



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL
COMPLEJO TURÍSTICO “EL TRUCHON” MEDIANTE EL
ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico
en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autor:

Cunalata Ponluisa Oscar Alexis

Tutor Académico:

Msc. Ing. Pesantez Palacios Gabriel Napoleón

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo – 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.

Yo, Oscar Alexis Cunalata Ponluisa, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL COMPLEJO TURÍSTICO “EL TRUCHON” MEDIANTE EL ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS, siendo el MSc. Ing. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Oscar Alexis Cunalata Ponluisa

C.I.: 1803752953

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL COMPLEJO TURÍSTICO “EL TRUCHON” MEDIANTE EL ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS”, de Oscar Alexis Cunalata Ponluisa, de la carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo, 2021.

El Tutor



Ing. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios

C.I.: 0301893889

APROVACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Oscar Alexis Cunalata Ponluisa con el título de Proyecto de titulación: “REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL COMPLEJO TURÍSTICO “EL TRUCHON” MEDIANTE EL ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo, 2021.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. Franklin Vásquez Teneda
C.I.: 1710434497

Lector 2
Ing. Efrén Barbosa Galarza
C.I.: 0501420723

Lector 3
Ing. Rommel Suárez Vinueza
C.I.: 1804165353

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme cada día, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias a mi padre por cada consejo que me guiaron a seguir adelante con la frente en alto.

Mi más sincero agradecimiento a los docentes quienes me han impartido sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional y en especial al Ing. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios por ser mi tutor y guía en el desarrollo del proyecto investigativo.

Agradezco a mis hermanos y amigos que con sus consejos me impulsaron a seguir adelante a pesar de las dificultades que se presentaban en la vida.

DEDICATORIA

El presente proyecto investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Telmo Cunalata y Blanca Ponluisa, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta mi objetivo y convertirme en lo que soy.

A mis hermanos Yesenia Cunalata, Jonathan Cunalata, Josue Cunalata y Jhon Cunalata por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación fue realizado en el sector de Valle Hermoso perteneciente a la ciudad de San Pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua con el objetivo de rediseñar las instalaciones eléctricas dentro del Complejo Turístico “El Truchon” mediante la aplicación de normativas eléctricas. Para realizar el rediseño eléctrico se ejecutó el levantamiento de la información actual del complejo, determinando los puntos problemáticos y pocos seguros en las instalaciones eléctricas, mediante la visita técnica se llegó a la conclusión que el sistema no era apto para su uso.

Por tal motivo en la presente investigación se hace mención a dos normas de diseño de instalaciones eléctricas comerciales que se usaran y estas son: la norma IEEE Std. 241-1990 Recommended Practice for Electric Power System in Comercial Buildings y la norma RD 842_2002 Reglamento Electrotécnico para baja tensión, ambas normas ayudan en la síntesis de los principales cálculos de las instalaciones eléctricas, utilizando fórmulas y tablas reglamentarias de una manera sencilla, en lo cual una vez realizado el análisis de cada una de las normas se establece una comparación entre ellas.

Palabras clave. – Potencia Eléctrica, Instalaciones Eléctricas, Alumbrado.

ABSTRACT

This research project was carried out in the Valle Hermoso sector of San Pedro de Pelileo city, Tungurahua province with the aim of redesigning the electrical installations within the “El Truchon” Tourist Complex through the application of electrical regulations. In order to carry out the electrical redesign, the current information of the complex was collected, determining the problematic and unsafe facts in the electrical installations, through the technical visit it was concluded that the system was not suitable for use.

For this reason, in this research project, mention is made of two design standards for commercial electrical installations that will be used and these are: the IEEE Std. 241-1990 Recommended Practice for Electric Power System in Commercial Buildings and the RD 842_2002 standard of Electrotechnical Regulation For low voltage, both standards help in the synthesis of the main calculations of electrical installations, using regulatory formulas and tables in a simple way, in which once the analysis of each of the standards has been carried out, a comparison between them is established.

Keywords. - Electric Power, Electrical Installations, Lighting

AVAL DE TRADUCCIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: CUNALATA PONLUISA OSCAR ALEXIS**, cuyo título versa **“REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL COMPLEJO TURÍSTICO “EL TRUCHON” MEDIANTE EL ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

M.Sc. ERIKA CECILIA BORJA SALAZAR
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
0502161094

1803027935 Firmado digitalmente
por 1803027935
VICTOR HUGO VICTOR HUGO
ROMERO GARCIA ROMERO GARCIA
GARCIA Fecha: 2021.03.09
10:37:09 -05'00'

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.	i
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.	ii
APROVACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
AVAL DE TRADUCCIÓN	viii
1. INFORMACION GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1. EL PROBLEMA.....	3
2.1.1. Situación problemática.....	3
2.1.2. Formulación del problema.	3
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
2.3. BENEFICIARIOS.	4
2.3.1. Directos.....	4
2.3.2. Indirectos.	4
2.4. JUSTIFICACIÓN.....	4
2.5. HIPÓTESIS.....	4
2.6. OBJETIVOS.....	5
2.6.1. General.....	5
2.6.2. Específicos.	5
2.7. SISTEMA DE TAREAS.....	6
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	7
3.1. ANTECEDENTES.....	7

3.2.	PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ELECTRICIDAD.	8
3.2.1.	Electricidad.....	8
3.2.2.	Electricidad estática y dinámica.	8
3.2.3.	Ley de Ohm.	9
3.2.4.	Potencia eléctrica.	10
3.2.5.	Factor de Potencia.....	11
3.3.	SIMBOLOGÍA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	12
3.4.	PRINCIPALES SISTEMAS QUE CONSIDERAR DENTRO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	13
3.4.1.	Sistemas de fuerza.	13
3.4.2.	Sistemas de iluminación.....	14
3.4.3.	Tableros de distribución.....	14
3.4.4.	Sistema de puesta a tierra.	15
3.5.	DEMANDA DE DISEÑO.	16
3.6.	NORMAS PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	16
3.6.1.	Norma Europea para iluminación de interiores UNE-EN 12646-1.....	16
3.6.2.	Iluminación de lugares de trabajo en exteriores UNE-EN 12646-2.....	17
3.6.3.	Iluminación de instalaciones deportivas UNE-EN 12193.	18
3.7.	ESQUEMAS ELÉCTRICOS.	18
3.8.	PROTECCIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS.	19
3.8.1.	Protección contra sobrecargas.	19
3.8.2.	Protección contra cortocircuitos.	19
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
4.1.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	20
4.2.	MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	20
4.2.1.	Normativas.	20
4.2.2.	Software.	20

4.3.	METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO.....	21
4.3.1.	Metodología para el cálculo de las instalaciones eléctricas en base a la norma RD 842_2002.....	21
4.3.1.1.	Instalación interior: Circuitos de fuerza y alumbrado.	21
4.3.1.2.	Derivaciones individuales y Línea General de alimentación.	28
4.3.1.3.	Diagrama de flujo.	30
4.3.2.	Cálculos eléctricos en base a la norma IEEE 241-1990.....	31
4.3.2.1.	Características de la carga.	31
4.3.2.2.	Consideraciones de voltaje.....	34
4.3.2.3.	Cables de bajo voltaje.	37
4.3.2.4.	Protección del sistema.....	37
4.3.2.5.	Diagrama de flujo para el cálculo de la norma IEEE 241.....	38
4.3.3.	Cálculo lumínico para las Zonas de Deporte.	40
4.3.4.	Selección del transformador.....	41
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	42
5.1.	LEVANTAMIENTO DEL PLANO ESTRUCTURAL DEL COMPLEJO TURÍSTICO.....	42
5.2.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL COMPLEJO.	42
5.2.1.	Tablero principal.....	42
5.2.2.	Tableros secundarios.....	43
5.2.3.	Conductores.....	43
5.2.4.	Sistema de canalizaciones.	43
5.2.5.	Clasificación de cargas por grupos actuales.....	44
5.2.6.	Demanda máxima actual instalada.	45
5.2.7.	Diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas.....	45
5.3.	CÁLCULO LUMÍNICO.....	45
5.3.1.	Cálculo lumínico de exteriores.....	45

5.3.2.	Cálculo lumínico de interiores.....	46
5.4.	CASO 1. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO APLICANDO LA NORMA RD 482_2002.	46
5.4.1.	Cálculos eléctricos de la instalación interior y exterior.	46
5.4.1.1.	Cálculos eléctricos de la instalación interior del restaurante.	46
5.4.1.2.	Cálculos eléctricos de la instalación interior de la sala de eventos.	47
5.4.1.3.	Cálculos eléctricos de la instalación interior del domicilio.	48
5.4.1.4.	Cálculos eléctricos de la instalación exterior de la cancha de vóley y fútbol.	48
5.4.1.5.	Cálculos eléctricos de la instalación exterior del Parqueadero.	49
5.4.1.6.	Cálculos eléctricos de la instalación exterior del Área verde.....	49
5.4.2.	Cálculos eléctricos de las derivaciones individuales.	50
5.4.3.	Cálculos eléctricos de la línea general de alimentación.....	50
5.5.	CASO 2. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO APLICANDO LA NORMA IEEE STD. 241_1990.	51
5.5.1.	Cálculos eléctricos parcial de la carga.	52
5.5.1.1.	Cálculos eléctricos parcial de la carga del restaurante.	52
5.5.1.2.	Cálculos eléctricos parcial de la carga de la sala de eventos.	53
5.5.1.3.	Cálculos eléctricos parcial de la carga del domicilio.....	55
5.5.1.4.	Cálculos eléctricos parcial de la carga de la cancha de vóley y fútbol.	56
5.5.1.5.	Cálculos eléctricos parcial de la carga del Parqueadero.	57
5.5.1.6.	Cálculos eléctricos parcial de la carga del Área verde.	57
5.5.2.	Cálculos eléctricos de las derivaciones individuales.	58
5.5.3.	Cálculos eléctricos de la línea general de alimentación.....	59
5.6.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.	60
5.7.	COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE LA NORMA RD 841_2002 Y LA IEEE STD 241_1990.....	60
5.7.1.	Comparación de luminarias en DIALUX.	60

5.7.2.	Comparación de demandas máximas unitarias de cada norma.	62
5.7.3.	Comparaciones caídas de tensión.	62
5.7.4.	Comparación económica.	65
5.7.5.	Presupuesto para la ejecución del proyecto.....	65
5.8.	IMPACTO TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO.	66
5.8.1.	Impacto Técnico.	66
5.8.2.	Impacto Social.	66
5.8.3.	Impacto Económico.	67
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	68
6.1.	CONCLUSIONES.	68
6.2.	RECOMENDACIONES.	69
7.	BIBLIOGRAFÍA.	70
8.	ANEXOS.....	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1. Ubicación del Complejo Turístico "El Truchon" [25].	7
Figura 3. 2. Estructura del Átomo [1].	8
Figura 3. 3. Triángulo de memoria de la ley de Ohm [2].	9
Figura 3. 4. Factor de potencia en base al criterio de la cerveza [5].	12
Figura 4. 1. Diagrama de flujo del cálculo eléctrico de la norma RD 842_2002.	31
Figura 4. 2. Grupos de cargas en un edificio comercial típico de 10 pisos [10].	32
Figura 4. 3. Principales conexiones de transformadores para suministro de voltaje [18].	35
Figura 4. 4. Diagrama de flujo del cálculo eléctrico de la norma IEEE241_1990.	39
Figura 4. 5. Cancha de fútbol [20].	40
Figura 4. 6. Cálculo de la distancia y altura mínima de las luminarias [20].	40
Figura 5. 1. Plano estructural de complejo turístico.	42
Figura 5. 2. Tableros secundarios.	43
Figura 5. 3. Sistema de canalización.	44
Figura 5. 4. Cargas por grupos.	44
Figura 5. 5. Diagrama unifilar actual de las instalaciones eléctricas.	45
Figura 5. 6. Circuito electrónico de una luminaria LED.	61
Figura 5. 7. Instalación de reactancia.	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1. Valores típicos de resistividad de diferentes suelos [26].	15
Tabla 3. 2 Tabla de niveles de luxes para restaurantes y hoteles [12].	17
Tabla 3. 3. Niveles de iluminación estaciones de servicio [13].	17
Tabla 3. 4. Clases de alumbrado de una instalación deportiva [14].	18
Tabla 3. 5. Niveles mínimos de iluminación por clase [14].	18
Tabla 4. 1. Tabla de conductores eléctricos.	22
Tabla 4. 2. Continuación. Tabla de conductores eléctricos.	23
Tabla 4. 3. Factor de corrección [19].	25
Tabla 4. 4. Diámetro de tubería en pulgadas conduit PVC.	27
Tabla 4. 5. Diámetro de tubería en pulgadas conduit PVC.	27
Tabla 4. 6. Interruptores magneto térmico comerciales ABB.	28
Tabla 4. 7. Tabulación de la carga [10].	33
Tabla 4. 8. Continuación tabulación de la carga [10].	33
Tabla 4. 9. Solicitud de trabajo de contratista eléctrico con licencia [10].	33
Tabla 4. 10. Tabulación de carga parcial [10].	34
Tabla 4. 11. Voltajes nominales del sistema estándar [18].	35
Tabla 4. 12. Factores a utilizar para transformar de trifásico a monofásico [10].	36
Tabla 4. 13. Fusible tipo K y tipo T.	38
Tabla 4. 14 Transformadores monofásicos autoprottegidos INATRA.	41
Tabla 5. 1. Demanda máxima actual instalada.	45
Tabla 5. 2. Cálculo lumínico de la cancha de vóley y fútbol.	46
Tabla 5. 3. Cálculo eléctrico del restaurante.	46
Tabla 5. 4. Continuación. Cálculo eléctrico del restaurante.	46
Tabla 5. 5. Continuación. Cálculo eléctrico del restaurante.	47
Tabla 5. 6. Cálculo eléctrico de la sala de eventos.	47
Tabla 5. 7. Continuación. Cálculo eléctrico de la sala de eventos.	47
Tabla 5. 8. Continuación. Cálculo eléctrico de la sala de eventos.	47
Tabla 5. 9. Cálculo eléctrico del domicilio.	48
Tabla 5. 10. Continuación. Cálculo eléctrico del domicilio.	48
Tabla 5. 11. Continuación. Cálculo eléctrico del domicilio.	48
Tabla 5. 12. Cálculo eléctrico de la cancha de vóley y fútbol.	48

