = V_f * I_f * \text{Sen } \phi \quad (4)$$

$$Q = \sqrt{3} * V_l * I_l * \text{Sen } \phi \quad (5)$$

Donde:

V_f : voltaje de fase (V)

I_f : corriente de fase (A)

ϕ : ángulo de factor de potencia

V_l : voltaje de línea (V)

- **Potencia Aparente:** Represente la magnitud total de la potencia inmersa en un equipo o sistema. Su unidad de medida es en voltamperios (VA), se expresa con la letra (S) y su fórmula se representa en la ecuación (6), según (Chapi Granda, 2024).

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (6)$$

- **Factor de Potencia:** el termino $fp = \cos \phi$ es el llamado factor de potencia, el cual corresponde al ángulo ϕ entre la tensión eléctrica (V) y la corriente eléctrica (A) en una instalación. El cual indica que tan eficiente es un sistema eléctrico. (Wagemakers & Escribano Aparicio, 2017)

En el siguiente apartado, aprecia el levantamiento de carga de la red monofásica:

Tabla 3*Levantamiento de carga red monofásica*

Equipo	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Factor de Potencia	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Tipo de carga
Monitor LG FLATRON W1943C	13	19	1.20	0.60	0.178	0.237	Monofásica
Monitor LG FLATRON W1934S	2	12	2.00	0.60	0.029	0.038	Monofásica
Monitor LG FLATRON 19EN33	13	19	1.20	0.60	0.178	0.237	Monofásica
Monitor LG Flatron E1942C	3	19	1.20	0.60	0.041	0.055	Monofásica
Monitor LED 20EN3388-B	4	19	1.20	0.90	0.082	0.040	Monofásica
Monitor LG LED 20M35	46	19	0.80	0.90	0.629	0.305	Monofásica
Monitor HP P204v	2	19	0.80	0.65	0.020	0.023	Monofásica
Monitor Samsung S19C150F	5	14	1.07	0.65	0.049	0.057	Monofásica
Monitor BENQ DL2020-B	1	30	1.00	0.70	0.021	0.021	Monofásica
Monitor Rivera RLCD - 19KT72	1	20	2.31	0.60	0.027	0.036	Monofásica
Monitor DELL 5440 P23	1	19	0.84	0.85	0.014	0.008	Monofásica
Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	1	19	1.05	0.65	0.013	0.015	Monofásica
Monitor Samsung	3	14	1.07	0.65	0.029	0.034	Monofásica

Equipo	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Factor de Potencia	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Tipo de carga
CPU	71	110	3.50	0.60	16.401	21.868	Monofásica
Impresora de Credenciales Zebra ZC300	1	24	4.17	0.60	0.060	0.080	Monofásica
Impresora RICOH IM 430F	3	110	12.00	0.90	3.564	1.726	Monofásica
Impresora RICOH MPC 307	1	110	10.00	0.90	0.990	0.479	Monofásica
Impresora RICOH MP4002	2	110	12.00	0.90	2.376	1.151	Monofásica
Impresora RICOH MP 5002	1	110	14.09	0.90	1.395	0.676	Monofásica
Impresora RICOH ICM 300	1	110	10.00	0.60	0.660	0.880	Monofásica
Impresora RICOH MPC 6004	1	110	14.50	0.95	1.515	0.498	Monofásica
Impresora RICOH MP 502	1	110	11.45	0.90	1.134	0.549	Monofásica
Impresora RICOH MP 201	2	110	8.00	0.85	1.496	0.927	Monofásica
Impresora EPSON C463C	1	110	0.12	0.70	0.009	0.009	Monofásica
Impresora HEWLETT PACKARD LASERJET P1102W	1	110	3.22	0.75	0.265	0.234	Monofásica
Impresora HEWLETT PACKARD LASERJET 2015	1	110	3.20	0.60	0.211	0.282	Monofásica

Equipo	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Factor de Potencia	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Tipo de carga
Cafetera Electrolux ECM25	4	110	6.67	1.00	2.935	0.000	Monofásica
TV Prima 32"	1	110	0.45	0.85	0.042	0.026	Monofásica
TV SONY 40"	1	110	0.50	0.85	0.046	0.029	Monofásica
TV SAMSUNG UN65BU800PCZE	5	110	1.79	0.85	0.838	0.519	Monofásica
TV AQUOS LC-70LE857U	1	110	1.89	0.85	0.177	0.110	Monofásica
Refrigerador	1	110	5.42	0.95	0.566	0.186	Monofásica
Refrigerador Pequeño	1	110	0.91	0.90	0.090	0.044	Monofásica
Congelador	1	110	1.59	0.85	0.149	0.092	Monofásica
Microondas LG	3	110	5.45	0.85	1.529	0.947	Monofásica
Microondas Whirlpool 19L	1	110	6.36	0.60	0.420	0.560	Monofásica
Microondas Amana	2	110	6.36	0.85	1.189	0.737	Monofásica
Microondas Midea	1	110	6.36	0.85	0.595	0.369	Monofásica
Sistema Cerca Eléctrica	1	110	0.09	0.70	0.007	0.007	Monofásica
Router de internet D-LINK DIR-905L	11	110	0.04	0.70	0.036	0.036	Monofásica
Computador Portátil HP PROBOOK 450 G8 NOTEBOOK PC	16	20	2.31	0.95	0.685	0.225	Monofásica
Computador Portátil HP 340 G1	3	20	3.33	0.95	0.185	0.061	Monofásica
Computador Portátil HP SPECTRE	1	20	3.33	0.95	0.062	0.020	Monofásica
Computador Portátil HP Intel CORE i3	2	20	2.31	0.95	0.086	0.028	Monofásica

Equipo	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Factor de Potencia	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Tipo de carga
Computador Portátil HP Intel CORE i7	3	20	3.33	0.95	0.185	0.061	Monofásica
Computador Portátil HP 430	1	20	3.33	0.95	0.062	0.020	Monofásica
Computador Portátil LENOVO THNKPAD L16	4	20	3.25	0.95	0.247	0.081	Monofásica
Computador Portátil LENOVO THNKPAD E15	2	20	3.25	0.95	0.124	0.041	Monofásica
Computador Portátil LENOVO	1	20	3.25	0.95	0.062	0.020	Monofásica
Computador Portátil THINKBOOK 15 G2 ITL MP23RVR8	2	20	3.25	0.95	0.124	0.041	Monofásica
Computador Portátil Victus gamer AX201NGW	1	20	10.30	0.95	0.191	0.063	Monofásica
Computador Portátil HP Intel Core i5	40	20	2.31	0.95	1.712	0.563	Monofásica
Calefactor DAEWOO DOH-277M	7	110	13.64	1.00	10.503	0.000	Monofásica
Dispensador de Agua YLR-2-5-X (AQ100L-K6)	7	110	1.05	0.70	0.566	0.577	Monofásica
Modem Internet	6	9	1.50	0.80	0.065	0.049	Monofásica
Impresora RICOH SP 4510	1	110	5.60	0.90	0.554	0.269	Monofásica

Equipo	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Factor de Potencia	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Tipo de carga
Teléfono IP Grandstream GRP2601W	30	110	0.60	0.80	1.584	1.188	Monofásica
Escáner RICOH FI-8150	1	110	0.19	0.95	0.020	0.007	Monofásica
UPS Modelo WTPOL 10T	1	220	5	0.99	1.089	0.155	Monofásica
Parlante de Sonido	1	110	4.60	0.9	0.455	0.221	Monofásica
Proyector	1	110	1.40	0.9	0.139	0.067	Monofásica
Total					67.771	43.504	

Nota. La tabla presenta los valores nominales del equipamiento eléctrico monofásico con base al levantamiento de carga, se incluye el cálculo de la potencia activa (P) y reactiva (Q). Elaboración propia del autor.

Tabla 4

Levantamiento de carga red trifásica

Equipo	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Factor de Potencia	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Tipo de carga
Bomba Sistema de Incendios	1	220	28	0.85	9.060	5.620	Trifásica

Nota. La tabla presenta los valores nominales del equipamiento eléctrico trifásico con base al levantamiento de carga, se incluye el cálculo de la potencia activa (P) y reactiva (Q). Elaboración propia del autor.

Desarrollo de la Inspección Niveles de Iluminación

Por medio de una inspección de iluminación a las distintas áreas que comprenden a la organización se determina la calidad de las iluminarias con las que cuenta actualmente la Agencia de Aduanas. La inspección se realiza en 4 etapas.

1. Identificación Dimensiones de las Áreas a Evaluar

Para determinar las dimensiones de largo y ancho de cada área se hace uso de una cinta métrica, cuyos valores se detallan en las columnas 3 y 4 de la **Tabla 5**. Adicionalmente se determina la altura a la que se encuentran los puntos de luz, cuyo valor es de 2.5 m. Se divide a la organización en 53 áreas de trabajo, de las cuales se obtiene 376 zonas de medición con sus respectivos centros geométricos, los cuales representan a los puntos para la inspección de iluminación esto se logra apreciar en el **Anexo 7** y **Anexo 8**.

2. Cálculo del Número de Zonas a Evaluar

Se aplica la metodología descrita en los Apéndices A.2.3 y A.2.3.1 de la Norma Mexicana 025-STPS-2008 “*Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo*”, con el fin de determinar el número de zonas a evaluar y sus respectivos puntos de inspección. El proceso inicia con el cálculo del índice de área para cada sector, empleando las dimensiones de cada área de trabajo y la fórmula presentada en la ecuación (7) de acuerdo con lo estipulado en la norma. Con el valor obtenido, se recurre a las columnas A y B de la tabla mostrada en la **Figura 13** a partir de las cuales se establece el número de zonas en que debe dividirse el área de inspección. Posteriormente, se determina el punto de inspección, el cual puede localizarse en el centro geométrico de la zona o en cada puesto de trabajo, según los requerimientos específicos de la inspección (Secretaría del Trabajo y Provisión Social, 2008).

$$IC = \frac{(x) * (y)}{h(x + y)} \quad (7)$$

Donde:

IC : presenta al índice de área

x, y : son las dimensiones del área (largo y ancho), en metros

h : es la altura de la luminaria, en metros

Figura 13

Relación entre el Índice de Área y Número de Zonas de Medición

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC < 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Nota. La figura muestra el número de zonas a evaluar, así como el número de zonas en caso de existir limitación en función del índice de área. Tomada de la Norma Mexicana 025-STPS-2008.

Si una vez determinado el número mínimo de zonas a evaluar y los puntos de medición coinciden con la ubicación de la luminaria, se debe realizar una nueva división al área a evaluar considerando los valores de la columna B (Secretaría del Trabajo y Provisión Social, 2008).

Se realiza un ejemplo del cálculo del índice de área para el área Cafetería Gerencia y a continuación se presenta en la **Tabla 5** los resultados del IC para cada área de la organización tanto para el Piso 1 y Piso 2.

$$IC = \frac{(5.4 * 5)}{2.5(5.4 + 5)} = 1.04 \quad (8)$$

Tabla 5*Resultados Cálculo del Índice de Área y Número de Zonas*

Nro. Piso	Área	Largo (m)	Ancho (m)	Índice de área	Número mínimo de zonas a evaluar	Punto de Medición (centro geométrico de la zona)
Piso 2	Cafetería Gerencia	5.4	5	1.04	9	9
	Gerencia General	5.4	5.2	1.06	9	9
	Gerencia Operaciones	3.3	4.75	0.78	4	4
	Gerencia Ad. Financiera	3.1	4.75	0.75	4	4
	Área de Recepción Gerencias y Sala Espera	6.4	2.1	0.63	4	4
	Sala reuniones (Recepción)	3.2	3.1	0.63	4	4
	Archivo	4	3	0.69	4	4
	Sala reuniones Norte	3	3	0.60	4	4
	Operaciones 1	4.95	4.5	0.94	4	4
	Operaciones 2	4.95	4.5	0.94	4	4
	Operaciones 3	7.45	4.5	1.12	9	9
	Sala reuniones Sur	5.82	4.1	0.96	4	4
	Cafetería FMA	5.82	4.1	0.96	4	4
	Comedor	5.82	9.13	1.42	9	9
	Comedor 2	5.1	3.5	0.83	4	4
	Pasillo FMA	-	-	-	-	12
	Operaciones 4	7.45	4.2	1.07	9	9
	Operaciones 5	6.5	4.1	1.01	9	9
	Operaciones 6	6.5	4.1	1.01	9	9
	Piso 1	Baños Hombres	5.5	4.12	0.94	4
Baños Mujeres		5.5	4.82	1.03	9	9
Pasillo Reciclaje		5.5	1.75	0.53	4	4
Talento Humano 1		5.56	4.43	0.986	4	4
Talento Humano 2		5.56	3.49	0.86	4	6

Área	Largo (m)	Ancho (m)	Índice de área	Número mínimo de zonas a evaluar	Punto de Medición (centro geométrico de la zona)
Dispensario Médico	5.56	3.34	0.83	4	4
Área Lactancia	5.56	1.63	0.50	4	4
TICS	5.56	3.04	0.79	4	4
Desarrollo	2.87	5.14	0.74	4	4
Mantenimiento	7.34	4.02	1.04	9	9
Financiero 1 y SST	9.17	7.9	1.70	9	9
Oficina Financiero	2.78	4.58	0.69	4	6
Sistemas de Gestión y Comercial	8.56	4.9	1.25	9	9
Financiero 2	7.036	7.9	1.49	9	9
Gerencia Comercial	3.69	3.33	0.7	4	4
Sala Hong Kong	4.8	4.02	0.88	4	4
Compras	5.42	5.17	1.06	9	9
Bodega Suministros CP	2.53	5.17	0.7	4	4
Pasillo Reuniones	1.2	9.4	0.4	-	5
Sala Singapur	2.57	6.64	0.7	4	4
Sala Rotterdam	2.57	3.21	0.6	4	4
Sala de Espera	2.67	5	0.70	4	4
Recepción	5.86	4.44	1.01	9	9
Ingreso Posterior	4.37	4.44	0.88	4	4
Transporte	10.18	5.3	1.39	9	9
Oficina TR	2.55	4.09	0.63	4	6
Baños Mujeres TR	1.86	2.7	0.44	4	4
Baños Hombres TR	1.86	2.7	0.44	4	4
Pasillo TR	6.16	1.29	0.43	4	3
Sala de Reuniones TR	3.35	4.09	0.74	4	6
Seguridad Física	3.35	5.2	0.81	4	6
Cafetería TR	2.09	2.7	0.47	4	4
Pasillo GMA	23.75	2.02	0.74	4	13
Pasillo Auditorio	2.6	27.21	0.95	4	14

Área	Largo (m)	Ancho (m)	Índice de área (IC)	Número mínimo de zonas a evaluar	Punto de Medición (centro geométrico de la zona)
Auditorio	13.85	15	2.88	16	16
Bodega SST	2.6	1.15	0.32	4	4
Bodega Suministros MA	4.39	5.21	0.79	4	4
Archivo	10.96	15.14	2.12	16	16
Archivo 2	6.19	5.21	0.94	4	4
Archivo 3	3.25	5.21	0.67	4	4

Nota. El número de zonas a evaluar son determinados con ayuda del IC y la **Figura 13**.

3. Ejecución de la Inspección de Iluminación

Se aplica lo establecido en el Apéndice A.2.4 de la Norma Mexicana 025-STPS-2008 “*Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo*” para la medición de los niveles de iluminación en cada punto de inspección previamente definido. Para ello, el luxómetro se ubica a una altura de 0.75 m desde el piso, valor que corresponde a la altura promedio de los escritorios de oficina en la organización, y se orienta hacia la fuente de luz. El equipo utilizado en la inspección fue un luxómetro SPER SCIENTIFIC Modelo 850007, con certificado de calibración otorgado por Innovatec el 29/11/2024, con vigencia de un año.

Figura 14

Luxómetro SPER SCIENTIFIC Modelo 850007



Nota. Luxómetro proporcionado por la organización

De manera similar a la auditoría por la NEC, se hace uso de una Lista de Verificación para la evaluación de los niveles de iluminación.

Tabla 6

Formato Lista de Verificación Evaluación Iluminación

Lista de Verificación Auditoría							
Nombre de la Auditoría:		Inspección según la UNE 12464-1 en la Agencia de Aduanas					
Responsable de auditoría:		Danny Andrade					
Fecha:		16/5/2025					
Empresa		GMA - TPX - FMA					
Área	Punto de Medición	Nivel de iluminación recomendada en norma	Nivel Iluminación (Actual)	Luz reflejada en Superficie o plano de trabajo (luxes)	Luz reflejada en Paredes (luxes)	% Factor de Reflexión	
						Plano de trabajo	Paredes (solo los que tengan paredes)

Nota. Formato de auditoría realizado por el autor.

De manera complementaria, se evaluó el factor de reflexión en cada zona de trabajo, conforme a lo establecido en el Apéndice B.2.1 de la Norma Mexicana 025-STPS-2008. Esta normativa dispone la realización de dos mediciones en el plano de trabajo: la primera (E_1) colocando el luxómetro frente a la superficie a una distancia de 10 cm, y la segunda (E_2) ubicando el luxómetro orientado hacia el punto de luz. Con los valores obtenidos se emplea la ecuación (9), cuyos resultados se comparan con los parámetros de la **Tabla 7** con el fin de determinar si el nivel de deslumbramiento se encuentra dentro de lo establecido por la norma o si resulta excesivo.

Tabla 7*Factor de Reflexión*

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión
Paredes	60%
Plano de Trabajo	50%

Nota. La Norma Mexicana 025 indica que se produce deslumbramiento en la zona o puesto de trabajo si el factor de reflexión K_f supera los límites de la tabla, tomada de (Secretaría del Trabajo y Provisión Social, 2008)

La norma mexicana 025 establece la siguiente fórmula para determinar el Factor de Reflexión (K_f):

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100) \quad (9)$$

Donde:

E_1 : es el nivel de reflexión sobre el plano de trabajo o pared, en luxes.

E_2 : es el nivel de incidencia sobre el área de trabajo, en luxes.

4. Interpretación de la Inspección

Para identificar los niveles de iluminación en la organización se empleó la normativa internacional UNE 12464-1, la cual establece los valores mínimos de luminosidad en función del área de trabajo. En Ecuador, el Anexo 3 “Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo”, complemento al Decreto Ejecutivo Nro. 255, define los parámetros mínimos de iluminación a cumplir dentro de una organización; sin embargo, para el presente estudio se optó por la aplicación de la UNE 12464-1 debido a que ofrece referencias más detalladas para entornos de oficina, contemplando diferentes tipos de tareas y actividades, tales como archivo de documentos, salas de reuniones, mostradores de recepción, zonas sanitarias, entre otros. Además, la UNE 12464-1 incluye parámetros recomendados para el índice de

deslumbramiento unificado (UGR) por cada tipo de actividad, lo que permite una evaluación más precisa de la calidad lumínica. En este sentido, la elección de la normativa depende de los objetivos y necesidades del estudio. Para el presente análisis, se tomaron como referencia los requisitos especificados en la **Figura 15**.

Figura 15

Niveles de Iluminación Mínimos Requeridos para Oficinas

TABLA DE OFICINAS					
1. OFICINAS					
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a	OBSERVACIONES
1.1	ARCHIVO, COPIAS, ETC.	300	19	80	
1.2	ESCRITURA, ESCRITURA A MÁQUINA, LECTURA Y TRATAMIENTO DE DATOS	500	19	80	
1.3	DIBUJO TÉCNICO	750	16	80	
1.4	PUESTOS DE TRABAJO DE CAD	500	19	80	
1.5	SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES	500	19	80	· La iluminación debería ser controlable.
1.6	MOSTRADOR DE RECEPCIÓN	300	22	80	
1.7	ARCHIVOS	200	25	80	

Nota. L figura contempla los requisitos de iluminación tomada de (UNE, 2022)

En la Agencia de Aduanas se dispone de áreas de actividades de oficina, así como de circulación y pasillos, para estos últimos la UNE 12464-1 establece 100 luxes como mínimo. Por otro lado, las áreas que corresponden a servicios sanitarios, salas de espera, comedor y cafetería se recomiendan un nivel de iluminación de 200 luxes, y para áreas de almacenamiento se recomienda de 100 a 300 lux en función si se manipula o no constantemente paquetes. Por lo tanto, los requisitos mínimos de iluminación a considerar en la evaluación corresponden a los expresados para dichas áreas en la norma.

En vista de que la UNE 12464-1 no establece parámetros de iluminación máximos, estos fueron definidos en función de la jerarquía de las áreas, actividades y tipo de interiores presentes en la organización de estudio, es decir; las áreas de circulación y pasillos tienen como área superior a la sala de espera, baños, cafetería y comedor, la misma que su nivel mínimo en norma es de 200 lux , por ende se determina que las áreas de circulación y pasillos no deberían contar con niveles que corresponde a otro tipo de actividad, lo cual para este ejemplo sus

niveles de iluminación deben permanecer en un rango de 100 – 200 lux. Continuando con esta lógica, se definió de forma sucesiva para el resto de actividades. Véase la **Tabla 8**.

Tabla 8

Nivel de Iluminación Mínima según la UNE 12464-1

Tipo de Interior / Tarea Actividad	Nivel de iluminación mínima (lux)	Nivel Iluminación Máximo* (lux)
Áreas de Circulación y Pasillos	100	200
Salas de Espera, comedor, cafetería y Baños	200	300
Bodegas solo almacén	100	300
Bodegas Manipulación de Productos / Área de Recepción / Archivo	300	500
Tareas de oficina, escritura y tratamiento de datos	500	750
Tareas de Dibujo Técnico	750	-

Nota. Tabla elaborada por el autor con base en (UNE, 2022)

Resultados de la Inspección de Iluminación

Por medio de la inspección, se determinó el nivel de iluminación actual con el que cuenta la organización.

En el caso de la Planta Alta, esta se encuentra comprendida por 18 áreas de trabajo y 107 zonas de evaluación, 61 de ellas se encuentran con niveles de iluminación sobre el nivel máximo permisible, el cual fue establecido en función del tipo de tareas presentes en dicha planta, ver **Tabla 8**, y 2 zonas con déficit de iluminación, obteniendo así que 44 zonas evaluadas cumplen con los parámetros permisibles estipulados en la UNE 12464-1. Es necesario acotar, que los niveles de iluminación que exceden a los parámetros máximos se presentaron en varios tipos de tareas, para las cuales su nivel máximo es diferente, esto se puede

comprender de mejor manera visualizando la **Tabla 9**. Finalmente, se identifica inconvenientes en 63 de las 107 evaluadas.

Tabla 9

Incumplimiento de Niveles de Iluminación Planta Alta

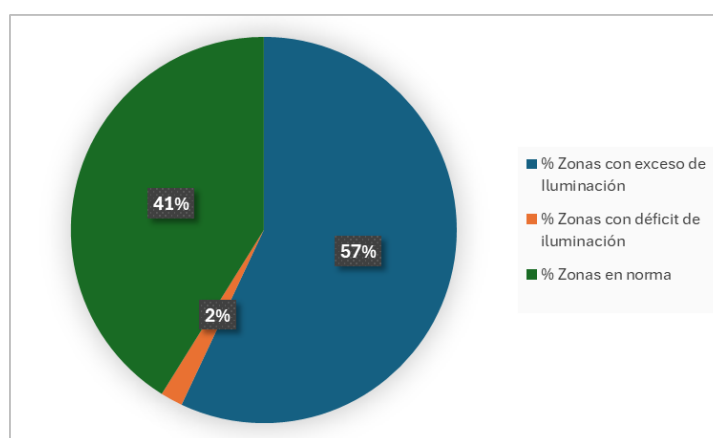
Áreas de Circulación y pasillos		Salas de espera, comedor, baños y cafetería		Bodegas solo almacén		Bodegas Manipulación de Productos / Área de Recepción / Archivo		Tareas de oficina	
Zonas <100 lux	Zonas >200 lux	Zonas <200 lux	Zonas >300 lux	Zonas <100 lux	Zonas >300 lux	Zonas <300 lux	Zonas >500 lux	Zonas <500 lux	Zonas >750 lux
0	0	0	23	0	0	0	4	2	34

Nota. La tabla presenta la clasificación del número de zonas con déficit o exceso de nivel luminoso estipulado en norma por cada el tipo de área.

Los resultados del nivel de deslumbramiento en la Planta Alta reflejan que 18 zonas exceden del porcentaje de reflexión permisible por plano de trabajo y 3 zonas el porcentaje por paredes, dando como resultado total que el 19.63 % de zonas cuentan con deslumbramiento en los puestos de trabajo. Los niveles de iluminación se detallan en el **Anexo 1**.

Figura 16

Cumplimiento Iluminación en la Planta Alta



Nota. Elaborado por el autor.

En la Figura 16 se observa que, de las 107 zonas evaluadas en la Planta Alta, el 57 % presenta niveles de iluminación superiores a los rangos nominales, mientras que un 2 % no alcanza los niveles mínimos recomendados. Esto representa un 59 % de áreas que incumplen con la normativa vigente. En contraste, únicamente el 41 % cumple con los parámetros establecidos, lo que evidencia que más de la mitad de las zonas evaluadas no satisfacen los requisitos normativos, generando un riesgo significativo en las condiciones de iluminación para el personal que labora en estas áreas de la organización.

En el caso de la Planta Baja y áreas de pasillos en general, se cuenta con 35 áreas de trabajo con actividades de oficina y 8 áreas de circulación, de las cuales surgen 269 zonas de evaluación, donde 26 zonas no cuentan con los niveles mínimos recomendados por la UNE 21464-1, lo que representa un 9.7 % de incumplimiento, por otro lado 192 zonas exceden los valores recomendados para el área de actividades de oficina, comedor, baños, salas de espera, recepción, bodegas y pasillos descritos en la norma mencionada anteriormente, y definidos en la **Tabla 8**, lo que se traduce como el 71.4 % de zonas con exceso de iluminación. Se obtiene que el 19 % de zonas cumplen con los niveles estipulados por la norma, es decir 51 de las 269. De igual manera, se determina el factor de reflexión para cada zona, donde se identifica que 30 zonas exceden del porcentaje permisible en el plano de trabajo y 1 zona excede el porcentaje máximo en paredes, resultando en un 14.5% de zonas con deslumbramiento en las áreas de trabajo de la Planta Baja de la organización. Los niveles de iluminación se detallan en el **Anexo 2**, y los porcentajes máximos para el factor de reflexión se detallan en la **Tabla 7**.

A continuación, se detallan las áreas que superan los niveles de iluminación recomendados, así como aquellas que no alcanzan los valores mínimos establecidos por la normativa.

Tabla 10

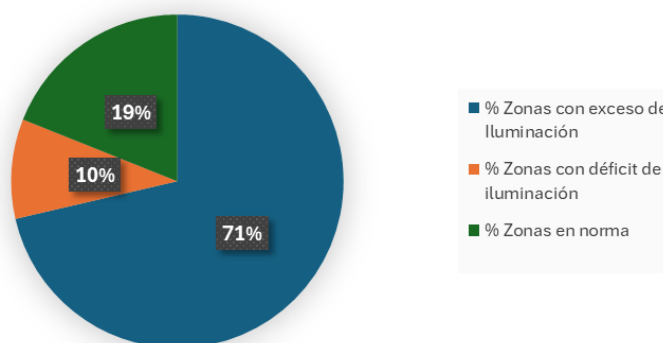
Incumplimiento de Niveles de Iluminación Planta Baja y Pasillos

Áreas de Circulación y pasillos / Lactancia		Salas de espera, comedor, baños y cafetería		Bodegas solo almacén		Bodegas Manipulación de Productos / Área de Recepción / Archivo		Tareas de oficina	
Zonas <100 lux	Zonas >200 lux	Zonas <200 lux	Zonas >300 lux	Zonas <100 lux	Zonas >300 lux	Zonas <300 lux	Zonas >500 lux	Zonas <500 lux	Zonas >750 lux
0	59	0	33	0	4	24	33	2	63

Nota. La tabla presenta la clasificación del número de zonas con déficit o exceso de nivel luminoso estipulado en norma por cada el tipo de área.

Figura 17

Cumplimiento Iluminación en la Planta Baja y Pasillos



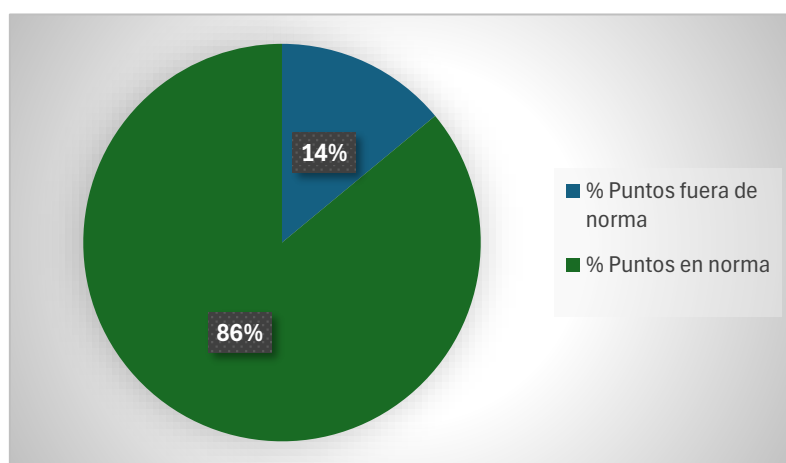
Nota. Elaborado por el autor

Se logra apreciar en la Figura 17 que, en la Planta Baja y pasillos el 71 % de las zonas presentan un exceso de iluminación, el 10 % registran un déficit y únicamente el 19 % cumplen con los niveles normativos establecidos, lo que refleja una distribución inadecuada de los niveles lumínicos en estas áreas. Este comportamiento refleja la existencia de un sobredimensionamiento en la mayoría de los espacios, lo cual, si bien garantiza visibilidad, implica ineficiencia energética y posibles molestias visuales; al mismo tiempo, el porcentaje de déficit representa un riesgo potencial para la seguridad de los usuarios.

De igual manera se identifica que alrededor del 14% de las zonas evaluadas superan los porcentajes de reflexión establecidos en la Norma Mexicana 025, lo que se traduce a que 52 puntos presentan deslumbramiento en las áreas de trabajo en la organización y 324 están dentro del porcentaje permisible.

Figura 18

Cumplimiento del Factor de Reflexión Actual



Nota. Elaborado por el autor.

La Figura 18 muestra que el 86 % de los puntos evaluados cumplen con los valores normativos del factor de reflexión, mientras que el 14 % restante se encuentra fuera de los parámetros establecidos, lo que indica un nivel de cumplimiento mayoritario y adecuado en la superficie analizada, según lo establecido en la Norma Mexicana 025. Este resultado evidencia que, en general, las condiciones actuales de reflexión de las superficies permiten un aprovechamiento apropiado de la iluminación, contribuyendo tanto al confort visual como a la eficiencia lumínica; sin embargo, el porcentaje de incumplimiento identificado sugiere la necesidad de realizar ajustes específicos en aquellas áreas que no cumplen con la norma, a fin de garantizar una uniformidad total en el desempeño lumínico del espacio.

En el artículo de Sánchez Sanaguano (2023) se menciona que los niveles de iluminación deficientes o excesivos en los puestos de trabajo pueden generar un impacto negativo a la salud de los colaboradores. Sánchez demostró que los trabajadores que se encuentran expuestos a niveles de iluminación deficientes son propensos a fatiga visual, pesadez en los párpados y picazón ocular, por otro lado, quienes se encontraban en puestos de trabajo con niveles excesivos de iluminación son propensos a experimentar visión borrosa y picazón ocular, aquello producto del deslumbramiento que existe en el puesto de trabajo. Adicionalmente, el Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía IDAE & CEI (2019) sostiene que para contar con un sistema de alumbrado eficiente se deben establecer los niveles de iluminación adecuados a la actividad o tarea a desempeñar en una organización, esto implica que no se debe exceder ni tampoco caer por debajo de los parámetros establecidos en las normativas.

Bajo este contexto, resulta importante garantizar que el nivel de iluminación se encuentre acorde a las actividades a desempeñar en el puesto de trabajo, además, contar con puntos de luz entreguen mayor iluminación de la necesaria, representa un mayor consumo eléctrico, lo que significa mayores costos para una organización.

Levantamiento de Cargas Red de Iluminación

Se procede a identificar la carga actual en el sistema de iluminación en la organización.

Tabla 11

Carga actual de iluminación en la Agencia de Aduanas

Iluminaria	Voltaje (V)	Amperios (A)	Factor de Potencia	Cantidad	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)
Sylvania	110	0.22	0.85	51	1.05	0.65
Sylvania	110	0.22	0.85	50	1.03	0.64
Sylvania	110	0.37	0.9	21	0.77	0.37
Sylvania	110	0.44	0.9	13	0.57	0.27
Led Drive	110	0.44	0.9	105	4.57	2.22
BellaLux	110	0.22	0.8	1	0.02	0.01
China	110	0.44	0.9	4	0.17	0.08
General Led	110	0.22	0.85	1	0.02	0.01
Led Vance	110	0.33	0.9	4	0.13	0.06
Led Vance	110	0.44	0.9	1	0.04	0.02
Maviju	110	0.44	0.9	2	0.09	0.04
Mercury	110	0.44	0.9	65	2.83	1.37
On Power	110	0.22	0.85	20	0.41	0.25
On Power	110	0.44	0.9	23	1.00	0.49
On Power	110	0.46	0.9	4	0.18	0.09
Splendor	110	0.44	0.9	36	1.57	0.76
Splendor	110	0.37	0.9	1	0.04	0.02
X Led	110	0.44	0.9	1	0.04	0.02
Volton	110	0.22	0.85	15	0.31	0.19
Mercurio	110	0.93	1	6	0.61	0.00
Total				424	15.46	7.85

Nota. La tabla muestra los tipos de lámparas, cantidad, potencia activa y reactiva actual en la organización.

Tabla 12

Levantamiento de carga actual instalada en la Agencia de Aduanas

Red Eléctrica	Potencia Total (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)
Red de carga monofásica	67.77	43.50
Red de carga trifásica	9.06	5.62
Red de Iluminación	15.46	7.58
Total	92.29	56.70

Nota. La tabla muestra la potencia total de la red eléctrica en la Agencia de Aduanas

Una vez determinada la carga total instalada, a partir las especificaciones técnicas de cada equipo utilizado por la Agencia de Aduanas, se procedió a la elaboración del layout de planta baja y alta, véase la **Figura 19** y **Figura 20**. La infraestructura de la instalación es de $1763 m^2$. En el diseño se detalla las áreas de trabajo, puestos operativos que alojan un total de 348 equipos eléctricos, así como la distribución de 282 tomacorrientes y 424 puntos de luz o luminarias.

Figura 19

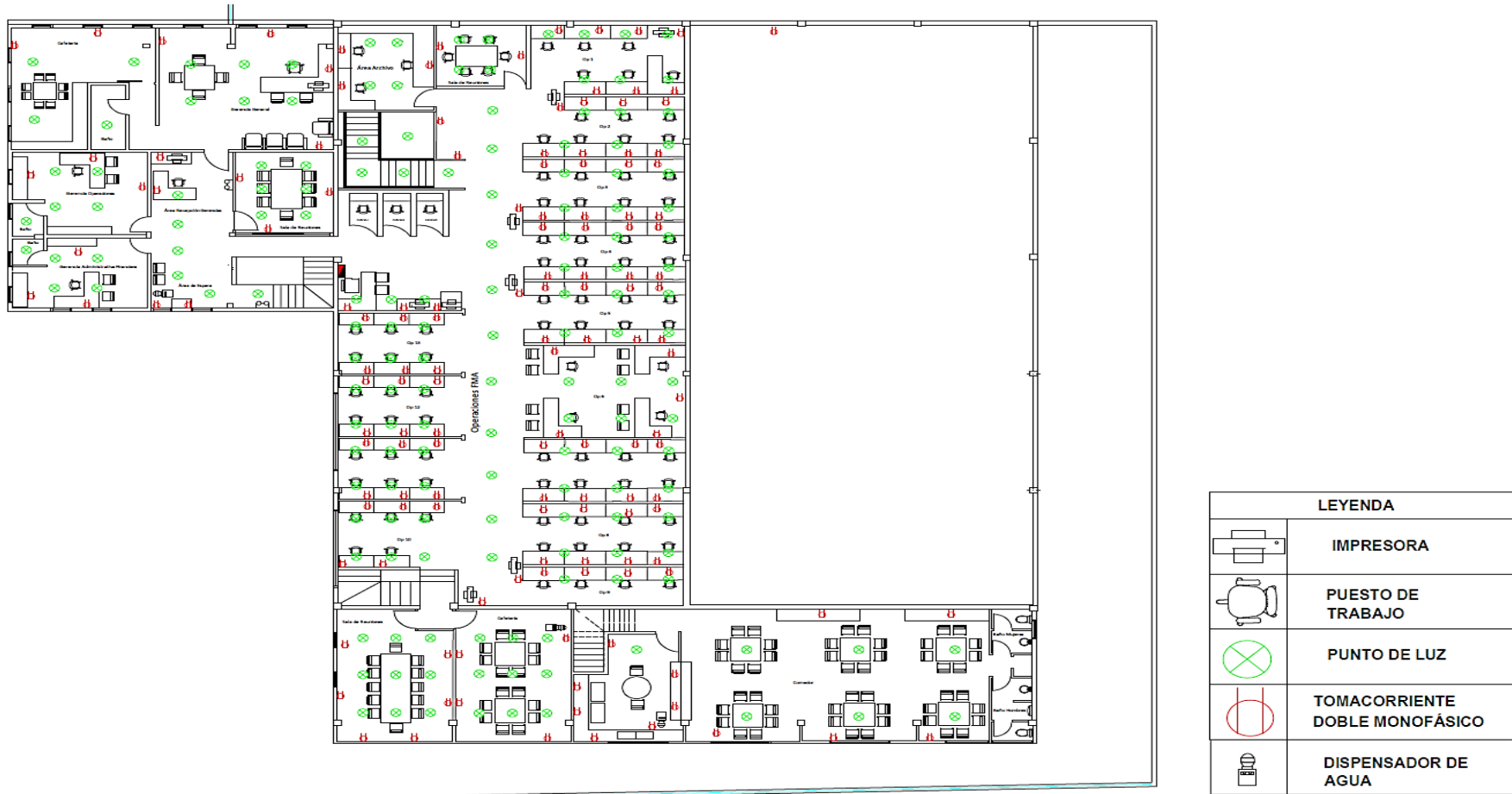
Layout Planta Baja GMA y TPX



Nota. Elaboración propia, con base a la simbología ecuatoriana IEC 60617

Figura 20

Layout Planta Alta FMA



Nota. Elaboración propia, con base a la simbología ecuatoriana IEC 60617

Herramienta de Ingeniería: Metodología 5 por qué

Se realiza un análisis de causa utilizando la metodología de los 5 por qué sobre el problema identificado en la Agencia de Aduanas. Como se puede observar en la **Figura 21**, la razón de que exista interrupciones en el servicio eléctrico en la Agencia de Aduanas puede suscitarse a que la capacidad de la red eléctrica actual no está dimensionada para la carga con la que la organización cuenta actualmente, producto del incremento de número de equipos y dispositivos que se han incorporado a la empresa recientemente, debido a la necesidad de nuevo personal para el desarrollo de las operaciones. A ello se suma, que no se ha considerado una actualización al sistema eléctrico considerando criterios técnicos, debido al desconocimiento que conlleva realizar el análisis y redimensionamiento de la red eléctrica.

Figura 21

Análisis de Causa Mediante Herramienta 5 Por Qué



Nota. Elaboración propia por el autor.

En base al análisis de causa, se considera pertinente proponer un rediseño de la red eléctrica en la Agencia de Aduanas, considerando los puntos establecidos en la NEC y niveles de iluminación recomendados por la UNE 12464-1.

Área de estudio

Tabla 13

Área de Estudio

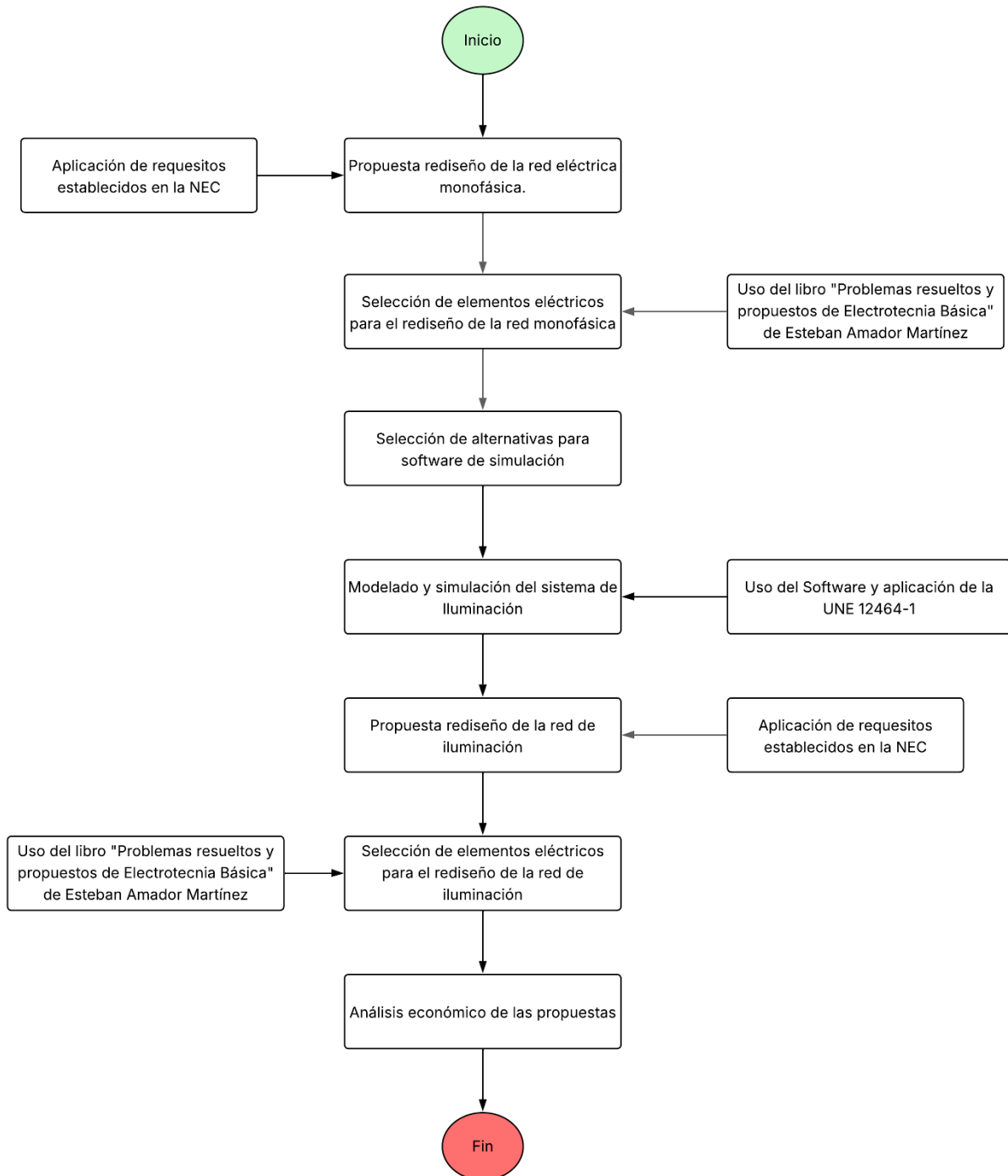
Área de estudio	
Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Automatización y Redes
Sub línea de investigación	Diseño e implementación de sistemas electromecánicos, eléctricos/electrónicos, para satisfacer necesidades del sector productivo y de servicios mediante herramientas automatizadas.
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Instalaciones Industriales
Aspectos	Rediseño de la red eléctrica
Objeto de estudio	REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA EN UNA AGENCIA DE ADUANAS EN LA CIUDAD DE QUITO.
Periodo de Análisis	Abril 2025 a Julio 2025

Nota. Adaptado por el investigador

Modelo operativo

Figura 22

Modelo Operativo del Proyecto



Nota. Modelo operativo realizado por el autor en base al modelo de (Barriga Zúñiga, 2024)

Desarrollo del modelo operativo

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se tomará como referencia lo descrito en la **Figura 22**, la cual sirve como referencia para orientar la ejecución de actividades y estrategias.

Propuesta de Rediseño de la Red Eléctrica Monofásica

En esta etapa se propone desarrollar un rediseño de los circuitos de la red eléctrica monofásica, con base a los requisitos estipulados por la NEC. Con el objetivo de presentar una red eléctrica que este acorde a la carga actual instalada en la organización, garantizando el servicio eléctrico.

Selección de Elementos Eléctricos para Rediseño de la Red Monofásica

Se realiza la selección de los calibres adecuados para los conductores eléctricos de los circuitos rediseñados en la red monofásica, empleando la metodología y las fórmulas de cálculo propuestas en el libro “Problemas resueltos y propuestos de Electrotecnia Básica” de Esteban Amador Martínez. Asimismo, se determinaron los mecanismos de protección para cada circuito, con el objetivo de evitar interrupciones en el suministro eléctrico y garantizar la protección integral de la red ante posibles fallas.

Selección de Alternativas para Software de Simulación

Para la selección del software de simulación que será utilizado con el fin de establecer los niveles de iluminación óptimos en la organización, se procede a aplicar la metodología de Factores Ponderados, donde se considera criterios de valoración establecidos conforme a las demandas del proyecto.

Modelado y Simulación Iluminación

Para llevar a cabo el estudio del sistema lumínico se procede a utilizar el software previamente seleccionado, el cual va a permitir el modelado de las áreas y puestos de trabajo presentes actualmente en la empresa y posteriormente la evaluación de los niveles de

iluminación en las mismas, permitiendo iterar entre varias opciones de lámparas para adecuar los estos con base a lo estipulado en la UNE 12464-1.

Rediseño de la Red de Iluminación

Para el rediseño de la red de iluminación se toma como punto de partida la simulación realizada en el punto anterior, donde se define los puntos de luz requeridos para cumplir con los niveles óptimos. Adicionalmente, se emplea lo establecido en la norma NEC para el rediseño de los circuitos de iluminación.

Selección de Elementos Eléctricos para Red de Iluminación

Se realiza una selección de los elementos eléctricos correspondientes al rediseño de la red de iluminación, específicamente el calibre de los cables eléctricos y elementos de protección, empleando la metodología descrita en el libro “Problemas resueltos y propuestos de Electrotecnia Básica” de Esteban Amador Martínez, para garantizar que la readecuación de la red eléctrica de iluminación en la organización este acorde a la carga propuesta en el sistema de iluminación.

Análisis Económico de la Propuesta

Se lleva a cabo una evaluación de los costos requeridos en la implementación de la propuesta, evaluando factores como precios de los elementos eléctricos, cantidad de materiales y selección de proveedores, permitiendo determinar los más factibles.

CAPÍTULO III

Propuesta y Resultados Esperados

Una vez realizado el diagnóstico, se determinaron los factores que dieron origen al problema descrito previamente. A partir de este análisis, se procede a desarrollar una propuesta de mejora orientada a resolver dichas deficiencias.

Rediseño de la Red Monofásica

Para el rediseño de la red de monofásica se consideran los lineamientos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) hacia el diseño de circuitos eléctricos. Bajo estas condiciones, se reconoce la necesidad de rediseñar aquellos circuitos que no cumplen con los criterios normativos respecto al número de salidas, la carga máxima permitida y la asignación de circuitos exclusivos para cargas especiales. Estos circuitos fueron detectados durante la auditoría técnica previamente realizada como parte del diagnóstico inicial (véase **Anexo 5**).

Como resultado del rediseño de la red de monofásica, fue necesario la intervención en los 23 circuitos que se encontraban fuera de norma, para lo cual, ahora se redistribuye 72 circuitos, dentro de los cuales se incluyen circuitos para cargas especiales, se considera la carga máxima por circuito a 20 amperios, así como el número de salidas o tomacorrientes para cada uno, esto se logra apreciar en el **Anexo 6**.

Figura 23

Visualización del Anexo 6

Anexo 6

Redistribución de circuitos eléctricos para la red de monofásica

Nro. Circuito	Nro. Salidas	Equipo	Cantidad	Potencia Nominal (W)	Corriente Nominal (A)
1	3	CPU	1	385	3.5
		Laptop HP Intel CORE i3	1	45	2.31
		Impresora RICOH IM 430F	1	1320	12
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total			1765.2
2	4	Laptop HP PROBOOK	1	45	2.31
		CPU	1	385	3.5
		Monitor Rivera RLCD - 19KT72	1	45	2.31
		Laptop HP Intel CORE i3	1	45	2.31
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total			535.2

Nota. En la figura 23 se aprecia un fragmento del Anexo 6 donde se presenta la redistribución de los circuitos eléctricos de la red monofásica.

Selección de Elementos Eléctricos para la Red Monofásica

Selección calibre de conductor para circuitos de la red monofásica

Una vez adecuado los circuitos de la red monofásica que se encontraban fuera de norma, lo siguiente es determinar el calibre de los conductores correspondientes. En este procedimiento se aplica la ecuación (10) para calcular la corriente que fluye a través del conductor hacia la carga en cada circuito y la ecuación (11) para determinar la corriente bajo condiciones críticas de operación. Estos cálculos permiten realizar una selección adecuada selección del calibre y garantizar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico.

$$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos \theta} \quad (10)$$

Donde:

- I_a : es la corriente nominal del circuito (amperios)
- $\sum P$: sumatoria de las potencias nominales de cada carga que alimenta el circuito

- V : voltaje o tensión al que trabaja el circuito (voltios)
- $\cos \theta$: factor de potencia, se trabaja con un valor promedio en función de la variedad de equipos por circuito.

$$I_c = \frac{1.25 * I_a}{FT * FC} \quad (11)$$

Donde:

- I_c : es el valor de corriente que circula por el conductor en condiciones críticas de operación (amperios).
- I_a : es la corriente nominal del circuito (amperios)
- FT : Factor de Temperatura, ver **Tabla 14**
- FC : Factor número de conductores, ver **Tabla 15**

Dentro del contexto de la organización, se selecciona como factor de temperatura al valor de 1, debido a que la Agencia de Aduanas cuenta con un régimen de trabajo que se encuentra dentro de los rangos de temperatura entre 0°C – 30°C.

Tabla 14

Factor de Corrección de Temperatura

Temperatura (°C)	FT
0 a 30	1
31 a 40	0.82
41 a 45	0.71
46 a 50	0.58
51 a 55	0.41

Nota. En la tabla se muestran los valores del factor de temperatura para conductores de cobre y aluminio, tomada de la Tabla 10.7 de (Martínez, 1985).

Adicionalmente, se determina el factor de número de conductores, para lo cual se prevé que por la tubería transitarán de 1 a 3 conductores, lo que resulta en un valor de factor de 1. El valor se selecciona en función de la **Tabla 15**.

Tabla 15

Valores correspondientes al factor número de conductores (FC)

Número de conductores a través de una misma tubería	FC
1 a 3	1
4 a 6	0.8
7 a 24	0.7
25 a 42	0.6
43 y más	0.5

Nota. En la tabla se muestran los valores del factor número de conductores en función del Nro. De conductores por una misma tubería, tomada de la Tabla 10.8 de (Martínez, 1985)

De manera adicional, es necesario seleccionar la protección correcta para cada uno de los circuitos de red eléctrica monofásica, para ello se utiliza la ecuación (12).

$$I_{breaker} = 1.25 * I_a \quad (12)$$

Donde:

- $I_{breaker}$: valor nominal de corriente para el dispositivo de protección contra sobrecargas.
- 1.25: corresponde al sobredimensionamiento en un 25% de la carga nominal.
- I_a : corriente que circula por el conductor del circuito

Para la selección del calibre a usar en el conductor de cada circuito se utiliza los valores normalizados de la **Tabla 16** en función del valor de corriente. Por otro lado, para la selección de la protección se utiliza la **Tabla 17**, de igual manera donde en función del valor de amperios con los que cuente el circuito se toma el tipo de protección.

Tabla 16*Capacidad de Corriente Permisible Conductores de Cobre THHN*

Conductor			Espesor de Aislamiento (mm)	Espesor de Chaqueta (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total Aprox. (kg/km)	*Capacidad de Corriente (A)
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos					
FORMACIÓN UNILAY							
14	2.08	19	0.38	0.1	2.76	23.58	25
12	3.21	19	0.38	0.1	3.26	35.93	30
10	5.261	19	0.51	0.1	4.11	55.95	40
8	8.367	19	0.76	0.13	5.4	93.52	55
6	13.3	19	0.76	0.13	6.34	142.58	75
4	21.15	19	1.02	0.15	8.09	228.51	95
2	33.62	19	1.02	0.15	9.56	350.9	130
1	42.4	19	1.27	0.18	11.04	437.08	145
1/0	53.49	19	1.27	0.18	12.05	560.77	170
2/0	67.44	19	1.27	0.18	13.17	697.21	195
3/0	85.02	19	1.27	0.18	14.43	868.29	225
4/0	107.2	19	1.27	0.18	15.85	1083.04	260

Nota. La tabla presenta los distintos calibres en función del amperaje que circula por estos.