Tabla 5. 13. Continuación. Cálculo eléctrico de la cancha de vóley y fútbol.	49
Tabla 5. 14. Continuación. Cálculo eléctrico de la cancha de vóley y fútbol.	49
Tabla 5. 15. Cálculo eléctrico del Parqueadero.	49
Tabla 5. 16. Continuación. Cálculo eléctrico del Parqueadero.	49
Tabla 5. 17. Continuación. Cálculo eléctrico del Parqueadero.	49
Tabla 5. 18. Cálculo eléctrico del Área verde.	49
Tabla 5. 19. Continuación. Cálculo eléctrico del Área verde.	49
Tabla 5. 20. Continuación. Cálculo eléctrico del Área verde.	49
Tabla 5. 21. Cálculo eléctrico derivaciones individuales.	50
Tabla 5. 22. Continuación. Cálculo eléctrico derivaciones individuales.	50
Tabla 5. 23. Cálculo eléctrico línea general de alimentación.	50
Tabla 5. 24. Cálculo eléctrico línea general de alimentación.	51
Tabla 5. 25. Tabulación de carga.	51
Tabla 5. 26. Información de la carga eléctrica.	52
Tabla 5. 27. Estimación de la carga del restaurante.	52
Tabla 5. 28. Continuación. Estimación de la carga del restaurante.	53
Tabla 5. 29. Continuación. Estimación de la carga del restaurante.	53
Tabla 5. 30. Estimación de la carga de la sala de eventos.	53
Tabla 5. 31. Continuación. Estimación de la carga de la sala de eventos.	54
Tabla 5. 32. Continuación. Estimación de la carga de la sala de eventos.	54
Tabla 5. 33. Estimación de la carga del domicilio.	55
Tabla 5. 34. Continuación. Estimación de la carga del domicilio.	55
Tabla 5. 35. Continuación. Estimación de la carga del domicilio.	55
Tabla 5. 36. Estimación de la carga de la cancha de vóley y fútbol.	56
Tabla 5. 37. Continuación. Estimación de la carga de la cancha de vóley y fútbol.	56
Tabla 5. 38. Continuación. Estimación de la carga de la cancha de vóley y fútbol.	56
Tabla 5. 39. Estimación de la carga parqueadero.	57
Tabla 5. 40. Continuación. Estimación de la carga parqueadero.	57
Tabla 5. 41. Continuación. Estimación de la carga parqueadero.	57
Tabla 5. 42. Estimación de la carga del área verde.	57
Tabla 5. 43. Continuación. Estimación de la carga del área verde.	58
Tabla 5. 44. Continuación. Estimación de la carga del área verde.	58
Tabla 5. 45. Cálculo eléctrico de las derivaciones individuales.	58

Tabla 5. 46. Continuación. Cálculo eléctrico de las derivaciones individuales.	59
Tabla 5. 47. Cálculo eléctrico de la línea general de alimentación.	59
Tabla 5. 48. Continuación. Cálculo eléctrico de la línea general de alimentación.	59
Tabla 5. 49. Cálculo de la resistencia a tierra.	60
Tabla 5. 50. Comparación de luminarias en DIALUX.	61
Tabla 5. 51. Demanda máxima unitaria.	62
Tabla 5. 52. Caídas de tensión de las derivaciones individuales.	63
Tabla 5. 53. Caídas de tensión de la línea general de alimentación.	63
Tabla 5. 54. Caídas de tensión total del restaurante.	64
Tabla 5. 55. Caídas de tensión total de la sala de eventos.	64
Tabla 5. 56. Caídas de tensión total del domicilio.	64
Tabla 5. 57. Caídas de tensión total de la cancha de vóley y fútbol.	64
Tabla 5. 58. Caídas de tensión total del parqueadero.	65
Tabla 5. 59. Caídas de tensión total del área verde.	65
Tabla 5. 60. Comparación económica de conductores.	65
Tabla 5. 61. Presupuesto para la ejecución del proyecto.	66

1. INFORMACION GENERAL

Título:

Rediseño de las instalaciones eléctricas en el Complejo Turístico “El Truchon” mediante el estudio comparativo de normas.

Fecha de inicio:

07 de Diciembre 2020.

Fecha de finalización:

05 de Marzo 2021.

Lugar de ejecución:

Valle Hermoso – San Pedro de Pelileo – Tungurahua.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Proyecto de investigación vinculado:

Análisis crítico de sistemas eléctricos residenciales comerciales e industriales.

Equipo de trabajo:

- **Tutor:** Gabriel Napoleón Pesantez Palacios.
- **Autor:** Oscar Alexis Cunalata Ponluisa.

Área de conocimiento:

07 Ingeniería, Industria y Construcción/071 Ingeniería y Profesionales Afines/0713 Electricidad y Energía.

Línea de investigación:

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Conversión y uso racional de la energía eléctrica.

2. INTRODUCCIÓN.

2.1. EL PROBLEMA.

2.1.1. Situación problemática.

En la actualidad las instalaciones eléctricas domiciliarias, comerciales e industriales son una parte esencial en la vida diaria del ser humano, pues a diario y cada hora del día se hace uso de equipos que funcionan con la energía eléctrica, ya sea en el hogar, centro de labores, locales públicos hasta en la calle, por tal motivo es muy importante que se realice un excelente trabajo al momento de hacer una instalación eléctrica, para obtener el mejor rendimiento en energía y sobretodo que brinde una seguridad óptima [3].

Las instalaciones eléctricas en mal estado presentan probabilidades que causen accidentes eléctricos y las principales causas de estos accidentes suelen ser por el mal estado de las instalaciones, sobrecargas, falta de mantenimiento, uso inadecuado o inexistente de los sistemas de protección y la falta de criterio profesional al momento del diseño eléctrico es por eso que cualquier elevación o reducción de la tensión puede resultar altamente peligrosa [7].

Al diseñar nuevas instalaciones eléctricas en base a normas que proporciona una guía y una referencia general sobre el diseño eléctrico apropiado y seguro, se obtienen beneficios no solo de un suministro constante de corriente que mantenga un consumo mensual nivelado, también brinda un flujo de corriente adecuado para los equipos eléctricos, beneficiando su desempeño y su vida útil y así brindando seguridad ante posibles accidentes eléctricos [8].

2.1.2. Formulación del problema.

El Complejo Turístico “El Truchon” en base a su tiempo de vida, ampliación y mejoramiento de sus instalaciones tiene la necesidad de realizar un nuevo diseño de la parte eléctrica cumpliendo todas las normas de seguridad para un sistema eficiente y seguro.

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.

330000 Ciencias Tecnológicas/3306 Ingeniería y Tecnología/330602 Aplicaciones Eléctricas.

2.3. BENEFICIARIOS.

2.3.1. Directos.

Los beneficiarios directos de este proyecto serán exclusivamente los dueños del Complejo Turístico “El Truchon”.

2.3.2. Indirectos.

Los beneficiarios indirectos serán:

- Trabajadores del complejo.
- Población aledaña.
- Clientes.

2.4. JUSTIFICACIÓN.

El presente proyecto tiene como fin el análisis de las diferentes normativas para las instalaciones eléctricas, al verse anclada al proyecto formativo, para obtener un sistema eléctrico eficiente en el consumo de energía y seguro para la protección ante posibles fallas, por último, realizar una comparación técnica entre cada norma aplicada.

La aplicación de varias normas en el diseño eléctrico a su vez refleja que norma es la más exacta para su aplicación dentro de una instalación eléctrica, tratando de limitar posibles sobredimensionamientos de las cargas en equipos o en conductores de energía, brindando beneficios técnicos y económicos para su adquisición [16].

Hoy en día gracias a las nuevas tecnologías el consumo de energía es menor colaborando con el medio ambiente ya que anteriormente el consumo de energía era más elevado en varios equipos de uso doméstico, comercial e industrial [20].

2.5. HIPÓTESIS.

Existe una diferencia técnica al momento de utilizar diferentes normas para el diseño de las instalaciones eléctricas, dimensionamiento de la demanda, por lo que se plantea una comparación analítica entre normas al momento de aplicarlas.

2.6. OBJETIVOS.

2.6.1. General.

Realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas del Complejo Turístico “El Truchon” mediante la aplicación de las normativas RD 841_2002 y la IEEE Std 241_1990.

2.6.2. Específicos.

- Indagar información bibliográfica acerca de las instalaciones eléctricas.
- Realizar el levantamiento de las instalaciones eléctricas detectando posibles fallas y riesgos que pueda tener el complejo turístico para determinar el estado actual en el que se encuentra.
- Realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas aplicando la normativa RD 241_2002 y la normativa IEEE Std. 241_1990 con el fin de realizar las comparaciones técnicas de las mismas.

2.7. SISTEMA DE TAREAS.

Objetivos específicos	Actividades	Resultados esperados	Técnicas, medios e instrumentos
Indagar información bibliográfica acerca de las instalaciones eléctricas.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis bibliográfico referentes a instalaciones comerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Criterios de diseño para la instalación eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tesis, libros. - Norma RD 842_2002 - Norma IEEE 241_1990.
Realizar el levantamiento de las instalaciones eléctricas detectando posibles fallas y riesgos que pueda tener el complejo turístico para determinar el estado actual en el que se encuentra.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las instalaciones eléctricas actuales del complejo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de la demanda máxima actual y el diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Archivos Fotográficos. - Planos eléctricos del complejo.
Realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas aplicando la normativa RD 241_2002 y la normativa IEEE Std. 241_1990 con el fin de realizar las comparaciones técnicas de las mismas.	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo de la demanda y caída de tensión. - Comparación de resultados obtenidos entre las normativas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño eléctrico aplicando la normativa RD 842_2002 y la normativa IEEE Std. 241_1990 - Diseño lumínico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis comparativo de las normativas. - Documentos del diseño (planos, cálculos, etc).

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.1. ANTECEDENTES.

El Complejo Turístico “El Truchon”, propiedad del Sr. Luis Wilfrido Paredes Aman, ha estado presente en el Cantón San Pedro de Pelileo durante casi 15 años, poniendo a su disposición sus instalaciones para la visita turística.

En el 2005 inauguró por primera vez sus instalaciones, ubicado en la provincia de Tungurahua, dentro del Cantón de San Pedro de Pelileo, en las coordenadas geográficas UTM: Zona: 17 M, Coordenada Este: 775921.97 m E y Coordenada Norte: 9851113.17 m S. y en ese entonces se encontraba conformado solo por el restaurante, parqueadero y unas peceras.

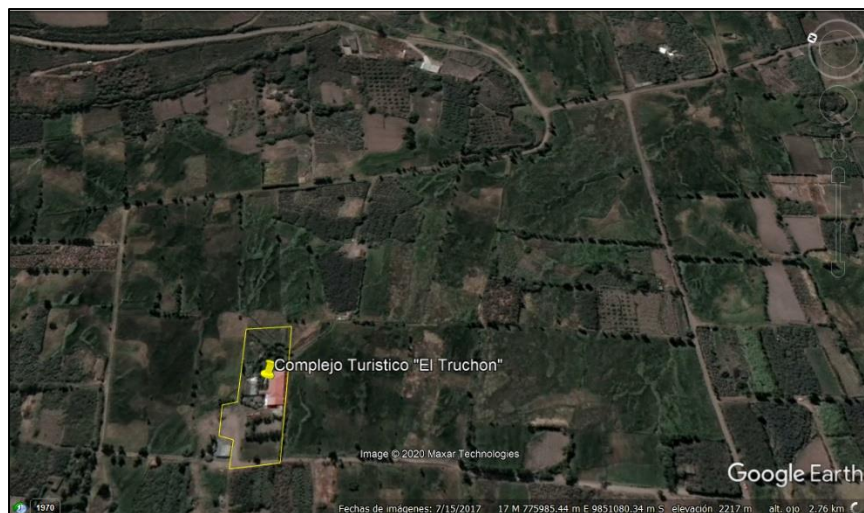


Figura 3. 1. Ubicación del Complejo Turístico "El Truchon" [25].

Su construcción creció y al crecer la infraestructura creció su demanda de energía eléctrica y esto conllevó a que por su actividad comercial como complejo turístico se requiera un sistema eléctrico confiable y seguro. Hoy en día el complejo turístico está compuesto por las siguientes instalaciones: Restaurante, Sala de eventos, Domicilio, Parqueadero, Cancha de Fútbol, Cancha de Vóley, Peceras y un Área Verde.

En los últimos años las instalaciones eléctricas dentro del complejo turístico han sido desarrolladas por personal no calificado para realizarlas, por lo que es algo preocupante ya que pueden existir fallas eléctricas y es notable ya que no todas las instalaciones cuentan con un sistema de protección ante fallas y sobrecargas; por estas razones se hace necesario el desarrollo del presente proyecto para el nuevo diseño de las instalaciones eléctricas.

El conocimiento de la instalación eléctrica dentro del hogar ayuda a tener una idea de cómo funciona la electricidad. La analogía más adecuada es la circulación de agua por una tubería, tanto la electricidad como el agua son capaces de realizar un trabajo; el agua puede hacer, por ejemplo, que una rueda hidráulica gire y a su paso por una bombilla, la electricidad puede generar luz, calor si lo hace por un elemento térmico o movimiento de rotación si se trata de un motor eléctrico [21].

Las características que debe poseer una buena instalación eléctrica se basan en la fiabilidad, seguridad, eficiencia, viabilidad económica, flexibilidad, simplicidad y estética, no se puede optar por una instalación muy económica pero poco fiable, o muy simple, pero poco segura, ya que al no reunir cada una de estas características dejaría de ser propiamente una buena instalación eléctrica [22].

La calidad de energía no es responsabilidad de una persona o área funcional determinada; es el deber de cada uno. Se incluyen en ella el trabajador en la línea de ensamble, el agente de compras y el presidente de la empresa, la responsabilidad por la calidad de energía comienza cuando la empresa determina las necesidades de calidad por parte del cliente y continua hasta que el producto es usado por un cliente satisfecho durante algún tiempo [23].

3.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ELECTRICIDAD.

3.2.1. Electricidad.

La electricidad se define como el movimiento de cargas eléctricas llamadas electrones, que se trasladan de un punto a otro ya sea por su falta o exceso de los mismos en un material [1].

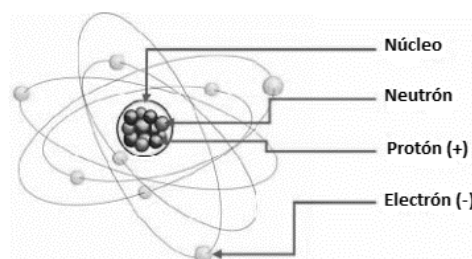


Figura 3. 2. Estructura del Átomo [1].

3.2.2. Electricidad estática y dinámica.

Los electrones son cargas negativas y son atraídos hacia cargas positivas. Es decir, para que haya atracción debe existir una fuente que tenga una deficiencia de electrones que tenga una

carga positiva. Entonces, para que un material se cargue eléctricamente debe tener más electrones que protones o más protones que electrones. Tener en cuenta que las cargas opuestas se atraen y las iguales se repelen [2].

- **Electricidad estática.** - Cuando los electrones viajan por un cuerpo y llegan al borde del mismo, se genera electricidad.
- **Electricidad dinámica.** - Cuando los electrones fluyen por un cuerpo desde un extremo hacia el otro, se genera la electricidad dinámica o corriente eléctrica.

3.2.3. Ley de Ohm.

La ley de Ohm dice que la corriente es proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito [2].