Tomada de la ficha técnica que ofrece el proveedor (Electrocables, 2025)

Tabla 17*Corrientes de Operación de Protecciones convencionales*

Fusibles (A)	Disyuntores o Breakers (A)
15	15
20	20
25	30
30	40
35	50
40	70
45	100
50	125
60	150
70	175
80	200
90	225
100	250
110	300
125	350
150	400
175	500
200	600
225	700
250	800
300	
350	
400	
450	
500	
600	
800	
1 000	
1 200	
1 600	

Nota. La tabla se aprecia los tipos de protecciones disponibles en función del amperaje, tomada de (Martínez, 1985).

De acuerdo con la metodología descrita, se selecciona el calibre óptimo de los conductores según la corriente máxima estimada para cada circuito, garantizando así un desempeño adecuado frente a la carga actual, en la cual se añade un sobredimensionamiento para el cálculo de dicha corriente, con el objetivo de prever una posible expansión de la

instalación o el aumento en el número de equipos conectados. Según la corriente nominal de cada circuito, se determina también la protección adecuada contra sobrecargas y cortocircuitos para los circuitos de la red monofásica. Los resultados de la selección se encuentran en la **Tabla 18**.

Los valores utilizados para el factor de temperatura y el factor de número de conductores en los cálculos corresponden a 1, según las condiciones de la organización y lo establecido en las **Tabla 14** y **Tabla 15**.

Tabla 18*Selección Calibre y Protección Circuitos de la Red Monofásica*

Nro. de Circuito	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Cos θ (promedio)	$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos \theta}$	$I_c = \frac{1.25 * I_a}{FT * FC}$	Calibre Nro. AWG	Diámetro de canalización (in)	I breaker (A)	Tipo Breaker
1	445.2	110	0.716	5.65	7.07	12	1/2	7.07	15
2	1320	110	0.9	13.33	16.67	12	1/2	16.67	20
3	535.2	110	0.8	6.08	7.60	12	1/2	7.60	15
4	1500.4	110	1	13.64	17.05	12	1/2	17.05	20
5	1320	110	0.9	13.33	16.67	12	1/2	16.67	20
6	890.4	110	0.916	8.84	11.05	12	1/2	11.05	15
7	860	110	0.7	11.17	13.96	12	1/2	13.96	15
8	1500.4	110	1	13.64	17.05	12	1/2	17.05	20
9	1249.82	110	0.66	17.22	21.52	12	1/2	21.52	30
10	1352.5	110	0.85	14.47	18.08	12	1/2	18.08	20
11	1100	110	0.85	11.76	14.71	12	1/2	14.71	15
12	1100	110	0.6	16.67	20.83	12	1/2	20.83	30
13	1285	110	0.85	13.74	17.18	12	1/2	17.18	20
14	1206.2	110	0.7	15.66	19.58	12	1/2	19.58	20
15	1320	110	0.9	13.33	16.67	12	1/2	16.67	20
16	1145	110	0.775	13.43	16.79	12	1/2	16.79	20
17	1455	110	0.9375	14.11	17.64	12	1/2	17.64	20
18	1335.6	110	0.716	16.96	21.20	12	1/2	21.20	30
19	1595	110	0.95	15.26	19.08	12	1/2	19.08	20
20	1540	110	0.75	18.67	23.33	12	1/2	23.33	30

Nro. de Circuito	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Cos θ (promedio)	$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos \theta}$	$I_c = \frac{1.25 * I_a}{FT * FC}$	Calibre Nro. AWG	Diámetro de canalización (in)	I breaker (A)	Tipo Breaker
21	1600.8	110	0.75	19.40	24.25	12	1/2	24.25	30
22	523.22	110	0.73	6.52	8.14	12	1/2	8.14	15
23	1470.2	110	0.87	15.36	19.20	12	1/2	19.20	20
24	847	110	0.77	10.00	12.50	12	1/2	12.50	20
25	1545.2	110	0.74	18.98	23.73	12	1/2	23.73	30
26	1500.4	110	1	13.64	17.05	12	1/2	17.05	20
27	985.02	110	0.775	11.55	14.44	12	1/2	14.44	15
28	1335.6	110	0.716	16.96	21.20	12	1/2	21.20	30
29	810	110	0.625	11.78	14.73	12	1/2	14.73	15
30	810	110	0.625	11.78	14.73	12	1/2	14.73	15
31	1600.8	110	0.75	19.40	24.25	12	1/2	24.25	30
32	1500.4	110	1	13.64	17.05	12	1/2	17.05	20
33	105.2	110	0.93	1.03	1.29	12	1/2	1.29	15
34	1600.8	110	0.75	19.40	24.25	12	1/2	24.25	30
35	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
36	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
37	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
38	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
39	1100	110	0.6	16.67	20.83	12	1/2	20.83	30
40	810	110	0.625	11.78	14.73	12	1/2	14.73	15
41	810	110	0.625	11.78	14.73	12	1/2	14.73	15
42	1600.8	110	0.75	19.40	24.25	12	1/2	24.25	30
43	1200.6	110	0.75	14.55	18.19	12	1/2	18.19	20
44	1215	110	0.625	17.67	22.09	12	1/2	22.09	30
45	1518.98	110	0.85	16.25	20.31	12	1/2	20.31	30

Nro. de Circuito	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Cos θ (promedio)	$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos \theta}$	$I_c = \frac{1.25 * I_a}{FT * FC}$	Calibre AWG	Diámetro de Canalización (in)	I breaker (A)	Tipo Breaker
46	1221.76	110	0.81	13.71	17.14	12	1/2	17.14	20
47	1645.8	110	0.772	19.38	24.23	12	1/2	24.23	30
48	805.02	110	0.76	9.63	12.04	12	1/2	12.04	15
49	1100	110	0.9	11.11	13.89	12	1/2	13.89	15
50	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
51	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
52	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
53	802	110	0.725	10.06	12.57	12	1/2	12.57	15
54	1100	110	0.6	16.67	20.83	12	1/2	20.83	30
55	1600.8	110	0.75	19.40	24.25	12	1/2	24.25	30
56	1600.8	110	0.75	19.40	24.25	12	1/2	24.25	30
57	1104.62	110	0.6	16.74	20.92	12	1/2	20.92	30
58	1100	110	0.85	11.76	14.71	12	1/2	14.71	15
59	1100	110	0.85	11.76	14.71	12	1/2	14.71	15
60	1390	110	0.83	15.22	19.03	12	1/2	19.03	20
61	1154.5	110	0.85	12.35	15.43	12	1/2	15.43	20
62	699.62	110	0.916	6.94	8.68	12	1/2	8.68	15
63	1500	110	0.9	15.15	18.94	12	1/2	18.94	20
64	1500.4	110	1	13.64	17.05	12	1/2	17.05	20
65	1433.3	110	0.8	16.29	20.36	12	1/2	20.36	30
66	716.4	110	0.74	8.80	11.00	12	1/2	11.00	15
67	124.24	110	0.85	1.33	1.66	12	1/2	1.66	15
68	93.84	110	0.9	0.95	1.18	12	1/2	1.18	15
69	93.84	110	0.9	0.95	1.18	12	1/2	1.18	15
70	1500.4	110	1	13.64	17.05	12	1/2	17.05	20

Nro. de Circuito	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Cos θ (promedio)	$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos \theta}$	$I_c = \frac{1.25 * I_a}{FT * FC}$	Calibre AWG	Diámetro de Canalización (in)	I breaker (A)	Tipo Breaker
71	1500.4	110	1	13.64	17.05	12	1/2	17.05	20
72	235	110	0.89	2.40	3.00	12	1/2	3.00	15

Nota. La tabla presenta los valores de la corriente nominal (I_a), corriente circulando por el conductor en condiciones críticas (I_c), el Nro. De calibre óptimo para cada circuito y el elemento de protección.

La selección del diámetro de canalización para cada uno de los circuitos de la red monofásica se realizó en función de lo establecido en la **Figura 24** en función del calibre de cada circuito.

Figura 24

Valores Normalizados para Selección Diámetro de Canalización

TABLA 10.10
Máximo número de conductores en tuberías de diámetro convencional

Calibre del conductor		12.7	19	25.4	31.8	38	50.8	63.3	76.2	88.8	102	127
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
		$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	4	5
mm ²	no. en norma AWG	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in
0.82	18	7	12	20	35	49	80	115	176	-	-	-
1.31	16	6	10	17	30	41	68	98	150	-	-	-
2.1	14	4	6	10	18	25	41	58	90	121	155	-
3.3	12	3	5	8	15	21	34	50	76	103	132	208
5.2	10	1	4	7	13	17	29	41	64	86	110	173
8.4	8	1	3	4	7	10	17	25	38	52	67	105
13.3	6	1	1	3	4	6	10	15	23	32	41	64
21.2	4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49
26.6	3		1	1	3	4	7	10	16	21	28	44
33.6	2		1	1	3	3	6	9	14	19	24	38
42.4	1		1	1	1	3	4	7	10	14	18	29
53.5	0			1	1	2	4	6	9	12	16	25
67.7	00			1	1	1	3	5	8	11	14	22
85.2	000			1	1	1	3	4	7	9	12	19
107.5	0000				1	1	2	3	6	8	10	16
126.7	250 000 MC*				1	1	1	3	5	6	8	13
152.0	300 000 MC				1	1	1	3	4	5	7	11
177.3	350 000 MC				1	1	1	1	3	5	6	10
202.7	400 000 MC					1	1	1	3	4	6	9
253.4	500 000 MC					1	1	1	3	4	5	8

Nota. Tabla tomada de (Martínez, 1985)

Selección Alternativas para Software de Simulación

Para seleccionar un software idóneo en el desarrollo de un proyecto donde se requiera determinar los niveles de iluminación por áreas de trabajo, se debe analizar las ventajas y desventajas que cada software presenta, por ende, a continuación, se describen los softwares para modelado de sistemas de iluminación más utilizados para proyectos académicos y de ingeniería, para la selección se tendrá en cuenta los siguientes aspectos; costo, modelado en 3D, normas integradas, base de datos de luminarias y facilidad de uso.

Tabla 19*Características de Softwares para simulación de iluminación*

Software	Costo	Modelado 3D	Normas Integradas	Datos de luminarias	Facilidad de uso
DIALux evo	Gratuito, todas las funciones	Alta, renderizado fotorrealista	UNE-EN 12464-1, ISO 8995-1, entre otras	Amplia (Philips, Osram, etc.)	Alta, interfaz amigable
Relux	Gratuito (con funciones premium)	Buena, menos detalle	UNE-EN 12464-1, ISO 8995-1	Muy buena (ES-System, Trilux, etc.)	Media, requiere experiencia
AGi32	Pago	Avanzada	IESNA (EE.UU.)	Limitada	Requiere experiencia previa
RADIANCE	Gratuito (código abierto)	Muy preciso	Muy técnico, requiere configuración manual	Manual / requiere importar IES file	Baja (línea de comandos, scripts)
Visual Lighting	Gratuito (versión básica) Versión Pro de pago	Adecuada, centrada en arquitectura	Cumple IES y ANSI	Limitada a ciertos fabricantes	Media, para ingenieros eléctricos

Nota. La tabla establece las diferentes características de cada software de diseño de iluminación. Elaboración propia.

Con base al análisis comparativo realizado en la **Tabla 19**, se emplea el método de factores ponderados para la llevar a cabo la selección del software idóneo como herramienta para el diagnóstico al sistema de iluminación actual en la organización de estudio. Según Hidalgo Pumagualle (2023) el método consiste en asignar valores numéricos a los factores asociados con cada opción de selección, buscando obtener una calificación para realizar una comparación. Los pasos para aplicación del método son los siguientes:

1. Establecer los factores relevantes
2. Asignar un peso a cada factor
3. Desarrollar una escala (1-10)

4. Analizar cada opción en relación con cada factor
5. Multiplicar la calificación por el peso asignado a cada factor y calcular el total para cada alternativa.
6. Seleccionar la alternativa con mayor puntaje.

Escala de evaluación

Las escalas de calificación se establecen con una numeración del 1 a 10, intercalando en 2.5, en conjunto con el nivel de importancia para el presente estudio.

Tabla 20

Escala de Evaluación y Nivel de Importancia

Escala	Nivel de importancia
1	Irrelevante
2.5	Poco importante
5	Medianamente importante
7.5	Importante
10	Muy importante

Nota. Escala para calificación de alternativas. Elaboración propia

Adicionalmente, en la **Tabla 21** se observa los requisitos con los que debe contar cada alternativa en relación con los criterios de evaluación para ser seleccionada.

Tabla 21*Requisitos para Selección de Software de Iluminación*

Criterios de Evaluación	Requisitos
Costo	Máximo \$50.
Facilidad de uso	El software debe ser intuitivo, contar con información digital didáctica.
Modelado 3D	Interfaz de simulación y recreación interactiva
Normas integradas	Contar con requisitos técnicos incorporados para los cálculos y análisis (UNE 12464-1).
Datos de luminarias	Disponer de amplia información sobre dispositivos de iluminación para precisar los cálculos y análisis.

Nota. Requisitos establecidos en función de la necesidad del proyecto.

A continuación, se aplica el método factores ponderados para la selección del software de simulación. Ver **Tabla 22**.

Tabla 22*Matriz Factores Ponderados*

Criterios de Evaluación / Alternativas	Peso (%)	DIALux evo	Relux	AGi32	RADIANCE	Visual Lighting
Costo	25%	10	7.5	1	2.5	5
Facilidad de uso / Aprendizaje	20%	10	7.5	2.5	1	2.5
Modelado 3D	10%	10	5	10	10	7.5
Normas integradas	25%	10	10	1	1	5
Datos de luminarias	20%	7.5	10	2.5	5	5
Total	100%	9.5	8.38	2.50	3.08	4.75

Nota. Evaluación y selección de software de simulación mediante el Método de Factores Ponderados. Elaboración propia.

Con base en el resultado, se determinó que el software *DIALux evo* es una herramienta idónea para el modelado del sistema de iluminación actual en la Agencia de Aduanas. Esta elección se justifica por su acceso gratuito, su amplia base de datos de luminarias disponibles en el mercado y su alineación con normativas internacionales, como la UNE-EN 12464-1. Además, su efectividad ha sido validada en investigaciones previas realizadas en Ecuador, entre ellas, el estudio de optimización energética en ambientes interiores desarrollado por la Universidad Técnica de Ambato (Rios et al., 2018) y el rediseño de sistemas de iluminación en laboratorios eléctricos llevado a cabo en la Universidad de Guayaquil (Iglesias Chávez & Sánchez Espinoza, 2024).

Modelado y Simulación del Sistema de Iluminación

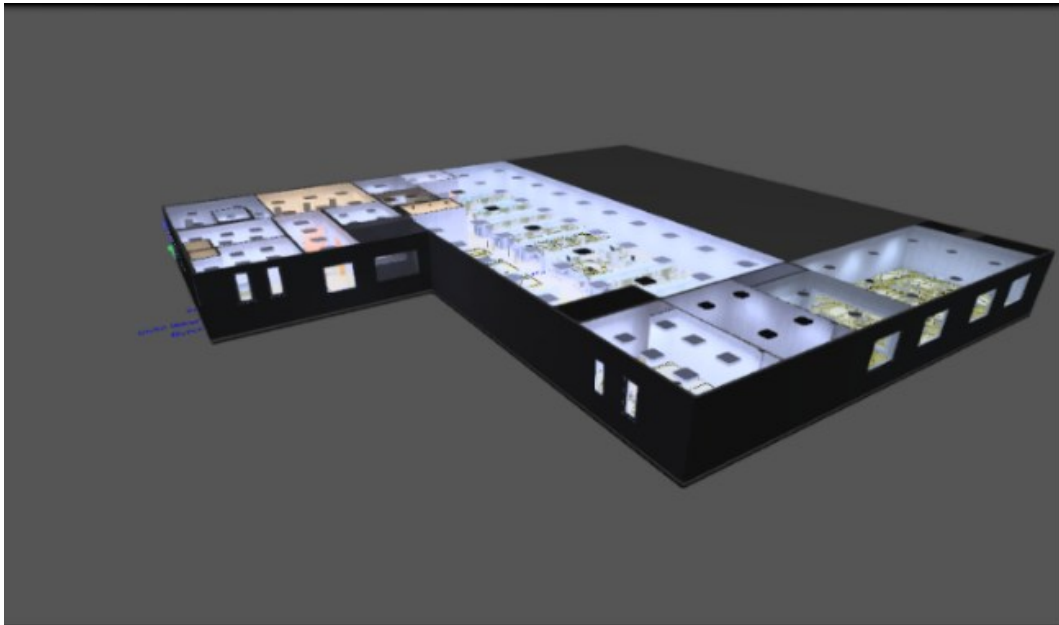
Una vez seleccionado el software Dialux Evo, se procede a realizar las simulaciones de los niveles de iluminación en cada zona de la Planta Alta y Planta Baja de la Agencia de Aduanas, con un enfoque principal en las zonas donde la iluminación supera los límites máximos establecidos y las zonas donde los niveles no alcanzan los estándares mínimos sugeridos en el Norma UNE 12464-1.

Adecuación Zonas de Iluminación Planta Alta

Se inicia por las zonas de iluminación ubicadas en la Planta Alta, donde se identificó que 2 de ellas presentan niveles de iluminancia inferiores a los 500 lux mínimos establecidos para áreas de oficina, según la norma UNE 12464-1. Asimismo, 34 zonas superan el nivel máximo recomendado de 750 lux, lo que genera condiciones de deslumbramiento en 21 de ellas. Para el caso de salas de descanso 23 zonas superan los niveles máximos permitidos y el áreas de archivo cuenta con 4 zonas que superan igualmente los niveles máximos permitidos. Véase **Anexo 1**.

Figura 25

Modelado y simulación General Planta Alta

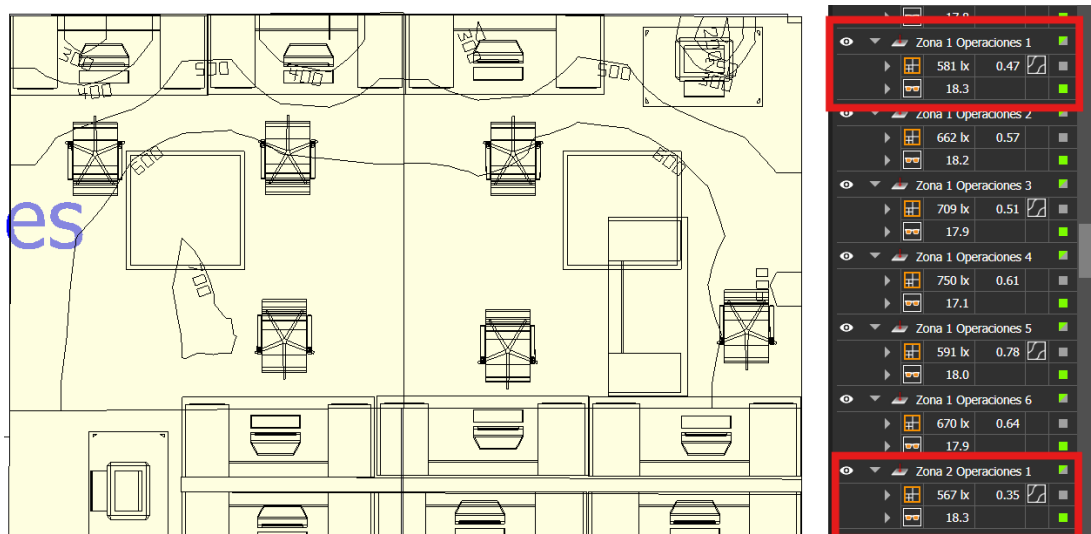


Nota. Se puede apreciar en la figura 25 el modelado completo de la Planta Alta de la organización en Dialux.

En lo que respecta a las áreas que no alcanzan los valores mínimos, estas corresponden al sector 1 operaciones, lo cual para el caso de estudio se denominó “operaciones 1”, se procede a utilizar el software y la lampara led HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W con lo cual en las Zonas 1 y 2 donde se encontraban por debajo de los niveles mínimos, se logra alcanzar los 581 y 567 luxes promedios que se reparten en cada una de las zonas analizadas.

Figura 26

Simulación Zonas 1 y 2 Operaciones 1



Nota. En la figura 26 se aprecia que se alcanza los niveles mínimos recomendados por la UNE 12464-1.

De manera similar se realiza para las zonas que exceden la iluminación en la Planta Alta. Se presenta el área de cafetería de gerencias, donde se sugiere utilizar 3 lámparas led Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W y 3 Lightnet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18W 111.7 lm/W.

Figura 27

Simulación Área Cafetería Gerencias Planta Alta



Nota. En la figura 27 se aprecia que se adecua los niveles de iluminación para el área de cafetería gerencias sugerido por la UNE 12464-1.

Se prosigue a aplicar la misma metodología para las diferentes áreas que conforman la Planta Alta, utilizando diferentes tipos de lámparas led que se adapten a cada zona. Los resultados se pueden apreciar en el **Anexo 9**.

Las lámparas LED utilizadas en la simulación para adecuar los niveles de iluminación en las zonas de la Planta Alta se detallan en la **Tabla 23**, todas tienen una tensión 220 V.

Tabla 23*Lista de Lámparas utilizadas en la Planta Alta*

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
Archivo	2	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.041	0.02
Baño Gerencia General	2	Lightnet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18W 111.7 lm/W (0.340 x 0.340 x 0.107) m	0.9	0.08	0.032	0.02
Baño Gerencia Administrati va Financiera	1	SCHMITZ WILA 22W 66.4lm/W (0.127 x 0.127 x 0.115) m	0.9	0.10	0.020	0.01
Baño Gerencia Operaciones	1	SCHMITZ WILA 22W 66.4lm/W (0.127 x 0.127 x 0.115) m	0.9	0.10	0.020	0.01
Cafetería FMA	4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W (0.379x0.379x0. 100) m	0.9	0.05	0.043	0.02
Cafetería Gerencias	1	Lightnet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18W 111.7 lm/W (0.340 x 0.340 x 0.107) m	0.9	0.08	0.016	0.01
	2	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4	0.9	0.05	0.022	0.01

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
		12W 113.3 lm/W (0.379x0.379x0.100) m				
Cafetería Gerencias	1	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	0.9	0.08	0.016	0.01
Comedor	1	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 300 WL-DL Aufbau 7W 3000K schwarz PMMA OPAL (0.300 x 0.300 x 0.038) m	0.9	0.03	0.006	0.00
	7	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur eloxiert MICROPRISM A Dali (0.400x0.400x0.038)	0.9	0.05	0.076	0.04
Comedor 2	2	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur eloxiert MICROPRISM A Dali (0.400x0.400x0.038)	0.9	0.05	0.022	0.01
Gerencia Administrativa	5	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20 W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	0.9	0.09	0.090	0.04

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)
Gerencia General	6	Philips RC402B POE W62L62 1 xLED28S/840 25.5W 109.7 lm/W (0.622 x 0.622 x 0.622 x 0.050) m	0.9	0.12	0.138	0.07
Gerencia Operaciones	5	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20 W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	0.9	0.09	0.090	0.04
Graderío Norte	4	Philips RC400B PSU W60L60 3W 123.2 lm/W (0.597 x 0.597 x 0.050) m	0.9	0.01	0.011	0.01
Operaciones FMA	30	HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.772	0.37
Recepción Gerencias	4	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.082	0.04
Sala de Reuniones Norte	4	Lightnet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18 W 111.7 lm/W (0.340 x 0.340 x 0.107) m	0.9	0.08	0.065	0.03
Sala de Reuniones FMA	6	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	0.9	0.09	0.108	0.05

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)
Sala Reuniones Gerencia	4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	0.9	0.08	0.065	0.03
Total	92			1.60	1.734	0.84

Nota. Lámparas utilizadas para adecuación de niveles de iluminación en la Planta Alta.

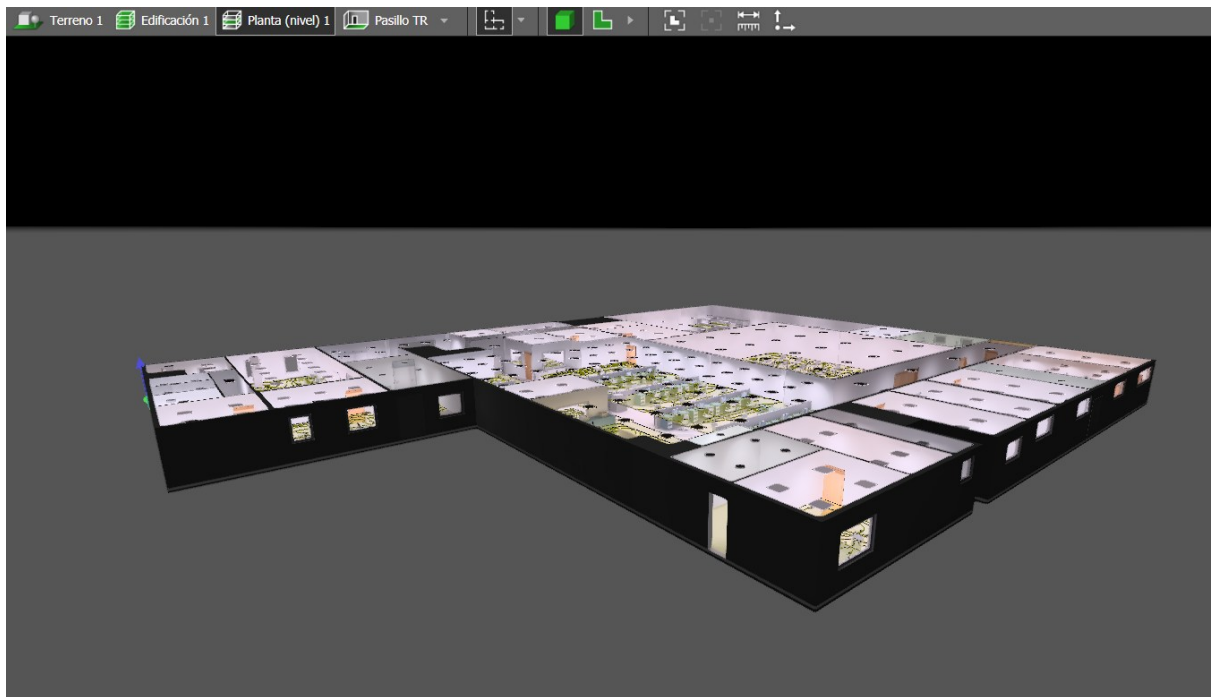
Adicionalmente, se presenta la potencia activa y reactiva de los equipos de iluminación.

Adecuación Zonas de Iluminación Planta Baja

En el caso de la Planta Baja, se identificó que 26 zonas presentan iluminación inferior a los valores mínimos estipulados por la norma UNE 12464-1 para áreas de oficina. Asimismo, se determinó que 192 zonas superan los niveles máximos permitidos, lo que genera 31 zonas con condiciones de deslumbramiento. En consecuencia, se procedió a realizar una adecuación de los niveles lumínicos, según las características de cada área de trabajo, mediante simulación en el software DIALux Evo.

Figura 28

Modelado y Simulación General Planta Baja

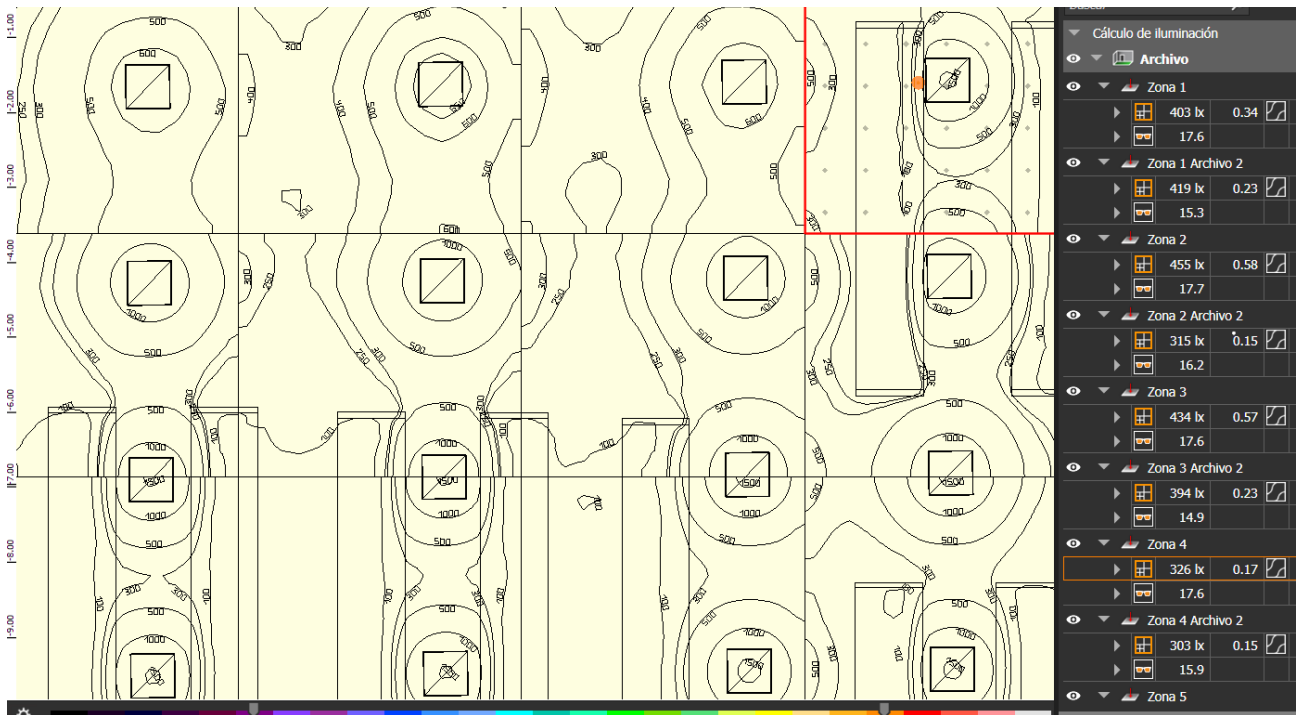


Nota. En la figura 28 se aprecia el modelado completo de la Planta Baja de la Organización en Dialux Evo.

El área de Archivo es la que mayor número de zonas tiene que no alcanza la iluminación mínima. Para su adecuación se utiliza 24 lámparas LED “LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 36W 116.7 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.012) m” y 4 “Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m”.

Figura 29

Simulación Área Archivo 1 Planta Baja



Nota. Se aprecia en la figura 29 que se adecua los niveles de iluminación para el área de Archivo 1 sugerido por la UNE 12464-1.

Al igual que en la Planta Alta, se realizó la adecuación de los niveles de iluminación correspondientes a cada zona de trabajo ubicada en la Planta Baja, los resultados alcanzados se detallan en el **Anexo 10**. Adicionalmente, se realizó el ajuste correspondiente en las áreas de circulación y pasillos de la organización, tomando como referencia los niveles mínimos de iluminación estipulados en la norma UNE 12464-1, que en este caso corresponden a 100 lux. Cabe señalar que el pasillo central de la Planta Alta comparte espacio físico con las áreas de trabajo contiguas, por lo que no fue necesario instalar luminarias adicionales, ya que se cumplen los niveles requeridos gracias a la iluminación proveniente de dichas áreas. Véase **Anexo 11**.

Cabe mencionar, que las zonas con niveles de deslumbramiento elevadas de igual manera fueron adecuadas según la norma UNE 12464-1, quien establece que para áreas de oficina debe existir un nivel de deslumbramiento <19. Esto se logra gracias a la redistribución de las lámparas en toda la organización y el tipo de lámparas LED adecuadas a contrarrestar el deslumbramiento. Los resultados se logran apreciar de manera conjunta con los niveles de iluminación.

Las lámparas utilizadas para la adecuación de los niveles de iluminación en las zonas evaluadas de la Planta Baja se aprecian en la **Tabla 24**, todas tienen una tensión 220 V.

Tabla 24

Lista de Lámparas utilizadas en la Planta Baja

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
Archivo 1 y 2	24	LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 36W 116.7 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.012) m	0.9	0.16	0.778	0.38
Archivo 3	4	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.103	0.05
Área Lactancia	2	Lightnet Cubic Max 12W 113.3 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	0.9	0.05	0.022	0.01
Auditorio	20	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.515	0.25

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
Baño Hombres GMA	6	Lightnet Cubic Max Recessed Frame 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	0.9	0.09	0.108	0.05
Baño Hombres TR	2	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	0.9	0.05	0.022	0.01
Baño Mujeres GMA	8	Lightnet Cubic Max Recessed Frame 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	0.9	0.08	0.130	0.06
Baño Mujeres TR	2	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	0.9	0.05	0.022	0.01
Bodega Suministros CP	4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	0.9	0.09	0.072	0.03
Bodega SST	3	Philips RC400B PSU W60L60 3W 123.2 lm/W (0.597 x 0.597 x 0.050) m	0.9	0.01	0.008	0.00
Bodega Suministros MA	2	Solar Light A/S Dekor Frost LED 34.6W 99 lm/W (0.444 x 0.444 x 0.419) m	0.9	0.16	0.062	0.03
Cafetería TR	3	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W	0.9	0.08	0.049	0.02

(0.379 x 0.379 x 0.100) m						
Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
Compras	6	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.154	0.07
Data Center	4	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur eloxiert MICROPRISM A Dali	0.9	0.05	0.043	0.02
Desarrollo	4	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.103	0.05
Dispensario Médico	4	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.103	0.05
Gerencia Comercial	4	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.082	0.04
GMA	62	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	1.596	0.77
	14	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W	0.9	0.10	0.286	0.14

		(0.595 x 0.595 x 0.032) m				
	1	LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 PS 33W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.15	0.030	0.01
	6	LEDVANCE PANEL FLEX 625 UGR<19 32W 161.2 lm/W (0.620 x 0.620 x 0.032) m	0.9	0.15	0.173	0.08
Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
Ingreso Posterior	4	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur eloxiert MICROPRISM A Dali	0.9	0.05	0.043	0.02
Oficina Financiero	4	Hidealite Sky MP 4000K DALI Q-Box Micro 600mA	0.9	0.10	0.082	0.04
Oficina TR	2	Philips RC400B PSU W60L60 3W 123.2 lm/W (0.597 x 0.597 x 0.050) m	0.9	0.01	0.005	0.00
	2	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.041	0.02
Pasillo Reciclaje	2	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K	0.9	0.05	0.022	0.01

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
Pasillo TR	1	Lightnet CM4OEE Cubic Max Recessed Frame - M4	0.9	0.09	0.018	0.01
Sala Hong Kong	6	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.123	0.06
Sala Reuniones TR	4	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.082	0.04
Sala Rotterdam	4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	0.9	0.09	0.072	0.03
Sala Singapur	6	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.123	0.06
Seguridad Física	6	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.123	0.06
Tableros	1	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur eloxiert MICROPRISM A Dali	0.9	0.05	0.011	0.01
Talento Humano 1	6	Hidealite Sky MP 4000K DALI Q-Box Micro 600mA	0.9	0.10	0.123	0.06

Área	Cantidad	Lámpara	Factor de Potencia	Corriente (A)	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (KVAR)
Talento Humano 2	6	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.154	0.07
TICS	4	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.13	0.103	0.05
Transporte	14	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	0.9	0.10	0.286	0.14
Total	257				5.867	2.842

Nota. Lámparas utilizadas para adecuación de niveles de iluminación en la Planta Baja.

Adicionalmente, se presenta la potencia activa y reactiva de las lámparas.

La comparación de los niveles de iluminación obtenidos durante el modelado en Dialux Evo para cada área de la organización se puede visualizar en el **Anexo 12**.

Como aspecto adicional, las fichas técnicas de las lámparas utilizadas para la adecuación de los niveles de iluminación en la organización se pueden visualizar en el **Anexo 18**, donde en la *nota* de anexo se encuentra el enlace electrónico que redirecciona hacia la carpeta digital donde se encuentra la documentación.

Rediseño de la Red de Iluminación

Para el rediseño de los 11 circuitos que exceden el número máximo de salidas permitido, se aplicaron los lineamientos establecidos en la NEC. Adicionalmente, se efectuó la adecuación de los niveles de iluminación por área de trabajo mediante simulación con el software DIALux evo y la norma UNE-EN 12464-1. En este contexto, se realizó la redistribución de los 38 circuitos de iluminación existentes en la organización, garantizando que cada uno no exceda las 15 salidas ni supere una corriente de 15 amperios. A través del uso de DIALux evo se seleccionaron nuevas luminarias LED (véase **Tabla 23** y **Tabla 24**) dando un total de 349 lámparas LED, las cuales fueron distribuidas estratégicamente en función de los requerimientos lumínicos de cada área. De este modo, se asegura el cumplimiento de técnico establecido por la NEC, así como los niveles de iluminación recomendados por la UNE-EN 12464-1. Los resultados se presentan en el **Anexo 13**.

Figura 30

Visualización Anexo 13

Anexo 13

Rediseño de Circuitos de la Red Eléctrica de Iluminación

Ubicación	Nro. Circuito	Nro. Salidas	Lámpara	Cantidad	Potencia Nominal (W)	Corriente Nominal (A)
Piso 2 Noroeste (op1-op5)	1	10	HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
			Total		286	2.6

Nota. Se puede apreciar en la figura 30 un fragmento del Anexo 13, donde se presenta el rediseño de los circuitos de la red eléctrica de iluminación.

Selección Elementos Eléctricos para Rediseño de la Red de Iluminación

Para la selección del calibre de los conductores en los circuitos del rediseño de la red de iluminación, es necesario utilizar nuevamente las ecuaciones (10) y (11). Estas permiten calcular la corriente que circula por cada circuito bajo condiciones nominales, así como la corriente en condiciones críticas de operación. Con el valor de corriente obtenido mediante la ecuación (11) se consulta en la **Tabla 16**, que contiene los valores normalizados para la selección del calibre del conductor. Posteriormente, se utilizan la ecuación (12) y la **Tabla 17** para seleccionar el dispositivo de protección correspondiente a cada circuito. Los resultados se detallan en la **Tabla 25**.

Selección Aislamiento Conductores para la Red Eléctrica

El seleccionar el tipo de aislamiento con el que los conductores de cobre previamente determinados para los circuitos de red eléctrica monofásica y de iluminación van a depender del tipo de ambiente de trabajo y temperatura bajo la cual estarán expuestos dichos conductores. La NEC recomienda que el aislamiento de los conductores debe ser tipo, el cual puede resistir una temperatura de trabajo de hasta 90 °C en condiciones ambientales seco y húmedo. Por lo cual, los conductores seleccionados cuentan con dicho tipo aislamiento.

Tabla 25

Selección Calibre y Protección Circuitos de la Red de Iluminación

Nro. de Circuito	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Cos θ (promedio)	$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos \theta}$	$I_c = \frac{1.25 * I_a}{FT * FC}$	Calibre Nro. AWG	Diámetro de canalización (in)	I breaker (A)	Tipo Breaker
1	286	220	0.9	1.44	1.81	14	1/2	1.81	15
2	244	220	0.9	1.23	1.54	14	1/2	1.54	15
3	286	220	0.9	1.44	1.81	14	1/2	1.81	15
4	286	220	0.9	1.44	1.81	14	1/2	1.81	15
5	124	220	0.9	0.63	0.78	14	1/2	0.78	15
6	115	220	0.9	0.58	0.73	14	1/2	0.73	15
7	162.8	220	0.9	0.82	1.03	14	1/2	1.03	15
8	96	220	0.9	0.48	0.61	14	1/2	0.61	15
9	168	220	0.9	0.85	1.06	14	1/2	1.06	15
10	153	220	0.9	0.77	0.97	14	1/2	0.97	15
11	251.6	220	0.9	1.27	1.59	14	1/2	1.59	15
12	227	220	0.9	1.15	1.43	14	1/2	1.43	15
13	184.2	220	0.9	0.93	1.16	14	1/2	1.16	15
14	317.8	220	0.9	1.61	2.01	14	1/2	2.01	15
15	156.2	220	0.9	0.79	0.99	14	1/2	0.99	15
16	244.2	220	0.9	1.23	1.54	14	1/2	1.54	15
17	429	220	0.9	2.17	2.71	14	1/2	2.71	15
18	195.6	220	0.9	0.99	1.23	14	1/2	1.23	15
19	200.2	220	0.9	1.01	1.26	14	1/2	1.26	15
20	252.8	220	0.9	1.28	1.60	14	1/2	1.60	15
21	90.8	220	0.9	0.46	0.57	14	1/2	0.57	15

Nro. de Circuito	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Cos θ (promedio)	$I_a = \frac{\sum P}{V * \cos \theta}$	$I_c = \frac{1.25 * I_a}{FT * FC}$	Calibre Nro. AWG	Diámetro de canalización (in)	I breaker	Tipo breaker
22	164	220	0.9	0.83	1.04	14	1/2	1.04	15
23	360	220	0.9	1.82	2.27	14	1/2	2.27	15
24	504	220	0.9	2.55	3.18	14	1/2	3.18	15
25	114.4	220	0.9	0.58	0.72	14	1/2	0.72	15
26	286	220	0.9	1.44	1.81	14	1/2	1.81	15
27	286	220	0.9	1.44	1.81	14	1/2	1.81	15
28	404.8	220	0.9	2.04	2.56	14	1/2	2.56	15
29	286	220	0.9	1.44	1.81	14	1/2	1.81	15
30	286	220	0.9	1.44	1.81	14	1/2	1.81	15
31	228.8	220	0.9	1.16	1.44	14	1/2	1.44	15
32	192	220	0.9	0.97	1.21	14	1/2	1.21	15
33	250.6	220	0.9	1.27	1.58	14	1/2	1.58	15
34	144	220	0.9	0.73	0.91	14	1/2	0.91	15
35	120	220	0.9	0.61	0.76	14	1/2	0.76	15
36	302	220	0.9	1.53	1.91	14	1/2	1.91	15
37	60	220	0.9	0.30	0.38	14	1/2	0.38	15

Nota. Se puede apreciar en la tabla los valores de la corriente nominal (I_a), corriente circulando por el conductor en condiciones críticas (I_c), el Nro. De calibre óptimo para cada circuito y el elemento de protección.

De acuerdo con la Tabla 25, el calibre a usar en el rediseño de los circuitos de la red de iluminación son un AWG 14. Los valores de FT y FC fueron tomados de la **Tabla 14** y **Tabla 15**.

Selección del Calibre de Conductor de la Acometida

En consecuencia, tras el rediseño de la red monofásica y del sistema de iluminación, es necesario determinar el calibre adecuado del conductor que transportará la corriente desde la salida del transformador hasta los tableros principales de la organización. Este proceso requiere la aplicación de la ecuación (13), la cual permite calcular la corriente mínima permisible que debe soportar el conductor de la acometida, asegurando así un diseño conforme a las condiciones de operación del sistema (Martínez, 1985).

$$I_a = \frac{1.25 * I_{mm} + \sum I_{nom} * FD}{FT * FC} \quad (13)$$

Donde:

- *I_{mm}*: corriente de la carga que mayor corriente toma de todos los equipos conectados al sistema (amperios)
- $\sum I_{nom}$: sumatoria de las corrientes nominales de cada carga conectada al sistema, se excluye la carga *I_{mm}*
- *FD*: Factor de demanda del circuito
- *FT*: Factor de Temperatura, ver **Tabla 14**
- *FC*: Factor número de conductores, ver **Tabla 15**
- 1.25: corresponde al sobredimensionamiento en un 25% de la carga nominal.

Para el cálculo de la corriente mínima permisible, se utiliza un factor de temperatura y número de conductores de 1,0. Esta decisión se basa en que las condiciones térmicas del entorno se mantienen entre 0 °C y 30 °C, y que el número de conductores por tubería varía entre uno y tres, lo cual no requiere ajustes adicionales según la normativa técnica. Adicionalmente, el Factor de Demanda (FD) se considera con un valor de 1,0 al asumir un escenario crítico en el que todos los equipos se encuentran operando simultáneamente a su máxima capacidad, condición que ocurre con frecuencia dentro de la organización.

En una etapa preliminar, se procedió a organizar el rediseño de los circuitos eléctricos, tanto de la red monofásica como del sistema de iluminación, distribuyéndolos dentro de los tableros de distribución. A consecuencia del aumento en el número de circuitos, es necesario incorporar cuatro tableros de distribución, con el fin de garantizar una organización adecuada y segura de todos los circuitos eléctricos. En total, se contabilizan 125 circuitos eléctricos, de los cuales 88 corresponden a tomacorrientes y 37 a iluminación, conforme a lo detallado en el **Anexo 14**.

La elección del calibre apropiado para los cables de acometida se realiza en función del número de tableros de distribución requeridos. En este caso, se han determinado cuatro tableros, por lo que se requieren cuatro acometidas independientes que transporten la corriente desde la salida del transformador hacia cada uno de ellos. En este contexto, es necesario calcular la corriente correspondiente al circuito de mayor demanda en cada tablero, así como la carga total conectada en cada uno, con el fin de dimensionar adecuadamente los conductores de acometida.

Tabla 26

Resumen Demanda de Cargas por Tablero de Distribución

Nro. Tablero	Carga Mayor (A)	Carga Total (A)
1	15.79	158.34
2	19.83	176.422
3	17.2	165.29
4	19.51	169.004
5	19.83	152.622
6	19.57	153.77
7	19.73	151.41

Nota. Se puede apreciar en la tabla los valores de los circuitos con mayor carga y carga total por cada tablero de distribución. Valores tomados del **Anexo 14**

Se procede a realizar el cálculo de la corriente mínima permisible I_a que se va a transportar desde la salida del transformador a los tableros de distribución.

Tablero 1

$$I_a = \frac{1.25 * 15.79 + 158.34 * 1}{1 * 1} = 178.0775 A \quad (14)$$

Se determina que la corriente mínima permisible a circular por el conductor de la acometida para el Tablero 1 es de 178.0775 amperios, por ende, el calibre del conductor es AWG 2/0 con carga máxima 195 A, el mismo que es seleccionado utilizando la **Tabla 16**. Adicionalmente, se define necesario una canalización de diámetro 2 in (50.8mm) utilizando la **Figura 24**.

Tablero 2

$$I_a = \frac{1.25 * 19.83 + 176.422 * 1}{1 * 1} = 201.2 A \quad (15)$$

Para el caso del tablero 2 se requiere una acometida de calibre AWG 3/0, cuya carga máxima es de 225 A. Calibre seleccionado utilizando la **Tabla 16**. Adicionalmente, se define necesario una canalización de diámetro 2 in (50.8mm) utilizando la **Figura 24**.

Tablero 3

$$I_a = \frac{1.25 * 17.2 + 165.29 * 1}{1 * 1} = 186.76 A \quad (16)$$

Para el caso del tablero 3 se requiere una acometida de calibre AWG 2/0, cuya carga máxima es de 195 A. Calibre seleccionado utilizando la **Tabla 16**. Adicionalmente, se define necesario una canalización de diámetro 2 in (50.8mm) utilizando la **Figura 24**.

Tablero 4

$$I_a = \frac{1.25 * 19.51 + 169.004 * 1}{1 * 1} = 193.39 A \quad (17)$$

Para el caso del tablero 4 se requiere una acometida de calibre AWG 2/0, cuya carga máxima es de 195 A. Calibre seleccionado utilizando la **Tabla 16**. Adicionalmente, se define necesario una canalización de diámetro 2 in (50.8mm) utilizando la **Figura 24**.

Tablero 5

$$I_a = \frac{1.25 * 19.83 + 152.622 * 1}{1 * 1} = 177.4 A \quad (18)$$

Para el caso del tablero 5 se requiere una acometida de calibre AWG 2/0, cuya carga máxima es de 195 A. Calibre seleccionado utilizando la **Tabla 16**. Adicionalmente, se define necesario una canalización de diámetro 2 in (50.8mm) utilizando la **Figura 24**.

Tablero 6

$$I_a = \frac{1.25 * 19.57 + 153.77 * 1}{1 * 1} = 178.23 A \quad (19)$$

Para el caso del tablero 6 se requiere una acometida de calibre AWG 2/0, cuya carga máxima es de 195 A. Calibre seleccionado utilizando la **Tabla 16**. Adicionalmente, se define necesario una canalización de diámetro 2 in (50.8mm) utilizando la **Figura 24**.

Tablero 7

$$I_a = \frac{1.25 * 19.73 + 151.41 * 1}{1 * 1} = 176.0725 A \quad (20)$$

Para el caso del tablero 7 se requiere una acometida de calibre AWG 2/0, cuya carga máxima es de 195 A. Calibre seleccionado utilizando la **Tabla 16**. Adicionalmente, se define necesario una canalización de diámetro 2 in (50.8mm) utilizando la **Figura 24**.

De este modo se determina los calibres para las acometidas en la propuesta de rediseño de la red eléctrica.

Selección del Transformador

Finalmente, una vez realizado el rediseño de la red eléctrica tanto monofásica como la red de alumbrado en la Agencia de Aduanas, resulta conveniente incluir en la propuesta la selección de un transformador independiente para la carga de la organización. Para este proceso se utiliza la ecuación (21) que será de utilidad para calcular la potencia requerida para el transformador. (Barriga Zúñiga, 2024)

$$S_{3\varphi} = \sqrt{(\varepsilon P_{1y3\varphi})^2 + (\varepsilon Q_{1y3\varphi})^2} \quad (21)$$

Donde:

$\varepsilon P_{1y3\varphi}$: corresponde a la sumatoria de la potencia activa de corriente monofásica y trifásica

$\varepsilon Q_{1y3\varphi}$: corresponde a la sumatoria de la potencia reactiva de corriente monofásica y trifásica

Los valores de la potencia activa y reactiva tanto de la red monofásica y trifásica, así como de la red de iluminación fueron tomados de la **Tabla 3**, **Tabla 4**, **Tabla 23** y **Tabla 24**, donde consta el levantamiento de carga en la instalación y el uso de nuevas lámparas de iluminación.

Tabla 27

Levantamiento Carga Actual con Rediseño de Red Eléctrica

Resumen		
Red Eléctrica	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)
Red de carga monofásica	67.771	43.504
Red de carga trifásica	9.06	5.62
Red de iluminación (propuesto)	5.867	2.842
Total	82.698	51.966

Nota. Se puede apreciar en la tabla la potencia activa y reactiva total de la red eléctrica con la propuesta de rediseño en la organización.

Con la información de la **Tabla 27** se procede a realizar el cálculo de la potencia aparente para la selección del transformador.

$$S_{3\varphi} = \sqrt{(82.698)^2 + (51.966)^2} = 97.67 \text{ KVA} \quad (22)$$

Se requiere una potencia total de 97.67 KVA, adicionalmente, según (Barriga Zúñiga, 2024) menciona se debe sobredimensionar en un 20%, en ese caso, al valor obtenido en la ecuación (22) se lo multiplica por 1.20 para obtener la potencia total con el sobredimensionamiento sugerido.

$$S_{3\phi} = (97.67 * 1.20) = 117.204 \text{ KVA} \quad (23)$$

Con el valor obtenido en la ecuación (23), se consulta en la **Figura 31** donde se detallan los parámetros normalizados correspondientes a transformadores trifásicos, se determina que el transformador idóneo para la carga de la organización es un transformador de 125 KVA.

Figura 31

Parámetros para Selección de Transformadores Trifásicos

POTENCIA	SIN TANQUE DE COMPENSACIÓN				CON TANQUE DE COMPENSACIÓN				
	DIMENSIONES				PESO	DIMENSIONES			PESO
	P	L	P	H	W	LC	P	HC	W
KVA	mm	mm	mm	Kg	mm	mm	mm	Kg	
15**	772	452	815	250					
30**	822	462	835	310					
50**	862	482	855	365					
75**	952	562	875	455					
100	992	582	875	540					
112.5	1042	632	895	570					
125	1062	642	925	600					
150	1142	712	970	670					
200	1182	722	1070	780					
250	1202	752	1100	900					
300	1282	782	1140	1040					
350	1362	862	1170	1140					
400	1402	902	1270	1300					
500	1512	952	1310	1500	1672	952	1700	1610	
600	1612	1132	1310	1900	1742	1132	1700	2050	
750	1632	1142	1360	2100	1762	1142	1750	2250	
1000	1672	1162	1500	2650	1822	1162	1910	2840	

Nota. Tabla tomada del catálogo de (Improselec, 2025)

En el **Anexo 21** y **Anexo 22** se logra apreciar los layout propuestos de la Planta Baja y Alta con el rediseño de la red eléctrica monofásica y de iluminación.

Resultados esperados

En el **Anexo 15** se puede observar un contraste entre la red monofásica actual y la propuesta en el rediseño, donde se hace la intervención en los circuitos que se encuentran fuera de lo estipulado en los puntos 4.2 y 4.3 de la NEC, se dimensiona el calibre adecuado y sistema de protección para cada circuito de acuerdo con la carga actual en la organización.