La expresión escrita por esta ley puede representarse mediante la siguiente ecuación algebraica:

$$I = \frac{V}{R} \quad (3.1)$$

Donde:

I = Corriente [A].

V = Voltaje [V].

R = Resistencia [Ω].

Para despejar las ecuaciones de la ley de Ohm se lo representa en el Triángulo de memoria.

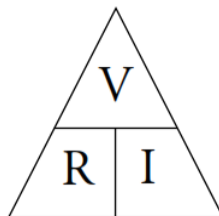


Figura 3. 3. Triángulo de memoria de la ley de Ohm [2].

Donde:

$$R = \frac{V}{I} \quad (3.2)$$

$$V = I \cdot R \quad (3.3)$$

3.2.4. Potencia eléctrica.

La potencia eléctrica es la cantidad de energía consumida por una carga en un determinado tiempo, la unidad de medida de la potencia eléctrica es el watt, esto equivale a un joule sobre segundo y está representada con la letra [W] [3].

La potencia eléctrica en corriente alterna es un poco más compleja ya que no solo hay una potencia, sino que se divide en tres diferentes y estas son:

- a) **Potencia activa (P).** - es la potencia útil o en otras palabras es la energía que se aprovecha cuando ponemos a funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo, su unidad de medida es el vatio (W) y se representa por la letra (P) [3].

$$P_{1\varphi} = V \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi \rightarrow \text{monofásico} \quad (3.4)$$

$$P_{3\varphi} = \sqrt{3} \cdot V_{LL} \cdot I_L \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot S \cdot \cos \varphi \rightarrow \text{trifásico} \quad (3.5)$$

Donde:

V = Voltaje [V].

S = Potencia aparente [VA].

I = Corriente [A].

$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

- b) **Potencia reactiva (Q).** - es la potencia perdida que consumen los motores, transformadores y todos los aparatos eléctricos que poseen algún tipo de bobina, su unidad de medida es volt-ampere reactivo (VAR) [3].

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi \rightarrow \text{monofásico} \quad (3.6)$$

$$Q = 3 \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi = 3 \cdot S \cdot \sin \varphi \rightarrow \text{trifásico} \quad (3.7)$$

Donde:

V = Voltaje [V].

S = Potencia [W].

I = Corriente [A].

$\sin \varphi$ = Factor reactivo.

- c) **Potencia aparente (S).** – es la potencia total de un circuito eléctrico con carga reactiva, dicho en otras palabras, es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva, su unidad de medida es el volt-ampere (VA) [3].

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (3.8)$$

Donde:

P = Potencia activa [W].

Q = Potencia reactiva [VAR].

3.2.5. Factor de Potencia.

El factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa (kW) utilizada en un sistema y la potencia aparente (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación [4].

$$fp = \cos(\varphi) = \cos(\varphi_v - \varphi_i) = \frac{P}{S} \quad (3.9)$$

Donde:

$\cos(\varphi)$ = factor de potencia.

P = Potencia activa [W].

S = Potencia aparente [W].

Además, se tiene el factor reactivo que se lo obtiene con la relación de la potencia reactiva (kVAR) desperdiciada en un sistema y la potencia aparente (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación:

$$\text{factor reactivo} = \sin \varphi = \frac{Q}{S} \quad (3.10)$$

Donde:

$\sin \varphi$ = factor reactivo.

Q = Potencia reactiva [W].

S = Potencia aparente [VA].

Para tener una eficiencia energética el Instituto ecuatoriano de normalización (INEN), menciona que se debe tener como mínimo un factor de potencia del 0,92 porque al tener un factor de potencia menor al mencionado provoca un mayor consumo de potencia reactiva respecto a la potencia activa, aumentando pérdidas por sobrecalentamiento [4].

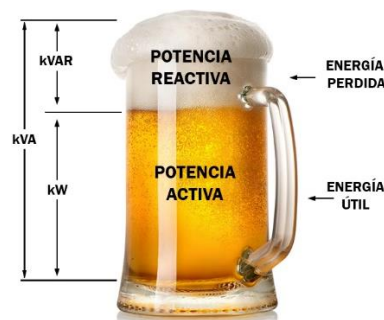


Figura 3. 4. Factor de potencia en base al criterio de la cerveza [5].

3.3. SIMBOLOGÍA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En la actualidad existen diferentes simbologías dependiendo de la norma a considerar en este caso se considera la norma IEC 60617/EN 60617 Símbolos gráficos para esquemas, dentro de su contenido contiene los siguientes temas:

- Elementos de símbolos distintivos y otros símbolos de la aplicación general.
- Símbolos normalizados de conductores y dispositivos de conexión.
- Símbolos normalizados de resistencias, condensadores y bobinas.
- Símbolos normalizados de aparatos de medida.
- Símbolos normalizados de lámparas y dispositivos de señalización.
- Símbolos normalizados de elementos de mando.
- Símbolos normalizados de aparatos y dispositivos de control y protección.
- Símbolos normalizados de convertidores, inversores y arrancadores de potencia.
- Símbolos normalizados de motores, generadores, acumuladores, pilas y transformadores.
- Referenciado y numeración de los elementos en los esquemas.
- Tabla comparativa entre los símbolos más habituales entre las normas europeas y las normas de los E.E.U.U.

3.4. PRINCIPALES SISTEMAS QUE CONSIDERAR DENTRO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En una instalación eléctrica se puede encontrar diferentes elementos que necesitan ser analizados, entre los más destacados se tiene:

3.4.1. Sistemas de fuerza.

Un sistema de fuerza es aquella instalación en que la energía eléctrica se use preferentemente para obtener energía mecánica y/o intervenir en algún proceso productivo industrial [5].

Los circuitos de fuerza deberán estar separados de los circuitos de otro tipo de consumos, es decir tener alimentaciones individuales con su respectiva protección [5].

Dentro de los sistemas de fuerza se puede encontrar:

a) Tomacorrientes.

Los tomacorrientes son dispositivos eléctricos que se utilizan para la conexión de red de aparatos eléctricos móviles mediante enchufe [5].

b) Circuitos especiales.

En el NEC-SBE-IE describe que los circuitos especiales son aquellas cargas fijas que necesitan un circuito exclusivo cuya potencia instalada excede 1,5 kW [5].

3.4.2. Sistemas de iluminación.

La iluminación es un factor importante de la instalación eléctrica, tiene como objetivo principal es brindar iluminación en lugares específicos, realizando un estudio adecuado para determinar las características y tipos de lámparas que necesita la instalación eléctrica para proporcionar eficiencia en el rendimiento visual de las personas [6].

Dentro de los sistemas de iluminación se puede encontrar:

a) Iluminación directa.

En la iluminación directa casi todo el flujo luminoso se dirige directamente a la superficie que ha de iluminar [6].

b) Iluminación semidirecta.

En la iluminación semiindirecta la mayor parte del flujo luminoso se dirige directamente hacia la superficie que se trata de iluminar, una pequeña parte (de 10 a 40%) se hace llegar a dicha superficie previa reflexión en techos y paredes [6].

c) Iluminación difusa.

Iluminación difusa también conocida como iluminación mixta, aproximadamente la mitad del flujo luminoso se dirige directamente hacia abajo y la otra mitad del flujo luminoso se dirige hacia el techo y llega por tanto a la otra superficie que ha de iluminar, después de reflejarse varias veces por techos y paredes [6].

d) Iluminación Indirecta.

La iluminación indirecta todo o casi todo el flujo luminoso se dirige hacia el techo, el manantial luminoso queda completamente oculto a los ojos del observador y este no percibe ninguna zona luminosa, solamente aprecia zonas iluminadas [6].

3.4.3. Tableros de distribución.

Los tableros de distribución son equipos que agrupan dispositivos de protección y maniobra, a partir del cual se puede proteger parte o la totalidad del sistema eléctrico [7].

Los tableros de distribución se dividen en:

a) Tableros principales.

Tableros que permiten operar sobre todo el sistema eléctrico mediante dispositivos de protección y maniobra distribuyendo energía eléctrica proveniente de la red principal [7].

b) Tableros principales auxiliares.

Estos tableros son alimentados desde el tablero principal que permiten proteger y operar subalimentadores, energizando a los tableros secundarios [7].

c) Tableros secundarios.

Aquellos que acorde a la necesidad de la instalación, se energizan desde un tablero principal auxiliar o tablero principal, operan directamente sobre los circuitos de iluminación, tomacorrientes, servicios auxiliares y cargas especiales [7].

3.4.4. Sistema de puesta a tierra.

El objetivo de la puesta a tierra es obtener un bajo valor de resistencia para disminuir la tensión de contacto aplicada al ser humano garantizando que los valores máximos de las tensiones de contacto que se encuentren sometidos a los seres humanos no superen los límites de soportabilidad [6].

En la norma IEEE Std. 142 explica que la resistencia a tierra se puede calcular y medir. El cálculo ha sido simplificado, revisar el Anexo A [8].

El valor de la resistividad del terreno es un factor de suma importancia en el comportamiento de electrodos a tierra, las resistividad del terreno se expresa en ($\Omega \cdot m$). En la tabla 3.1 se muestran los valores de resistividad para diferentes suelos [26].

Tabla 3. 1. Valores típicos de resistividad de diferentes suelos [26].

Valores típicos de resistividad de diferentes suelos	
Tipo	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Agua de mar	0,10 – 1,00
Tierra vegetal/arcilla húmeda	5,00 – 50,00
Arcilla, arena y grava	40,00 – 250,00
Piedra caliza cristalina	30,00 – 100,00
Roca	1000,00 – 10000,00
Roca ígnea	2000,00 – 10000,00
Concreto seco	2000,00 – 10000,00
Concreto húmedo	30,00 – 100,00
Hielo	10000,00 – 100000,00

3.5. DEMANDA DE DISEÑO.

La demanda se la conoce como la carga requerida durante un intervalo de tiempo determinado, expresada como kW, kVA y kVAR. Para establecer una demanda es indispensable indicar el intervalo de demanda que será de 10 o 15 minutos ya que sin él no tendría sentido práctico [9].

Para la determinación de la demanda se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- **Factor de utilización.** - el régimen de trabajo normal de un receptor puede ser que tal que su potencia sea menor que su potencia nominal, lo que da lugar al factor de utilización [11].
- **Factor de simultaneidad.** – todos los receptores instalados no funcionan al mismo tiempo, por lo que es necesario aplicar un factor que nos determine la potencia necesaria para los cálculos eléctricos [11].
- **Factor de demanda.** – es la relación entre la demanda máxima de un sistema y la carga total conectada del sistema [10].
- **Factor de diversidad.** – relación entre la suma de las demandas máximas individuales de las subdivisiones del sistema y la demanda máxima del sistema completo [10].
- **Carga instalada.** – es la suma de todas las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo conectados a un sistema o a parte de él, se expresa generalmente en kVA, MVA, kW o MW [9].
- **Capacidad instalada.** – corresponde a la suma de las potencias nominales de los equipos (transformadores, generadores), instalados a líneas que suministran la potencia eléctrica a las cargas o servicios comerciales [9].

3.6. NORMAS PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

3.6.1. Norma Europea para iluminación de interiores UNE-EN 12646-1.

Esta norma impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética de los edificios, entre las cuales se encuentra la iluminación. Los requisitos de iluminación son determinados para la satisfacción de tres necesidades humanas:

- **Confort visual.** - en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad [12].
- **Prestaciones visuales.** - en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos [12].

- **Seguridad.** - En este capítulo podrá encontrar el tipo de actividad de su lugar de trabajo y conocer los requisitos de iluminación que establece la Norma [12].

En la norma se encuentran tablas de los niveles de luxes de acuerdo a la necesidad que se requiera, uno de las cuales está la tabla de lugares de pública concurrencia (restaurantes y hoteles).

Tabla 3. 2 Tabla de niveles de luxes para restaurantes y hoteles [12].

RESTAURANTES Y HOTELES				
Nº Ref.	Tipo de interior, Tarea actividad	Em lux	Uo	Observaciones
1	Recepción, caja, conserjería, buffet	300	0,60	
2	Cocinas	500	0,60	Debería haber una zona de transición entre cocina y restaurante
3	Restaurante, comedor, Sala de reuniones, etc.	-	-	El alumbrado debería ser diseñado para crear la atmosfera apropiada
4	Restaurante Autoservicio	200	0,40	
5	Buffet	300	0,60	
6	Sala de conferencias	500	0,60	El alumbrado debería ser controlado
7	Pasillos	100	0,40	Niveles inferiores aceptables durante la noche

3.6.2. Iluminación de lugares de trabajo en exteriores UNE-EN 12646-2.

Para permitir que las personas realicen tareas visuales en exterior de modo eficiente y preciso, especialmente durante la noche, ha de preverse una iluminación adecuada y apropiada. Esta norma especifica requisitos para que la iluminación en la mayor parte de puestos de trabajo de exteriores y sus áreas asociadas en términos de cantidad y calidad de iluminación [13].

En la tabla 3.3 se detalla los niveles de iluminación de estaciones de servicio.

Tabla 3. 3. Niveles de iluminación estaciones de servicio [13].

ESTACIONES DE SERVICIO				
Nº Ref.	Tipo de interior, Tarea actividad	Em. lux	Uo.	Observaciones
1	Aparcamiento de vehículos y áreas de almacenamiento	5	0,25	
2	Vías de acceso y salida: entorno oscuro (es decir áreas rurales y suburbios)	10	0,40	
3	Vías de acceso y salida: entorno claro (es decir ciudades)	50	0,40	
4	Puntos de control de presión de aire de neumáticos y de agua y otras áreas de servicio	150	0,40	
5	Área de lectura de medidores	150	0,40	

3.6.3. Iluminación de instalaciones deportivas UNE-EN 12193.

Esta norma europea trata de la iluminación en instalaciones deportivas, con el fin de asegurar unas buenas condiciones visuales para los jugadores, atletas árbitros, espectadores. El objetivo de esta norma es proporcionar recomendaciones y especificar requisitos para una iluminación de buena calidad de las instalaciones deportivas [14].

Las clases de alumbrado de una instalación deportiva se las explica en la tabla 3.4.

Tabla 3. 4. Clases de alumbrado de una instalación deportiva [14].

Nivel de Competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	*		
Regional	*	*	
Local	*	*	*
Entrenamiento		*	*
Recreativo/deportes escolares			*

En la tabla 3.5, se muestra los niveles mínimos para la iluminación horizontal en recintos deportivos destinados a la práctica de fútbol.

Tabla 3. 5. Niveles mínimos de iluminación por clase [14].

Clase	Iluminancia horizontal		
	Emáx lux	Emín lux	Uo
I	750	500	0,70
II	500	250	0,70
III	200	100	0,70

3.7. ESQUEMAS ELÉCTRICOS.

Los esquemas eléctricos se pueden clasificar en esquemas multipolares (llamados multifilares) y esquemas unipolares (denominados también unifilares). En los esquemas multipolares se representan todos los hilos y conexiones que intervienen en una instalación eléctrica. Por el contrario, en los esquemas unipolares no se representan todas las conexiones, sino solo las imprescindibles para una buena comprensión del esquema [15].