Figura 32

Visualización Anexo 15

Anexo 15

Comparación Red eléctrica monofásica actual vs Propuesta Rediseño de la Red Eléctrica

Red monofásica Actual						Red Monofásica Propuesta					
Nro. de Circuito	Nro. Salidas	Carga (A)	Calibre Nro. AWG	Tipo de Breaker (A)	Observaciones	Nro. de Circuito	Nro. Salidas	Carga (A)	Calibre Nro. AWG	Tipo Breaker (A)	Observaciones
1	7	40.06	12	C32	No cumple	1	2	5.65	12	15	Cumple
2	7	19.14	12	C32	Cumple	2	1	13.33	12	20	Cumple

Nota: Elaboración propia

En ese sentido, la red monofásica de la organización pasó de contar con 39 circuitos a un total de 72 circuitos tras el rediseño propuesto, los cuales fueron dimensionados conforme a lo establecido en los puntos 4.2 y 4.3 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción Instalaciones Eléctricas (NEC-SB-IL). Estos puntos hacen referencia al número máximo de salidas por circuito y a la carga máxima admisible por cada uno, respectivamente. Cumplir con lo estipulado por la NEC no solo asegura el respeto a la normativa vigente, sino que también garantiza un diseño técnico seguro, eficiente y confiable. Entre los beneficios concretos se destacan: la adecuada distribución de cargas, la reducción del riesgo de sobrecalentamiento en conductores, la prevención de interrupciones del suministro eléctrico por sobrecarga, y una mejora significativa en la eficiencia energética del sistema. Además, se minimizan las caídas de tensión y se protege la integridad de los equipos conectados a la red. En conjunto, estos

beneficios contribuyen a la sostenibilidad operativa de la organización y a la prolongación de la vida útil de sus instalaciones eléctricas.

Se determinó que la organización requiere la instalación de un transformador trifásico independiente de 125 kVA, dado que el equipo actualmente en uso es compartido con residencias vecinas. Esta condición ha ocasionado variaciones en la calidad del suministro eléctrico, evidenciadas en caídas y sobretensiones ocasionales según el Supervisor de Mantenimiento. La capacidad recomendada del nuevo transformador se estableció con base en los resultados obtenidos mediante la ecuación (23) y la **Figura 31**.

Por otro lado, se seleccionaron los calibres adecuados para las acometidas que transportarán la energía eléctrica desde la salida de los medidores hasta cada tablero principal. Cabe mencionar que, como consecuencia del rediseño y la ampliación del número de circuitos, es necesario incorporar *cuatro tableros adicionales* a los existentes. La comparación entre los calibres de las acometidas actuales y los propuestos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 28

Comparación Acometidas Actuales vs Propuestas

Nro. Tablero de Distribución	Nro. Calibre Acometida	
	Actual	Propuesto
1	AWG 4	AWG 2/0
2	AWG 4	AWG 3/0
3	AWG 4	AWG 2/0
4	-	AWG 2/0
5	-	AWG 2/0
6	-	AWG 2/0
7	-	AWG 2/0

Nota. Elaboración Propia

Con respecto al rediseño de la red e iluminación, se considera lo estipulado en el punto 4.1 de la NEC y la adecuación del nivel de iluminación con el software Dialux Evo en cada una de las 376 zonas de evaluación, esto con el fin de ajustar los valores a los que la norma UNE 12464-1 recomienda. Los resultados de la propuesta se encuentran en el **Anexo 9, Anexo 10, Anexo 11 y Anexo 13**.

Las lámparas LED propuestas para la adecuación de los niveles de iluminación presentan un consumo total estimado de 76,01 kWh por jornada laboral, considerando un régimen de operación continua de 9 horas. A una tarifa eléctrica de \$0,09 por kWh, valor obtenido de la factura de consumo eléctrico perteneciente a la organización, el costo diario del nuevo sistema de iluminación sería de aproximadamente \$6,69. En contraste, el sistema de iluminación actual registra un consumo de 154,22 kWh por día, lo que equivale a un costo diario de \$13,57. Por tanto, la implementación del nuevo sistema permitiría un ahorro diario de \$6,88, lo cual representa un ahorro mensual aproximado de \$151,42. Esto implica una reducción del 51 % en costo por la energía eléctrica asociado al sistema de iluminación.

Tabla 29

Consumo Eléctrico Sistema de Iluminación Actual vs. Propuesto

	Actual	Propuesto	Ahorro
Costo día	\$13.57	\$6.69	\$6.88
Costo mes	\$298.58	\$147.16	\$151.42
Costo Anual	\$3,582.93	\$1,765.87	\$1,817.06

Nota. Elaboración propia.

En **Anexo 16** es posible observar una comparación entre el consumo energético del sistema de iluminación vigente y el estimado para el sistema propuesto. Además, en el **Anexo 12** se exhibe una evaluación comparativa de los niveles lumínicos actuales frente a los óptimos, basada en resultados obtenidos con Dialux EVO.

En consecuencia, se desarrolla el rediseño de la red eléctrica para los circuitos monofásicos de tomacorrientes y para los circuitos de iluminación de la organización, tomando como base las deficiencias identificadas durante el diagnóstico. El rediseño se ejecuta conforme a los requisitos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción – Instalaciones Eléctricas (NEC-SB-IL) y la Norma UNE 12464-1 para iluminación en interiores. Con los ajustes propuestos, se garantiza que el sistema eléctrico opere con conductores y dispositivos de protección dimensionados adecuadamente a la carga actual de la empresa. Asimismo, se ajustan de manera óptima los niveles lumínicos en cada área laboral, asegurando un consumo energético eficiente, esto se logra con la reducción de 75 lámparas ya que inicialmente se contaba con 424 y en la propuesta se utilizan solamente 349, además el nuevo equipo de iluminación cuenta con protección anti deslumbramiento, de este modo se mejoran las condiciones visuales y se previenen efectos de fatiga visual, pesadez en los parpados, visión borrosa y picazón ocular, que son problemas asociados a una iluminación inadecuada. En conjunto, el rediseño permite contar con una red eléctrica eficiente, segura y adaptada a las necesidades operativas y humanas de la organización.

Cronograma de Actividades

Para implementar la propuesta del rediseño de la red eléctrica en la Agencia de Aduanas es necesario cumplir con 6 Fases dentro de las cuales se distribuyen actividades a ejecutar para llevar a cabo la propuesta, las mismas que se encuentran ordenadas y con las fechas correspondientes de realización. A continuación, se describen en detalle las diferentes fases.

1. Presentación de la Propuesta

En esta etapa preliminar se realiza una exposición de la propuesta ante la Alta Dirección de la Agencia de Aduanas, donde se explica el motivo de la realización del proyecto, los beneficios, alcance y viabilidad del mismo, con el objetivo que el equipo analice la propuesta, esta actividad tomará alrededor de 1 día.

Posterior a la presentación, la Alta Gerencia evalúa la factibilidad y necesidad del proyecto, otorgando una respuesta de aceptación o rechazo, así como observaciones que pueden retroalimentar el mismo. Esta actividad se estima que tomará alrededor de 4 días.

2. Socialización de la Propuesta

Tras la aprobación del proyecto, se da inicio al proceso de socialización de la propuesta al equipo multidisciplinario con el que se llevaría a cabo la implementación, esta actividad tomará alrededor de 3 días.

3. Preparación Preliminar

En esta etapa del proyecto se comienza con la adquisición de los recursos eléctricos así como con las nuevas lámparas de iluminación, con ayuda del departamento de compras se procede a llevar a cabo la adquisición de los recursos, así como la gestión logística y almacenamiento de estos. Se estima que este proceso tomaría alrededor de 20 días, debido a que se requiere exportar algunos materiales.

Una vez adquiridos los recursos, se procede al retiro de los elementos eléctricos y lámparas de la red eléctrica actual, este trabajo se realizará los fines de semana con el personal técnico, se considera trabajar en este horario debido a que no es factible que las operaciones de la organización se interrumpan, se prevé que esta actividad tome alrededor de 2 días en fin de semana.

4. Instalación de la nueva red eléctrica

Se inicia con la conexión de los circuitos de la red monofásica, de igual manera se trabaja los fines de semana, alternando las actividades con la fase anterior, ya que es prudente trabajar seccionando por áreas para la instalación del rediseño de la red eléctrica, de este modo no se interrumpe las actividades si no se cumple en un solo fin de semana con la instalación. Bajo la misma metodología se trabajará para la instalación de las nuevas lámparas LED y los

circuitos eléctricos de estas. Se prevé que esta fase tome alrededor de 8 días, contabilizando solamente sábados y domingos, en fechas calendario corresponde a 15 días.

5. Pruebas de funcionamiento

Una vez finalizado la instalación de la nueva red eléctrica, se procede a realizar pruebas de energización a los circuitos y el estado operación, para garantizar que todos estos se encuentran debidamente instalados. Adicionalmente, se realizará una prueba al rediseño de la red eléctrica con el uso de todos los equipos de la organización, con el objetivo de verificar de manera práctica que la red está diseñada acorde a la carga total instalada. Se estima que esta fase tome alrededor de 5 días.

6. Emisión de Informe de Resultados

Como etapa final, se entregará un informe de resultados sobre el proceso de implementación de la propuesta a la Alta Dirección de la organización, con el propósito de informar detalladamente sobre el desarrollo y ejecución de dicha implementación. Esta fase tomará alrededor de 2 días.

Las fases y actividades de implementación se pueden observar en la **Figura 33**.

Figura 33

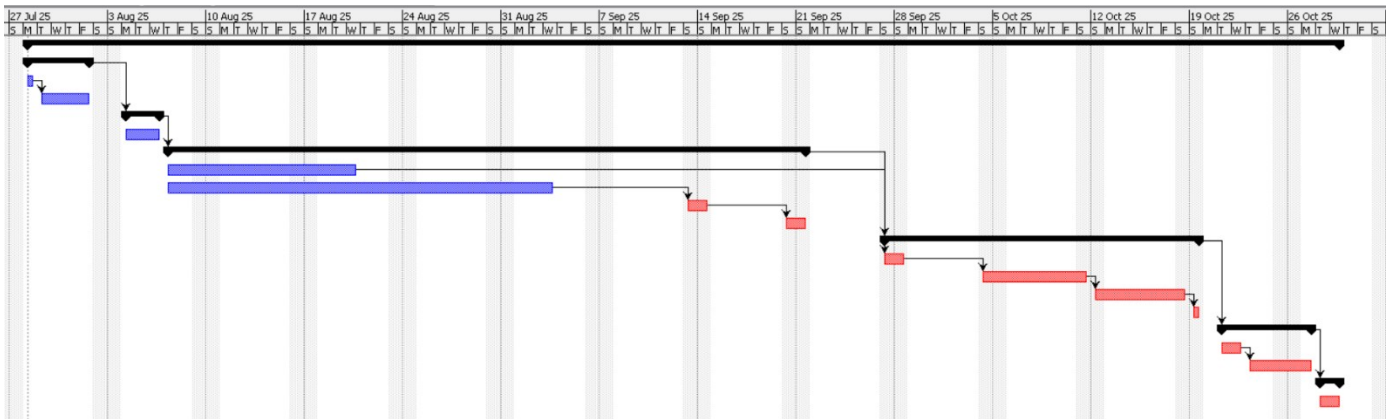
Cronograma de Actividades

	📌	Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		📌 Implementación de la Propuesta	67 days	7/28/25 8:00 AM	10/28/25 5:00 PM	
2		📌 1. Presentación de Propuesta	5 days	7/28/25 8:00 AM	8/1/25 5:00 PM	
3		1.1 Presentación del Proyecto a la Alta Dirección	1 day	7/28/25 8:00 AM	7/28/25 5:00 PM	
4		1.2 Obtención de aprobación	4 days	7/29/25 8:00 AM	8/1/25 5:00 PM	3
5		📌 2. Socialización de la Propuesta	3 days	8/4/25 8:00 AM	8/6/25 5:00 PM	2
6		2.1. Capacitación al personal a llevar a cabo el proyecto	3 days	8/4/25 8:00 AM	8/6/25 5:00 PM	
7		📌 3. Preparación Preliminar	32 days	8/7/25 8:00 AM	9/21/25 5:00 PM	5
8		3.1. Adquisición de Elementos Eléctricos	10 days	8/7/25 8:00 AM	8/20/25 5:00 PM	
9		3.2 Adquisición de las Lámparas LED	20 days	8/7/25 8:00 AM	9/3/25 5:00 PM	
10		3.3. Retiro de cableado antiguo	2 days	9/13/25 8:00 AM	9/14/25 5:00 PM	9
11		3.4. Retiro de lámparas antiguas	2 days	9/20/25 8:00 AM	9/21/25 5:00 PM	10
12		📌 4. Instalación de la nueva red eléctrica	8 days	9/27/25 8:00 AM	10/19/25 5:00 PM	7
13		4.1. Conexión circuitos red monofásica (Tomacorrientes)	2 days	9/27/25 8:00 AM	9/28/25 5:00 PM	8
14		4.2. Instalación de nuevas lámparas LED	3 days	10/4/25 8:00 AM	10/11/25 5:00 PM	13
15		4.3. Conexión circuitos red de iluminación	2 days	10/12/25 8:00 AM	10/18/25 5:00 PM	14
16		4.4. Conexión Acometida a Tableros de Distribución	1 day	10/19/25 8:00 AM	10/19/25 5:00 PM	15
17		📌 5. Pruebas de funcionamiento	5 days	10/20/25 8:00 AM	10/24/25 5:00 PM	12
18		5.1. Verificación de Circuitos Eléctricos	2 days	10/20/25 8:00 AM	10/21/25 5:00 PM	
19		5.2. Uso de todos los equipos	3 days	10/22/25 8:00 AM	10/24/25 5:00 PM	18
20		📌 6. Emisión de Informe de Resultados	2 days	10/27/25 8:00 AM	10/28/25 5:00 PM	17
21		6.1 Presentación Resultados de Implementación	2 days	10/27/25 8:00 AM	10/28/25 5:00 PM	

Nota. Elaborado con el software Project Libre.

Figura 34

Diagrama de Gantt



Nota. Elaborado con el software Project Libre.

Se estima que el proceso de implementación de la propuesta inicie el 4/8/2025 una vez aprobado el proyecto por la Alta Dirección, aunque la fecha está condicionada a posibles ajustes según los requerimientos de la organización. En ese sentido, el proyecto tendrá una duración de 67 días a partir de la fecha de presentación a la Alta Dirección realizada el

28/7/2025, finalizando la implementación con la presentación del informe de resultados el 28/10/2025.

Análisis de Costos

En esta etapa se definen los costos que se involucran en la implementación del rediseño de la red eléctrica en la Agencia de Aduanas, teniendo en consideración la adquisición de recursos, costo de mano de obra, instalación de la nueva red eléctrica y eventos de socialización.

Mano de Obra

Los gastos asociados al personal requeridos para las actividades de retiro de cableado, luminarias, instalación de la nueva red eléctrica y verificación de la implementación de la propuesta, fueron determinados en función del valor del salario mínimo por cargo y actividad que se establece en el Anexo 1. Salarios Mínimos Sectoriales y Tarifas 2025 (Ministerio del Trabajo, 2025). Véase **Anexo 17**.

Tabla 30

Costos de Mano Obra

Costos de mano de obra							
Cargo	Sueldo Mínimo Sectorial	Personal	Costo / hora	Días requeridos	Horas requeridas	Costo Total	
Supervisor de Mantenimiento	\$752.71	1	\$3.14	17	136	\$426.54	
Técnico Eléctrico	\$488.50	1	\$2.04	17	136	\$276.82	
Ayudante de Electricista	\$482.22	2	\$2.01	17	136	\$273.26	
Mano de obra no calificada	\$470.00	1	\$1.96	17	136	\$266.33	
Asistente de Compras	\$482.22	1	\$2.01	20	160	\$321.48	
Total		6				\$1,564.42	

Nota. El valor del Sueldo Mínimo Sectorial fue tomado del Anexo 1. Salarios Mínimos Sectoriales y Tarifas 2025 proporcionado por el Ministerio del Trabajo.

En la **Tabla 30** se aprecia que el costo total de mano de obra estimado para la implementación de la propuesta corresponde a \$1,546.42. Este valor se obtuvo al calcular el costo por hora de cada cargo involucrado, tomando como referencia el sueldo básico unificado vigente y considerando una jornada laboral mensual de 240 horas. Posteriormente, se definió el número de trabajadores requeridos por tipo de cargo, así como las horas necesarias para el desarrollo completo de la propuesta. En total, se contempla la participación de seis personas, distribuidas según los perfiles técnicos necesarios para ejecutar la implementación del rediseño eléctrico.

Adquisición de Materiales

Los costos relacionados a la adquisición de los recursos para la implementación de la propuesta corresponden a los elementos eléctricos como cables conductores para el sistema de energización de la red eléctrica, sistemas de protección y lámparas LED para el sistema de iluminación, se determinaron por medio una búsqueda en casas comerciales locales de elementos eléctricos y una cotización con una importadora de equipos de iluminación.

Para el caso del cableado de la red monofásica y red de iluminación que requieren conductores calibre AWG 12 y 14, se consideró idóneo adquirir estos recursos por medio de la comercializadora ferretera DEMACO, la cual cuenta con los precios más competitivos del mercado y además son los conductores del proveedor ELECTROCABLES. A continuación, se muestra un ejemplo de visualización de la página web del proveedor para estos elementos:

Figura 35

Visualización Página Web DEMACO

The screenshot shows the DEMACO website interface. At the top, there is a navigation bar with contact information: +593 99 023 1825, ventas@demaco.ec, and 4606677. The main header includes the DEMACO logo, a search bar, and a shopping cart icon. Below the header, there is a breadcrumb trail: ROOT / ELECTRICIDAD / CONDUCTORES ELECTRICOS / CABLES FLEXIBLES DE COBRE. The product page features two images of the cable: 'Imagen Conceptual' and 'Imagen Real'. The product title is 'CABLE UNILAY THHN AWG #12 19H 600v 90 || C 100m RJ ELECTROCABLE' with SKU: 5186/100rj. The price is \$46,84, and it is marked as '2 Disponible'. A 'AGREGAR AL CARRITO' button is visible. The description states: 'CABLE UNILAY THHN AWG #12 19H' and 'Cantidad*'. A note below the images reads: 'Aislante de material termoplástico PVC con chaqueta de Nylon Max 600V y 90° C' and 'Para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales en condiciones secas y húmedas o semihúmedas.' The footer of the page includes 'Compra por Categoría', 'Locales', 'Quiénes somos', 'Formas de pago', 'Portal de Cliente', 'Proveedores', and 'Bienvenido, Invitado!'.

Nota. Fotografía que muestra el valor de un cable calibre AWG #12 THHN

Por otro lado, los cables para los alimentadores que van desde la salida del transformador hacia los tableros de distribución corresponde a los calibres AWG 2/0 y 3/0, se adquieren por medio de las comercializadoras DEMACO y ELECTROCENTER.

Figura 36

Visualización Página Web Demaco y Electro Center

The screenshot shows two website pages. The top page is from DEMACO, displaying the product 'CABLE ULTRAFLEX THHN 2-0 AWG C-M ELECTROCABLES' with SKU: 1200. The price is \$10,38, and it is marked as '2 Disponible'. A 'AGREGAR AL CARRITO' button is visible. The description states: 'CABLE ULTRAFLEX THHN 2-0 AWG' and 'Cantidad*'. The bottom page is from ELECTROCENTER, displaying the product 'CABLE SUPERFLEX #3/0 1000V NEGRO C0846' with SKU: M124272. The price is \$18,71, and it is marked as '1 Disponible'. A 'AGREGAR AL CARRITO' button is visible. The description states: 'CABLE SUPERFLEX #3/0 1000V NEGRO C0846' and 'Cantidad*'. The footer of the page includes 'Inicio', 'Empresa', 'Servicios', and 'Inicio'.

Nota. Fotografía de los calibres AWG 2/0 y 3/0 seleccionados.

Los sistemas de protección considerados para el rediseño de la red eléctrica corresponden a protección tipo breaker de la marca SCHNEIDER ELECTRIC. Para los circuitos de la red de iluminación es necesario un breaker con capacidad de protección para 15 amperios, bajo este requisito se ha seleccionado un Breaker Tipo Riel Din 2P 16A 220V S.D. – SCHNEIDER, el cual se puede adquirir con la Comercializadora Kywi.

Figura 37

Visualización Página Web Kywi

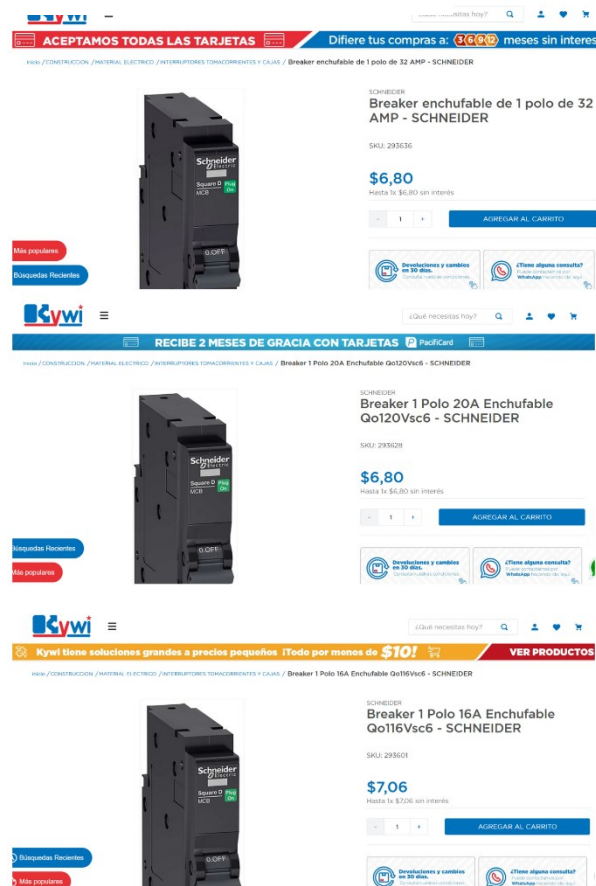


Nota. Fotografía del Sistema de Protección para la red de iluminación

Para el caso de la red monofásica, es necesario sistemas de protección tipo breaker de 15 A, 20 A y 30 A. Para los breakers Tipo 1 Polo 16A Enchufable Qo116Vsc6 – SCHNEIDER, Breaker 1 Polo 20A Enchufable Qo120Vsc6 – SCHNEIDER y Breaker enchufable de 1 polo de 32 AMP - SCHNEIDER se sugiere adquirirlos mediante la comercializadora ferretera Kywi.

Figura 38

Visualización Página Web Kywi



Nota. Fotografía del sistema de protección para la red monofásica.

Los tableros de distribución adicionales que se requieren para la organización de los circuitos resultantes en la propuesta se adquieren de la marca SCHNEIDER ELECTRIC, la cual corresponde a los tableros actuales. En base a la organización de los circuitos, los cuatro tableros adicionales son de tipo “Tablero QOL 30 circuitos bifásico 2F 4H 120/240VAC 225A c/puerta”, la decisión se debe al valor de amperios que circula por cada tablero, más no al número de circuitos que se conectarán. El mismo que se puede adquirir por medio de la Comercializadora Kywi.

Figura 39

Visualización Página Web Schneider Electric



The screenshot shows a product page on the website 'cywi'. The header includes the logo, a search bar with the text '¿Qué necesitas hoy?', and navigation icons. A red banner states 'ACEPTAMOS TODAS LAS TARJETAS' and a blue banner offers 'Difíere tus compras a: 3 6 9 12 meses sin interés'. The breadcrumb trail is 'Inicio / CONSTRUCCION / MATERIAL ELECTRICO / INTERRUPTORES TOMACORRIENTES Y CAJAS / Panel Monofasico-Bifasico 30 Esp. S.E. - SCHNEIDER'. The product image is a white metal cabinet. To its left are buttons for 'Más populares' and 'Últimas Recientes'. The product details on the right include the name 'Panel Monofasico-Bifasico 30 Esp. S.E. - SCHNEIDER', SKU '841625', price '\$176,79', and a note 'Hasta 12x \$14,73 sin interés'. Below the price is a quantity selector set to '1' and an 'AGREGAR AL CARRITO' button. At the bottom are two service boxes: 'Devoluciones y cambios en 30 días' and '¿Tiene alguna consulta? ¡Puedes contactarnos por WhatsApp haciendo clic aquí!'.

Nota. Fotografía que muestra el Tablero QOL para 30 circuitos 225A seleccionado.

Adicionalmente, el transformador propuesto para que la organización cuente con este elemento de manera independiente, se puede encontrar con el proveedor ECUATRAN.

Figura 40

Visualización Página Web ECUATRAN



Nota. Fotográfica de un transformador trifásico comercializado por ECUATRAN.

La cotización de las lámparas LED destinadas al sistema de iluminación propuesto se realiza con la Importadora y Comercializadora INELBA ILUMINACIÓN, véase el **Anexo 20**.

Figura 41

Visualización Anexo 20

Anexo 20

Cotización Lámparas de Iluminación



Enviada por:	Solicitada por:	Datos cotización	
INELBA Ferias de Duran, mz R solar 17 https://inelba.com/ Carlos Montalvo INELBA Iluminación y Tecnología ventas@inelba.com 04-3703140	Danny Andrade dandrade16@ndoamerica.edu.ec 0960577907	N° cotización: COT-2025-125 Divisa: USD Fecha: 2025-07-14 Validez oferta: 15 Forma de pago: Transferencia bancaria, crédito, efectivo.	
Items	Cant.	Precio	Total
HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W	140	\$215.00	\$30,100.00
HideaLite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W	72	\$175.00	\$12,600.00
LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 PS 33W	1	\$80.00	\$80.00
LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 36W 116.7 lm/W	24	\$80.00	\$1,920.00
LEDVANCE PANEL FLEX 625 UGR<19 32W 161.2 lm/W	6	\$80.00	\$480.00
Lightmet Cubic Max Recessed Frame - M4 20 W 122 lm/W	31	\$175.00	\$5,425.00
Lightmet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W	12	\$125.00	\$1,500.00

Nota. Imagen que representa un extracto del Anexo 20.

En ese sentido los costos totales para la adquisición de los recursos eléctricos requeridos en la propuesta de rediseño se pueden visualizar en el **Anexo 19**.

Figura 42

Visualización del Anexo 19

Anexo 19
Costo Elementos Eléctricos

Elemento Eléctrico	Costo (unidad o metro)	Cantidad requerida (metros o unidad)	Total
Cables Conductores			
CABLE UNILAY THHN AWG #12 19H 600v 90 C 100m RJ ELECTROCABLE FASE	\$46.84	2310	\$1,124.16

Nota. Imagen que representa un extracto del Anexo 19.

Costo General de Implementación de la Propuesta

Una vez determinados los costos asociados a la mano de obra y los recursos, se realiza un cuadro donde se contemplan los costos asociados a cada fase de la implementación de la propuesta, el mismo que está relacionado con el cronograma de actividades representado en la **Figura 33**.

Tabla 31

Costos Asociados en la Propuesta

Fase 1. Presentación de la Propuesta		
Actividad	Responsables	Costo
Presentación del Proyecto a la Alta Dirección	Autor de la Propuesta	-
Obtención de la Aprobación	La Alta Dirección de la Empresa	-
Total		\$0.00
Fase 2. Socialización de la Propuesta		

Actividad	Responsables	Costo
Capacitación al personal a llevar a cabo el proyecto	Autor de la Propuesta	\$120.00
Total		\$120.00
Fase 3. Preparación Preliminar		
Actividad	Responsables	Costo
Adquisición de elementos eléctricos	Autor de la Propuesta / Asistente de Compras	\$21,046.35
Adquisición de lámparas LED	Autor de la Propuesta / Asistente de Compras	\$57,764.74
Retiro de Cableado antiguo	Supervisor de Mantenimiento / Técnico Eléctrico / Asistente de Electricista / Mano de obra no calificada	\$146.23
Retiro de iluminación antigua	Supervisor de Mantenimiento / Técnico Eléctrico / Asistente de Electricista / Mano de obra no calificada	\$146.23
Total		\$79,103.55
Fase 4. Instalación de la nueva red eléctrica		
Actividad	Responsables	Costo
Conexión circuitos red monofásica (tomacorrientes)	Supervisor de Mantenimiento / Técnico Eléctrico / Asistente de Electricista / Mano de obra no calificada	\$146.23
Instalación de nuevas lámparas LED	Supervisor de Mantenimiento / Técnico Eléctrico / Asistente de Electricista / Mano de obra no calificada	\$219.34
Conexión circuitos red iluminación	Supervisor de Mantenimiento / Técnico Eléctrico / Asistente de Electricista / Mano de obra no calificada	\$146.23
Conexión Acometida a Tableros de distribución	Supervisor de Mantenimiento / Técnico Eléctrico / Asistente de Electricista / Mano de obra no calificada	\$73.11
Total		\$584.91
Fase 5. Pruebas de Funcionamiento		
Actividad	Responsables	Costo
Verificación de Circuitos Eléctricos	Supervisor de mantenimiento /Técnico Eléctrico / Autor de la Propuesta	\$146.23

Uso de todos los equipos	Supervisor de mantenimiento /Técnico Eléctrico / Autor de la Propuesta	\$219.34
Total		\$365.57
Fase 6. Emisión de Informe de resultados		
Actividad	Responsables	Costo
Presentación Resultados de Implementación	Autor de la Propuesta	-
Total		\$0.00
Implementación de la Propuesta		
Costo Parcial		\$80,174.03
Gastos Operativos		\$4,008.70
15% IVA		\$12,627.41
Costo Total		\$96,810.14

Nota. Elaboración propia considerando los costos de adquisición de recursos y mano de obra.

Como se logra apreciar en la **Tabla 31**, implementar el proyecto de reestructuración de la red eléctrica tendría un costo total aproximado de \$96,810.14

Cálculo del VAN y TIR

Durante esta fase se analiza la factibilidad económica de la propuesta, iniciando con la identificación de los beneficios económicos que esta generaría. En la **Tabla 32** se presentan los costos que la organización ahorraría en caso de implementar el rediseño de la red eléctrica. Se estima que con la ejecución de la propuesta, la organización alcanzaría un ahorro anual de aproximadamente \$11,303.66.

Tabla 32*Beneficios Económicos con la Propuesta de Rediseño*

Beneficios Económicos		
Beneficio	Descripción	Valor Anual (\$)
Costo por encendido de generador	Generador 100 kVA (MPV100WS) utilizado en horas de corte eléctrico	\$1,628.60
Eficiencia operativa	Se evita pérdida de clientes por falta de atención debido a la interrupción eléctrica	\$7,858.00
Ahorro por cambio de luminarias	Colocación de lámparas LED más eficientes	\$1,817.06
Total		\$11,303.66

Nota. La tabla muestra los valores que la empresa se ahorraría con la propuesta.

VAN (Valor Actual Neto)

Para calcular el VAN, se emplea la fórmula que se presenta a continuación:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - lo \quad (24)$$

Donde:

Ft: se define como el flujo de efectivo neto anual.

n: es número total de años que el proyecto es factible

r: tasa de descuento o costo de oportunidad

lo: valor de la inversión inicial, corresponde al valor costo total en la **Tabla 31**

t: es el año correspondiente (0,1, 2, ..., n)

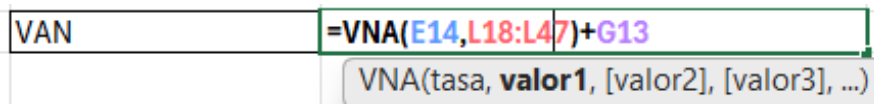
Se estima que el rediseño de la red eléctrica tenga una funcionalidad sin interrupciones durante 30 años, de igual manera, se estima el nuevo equipo de lámparas LED tengan un funcionamiento sin reducir su nivel de luminosidad por 30 años, eso lo especifica el fabricante. La tasa de descuento utilizada para determinar la viabilidad corresponde al 10%, valor que representa un estándar para el cálculo del VAN.

Por otro lado, el valor del Flujo Neto Efectivo para cada año se determina en función de los ingresos o ahorros en este caso y los egresos que contemplan el nuevo rediseño de la red eléctrica. Estos valores se logran apreciar en el **Anexo 23**.

Se aplica la ecuación (24) para cada uno de los años, finalmente se realiza la respectiva sumatoria para conocer el valor del VAN correspondiente al proyecto. En este caso, se utiliza la aplicación Microsoft Excel la cual otorga una fórmula para determinar el VAN de forma inmediata.

Figura 43

Fórmula VAN en Excel



Nota. Aplicación de la fórmula del VAN en Excel.

En la **Figura 43** se aprecia los valores necesarios para utilizar la fórmula del VAN en Excel, en este caso la celda (E14) corresponde al valor de la tasa de descuento 10%, las celdas (L18:L47) son los valores de Flujo Efectivo Neto desde el año 1 al 30 contemplado como duración del proyecto, y la celda (G13) representa el valor de la Inversión Inicial, el cual se encuentra en negativo, por ser un desembolso de dinero. De esta manera se obtiene un VAN de 1855.83, el cual es mayor a 0, por tanto se asume que el proyecto será rentable.

TIR (Tasa Interna de Retorno)

Para determinar el TIR se utiliza la siguiente ecuación:

$$0 = -inversión + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t} \quad (25)$$

Donde

Ft: corresponde al flujo de efectivo neto en cada año.

n: es el número de periodos o años.

De igual manera, para este caso se utiliza la fórmula proporcionada por la Hoja de cálculo Excel la cual otorga el valor del TIR de manera directa.

Figura 44

Fórmula TIR en Excel



Nota. Aplicación de la Fórmula TIR en Excel.

En la **Figura 44** se aprecia los valores necesarios para utilizar la fórmula del TIR en Excel, en este caso las celdas (E57:E87) corresponden los valores de Flujo Efectivo Neto desde el año 1 al 30 contemplado como duración del proyecto. De esta manera se obtiene un TIR de 10.229 %, el cual es mayor a “r” que es el 10%, por tanto se asume que el proyecto es viable y puede ser aprobado.

Adicionalmente, se realiza el cálculo para determinar el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial con los valores del Flujo Neto Anual (promedio) y el valor de la Inversión Inicial o también conocido como el Costo Total de la Propuesta.

$$PRI = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Flujo Neto Anual}} = \frac{\$96,810.14}{\$10,460.47} = 9.25 \text{ años} \quad (26)$$

Como resultado, se determina que la inversión inicial será recuperada en un período de 9 años y 3 meses, gracias a los beneficios económicos que genera la propuesta.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

Se realiza el levantamiento de la carga eléctrica tanto monofásica como trifásica, representando la misma 67.771 kW, 43.504 kVAR y 9.060 kW, 5.620 kVAR respectivamente, véase **Tabla 3** y **Tabla 4**. La potencia total aparente instalada en las condiciones actuales representa un valor de 91.19 KVA.

Se propone la nueva red eléctrica para la organización, la cual incluye las cargas monofásicas y trifásicas basadas en la NEC-SB-IE y UNE 12464.1. Se establece un total de 7 tableros para la organización incluyendo 125 circuitos eléctricos, véase **Anexo 14**. El rediseño incluye la utilización del software Dialux Evo para la simulación de los niveles de iluminación en las áreas de trabajo en la organización, véase la **Tabla 22**. Se selecciona un total de 349 lámparas tipo LED, cuyos parámetros nominales aparecen reflejados en la **Tabla 23** y **Tabla 24**.

La selección de los elementos eléctricos incluye los aspectos siguientes; área de la sección transversal de los conductores, tipo de aislamiento, protección eléctrica para cada uno de los 125 circuitos y el diámetro correspondiente a las canalizaciones que transportan y protegen a los conductores, véase la **Tabla 18** y **Tabla 25**. Además, se selecciona un transformador para alimentar el servicio de una capacidad correspondiente a 125 KVA. La propuesta del proyecto tiene un valor que asciende a \$96,810.14. El tiempo de recuperación de la inversión asciende a 9.25 años. El VAN contempla un valor de 1855.83 indicando la viabilidad en la ejecución del mismo, al ser un valor mayor que 0. El TIR tiene un valor de 10.23 %, indicando que la mencionada propuesta es viable para su implementación.

Recomendaciones:

La organización debe implementar mediante un hoja de cálculo en Microsoft Excel el levantamiento de carga actual, con la finalidad de realizar de manera sistemática su actualización tomando en consideración tanto los incrementos de carga, como reducción de la misma.

La Alta Dirección debe valorar de manera clara y objetiva la implementación de la propuesta metodológica referente al rediseño de la red eléctrica, pues la misma le permitirá una reducción en los consumos totales de energía al implementar una red de alumbrado más eficiente, conjuntamente permitirá una mayor fiabilidad al servicio eléctrico.

Para la implementación es necesario que se respete los valores calculados en la propuesta con la finalidad de garantizar una exitosa ejecución del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Barriga Zúñiga, B. F. (2024). REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO EN LA EMPRESA METÁLICA INDICOMS UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO. *Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica*.
<https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/6807>
- Chapi Granda, D. A. (2024, abril 24). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE RESPALDO ALIMENTADO POR FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA PARA LA OPERACIÓN DE UNA INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE QUITO*. Repositorio Digital Institucional (RDI UTI).
- Electrocables. (2025). *LISTADO DE CABLES COBRE THHN* | *Electrocables*.
<http://www.electrocable.com/index.php/es/categorias-productos/construccion/cobre/thhn.html>
- Hidalgo Pumagualle, D. E. (2023). *Análisis de la localización y distribución interna de una planta deshidratadora de frutas en la zona 3 de Ecuador*.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21158>
- IDAE, & CEI. (2019). *Guía Técnica Eficiencia Energética en Iluminación: Oficinas*. IDAE.
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guia_tecnica_eficiencia_energetica_iluminacion_oficinas.pdf?utm_source=chatgpt.com
- IEA. (2023). *Central & South America – Countries & Regions*. IEA.
<https://www.iea.org/regions/central-south-america/electricity>
- Iglesias Chávez, R. F., & Sánchez Espinoza, L. M. (2024, septiembre 18). *Estudio de caso: Optimización energética del laboratorio de electricidad a través del Software DIALux_evo*. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/53e4fa04-430e-4e3a-9917-ba7692072145>

- Improselec. (2025). *Transformadores Trifásicos*. <https://improselec.com/wp-content/uploads/2019/06/catalogo-transformadores-improselec.pdf>
- Iza, I. M., Medina, I. F., Parra, I. C., Chimarro, I. D., Rosero, I. R., Bonifaccini, I. L. F., Terán, I. S., & Parra, I. F. (2018). *NEC NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>
- Machuca, C. A., & Skliarova, N. A. (2023). PÉRDIDAS ECONÓMICAS Y PELIGROS QUE REPRESENTAN LAS MALAS CONEXIONES ELÉCTRICAS. *REVISTA PERSPECTIVAS*.
- Martínez, E. A. (1985). *Problemas resueltos y propuestos de Electrotecnia Básica*. Pueblo y Educación.
- Matulic, I. (2003). Introducción a los Sistemas Eléctricos de Potencia. *Acta Nova*, 2(2), 208–215. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1683-07892003000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- MINEM. (2010). *SEMINARIO DE NORMATIVIDAD Y GESTIÓN PARA EDIFICACIONES SALUDABLES Y SOSTENIBLES*. <http://www.minem.gob.pe>
- Ministerio del Trabajo. (2025). *ANEXO 1: SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS 2025*. <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2024/12/Salarios-Minimos-Sectoriales-y-Tarifas-2025.pdf>
- Ramón Sisalema, G. M. (2024, octubre 25). *REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA RECTIFICADORA DE MOTORES DE COMBUSTIÓN*. Repositorio Digital Institucional (RDI UTI).
- Ricardo Tigsi. (2025). *Infraestructura Eléctrica en FMA Agencia de Aduanas* [Comunicación personal].

- Rios, A., Taipe, D., & Otorongo, M. (2018). (PDF) Optimización del Consumo Eléctrico de los Sistemas de Iluminación en Espacios Interiores de la Universidad Técnica de Ambato. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v15.n1.2018.325>
- Sánchez Sanaguano, F. G. (2023). *Niveles de iluminación y su relación con la afectación visual en los empleados de una empresa, en Machachi—Ecuador* [Master Thesis]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/16811>
- Secretaría del Trabajo y Provisión Social. (2008, diciembre 30). *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. <https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-025.pdf>
- Televistazo. (2023, octubre 11). *El consumo eléctrico del país se concentra en el área industrial, señala el Ministerio de Energía*. www.ecuavisa.com. <https://www.ecuavisa.com/noticias/economia/consumo-electrico-pais-area-industrial-YF6135634>
- UNE. (2022, diciembre 21). *UNE-EN 12464-1:2022 Luz e iluminación. Iluminación de los lugares...* <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0068596>
- Wagemakers, A., & Escribano Aparicio, F. J. (2017). *Introducción a la teoría de circuitos y máquinas eléctricas*. Dextra Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/utiec/148268?prev=as>
- Zurita Simons, K. J. (2023). REDISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE FUERZA Y ALUMBRADO EN LA MICROEMPRESA HELADERÍA PIWY'S, UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO. *Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica*, 106.

ANEXOS

Anexo 1

Resultados Inspección de Iluminación Planta Alta

Lista de Verificación Auditoría							
Nombre de la Auditoría:	Inspección según la UNE 12464-1 en la Agencia de Aduanas						
Responsable de auditoría:	Danny Andrade						
Fecha:	16/5/2025						
Empresa	GMA - TPX - FMA						
Área	Punto de Medición	Nivel de iluminación en norma	Nivel Iluminación (Actual)	Luz reflejada en Superficie o plano de trabajo (luxes)	Luz reflejada en Paredes (luxes)	% Factor de Reflexión	
						Plano de trabajo	Paredes (solo los que tengan paredes)
Cafetería Gerencia	1	200	456	0	186	0%	41%
	2	200	427	0	157	0%	37%
	3	200	526	0	164	0%	31%
	4	200	589	223	165	38%	28%
	5	200	0	0	0	0%	0%
	6	200	402	0	201	0%	50%
	7	200	752	0	157	0%	21%
	8	200	0	0	0	0%	0%
	9	200	403	0	204	0%	51%
Gerencia General	1	500	723	0	289	0%	40%
	2	500	730	0	162	0%	22%
	3	500	732	256	175	35%	24%
	4	500	789	289	421	37%	53%
	5	500	756	253	0	33%	0%
	6	500	770	278	462	36%	60%
	7	500	602	0	352	0%	58%
	8	500	578	0	254	0%	44%
	9	500	564	0	232	0%	41%
Gerencia Operaciones	1	500	641	0	315	0%	49%
	2	500	687	187	301	27%	44%
	3	500	540	0	125	0%	23%
	4	500	529	0	310	0%	59%
Gerencia Ad. Financiera	1	500	650	0	357	0%	55%
	2	500	687	0	323	0%	47%
	3	500	697	254	182	36%	26%
	4	500	702	230	204	33%	29%
	1	500	562	187	298	33%	53%

Recepción Gerencias y Sala de Espera	2	500	624	320	276	51%	44%
	3	500	626	0	158	0%	25%
	4	500	645	0	254	0%	39%
Sala de Reuniones (Recepción)	1	500	678	187	298	28%	44%
	2	500	689	320	276	46%	40%
	3	500	661	0	158	0%	24%
	4	500	645	0	254	0%	39%
Archivo	1	300	603	325	354	54%	59%
	2	300	605	289	385	48%	64%
	3	300	623	321	361	52%	58%
	4	300	597	256	325	43%	54%
Sala de Reuniones (Norte)	1	500	621	203	345	33%	56%
	2	500	624	204	334	33%	54%
	3	500	627	209	324	33%	52%
	4	500	624	211	298	34%	48%
Operaciones 1	1	500	489	203	312	42%	64%
	2	500	453	198	205	44%	45%
	3	500	687	235	0	34%	0%
	4	500	678	226	287	33%	42%
Operaciones 2	1	500	851	430	0	51%	0%
	2	500	598	197	254	33%	42%
	3	500	859	442	0	51%	0%
	4	500	623	254	249	41%	40%
Operaciones 3	1	500	864	305	0	35%	0%
	2	500	862	306	0	35%	0%
	3	500	726	289	398	40%	55%
	4	500	798	287	0	36%	0%
	5	500	791	284	0	36%	0%
	6	500	697	246	348	35%	50%
	7	500	702	257	0	37%	0%
	8	500	705	249	0	35%	0%
	9	500	712	248	356	35%	50%
Operaciones 4	1	500	839	297	0	35%	0%
	2	500	823	287	0	35%	0%
	3	500	724	245	346	34%	48%
	4	500	854	298	0	35%	0%
	5	500	856	304	0	36%	0%
	6	500	746	275	357	37%	48%
	7	500	805	297	0	37%	0%
	8	500	789	282	0	36%	0%
	9	500	787	274	356	35%	45%
Operaciones 5	1	500	816	297	489	36%	60%
	2	500	807	0	0	0%	0%
	3	500	796	0	0	0%	0%
	4	500	824	426	245	52%	30%
	5	500	814	424	0	52%	0%
	6	500	812	419	0	52%	0%

	7	500	886	476	398	54%	45%
	8	500	879	469	0	53%	0%
	9	500	854	451	0	53%	0%
Operaciones 6	1	500	879	462	389	53%	44%
	2	500	875	452	0	52%	0%
	3	500	869	449	0	52%	0%
	4	500	901	456	498	51%	55%
	5	500	891	467	0	52%	0%
	6	500	873	446	0	51%	0%
	7	500	853	424	461	50%	54%
	8	500	849	453	0	53%	0%
	9	500	851	421	0	49%	0%
Sala de Reuniones Sur	1	500	715	315	418	44%	58%
	2	500	719	319	398	44%	55%
	3	500	723	324	367	45%	51%
	4	500	724	326	358	45%	49%
Cafetería FMA	1	200	718	287	430	40%	60%
	2	200	721	275	425	38%	59%
	3	200	718	286	419	40%	58%
	4	200	726	265	432	37%	60%
Comedor	1	200	384	187	212	49%	55%
	2	200	367	151	219	41%	60%
	3	200	355	164	217	46%	61%
	4	200	323	154	0	48%	0%
	5	200	326	135	0	41%	0%
	6	200	324	139	0	43%	0%
	7	200	426	136	104	32%	24%
	8	200	417	164	102	39%	24%
	9	200	434	134	106	31%	24%
Comedor 2	1	200	0	0	0	0%	0%
	2	200	323	113	159	35%	49%
	3	200	419	112	167	27%	40%

Nota. Los valores en color rojo representan los niveles por debajo de lo establecido por la UNE 12464-1, y los valor en color en amarillo los niveles que exceden los parámetros máximos.

Anexo 2

Resultados Inspección de Iluminación Planta Baja

Lista de Verificación Auditoría							
Nombre de la Auditoría:		Inspección según la UNE 12464-1 en la Agencia de Aduanas					
Responsable de auditoría:		Danny Andrade					
Fecha:		16/5/2025					
Empresa		GMA - TPX - FMA					
Área	Punto de Medición	Nivel de iluminación en norma	Nivel Iluminación (Actual)	Luz reflejada en Superficie o plano de trabajo (luxes)	Luz reflejada en Paredes (luxes)	% Factor de Reflexión	
						Plano de trabajo	Paredes (solo los que tengan paredes)
Oficina Transporte	1	500	864	0	354	0%	41%
	2	500	871	425	426	49%	49%
	3	500	856	0	413	0%	48%
	4	500	876	458	425	52%	49%
	5	500	887	0	542	0%	61%
	6	500	886	0	0	0%	0%
Baños Mujeres TR	1	200	743	0	398	0%	54%
	2	200	745	0	387	0%	52%
	3	200	742	0	378	0%	51%
	4	200	749	0	369	0%	49%
Baños Hombres TR	1	200	742	0	358	0%	48%
	2	200	741	0	349	0%	47%
	3	200	748	0	358	0%	48%
	4	200	752	0	435	0%	58%
Cafetería TR	1	200	723	0	421	0%	58%
	2	200	724	0	419	0%	58%
	3	200	719	0	423	0%	59%
	4	200	717	0	415	0%	58%
Sala de Reuniones TR	1	500	821	0	460	0%	56%
	2	500	817	0	457	0%	56%
	3	500	798	356	461	45%	58%
	4	500	779	351	459	45%	59%
	5	500	823	0	475	0%	58%
	6	500	764	0	445	0%	58%
Seguridad Física	1	500	854	387	498	45%	58%
	2	500	814	354	436	43%	54%
	3	500	829	419	468	51%	56%
	4	500	834	429	457	51%	55%
	5	500	854	457	465	54%	54%
	6	500	847	446	354	53%	42%
	1	500	654	357	387	55%	59%

Operaciones Transporte	2	500	698	0	358	0%	51%
	3	500	678	325	346	48%	51%
	4	500	741	0	0	0%	0%
	5	500	745	0	0	0%	0%
	6	500	756	391	0	52%	0%
	7	500	761	385	446	51%	59%
	8	500	764	0	387	0%	51%
	9	500	787	398	159	51%	20%
	Recepción	1	300	856	425	502	50%
2		300	861	0	0	0%	0%
3		300	853	0	497	0%	58%
4		300	870	456	501	52%	58%
5		300	760	0	0	0%	0%
6		300	755	0	0	0%	0%
7		300	762	0	443	0%	58%
8		300	759	0	437	0%	58%
9		300	757	0	439	0%	58%
Ingreso Posterior	1	200	712	0	423	0%	59%
	2	200	710	0	419	0%	59%
	3	200	687	0	411	0%	60%
	4	200	672	0	398	0%	59%
Sala de Espera	1	200	857	0	204	0%	24%
	2	200	862	0	215	0%	25%
	3	200	846	0	0	0%	0%
	4	200	861	0	189	0%	22%
Sala Rotterdam	1	500	856	402	214	47%	25%
	2	500	854	412	219	48%	26%
	3	500	849	425	203	50%	24%
	4	500	851	424	211	50%	25%
Sala Singapur	1	500	857	385	159	45%	19%
	2	500	853	387	154	45%	18%
	3	500	851	379	158	45%	19%
	4	500	853	398	156	47%	18%
Gerencia Comercial	1	500	745	354	298	48%	40%
	2	500	752	387	446	51%	59%
	3	500	751	0	245	0%	33%
	4	500	743	0	438	0%	59%
Sala Hong Kong	1	500	854	402	502	47%	59%
	2	500	853	405	488	47%	57%
	3	500	849	408	478	48%	56%
	4	500	852	410	497	48%	58%
Bodega Compras	1	300	742	0	432	0%	58%
	2	300	739	0	441	0%	60%
	3	300	738	0	441	0%	60%
	4	300	741	0	443	0%	60%
Compras	1	500	524	235	310	45%	59%
	2	500	715	0	0	0%	0%
	3	500	678	349	356	51%	53%

	4	500	675	315	342	47%	51%
	5	500	681	0	0	0%	0%
	6	500	669	0	387	0%	58%
	7	500	567	0	0	0%	0%
	8	500	625	0	0	0%	0%
	9	500	497	0	0	0%	0%
Comercial y Sistemas de Gestión	1	500	874	457	514	52%	59%
	2	500	869	452	502	52%	58%
	3	500	872	451	498	52%	57%
	4	500	806	387	478	48%	59%
	5	500	789	406	0	51%	0%
	6	500	783	402	0	51%	0%
	7	500	236	102	105	43%	44%
	8	500	660	325	0	49%	0%
	9	500	652	321	325	49%	50%
Oficina Financiero	1	500	674	312	386	46%	57%
	2	500	675	324	387	48%	57%
	3	500	664	322	0	48%	0%
	4	500	678	364	0	54%	0%
	5	500	681	0	315	0%	46%
	6	500	683	0	317	0%	46%
Financiero 2	1	500	761	0	0	0%	0%
	2	500	776	0	452	0%	58%
	3	500	752	0	439	0%	58%
	4	500	788	401	0	51%	0%
	5	500	786	397	0	51%	0%
	6	500	746	375	426	50%	57%
	7	500	781	378	0	48%	0%
	8	500	795	402	0	51%	0%
	9	500	783	408	421	52%	54%
Financiero 1 y SST	1	500	734	0	0	0%	0%
	2	500	724	368	0	51%	0%
	3	500	649	339	387	52%	60%
	4	500	765	357	0	47%	0%
	5	500	791	403	0	51%	0%
	6	500	697	345	402	49%	58%
	7	500	625	305	0	49%	0%
	8	500	785	387	0	49%	0%
	9	500	812	407	465	50%	57%
Mantenimiento	1	500	624	0	0	0%	0%
	2	500	603	0	0	0%	0%
	3	500	631	0	0	0%	0%
	4	500	705	0	412	0%	58%
	5	500	687	325	0	47%	0%
	6	500	675	321	0	48%	0%
	7	500	587	0	345	0%	59%
	8	500	583	298	321	51%	55%
	9	500	624	326	342	52%	55%

Desarrollo	1	500	754	354	423	47%	56%
	2	500	749	347	421	46%	56%
	3	500	761	353	364	46%	48%
	4	500	758	357	402	47%	53%
TICS	1	500	605	0	0	0%	0%
	2	500	647	287	298	44%	46%
	3	500	651	324	316	50%	49%
	4	500	643	321	314	50%	49%
Lactancia	1	100	468	0	254	0%	54%
	2	100	466	212	264	45%	57%
	3	100	463	0	241	0%	52%
	4	100	467	210	243	45%	52%
Dispensario Médico	1	500	558	258	324	46%	58%
	2	500	541	0	312	0%	58%
	3	500	552	249	318	45%	58%
	4	500	549	0	325	0%	59%
Talento Humano 2	1	500	765	0	442	0%	58%
	2	500	762	349	436	46%	57%
	3	500	764	0	421	0%	55%
	4	500	763	0	287	0%	38%
	5	500	771	348	412	45%	53%
	6	500	769	346	408	45%	53%
Talento Humano 1	1	500	521	234	312	45%	60%
	2	500	524	231	309	44%	59%
	3	500	525	235	301	45%	57%
	4	500	504	204	291	40%	58%
Baños Mujeres GMA	1	200	543	0	304	0%	56%
	2	200	554	0	0	0%	0%
	3	200	541	0	302	0%	56%
	4	200	539	0	301	0%	56%
	5	200	548	0	0	0%	0%
	6	200	531	0	305	0%	57%
	7	200	524	0	304	0%	58%
	8	200	543	0	0	0%	0%
	9	200	538	0	306	0%	57%
Baños Hombres GMA	1	200	546	0	310	0%	57%
	2	200	545	0	304	0%	56%
	3	200	547	0	307	0%	56%
	4	200	549	0	303	0%	55%
Bodega SST	1	100	278	0	146	0%	53%
	2	100	275	0	148	0%	54%
	3	100	271	0	143	0%	53%
	4	100	273	0	147	0%	54%
Bodega Suministros MA	1	300	643	0	125	0%	19%
	2	300	645	0	119	0%	18%
	3	300	624	0	131	0%	21%
	4	300	621	0	128	0%	21%
Archivo 3	1	300	284	124	0	44%	0%

	2	300	294	126	0	43%	0%
	3	300	271	114	0	42%	0%
	4	300	295	135	0	46%	0%
Archivo 2	1	300	274	124	0	45%	0%
	2	300	293	127	0	43%	0%
	3	300	252	123	0	49%	0%
	4	300	264	121	0	46%	0%
Archivo 3	1	300	223	0	92	0%	41%
	2	300	231	0	0	0%	0%
	3	300	218	0	0	0%	0%
	4	300	236	78	0	33%	0%
	5	300	254	76	91	30%	36%
	6	300	283	94	0	33%	0%
	7	300	243	92	0	38%	0%
	8	300	276	101	84	37%	30%
	9	300	221	82	87	37%	39%
	10	300	246	57	0	23%	0%
	11	300	210	61	0	29%	0%
	12	300	241	97	85	40%	35%
	13	300	210	87	91	41%	43%
	14	300	268	83	96	31%	36%
	15	300	208	82	86	39%	41%
	16	300	267	84	103	31%	39%
Auditorio	1	300	587	0	314	0%	53%
	2	300	615	0	325	0%	53%
	3	300	613	0	326	0%	53%
	4	300	614	0	328	0%	53%
	5	300	598	0	321	0%	54%
	6	300	621	0	0	0%	0%
	7	300	619	0	0	0%	0%
	8	300	603	0	317	0%	53%
	9	300	595	0	321	0%	54%
	10	300	624	0	0	0%	0%
	11	300	625	0	0	0%	0%
	12	300	621	0	317	0%	51%
	13	300	597	0	319	0%	53%
	14	300	612	0	312	0%	51%
	15	300	624	0	310	0%	50%
	16	300	623	0	309	0%	50%

Nota. Los valores en color rojo representan los niveles por debajo de lo establecido por la UNE 12464-1, y los valor en color en amarillo los niveles que exceden los parámetros máximos.