3.8. PROTECCIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS.

Los cables eléctricos no tienen otra limitación para aceptar el paso de la corriente que el aumento de la temperatura. Este aumento de temperatura debido al paso de la corriente es cuantitativamente ilimitado [15].

3.8.1. Protección contra sobrecargas.

Las instalaciones se diseñan con una previsión de cargas concreta para cada línea, a partir de la potencia que deben suministrar se calcula la corriente máxima que debería circular por el cable.

Puede ser que una vez que la línea este instalada y en funcionamiento, se conecten más y más receptores en esa línea, agotándose los márgenes de seguridad del proyectista tuvo en cuenta su diseño, incluso que se conecten más receptores a la línea, con lo que se superaran ampliamente las corrientes máximas admitidas por las tablas [15].

3.8.2. Protección contra cortocircuitos.

Un cortocircuito es una sobrecorriente muy elevada que se produce de repente, en poco espacio de tiempo, el origen y la evolución de un cortocircuito es el contacto directo entre dos conductores de un circuito, el aumento de la corriente se produce de forma brusca y casi instantánea, en el mismo momento del contacto entre los dos conductores [15].

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

En el presente proyecto de investigación, se efectúa el diseño de las instalaciones eléctricas a través del uso de normas en el Complejo Turístico “El Truchon”, estableciendo los diversos parámetros eléctricos necesarios para la investigación, por otra parte, las técnicas y tipos de investigación estarán acorde al estudio del caso.

4.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

Al momento de realizar este proyecto se utilizaron los siguientes métodos investigativos:

- Método inductivo: El método inductivo fue empleado para recolectar la información necesaria sobre las instalaciones eléctricas existentes en el complejo con sus respectivas cargas, por consiguiente, se obtuvo el diagrama unifilar existente.
- Método deductivo: El método deductivo ayudo en la determinación de la carga instalada actualmente en el complejo expresada en Kilovatios y así conocer la demanda de energía eléctrica que se requiere satisfacer.

4.2. MATERIALES E INSTRUMENTOS.

4.2.1. Normativas.

a) Normativa RD 842_2002.

Se utilizó la norma RD 842/2002 porque establece las condiciones técnicas que deben reunir las instalaciones eléctricas de baja tensión, al igual que los principales cálculos eléctricos utilizando formulas y tablas reglamentarias.

b) Normativa IEEE Std. 241_1990.

Se hizo uso de la norma IEEE 241-1990, ya que esta norma es una práctica recomendada para el diseño eléctrico de edificios comerciales, pero cabe recalcar que esta norma no es lo suficientemente detallado para ser un manual de diseño, solo debe considerarse una guía y referencia general sobre el diseño eléctrico de los edificios comerciales.

4.2.2. Software.

a) Dialux.

El software Dialux se lo utilizó para el cálculo de las luminarias para instalaciones de interiores y de exteriores, por su fácil interfaz y su amplia gama de catálogos de fabricantes, lo cual permite resultados más confiables.

b) AutoCAD.

AutoCAD es uno de los programas más utilizados dentro de la Ingeniería, con el cual se desarrolló los planos eléctricos, así como el diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas dentro del complejo turístico.

4.3. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO.

4.3.1. Metodología para el cálculo de las instalaciones eléctricas en base a la norma RD 842_2002.

La norma RD 842/2002 establece las condiciones técnicas que deben reunir las instalaciones eléctricas de baja tensión, al igual que los principales cálculos eléctricos utilizando formulas y tablas reglamentarias [17].

4.3.1.1. Instalación interior: Circuitos de fuerza y alumbrado.

Los pasos por seguir para el cálculo de la instalación de interiores son:

- a) Como primer paso encontrar la potencia de cálculo del circuito aplicando factores de simultaneidad y de uso.**

$$Potencia\ por\ toma \cdot Fs \cdot Fu \cdot N^{\circ}\ tomas \quad (4.1)$$

Donde:

Fs = Factor de simultaneidad.

Fu = Factor de utilización.

$N^{\circ}\ tomas$ = cantidad de tomas.

b) Cálculo de la intensidad de consumo por circuito.

- Datos de partida: La Tensión: depende de la tensión de la red de baja tensión y el Coseno: 0,85 para tomas y 0,92 para luminarias.

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad (4.2)$$

Donde:

P = Potencia activa [W].

V = Voltaje [V].

$\cos \varphi$ = factor de potencia.

c) Cálculo de la sección: por intensidad de consumo, caída de tensión y por mínima reglamentaria.

- **Sección por intensidad de consumo (Sec_1).** – en esta parte la selección del conductor se da en base a la comparación de la corriente que puede soportar el conductor sea mayor que la corriente del circuito [17] como se lo detalla a continuación:

$$I_{conductor} > I_{circuito} \quad (4.3)$$

Donde:

$I_{conductor}$ = Corriente máxima del conductor [A].

$I_{circuito}$ = Corriente calculada del circuito [A].

Para determinar la sección del conductor se lo hará en base a una tabla comercial de cables CENTELSA donde detalla el calibre, la sección y la corriente máxima de transporte de cada conductor TW, THWN y THHN 600 V, 75°C y 90°C.

Tabla 4. 1. Tabla de conductores eléctricos.

Alambre y Cables TW, THWN/THHN 600V, 75/90°C					
Calibre	Área nominal de la sección transversal	Capacidad de conducción de corriente TW (A)	Capacidad de conducción de corriente THWN (A)		
			60° C	75° C	90° C
AWG	mm ²	60° C	60° C	75° C	90° C
14	2,08	20	20	20	25
12	3,31	25	25	25	30
10	5,26	30	30	35	40
8	8,37	40	40	50	55
6	13,30	55	55	65	75
4	21,15	70	70	85	95

Tabla 4. 2. Continuación. Tabla de conductores eléctricos.

2	33,62	95	95	115	130
1	42,41	110	110	130	150
1/0	53,48	125	125	150	170
2/0	67,43	145	145	175	195
3/0	85,01	165	165	200	225
4/0	107,20	195	195	230	260
250	126,70	215	215	255	290
350	152,00	260	240	285	320
500	253,40	320	320	380	430

- **Sección por caída de máxima tensión reglamentaria (Sec_2).** – la caída de tensión reglamentaria será para luminarias el 3% y para fuerza será del 5% [11]. En base a la ecuación (4.4) se realiza el cálculo correspondiente:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{56 \cdot V \cdot U_{max}} \quad (4.4)$$

Donde:

P = Potencia activa [W].

L = Longitud [m].

V = Voltaje [V].

U_{max} = Caída de tensión máxima reglamentaria [%].

- **Sección adoptada (Sec_T).** – esta será la sección mayor de cualquiera de las secciones anteriormente calculadas [11].
- **Sección del neutro.** – la sección del neutro será como mínimo igual al de la fase [11].
- **Sección del conductor de protección.** – la sección de protección será la mínima [11].

d) Caída de tensión del circuito: parcial y total.

- **Caída de tensión parcial.** – esta es la caída de tensión existente en el circuito que se calcula en tanto por ciento, es decir, desde el origen de la instalación interior y la toma de aire acondicionado [17]. Se aplica la siguiente ecuación:

$$U_p = \frac{2 \cdot P \cdot L}{56 \cdot V \cdot S_T} \quad (4.5)$$

Donde:

P = Potencia activa [W].

L = Longitud [m].

V = Voltaje [V].

S_T = Sección adoptada [mm^2]

- **Caída de tensión total.** – es la caída total acumulada desde el origen de la instalación interior (caída parcial del circuito más derivación individual) en tanto por ciento [17].

$$U_t = U_{parcial\ circuito} + U_{derivación\ individual} \quad (4.6)$$

Donde:

$U_{parcial\ circuito}$ = Caída de tensión parcial del circuito [%].

$U_{derivación\ individual}$ = Caída de tensión de la derivación individual [%].

e) Intensidad máxima admisible del conductor.

La intensidad máxima admisible del conductor depende del factor de corrección [17].

$$I_{max.cond.} = I_{max.tabla} \cdot factor\ de\ corrección \quad (4.7)$$

Donde:

$I_{max.tabla}$ = Corriente máxima del conductor [%].

$I_{max.cond.}$ = Corriente máxima admisible del conductor [%].

En base a la norma UNE-EN 20460 los factores de corrección están detallados en la tabla 21 que depende por el número de circuitos.

Tabla 4. 3. Factor de corrección [19].

Factor de corrección por número de circuitos				
Disposición / N° circuitos	1	2	3	4
Empotrados o embutidos	1	0,80	0,70	0,70
Sobre pared, suelo o superficie	1	0,85	0,80	0,75
Fijado bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70
Bandeja perforada	1	0,90	0,8	0,75

f) Potencia máxima del circuito: por intensidad máxima del conductor, por caída de tensión máxima reglamentaria y potencia máxima real del circuito.

- Potencia máxima admisible por intensidad máxima del conductor en función de la intensidad máxima del conductor.

$$P_{max.1} = I_{max.cond} \cdot V \cdot \cos \varphi \quad (4.8)$$

Donde:

$I_{max.cond}$. = Corriente máxima admisible del conductor [%].

V = Voltaje [V].

$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

- Potencia máxima admisible por caída de tensión reglamentaria.

$$P_{max.2} = \frac{56V \cdot S_T \cdot U_{max}}{longitud} \quad (4.9)$$

Donde:

V = Voltaje [V].

S_T = Sección adoptada [mm^2].

U_{max} = Caída de tensión máxima reglamentaria [%].

- Potencia máxima real del circuito es la menor de la $P_{max.1}$ y la $P_{max.2}$.

g) Longitud máxima de transporte.

$$L_{max} = \frac{56V \cdot S_T \cdot U_{max}}{P} \quad (4.10)$$

Donde:

V = Voltaje [V].

S_T = Sección adoptada [mm^2].

U_{max} = Caída de tensión máxima reglamentaria [%].

P = Potencia activa [W].

h) Ampliación de potencia.

Aquí se detalla la potencia que se puede ampliar por circuito, para determinar de forma voluntaria el posible aumento de sección en el circuito deseado y no es nada menos que la diferencia entre la potencia máxima admisible y la potencia instalada [11].

$$\text{Ampliación Potencia} = P_{max} - P \quad (4.11)$$

Donde:

P_{max} = Potencia máxima del circuito [W].

P = Potencia activa [W].

i) Diámetro del tubo.

En base a la tabla 4.3, 4.4 y 4.5, que se muestra a continuación es el diámetro del tubo conduit metálico y de PVC con su respectivo número de conductores admisibles por cada tubería.

Tabla 4. 4. Diámetro de tubería en pulgadas conduit PVC.

Máxima cantidad de conductores admisible en tubería conduit PVC										
Calibre	TW	THW N	TW	THW N	TW	THW N	TW	THW N	TW	THW N
AWG	1/2"	1/2 "	3/4"	3/4"	1"	1"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"
14	11	16	18	27	31	44	51	73	67	96
12	8	11	14	19	24	32	39	53	51	70
10	6	7	10	12	18	20	29	33	38	44
8	3	4	6	7	10	12	16	19	21	25
6	1	3	3	5	6	8	9	14	13	18
4	1	1	2	3	4	5	7	8	9	11
2	1	1	1	1	3	3	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6
1/0	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5
2/0	-	1	1	1	1	1	2	3	3	4
3/0	-	-	1	1	1	1	1	2	3	3
4/0	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3
250	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2
350	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
500	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1

Tabla 4. 5. Diámetro de tubería en pulgadas conduit PVC.

Máxima cantidad de conductores admisible en tubería conduit metálico										
Calibre	TW	THWN	TW	THWN	TW	THWN	TW	THWN	TW	THWN
AWG	1/2"	1/2 "	3/4"	3/4"	1"	1"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"
14	8	12	15	22	25	35	43	61	58	84
12	6	9	11	16	19	26	33	45	45	61
10	5	5	8	10	14	16	24	18	33	38
8	2	3	5	6	8	9	13	16	18	22
6	1	2	3	4	4	7	8	12	11	16
4	1	1	1	2	3	4	6	7	8	10
2	1	1	1	1	2	3	7	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	5
1/0	-	1	1	1	1	1	2	3	3	4
2/0	-	-	1	1	1	1	1	2	3	3
3/0	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3
4/0	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2
250	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
350	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
500	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1

j) Protección magneto térmica según la intensidad de consumo.

Para seleccionar la protección de los circuitos se lo puede realizar a través de la corriente nominal del circuito, se sugiere revisar la tabla 4.6 para la selección de la protección ya que esta tabla cuenta con protecciones comerciales dentro del mercado ABB.

Tabla 4. 6. Interruptores magneto térmico comerciales ABB.

Interruptores magneto térmico comerciales ABB			
Nº polos	Capacidad (A)	Nº polos	Capacidad (A)
1	10	2	10
1	16	2	16
1	20	2	20
1	25	2	25
1	32	2	32
1	40	2	40
1	50	2	50
1	63	2	63
1	80	2	80
1	100	2	100

k) Potencia máxima según protección magneto térmica.

En función del interruptor termo magneto térmico se calcula en base a la fórmula:

$$P_{max.PIA} = V \cdot I_{protección PIA} \cdot \cos \varphi \quad (4.12)$$

Donde:

V = Voltaje

$I_{protección PIA}$ = Corriente nominal de la protección magneto térmica.

4.3.1.2. Derivaciones individuales y Línea General de alimentación.

Para el cálculo de las derivaciones individuales el procedimiento es similar al de las instalaciones de interiores, a continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo [17].

a) Potencia de cálculo.

La potencia de cálculo se la encuentra con la suma de las potencias máximas de las instalaciones de interiores como se lo detalla a continuación.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 \dots \dots \dots + P_n \quad (4.13)$$

Como se lo había explicado anteriormente existen tres tipos de potencias la activa, la reactiva y la aparente, las cuales son necesarias determinarlas ya que con esas potencias se determinará el factor de potencia de cada derivación individual.

Como primer paso para el cálculo de las potencias reactiva y aparente se hace uso de las ecuaciones (3.4), (3.6) y (3.9) por cada instalación interior y como segundo paso se busca el factor de potencia de cada una de las derivaciones haciendo uso de la ecuación (3.9).

b) Intensidad del circuito.

La intensidad del circuito para cada derivación se la calcula en base a la ecuación (4.2).

Datos a considerar: Tensión, depende de la tensión de la red de baja tensión y Coseno, a través del cálculo.

c) Cálculo de la sección: por intensidad de consumo, caída de tensión y por mínima reglamentaria.

- **Sección por intensidad de consumo (Sec_1).** – en esta parte la selección del conductor se da en base a la comparación de la corriente que puede soportar el conductor sea mayor que la corriente del circuito [11], aplicando la ecuación (4.3) y haciendo uso de la tabla 4.1.
- **Sección por caída de tensión reglamentaria.** - la caída de tensión reglamentaria será para derivaciones individual o concentrados por plantas: 0,5%, totalmente concentrados: 1% y un único usuario que no existe L.G.A.:1,5% [11]. Haciendo uso de la ecuación (4.4) se calcula la sección.
- **Sección adoptada ST.** - esta será la sección mayor de cualquiera de las secciones anteriormente calculadas [11].
- **Sección del neutro.** – la sección del neutro será como mínimo igual al de la fase [11].
- **Sección del conductor de protección.** – la sección de protección será la mínima [11].

d) Caída de tensión del circuito: parcial y total.

- **Caída de tensión parcial.** – este cálculo se lo realizara de manera similar a la de la instalación de interiores haciendo uso de la ecuación (4.5).
- **Caída de tensión total.** - es la caída total acumulada desde el origen de la instalación interior (caída parcial del circuito más derivación individual) en tanto por ciento [17]. Para el cálculo de la tensión total se hará uso de la ecuación (4.6).

e) Intensidad máxima admisible del conductor.

La intensidad máxima admisible del conductor depende del factor de corrección. Para su cálculo se utilizará la ecuación (4.7) y la tabla 4.2.

f) Potencia máxima del circuito: por intensidad máxima del conductor, por caída de tensión máxima reglamentaria y potencia máxima real del circuito.

- Potencia máxima admisible por intensidad máxima del conductor en función de la intensidad máxima del conductor. Para el cálculo utilizar la ecuación (4.8).
- Potencia máxima admisible por caída de tensión reglamentaria. La ecuación (4.9).
- Potencia máxima real del circuito es la menor de la $P_{max.1}$ y la $P_{max.2}$.

g) Longitud máxima de transporte. Para este cálculo se hará uso de la ecuación 4.10.

h) Diámetro del tubo. Se debe utilizar la tabla 4.3, 4.4 y 4.5.

4.3.1.3. Diagrama de flujo.

A continuación, se encuentra el diagrama de flujo de la norma RD 842_2002.

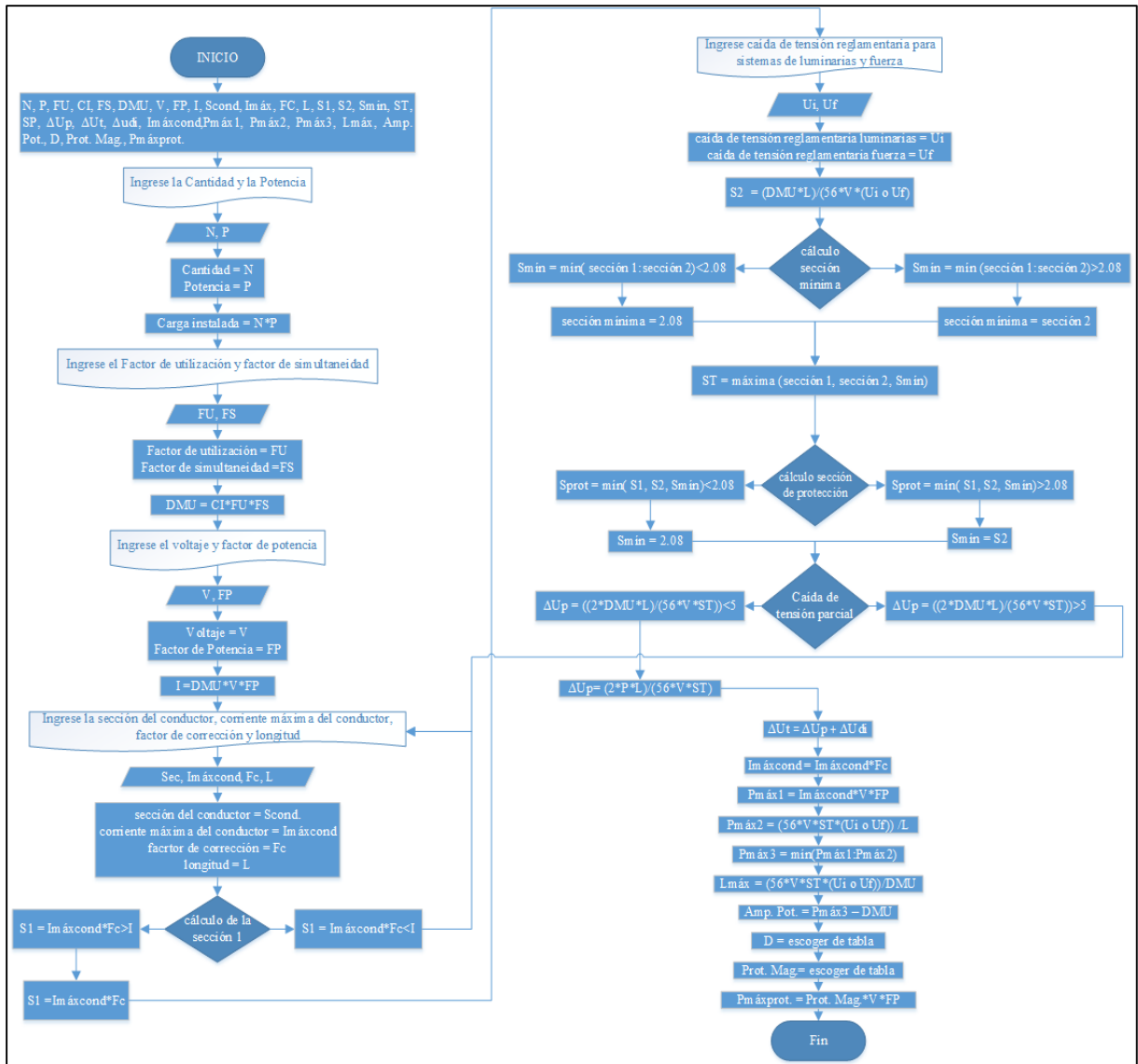


Figura 4. 1. Diagrama de flujo del cálculo eléctrico de la norma RD 842_2002.

4.3.2. Cálculos eléctricos en base a la norma IEEE 241-1990.

La IEEE 241-1990, es una práctica recomendada para el diseño eléctrico de edificios comerciales. Esta norma no es lo suficientemente detallado para ser un manual de diseño, solo debe considerarse una guía y referencia general sobre el diseño eléctrico de los edificios comerciales [10].

4.3.2.1. Características de la carga.

A continuación, se enumeran los grupos de cargas típicos y ejemplos de clases de equipos eléctricos que deben tenerse en cuenta al estimar las cargas iniciales y futuras.

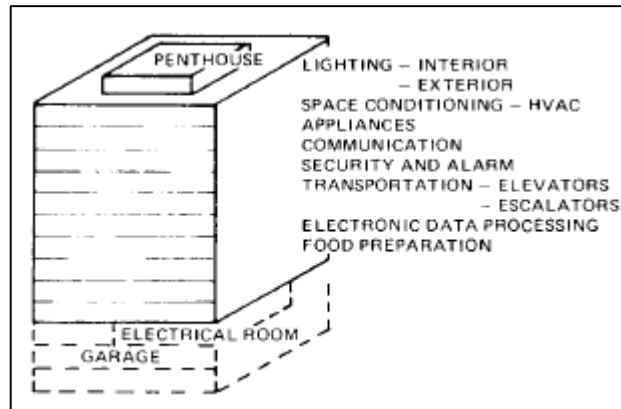


Figura 4. 2. Grupos de cargas en un edificio comercial típico de 10 pisos [10].

- Iluminación interior (general, tareas, salidas y escaleras), exterior (decorativa, estacionamiento, seguridad), normal y de emergencia.
- Electrodomésticos – máquinas copiadoras y comerciales, receptáculos para máquinas expendedoras y uso general.
- Acondicionamiento de espacios – unidades de calefacción, refrigeración, limpieza, bombeo y tratamiento de agua.
- Saneamiento – Bombas de agua, calentadores de agua, bombas de sumidero y alcantarillado, incineradores y manejo de desechos.
- Protección contra incendios – detección de incendios, alarmas y bombas.
- Transporte – ascensores, montacargas, transportadores, escaleras mecánicas.
- Procesamiento de datos – computadoras de escritorio, procesamiento central y sistemas de suministro de energía interrumpida (UPS).
- Preparación de alimentos – enfriar, cocinar, lavar platos, etc.
- Cargas especiales – para equipos e instalaciones en edificios mercantiles, restaurantes, teatros, complejos recreativos y deportivos, edificios religiosos, terminales y aeropuertos, instalaciones de salud, laboratorios, estaciones de radiodifusión, etc.
- Cargas misceláneas – seguridad, sistemas de control central, comunicaciones, audiovisuales, equipos de acondicionamiento, incineradores, trituradoras, compactadores de residuos, equipos de taller o mantenimiento, etc.

a) **Tabulación de la carga.**

El diseño de un sistema de distribución eléctrica debe comenzar con un estudio de carga para identificar el tamaño, la ubicación y la naturaleza de las diversas cargas, en la tabla 4.7, 4.8 y 4.9 se encuentran las tablas para la tabulación de la carga.

Tabla 4. 7. Tabulación de la carga [10].

Tabulación de carga de los requisitos de servicios públicos de equipos								
Lugar	Descripción de la carga	Voltios	Requisitos eléctricos					Duración de la carga continua o cíclica
			Amperios	kW	Hp	Fase	Hertz	

Tabla 4. 8. Continuación tabulación de la carga [10].

Tabulación de carga de los requisitos de servicios públicos de equipos								
Vapor	Requisitos mecánicos							Otros
	Agua Caliente	Agua fría	Desechos	Gas	Aire	Escape		

Tabla 4. 9. Solicitud de trabajo de contratista eléctrico con licencia [10].

Solicitud de trabajo de contratista eléctrico con licencia							
Información de carga eléctrica							
(Ingrese la carga total conectada en cada categoría)							
Categoría	kW	3 fases	1 fase	Voltaje	Hp	LRA/FLA	Aplicación

La tabulación de carga brinda la oportunidad de identificar la carga de los equipos a utilizar y los voltajes a utilizarse, también ayuda a identificar los equipos de utilización que tiene requisitos especiales (por ejemplo, computadoras o ciertos circuitos de iluminación) [10].

b) Consideraciones de carga total.

Si todas las cargas conectadas al edificio se suman aritméticamente (es decir, todas expresadas en hp, kW, kVA o A a algún voltaje especificado) para identificar la carga total del edificio, el número resultante en la mayoría de los casos parecerá requerir una mayor capacidad del sistema que se necesitará de manera realista para servir adecuadamente las cargas [10].

La carga promedio en el sistema de energía suele ser menor que la carga total conectada esto se denomina carga de demanda, también denominado el factor de diversidad.

- **Factor de demanda.** – la relación entre la demanda máxima de un sistema y la carga total conectada del sistema, no puede ser mayor que la unidad [10].
- **Factor de diversidad.** – la relación entre la suma de las demandas máximas individuales de las subdivisiones del sistema y la demanda máxima del sistema

completo, dado que la demanda máxima de un sistema no puede es mayor que las demandas individuales, el factor de diversidad es mayor o igual a la unidad [10].

c) Calculo parcial para un edificio de oficinas.

En la tabla 4.10, se detalla la tabla a utilizar para el cálculo parcial para un edificio de oficinas que debe ser diseñado aplicando diversos parámetros para cada una de las cargas.

Tabla 4. 10. Tabulación de carga parcial [10].

1	2	3	4	5=3·4	6	7=5·6	8	9=7/8	10
Grupo de carga	Descripción de la carga	Cantidad	Unidad de carga	Carga conectada (CL) 1000 W	Estimación factor de demanda	Estimación de la carga de demanda (DL) kW	Estimación del factor de potencia (PF)	Capacidad requerida en kVA	
		Nº	W/unidad					Por cada carga	Por grupo de carga
a	Carga total conectada TCL y Carga de demanda bruta (GDL)								
b	Estimación Factor de Diversidad (DIF)								
c	Capacidad de reserva (SC) para el crecimiento (% X GDL en KVA)								
d	Capacidad bruta del sistema a proporcionar $CGS=(a/b)+c$								

4.3.2.2. Consideraciones de voltaje.

Uno de los principios de las consideraciones de voltaje es aplicar un control de voltaje adecuado para que se suministren voltajes satisfactorios a todos los equipos eléctricos en todas las condiciones normales de funcionamiento [18].

a) Clases de voltaje de sistemas.

Los voltajes de sistema se dividen en:

- **Bajo voltaje.** – Voltaje nominal menor o igual a 1000 voltios.
- **Medio voltaje.** – Voltaje nominal mayor a 1000 voltios y menor a 100000 voltios.
- **Alto voltaje.** – Voltaje mayor o igual a 100000 voltios e igual o menor que 230000 voltios.

b) Aplicación de los rangos de voltaje.

Dentro de los rangos de voltaje se tiene dos rangos como se lo describe a continuación:

- **Rango A (voltaje de servicio).** – los sistemas de suministro eléctrico serán diseñados y operados para que la mayoría de voltaje estén dentro de los límites especificados [18].
- **Rango A (voltaje de utilización).** – los sistemas para consumidores serán diseñados y operados para que los voltajes de servicio estén dentro de los límites del rango A [18].
- **Rango B (Voltaje de servicio y utilización).** – incluye voltajes arriba y debajo de los límites del rango A, que necesariamente resultan del diseño práctico y condiciones de operación sobre el suministro o los sistemas del usuario o ambos [18].

En la tabla 4.11 se detallan los voltajes y rangos de voltaje nominales estándar del sistema de bajo voltaje y en la figura 4.3 se detallan las principales conexiones de transformadores para suministros de voltaje.

Tabla 4. 11. Voltajes nominales del sistema estándar [18].

Clases de voltaje	Voltaje nominal del sistema (Nota a)			Voltaje nominal de utilización	Rango A de voltaje (Nota b)			Rango A de voltaje (Nota b)		
	Dos hilos	Tres hilos	Cuatro hilos	Dos hilos Tres hilos Cuatro Hilos	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo	
					Voltaje de utilización y servicio Nota (a)	Voltaje de servicio	Voltaje de utilización	Voltaje de utilización y servicio Nota a	Voltaje de servicio	Voltaje de utilización
Bajo voltaje (Nota 1)	Sistemas monofásicos									
	120	120/240		115 115/230	126 126/252	114 114/228	110 110/220	127 127/254	110 110/220	106 106/216

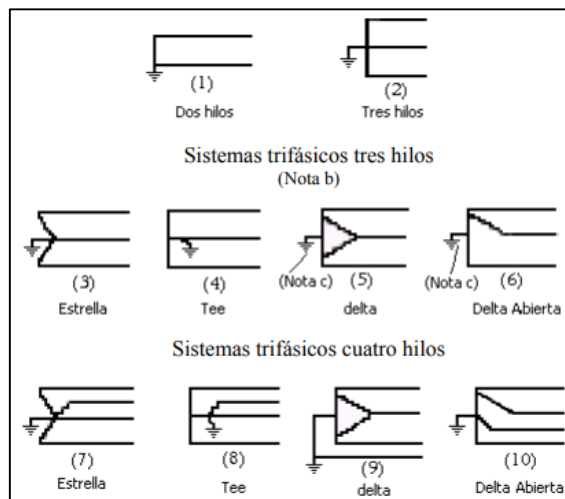


Figura 4. 3. Principales conexiones de transformadores para suministro de voltaje [18].

c) Cálculo de la caída de tensión.