Anexo 3

Resultados Inspección Iluminación Áreas de Circulación

Lista de Verificación Auditoría

Nombre de la Auditoría:	Inspección según la UNE 12464-1 en la Agencia de Aduanas
Responsable de auditoría:	Danny Andrade
Fecha:	16/5/2025
Empresa	GMA - TPX - FMA

Área	Punto de Medición	Nivel de iluminación recomendada en norma	Nivel Iluminación (Actual)	Luz reflejada en Superficie o plano de trabajo (luxes)	Luz reflejada en Paredes (luxes)	% Factor de Reflexión	
						Plano de trabajo	Paredes (solo los que tengan paredes)
Pasillo Auditorio	1	100	807	0	0	0%	0%
	2	100	576	0	0	0%	0%
	3	100	715	0	0	0%	0%
	4	100	845	0	0	0%	0%
	5	100	831	0	484	0%	58%
	6	100	574	0	245	0%	43%
	7	100	442	0	235	0%	53%
	8	100	386	0	204	0%	53%
	9	100	421	0	252	0%	60%
	10	100	435	0	254	0%	58%
	11	100	370	0	157	0%	42%
	12	100	357	0	180	0%	50%
	13	100	345	0	187	0%	54%
	14	100	298	0	147	0%	49%
Pasillo Reciclaje	1	100	525	0	310	0%	59%
	2	100	531	0	305	0%	57%
	3	100	557	0	310	0%	56%
	4	100	572	0	0	0%	0%
Pasillo GMA	1	100	622	0	316	0%	51%
	2	100	601	0	0	0%	0%
	3	100	570	0	0	0%	0%
	4	100	530	0	0	0%	0%
	5	100	524	0	0	0%	0%
	6	100	455	0	0	0%	0%
	7	100	468	0	0	0%	0%
	8	100	446	0	0	0%	0%
	9	100	459	0	0	0%	0%
	10	100	461	0	0	0%	0%
	11	100	619	0	0	0%	0%
	12	100	597	0	0	0%	0%

	13	100	462	0	198	0%	43%
Pasillo Reuniones	1	100	845	0	421	0%	50%
	2	100	894	0	426	0%	48%
	3	100	854	0	426	0%	50%
	4	100	851	0	421	0%	49%
	5	100	856	0	417	0%	49%
Pasillo TR	1	100	724	0	410	0%	57%
	2	100	721	0	405	0%	56%
	3	100	687	0	401	0%	58%
Gradas a FMA	1	100	289	0	154	0%	53%
	2	100	271	0	149	0%	55%
	3	100	293	0	153	0%	52%
Pasillo FMA	1	100	758	0	0	0%	0%
	2	100	754	0	0	0%	0%
	3	100	752	0	0	0%	0%
	4	100	801	0	0	0%	0%
	5	100	798	0	0	0%	0%
	6	100	768	0	0	0%	0%
	7	100	791	0	0	0%	0%
	8	100	806	0	0	0%	0%
	9	100	810	0	0	0%	0%
	10	100	815	0	0	0%	0%
	11	100	746	0	0	0%	0%
	12	100	728	0	0	0%	0%
Gradas a Gerencias	1	100	721	0	0	0%	0%

Nota. Los valores en color rojo representan los niveles por debajo de lo establecido por la UNE 12464-1, y los valor en color en amarillo los niveles que exceden los parámetros máximos.

Anexo 4

Resultados Auditoría NEC Red Eléctrica

Lista de Verificación Auditoría

Nombre de la Auditoría:	Evaluación de la NEC en una Agencia de Aduanas		
Responsable de auditoría:	Danny Andrade		
Entrevistado:	Supervisor de Mantenimiento		
Fecha:	23/5/2025		
Ítem N#	Requisito a verificar	Cumple (Si/No)	Evidencia
3.2. Estudio de demanda y factor de demanda.	Iluminación: Se debe considerar por cada salida de iluminación una carga máxima de 100 Vatios (W)	Si	Se cuenta con una salida de máximo 100 W
3.2. Estudio de demanda y factor de demanda.	Tomacorrientes: Se debe considerar por cada salida de tomacorriente una carga de 200 W <i>Revisar si existen cargas especiales, es decir equipos que superen los 1500 W</i>	Si	Se cuenta con tomacorrientes que entregan 200W como mínimo. No se cuenta con tomacorrientes para cargas especiales, se evidencia que los calefactores, aire acondicionado e impresoras se conectan en conjunto con los demás equipos.
3.3. Clasificación de viviendas según el área de construcción.	¿Cuál es el área de construcción en m ² ?	Si	1763 m ²
	Número de Circuitos de Tomacorrientes	Si	39
	Número de Circuitos de Iluminación	Si	33
4.0. Circuitos Literal (a)	Los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir.	No	Existen circuitos que exceden el número de salidas establecidas en la norma, por ende, los conductores no son óptimos para la carga
4.0. Circuitos Literal (b)	Cada circuito debe disponer de su propio neutro o conductor conectado a tierra.	Si	Se evidencia que cada circuito cuenta con su propio neutro

4.0. Circuitos Literal (c)	Cada circuito debe disponer de su propia protección.	Si	Se evidencia que se cuenta con breakers para cada circuito, dimensionados para 100 A
4.0. Circuitos Literal (d)	Ningún circuito debe compartir servicios entre plantas o niveles diferentes de la vivienda.	Si	No cuenta con circuitos que deban compartir planta
4.1. Circuitos de iluminación	Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación	No	Se cuenta con alrededor de 424 puntos de luz, divididos en 33 circuitos, de los cuales 11 exceden las 15 salidas. El 33.3 % de los circuitos incumplen la norma
4.2. Circuitos de tomacorrientes	Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas	No	Se cuenta con 282 tomacorrientes, divididos en 39 circuitos, de los cuales 7 exceden las 10 salidas. El 18 % de los circuitos incumplen la norma
4.3. Circuitos de cargas especiales	Existen circuitos para cargas especiales	No	Se evidencia que existen cargas especiales, se cuenta con calefactores, aire acondicionado que cuentan con una potencia mayor a los 1500 W. Sin embargo, no cuentan con su propio circuito
Calibre de conductores	Conductor en circuitos de Iluminación	N/A	Se evidencia conductor calibre 12 AWG, 3.31mm
	Conductor en circuitos de Tomacorrientes	N/A	Se evidencia conductor calibre 12 AWG, 3.31mm
	Conductor en circuitos de cargas especiales, si es que disponen.	N/A	No cuentan, los equipos con carga especial se conectan a los tomacorrientes en circuitos compartidos.
	Conductor en alimentador a Tablero de distribución.	N/A	Se evidencia conductor calibre 4 AWG, adicionalmente, al tacto se evidencia que el conductor presenta temperaturas elevadas.
	<i>Acometida</i>		

	¿Cuál es el tipo de medidor que se encuentra instalado?	N/A	Se evidencia Medidor modelo DTS 1296 3 Fases 4 Hilos 3x127/220V 60 Hz 5(100) A Clase 1
	Ubicación del tablero	N/A	Se evidencia que existen 3 tableros principales, 1 tablero para el sistema de respaldo (generador) y 1 tablero para UPS
Tablero de distribución tipo centro de carga	Dispositivo de protección para cada circuito.	Si	Se evidencia sistemas de protección Breakers de 100 A para cada circuito.
	La altura de instalación debe ser a 1,60 metros desde el nivel del piso a la base del tablero.	No	Se evidencia que los tableros se encuentran a una altura de 1.30 m con respecto al nivel del piso.
10.1. Interruptores y tomacorrientes (Literal c)	Los tomacorrientes, de uso general, deben colocarse a 0,40 m del piso terminado, salvo casos especiales como en baños y/o cocinas que pueden ser colocados sobre mesones a 0,10 m	Si	Se evidencia que los tomacorrientes se encuentran a una altura de 0.56 m con respecto al nivel del piso.

Nota. En el anexo 4 se logra apreciar el estado actual de la red eléctrica en base a la NEC, donde se refleja que el 50 % de los puntos auditados no cumplen con la norma.

Anexo 5

Cantidad Actual Circuitos de Tomacorrientes e Iluminación

	Nro. Circuito	Tipo	Nro. Salidas	Carga (A)	Tipo Breaker	Equipo Carga Especial
Tablero 1	1	Tomacorriente	7	40.06	C32	Calefactor
	2	Tomacorriente	7	19.14	C32	-
	3	Tomacorriente	3	0	C32	-
	4	Iluminación	22	9.68	C32	-
	5	Iluminación	10	4.8	C32	-
	6	Iluminación	21	9.24	C32	-
	7	Tomacorriente	7	14.76	C32	-
	8	Iluminación	11	4.84	C32	-
	9	Tomacorriente	8	36.13	C32	Impresora RICOH MP4002
	10	Iluminación	15	6.6	C32	-
	11	Tomacorriente	8	41.14	C32	Calefactor
	12	Iluminación	21	9.24	C32	-
	13	Tomacorriente	11	33.81	C32	-
	14	Iluminación	15	6.6	C32	-
	15	Tomacorriente	12	45.1	C32	-
	16	Tomacorriente	9	48.8	C32	Impresora RICOH MPC 6004
	17	Tomacorriente	8	26.74	C32	-
	18	Tomacorriente	2	7.51	C32	-
	19	Iluminación	7	1.54	C32	-
	20	Tomacorriente	8	18.28	C32	-
	21	Tomacorriente	4	12.36	C32	-
	22	Tomacorriente	3	0	C32	-
	23	Tomacorriente	7	31.82	C32	-
	24	Tomacorriente	13	38.09	C32	Calefactor
	25	Tomacorriente	8	27.52	C32	-
	26	Tomacorriente	11	36.26	C32	Calefactor
	27	Tomacorriente	9	39.78	C32	-

28	Tomacorriente	8	26.44	C32	-
29	Tomacorriente	6	21.82	C32	-
30	Iluminación	12	5.28	C32	-
1	Iluminación	4	0.88	C32	-
2	Tomacorriente	11	26.36	C32	-
3	Tomacorriente	8	14.73	C32	-
4	Iluminación	18	7.92	C32	-
5	Iluminación	6	2.64	C32	-
6	Tomacorriente	8	14.47	C32	-
7	Tomacorriente	8	40.11	C32	-
8	Tomacorriente	9	39.78	C32	-
9	Iluminación	19	8.36	C32	-
11	Iluminación	12	5.28	C32	-
12	Tomacorriente	9	5.62	C32	-
13	Tomacorriente	9	42.04	C32	-
14	Iluminación	16	7.04	C32	-
15	Tomacorriente	7	15.06	C32	-
16	Tomacorriente	12	53.12	C32	-
17	Iluminación	15	6.6	C32	-
19	Iluminación	21	9.24	C32	-
22	Iluminación	11	3.63	C32	-
23	Iluminación	8	3.52	C32	-
24	Tomacorriente	4	5.625	C32	-
25	Iluminación	10	4.4	C32	-
26	Tomacorriente	6	6.512	C32	-
27	Iluminación	1	0.22	C32	-

Tablero 2

Tablero 3	28	Iluminación	4	1.76	C32	-
	29	Tomacorriente	2	8.6	C32	-
	1	Iluminación	11	4.84	C32	-
	2	Iluminación	6	2.64	C50	-
	3	Tomacorriente	1	4.5	C20	-
	4	Tomacorriente	1	3.01	C20	-
	5	Tomacorriente	11	22	C20	-
	6	Iluminación	25	11	C20	-
	8	Tomacorriente	6	39.43	C32	Calefactor
	9	Tomacorriente	6	21.37	C32	Calefactor
	10	Tomacorriente	5	28.14	C32	Calefactor
	11	Iluminación	17	7.48	C20	-
	12	Iluminación	21	9.24	C20	-
	13	Iluminación	13	5.72	C20	-
	14	Iluminación	8	3.52	C20	-
	15	Iluminación	10	4.4	C20	-
	16	Iluminación	8	1.76	C20	-
	17	Iluminación	8	1.76	C20	-
18	Iluminación	18	7.92	C20	-	

Nota. En el anexo 5 se presenta los circuitos de la red eléctrica (tomacorrientes e iluminación), nivel de carga y cargas especiales que se distribuyen a lo largo de la organización. Se representa con color rojo y amarillo los circuitos que exceden el número salidas establecidos por la NEC y la carga máxima por circuito, tanto para tomacorrientes máximo 10 salidas y 20 amperios, como para iluminación máximo 15 salidas y 15 amperios.

Anexo 6

Redistribución de Circuitos Eléctricos para la Red Monofásica

Nro. Circuito	Nro. Salidas	Equipo	Cantidad	Potencia Nominal (W)	Corriente Nominal (A)
1	2	CPU	1	385	3.5
		Laptop HP Intel CORE i3	1	45	2.31
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total		445.2	6.61
2	1	Impresora RICOH IM 430F	1	1320	12
		Total		1320	12
3	4	Laptop HP PROBOOK	1	45	2.31
		CPU	1	385	3.5
		Monitor Rivera RLCD - 19KT72	1	45	2.31
		Laptop HP Intel CORE i3	1	45	2.31
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total		535.2	11.23
4	1	Calefactor DAEWOO DOH-277M	1	1500.4	13.64
		Total		1500.4	13.64
5	1	Impresora RICOH MP4002	1	1320	12
		Total		1320	12
6	4	Laptop HP PROBOOK 450	1	45	2.31
		CPU	2	770	7
		Monitor LG LED 20M35	2	30.4	1.6
		Laptop HP	1	45	2.31
		Total		890.4	13.22
7	3	CPU	2	770	7
		Monitor Samsung S19C150F	1	15	1.07
		Monitor BENQ DL2020-B	1	30	1
		Laptop HP ProBook 450	1	45	2.31
		Total		860	11.38
8	1	Calefactor DAEWOO DOH-277M	1	1500.4	13.64
		Total		1500.4	13.64
9	4	CPU	3	1155	10.5
		Monitor Samsung	2	30	2.14
		Laptop Hp PROBOOK 450	1	45	2.31
		Router de internet D-LINK DIR-905L	1	4.62	0.04
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total		1249.82	15.79
10	2	Cafetera Electrolux ECM25	1	733.7	6.67

		Dispensador de Agua YLR-2-5-X (AQ100L-K6)	1	618.8	5.625
		Total		1352.5	12.295
11	1	Microondas LG MS1596CIR	1	1100	10
		Total		1100	10
12	1	Impresora RICOH ICM 300	1	1100	10
		Total		1100	10
13	5	Laptop HP ProBook 450	3	135	6.93
		Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	1	20	1.05
		Impresora RICOH ICM 300	1	1100	10
		Biométrico	1	30	0.2
		Total		1285	18.18
14	5	CPU	3	1155	10.5
		Monitor LG 20M35	1	15.2	0.8
		Monitor DELL 5440 P23	1	16	0.84
		Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	1	20	1.05
		Total		1206.2	13.19
15	1	Impresora RICOH IM 430F	1	1320	12
		Total		1320	12
16	2	Laptop HP ProBook 450	1	45	2.31
		Impresora RICOH ICM 300	1	1100	10
		Total	1	1145	12.31
17	4	Impresora RICOH IM 430F	1	1320	12
		Laptop HP ProBook 450	3	135	6.93
		Total		1455	18.93
18	6	CPU	3	1155	10.5
		Monitor LG	3	45.6	2.4
		Laptop HP ProBook 450	3	135	6.93
		Total		1335.6	19.83
19	1	Impresora RICOH MPC 6004	1	1595	14.5
		Total		1595	14.5
20	4	CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2
		Total		1600.8	17.2
21	4	CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2
		Total		1600.8	17.2
22	4	Laptop PROBOOK 450G63 NP	2	90	4.62
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Impresora EPSON C463C	1	13.2	0.12
		CPU	1	385	3.5

		Router de internet D-LINK DIR-905L	1	4.62	0.04
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total		523.22	9.88
23	4	Impresora RICOH MP 4002	1	1320	12
		Laptop PROBOOK 450G63 NP	3	135	6.93
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total		1470.2	19.73
24	4	Laptop PROBOOK 450G63 NP	1	45	2.31
		CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.6
		Total		847	10.91
25	3	Impresora RICOH ICM 300	1	1100	10
		Laptop PROBOOK 450G63 NP	2	45	2.31
		CPU	1	385	3.5
		Monitor LG	1	15.2	0.8
		Total		1545.2	16.61
26	1	Calefactor DAEWOO DOH-277M	1	1500.4	13.64
		Total		1500.4	13.64
27	6	Laptop PROBOOK 450G63 NP	4	180	9.24
		CPU	2	770	7
		Router de internet D-LINK DIR-905L	1	4.62	0.04
		Monitor LG	2	30.4	1.6
		Total		985.02	17.88
28	6	CPU	3	1155	10.5
		Monitor LG	3	45.6	2.4
		Laptop PROBOOK 450G63 NP	3	135	6.93
		Total		1335.6	19.83
29	2	CPU	2	770	7
		Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	2	40	2.1
		Total		810	9.1
30	2	CPU	2	770	7
		Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	2	40	2.1
		Total		810	9.1
31	4	CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2
		Total		1600.8	17.2
32	1	Calefactor DAEWOO DOH-277M	1	1500.4	13.64

		Total		1500.4	13.64
33	5	Laptop PROBOOK 450G63 NP	2	90	4.62
		Monitor LG 20M35	1	15.2	0.8
		Total		105.2	5.42
34	5	CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2
		Total		1600.8	17.2
35	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
36	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
37	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
38	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
39	1	Impresora RICOH ICM 300	1	1100	10
		Total		1100	10
40	2	CPU	2	770	7
		Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	2	40	2.1
		Total		810	9.1
41	2	CPU	2	770	7
		Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	2	40	2.1
		Total		810	9.1
42	4	CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2
		Total		1600.8	17.2
43	3	CPU	3	1155	10.5
		Monitor LG 20M35	3	45.6	2.4
		Total		1200.6	12.9
44	3	CPU	3	1155	10.5
		Monitor Samsung SYNC MASTER D1930	3	60	3.15
		Total		1215	13.65
45	6	Microondas LG MS1596CIR	1	1100	10
		Laptop LENOVO THNKPAD L16	1	65	3.25

		Impresora HEWLETT PACKARD LASERJET P1102W	1	353.98	3.218
		Total		1518.98	16.468
46	5	Monitor LG 20M35	1	15.2	0.8
		CPU	1	385	3.5
		Impresora RICOH SP 4510	1	616	5.6
		Teléfono IP Grandstream GRP2601W	1	3.84	0.6
		Router de internet D-LINK DIR- 905L	1	4.62	0.04
		TV SAMSUNG UN65BU800PCZE	1	197.1	1.792
		Total		1221.76	12.332
47	5	Laptop PROBOOK 450G63 NP	1	45	2.31
		CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2
		Total		1645.8	19.51
48	3	CPU	2	770	7
		Router de internet D-LINK DIR- 905L	1	4.62	0.04
		Monitor LG 20M35	2	30.4	1.6
		Total		805.02	8.64
49	1	Impresora RICOH MPC 307	1	1100	10
		Total		1100	10
50	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
51	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
52	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
53	2	CPU	2	770	7
		Monitor DELL 5440 P23	2	32	1.68
		Total		802	8.68
54	1	Impresora RICOH ICM 300	1	1100	10
		Total		1100	10
55	4	CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2
		Total		1600.8	17.2
56	4	CPU	4	1540	14
		Monitor LG 20M35	4	60.8	3.2

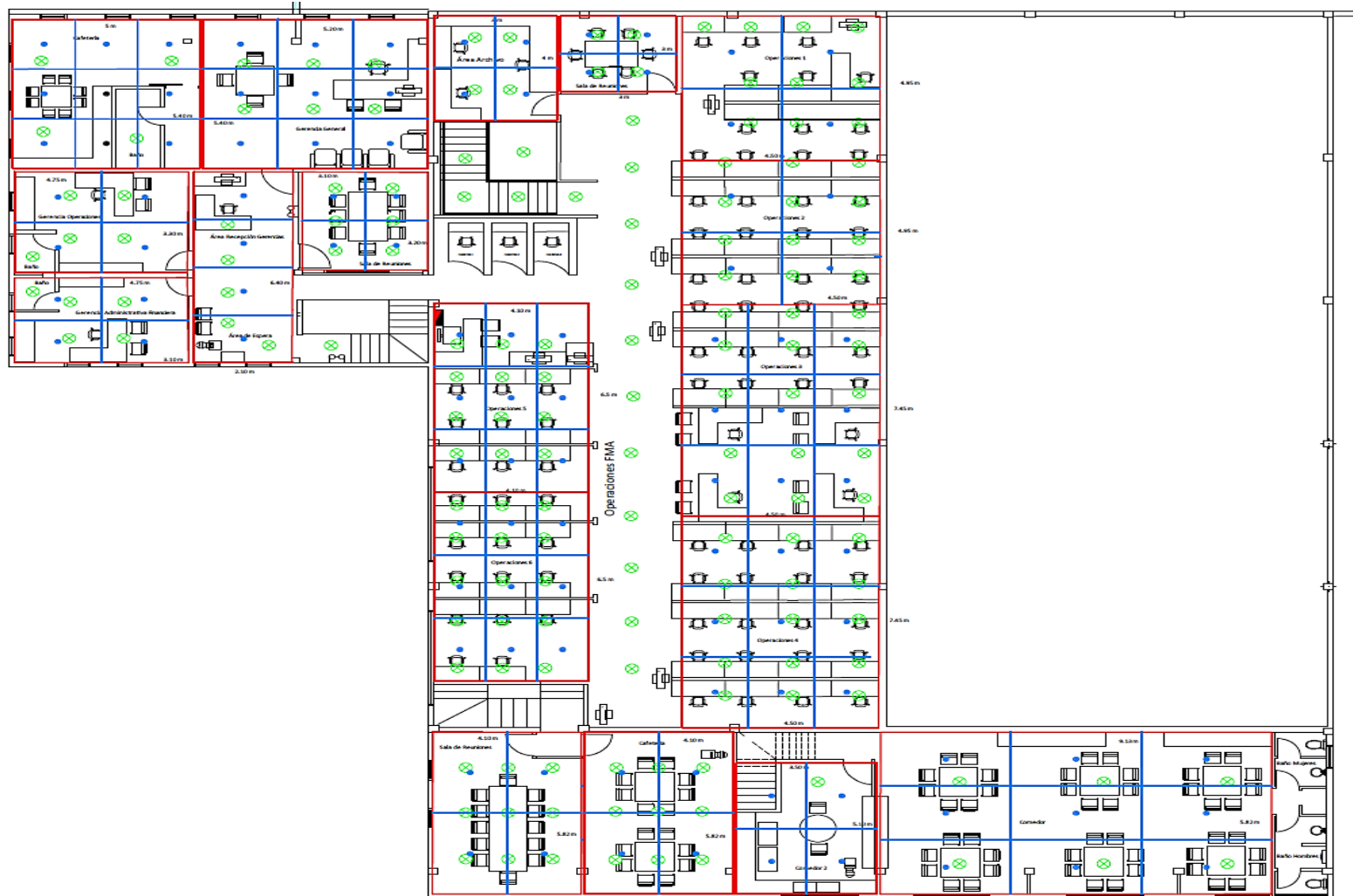
		Total		1600.8	17.2
57	1	Router de internet D-LINK DIR-905L	1	4.62	0.04
		Impresora RICOH ICM 300	1	1100	10
		Total		1104.62	10.04
58	1	Microondas LG MS1596CIR	1	1100	10
		Total		1100	10
59	1	Microondas LG MS1596CIR	1	1100	10
		Total		1100	10
60	5	Refrigeradora	1	596.2	5.42
		Congelador	1	175	1.59
		Dispensador de Agua YLR-2-5-X (AQ100L-K6)	1	618.8	5.625
		Total		1390	12.635
61	5	TV SONY 40"	1	54.5	0.495
		Microondas LG MS1596CIR	1	1100	10
		Total		1154.5	10.495
62	6	Parlante de Sonido	1	500	4.6
		Laptop PROBOOK 450G63 NP	1	45	2.31
		Router de internet D-LINK DIR-905L	1	4.62	0.04
		Proyector	1	150	1.4
		Total		699.62	8.35
63	5	Parlante de Sonido	3	1500	13.8
		Total		1500	13.8
64	1	Calefactor DAEWOO DOH-277M	1	1500.4	13.64
		Total	1	1500.4	13.64
65	2	Microondas Whirlpool 19L	1	699.6	10
		Cafetera Electrolux ECM25	1	733.7	6.67
		Total		1433.3	16.67
66	2	CPU Gamer	1	385	3.5
		Impresora de Credenciales	1	100.1	4.17
		Monitor HP P204v	1	15.2	0.8
		Monitor LG 20MP35HQ	1	15.2	0.8
		Laptop Victus gamer AX201NGW	1	200.9	10.3
		Total		716.4	19.57
67	2	Monitor LG 20M35	1	15.2	0.8
		Laptop HP LR0ET67K	1	45	2.31
		Laptop HP 5CD142MX5Y	1	45	2.31
		Teléfono IP Grandstream GRP2601W	1	3.84	0.6

		Monitor HP P204v	1	15.2	0.8
		Total		124.24	6.82
68	3	Laptop HP LR0ET67K	2	90	4.62
		Teléfono IP Grandstream GRP2601W	1	3.84	0.6
		Total		93.84	5.22
		Laptop PROBOOK 450G63 NP	1	45	2.31
69	3	Teléfono IP Grandstream GRP2601W	1	3.84	0.6
		Laptop Hp	1	45	2.31
		Total		93.84	5.22
		Calefactor DAEWOO DOH- 277M	1	1500.4	13.64
70	1	Total		1500.4	13.64
		Calefactor DAEWOO DOH- 277M	1	1500.4	13.64
71	1	Total		1500.4	13.64
		Laptop HP ProBook 450	1	45	2.31
72	4	Lenovo TO00117D	1	65	3.25
		THINKBOOK 15 G2 ITL MP23RVR8	1	65	3.25
		Monitor Samsung S19C150F	1	15	1.07
		Laptop Hp	1	45	2.31
		Total		235	12.19

Nota. En el anexo 6 se presentan los circuitos de la red monofásica resultantes para el rediseño de la red eléctrica.

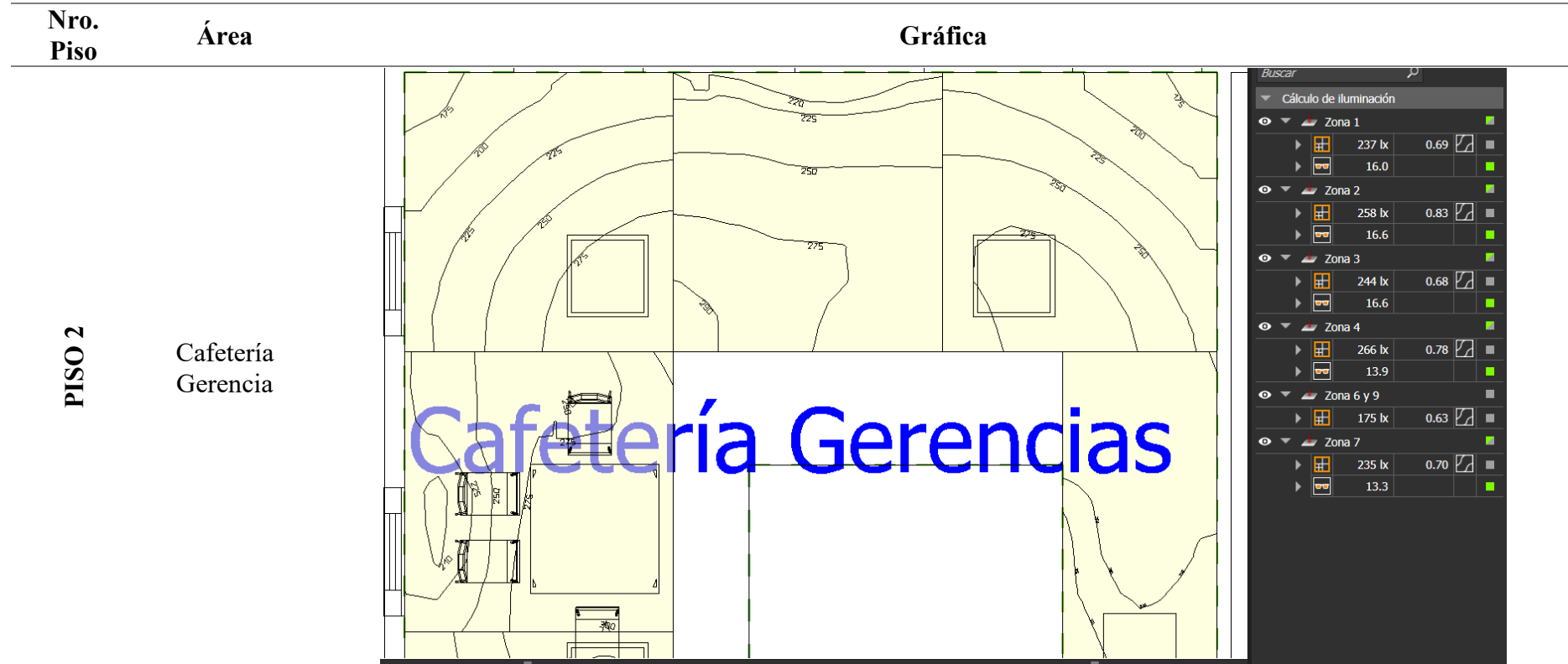
Anexo 7

División de zonas de evaluación Planta Alta

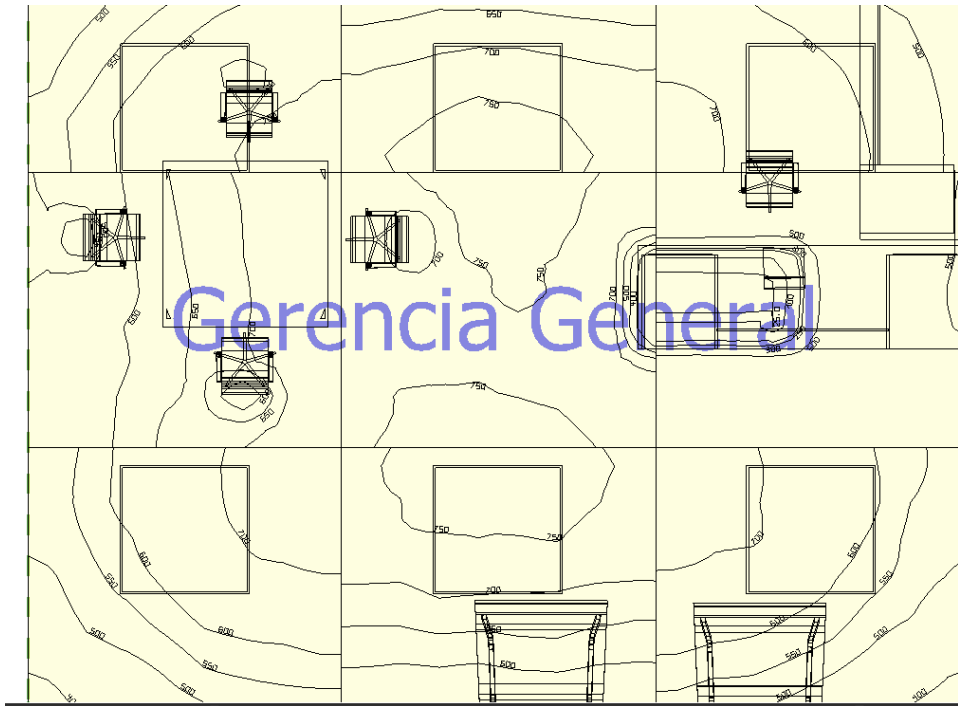


Anexo 9

Simulación Iluminación de la Planta Alta



Gerencia
General

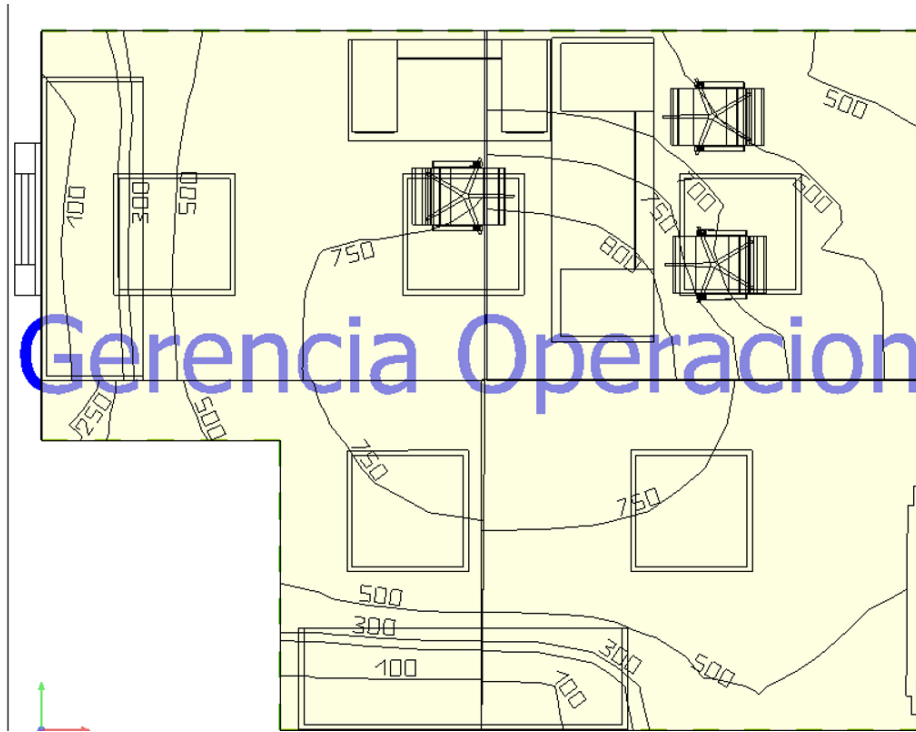


Buscar

▼ Cálculo de iluminación

▶	▼	Zona 1			
▶	▶	565 lx	0.63	12.2	■
▶	▶	12.2			■
▶	▼	Zona 2			
▶	▶	659 lx	0.76	11.0	■
▶	▶	11.0			■
▶	▼	Zona 3			
▶	▶	558 lx	0.62	14.6	■
▶	▶	14.6			■
▶	▼	Zona 4			
▶	▶	634 lx	0.67	12.2	■
▶	▶	12.2			■
▶	▼	Zona 5			
▶	▶	728 lx	0.41	12.0	■
▶	▶	12.0			■
▶	▼	Zona 6			
▶	▶	514 lx	0.002	15.0	■
▶	▶	15.0			■
▶	▼	Zona 7			
▶	▶	580 lx	0.62	11.8	■
▶	▶	11.8			■
▶	▼	Zona 8			
▶	▶	671 lx	0.73	11.0	■
▶	▶	11.0			■

Gerencia
Operaciones

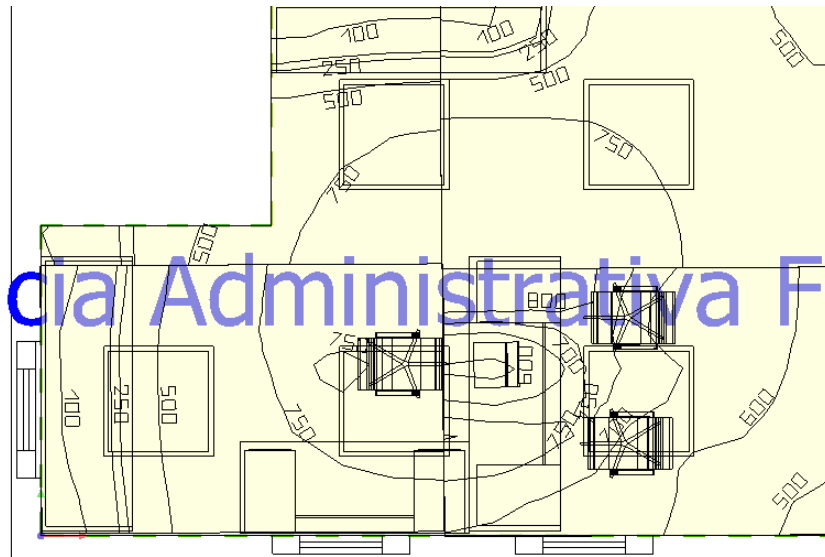


Cálculo de iluminación

Zona	Iluminación (lx)	Índice de eficiencia lumínica	Estado
Zona 1	549 lx	0.17	Activo
	16.3		Activo
Zona 2	671 lx	0.69	Activo
	16.1		Activo
Zona 3	506 lx	0.12	Activo
	14.9		Activo
Zona 4	589 lx	0.12	Activo
	15.9		Activo

Gerencia
Administrativa
y Financiera

Gerencia Administrativa Financiera

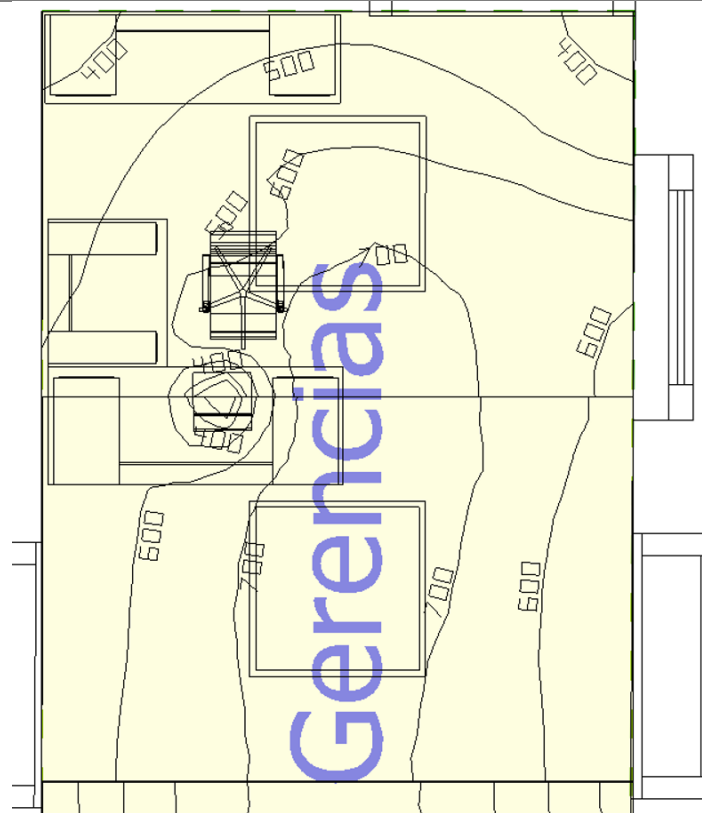


Buscar

▼ Cálculo de iluminación

Zona	Iluminación (lx)	Factor
Zona 1	546 lx	0.17
	14.7	
Zona 2	648 lx	0.12
	15.4	
Zona 3	575 lx	0.12
	16.1	
Zona 4	667 lx	0.72
	15.7	

Recepción
Gerencias y
Sala de
Espera

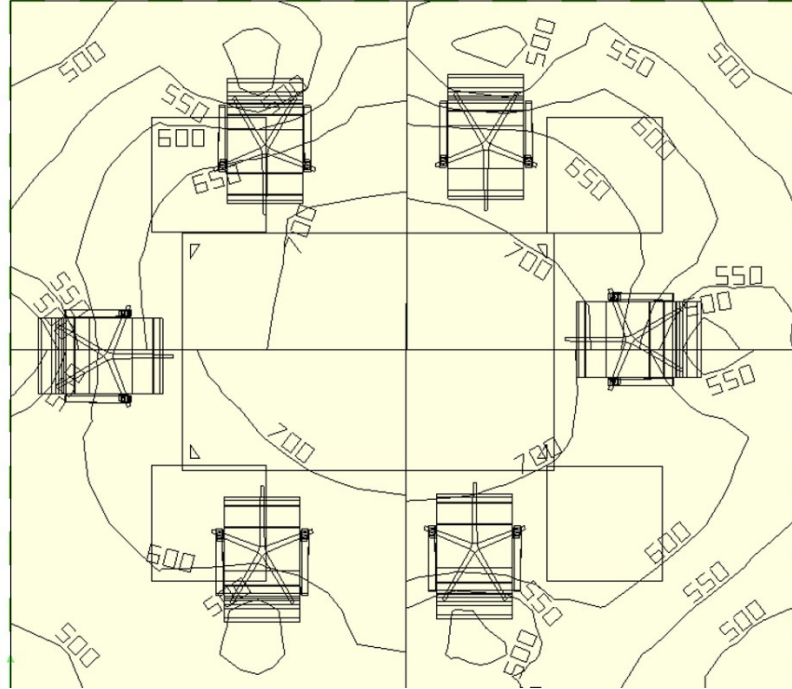


Buscar

▼ Cálculo de iluminación

Zona 1			
▶		565 lx	0.60
▶		15.9	
Zona 2			
▶		643 lx	0.53
▶		14.5	
Zona 3			
▶		645 lx	0.80
▶		11.7	
Zona 4			
▶		546 lx	0.67
▶		12.2	

Sala de Reuniones (Recepción)

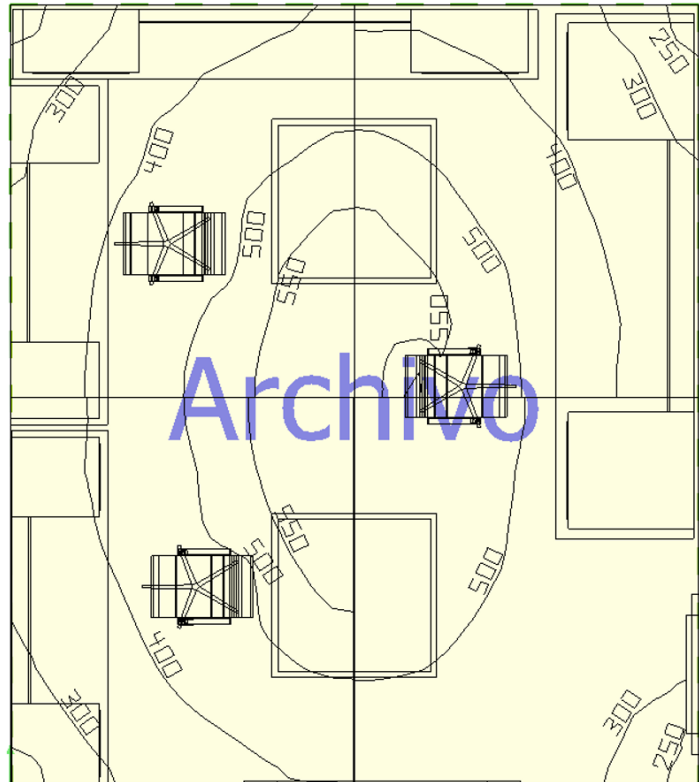


Buscar

▼ Cálculo de iluminación

- ☑ Zona 1
 - 611 lx 0.75
 - 14.4
- ☑ Zona 2
 - 605 lx 0.77
 - 14.4
- ☑ Zona 3
 - 610 lx 0.70
 - 14.4
- ☑ Zona 4
 - 611 lx 0.65
 - 14.3

Archivo

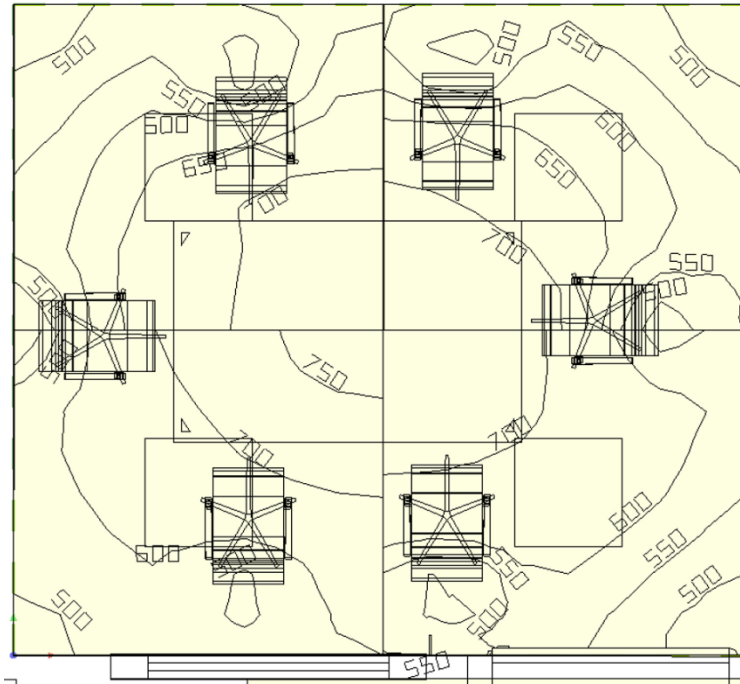


Buscar

▼ Cálculo de iluminación

Zona	Icono	Valor 1	Valor 2	Estado
▼ Zona 1				
▶	Icono de cuadrícula	428 lx	0.56	■
▶	Icono de iluminación	16.6		■
▼ Zona 2				
▶	Icono de cuadrícula	429 lx	0.56	■
▶	Icono de iluminación	16.7		■
▼ Zona 3				
▶	Icono de cuadrícula	431 lx	0.55	■
▶	Icono de iluminación	16.6		■
▼ Zona 4				
▶	Icono de cuadrícula	436 lx	0.15	■
▶	Icono de iluminación	15.5		■

Sala de Reuniones
(Norte)

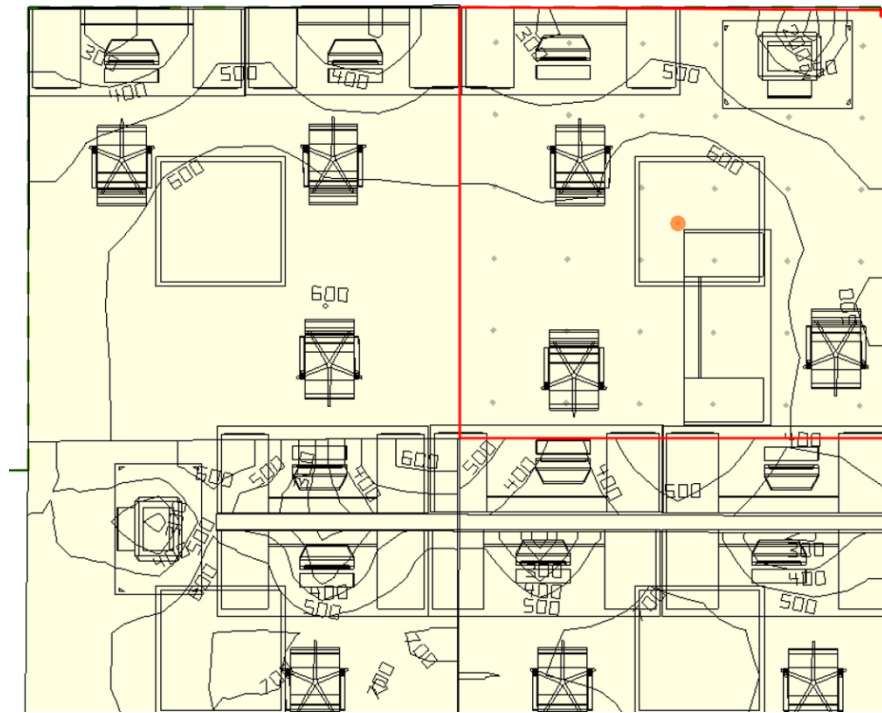


Buscar

▼ Cálculo de iluminación

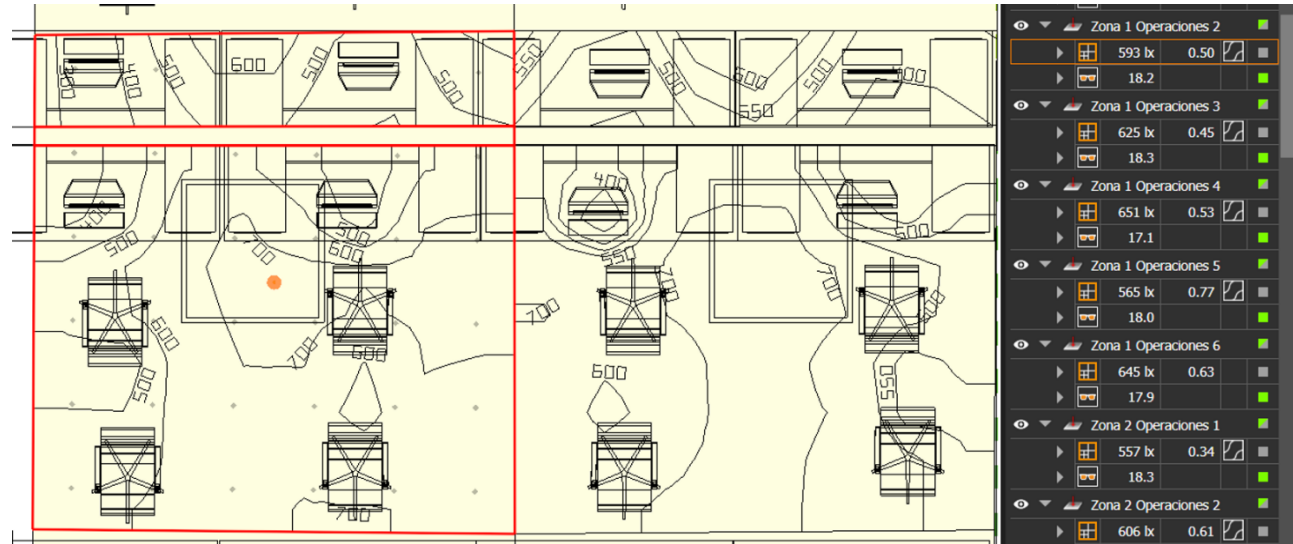
Zona	Iluminación (lx)	Uniformidad	Índice de Rendimiento
Zona 1			
Iluminación	619 lx	0.75	
Índice de Rendimiento	14.4		
Zona 2			
Iluminación	607 lx	0.77	
Índice de Rendimiento	14.3		
Zona 3			
Iluminación	627 lx	0.70	
Índice de Rendimiento	14.4		
Zona 4			
Iluminación	613 lx	0.65	
Índice de Rendimiento	14.2		