Debido a las relaciones vectoriales entre voltaje, corriente, resistencia y reactancia, los cálculos de caída de voltaje requieren un conocimiento práctico de trigonometría, especialmente para hacer cálculos exactos. La mayoría de los cálculos de caídas de tensión se basan en supuestas condiciones límites y las formulas aproximadas son adecuadas [10].

La fórmula aproximada para la caída de voltaje en el circuito es:

$$U = I \cdot R \cdot \cos \varphi + I \cdot X \cdot \sin \varphi \quad (4.14)$$

Donde:

I = Corriente [I].

R = Resistencia del conductor [R].

$\cos \varphi$ = factor de potencia.

X = Reactancia del conductor [Ω].

d) Tablas de caída de voltaje de conductores.

En el Anexo B se encuentra la tabla de caídas de voltaje, que dan la caída de voltaje línea a línea trifásica balanceada por 10000 A pie para conductores de cobre y aluminio en conductos magnéticos y no magnéticos. Las cifras son para cables de un solo conductor que operan a 60°C, sin embargo, las cifras son razonablemente precisas hasta una temperatura del conductor de 75°C y para cable multiconductor.

Como el cálculo de la caída de tensión del Anexo B es de línea a línea trifásico y se requiera transformarle a una caída de tensión monofásico se utilizará la tabla 4.12.

Tabla 4. 12. Factores a utilizar para transformar de trifásico a monofásico [10].

Anexo 7 para convertir la caída de voltaje a:	Multiplicar por
Monofásico, trifilar, línea a línea	1,180
Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577
Trifásico, línea a neutro	0,577

4.3.2.3. Cables de bajo voltaje.

Los cables de alimentación de bajo voltaje generalmente tienen una clasificación de 600 V, independientemente del voltaje utilizado ya sea 120V, 208V, 240V, 277V, 480V o 600V.

La selección del cable de alimentación de 600V se orienta más hacia los requisitos de servicio físico que los eléctricos. La resistencia fuerzas, aplastamiento, absorción, se convierte en un factor predominante, aunque también se necesitan buenas propiedades eléctricas para lugares húmedos [10].

A continuación, se proporciona una lista de los conductores y cables de 600V más utilizados. Los cables se clasifican según la temperatura de funcionamiento de los conductores y los espesores de aislamiento de acuerdo con el NEC [10].

- Aislamiento XLPE para, con o sin chaqueta tipo RHW para 75°C temperatura máxima de funcionamiento en lugares húmedos o secos, tipo RHH para 90°C solo en lugares secos [10].
- Aislamiento de PVC, revestimiento de nailon tipo THWN para 75°C temperatura máxima de funcionamiento en lugares húmedos o secos. Tipo THHN para 90°C solo en lugares secos [10].
- Cable revestimiento de metal, tipo MC es un cable multiconductor que emplea una armadura de cinta entrelazada o una cubierta metálica continua (corruga o lisa) con o sin cubierta general. La clasificación de temperatura máxima del cable se basa en la clasificación de la temperatura de los conductores aislados individuales utilizados, que suelen ser del tipo XHHW, XHHW-2 [10].

Como referencia del tipo del cable se puede guiar en la tabla 4.1.

4.3.2.4. Protección del sistema.

Los sistemas de energía eléctrica en edificios comerciales e institucionales deben diseñarse para servir cargas de manera segura y confiable, una de las principales consideraciones en el diseño de un sistema de energía es el control adecuado de fallas de cortocircuito fase a tierra, fase a fase y trifásicas, algunas de las causas son conexiones sueltas, picos de voltaje, deterioro del aislamiento, acumulación de humedad, alimañas o roedores, filtración de hormigón, intrusión de objetos metálicos [10].

a) Protección de cables y alambres.

Para la protección de cables y alambres de baja tensión se recomienda utilizar las recomendaciones establecidas en el NEC, se puede hacer uso de la tabla 4.2 perteneciente a la empresa ABB para la selección de la protección de los circuitos eléctricos ya que esta tabla cumple con los requisitos requeridos por el NEC.

b) Protección del fusible del transformador.

El transformador se puede proteger mediante el uso de fusibles de retardo de tiempo dimensionados al 100% o al 125% de la corriente primaria de carga completa [10].

Existen dos tipos de fusibles para la protección del primario del transformador y son el tipo K y el tipo T. El fusible tipo K es llamado como fusible con elemento rápido y el fusible tipo T es llamado como fusible con elemento lento.

A continuación, se detallan los tipos de fusibles que se pueden encontrar en el mercado, basados en la empresa ENEL CONDESA que cumple con la norma ANSI C 37.42.

Tabla 4. 13. Fusible tipo K y tipo T.

Tipo de fusible	Tipo K	Tipo T
Voltaje (V)	11.4 y 34.2 KV	
Corriente (A)	6	20
	10	25
	15	30
	20	40
	25	50
	30	
	40	

4.3.2.5. Diagrama de flujo para el cálculo de la norma IEEE 241.

A continuación, se detalla el diagrama de flujo utilizado para el cálculo del diseño eléctrico.

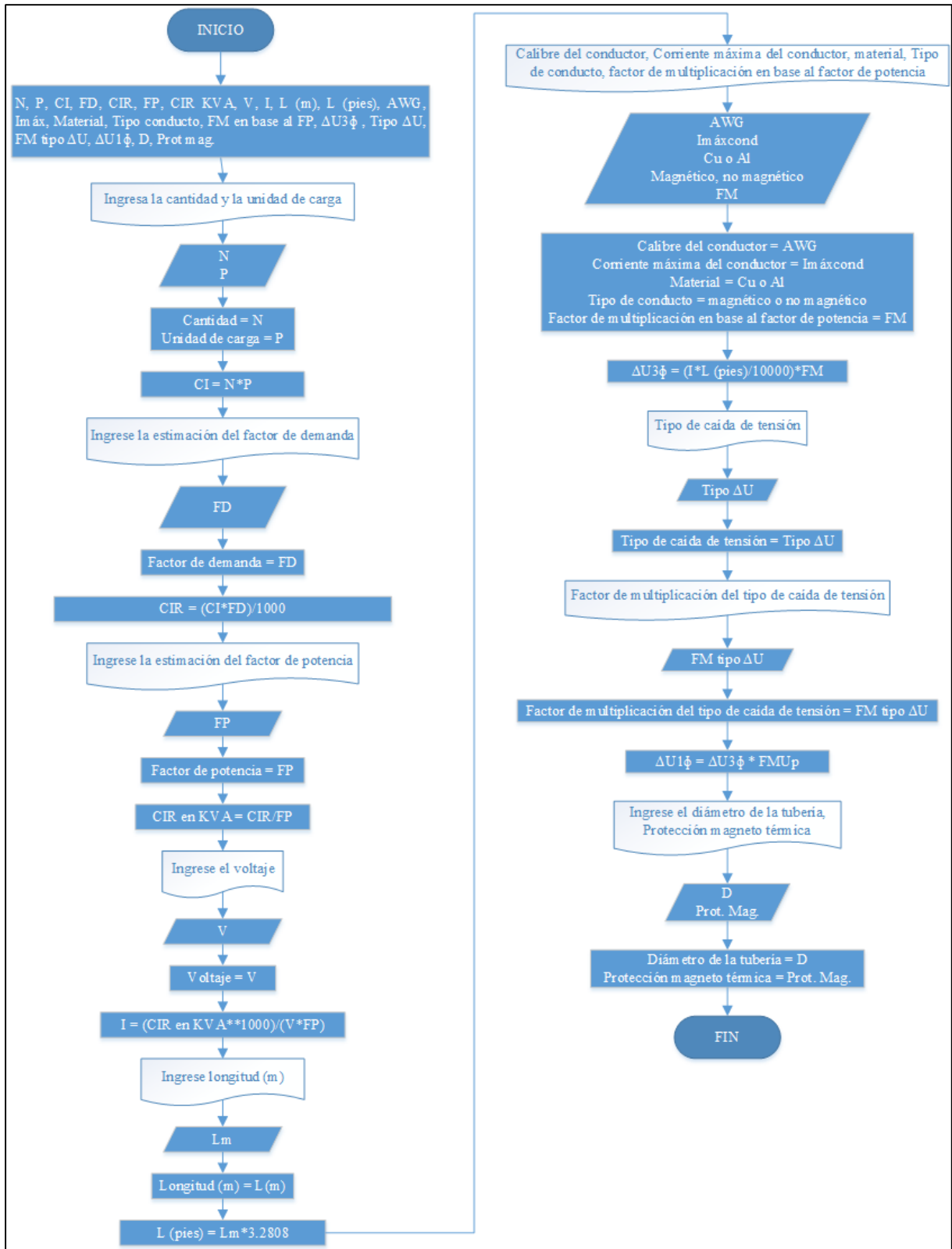


Figura 4. 4. Diagrama de flujo del cálculo eléctrico de la norma IEEE241_1990.

4.3.3. Cálculo lumínico para las Zonas de Deporte.

Para el cálculo de la instalación exterior de la cancha fútbol, se deber buscar la ubicación y numero de luminarias, con el fin de evitar deslumbramiento en los deportistas. Estos parámetros están definidos por la FIFA, las cuales relacionan las medidas del campo de fútbol con ángulos típicos (25° centro del campo y 75° portería) ya definidos por esta institución, las cuales permiten calcular las distancias y alturas mínimas para la correcta ubicación de las luminarias dentro de la cancha [20].

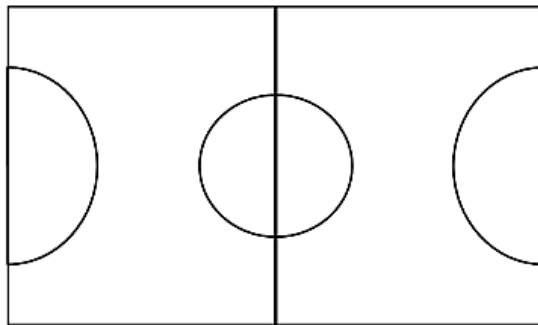


Figura 4. 5. Cancha de fútbol [20].

En base a los datos de la cancha de fútbol y relacionado con los ángulos recomendados por la FIFA, el esquema resultante para el cálculo se muestra en la figura 4.6, donde h_{min} es la altura mínima en la que se puede instalar las lámparas y d_{min} es la distancia mínima es la que se puede ubicar las torres de iluminación en referencia a la línea de meta [20].

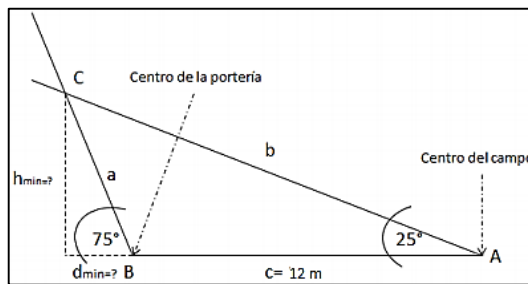


Figura 4. 6. Cálculo de la distancia y altura mínima de las luminarias [20].

Como se puede observar en la figura 17, representa un triángulo obtuso por lo que se aplica la ley de los senos a cada uno de las figuras, quedando de la siguiente manera [20].

$$\frac{\text{sen } A}{a} = \frac{\text{sen } C}{c} \quad (4.15)$$

Por último, se aplica el teorema de Pitágoras para encontrar la altura y la distancia mínima.

$$h_{min} = a * \cos 15 \quad (4.16)$$

$$d_{min} = \sqrt{a^2 - h_{min}^2} \quad (4.17)$$

Además, en la recomendación de la FIFA esta que no se debe colocar ningún tipo de iluminación dentro de 10° hacia ambos lados de la meta.

$$d_{min.cancha\ de\ fútbol} = a * \tan 10 \quad (4.18)$$

4.3.4. Selección del transformador.

Para la selección correcta de un transformador se debe seguir los siguientes pasos:

- Primero se debe identificar el tipo de transformador más adecuado para el espacio donde se va a instalar.
- Se debe especificar la potencia (kVA) del transformador, previamente sabiendo que potencia requiere la instalación eléctrica.
- Especificar la tensión nominal y su grupo de conexión, de triangulo o estrella. Las tensiones nominales deben seleccionarse según el equipo comercial que indique el fabricante.

Se tomará como referencia a los transformadores de potencia comerciales de INATRA para la selección de los transformadores monofásicos autoprotegidos.

Tabla 4. 14 Transformadores monofásicos autoprotegidos INATRA.

Transformador monofásico autoprotegido.	
Clase 15/25 KV	
Nº	Potencia (kVA)
1	5
2	10
3	15
4	25
5	37,5
6	50
7	75

5.2.2. Tableros secundarios.

En la figura 5.2 se evidencia el desorden de los conductores y el mal dimensionamiento de las protecciones en los tableros secundarios, los cuales no presentan una adecuada identificación de la distribución de sus circuitos y no se encuentra evidencia de mantenimientos realizados lo cual provoca inseguridad, cortocircuitos y posible riesgo eléctrico a causa de que los elementos se encuentran expuestos, adicionalmente se verifica que no cuentan con sistema de puesta a tierra.

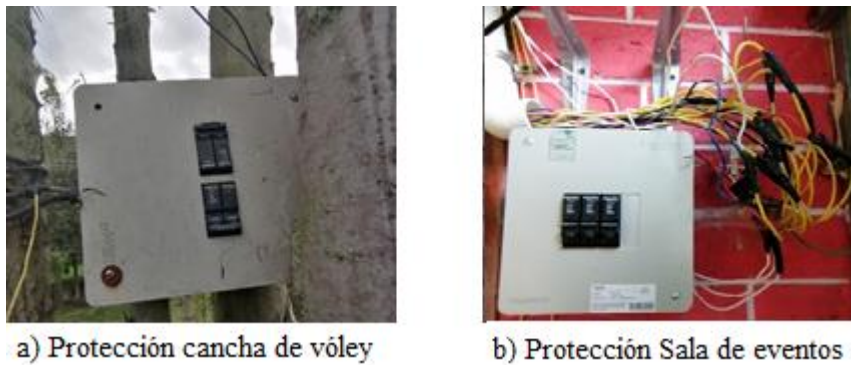


Figura 5. 2. Tableros secundarios.

Las instalaciones del complejo que cuentan con un sistema de protección es la sala de eventos y la cancha de vóley y las instalaciones que se encuentra sin protecciones es el restaurante y el domicilio.

Los equipos conectados a los tableros secundarios funcionan de manera adecuada siempre y cuando no se sobrecarguen los circuitos, por lo cual no se puede garantizar su correcto funcionamiento a futuro.

5.2.3. Conductores.

En lo que respecta a los conductores existe dimensionamientos inadecuados para cada tipo de carga, es decir que un solo circuito eléctrico alimenta sistemas de iluminación y sistemas de fuerza que en base a la norma NEC ese tipo de instalación no se la debe realizar, sino que cada circuito debe ser independiente.

5.2.4. Sistema de canalizaciones.

El complejo turístico no cuenta con un sistema de canalización eléctrica, sino que todos los conductores se encuentran expuestos a la vista de cualquier persona por lo que resulta peligroso en caso de existir una falla eléctrica.



Figura 5. 3. Sistema de canalización.

5.2.5. Clasificación de cargas por grupos actuales.

Con la finalidad de establecer una incidencia de cada tipo de carga en el sistema eléctrico, se clasifica la carga por grupos teniendo en cuenta los equipos de iluminación y demás equipos eléctricos conectados en el sistema eléctrico.

En la figura 5.4 se presenta la clasificación de la carga por grupos del complejo turístico.

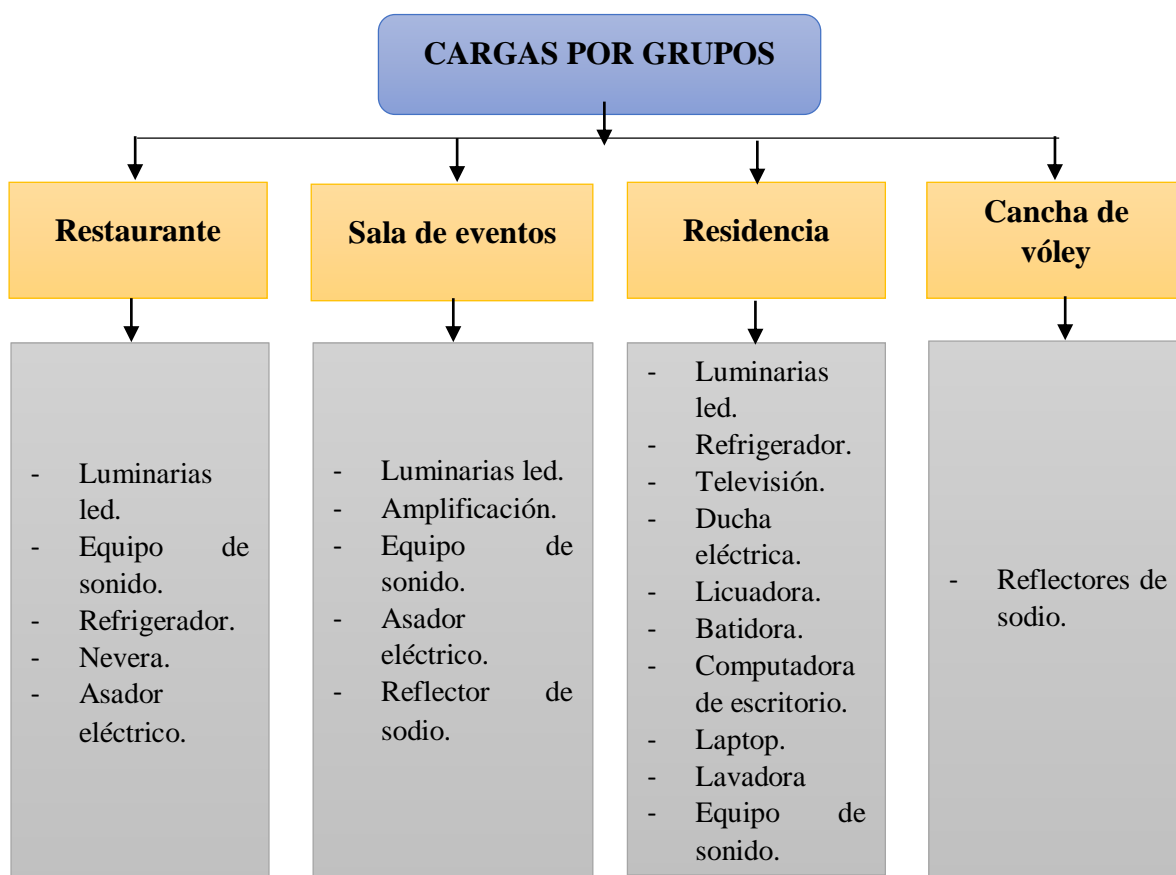


Figura 5. 4. Cargas por grupos.

5.2.6. Demanda máxima actual instalada.

A continuación, se detalla la demanda máxima del complejo turístico:

Tabla 5. 1. Demanda máxima actual instalada.

DEMANDA MÁXIMA DEL COMPLEJO TURÍSTICO "EL TRUCHON"		
Nº	Descripción	Potencia Instalada (KW)
1	Demanda máxima Restaurante	2,10
2	Demanda máxima Sala de eventos	2,07
3	Demanda máxima Domicilio	4,14
4	Demanda máxima Cancha de vóley	0,60
TOTAL DEMANDA MÁXIMA (KW)		8,91
TOTAL DEMANDA MÁXIMA (KVA)		9,38

Como se observa en la tabla 5.1 la demanda máxima actual instalada dentro del complejo turístico es de 9,38 KVA. Esta demanda es abastecida por un transformador monofásico autoprotegido de 10 KVA de la red pública de la Empresa Distribuidora EEASA.

5.2.7. Diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas.

El plano eléctrico unifilar se muestra en la figura 5.5.

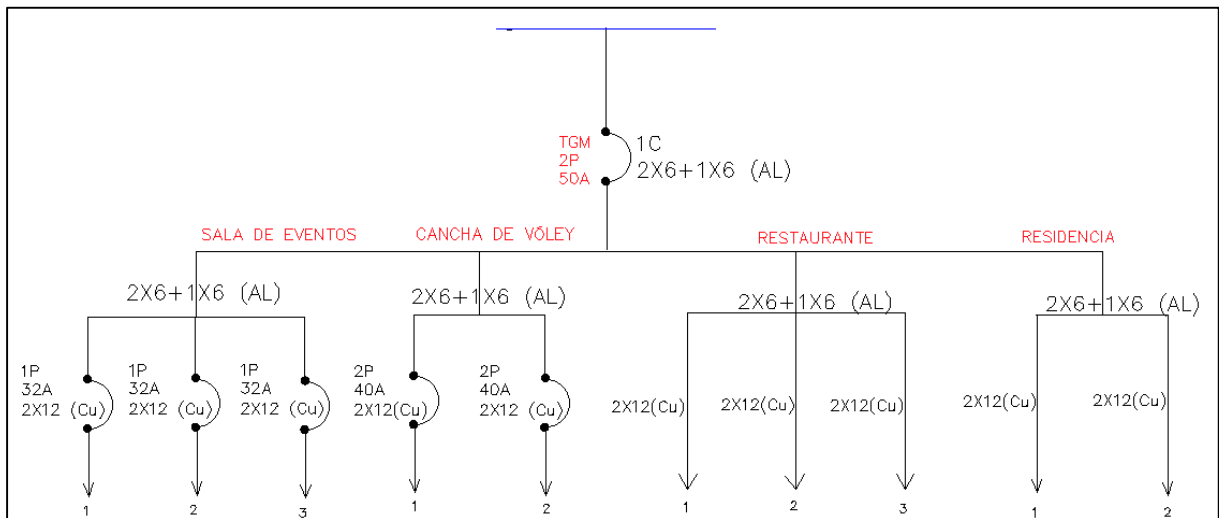


Figura 5. 5. Diagrama unifilar actual de las instalaciones eléctricas.

5.3. CÁLCULO LUMÍNICO.

5.3.1. Cálculo lumínico de exteriores.

En base a lo expuesto en la metodología en el literal 4.3.3 se procedió a realizar el cálculo de la distancia y altura mínima de las luminarias para la cancha de vóley y fútbol utilizando las ecuaciones (4.15), (4.16), (4.17) y (4.18) obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5. 2. Cálculo lumínico de la cancha de vóley y fútbol.

CÁLCULO LUMÍNICO				
Descripción	a (m)	h_{min} (m)	d_{min} (m)	d_{min10° (m)
Cancha de fútbol	6,62	6,39	1,73	1,50
Cancha de vóley	4,14	4,00	1,06	1,15

Una vez obtenido los resultados de las distancias y alturas mínimas de las canchas de fútbol y de vóley se procedió a realizar el cálculo del número de luminarias en DIALUX, tomando en consideración las recomendaciones de la UNE-EN 12193 de las tablas 3.4 y 3.5 donde detallan la clase de alumbrado y los niveles mínimos de iluminación para este tipo de instalaciones.

5.3.2. Cálculo lumínico de interiores.

Para el cálculo lumínico para interiores se lo realizó con DIALUX haciendo uso de la norma UNE-EN 12646-1 de la tabla 3.2 donde explica los niveles de luxes a utilizar para restaurantes.

5.4. CASO 1. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO APLICANDO LA NORMA RD 482_2002.

5.4.1. Cálculos eléctricos de la instalación interior y exterior.

5.4.1.1. Cálculos eléctricos de la instalación interior del restaurante.

Tabla 5. 3. Cálculo eléctrico del restaurante.

Circuito N°	Descripción	Cant.	Pn (W)	CI (W)	FU (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	Volt. (V)	F.P.	I (A)
1	Iluminación 1	10	100	1000	90%	900	90%	810	120	0,95	8,77
2	Iluminación2	12	100	1200	90%	1080	90%	972	120	0,95	10,53
3	Iluminación 3	12	100	1200	90%	1080	90%	972	120	0,95	10,53
4	Tomas normales 1	10	200	2000	50%	1000	20%	200	120	0,92	18,12
5	Tomas normales 2	8	200	1600	50%	800	20%	160	120	0,92	14,49
6	Tomas normales 3	7	200	1400	50%	700	20%	140	120	0,92	12,68
7	Tomas nevera y refrigerador	3	500	1500	50%	750	50%	375	120	0,92	13,59

Tabla 5. 4. Continuación. Cálculo eléctrico del restaurante.

Cal. AWG	Sec. (mm2)	I_{max} (A)	Long. (m)	Sec. 1 (mm2)	Sec. 2 (mm2)	Sec. Mín. RBT (mm2)	Sec. T (mm2)	S. prot. (mm2)	Up. (%)	Ut. (%)	I_{max} Cond. (A)
14	2,08	25	17,00	2,08	0,70	2,08	2,08	2,08	1,46	1,54	25
14	2,08	25	18,00	2,08	0,89	2,08	2,08	2,08	1,85	1,93	25
14	2,08	25	24,00	2,08	1,19	2,08	2,08	2,08	2,47	2,55	25
12	3,31	30	23,00	3,31	1,90	2,08	3,31	2,08	2,48	2,62	30
12	3,31	30	20,00	3,31	1,32	2,08	3,31	2,08	1,73	1,87	30
12	3,31	30	32,00	3,31	1,11	2,08	3,31	2,08	2,42	2,56	30
12	3,31	30	9,00	3,31	0,33	2,08	3,31	2,08	0,73	0,87	30

Tabla 5. 5. Continuación. Cálculo eléctrico del restaurante.

Pmax. 1 (W)	Pmax. 2 (W)	Pmax. 3 (W)	L. max (m)	Amp. Pot. (W)	Diám. (mm ²)	PIA. (A)	Pot. Máx. PIA (W)	Conductores
2850	2962,81	2850,00	50	1850,00	1/2 "	16	1824,00	2X14 (Cu)
2850	2798,21	2798,21	42	1598,21	1/2 "	16	1824,00	2X14 (Cu)
2850	2098,66	2098,66	42	898,66	1/2 "	16	1824,00	2X14 (Cu)
3312	3478,39	3312,00	40	1312,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
3312	4000,15	3312,00	50	1712,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
3312	4166,82	3312,00	95	1912,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
3312	14815,36	3312,00	89	1812,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)

5.4.1.2. Cálculos eléctricos de la instalación interior de la sala de eventos.

Tabla 5. 6. Cálculo eléctrico de la sala de eventos.

Circuito N°	Descripción	Cant	Pn (W)	CI (W)	FU (%)	CIR (W)	FS (%)	DMU (W)	Volt. (V)	F.P.	I (A)
1	Iluminación 1	11	100	1100	90%	990	90%	891	120	0,95	9,65
2	Iluminación 2	10	100	1000	90%	900	90%	810	120	0,95	8,77
3	Iluminación 3	10	100	1000	90%	900	90%	810	120	0,95	8,77
4	Iluminación 4	10	100	1000	90%	900	90%	810	120	0,95	8,77
5	Tomas normales 1	8	200	1600	50%	800	20%	160	120	0,92	14,49
6	Tomas normales 2	5	200	1000	50%	500	20%	100	120	0,92	9,06
7	Tomas normales 3	9	200	1800	50%	900	20%	180	120	0,92	16,30
8	Tomas normales 4	7	200	1400	50%	700	20%	140	120	0,92	12,68
9	Reflector LED	1	150	150	100%	150	100%	150	240	0,95	0,66

Tabla 5. 7. Continuación. Cálculo eléctrico de la sala de eventos.

Cal. AWG	Sec. (mm ²)	I _{max} (A)	Long. (m)	Sec. 1 (mm ²)	Sec. 2 (mm ²)	Sec. Mín. RBT (mm ²)	Sec. T (mm ²)	S. prot. (mm ²)	Up. (%)	Ut. (%)	I _{max} Cond. (A)
12	3,31	25	20,00	3,31	0,91	2,08	3,31	2,08	1,19	1,50	25
12	3,31	25	25,00	3,31	1,03	2,08	3,31	2,08	1,35	1,66	25
12	3,31	25	25,00	3,31	1,03	2,08	3,31	2,08	1,35	1,66	25
12	3,31	25	35,00	3,31	1,45	2,08	3,31	2,08	1,89	2,20	25
12	3,31	25	20,00	3,31	0,79	2,08	3,31	2,08	1,73	2,15	25
12	3,31	25	15,00	3,31	0,37	2,08	3,31	2,08	0,81	1,23	25
12	3,31	25	22,00	3,31	0,98	2,08	3,31	2,08	2,14	2,56	25
12	3,31	25	30,00	3,31	1,04	2,08	3,31	2,08	2,27	2,69	25
14	2,08	20	18,00	2,08	0,03	2,08	2,08	2,08	0,23	0,54	20

Tabla 5. 8. Continuación. Cálculo eléctrico de la sala de eventos.

Pmax. 1 (W)	Pmax. 2 (W)	Pmax. 3 (W)	L. max (m)	Amp. Pot. (W)	Diám. (mm ²)	PIA. (A)	Pot. Máx. PIA (W)	Conductores
2850	4000,15	2850,00	73	1750,00	1/2 "	16	1824,00	2X12 (Cu)
2850	3200,12	2850,00	80	1850,00	1/2 "	16	1824,00	2X12 (Cu)
2850	3200,12	2850,00	80	1850,00	1/2 "	16	1824,00	2X12 (Cu)
2850	2285,80	2285,80	80	1285,80	1/2 "	16	1824,00	2X12 (Cu)
2760	4000,15	2760,00	50	1160,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
2760	5333,53	2760,00	80	1760,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)

2760	3636,50	2760,00	44	960,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
2760	2666,76	2666,76	57	1266,76	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
4560	11192,83	4560,00	1343	4410,00	1/2 "	10	3648,00	2X14+1X14 (Cu)

5.4.1.3. Cálculos eléctricos de la instalación interior del domicilio.

Tabla 5. 9. Cálculo eléctrico del domicilio.