Operaciones 1

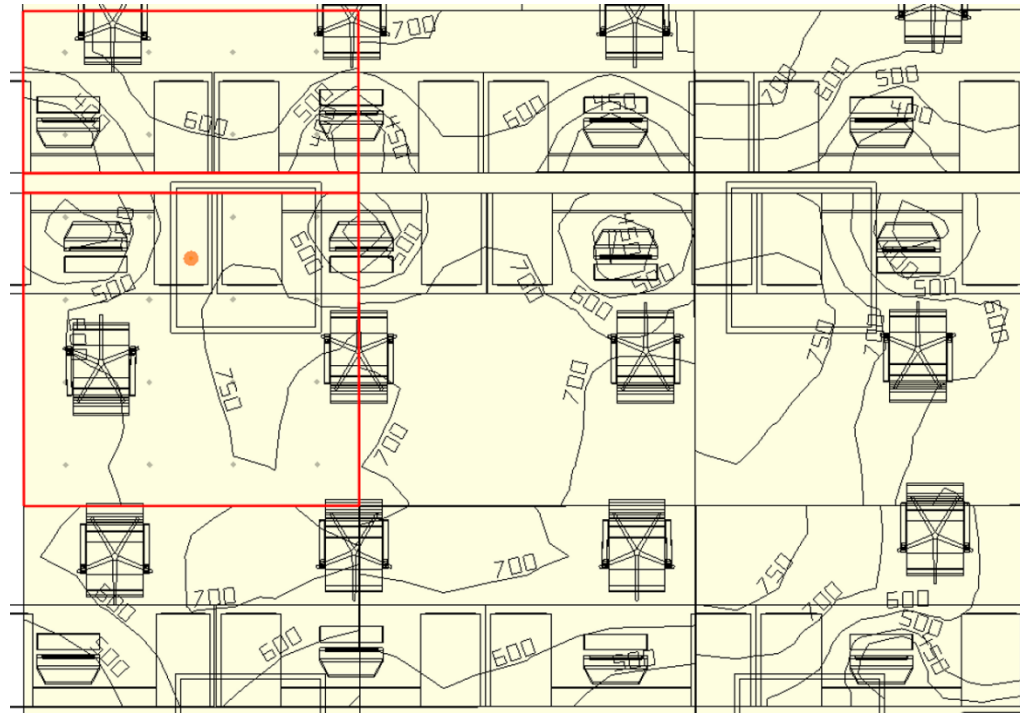


Zone	Operation	Area (lx)	Value	Icon
Zona 1	Operaciones 6	645 lx	0.63	■
		17.9		■
Zona 2	Operaciones 1	557 lx	0.34	■
		18.3		■
Zona 2	Operaciones 2	606 lx	0.61	■
		18.5		■
Zona 2	Operaciones 3	647 lx	0.61	■
		18.4		■
Zona 2	Operaciones 4	676 lx	0.61	■
		17.9		■
Zona 2	Operaciones 5	569 lx	0.55	■
		16.5		■
Zona 2	Operaciones 6	656 lx	0.61	■
		17.4		■
Zona 3	Operaciones 1	589 lx	0.42	■
		18.4		■
Zona 3	Operaciones 2	597 lx	0.36	■
				■

Operaciones
2

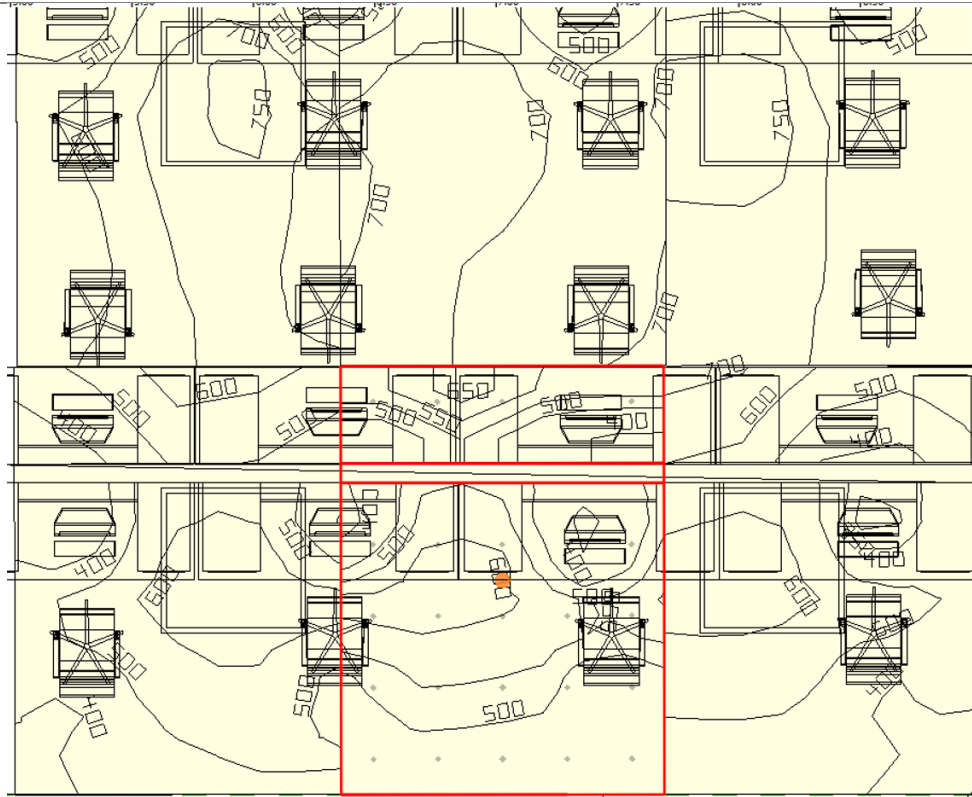


Operaciones
3



Zone	Footcandle (lx)	Footcandle (lx)	Footcandle (lx)
Zona 1 Operaciones 2	593 lx	0.50	18.2
Zona 1 Operaciones 3	625 lx	0.45	18.3
Zona 1 Operaciones 4	651 lx	0.53	17.1
Zona 1 Operaciones 5	565 lx	0.77	18.0
Zona 1 Operaciones 6	645 lx	0.63	17.9
Zona 2 Operaciones 1	557 lx	0.34	18.3
Zona 2 Operaciones 2	606 lx	0.61	18.5
Zona 2 Operaciones 3	647 lx	0.61	18.4
Zona 2 Operaciones 4	676 lx	0.61	

Operaciones 4

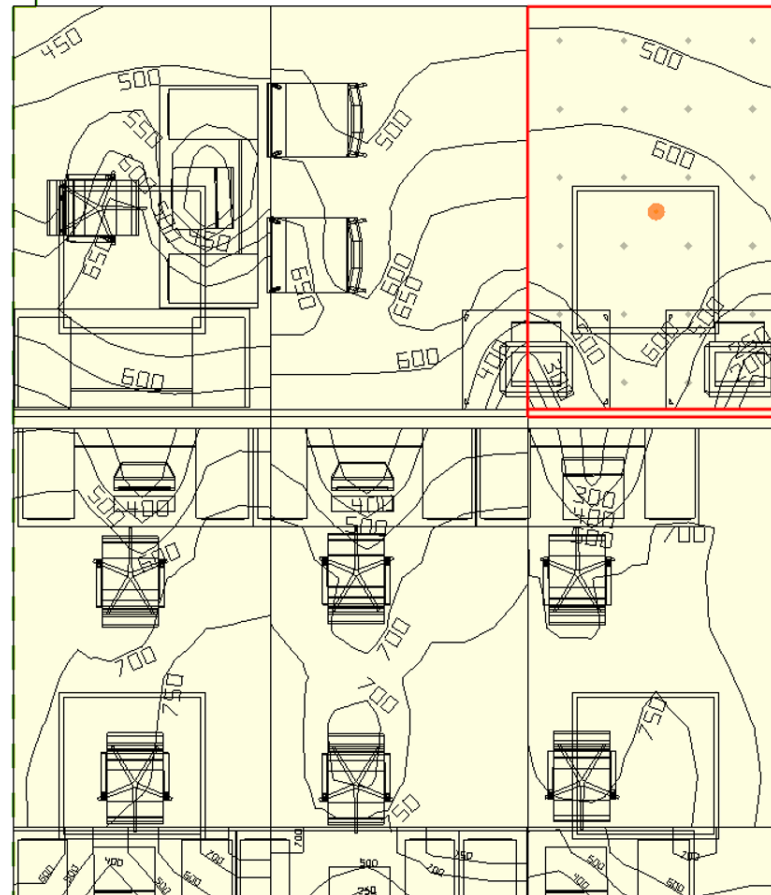


Escena de iluminación activa: Escena de luz 1

Buscar

▼	▶	Zona 7 Operaciones 6	626 lx	0.45	18.3	18.3
▼	▶	Zona 8 Operaciones 3	733 lx	0.84	14.9	14.9
▼	▶	Zona 8 Operaciones 4	520 lx	0.73	18.3	18.3
▼	▶	Zona 8 Operaciones 5	652 lx	0.33	18.5	18.5
▼	▶	Zona 8 Operaciones 6	628 lx	0.50	18.3	18.3
▼	▶	Zona 9 Operaciones 3	686 lx	0.76	17.9	17.9
▼	▶	Zona 9 Operaciones 4	508 lx	0.67	18.7	18.7
▼	▶	Zona 9 Operaciones 5	631 lx	0.49	17.5	17.5
▼	▶	Zona 9 Operaciones 6				

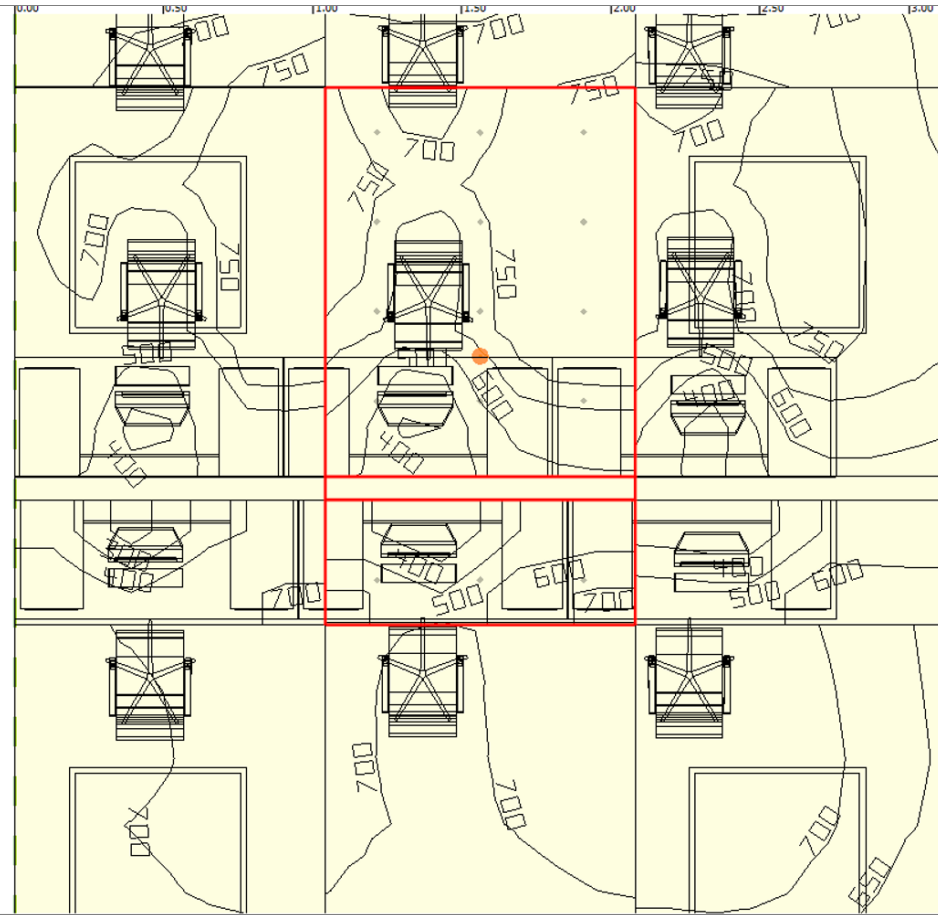
Operaciones
5



Buscar

▶	18.3	■
▶	Zona 3 Operaciones 5	■
▶	554 lx 0.34	■
▶	17.3	■
▶	Zona 3 Operaciones 6	■
▶	651 lx 0.64	■
▶	16.9	■
▶	Zona 4 Operaciones 1	■
▶	590 lx 0.37	■
▶	18.3	■
▶	Zona 4 Operaciones 2	■
▶	610 lx 0.51	■
▶	18.4	■
▶	Zona 4 Operaciones 3	■
▶	640 lx 0.58	■
▶	18.1	■
▶	Zona 4 Operaciones 4	■
▶	623 lx 0.54	■
▶	18.1	■
▶	Zona 4 Operaciones 5	■
▶	679 lx 0.51	■
▶	18.0	■
▶	Zona 4 Operaciones 6	■
▶	640 lx 0.44	■
▶	17.8	■
▶	Zona 5 Operaciones 3	■
▶	680 lx 0.60	■

Operaciones
6

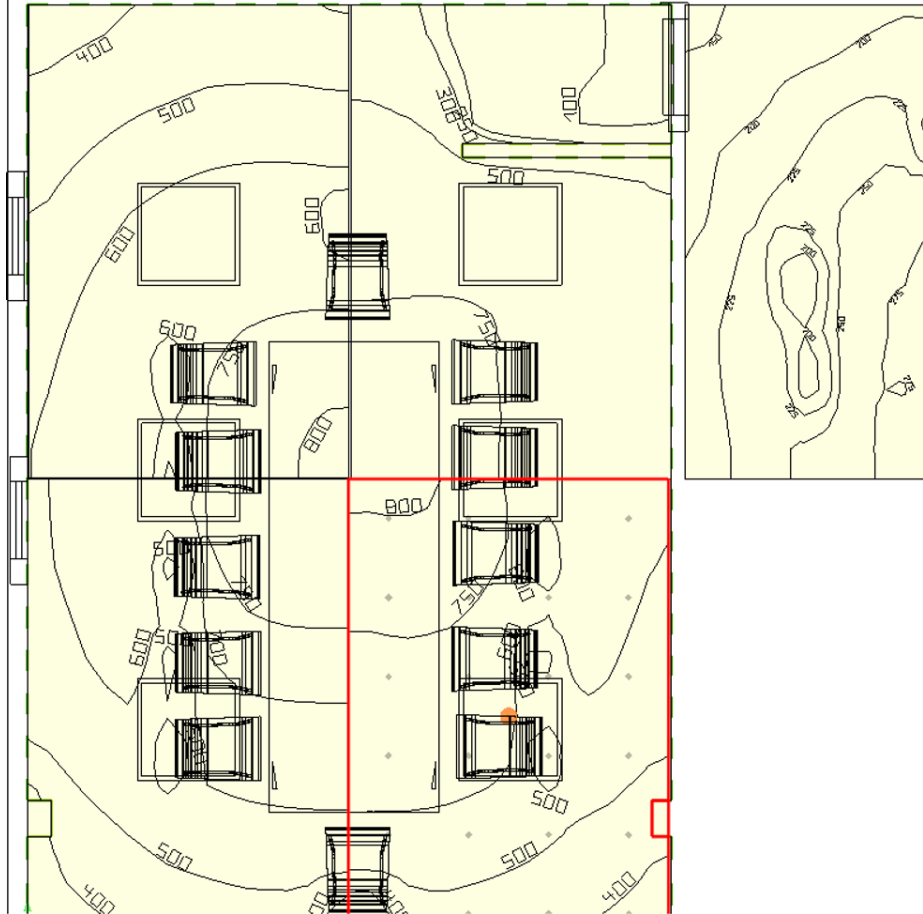


Escena de iluminación activa: Escena de luz 1

Buscar

- Zona 5 Operaciones 5
 - 690 lx 0.50
 - 18.0
- Zona 5 Operaciones 6
 - 657 lx 0.49
 - 17.7
- Zona 6 Operaciones 3
 - 650 lx 0.65
 - 18.2
- Zona 6 Operaciones 4
 - 639 lx 0.32
 - 18.3
- Zona 6 Operaciones 5
 - 669 lx 0.45
 - 18.8
- Zona 6 Operaciones 6
 - 641 lx 0.52
 - 17.0
- Zona 7 Operaciones 3
 - 702 lx 0.74
 - 17.5
- Zona 7 Operaciones 4
 - 511 lx 0.56
 - 18.3
- Zona 7 Operaciones 5
 - 637 lx 0.50
 - 18.3

Sala de
Reuniones
Sur



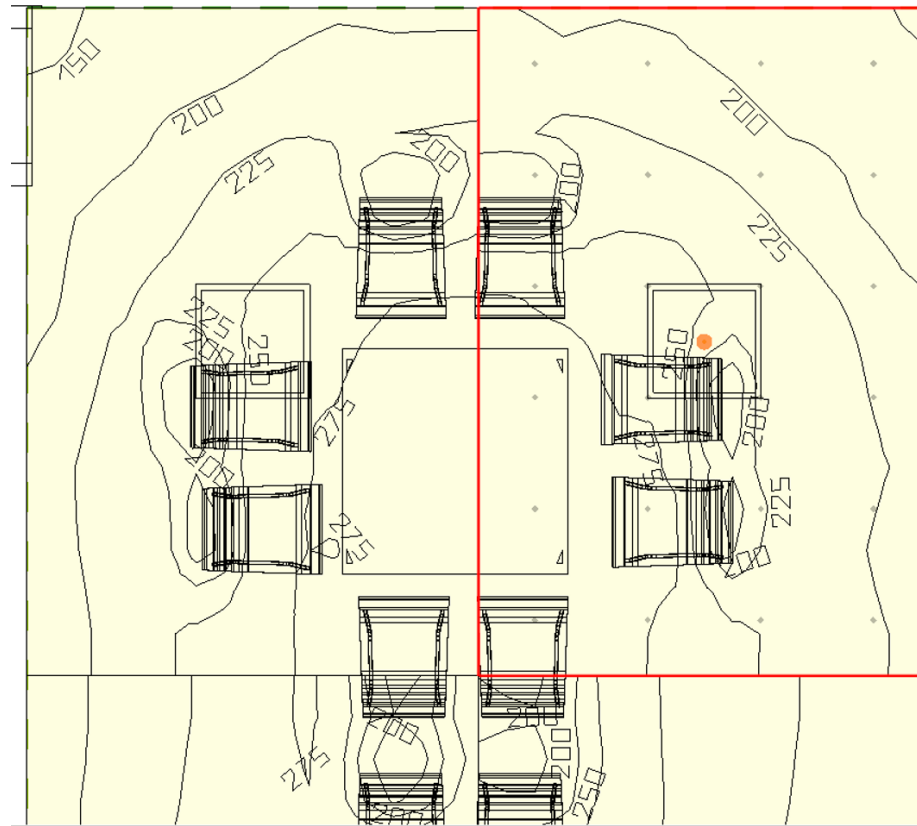
Escena de iluminación: Escena de sala 1

Buscar

Cálculo de iluminación

Zona	Iluminación (lx)	Coeficiente	Estado
Zona 1	599 lx	0.61	[Icono]
	16.9		[Icono]
Zona 2	542 lx	0.13	[Icono]
	16.6		[Icono]
Zona 3	592 lx	0.58	[Icono]
	17.2		[Icono]
Zona 4	598 lx	0.55	[Icono]
	17.1		[Icono]

Cafetería
FMA



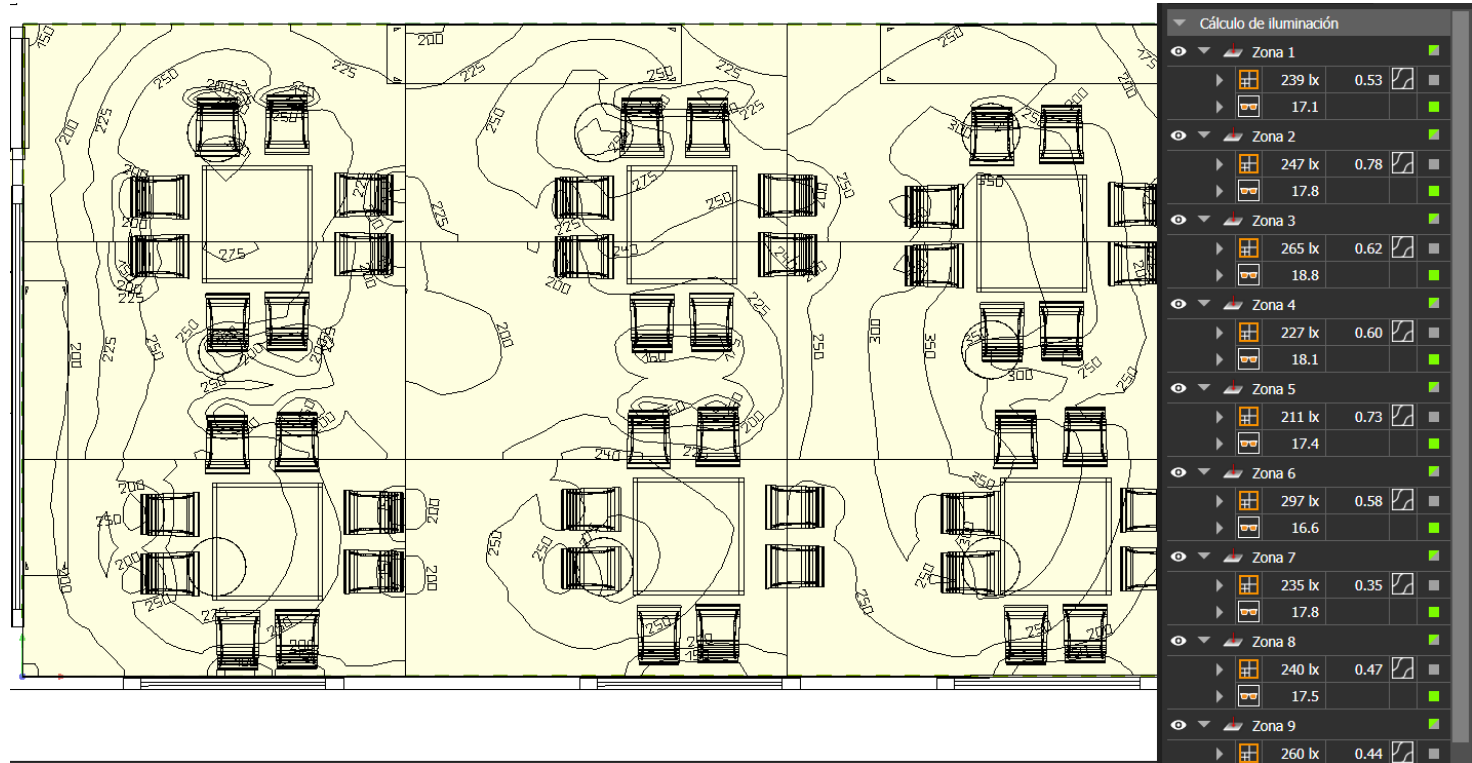
Escena de iluminación activa: Escena de luz 1

Buscar

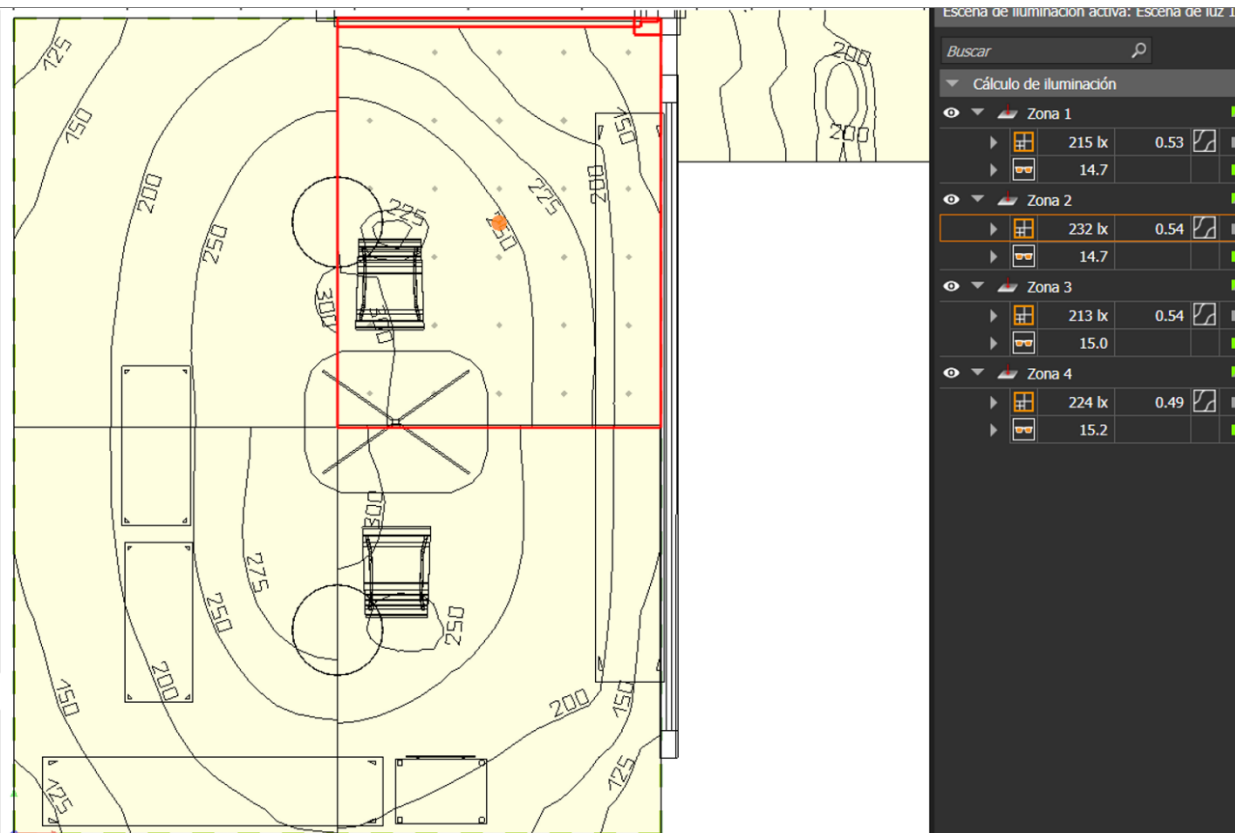
▼ Cálculo de iluminación

- ☑ Zona 1
 - ▶ 234 lx 0.60
 - ▶ 13.4
- ☑ Zona 2
 - ▶ 235 lx 0.63
 - ▶ 13.6
- ☑ Zona 3
 - ▶ 230 lx 0.61
 - ▶ 13.5
- ☑ Zona 4
 - ▶ 229 lx 0.54
 - ▶ 13.4

Comedor



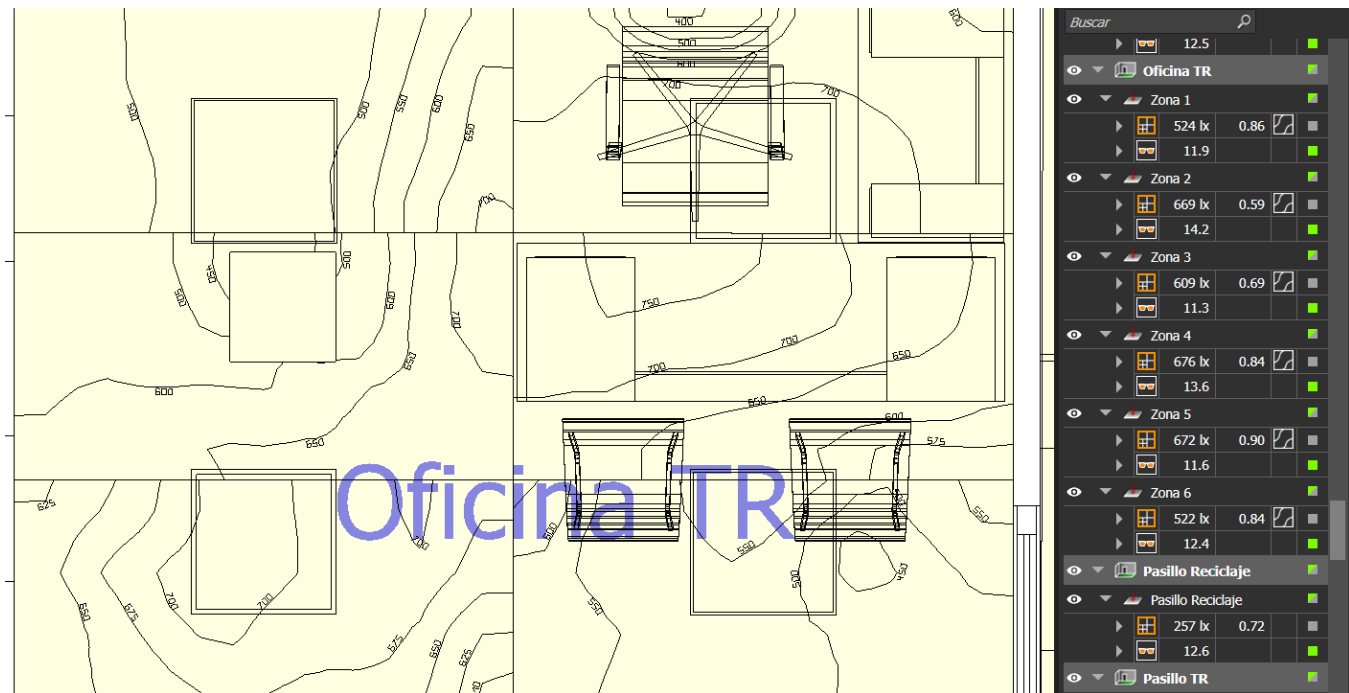
Comedor 2



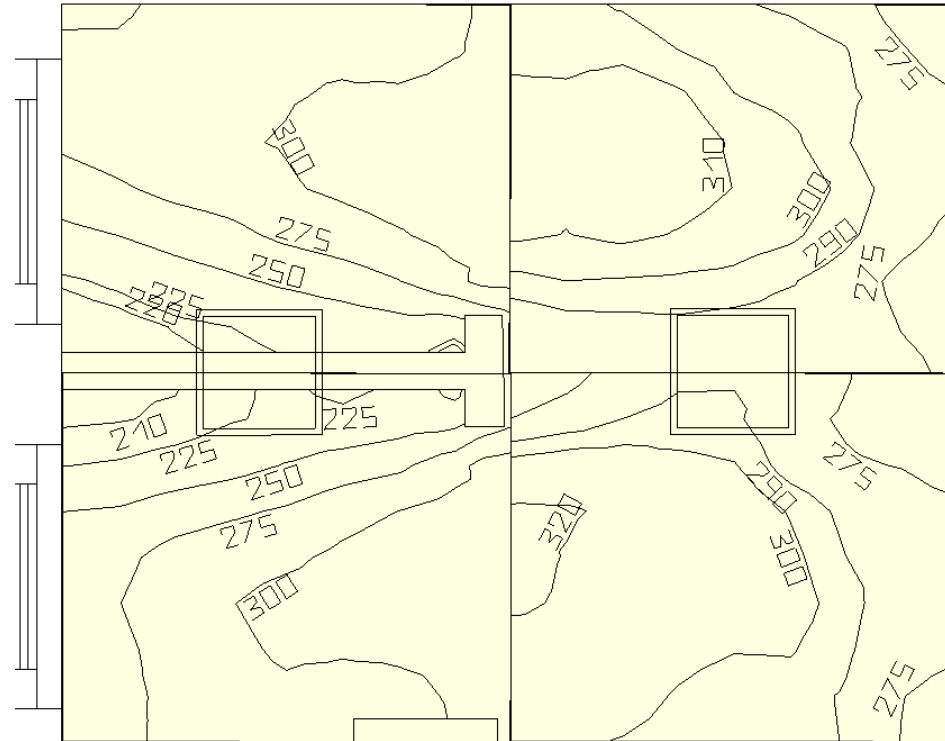
Nota. En el Anexo 9 se presentan los diagramas de iluminación en la Planta Alta, cumpliendo con los niveles mínimos recomendados por la UNE 12464-1.

Anexo 10

Simulación Iluminación de la Planta Baja

Nro. Piso	Área	Gráfica																																																																				
PISO 1	Oficina Transporte	 <p>The image displays a lighting simulation for the ground floor (PISO 1) of the 'Oficina Transporte'. The floor plan is shown with various rooms and corridors. A large blue watermark 'Oficina TR' is overlaid on the central part of the plan. To the right of the floor plan is a control panel with a search bar and a list of zones and corridors. The control panel includes the following data:</p> <table border="1"><thead><tr><th>Zone/Corridor</th><th>Light Level (lx)</th><th>Footcandle (fc)</th><th>Status</th></tr></thead><tbody><tr><td>Oficina TR</td><td>12.5</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Zona 1</td><td>524 lx</td><td>0.86</td><td>On</td></tr><tr><td></td><td>11.9</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Zona 2</td><td>669 lx</td><td>0.59</td><td>On</td></tr><tr><td></td><td>14.2</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Zona 3</td><td>609 lx</td><td>0.69</td><td>On</td></tr><tr><td></td><td>11.3</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Zona 4</td><td>676 lx</td><td>0.84</td><td>On</td></tr><tr><td></td><td>13.6</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Zona 5</td><td>672 lx</td><td>0.90</td><td>On</td></tr><tr><td></td><td>11.6</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Zona 6</td><td>522 lx</td><td>0.84</td><td>On</td></tr><tr><td></td><td>12.4</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Pasillo Reciclaje</td><td>257 lx</td><td>0.72</td><td>On</td></tr><tr><td></td><td>12.6</td><td></td><td>On</td></tr><tr><td>Pasillo TR</td><td></td><td></td><td>On</td></tr></tbody></table>	Zone/Corridor	Light Level (lx)	Footcandle (fc)	Status	Oficina TR	12.5		On	Zona 1	524 lx	0.86	On		11.9		On	Zona 2	669 lx	0.59	On		14.2		On	Zona 3	609 lx	0.69	On		11.3		On	Zona 4	676 lx	0.84	On		13.6		On	Zona 5	672 lx	0.90	On		11.6		On	Zona 6	522 lx	0.84	On		12.4		On	Pasillo Reciclaje	257 lx	0.72	On		12.6		On	Pasillo TR			On
Zone/Corridor	Light Level (lx)	Footcandle (fc)	Status																																																																			
Oficina TR	12.5		On																																																																			
Zona 1	524 lx	0.86	On																																																																			
	11.9		On																																																																			
Zona 2	669 lx	0.59	On																																																																			
	14.2		On																																																																			
Zona 3	609 lx	0.69	On																																																																			
	11.3		On																																																																			
Zona 4	676 lx	0.84	On																																																																			
	13.6		On																																																																			
Zona 5	672 lx	0.90	On																																																																			
	11.6		On																																																																			
Zona 6	522 lx	0.84	On																																																																			
	12.4		On																																																																			
Pasillo Reciclaje	257 lx	0.72	On																																																																			
	12.6		On																																																																			
Pasillo TR			On																																																																			

Baños Mujeres
TR



0.50 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00

Escena de iluminación activa: Escena de luz 1

Buscar

Baño Mujeres TR

- Zona 1
 - 280 lx 0.75
 - < 10
- Zona 2
 - 295 lx 0.88
 - < 10
- Zona 3
 - 278 lx 0.75
 - < 10
- Zona 4
 - 296 lx 0.88
 - < 10

Zona 1

- 361 lx 0.006
- 13.9

Zona 2

- 385 lx 0.003
- 13.8

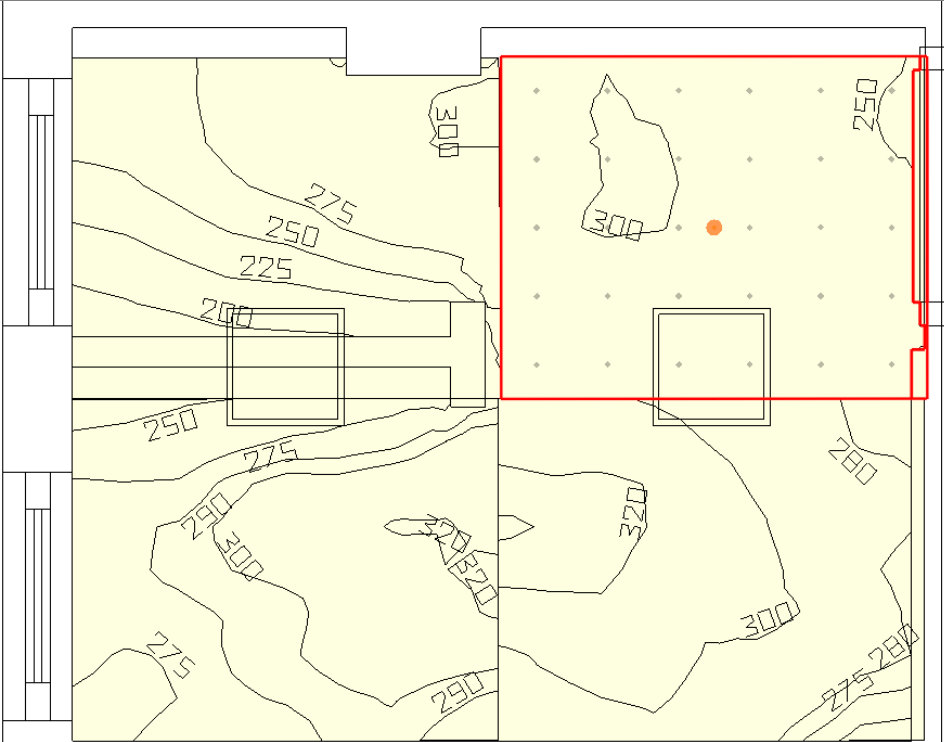
Zona 3

- 367 lx 0.011
- 13.6

Zona 4

- 442 lx 0.86
- 14.0

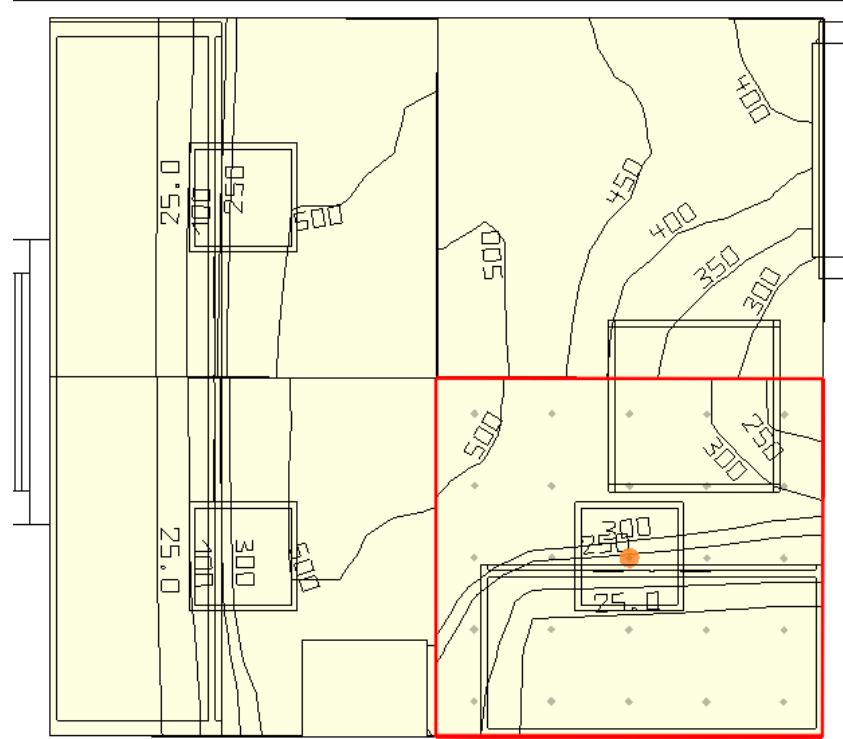
Baños Hombres
TR



Buscar

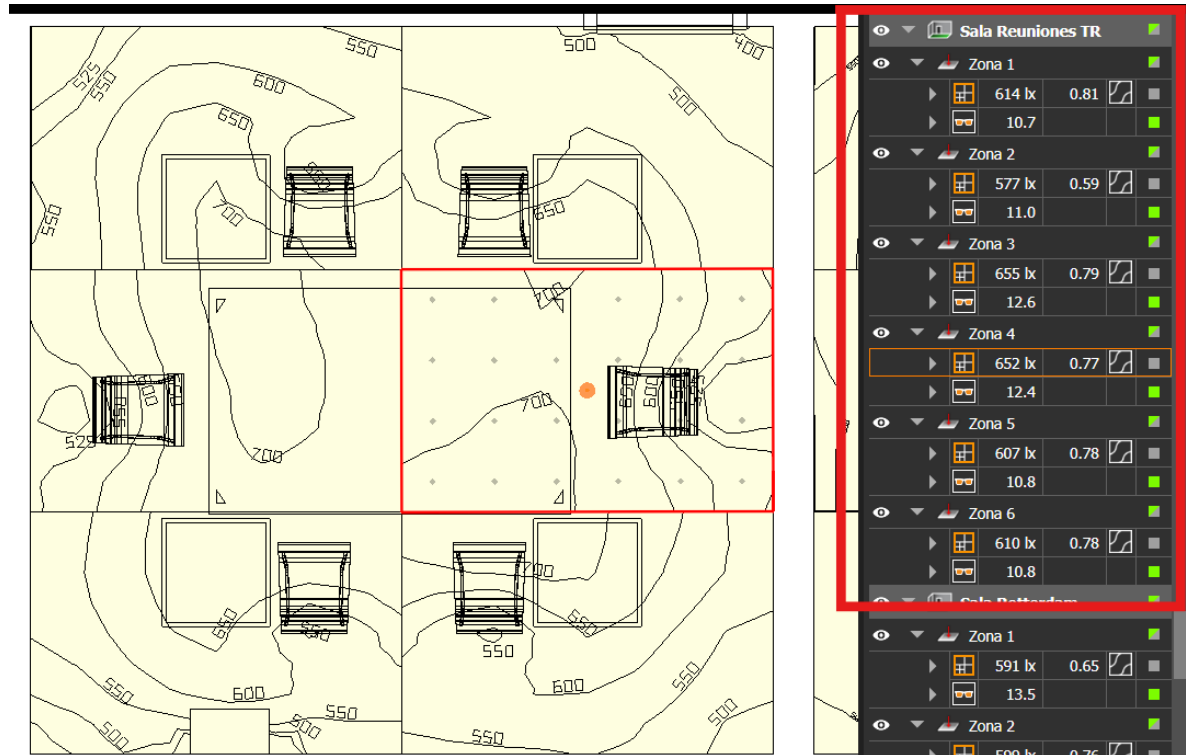
Baño Hombres TR			
Zona 1			
256 lx	0.74		
< 10			
Zona 2			
281 lx	0.34		
< 10			
Zona 3			
292 lx	0.84		
< 10			
Zona 4			
300 lx	0.90		
< 10			
Bano Mujeres GMA			
Zona 1			
273 lx	0.37		
17.4			
Zona 2			
257 lx	0.81		
16.4			
Zona 3			
254 lx	0.77		

Cafetería TR

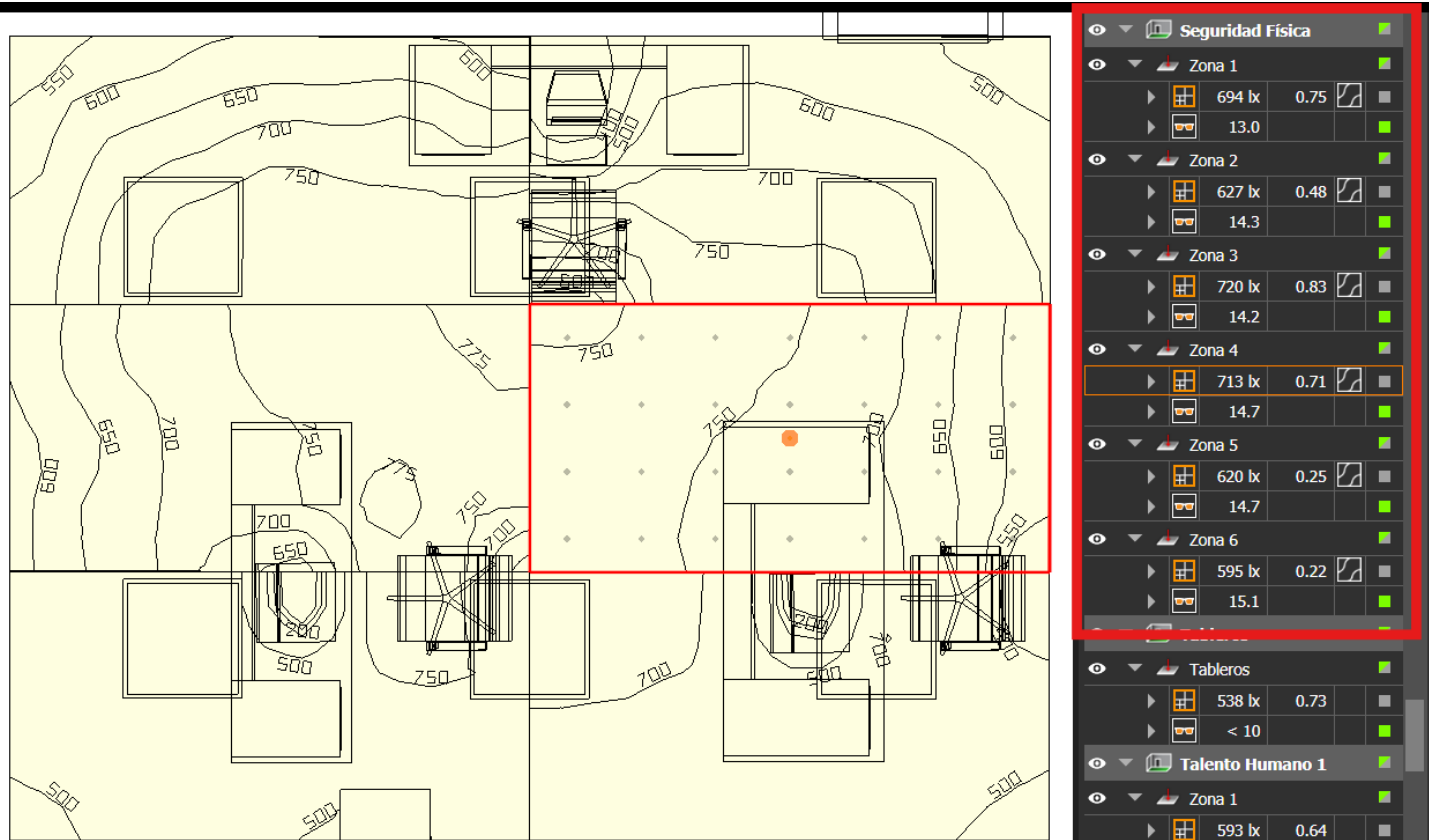


Cafetería TR			
Zona 1			
280 lx	0.000		
10.6			
Zona 2			
427 lx	0.62		
12.2			
Zona 3			
247 lx	0.00		
< 10			
Zona 4			
224 lx	0.001		
10.0			
Zona 1			
556 lx	0.39		
16.0			
Zona 2			
584 lx	0.75		
14.7			

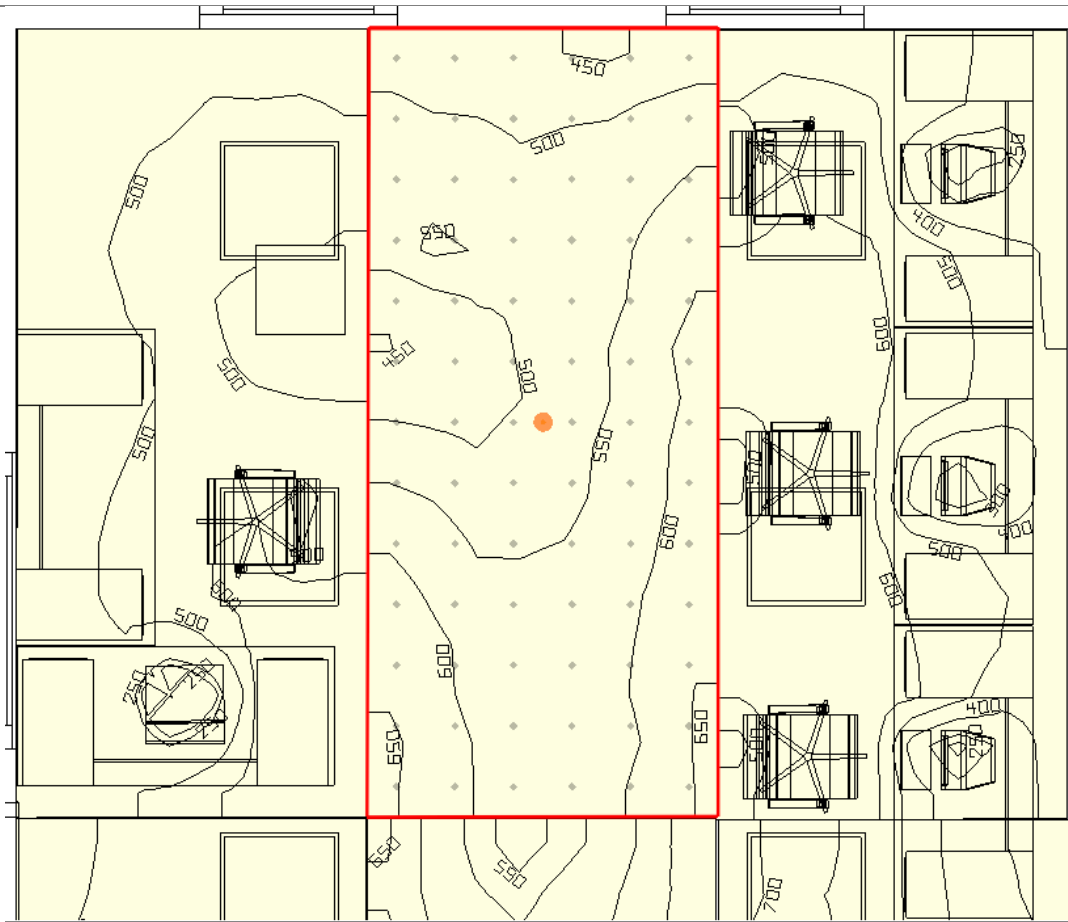
Sala de Reuniones TR



Seguridad Física

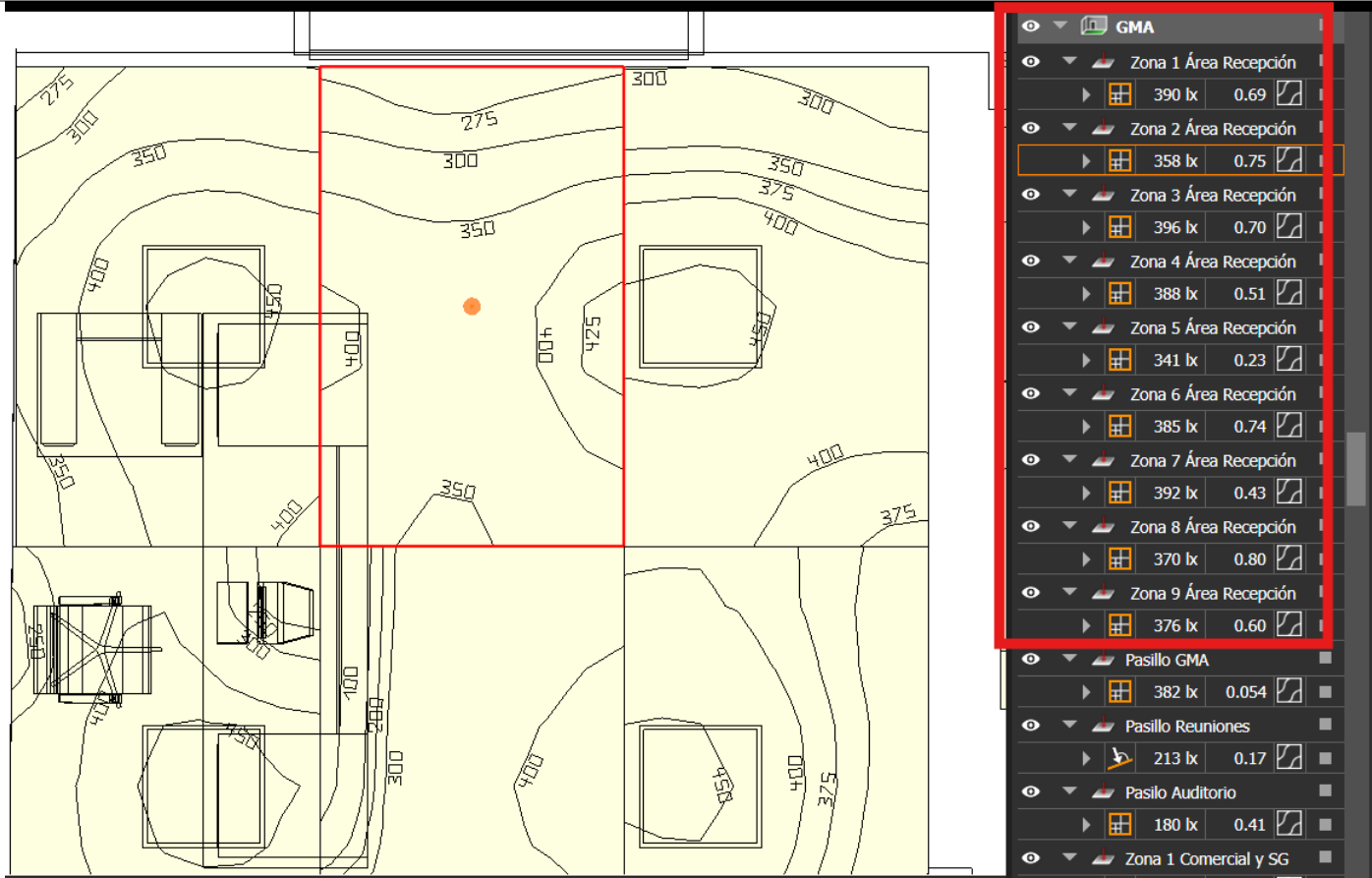


Operaciones
Transporte

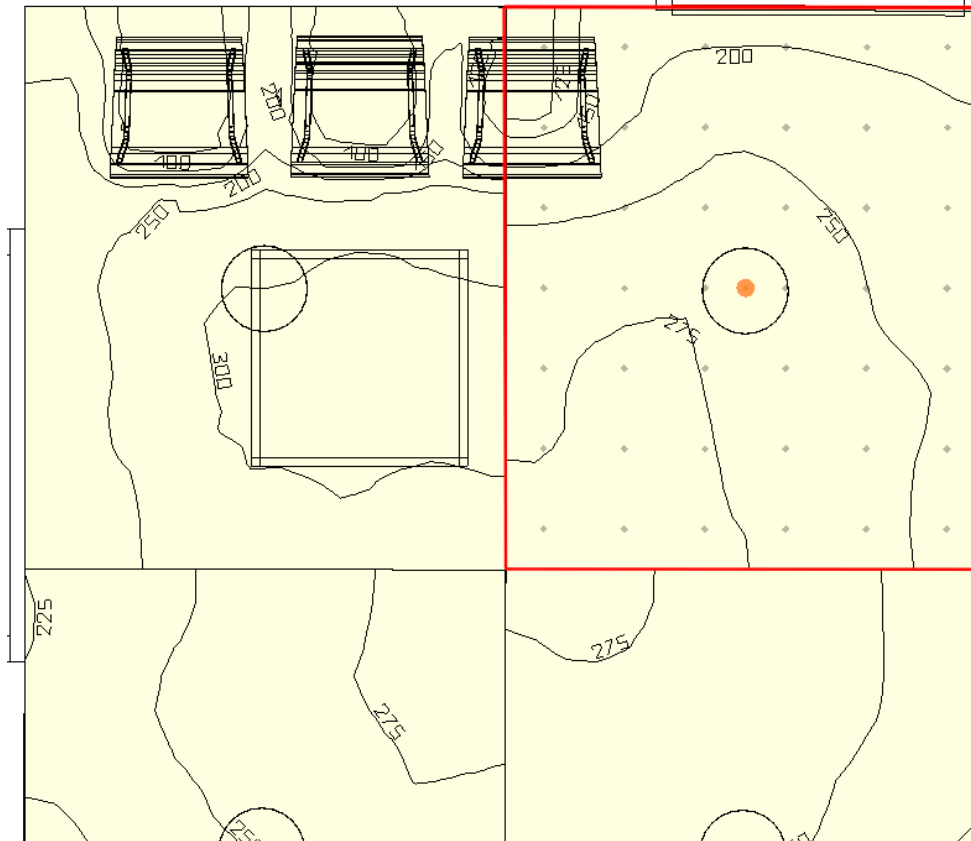


		16.3		
		Transporte		
		Zona 1		
		500 lx	0.12	
		16.2		
		Zona 2		
		552 lx	0.81	
		12.8		
		Zona 3		
		516 lx	0.45	
		15.7		
		Zona 4		
		619 lx	0.076	
		15.2		
		Zona 5		
		632 lx	0.93	
		11.5		
		Zona 6		
		632 lx	0.70	
		15.4		
		Zona 7		
		571 lx	0.45	
		16.3		
		Zona 8		
		606 lx	0.77	
		12.2		

Recepción

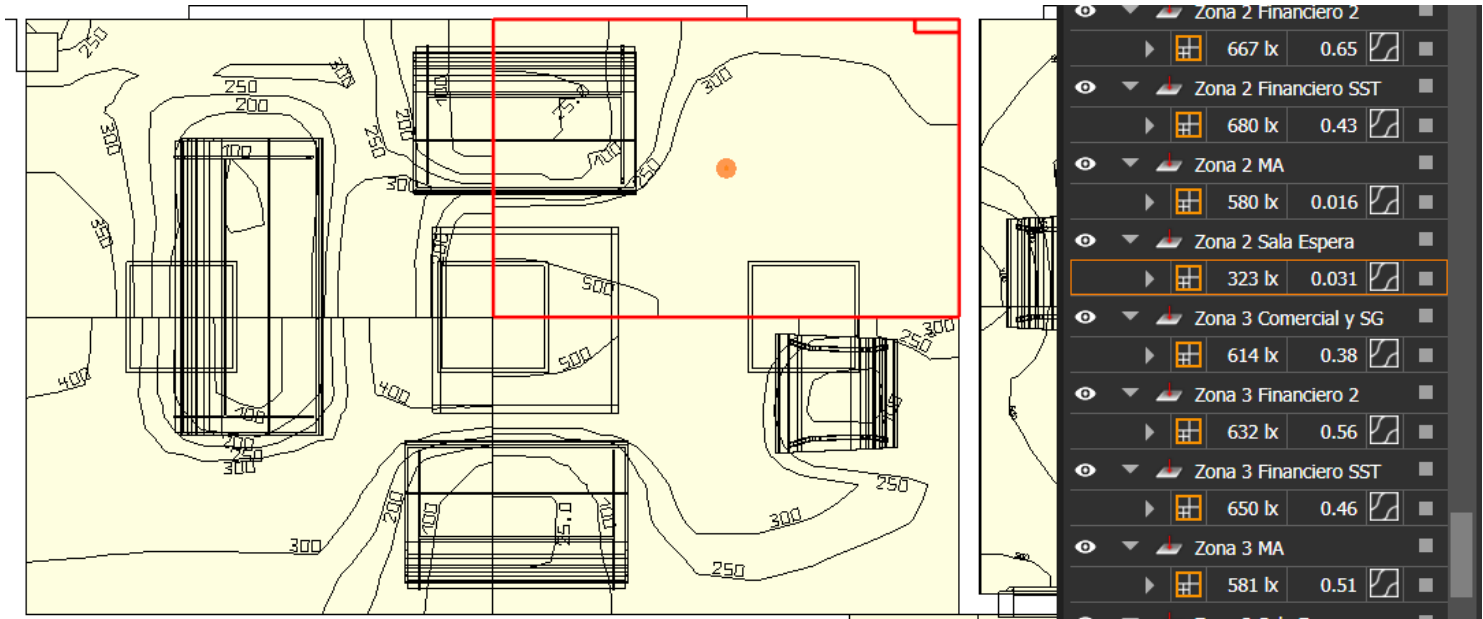


Sala de Espera -
Ingreso
Posterior

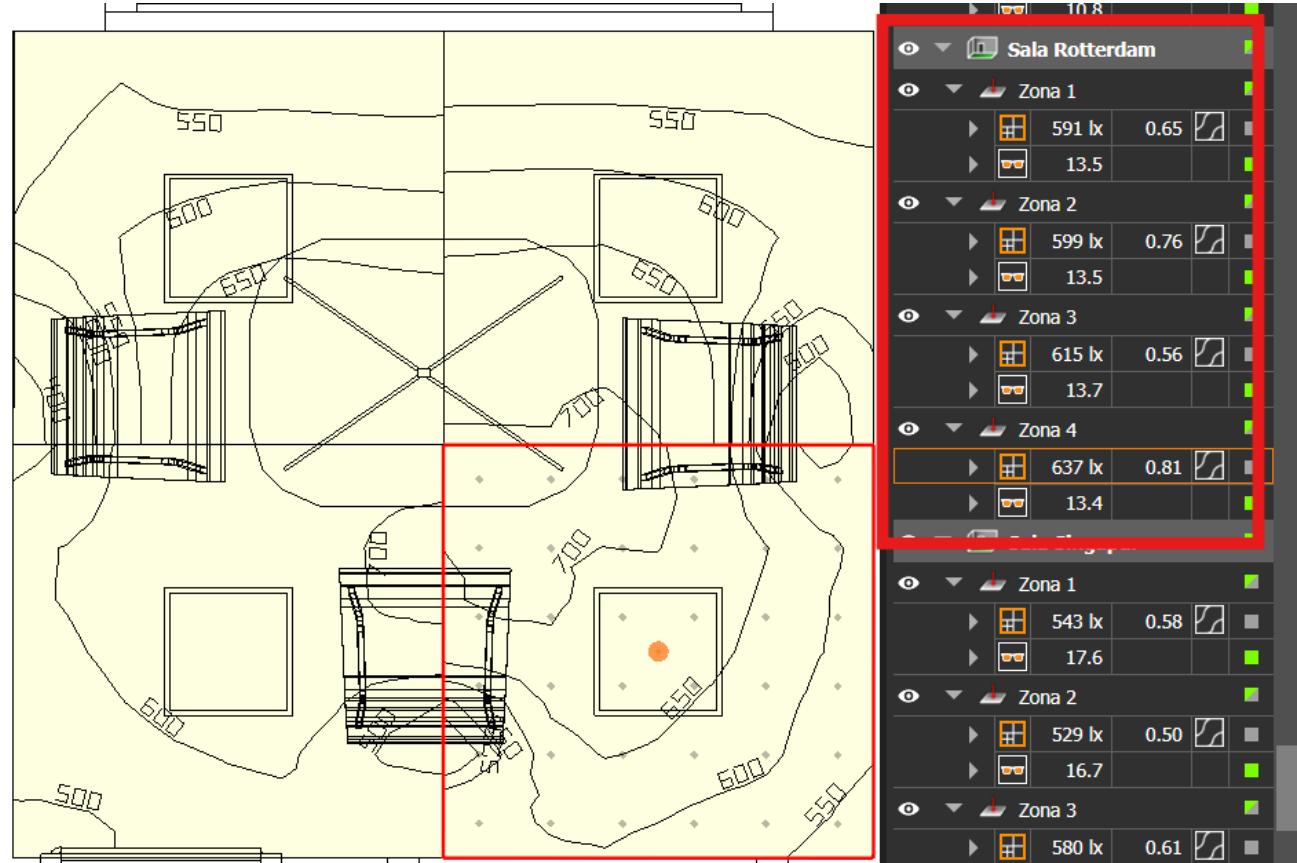


Ingreso Posterior			
Zona 1			
233 lx	0.24		
12.0			
Zona 2			
242 lx	0.46		
13.7			
Zona 3			
236 lx	0.66		
12.9			
Zona 4			
239 lx	0.70		
13.0			
Oficina Ejecutiva			
Zona 1			
532 lx	0.21		
15.0			
Zona 2			
578 lx	0.76		
14.2			
Zona 3			
515 lx	0.099		
14.4			
Zona 4			
626 lx	0.77		

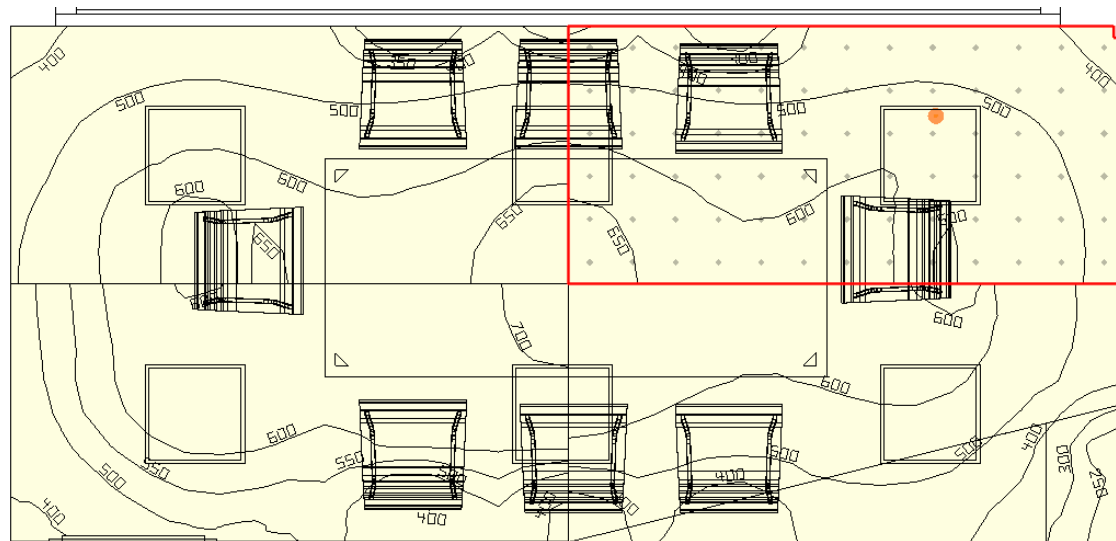
Sala de Espera



Sala Rotterdam

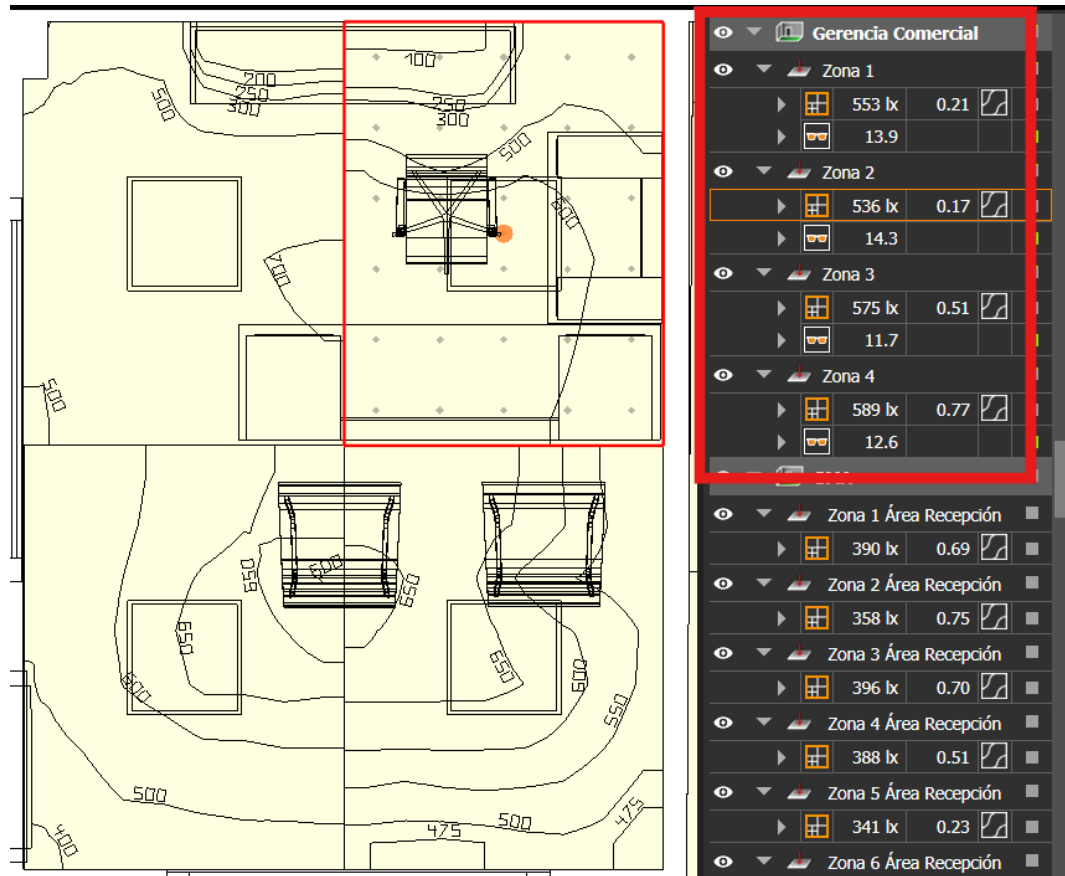


Sala Singapur

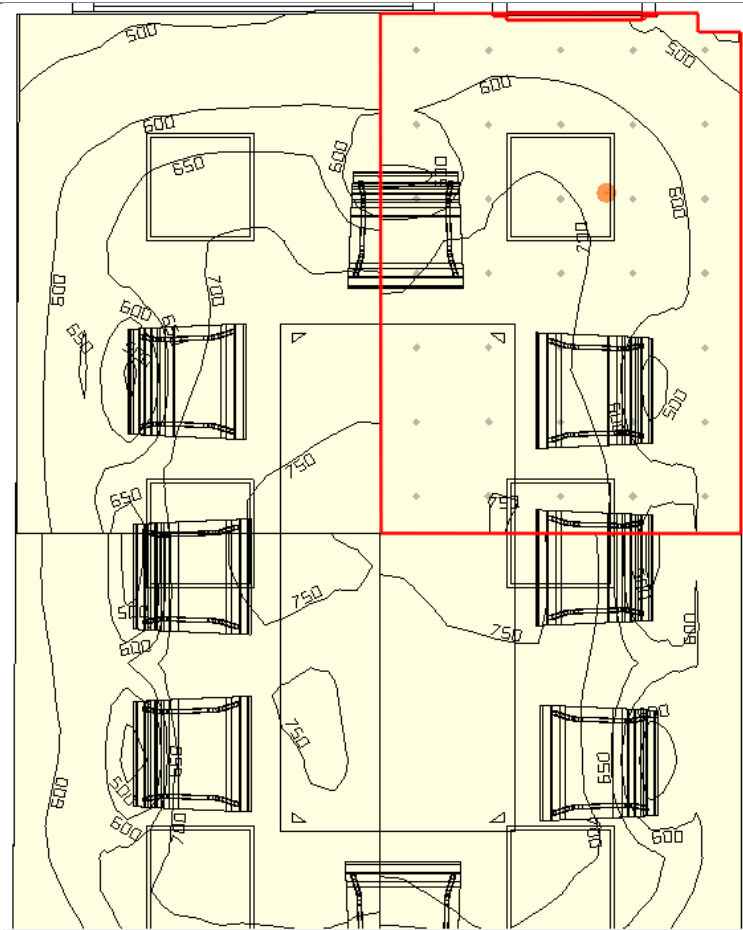


Sala Singapur			
Zona 1			
543 lx	0.58		
17.6			
Zona 2			
529 lx	0.50		
16.7			
Zona 3			
580 lx	0.61		
17.6			
Zona 4			
518 lx	0.41		
17.1			
Zona 1			
694 lx	0.75		
13.0			

Gerencia
Comercial



Sala Hong Kong



Sala Hong Kong

- Zona 1
 - 640 lx 0.71
 - 11.8
- Zona 2
 - 640 lx 0.70
 - 12.1
- Zona 3
 - 660 lx 0.68
 - 12.1
- Zona 4
 - 652 lx 0.72
 - 12.5

Zona 1

- 614 lx 0.81
- 10.7

Zona 2

- 577 lx 0.59
- 11.0

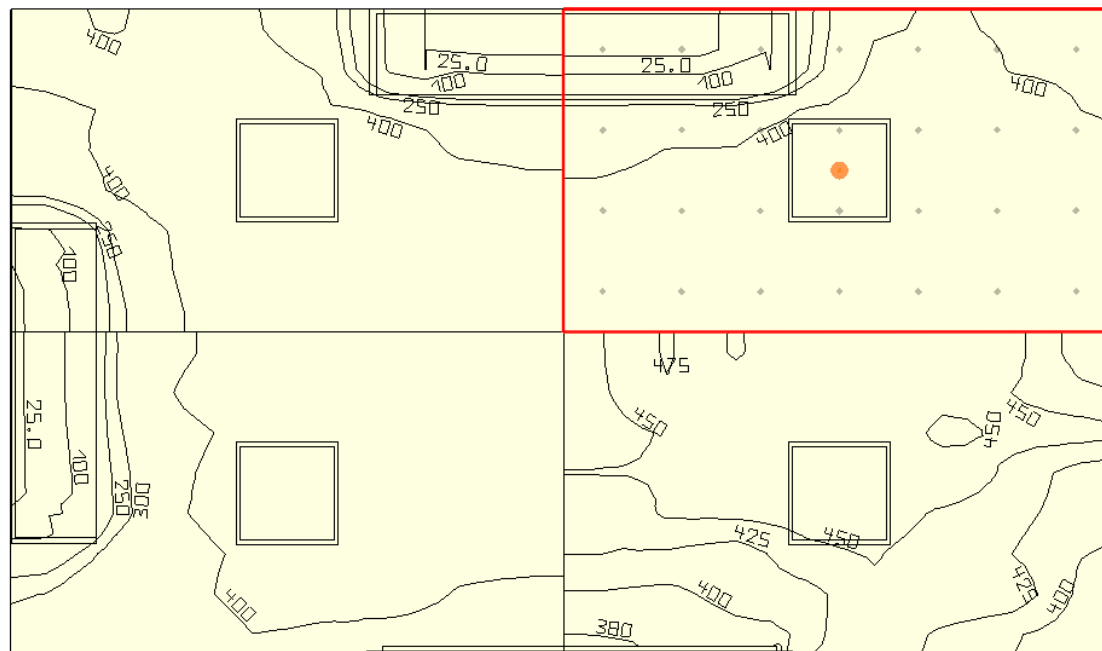
Zona 3

- 655 lx 0.79
- 12.6

Zona 4

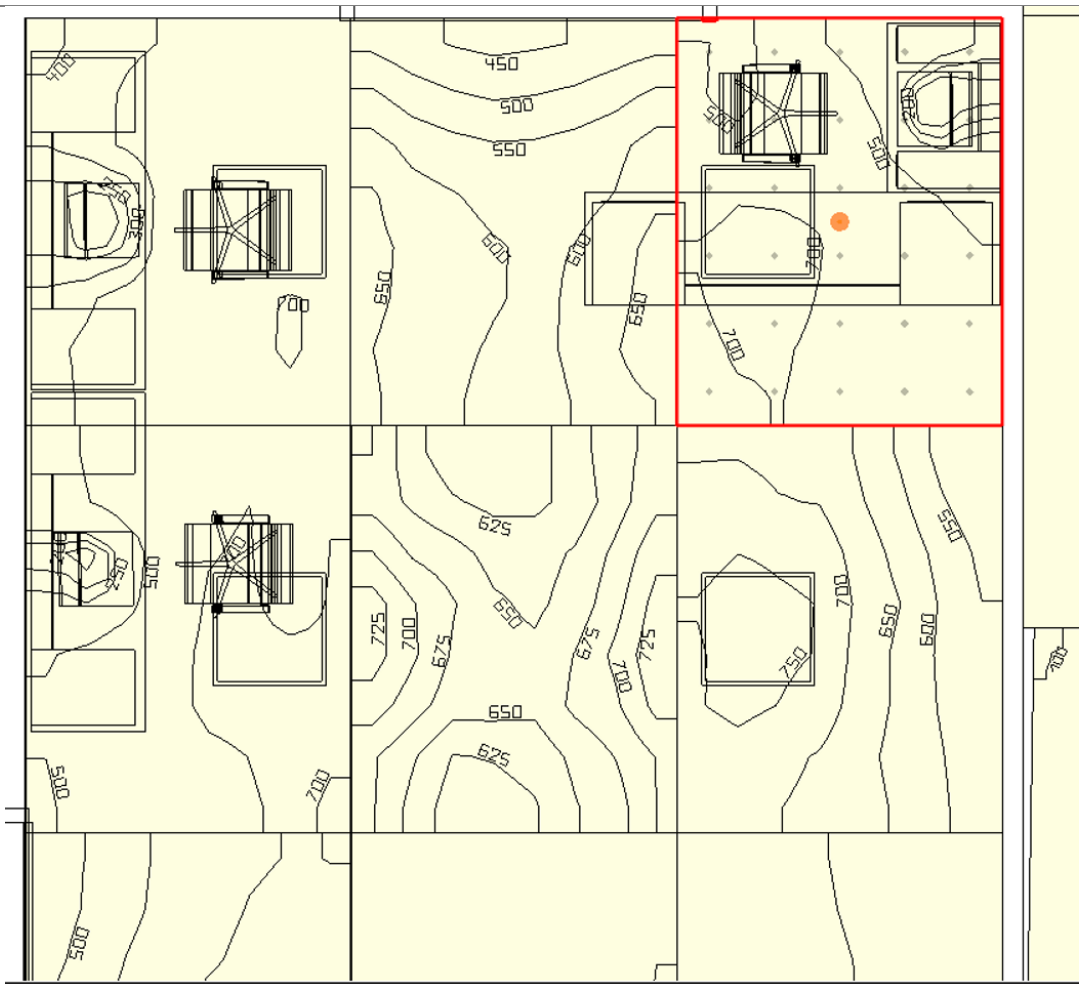
- 652 lx 0.77

Bodega
Compras



Bodega de Suministros			
Zona 1			
361 lx	0.006		
13.9			
Zona 2			
385 lx	0.003		
13.8			
Zona 3			
367 lx	0.011		
13.6			
Zona 4			
442 lx	0.86		
14.0			
Bodega de...			
Zona 1			
137 lx	0.78		
< 10			
Zona 2			
140 lx	0.85		

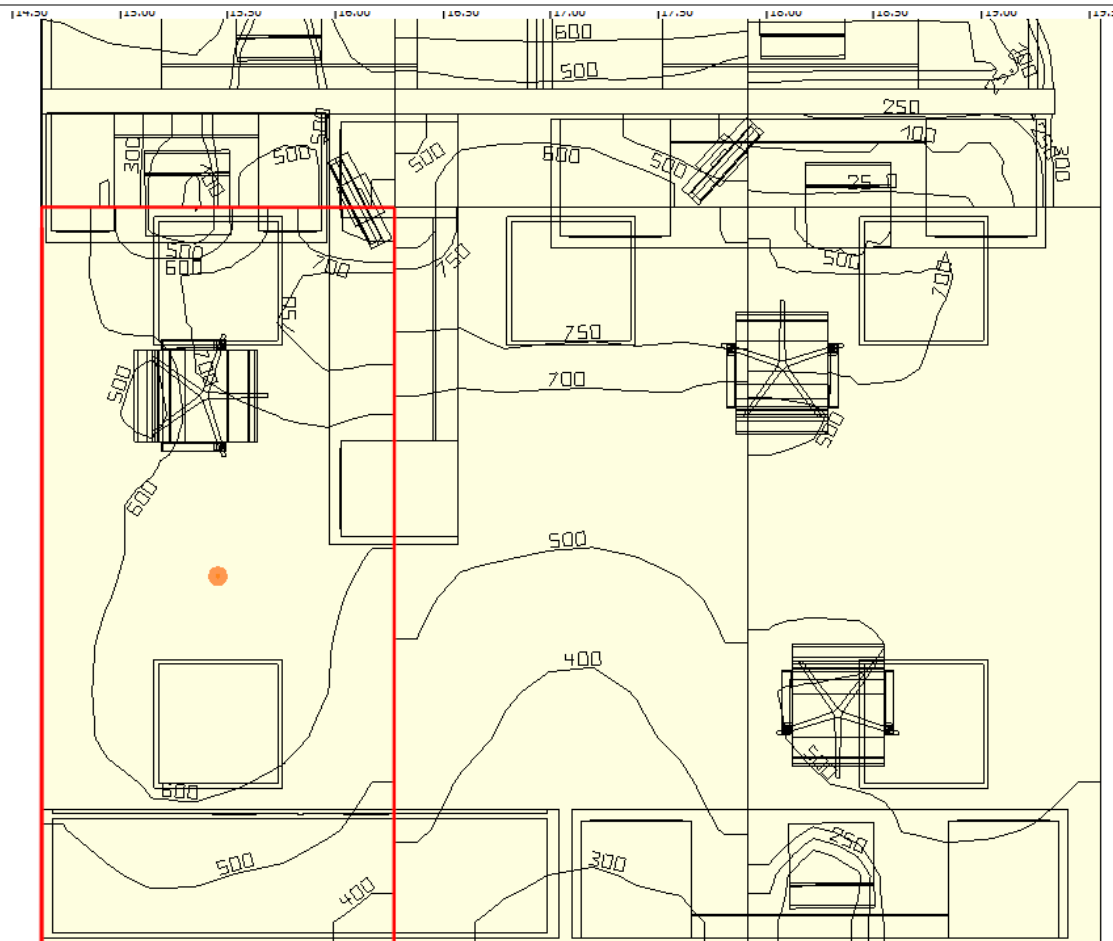
Compras



Buscar

Compras			
Zona 1			
556 lx	0.39		
16.0			
Zona 2			
584 lx	0.75		
14.7			
Zona 3			
565 lx	0.23		
16.1			
Zona 4			
609 lx	0.29		
15.6			
Zona 5			
666 lx	0.91		
11.8			
Zona 6			
667 lx	0.75		
12.5			
Zona 7			
622 lx	0.71		
12.8			
Zona 8			
538 lx	0.12		
12.7			
Zona 9			
572 lx	0.12		

Comercial y
Sistemas de
Gestión

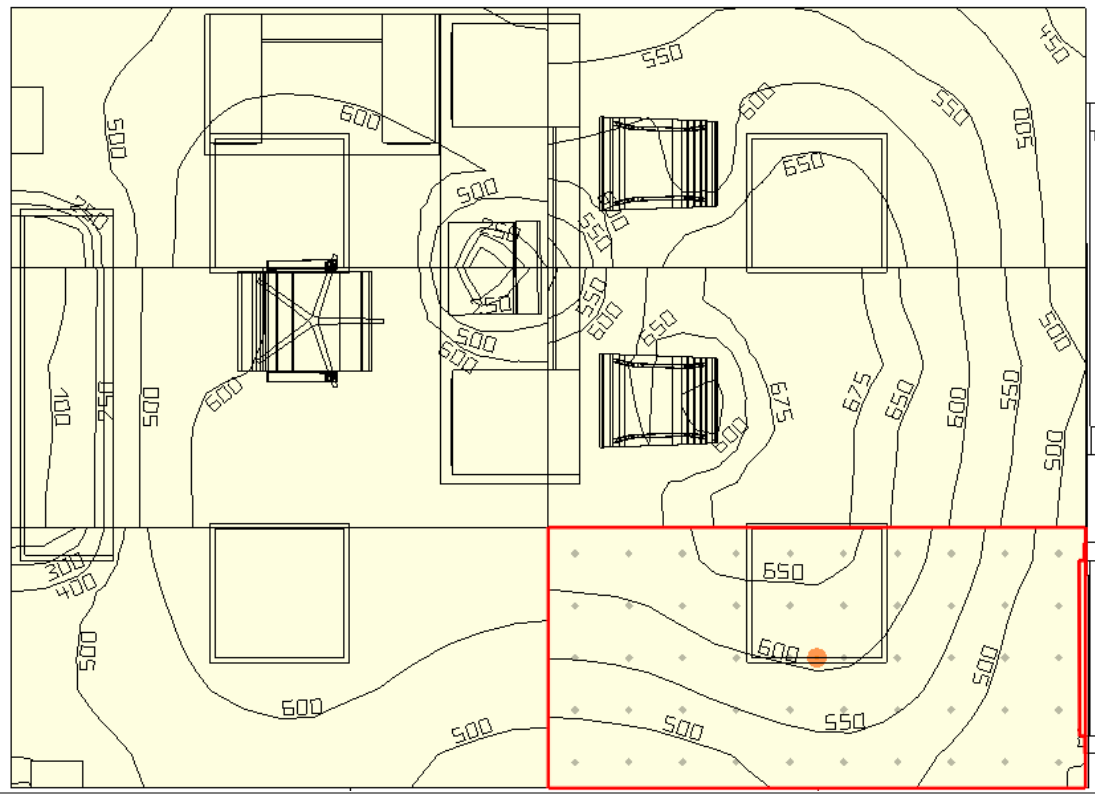


Escena de iluminación activa: Escena de

Buscar

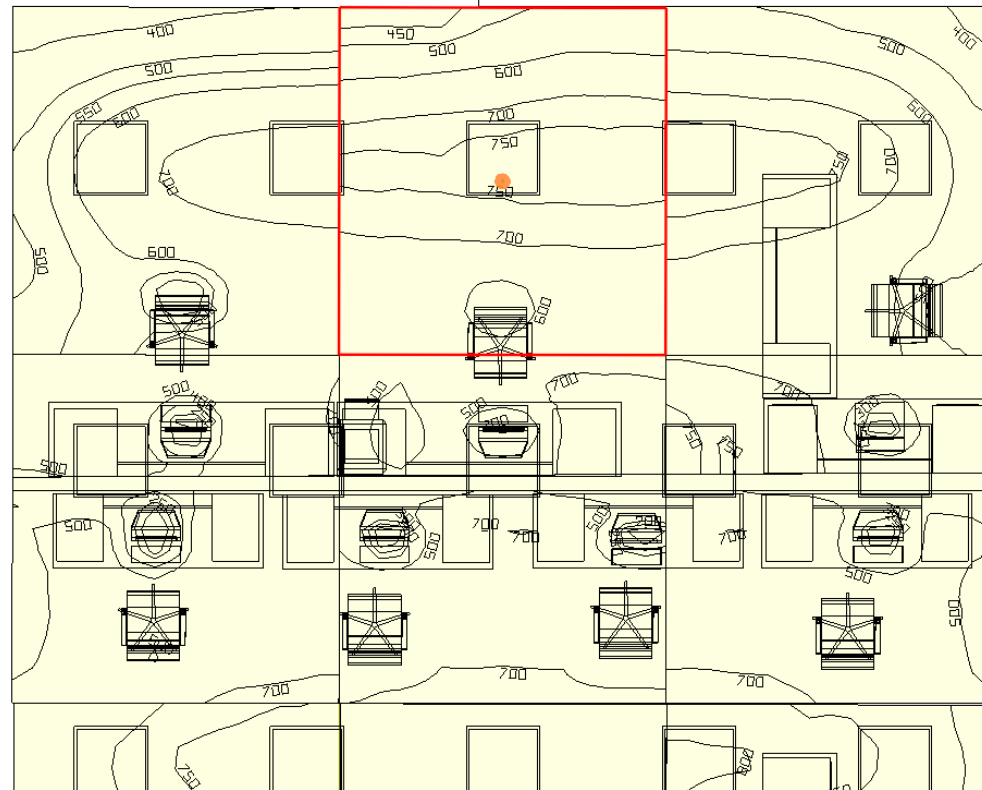
▼	▶	Zona 6 Comercial y SG	444 lx	0.005	🔍
▼	▶	Zona 6 Financiero 2	604 lx	0.39	🔍
▼	▶	Zona 6 Financiero SST	617 lx	0.35	🔍
▼	▶	Zona 6 MA	572 lx	0.17	🔍
▼	▶	Zona 7 Comercial y SG	599 lx	0.63	🔍
▼	▶	Zona 7 Financiero 2	624 lx	0.34	🔍
▼	▶	Zona 7 Financiero SST	543 lx	0.31	🔍
▼	▶	Zona 7 MA	534 lx	0.48	🔍
▼	▶	Zona 8 Comercial y SG	533 lx	0.52	🔍
▼	▶	Zona 8 Financiero 2	566 lx	0.015	🔍
▼	▶	Zona 8 Financiero SST	589 lx	0.27	🔍
▼	▶	Zona 8 MA			🔍

Oficina
Financiero



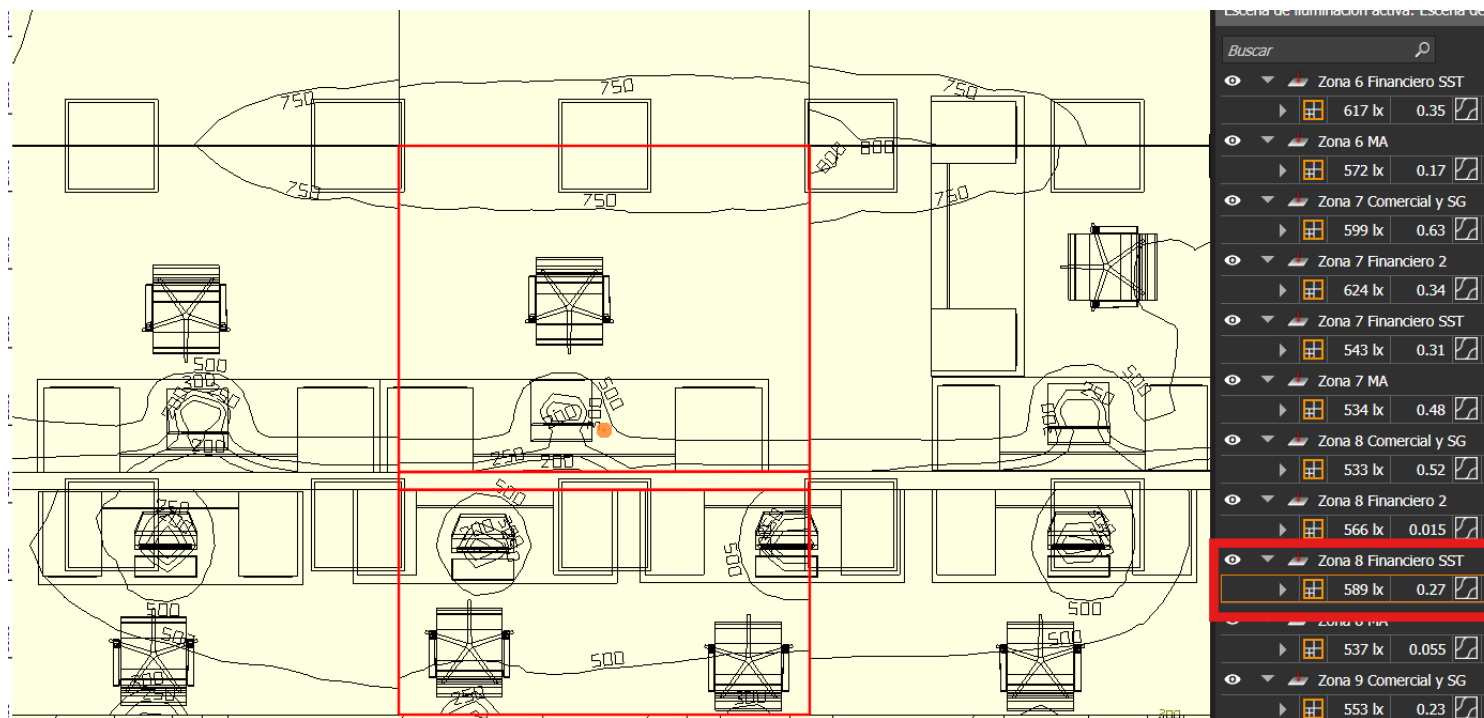
13.0			
Oficina Financiero			
Zona 1			
532 lx	0.21		
15.0			
Zona 2			
578 lx	0.76		
14.2			
Zona 3			
515 lx	0.099		
14.4			
Zona 4			
626 lx	0.77		
13.9			
Zona 5			
566 lx	0.38		
12.0			
Zona 6			
551 lx	0.65		
11.6			
Oficina TR			
Pasillo Reciclaje			

Financiero /
Crédito y
Cobranza

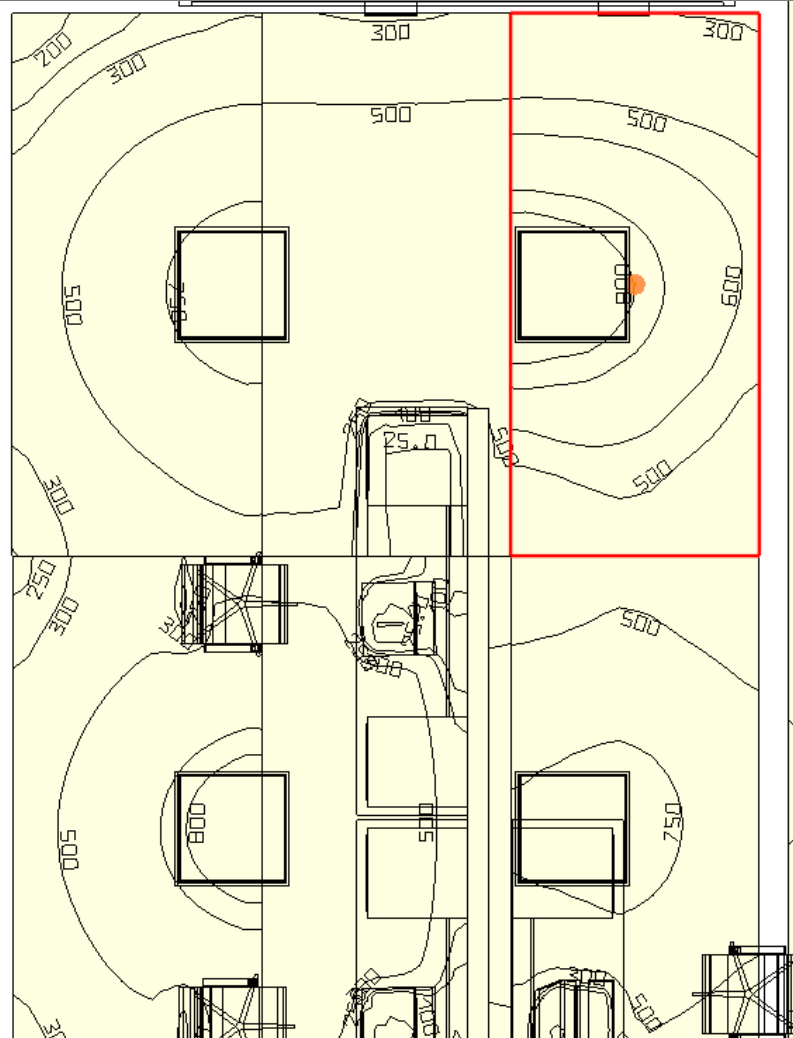


▶	Zona 1 Financiero SST	597 lx	0.087	
▶	Zona 1 MA	500 lx	0.34	
▶	Zona 1 Sala Espera	239 lx	0.28	
▶	Zona 2 Comercial y SG	694 lx	0.16	
▶	Zona 2 Financiero 2	667 lx	0.65	
▶	Zona 2 Financiero SST	680 lx	0.43	
▶	Zona 2 MA	580 lx	0.016	
▶	Zona 2 Sala Espera	323 lx	0.031	
▶	Zona 3 Comercial y SG	614 lx	0.38	
▶	Zona 3 Financiero 2	632 lx	0.56	
▶	Zona 3 Financiero SST	650 lx	0.46	
▶	Zona 3 MA	581 lx	0.51	
▶	Zona 3 Sala Espera	278 lx	0.19	

Financiero 1 y
SST

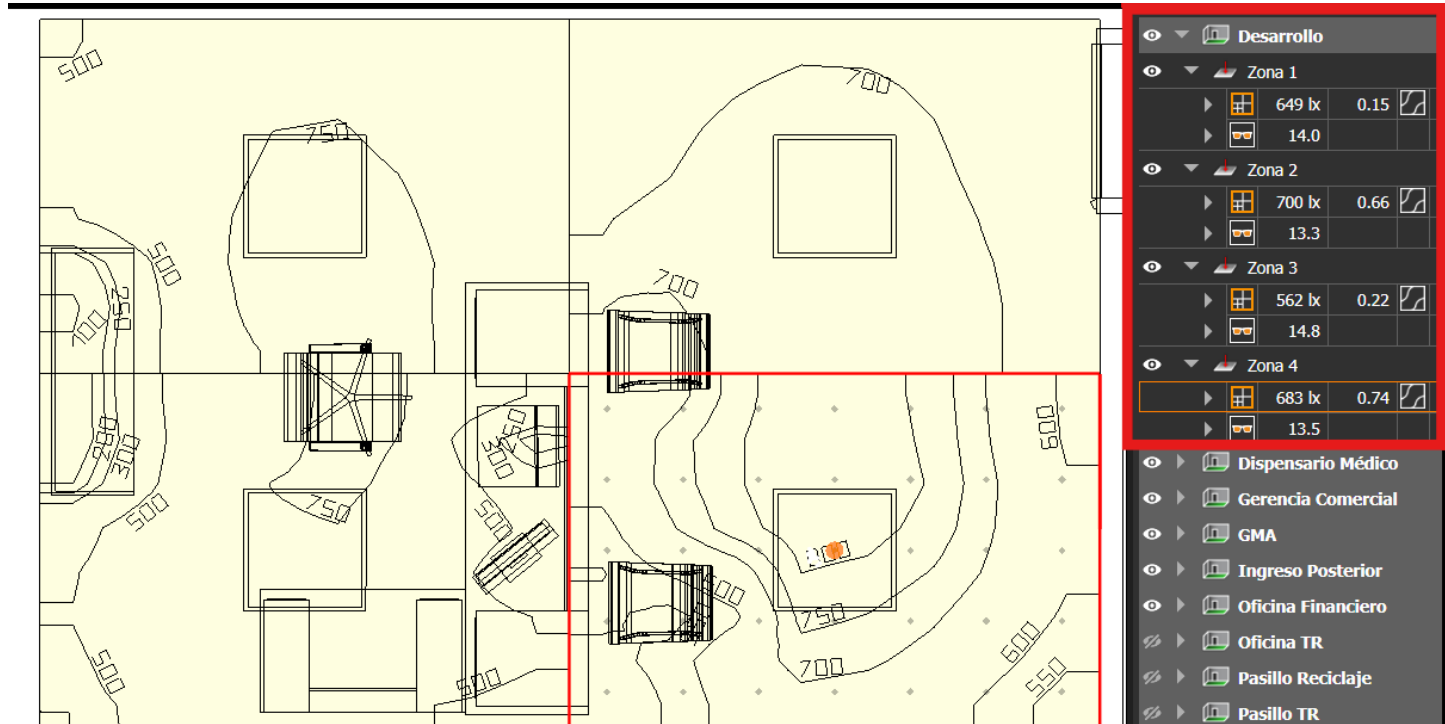


Mantenimiento

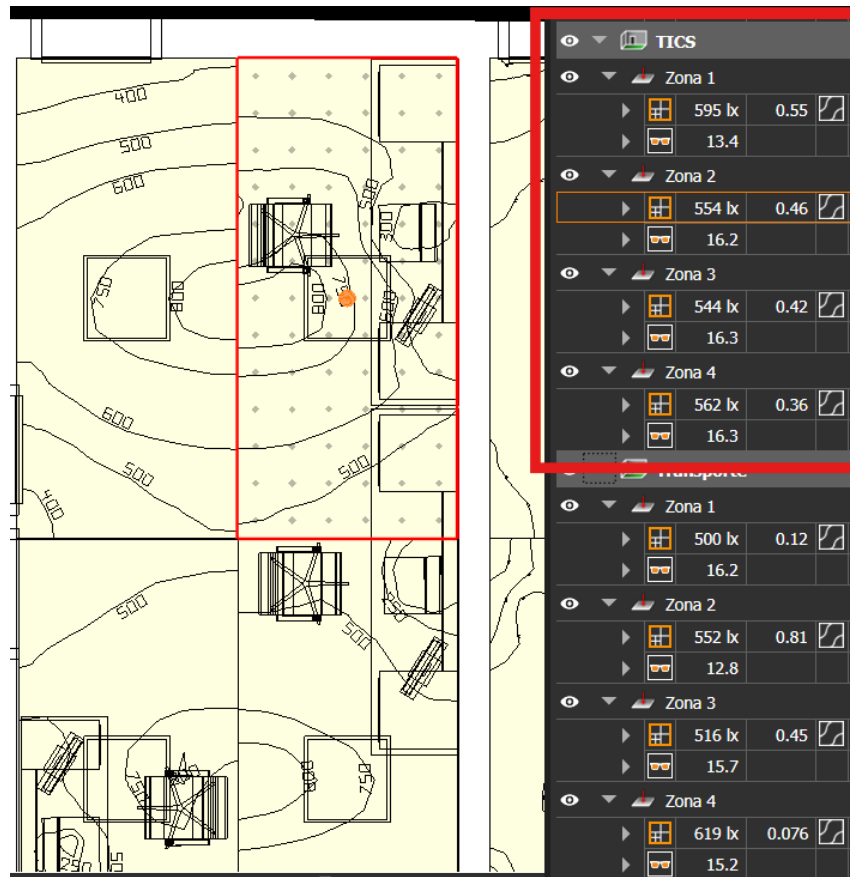


▼	Zona 3 Comercial y SG	614 lx	0.38
▼	Zona 3 Financiero 2	632 lx	0.56
▼	Zona 3 Financiero SST	650 lx	0.46
▼	Zona 3 MA	581 lx	0.51
▼	Zona 3 Sala Espera	278 lx	0.19
▼	Zona 4 Comercial y SG	607 lx	0.13
▼	Zona 4 Financiero 2	575 lx	0.43
▼	Zona 4 Financiero SST	594 lx	0.29
▼	Zona 4 MA	521 lx	0.47
▼	Zona 4 Sala Espera	259 lx	0.057
▼	Zona 5 Comercial y SG	736 lx	0.38
▼	Zona 5 Financiero 2	608 lx	0.31
▼	Zona 5 Financiero SST	636 lx	0.13

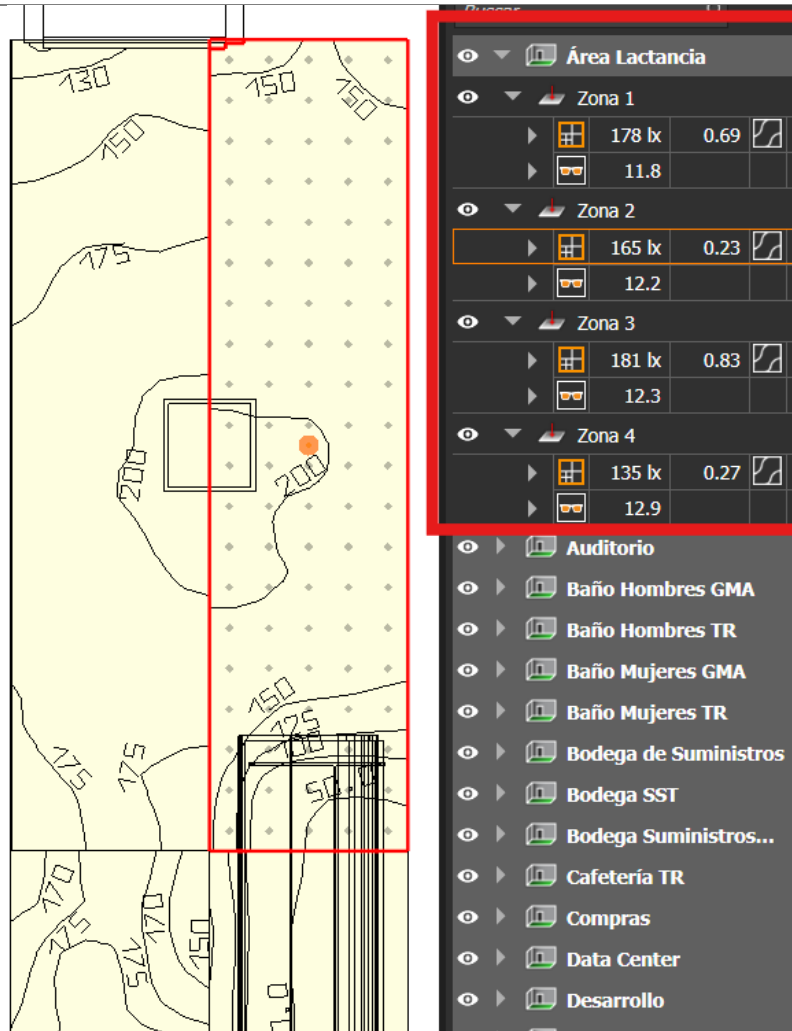
Desarrollo



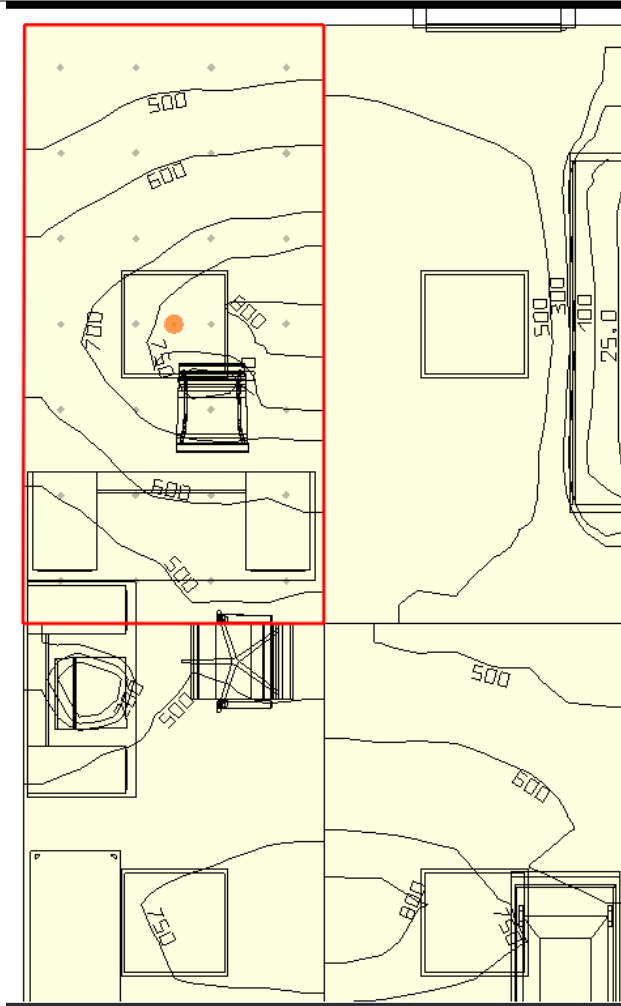
TICS



Lactancia



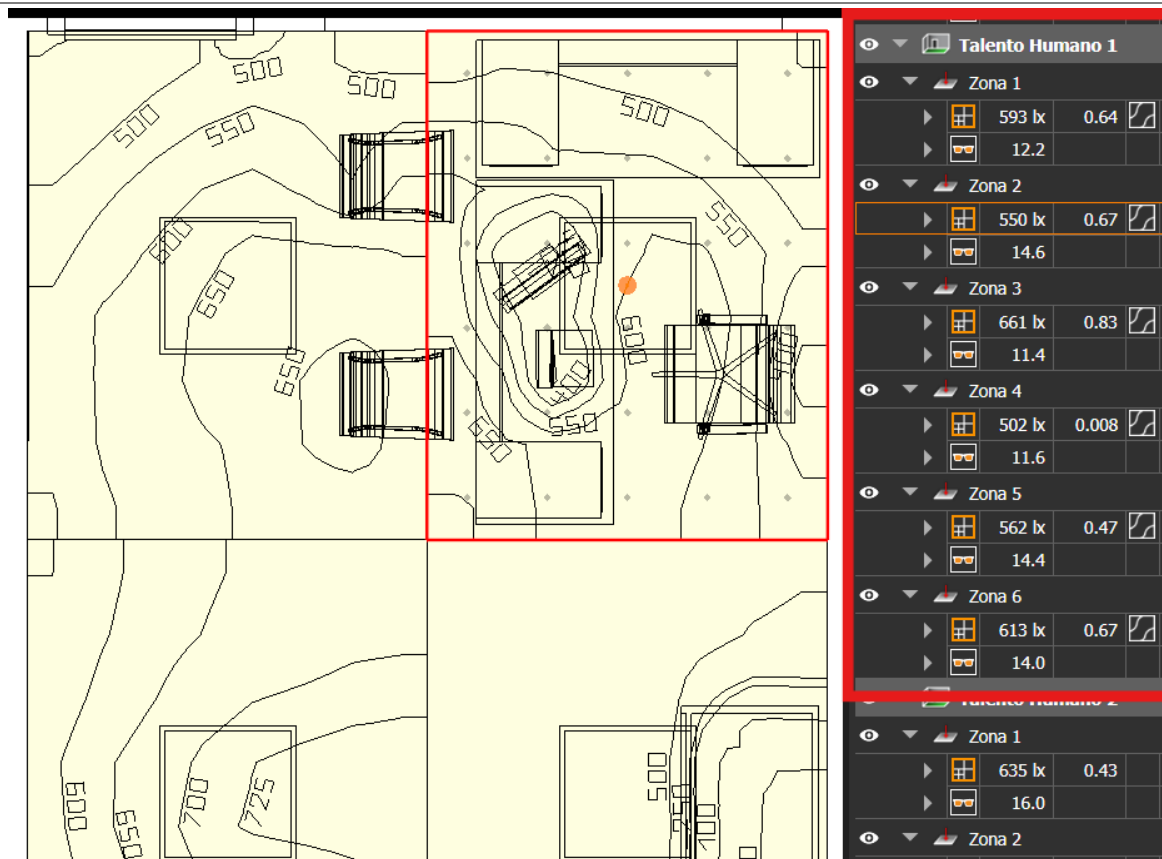
Dispensario
Médico



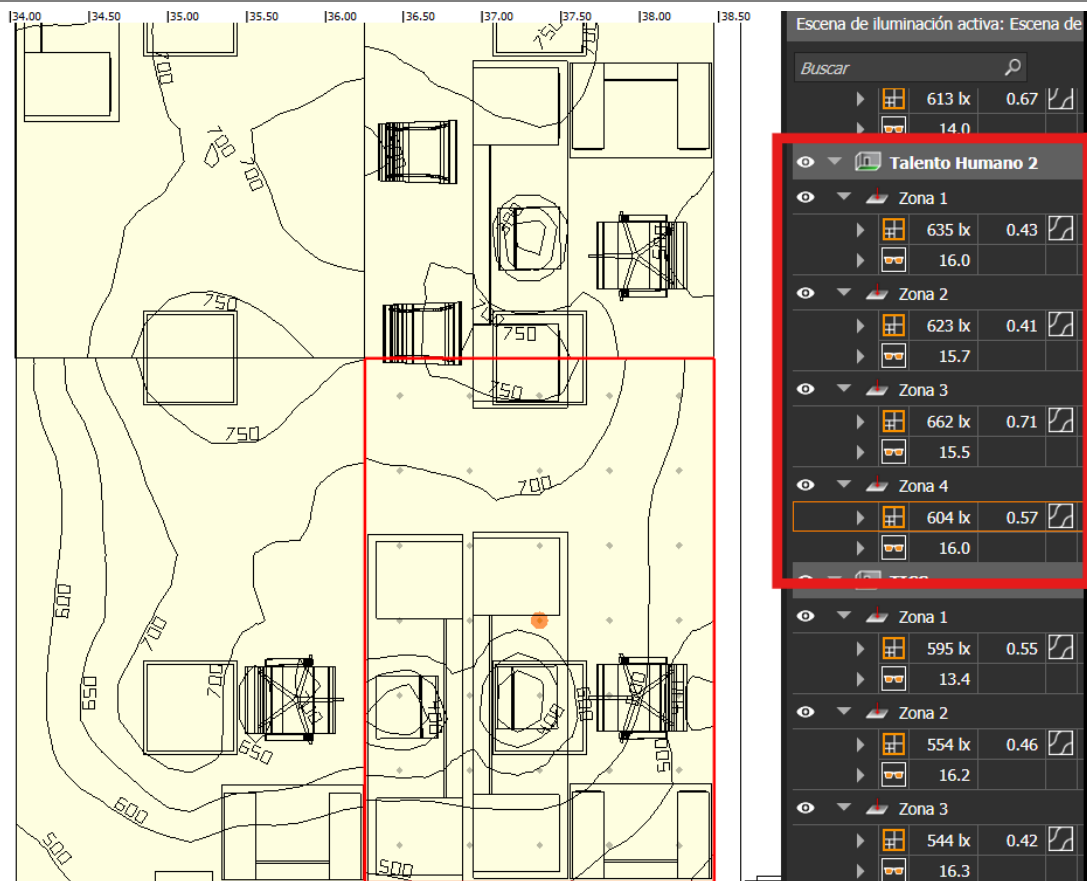
Buscar

Dispensario Médico			
Zona 1			
▶	602 lx	0.67	🗑️
▶	14.5		
Zona 2			
▶	508 lx	0.011	🗑️
▶	13.1		
Zona 3			
▶	574 lx	0.22	🗑️
▶	16.5		
Zona 4			
▶	594 lx	0.53	🗑️
▶	13.6		
Gerencia Comercial			
GMA			
Ingreso Posterior			
Oficina Financiero			
Oficina TR			
Pasillo Reciclaje			
Pasillo TR			
Sala Hong Kong			
Zona 1			
▶	640 lx	0.71	🗑️
▶	11.8		
Zona 2			
▶	640 lx	0.70	🗑️

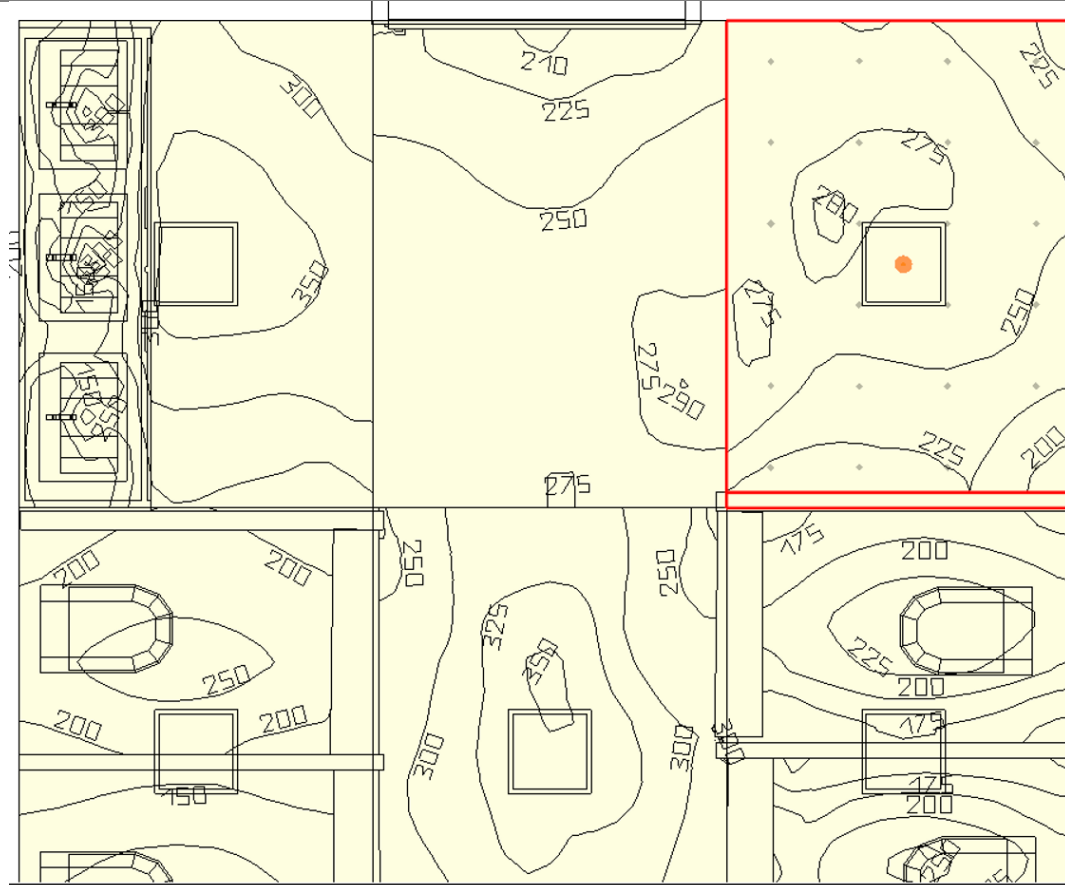
Talento Humano
1



Talento Humano
2

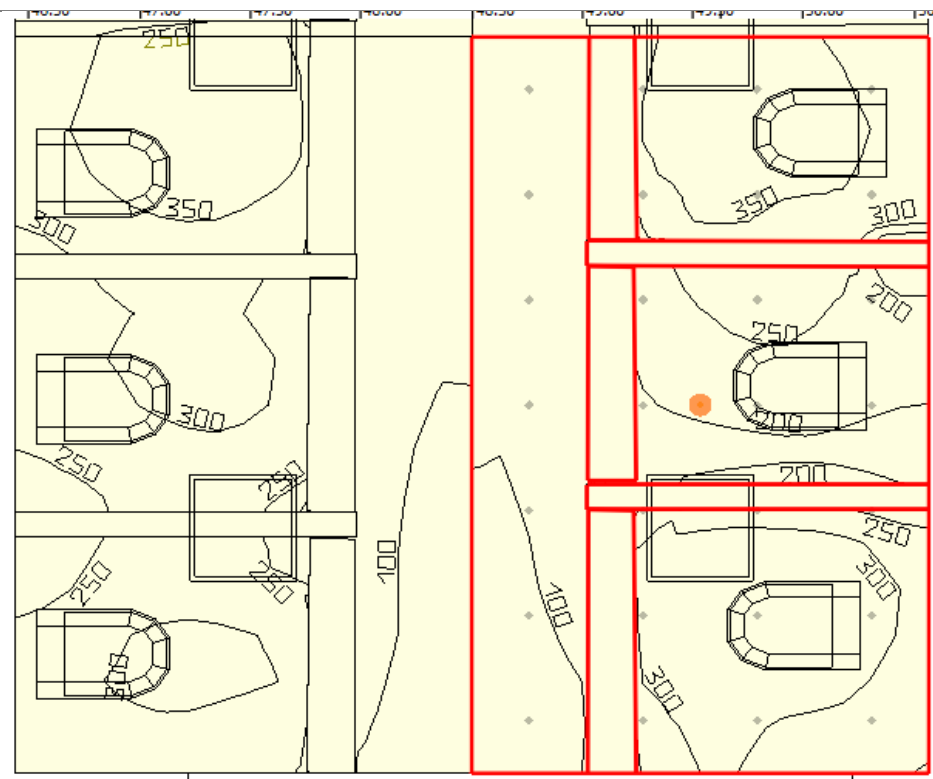


Baños Mujeres
GMA



Baño Mujeres GMA			
Zona 1			
▸	273 lx	0.37	🗒
▸	17.4		
Zona 2			
▸	257 lx	0.81	🗒
▸	16.4		
Zona 3			
▸	254 lx	0.77	🗒
▸	16.5		
Zona 4			
▸	205 lx	0.13	🗒
▸	12.1		
Zona 5			
▸	303 lx	0.66	🗒
▸	14.7		
Zona 6			
▸	204 lx	0.68	🗒
▸	11.8		
Zona 7			
▸	214 lx	0.11	🗒
▸	11.5		
Zona 8			
▸	283 lx	0.73	🗒
▸	14.9		
Zona 9			
▸	218 lx	0.55	🗒

Baños Hombres
GMA



Escena de iluminación activa: Escena de

Buscar 🔍

▶ 12.9

👁 Auditorio

👁 Baño Hombres GMA

👁 Zona 1

▶	🏠	254 lx	0.002	📐
▶	🔦	12.9		

👁 Zona 2

▶	🏠	259 lx	0.000	📐
▶	🔦	13.8		

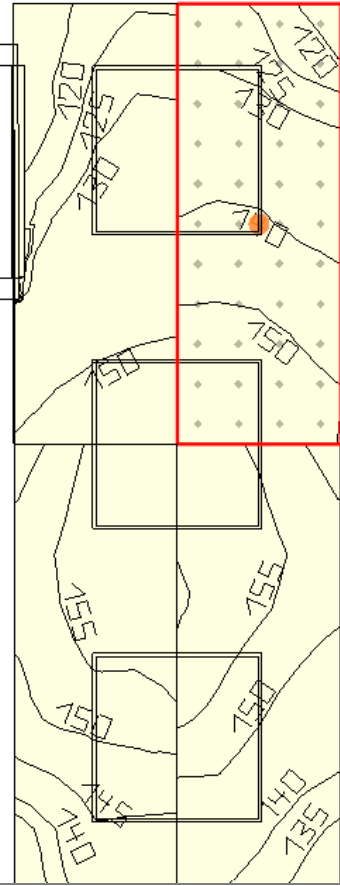
👁 Zona 3

▶	🏠	246 lx	0.32	📐
▶	🔦	< 10		

👁 Zona 4

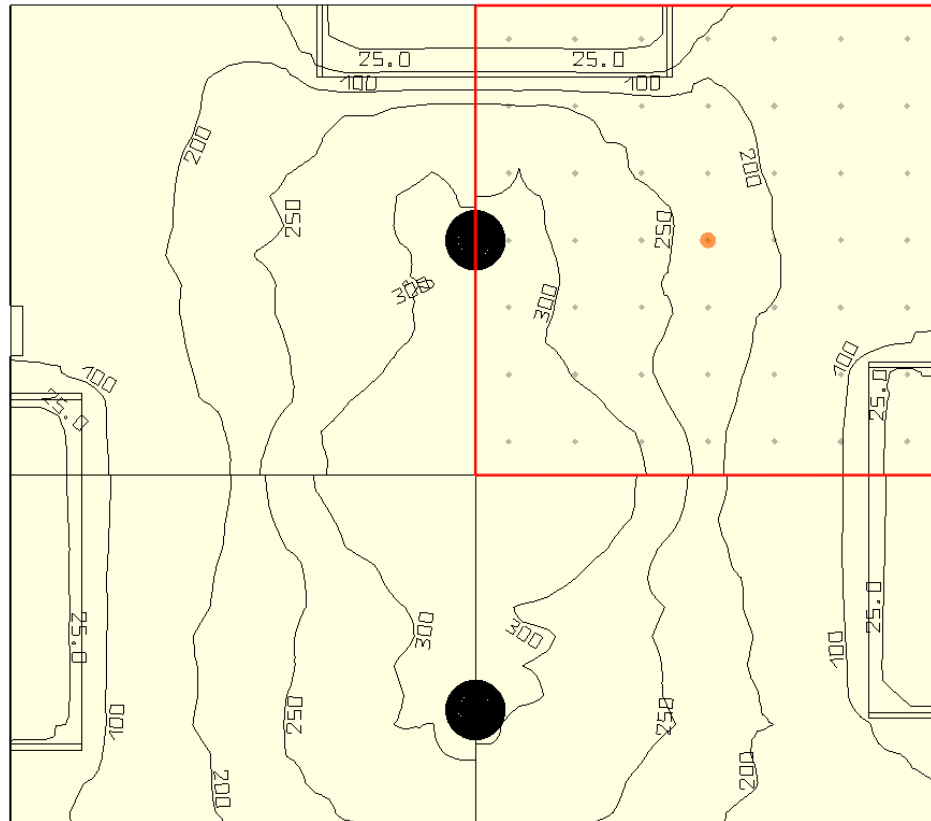
▶	🏠	237 lx	0.34	📐
▶	🔦	10.5		

Bodega SST



Bodega de Suministros			
Bodega SST			
Zona 1			
137 lx	0.78		
< 10			
Zona 2			
140 lx	0.85		
< 10			
Zona 3			
152 lx	0.89		
< 10			
Zona 4			
150 lx	0.89		
< 10			
Bodega Suministros			
Zona 1			
195 lx	0.00		
18.4			
Zona 2			
189 lx	0.00		
17.6			
Zona 3			
178 lx	0.00		

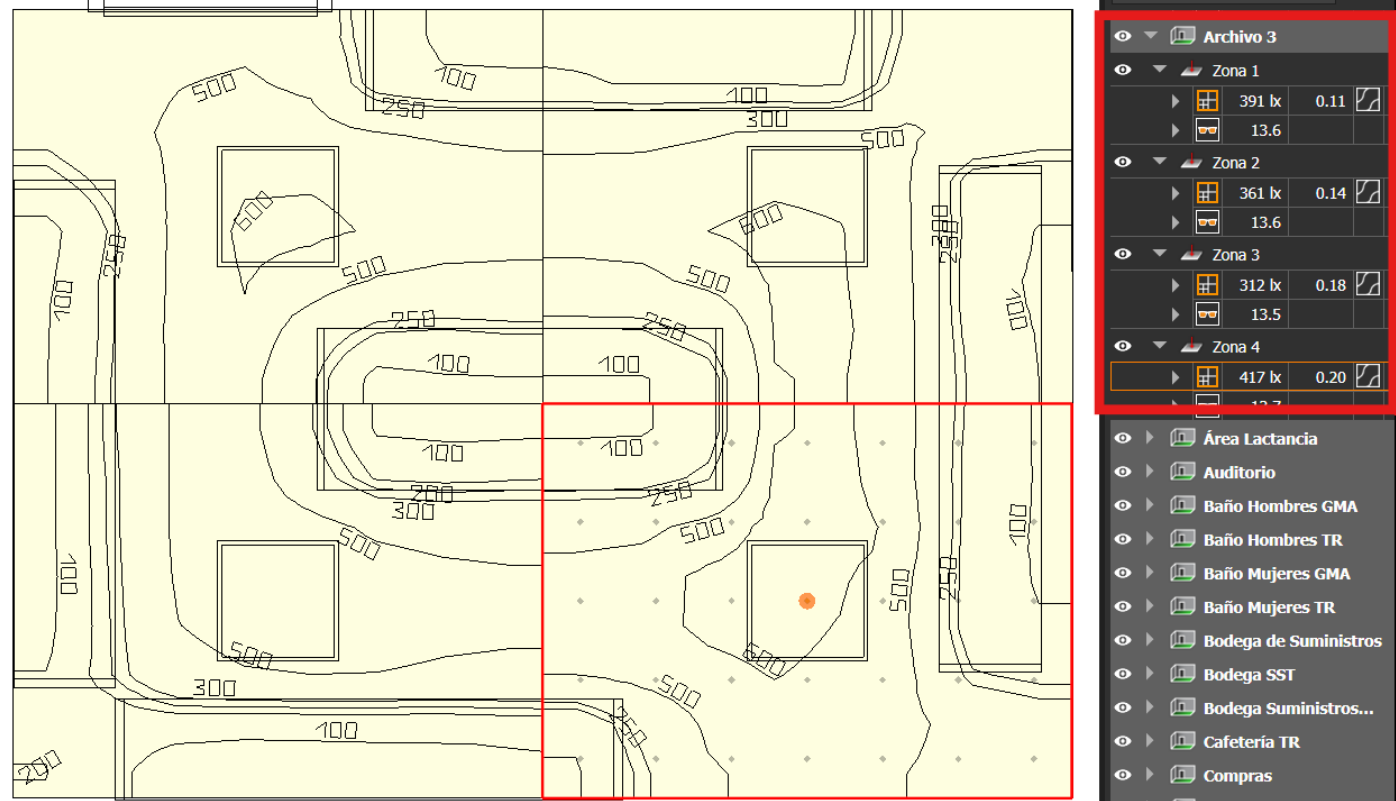
Bodega
Suministros MA



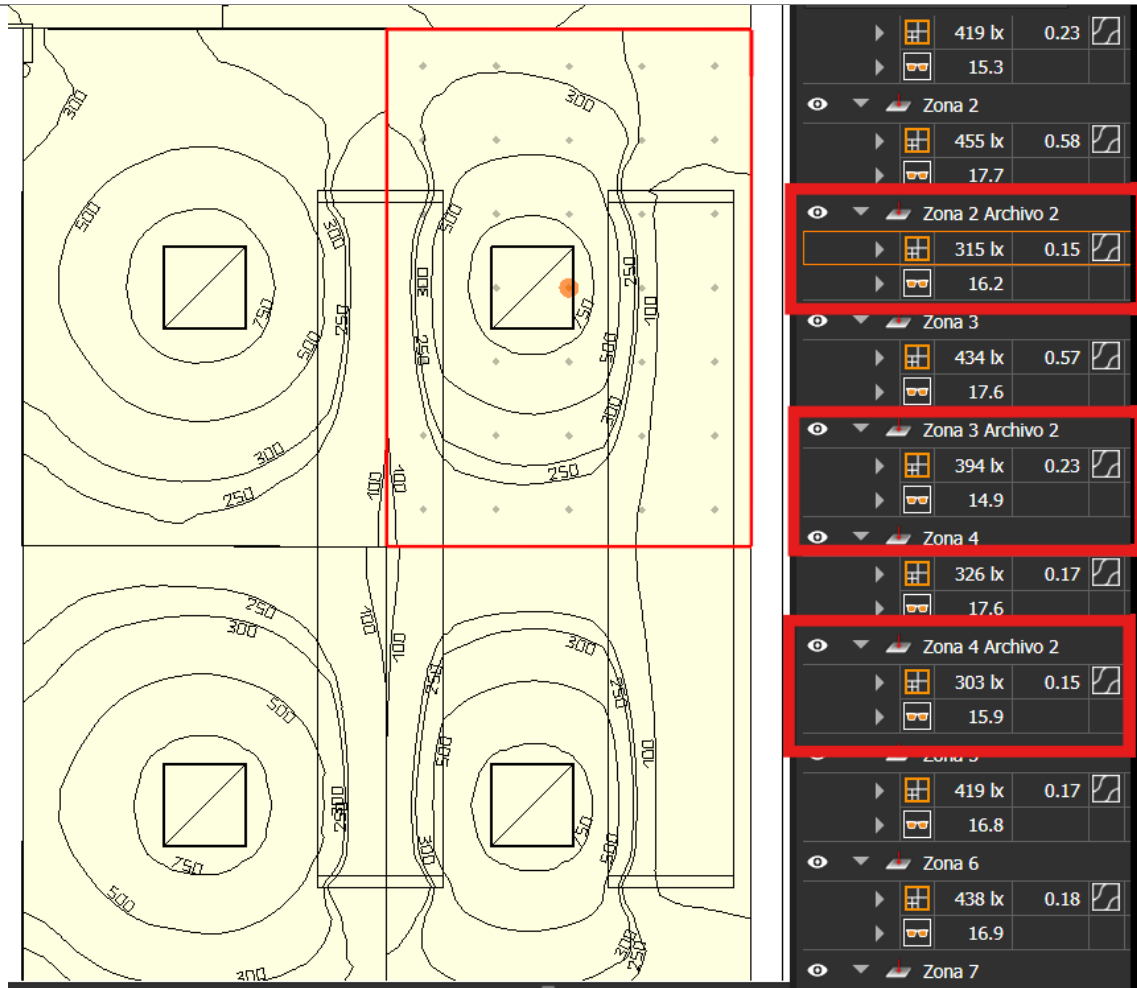
Buscar

▼	Zona 4	150 lx	0.89	
		< 10		
▼	Bodega Suministros...			
▼	Zona 1	195 lx	0.00	
		18.4		
▼	Zona 2	189 lx	0.00	
		17.6		
▼	Zona 3	179 lx	0.00	
		15.2		
▼	Zona 4	178 lx	0.00	
		17.6		
▼	Cafeteria TR			
▼	Compras			
▼	Data Center			
▼	Desarrollo			
▼	Dispensario Médico			
▼	Zona 1	602 lx	0.67	
		14.5		
▼	Zona 2	508 lx	0.011	

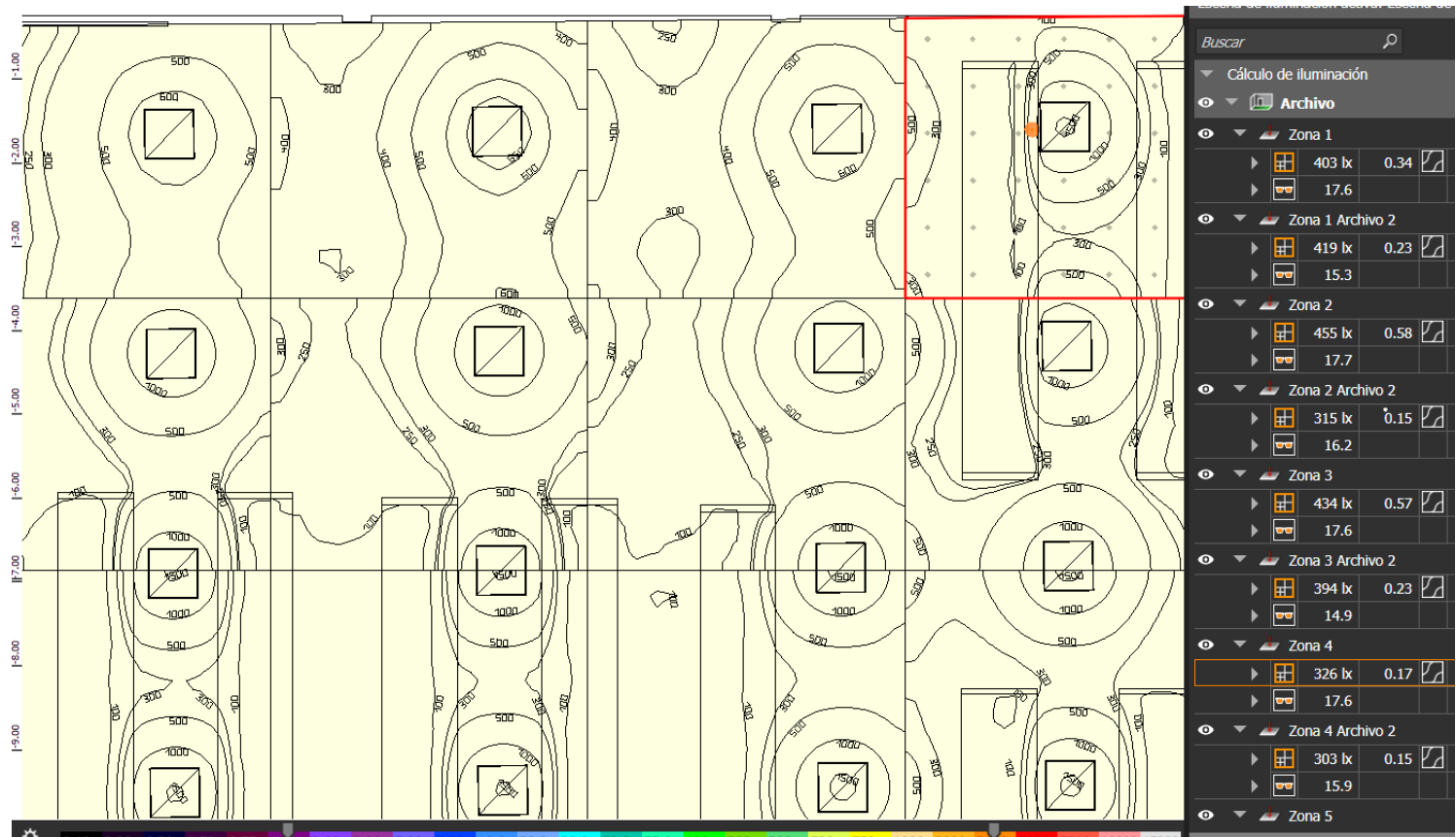
Archivo 3



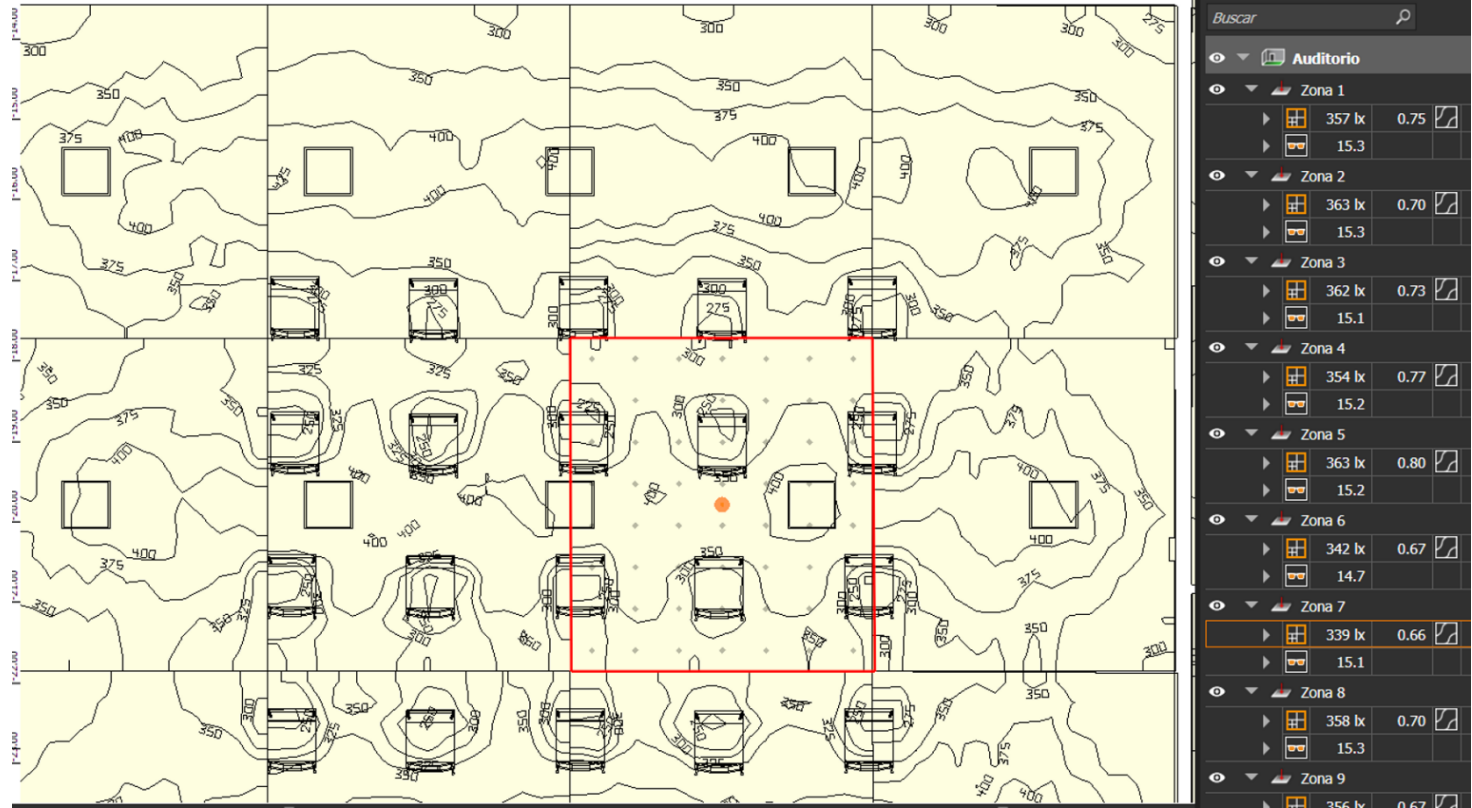
Archivo 2



Archivo 1



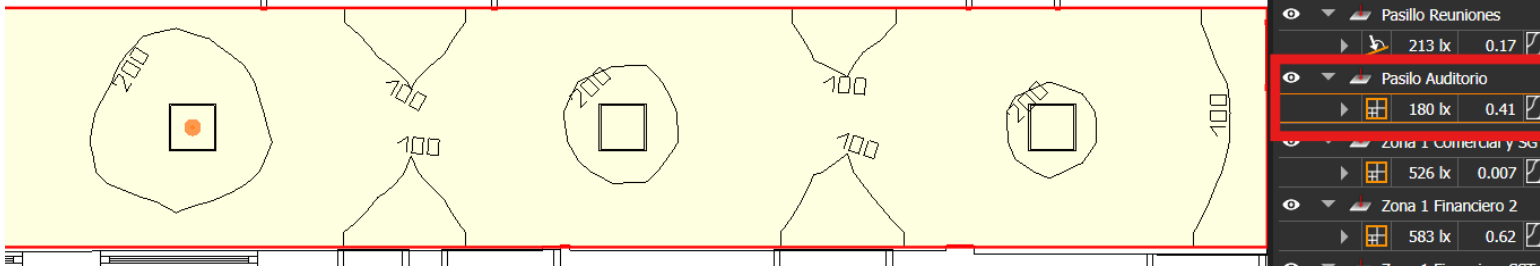
Auditorio



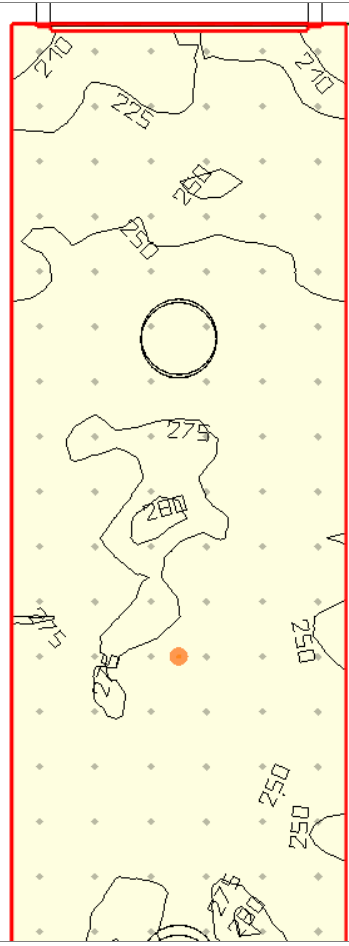
Nota. En el Anexo 10 se presentan los diagramas de iluminación en la Planta Baja, cumpliendo con los niveles mínimos recomendados por la UNE 12464-1.

Anexo 11

Simulación Iluminación Pasillos y Áreas de Circulación

Nro. Piso	Área	Gráfica
PISO 1	Pasillo Auditorio	

Pasillo
Reciclaje



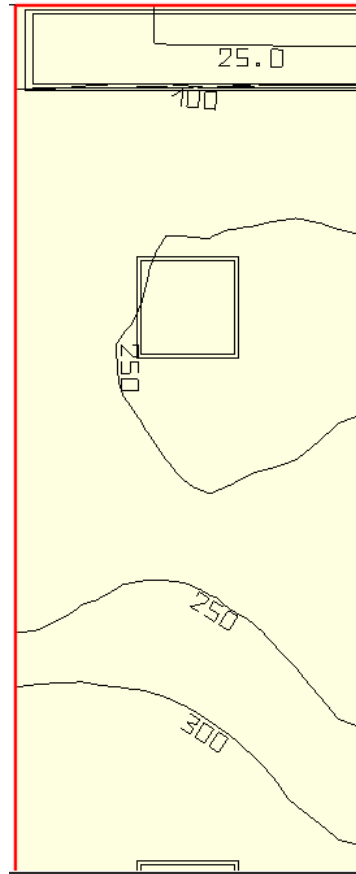
Buscar

▼ Cálculo de iluminación

▶ Pasillo Reciclaje

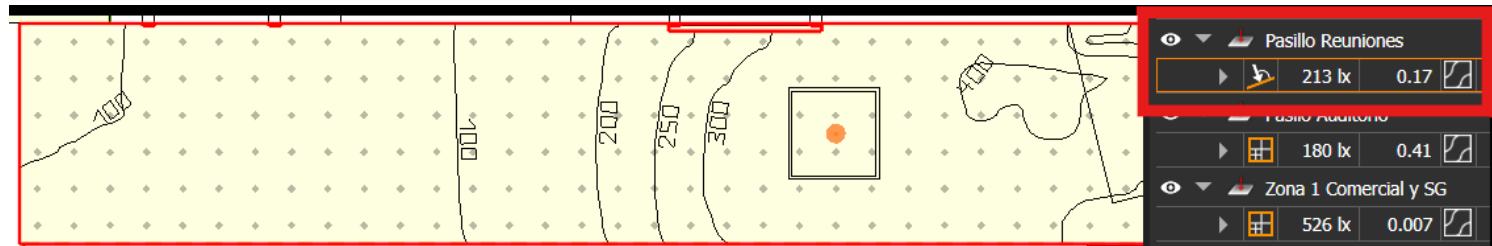
▶	257 lx	0.78	
▶	12.5		

Pasillo
GMA



▼	👁	Zona 9 Área Recepción	▶	376 lx	0.60	🗑
▼	👁	Pasillo GMA	▶	382 lx	0.054	🗑
▼	👁	Pasillo Recorrido	▶	213 lx	0.17	🗑
▼	👁	Pasillo Auditorio	▶	180 lx	0.41	🗑
▼	👁	Zona 1 Comercial y SG	▶	526 lx	0.007	🗑
▼	👁	Zona 1 Financiero 2	▶	583 lx	0.62	🗑
▼	👁	Zona 1 Financiero SST	▶	597 lx	0.087	🗑
▼	👁	Zona 1 MA	▶	500 lx	0.34	🗑
▼	👁	Zona 1 Sala Espera	▶	239 lx	0.28	🗑
▼	👁	Zona 2 Comercial y SG	▶	694 lx	0.16	🗑
▼	👁	Zona 2 Financiero 2	▶	667 lx	0.65	🗑
▼	👁	Zona 2 Financiero SST	▶	680 lx	0.43	🗑

Pasillo
Reunione
s



Pasillo
TR



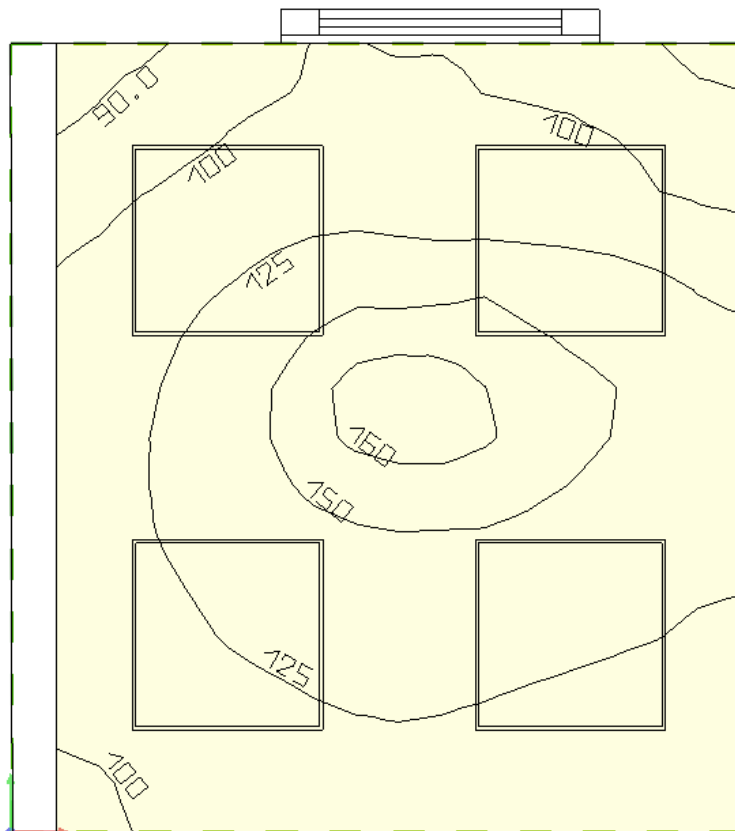
▼ Cálculo de iluminación

☺ ▼ Zona 1

▶		165 lx	0.50	
▶		13.1		

PISO 2

Gradas a
FMA

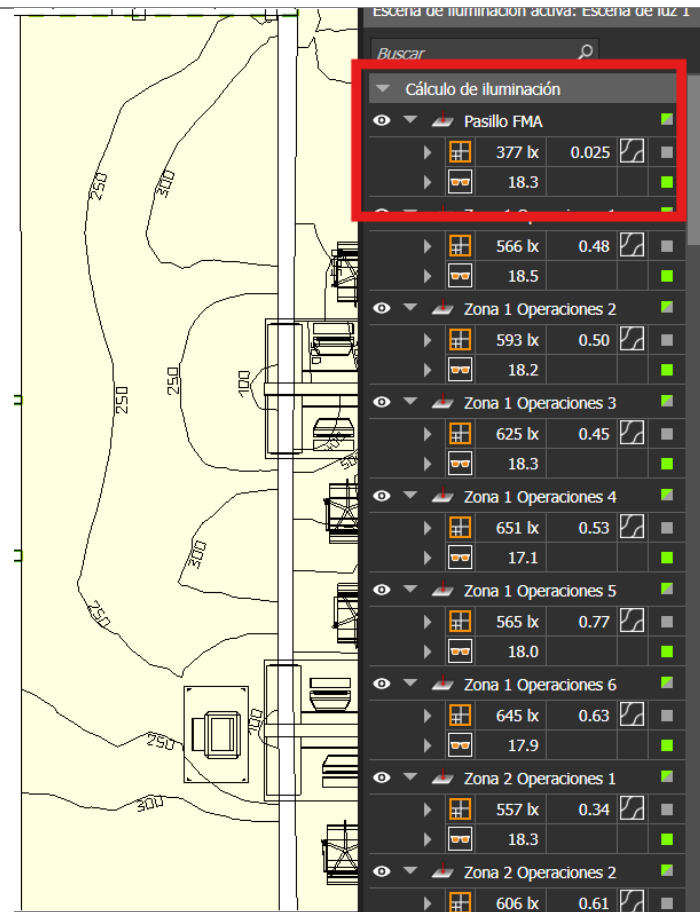


Buscar

▼ Cálculo de iluminación

- Gradas FMA
- 123 lx 0.71
- < 10

Pasillo
FMA



Nota. En el Anexo 11 se presentan los diagramas de iluminación de las áreas de circulación y pasillos en la Planta Baja y Alta, cumpliendo con los niveles mínimos recomendados por la UNE 12464-1.

Anexo 12

Comparación Niveles de Iluminación Actual vs. Adecuación

Nro.	Área	Punto de Medición	Nivel de iluminación recomendada por la UNE 12464-1	Nivel Iluminación (Actual)	Nivel iluminación (Propuesta)	Observaciones
Piso 2	Cafetería Gerencia	1	200	456	237	Cumple
		2	200	427	258	Cumple
		3	200	526	244	Cumple
		4	200	589	266	Cumple
		5	200	0	0	Zona a evaluar recae en área no accesible
		6	100	402	175	Existe área de circulación
		7	200	752	235	Cumple
		8	200	0	0	Zona a evaluar recae en área no accesible
		9	100	403	175	Existe área de circulación
Piso 2	Gerencia General	1	500	723	565	Cumple
		2	500	730	659	Cumple
		3	500	732	558	Cumple
		4	500	789	634	Cumple
		5	500	756	728	Cumple
		6	500	770	514	Cumple
		7	500	602	580	Cumple
		8	500	578	671	Cumple
		9	500	564	573	Cumple
Piso 2	Gerencia Operaciones	1	500	641	533	Cumple
		2	500	687	670	Cumple
		3	500	540	504	Cumple
		4	500	529	591	Cumple
Piso 2	Gerencia Ad. Financiera	1	500	650	540	Cumple
		2	500	687	639	Cumple
		3	500	697	579	Cumple
		4	500	702	668	Cumple
Piso 2	Recepción Gerencias y Sala de Espera	1	500	678	565	Cumple
		2	500	689	645	Cumple
		3	500	661	647	Cumple

	4	500	645	548	Cumple
Sala de Reuniones (Recepción)	1	500	560	551	Cumple
	2	500	564	519	Cumple
	3	500	582	518	Cumple
	4	500	576	518	Cumple
Archivo	1	300	603	428	Cumple
	2	300	605	429	Cumple
	3	300	623	431	Cumple
	4	300	597	436	Cumple
Sala de Reuniones (Norte)	1	500	621	610	Cumple
	2	500	624	608	Cumple
	3	500	627	612	Cumple
	4	500	624	604	Cumple
Operaciones 1	1	500	489	566	Cumple
	2	500	453	558	Cumple
	3	500	687	589	Cumple
	4	500	678	590	Cumple
Operaciones 2	1	500	851	593	Cumple
	2	500	598	606	Cumple
	3	500	859	597	Cumple
	4	500	623	610	Cumple
Operaciones 3	1	500	864	625	Cumple
	2	500	862	647	Cumple
	3	500	726	621	Cumple
	4	500	798	640	Cumple
	5	500	791	680	Cumple
	6	500	697	650	Cumple
	7	500	702	702	Cumple
	8	500	705	733	Cumple
	9	500	712	686	Cumple
Operaciones 4	1	500	839	652	Cumple
	2	500	823	676	Cumple
	3	500	724	646	Cumple
	4	500	854	623	Cumple
	5	500	856	647	Cumple
	6	500	746	639	Cumple
	7	500	805	511	Cumple
	8	500	789	520	Cumple
	9	500	787	508	Cumple
Operaciones 5	1	500	816	565	Cumple
	2	500	807	569	Cumple
	3	500	796	554	Cumple
	4	500	824	679	Cumple

		5	500	814	690	Cumple
		6	500	812	668	Cumple
		7	500	886	637	Cumple
		8	500	879	652	Cumple
		9	500	854	630	Cumple
	Operaciones 6	1	500	879	645	Cumple
		2	500	875	656	Cumple
		3	500	869	651	Cumple
		4	500	901	640	Cumple
		5	500	891	657	Cumple
		6	500	873	641	Cumple
		7	500	853	626	Cumple
		8	500	849	628	Cumple
		9	500	851	642	Cumple
	Sala de Reuniones Sur	1	500	715	599	Cumple
		2	500	719	542	Cumple
		3	500	723	592	Cumple
		4	500	724	598	Cumple
	Cafetería FMA	1	200	718	234	Cumple
		2	200	721	235	Cumple
		3	200	718	230	Cumple
		4	200	726	229	Cumple
	Comedor	1	200	384	239	Cumple
		2	200	367	247	Cumple
		3	200	355	265	Cumple
		4	200	323	227	Cumple
		5	200	326	211	Cumple
		6	200	324	297	Cumple
		7	200	426	236	Cumple
		8	200	417	240	Cumple
		9	200	434	260	Cumple
	Comedor 2	1	200	0	215	Cumple
		2	200	323	232	Cumple
		3	200	419	213	Cumple
		4	200	423	224	Cumple
Piso 1	Oficina Transporte	1	500	864	524	Cumple
		2	500	871	669	Cumple
		3	500	856	609	Cumple
		4	500	876	676	Cumple
		5	500	887	672	Cumple
		6	500	886	522	Cumple
	Baños Mujeres TR	1	200	743	280	Cumple
		2	200	745	295	Cumple

	3	200	742	278	Cumple
	4	200	749	296	Cumple
Baños Hombres TR	1	200	742	256	Cumple
	2	200	741	281	Cumple
	3	200	748	292	Cumple
	4	200	752	300	Cumple
Cafetería TR	1	200	723	280	Cumple
	2	200	724	427	Cumple
	3	200	719	247	Cumple
	4	200	717	224	Cumple
Sala de Reuniones TR	1	500	821	610	Cumple
	2	500	817	588	Cumple
	3	500	798	657	Cumple
	4	500	779	647	Cumple
	5	500	823	606	Cumple
	6	500	764	605	Cumple
Seguridad Física	1	500	854	689	Cumple
	2	500	814	626	Cumple
	3	500	829	724	Cumple
	4	500	834	707	Cumple
	5	500	854	612	Cumple
	6	500	847	595	Cumple
Operaciones Transporte	1	500	654	526	Cumple
	2	500	698	557	Cumple
	3	500	678	524	Cumple
	4	500	741	630	Cumple
	5	500	745	636	Cumple
	6	500	756	635	Cumple
	7	500	761	574	Cumple
	8	500	764	604	Cumple
	9	500	787	553	Cumple
Recepción	1	300	856	390	Cumple
	2	300	861	358	Cumple
	3	300	853	396	Cumple
	4	300	870	388	Cumple
	5	300	760	341	Cumple
	6	300	755	385	Cumple
	7	300	762	392	Cumple
	8	300	759	370	Cumple
	9	300	757	376	Cumple
Sala de Espera - Ingreso Posterior	1	200	712	233	Cumple
	2	200	710	242	Cumple
	3	200	687	236	Cumple

	4	200	672	239	Cumple
Sala de Espera	1	200	857	239	Cumple
	2	200	862	323	Cumple
	3	200	846	278	Cumple
	4	200	861	259	Cumple
Sala Rotterdam	1	500	856	591	Cumple
	2	500	854	599	Cumple
	3	500	849	615	Cumple
	4	500	851	637	Cumple
Sala Singapur	1	500	857	536	Cumple
	2	500	853	519	Cumple
	3	500	851	563	Cumple
	4	500	853	505	Cumple
Gerencia Comercial	1	500	745	545	Cumple
	2	500	752	533	Cumple
	3	500	751	578	Cumple
	4	500	743	585	Cumple
Sala Hong Kong	1	500	854	637	Cumple
	2	500	853	636	Cumple
	3	500	849	649	Cumple
	4	500	852	652	Cumple
Bodega Compras	1	300	742	362	Cumple
	2	300	739	385	Cumple
	3	300	738	367	Cumple
	4	300	741	442	Cumple
Compras	1	500	524	562	Cumple
	2	500	715	635	Cumple
	3	500	678	575	Cumple
	4	500	675	516	Cumple
	5	500	681	607	Cumple
	6	500	669	569	Cumple
	7	500	567	622	Cumple
	8	500	625	551	Cumple
	9	500	497	632	Cumple
Comercial y Sistemas de Gestión	1	500	874	526	Cumple
	2	500	869	694	Cumple
	3	500	872	614	Cumple
	4	500	806	607	Cumple
	5	500	789	736	Cumple
	6	500	783	564	Cumple
	7	500	236	599	Cumple
	8	500	660	533	Cumple
	9	500	652	553	Cumple

Oficina Financiero	1	500	674	543	Cumple
	2	500	675	580	Cumple
	3	500	664	518	Cumple
	4	500	678	630	Cumple
	5	500	681	560	Cumple
	6	500	683	553	Cumple
Financiero / Crédito y Cobranza	1	500	761	583	Cumple
	2	500	776	667	Cumple
	3	500	752	632	Cumple
	4	500	788	575	Cumple
	5	500	786	608	Cumple
	6	500	746	604	Cumple
	7	500	781	624	Cumple
	8	500	795	566	Cumple
	9	500	783	647	Cumple
Financiero 1 y SST	1	500	734	597	Cumple
	2	500	724	680	Cumple
	3	500	649	650	Cumple
	4	500	765	594	Cumple
	5	500	791	636	Cumple
	6	500	697	617	Cumple
	7	500	625	543	Cumple
	8	500	785	589	Cumple
	9	500	812	556	Cumple
Mantenimiento	1	500	624	500	Cumple
	2	500	603	580	Cumple
	3	500	631	581	Cumple
	4	500	705	521	Cumple
	5	500	687	550	Cumple
	6	500	675	572	Cumple
	7	500	587	534	Cumple
	8	500	583	537	Cumple
	9	500	624	507	Cumple
Desarrollo	1	500	754	649	Cumple
	2	500	749	700	Cumple
	3	500	761	562	Cumple
	4	500	758	683	Cumple
TICS	1	500	605	595	Cumple
	2	500	647	554	Cumple
	3	500	651	544	Cumple
	4	500	643	562	Cumple
Lactancia	1	100	468	178	Cumple
	2	100	466	165	Cumple

	3	100	463	181	Cumple
	4	100	467	135	Cumple
Dispensario Médico	1	500	558	602	Cumple
	2	500	541	514	Cumple
	3	500	552	576	Cumple
	4	500	549	591	Cumple
	1	500	765	597	Cumple
Talento Humano 1	2	500	762	556	Cumple
	3	500	764	665	Cumple
	4	500	763	502	Cumple
	5	500	771	559	Cumple
	6	500	769	610	Cumple
Talento Humano 2	1	500	521	630	Cumple
	2	500	524	620	Cumple
	3	500	525	659	Cumple
	4	500	504	600	Cumple
Baños Mujeres GMA	1	200	543	273	Cumple
	2	200	554	257	Cumple
	3	200	541	254	Cumple
	4	200	539	205	Cumple
	5	200	548	303	Cumple
	6	200	531	204	Cumple
	7	200	524	214	Cumple
	8	200	543	283	Cumple
	9	200	538	218	Cumple
Baños Hombres GMA	1	200	546	254	Cumple
	2	200	545	259	Cumple
	3	200	547	246	Cumple
	4	200	549	237	Cumple
Bodega SST	1	100	278	137	Cumple
	2	100	275	140	Cumple
	3	100	271	152	Cumple
	4	100	273	150	Cumple
Bodega Suministros MA	1	100	643	195	Cumple
	2	100	645	189	Cumple
	3	100	624	179	Cumple
	4	100	621	178	Cumple
Archivo 3	1	300	284	388	Cumple
	2	300	294	366	Cumple
	3	300	271	313	Cumple
	4	300	295	420	Cumple
Archivo 2	1	300	274	419	Cumple
	2	300	293	315	Cumple

	3	300	252	394	Cumple
	4	300	264	303	Cumple
Archivo 1	1	300	223	403	Cumple
	2	300	231	455	Cumple
	3	300	218	434	Cumple
	4	300	236	326	Cumple
	5	300	254	419	Cumple
	6	300	283	438	Cumple
	7	300	243	456	Cumple
	8	300	276	433	Cumple
	9	300	221	324	Cumple
	10	300	246	324	Cumple
	11	300	210	386	Cumple
	12	300	241	425	Cumple
	13	300	210	373	Cumple
	14	300	268	386	Cumple
	15	300	208	390	Cumple
	16	300	267	356	Cumple
Auditorio	1	300	587	357	Cumple
	2	300	615	364	Cumple
	3	300	613	365	Cumple
	4	300	614	350	Cumple
	5	300	598	363	Cumple
	6	300	621	339	Cumple
	7	300	619	342	Cumple
	8	300	603	359	Cumple
	9	300	595	360	Cumple
	10	300	624	349	Cumple
	11	300	625	348	Cumple
	12	300	621	363	Cumple
	13	300	597	325	Cumple
	14	300	612	347	Cumple
	15	300	624	365	Cumple
	16	300	623	358	Cumple
Pasillo Auditorio	1	100	807	180	Cumple
	2	100	576	180	Cumple
	3	100	715	180	Cumple
	4	100	845	180	Cumple
	5	100	831	180	Cumple
	6	100	574	180	Cumple
	7	100	442	180	Cumple
	8	100	386	180	Cumple
	9	100	421	180	Cumple

Piso 2		10	100	435	180	Cumple
		11	100	370	180	Cumple
		12	100	357	180	Cumple
		13	100	345	180	Cumple
		14	100	298	180	Cumple
	Pasillo Reciclaje	1	100	525	257	Cumple
		2	100	531	257	Cumple
		3	100	557	257	Cumple
		4	100	572	257	Cumple
	Pasillo GMA	1	100	622	382	Cumple
		2	100	601	382	Cumple
		3	100	570	382	Cumple
		4	100	530	382	Cumple
		5	100	524	382	Cumple
		6	100	455	382	Cumple
		7	100	468	382	Cumple
		8	100	446	382	Cumple
		9	100	459	382	Cumple
		10	100	461	382	Cumple
		11	100	619	382	Cumple
	12	100	597	382	Cumple	
	13	100	462	382	Cumple	
Pasillo Reuniones	1	100	845	213	Cumple	
	2	100	894	213	Cumple	
	3	100	854	213	Cumple	
	4	100	851	213	Cumple	
	5	100	856	213	Cumple	
Pasillo TR	1	100	724	165	Cumple	
	2	100	721	165	Cumple	
	3	100	687	165	Cumple	
Gradas a FMA	1	100	289	123	Cumple	
	2	100	271	123	Cumple	
	3	100	293	123	Cumple	
Pasillo FMA	1	100	758	377	Cumple	
	2	100	754	377	Cumple	
	3	100	752	377	Cumple	
	4	100	801	377	Cumple	
	5	100	798	377	Cumple	
	6	100	768	377	Cumple	
	7	100	791	377	Cumple	
	8	100	806	377	Cumple	
	9	100	810	377	Cumple	
	10	100	815	377	Cumple	

	11	100	746	377	Cumple
	12	100	728	377	Cumple

Nota. En el Anexo 12 se presentan los niveles de iluminación actual y los niveles de iluminación obtenidos en la adecuación con el software Dialux EVO.

Anexo 13

Rediseño de Circuitos de la Red Eléctrica de Iluminación

Ubicación	Nro. Circuito	Nro. Salidas	Lámpara	Cantidad	Potencia Nominal (W)	Corriente Nominal (A)
Piso 2 Noroeste (op1-op5)	1	10	HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
			Total		286	2.6
Piso 2 Gerencia Administrativa y Gerencia Operaciones	2	10	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20 W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	10	200	1.82
			SCHMITZ WILA 22W 66.4lm/W (0.127 x 0.127 x 0.115) m	2	44	0.4
			Total		244	2.22
Piso 2 Luz Sureste (op6-op9)	3	10	HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
			Total		286	2.6

Piso 2 Operaciones (op 13 a op10)	4	10	HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
		Total				286
Piso 2 Luz Archivo, Sala, gradadas	5	2	Hidealite Sky MP 4000K DALI Q-Box Micro 600mA 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	2	40	0.364
		4	Lightnet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18 W 111.7 lm/W (0.340 x 0.340 x 0.107) m	4	72	0.64
		4	Philips RC400B PSU W60L60 EL3 EM 1 xLED36S/830 3W 123.2 lm/W	4	12	0.108
		Total				124
Piso 2 Cafetería Baños	6	9	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur eloxiert MICROPRISMA Dali (0.400x0.400x0.038)	9	108	0.99
		1	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 300 WL-DL Aufbau 7W 3000K schwarz PMMA OPAL (0.300 x 0.300 x 0.038) m	1	7	0.06

			Total		115	1.05
Piso 2 Recepción Gerencia y sala reuniones	7	4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	4	72	0.64
		4	Hidealite Sky MP 4000K DALI Linect 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	90.8	0.84
			Total		162.8	1.48
Piso 2 Cafetería Baño Gerencia General	8	2	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W (0.379x0.379x0.100) m	2	24	0.22
		3	Lightnet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18W 111.7 lm/W (0.340 x 0.340 x 0.107) m	3	54	0.48
		1	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	1	18	0.16
			Total		96	0.86
Piso 2 Cafetería FMA y Sala reuniones	9	4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W (0.379x0.379x0.100) m	4	48	0.44

		6	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	6	120	1.092
			Total		168	1.532
Piso 2 Gerencia General	10	6	Philips RC402B POE W62L62 1 xLED28S/840 25.5W 109.7 lm/W (0.622 x 0.622 x 0.622 x 0.050) m	6	153	1.392
			Total		153	1.392
Piso 1 Compras, Bodega, Gerencia Comercial y Sala Hong Kong		6	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	6	171.6	1.56
	11					
		4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	4	80	0.728
			Total		251.6	2.288
	12	6	Hidealite Sky MP 4000K DALI Q-Box Micro 600mA 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	6	136.2	1.26

		4	Hidealite Sky MP 4000K DALI Q-Box Micro 600mA 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	90.8	0.84
		Total			227	2.1
Piso 1 Recepción, Ingreso delantero y posterior	13	4	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 135.8 lm/W (0.400 x 0.400 x 0.038) m	4	48	0.44
		6	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	6	136.2	1.26
	Total			184.2	1.7	
	14	14	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	14	317.8	2.94
Total			317.8	2.94		
15		6	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	6	136.2	1.26
	1	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	1	20	0.182	
	Total			156.2	1.442	

Piso 1 Oficina TPX, Sala de Reuniones TPX, Cafetería TPX y Baños TPX	16	2	Philips RC400B PSU W60L60 EL3 EM 1 xLED 3W 123.2 lm/W (0.597 x 0.597 x 0.050) m	2	6	0.054
		2	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	2	45.4	0.42
		4	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	4	48	0.44
		3	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	3	54	0.48
		4	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	90.8	0.84
		Total				244.2
Piso 1 Financiero y Crédito y Cobranza	17	15	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	15	429	3.9
Total				429	3.9	

Piso 1 Talento Humano Ofi 2 y Pasillo Reciclaje	18	6	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	6	171.6	1.56
		2	Molto Luce BADO NOVA 2 12W 135.8 lm/W (0.400 x 0.400 x 0.038) m	2	24	0.22
		Total			195.6	1.78
Piso 1 Sistemas y Pasillo puerta dispensario	19	7	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W	7	200.2	1.82
		Total			200.2	1.82
Piso 1 Sistemas y Lactancia	20	4	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	114.4	1.04
		4	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	114.4	1.04
		2	Lightnet Cubic Max 12W 113.3 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	2	24	0.22
		Total			252.8	2.3

Piso 1 Oficina Coordinación Financiero	21	4	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	90.8	0.84
	Total				90.8	0.84
Piso 1 Pasillo auditorio, bodega, bodega SST y MA	22	3	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	3	85.8	0.78
		3	Philips RC400B PSU W60L60 3W 123.2 lm/W (0.597 x 0.597 x 0.050) m	3	9	0.081
	2	Solar Light A/S Dekor Frost LED 34.6W 99 lm/W (0.444 x 0.444 x 0.419) m	2	69.2	0.62	
	Total				164	1.481
Piso 1 Luz Archivo	23	10	LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 36W 116.7 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.012) m	10	360	3.3
	Total				360	3.3
	24	14	LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 36W 116.7 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.012) m	14	504	4.62
Total				504	4.62	

Piso 1 Auditorio	25	4	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	114.4	1.04
	Total				114.4	1.04
	26	10	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
	Total				286	2.6
Piso 1 Sistemas de gestión y comercial	27	10	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
	Total				286	2.6
	28	13	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	13	371.8	3.38
	1	1	LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 PS 33W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	1	33	0.3
Total				404.8	3.68	

Piso 1 Financiero y SSA	29	10	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
	Total				286	2.6
	30	10	Hidealite Sky MP 4000K DIM 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	10	286	2.6
Total				286	2.6	
Piso 1 Pasillo Central	31	8	Hidealite Sky MP 4000K DIM 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	8	228.8	1.68
	Total				228.8	1.68
Piso 1 Mantenimiento	32	6	LEDVANCE PANEL FLEX 625 UGR<19 32W 161.2 lm/W (0.620 x 0.620 x 0.032) m	6	192	1.74
	Total				192	1.74
Piso 1 Talento Humano Ofi1 y Dispensario	33	6	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	6	136.2	1.26
		4	Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	114.4	1.04

			Total		250.6	2.3
Piso 1 Baños mujeres GMA	34	8	Lightnet Cubic Max Recessed Frame 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	8	144	1.28
			Total		144	1.28
			Piso 1 Baños hombres GMA	35	6	Lightnet Cubic Max Recessed Frame 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m
Total		120	1.092			
Piso 1 Sala Singapur, Rotterdam y Sala de Espera	36	4	Hidealite Sky MP 4000K 22.7W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m			6
			Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	4	80	0.728
			Hidealite Sky MP 4000K 28.6W 124.3 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	4	85.8	0.78
			Total		302	2.768
			Piso 1 Data Center / Tablero	37	5	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 12W 135.8 lm/W (0.400 x 0.400 x 0.038) m

Total	60	0.55
-------	----	------

Nota. En el Anexo 13 se puede observar el rediseño de los 38 circuitos de iluminación con los que cuenta la organización, considerando lo estipulado por la NEC y la adecuación de los niveles de iluminación a cada área de trabajo.

Anexo 14

Circuitos de la Red Eléctrica en Tableros de Distribución

	Nro. Circuito	Tipo	Nro. Salidas	Ubicación	Carga (A)	Equipo Carga Especial
Tablero 1	1	Tomacorriente	2	Piso 1	6.61	-
	2	Tomacorriente	1	Mantenimiento y Mensajería	12	-
	3	Tomacorriente	4	Piso 1 Zona Sur Archivo	11.23	-
	4	Tomacorriente	3		0	-
	5	Iluminación	10	Piso 2 Noroeste (op1-op5)	2.6	-
	6	Iluminación	12	Piso 2 Gerencia Administrativa y Gerencia Operaciones	2.22	-
	7	Iluminación	10	Piso 2 Luz Sureste (op6-op9)	2.6	-
	8	Tomacorriente	1	Piso 1 Financiero Norte	12	Impresora RICOH MP4002
	9	Tomacorriente	4		13.22	-
	10	Tomacorriente	3		11.38	-
	11	Iluminación	10	Piso 2 Operaciones (op 13 a op10)	2.6	-
	12	Tomacorriente	1		13.64	Calefactor DAEWOO DOH-277M
	13	Tomacorriente	4	Piso 1 TPX y Cafetería TPX	15.79	-
	14	Tomacorriente	2		12.3	-
	15	Tomacorriente	1		10	-
	16	Tomacorriente	1		10	-
	17	Tomacorriente	8	Piso 1 Sala Hong Kong y Gerencia	14.47	-

			Comercial e impresora			
	18	Iluminación	15	Piso 1 Financiero y Crédito y Cobranza	3.9 -	
	19	Iluminación	8	Piso 1 Talento Humano Ofi 2 y Pasillo Reciclaje	1.78 -	
		Total			158.34 -	
Tablero 2	1	Iluminación	10	Piso 2 Luz Archivo, Sala, gradas	1.112 -	
	2	Tomacorriente	2	Piso 2 Operaciones Oeste (op13)	12.31 -	
	3	Tomacorriente	4		18.93 -	
	4	Tomacorriente	6		19.83 -	
	5	Tomacorriente	4	Piso 2 Operaciones	17.2 -	
	6	Tomacorriente	4	Suroeste (op10)	17.2 -	
	7	Tomacorriente	4	Piso 1 Talento Humano	9.88 -	
	8	Tomacorriente	2	Piso 1 Dispensario médico	7.51 -	
	9	Iluminación	10	Piso 2 Cafetería Baños	1.05 -	
	10	Tomacorriente	4	Piso 1 Oficina Financiero / BPADT / Cafetera	12.36 -	
	11	Tomacorriente	3	Piso 1 Zona Norte Archivo	0 -	
	12	Tomacorriente	4	Piso 2 Operaciones	10.91 -	
	13	Tomacorriente	3	Noreste (op2)	16.61 -	
	14	Tomacorriente	1	Piso 2 Operaciones Coordinación (op6)	13.64	Calefactor DAEWOO DOH-277M
	15	Tomacorriente	6		17.88 -	
		Total		176.422	-	
Tablero 3	1	Tomacorriente	2	Piso 2 Operaciones Noreste (op3)	9.1 -	
	2	Tomacorriente	2		9.1 -	
	3	Tomacorriente	4		17.2 -	
	4	Tomacorriente	1	Piso 1 Oficina TPX, TPX, Garita y	13.64	Calefactor DAEWOO DOH-277M
	5	Tomacorriente	5	Recepción	5.42 -	
	6	Tomacorriente	5		17.2 -	
	7	Tomacorriente	2		8.68 -	
	8	Tomacorriente	2	Piso 2 Operaciones	8.68 -	
	9	Tomacorriente	2	Noreste (op4)	8.68 -	
	10	Tomacorriente	2		8.68 -	

	11	Tomacorriente	1		10	-
	12	Tomacorriente	2	Piso 2 Operaciones	9.1	-
	13	Tomacorriente	2	Sureste (op8)	9.1	
	14	Tomacorriente	3	Piso 2 Operaciones	12.9	-
	15	Tomacorriente	3	Suroeste Centro (op12)	13.65	-
	16	Iluminación	8	Piso 2 Recepción Gerencia y sala reuniones	1.48	-
	17	Iluminación	6	Piso 2 Cafetería Baño Gerencia General	0.86	-
	18	Iluminación	7	Piso 1 Sistemas y Pasillo puerta dispensario	1.82	-
		Total			165.29	-
Tablero 4	1	Tomacorriente	5	Piso 2 Gerencia General, sala de reuniones y Recepción Gerencia	12.332	-
	2	Tomacorriente	8	Piso 2 Gerencia Financiera, Operaciones y Sala de Espera	14.73	-
	3	Iluminación	10	Piso 2 Cafetería FMA y Sala reuniones	1.532	-
	4	Iluminación	6	Piso 2 Gerencia General	1.392	-
	5	Tomacorriente	5		19.51	-
	6	Tomacorriente	3	Piso 1 Crédito y Cobranza	8.64	-
	7	Tomacorriente	1		10	-
	8	Tomacorriente	2		8.68	-
	9	Tomacorriente	2	Piso 2 Operaciones Noreste Centro (op4)	8.68	-
	10	Tomacorriente	2		8.68	-
	11		2		8.68	-
	12	Tomacorriente	1		10	-
	13	Iluminación	10	Piso 1 Compras, Bodega, Gerencia Comercial y Sala Hong Kong	2.288	-
	14	Iluminación	10		2.1	-
	15	Iluminación	10	Piso 1 Recepción, Ingreso delantero y posterior	1.7	-

	16	Tomacorriente	9	Piso 1 Sala de reuniones Rotterdam, Singapur, sala de espera y dispensador de agua	5.62	-
	17	Tomacorriente	4	Piso 2 Operaciones Sur (op9)	17.2	-
	18	Tomacorriente	4		17.2	-
	19	Tomacorriente	1		10.04	-
	Total				169.004	-
Tablero 5	1	Iluminación	14	Piso 1 TPX, SF y Pasillo TR	2.94	-
	2	Iluminación	7		1.442	-
	3	Tomacorriente	7	Piso 1 SST	15.06	-
	4	Tomacorriente	1		10	-
	5	Tomacorriente	1	Piso 2 Comedor - Refrigeradores	10	-
	6	Tomacorriente	5		12.635	-
	7	Tomacorriente	5		10.495	-
	8	Iluminación	15	Piso 1 Oficina TPX, Sala de Reuniones TPX, Cafetería TPX y Baños TPX	2.234	-
	9	Tomacorriente	4	Piso 2 Operaciones Sureste (op8)	17.2	-
	10	Tomacorriente	4	Piso 2 Cafetería FMA	5.625	-
	11	Iluminación	10	Piso 1 Sistemas y Lactancia	2.3	-
	12	Tomacorriente	6	Piso 2 Sala de reuniones FMA	6.512	-
	13	Iluminación	4	Piso 1 Oficina Coordinación Financiero	0.84	-
	14	Tomacorriente	2	Piso 2 Operaciones	8.6	-
	15	Iluminación	8	Piso 1 Pasillo auditorio, bodega, bodega SST y MA	1.481	-
	16	Iluminación	10	Piso 1 Luz Archivo 1	3.3	-
	17	Iluminación	14	y 2	4.62	-
	18	Iluminación	4	Piso 1 Luz Archivo 3	1.04	-
	19	Tomacorriente	6	Piso 2 Operaciones Coordinación (op6)	19.83	-
	20	Tomacorriente	6	Piso 2 Gerencia General, sala de reuniones y Recepción Gerencia	16.468	-

			Total		152.622	-
Tablero 6	1	Tomacorriente	1	Piso 1 Alarma Norte	4.5	-
	2	Tomacorriente	1	Piso 2 Rotulo	3.01	-
	3	Tomacorriente	6	Piso 1 Auditorio	8.35	-
	4	Tomacorriente	5		13.8	-
	5	Iluminación	10	Piso 1 Auditorio	2.6	-
	6	Iluminación	10		2.6	-
	7	Tomacorriente	1	Piso 1 Comercial	13.64	Calefactor DAEWOO DOH-277M
	8	Tomacorriente	2		16.67	-
	9	Tomacorriente	2		19.57	-
	10	Tomacorriente	2		6.82	-
	11	Tomacorriente	1	Piso 1 Compras y Bodega	13.64	Calefactor DAEWOO DOH-277M
	12	Tomacorriente	3		5.22	-
	13	Tomacorriente	3		5.22	-
	14	Tomacorriente	1	Piso 1 Sistemas de Gestión	13.64	Calefactor DAEWOO DOH-277M
	15	Tomacorriente	4		12.19	-
	16	Iluminación	14	Piso 1 Sistemas de gestión y comercial	3.68	-
	17	Iluminación	10	Piso 1 Financiero y SSA	2.6	-
	18	Iluminación	10		2.6	-
	19	Iluminación	8	Piso 1 Pasillo Central	1.68	-
	20	Iluminación	6	Piso 1 Mantenimiento	1.74	-
			Total		153.77	-
Tablero 7	1	Iluminación	10	Piso 1 Talento Humano Ofi1 y Dispensario	2.3	-
	2	Iluminación	6	Piso 1 Baños hombres GMA	1.092	-
	3	Iluminación	8	Piso 1 Baños mujeres GMA	1.28	-
	4	Iluminación	14	Piso 1 Sala Singapur, Rotterdam y Sala de Espera	2.768	-
	5	Iluminación	5	Piso 1 Data Center / Tablero	0.55	-
	6	Tomacorriente	5	Piso 2 Zona Norte, archivo, sala de	18.18	-

7	Tomacorriente	5	reuniones y biométrico (op1)	13.19	-
8	Tomacorriente	1		12	-
9	Tomacorriente	7	Piso 1 Sala reuniones TPX y Seguridad Física	14.76	-
10	Tomacorriente	7	Piso 1 TICS y Desarrollo	19.14	-
11	Tomacorriente	8	Piso 1 Financiero Sur	18.28	-
12	Tomacorriente	4	Piso 1 Talento Humano	19.73	-
13	Tomacorriente	1	Piso 2 Operaciones Suroeste (op10)	14.5	Impresora RICOH MPC 6004
14	Tomacorriente	1	Piso 1 Mantenimiento y Mensajería	13.64	Calefactor DAEWOO DOH-277M
Total				151.41	-

Nota. En el Anexo 7 se logra apreciar la distribución de los circuitos de la red monofásica y red de iluminación en los tableros de distribución. Los circuitos con valor 0 A corresponden a aquellos que no tienen una carga actualmente.

Anexo 15

Comparación Red Eléctrica Monofásica: Actual vs Propuesta

Red monofásica Actual						Red Monofásica Propuesta					
Nro. de Circuito	Nro. Salidas	Carga (A)	Calibre Nro. AWG	Tipo de Breaker (A)	Observaciones	Nro. de Circuito	Nro. Salidas	Carga (A)	Calibre Nro. AWG	Tipo Breaker (A)	Observaciones
1	7	40.06	12	C32	No cumple	1	2	5.65	12	15	Cumple
2	7	19.14	12	C32	Cumple	2	1	13.33	12	20	Cumple
3	3	0	12	C32	Cumple, no hay carga actual	3	4	6.08	12	15	Cumple
4	7	14.76	12	C32	Cumple	4	1	13.64	12	20	Cumple
5	8	36.13	12	C32	No cumple	5	1	13.33	12	20	Cumple
6	8	41.14	12	C32	No cumple	6	4	8.84	12	15	Cumple
7	11	33.81	12	C32	No cumple	7	3	11.17	12	15	Cumple
8	12	45.1	12	C32	No cumple	8	1	13.64	12	20	Cumple
9	9	48.8	12	C32	No cumple	9	4	17.22	12	30	Cumple
10	8	26.74	12	C32	No cumple	10	2	14.47	12	20	Cumple
11	2	7.51	12	C32	Cumple	11	1	11.76	12	15	Cumple
12	8	18.28	12	C32	Cumple	12	1	16.67	12	30	Cumple
13	4	12.36	12	C32	Cumple	13	5	13.74	12	20	Cumple
14	3	0	12	C32	Cumple, no hay carga actual	14	5	15.66	12	20	Cumple
15	7	31.82	12	C32	No cumple	15	1	13.33	12	20	Cumple
16	13	38.09	12	C32	No cumple	16	2	13.43	12	20	Cumple

17	8	27.52	12	C32	No cumple	17	4	14.11	12	20	Cumple
18	11	36.26	12	C32	No cumple	18	6	16.96	12	30	Cumple
19	9	39.78	12	C32	No cumple	19	1	15.26	12	20	Cumple
20	8	26.44	12	C32	No cumple	20	4	18.67	12	30	Cumple
21	6	21.82	12	C32	No cumple	21	4	19.40	12	30	Cumple
22	11	26.36	12	C32	No cumple	22	4	6.52	12	15	Cumple
23	8	14.73	12	C32	Cumple	23	4	15.36	12	20	Cumple
24	8	14.47	12	C32	Cumple	24	4	10.00	12	20	Cumple
25	8	40.11	12	C32	No cumple	25	3	18.98	12	30	Cumple
26	9	39.78	12	C32	No cumple	26	1	13.64	12	20	Cumple
27	9	5.62	12	C32	Cumple	27	6	11.55	12	15	Cumple
28	9	42.04	12	C32	No cumple	28	6	16.96	12	30	Cumple
29	7	15.06	12	C32	Cumple	29	2	11.78	12	15	Cumple
30	12	53.12	12	C32	No cumple	30	2	11.78	12	15	Cumple
31	4	5.625	12	C32	Cumple	31	4	19.40	12	30	Cumple
32	6	6.512	12	C32	Cumple	32	1	13.64	12	20	Cumple
33	2	8.6	12	C32	Cumple	33	5	1.03	12	15	Cumple
34	1	4.5	12	C20	Cumple	34	5	19.40	12	30	Cumple
35	1	3.01	12	C20	Cumple	35	2	10.06	12	15	Cumple
36	11	22	12	C20	No cumple	36	2	10.06	12	15	Cumple
37	6	39.43	12	C32	No cumple	37	2	10.06	12	15	Cumple
38	6	21.37	12	C32	No cumple	38	2	10.06	12	15	Cumple
39	5	28.14	12	C32	No cumple	39	1	16.67	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	40	2	11.78	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	41	2	11.78	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	42	4	19.40	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	43	3	14.55	12	20	Cumple

-	-	-	-	-	-	44	3	17.67	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	45	6	16.25	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	46	5	13.71	12	20	Cumple
-	-	-	-	-	-	47	5	19.38	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	48	3	9.63	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	49	1	11.11	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	50	2	10.06	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	51	2	10.06	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	52	2	10.06	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	53	2	10.06	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	54	1	16.67	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	55	4	19.40	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	56	4	19.40	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	57	1	16.74	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	58	1	11.76	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	59	1	11.76	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	60	5	15.22	12	20	Cumple
-	-	-	-	-	-	61	5	12.35	12	20	Cumple
-	-	-	-	-	-	62	6	6.94	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	63	5	15.15	12	20	Cumple
-	-	-	-	-	-	64	1	13.64	12	20	Cumple
-	-	-	-	-	-	65	2	16.29	12	30	Cumple
-	-	-	-	-	-	66	2	8.80	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	67	2	1.33	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	68	3	0.95	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	69	3	0.95	12	15	Cumple
-	-	-	-	-	-	70	1	13.64	12	20	Cumple

-	-	-	-	-	-	71	1	13.64	12	20	Cumple
-	-	-	-	-	-	72	4	2.40	12	15	Cumple

Nota. En la tabla se presentan los circuitos de la red monofásica actual vs los circuitos propuestos con el rediseño de la red. Tomar en cuenta que los calibres y dispositivos de protección actuales están a acorde a las cargas de los circuitos del rediseño, pero por la longevidad de estos se sugiere cambiar por unos nuevos.

Anexo 16

Consumo Sistema de Iluminación Actual vs Propuesto

Lampara	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (kW)	Horas de Trabajo	Consumo (kW/h)	Lampara	Cantidad	Potencia (W)	Potencia (kW)	Horas de Trabajo	Consumo (kW/h)
Sylvania	51	24	1.224	9	11.016	HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	140	28.6	4.004	9	36.036
Sylvania	50	24	1.2	9	10.8	Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	72	22.7	1.6344	9	14.7096

Sylvania	21	40	0.84	9	7.56	LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 PS 33W (0.595 x 0.595 x 0.032) m	1	33	0.033	9	0.297
Sylvania	13	48	0.624	9	5.616	LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 36W 116.7 lm/W (0.595 x 0.595 x 0.012) m	24	36	0.864	9	7.776
Led Drive	105	48	5.04	9	45.36	LEDVANCE PANEL FLEX 625 UGR<19 32W 161.2 lm/W (0.620 x 0.620 x 0.032) m	6	32	0.192	9	1.728
BellaLux	1	24	0.024	9	0.216	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 20 W 122 lm/W (0.479 x 0.479 x 0.100) m	31	20	0.62	9	5.58
China	4	48	0.192	9	1.728	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W (0.379x0.379x0.100) m	12	12	0.144	9	1.296

General Led	1	24	0.024	9	0.216	Lightnet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18W 111.7 lm/W (0.340 x 0.340 x 0.107) m	7	18	0.126	9	1.134
Led Vance	4	36	0.144	9	1.296	Lightnet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W (0.379 x 0.379 x 0.100) m	16	18	0.288	9	2.592
Led Vance	1	48	0.048	9	0.432	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 300 WL-DL Aufbau 7W 3000K schwarz PMMA OPAL (0.300 x 0.300 x 0.038) m	1	7	0.007	9	0.063
Maviju	2	48	0.096	9	0.864	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur eloxiert MICROPRISMA Dali (0.400x0.400x0.038)	13	12	0.156	9	1.404
Mercury	65	48	3.12	9	28.08	Molto Luce BADO NOVA 2 SD 12W 135.8 lm/W (0.400 x 0.400 x 0.038) m	7	12	0.084	9	0.756

On Power	20	24	0.48	9	4.32	Philips RC400B PSU W60L60 3W 123.2 lm/W (0.597 x 0.597 x 0.050) m	9	3	0.027	9	0.243
On Power	23	48	1.104	9	9.936	Philips RC402B POE W62L62 1 xLED28S/840 25.5W 109.7 lm/W (0.622 x 0.622 x 0.622 x 0.050) m	6	25.5	0.153	9	1.377
On Power	4	50	0.2	9	1.8	SCHMITZ WILA 22W 66.4lm/W (0.127 x 0.127 x 0.115) m	2	22	0.044	9	0.396
Splendor	36	48	1.728	9	15.552	Solar Light A/S Dekor Frost LED 34.6W 99 lm/W (0.444 x 0.444 x 0.419) m	2	34.6	0.0692	9	0.6228
Splendor	1	40	0.04	9	0.36	-	-	-	-	-	-
X Led	1	48	0.048	9	0.432	-	-	-	-	-	-

Volton	15	24	0.36	9	3.24	-	-	-	-	-	-
Mercurio	6	100	0.6	9	5.4	-	-	-	-	-	-
Total	424				154.22	Total	349				76.01

Nota. En el Anexo se presenta la comparación de consumo de electricidad entre el sistema de iluminación actual vs el propuesto.

Anexo 17

Web Anexo 1. Salarios Mínimos Sectoriales y Tarifas 2025

REPUBLICA DEL ECUADOR
Ministerio del Trabajo

ANEXO 1: SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS 2025
COMISIÓN SECTORIAL No. 1 "AGRICULTURA Y PLANTACIONES"

RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 1.- PLANTACIONES DE PALMA AFRICANA Y OTROS CULTIVOS DE SEMILLAS, FRUTAS Y NUECES OLEAGINOSAS

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2025
SUPERVISOR DE LA PLANTACIÓN	B1	ÁREA DE PLANTACIÓN	0101011112039	483,86
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	D1	ÁREA DE MANTENIMIENTO - PALMA AFRICANA	0101011112042	475,41
TRABAJADOR DEL AGRO: CORTE Y RECOLECCIÓN DE RACIMOS, CORONA QUÍMICA, APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA, CHAPIA, CORONA MANUAL - MECÁNICA, PODA, APLICACIÓN FERTILIZANTES, LIMPIEZA DE LINDEROS - DRENIALES, MANTENIMIENTO PLANTAS, NECTARÍFERAS, CONTROLES FITOSANITARIOS, CIRUGÍA PLANTAS, ERRADICACIÓN PALMAS, ASPERSOR MANUAL, POLINIZACIÓN Y VERIFICACIÓN DE INFLORESCENCIA, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE VIVEROS; Y OTRAS LABORES CULTURALES.	E2	ÁREA DE PLANTACIÓN	0101011112052	471,66

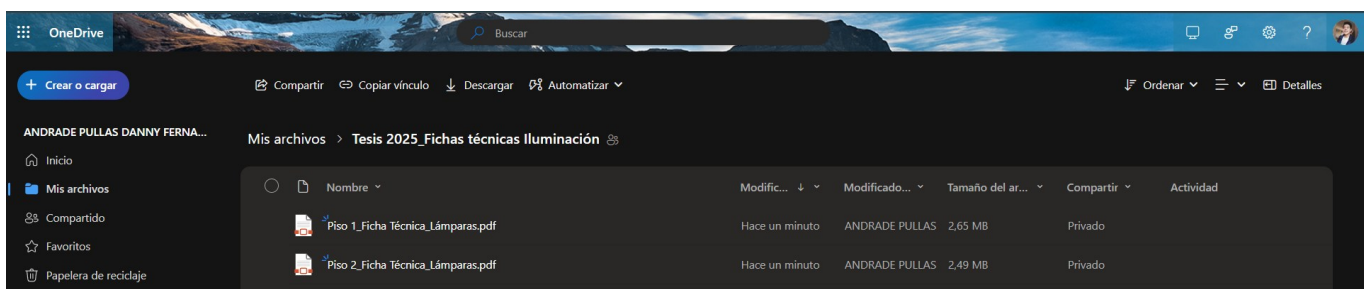
RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 2.- PRODUCCIÓN DE FLORES NATURALES Y PLANTAS ORNAMENTALES Y MEDICINALES

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2025
-------------------	------------------------	--	-------------	-------------------------------

Nota. Fotografía tomada de (Ministerio del Trabajo, 2025)

Anexo 18

Carpeta Fichas Técnicas Lámparas Propuestas



Nota. Para acceder a la carpeta que contiene las fichas técnicas acceder mediante el siguiente

enlace: [Tesis 2025 Fichas técnicas Iluminación](#)

Anexo 19

Costo Elementos Eléctricos

Elemento Eléctrico	Costo (unidad o metro)	Cantidad requerida (metros o número)	Total
Cables Conductores			
CABLE UNILAY THHN AWG #12 19H 600v 90 C 100m RJ ELECTROCABLE FASE	\$46.84	2310	\$1,124.16
CABLE UNILAY THHN AWG #12 19H 600v 90 C 100m BL ELECTROCABLE NEUTRO	\$46.84	2310	\$1,124.16
CABLE UNILAY THHN AWG #12 19H 600v 90 C 100m VE ELECTROCABLE TIERRA	\$46.84	2310	\$1,124.16
CABLE UNILAY THHN AWG #14 19H 600v 90 C 100m RJ ELECTROCABLE FASE	\$31.38	1221	\$407.94
CABLE UNILAY THHN AWG #14 19H 600v 90 C 100m BL ELECTROCABLE NEUTRO	\$31.38	1221	\$407.94
CABLE UNILAY THHN AWG #14 19H 600v 90 C 100m VE ELECTROCABLE TIERRA	\$31.38	1221	\$407.94
CABLE ULTRAFLEX THHN 2-0 AWG C-ROJO ELECTROCABLES FASE	\$10.38	180	\$1,868.40
CABLE ULTRAFLEX THHN 2-0 AWG C-BLANCO ELECTROCABLES NEUTRO	\$10.38	180	\$1,868.40

CABLE ULTRAFLEX THHN 2-0 AWG C-VERDE ELECTROCABLES TIERRA	\$10.38	180	\$1,868.40
CABLE SUPERFLEX #3/0 1000V ROJO - FASE	\$16.71	30	\$501.30
CABLE SUPERFLEX #3/0 1000V BLANCO- NEUTRO	\$16.71	30	\$501.30
CABLE SUPERFLEX #3/0 1000V VERDE - TIERRA	\$16.71	30	\$501.30
Subtotal			\$11,705.40
Elementos de Protección			
Breaker 1 Polo 16A Enchufable Qo116Vsc6 - SCHNEIDER	\$7.06	30	\$211.80
Breaker 1 Polo 20A Enchufable Qo120Vsc6 - SCHNEIDER	\$6.80	23	\$156.40
Breaker enchufable de 1 polo de 32 AMP - SCHNEIDER	\$6.80	19	\$129.20
Breaker Tipo Riel Din 2P 16A 220V S.D. - SCHNEIDER	\$10.99	37	\$406.63
Subtotal			\$904.03
Tablero de Distribución			
Panel Monofasico-Bifasico 20 Espa S.E. - SCHNEIDER	\$176.79	4	\$707.16
Subtotal			\$707.16
Transformador			
Transformador Trifásico ECUATRAN 125 KVA	\$2,915.00	1	\$2,915.00
Subtotal			\$2,915.00
Canalizaciones			
Tubo flexible metálico de 1/2" - VOLTECK	\$1.12	3531	\$3,954.72
PVC2 - SCH 40 2"PVC Electrical Conduit	\$3.33	210	\$699.30
Subtotal			\$4,654.02
Total			\$20,885.61
IVA 15%			\$3,132.84
Costos Totales			\$24,018.45

Nota. En el Anexo 19 se logra apreciar los costos relacionados a la adquisición de los elementos eléctricos para la propuesta de rediseño.

Anexo 20

Cotización Lámparas de Iluminación



Enviada por:	Solicitada por:	Datos cotización
INELBA Ferias de Duran, mz R solar 17 https://inelba.com/ Carlos Montalvo INELBA Iluminación y Tecnología ventas@inelba.com 04-3703140	Danny Andrade dandrade16@indoamerica.edu.ec 0960577907	N° cotización: COT-2025-125 Divisa: USD Fecha: 2025-07-14 Validez oferta: 15 Forma de pago: Transferencia bancaria, crédito, efectivo.

Items	Cant.	Precio	Total
HideaLite Sky MP 4000K 28.6 W 124 lm/W	140	\$215.00	\$30,100.00
Hidealite Sky MP 4000K 22.7 W 123.8 lm/W	72	\$175.00	\$12,600.00
LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 PS 33W	1	\$80.00	\$80.00
LEDVANCE PANEL COMFORT 600 UGR<19 36W 116.7 lm/W	24	\$80.00	\$1,920.00
LEDVANCE PANEL FLEX 625 UGR<19 32W 161.2 lm/W	6	\$80.00	\$480.00
Lightmet Cubic Max Recessed Frame - M4 20 W 122 lm/W	31	\$175.00	\$5,425.00
Lightmet Cubic Max Recessed Frame - M4 12W 113.3 lm/W	12	\$125.00	\$1,500.00
Lightmet Cubic Max Recessed Frameless - M2 18W 111.7 lm/W	7	\$150.00	\$1,050.00
Lightmet Cubic Max Recessed Frame - M4 18W 115 lm/W	16	\$150.00	\$2,400.00
Molto Luce BADO NOVA 2 SD 300 WL-DL Aufbau 7W 3000K schwarz	1	\$25.00	\$25.00
Molto Luce BADO NOVA 2 SD 400 WL-DL Aufbau 12W 4000K natur	13	\$35.00	\$455.00
Molto Luce BADO NOVA 2 SD 12W 135.8 lm/W	7	\$35.00	\$245.00
Philips RC400B PSU W60L60 3W 123.2 lm/W	9	\$80.00	\$720.00
Philips RC402B POE W62L62 1 xLED28S/840 25.5W 109.7 lm/W	6	\$80.00	\$480.00
SCHMITZ WILA 22W 66.4lm/W	2	\$25.00	\$50.00
Dekor Frost LED 34.6W 99 lm/W	2	\$37.00	\$74.00

Totales	
Subtotal	\$57,604.00
IVA 15%	\$8,640.60
Total	\$66,244.60

Notas

Agradecemos su confianza y quedamos atentos para coordinar la emisión de la proforma oficial o resolver cualquier consulta.

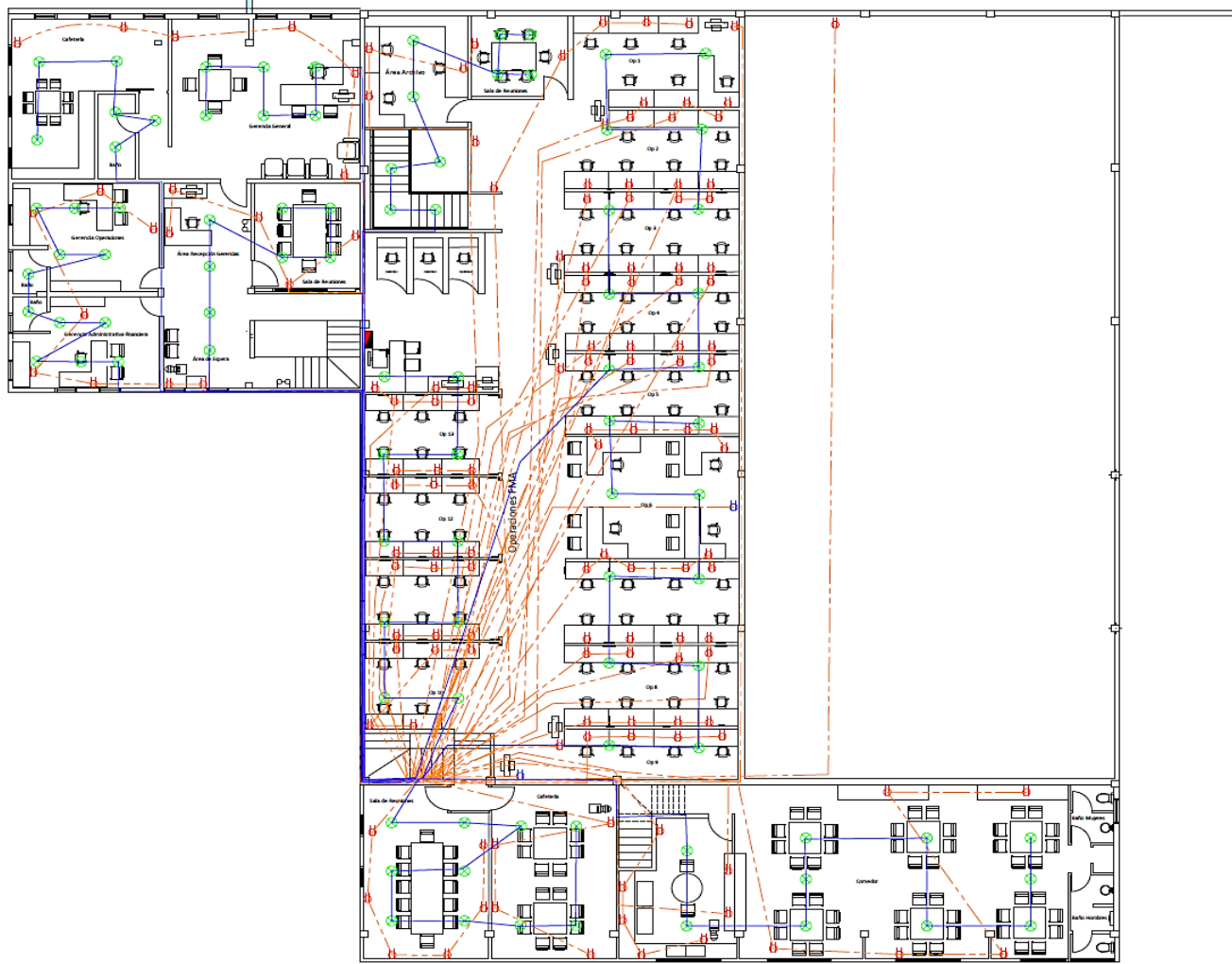
Condiciones







- Validez de la oferta: 15 días calendario
- Forma de pago: 50% anticipo, 50% contra entrega
- Tiempo de entrega: 15-20 días hábiles tras el anticipo
- Incluye: Garantía de 2 años, ficha técnica de cada luminaria
- No incluye: Instalación eléctrica (opcional con costo adicional)

Nota. Cotización adquirida por Inelba.

Anexo 21

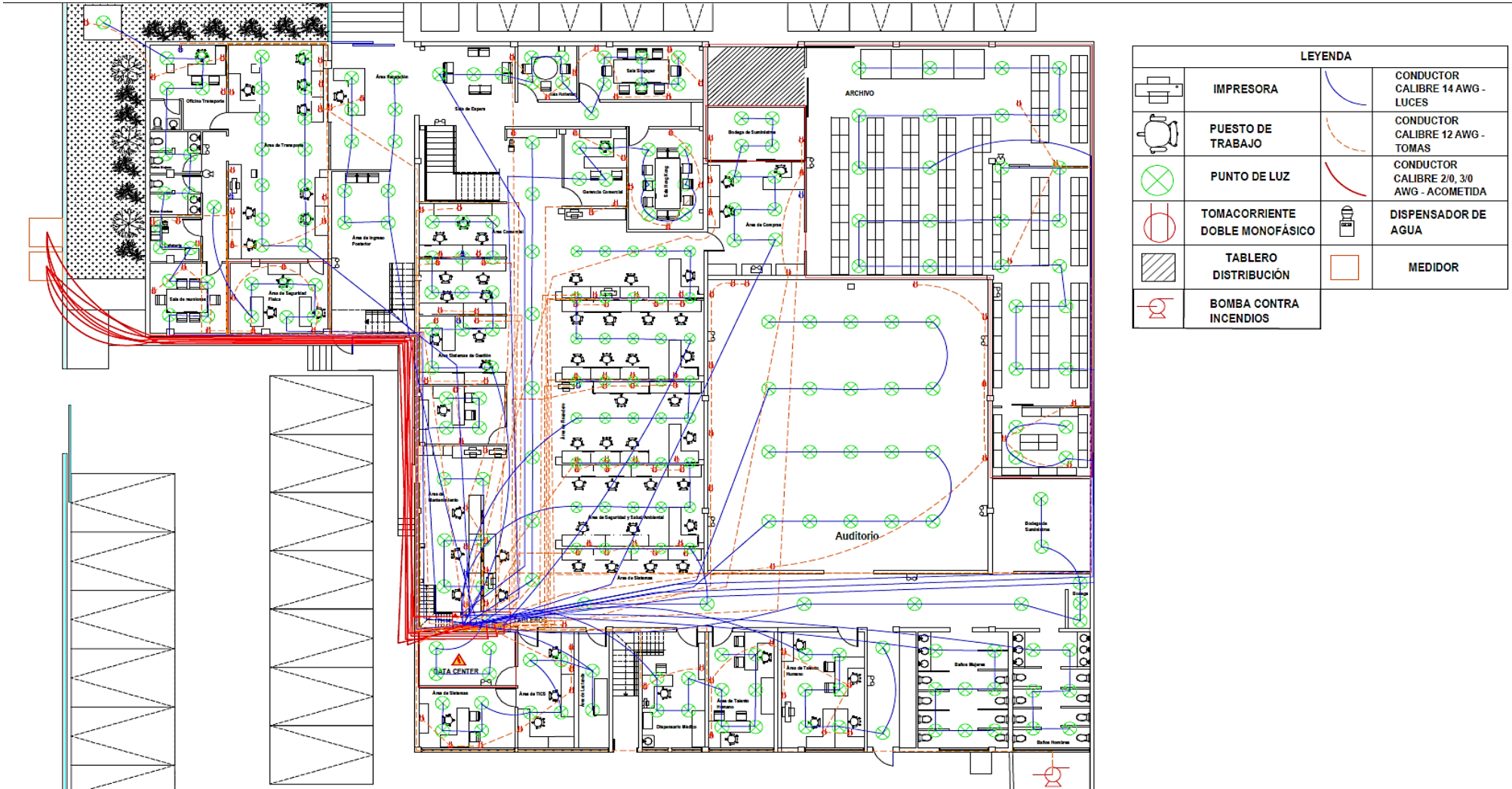
Plano Eléctrico Planta Alta Propuesto



LEYENDA	
	IMPRESORA
	PUESTO DE TRABAJO
	PUNTO DE LUZ
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFÁSICO
	DISPENSADOR DE AGUA
	Conductor Calibre 12 AWG - Tomas
	Conductor Calibre 14 AWG - Luces

Anexo 22

Plano Eléctrico Planta Baja Propuesto



Anexo 23

Valores de Efectivo anuales con la Propuesta

	Ingresos	Egresos	Flujo Neto Efectivo
Año	Valor (\$)	Valor (\$)	Valor \$
1	\$11,303.66	\$824.50	\$10,479.16
2	\$11,303.66	\$824.50	\$10,479.16
3	\$11,303.66	\$824.50	\$10,479.16
4	\$11,303.66	\$824.50	\$10,479.16
5	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
6	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
7	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
8	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
9	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
10	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
11	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
12	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
13	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
14	\$11,303.66	\$840.99	\$10,462.67
15	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
16	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
17	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
18	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
19	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
20	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
21	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
22	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
23	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
24	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
25	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
26	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
27	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
28	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
29	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
30	\$11,303.66	\$849.24	\$10,454.43
Total	\$339,109.80	\$25,295.66	\$313,814.14

Nota. En valor de FNE se determina con la diferencia entre los Ingresos y Egresos en cada año. Los valores de Egresos corresponden al mantenimiento a la Red Eléctrica y equipos de iluminación.

Anexo 24

Aprobación Abstract Departamento de Idiomas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: ANDRADE PULLAS DANNY FERNANDO

TUTOR: MSc. SEGURA D ROUVILLE JUAN JOEL

ABSTRACT

REDESIGN OF THE ELECTRICAL NETWORK AT A CUSTOMS AGENCY IN THE CITY OF QUITO

This research is being conducted at a customs agency in the city of Quito, where it was discovered that the current electrical network is outdated, having been in use for over 15 years. It, combined with increased loads, has caused the protection system to be undersized, resulting in interruptions to the electrical service. Therefore, the redesign of this network is proposed, applying technical criteria in accordance with the Ecuadorian Construction Standard, to ensure the continuity of the electrical supply. The methodology used is based on the execution of a diagnostic audit in accordance with the Ecuadorian Construction Standard for Electrical Installations (NEC-SB-IE), covering both the power and lighting networks. An electrical load survey was conducted to accurately size the new network, ensuring it meets the actual service requirements. As a result, a new electrical lighting network and the installation of a transformer to make the service independent are proposed. The results show that the existing network does not meet the requirements established by the standard, so a new solution was proposed that includes the installation of 349 LED lamps and the redesign of the single-phase power and lighting network, as the existing one does not meet the actual demand. The proposal includes the selection of conductors, protections, conduits, and insulation for a total of 125 electrical circuits, with an estimated cost of \$98,810.14 and an investment recovery period of 9.25 years. Additionally, the new lighting system complies with the levels established by the UNE 12464-1 standard, thereby contributing to the preservation of workers' health and enhancing their productivity.

KEYWORDS:

Electrical Network, Redesign, Audit, Electrical Load