Circuito N°	Descripción	Cant	Pn (W)	CI (W)	FU (%)	CIR (W)	FS (%)	DMU (W)	Volt (V)	F.P.	I (A)
1	Iluminación 1	7	100	700	90%	630	90%	567,00	120	0,95	6,14
2	Iluminación 2	6	100	600	90%	540	90%	486,00	120	0,95	5,26
3	Tomas normales 1	8	200	1600	90%	1440	90%	1296,00	120	0,92	14,49
4	Tomas normales 2	6	200	1200	50%	600	20%	120,00	120	0,92	10,87
5	Tomas normales 3	9	200	1800	50%	900	20%	180,00	120	0,92	16,30
6	Ducha Eléctrica	1	3500	3500	100%	3500	100%	3500,00	120	0,92	31,70
7	Reflector LED	1	150	150	100%	150	100%	150,00	240	0,95	0,66

Tabla 5. 10. Continuación. Cálculo eléctrico del domicilio.

Cal. AWG	Sec. (mm2)	I _{max} (A)	Long. (m)	Sec. 1 (mm2)	Sec. 2 (mm2)	Sec. Mín. RBT (mm2)	Sec. T (mm2)	S. prot. (mm2)	Up. (%)	Ut. (%)	I _{max} Cond. (A)
14	2,08	25	12,00	2,08	0,35	2,08	2,08	2,08	0,72	0,93	25
14	2,08	25	10,00	2,08	0,25	2,08	2,08	2,08	0,51	0,72	25
12	3,31	30	24,00	3,31	1,59	2,08	3,31	2,08	2,07	2,54	30
12	3,31	30	30,00	3,31	0,89	2,08	3,31	2,08	1,94	2,41	30
12	3,31	30	25,00	3,31	1,12	2,08	3,31	2,08	2,43	2,90	30
10	5,26	40	11,00	5,26	0,95	2,08	5,26	2,08	1,31	1,52	40
14	2,08	25	14,00	2,08	0,02	2,08	2,08	2,08	0,18	0,39	25

Tabla 5. 11. Continuación. Cálculo eléctrico del domicilio.

P _{max. 1} (W)	P _{max. 2} (W)	P _{max. 3} (W)	L. max (m)	Amp. Pot. (W)	Diám (mm2)	PIA. (A)	Pot. Máx. PIA (W)	Conductores
2850	4197,31	2850,00	89	2283,00	1/2 "	16	1824,00	2X14 (Cu)
2850	5036,77	2850,00	104	2364,00	1/2 "	16	1824,00	2X14 (Cu)
3312	3333,46	3312,00	62	2016,00	1/2 "	16	1766,40	2X12+1X14 (Cu)
3312	4444,61	3312,00	1111	3192,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
3312	5333,53	3312,00	741	3132,00	1/2 "	20	2208,00	2X12+1X14 (Cu)
4416	19280,29	4416,00	61	916,00	1/2 "	40	4416,00	2X10+1X14 (Cu)
5700	23984,64	5700,00	2239	5550,00	1/2 "	10	3648,00	2X14+1X14 (Cu)

5.4.1.4. Cálculos eléctricos de la instalación exterior de la cancha de vóley y fútbol.

Tabla 5. 12. Cálculo eléctrico de la cancha de vóley y fútbol.

Circuito N°	Descripción	Cant	Pn (W)	CI (W)	FU (%)	CIR (W)	FS (%)	DMU (W)	Volt (V)	F.P.	I (A)
1	Iluminación 1 Reflector LED	4	250	1000	100%	1000	100%	1000	240	0,95	4,39
2	Iluminación 2 Reflector LED	4	250	1000	100%	1000	100%	1000	240	0,95	4,39

Tabla 5. 13. Continuación. Cálculo eléctrico de la cancha de vóley y fútbol.

Cal. AWG	Sec. (mm2)	I _{max} (A)	Long. (m)	Sec. 1 (mm2)	Sec. 2 (mm2)	Sec. Mín. RBT (mm2)	Sec. T (mm2)	S. prot. (mm2)	Up. (%)	Ut. (%)	I _{max} Cond. (A)
10	5,26	30	17,00	5,26	0,18	2,08	5,26	2,08	0,58	0,84	30
10	5,26	30	18,00	5,26	0,19	2,08	5,26	2,08	0,61	0,87	30

Tabla 5. 14. Continuación. Cálculo eléctrico de la cancha de vóley y fútbol.

P _{max. 1} (W)	P _{max. 2} (W)	P _{max. 3} (W)	L. max (m)	Amp. Pot. (W)	Diám (mm2)	PIA. (A)	Pot. Máx. PIA (W)	Conductores
6840	29941,16	6840,00	509	5840,00	3/4"	10	2280,00	2X10+1X14 (Cu)
6840	28277,76	6840,00	509	5840,00	3/4"	10	2280,00	2X10+1X14 (Cu)

5.4.1.5. Cálculos eléctricos de la instalación exterior del Parqueadero.**Tabla 5. 15.** Cálculo eléctrico del Parqueadero.

Circuito N°	Descripción	Cant	P _n (W)	CI (W)	FU (%)	CIR (W)	FS (%)	DMU (W)	Volt (V)	F.P.	I (A)
1	Lámpara LED	3	150	450	100%	450	100%	450	240	0,95	1,97

Tabla 5. 16. Continuación. Cálculo eléctrico del Parqueadero.

Cal. AWG	Sec. (mm2)	I _{max} (A)	Long. (m)	Sec. 1 (mm2)	Sec. 2 (mm2)	Sec. Mín. RBT (mm2)	Sec. T (mm2)	S. prot. (mm2)	Up. (%)	Ut. (%)	I _{max} Cond. (A)
10	5,26	30	17,00	5,26	0,08	2,08	5,26	2,08	0,26	0,29	30

Tabla 5. 17. Continuación. Cálculo eléctrico del Parqueadero.

P _{max. 1} (W)	P _{max. 2} (W)	P _{max. 3} (W)	L. max (m)	Amp. Pot. (W)	Diám. (mm2)	PIA. (A)	Pot. Máx. PIA (W)	Conductores
6840	29941,16	6840,00	1131	6390,00	3/4"	10	2280,00	2X10+1X14 (Cu)

5.4.1.6. Cálculos eléctricos de la instalación exterior del Área verde.**Tabla 5. 18.** Cálculo eléctrico del Área verde.

Circuito N°	Descripción	Cant	P _n (W)	CI (W)	FU (%)	CIR (W)	FS (%)	DMU (W)	Volt. (V)	F.P.	I (A)
1	Lámpara LED	4	150	600	100%	600	100%	600	240	0,95	2,63

Tabla 5. 19. Continuación. Cálculo eléctrico del Área verde.

Cal. AWG	Sec. (mm2)	I _{max} (A)	Long. (m)	Sec. 1 (mm2)	Sec. 2 (mm2)	Sec. Mín. RBT (mm2)	Sec. T (mm2)	S. prot. (mm2)	Up. (%)	Ut. (%)	I _{max} Cond. (A)
10	5,26	30	17,00	5,26	0,11	2,08	5,26	2,08	0,35	0,41	30

Tabla 5. 20. Continuación. Cálculo eléctrico del Área verde.

P _{max. 1} (W)	P _{max. 2} (W)	P _{max. 3} (W)	L. max (m)	Amp. Pot. (W)	Diám. (mm2)	PIA. (A)	Pot. Máx. PIA (W)	Conductores
6840	29941,16	6840,00	848	6240,00	3/4"	10	2280,00	2X10+1X14 (Cu)

5.4.2. Cálculos eléctricos de las derivaciones individuales.

Tabla 5. 21. Cálculo eléctrico derivaciones individuales.

Derivación	Activa (W)	Reactiva (VAR)	Aparente (VA)	F.P.	In (A)	Cal. AWG	Sec. mm2	I _{max} (A)	Long. (m)	Sec. 1 (mm2)	Sec. 2 (mm2)	S.T. (mm2)
Iluminación Restaurante	3400,00	1117,53	3578,95	0,95	14,91	8	8,37	55	6	8,37	0,63	8,37
Fuerza Restaurante	6500,00	2768,99	7065,22	0,92	29,44	8	8,37	55	6	8,37	1,21	8,37
Iluminación Sala de eventos	4250,00	1347,60	4473,68	0,95	18,64	6	13,30	75	31	13,30	4,08	13,30
Fuerza Sala de eventos	5800,00	2470,79	6304,35	0,92	26,27	6	13,30	75	31	13,30	5,57	13,30
Iluminación Domicilio	1450,00	476,59	1526,32	0,95	6,36	8	8,37	55	40	8,37	1,80	8,37
Fuerza Domicilio	8100,00	3450,59	8804,35	0,92	36,68	4	21,15	95	40	21,15	10,04	21,15
Cancha de Vóley y Fútbol	2000,00	657,37	2105,26	0,95	8,77	6	13,30	75	55	13,30	3,41	13,30
Parqueadero	450,00	147,91	473,68	0,95	1,97	8	8,37	55	15	8,37	0,21	8,37
Área Verde	600,00	197,21	631,58	0,95	2,63	8	8,37	55	28	8,37	0,52	8,37

Tabla 5. 22. Continuación. Cálculo eléctrico derivaciones individuales.

S. prot. (mm2)	U _p (%)	U _t (%)	I _{max} Cond. (A)	P _{max} 1 (W)	P _{max} 2 (W)	P _{max} 3 (W)	L max (m)	Prot. (A)	Diam. (mm2)	Amp Pot. (W)	Conductores
2,08	0,08	0,42	36,00	8208,00	504,96	504,96	49,90	32	1"	4808,00	2X8+1X8(10) (THHN)
2,08	0,14	0,48	49,50	10929,60	803,23	803,23	41,52	40	1"	4429,60	2X8+1X8(10) (THHN)
4,08	0,31	0,65	67,50	15390,00	247,12	247,12	100,94	32	1"	11140,00	2X6+1X6(10) (THHN)
5,57	0,42	0,76	67,50	14904,00	247,12	247,12	73,97	40	1"	9104,00	2X6+1X6(10) (THHN)
2,08	0,21	0,55	49,50	11286,00	120,48	120,48	186,13	32	1"	9836,00	2X8+1X8(10) (THHN)
10,04	0,47	0,81	85,50	18878,40	304,56	304,56	84,22	40	1"	10778,40	2X4+1X4(8) (THHN)
3,41	0,26	0,60	67,50	15390,00	139,29	139,29	214,50	32	1"	13390,00	2X6+1X6(10) (THHN)
2,08	0,03	0,37	36,00	8208,00	201,98	201,98	377,04	32	1"	7758,00	2X8+1X8(10) (THHN)
2,08	0,26	0,40	36,00	8208,00	108,21	108,21	282,78	32	1"	7608,00	2X8+1X8(10) (THHN)

5.4.3. Cálculos eléctricos de la línea general de alimentación.

Tabla 5. 23. Cálculo eléctrico línea general de alimentación.

Der.	Potencia (W)	Reactiva (VAR)	Aparente (VA)	F.P.	In (A)	Cal. AWG	Sec. mm2	I _{max}	Long (m)	Sec. 1	Sec. 2
1	19530,00	7658,78	20978,03	0,93	87,41	1/0	53,48	150	30	53,48	18,16
1	19530,00	7658,78	20978,03	0,93	87,41	2/0	67,43	150	30	67,43	18,16

Tabla 5. 24. Cálculo eléctrico línea general de alimentación.

S. prot.	Up (%)	Ut (%)	I _{max.} Cond.	P _{max. 1}	P _{max. 2}	P _{max. 3}	Prot. (A)	Diam. (mm ²)	Amp. Pot. (W)	Conductor
18,16	0,34	0,34	150	33515,06	1026,82	1026,82	100	1 1/4"	13985,06	2X1/0+1X1/0 (TTU)
18,16	0,27	0,27	150	33515,06	1294,66	1294,66	100	1 1/4"	13985,06	2X2/0+1X2/0 (ACC)

5.5. CASO 2. DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO APLICANDO LA NORMA IEEE STD. 241_1990.

Antes de iniciar con el cálculo de las instalaciones eléctricas lo primero que se debe hacer es tabular las cargas que van a hacer utilizadas, haciendo uso de las tablas 4.6, 4.7 y 4.8.

Tabla 5. 25. Tabulación de carga.

Tabulación de carga de los requisitos de servicios públicos de equipos								
Lugar	Descripción de la carga	Voltios	Requisitos eléctricos				Duración de la carga continua o cíclica	
			Amperios	kW	Hp	Fase		Hertz
Restaurante	Iluminación 1	120	8,33	1,00	1,34	1	60	6
	Iluminación 2	120	10,00	1,20	1,61	1	60	6
	Iluminación 3	120	10,00	1,20	1,61	1	60	4
	Tomas normales 1	120	16,67	2,00	2,68	1	60	4
	Tomas normales 2	120	13,33	1,60	2,14	1	60	4
	Tomas normales 3	120	11,67	1,40	1,88	1	60	4
	Tomas nevera y refrigerador	120	12,50	1,50	2,01	1	60	24
Sala de Eventos	Iluminación 1	120	9,17	1,10	1,47	1	60	7
	Iluminación 2	120	8,33	1,00	1,34	1	60	7
	Iluminación 3	120	8,33	1,00	1,34	1	60	7
	Iluminación 4	120	8,33	1,00	1,34	1	60	7
	Tomas normales 1	120	13,33	1,60	2,14	1	60	4
	Tomas normales 2	120	8,33	1,00	1,34	1	60	4
	Tomas normales 3	120	15,00	1,80	2,41	1	60	4
	Tomas normales 4	120	11,67	1,40	1,88	1	60	4
Domicilio	Reflector LED	240	0,63	0,15	0,2	2	60	5
	Iluminación 1	120	5,83	0,70	0,94	1	60	8
	Iluminación 2	120	5,00	0,60	0,8	1	60	8
	Tomas normales 1	120	13,33	1,60	2,14	1	60	6
	Tomas normales 2	120	10,00	1,20	1,61	1	60	6
	Tomas normales 3	120	15,00	1,80	2,41	1	60	6
	Ducha Eléctrica	120	29,17	3,50	4,69	1	60	2
Cancha de vóley	Reflector LED	240	0,63	0,15	0,2	2	60	5
	Iluminación 1 Reflector LED	240	4,17	1,00	1,34	2	60	4
Parqueadero	Iluminación 2 Reflector LED	240	4,17	1,00	1,34	2	60	4
	Lámpara LED	240	1,88	0,45	0,6	1	60	4
Área Verde	Lámpara LED	240	2,50	0,60	0,8	1	60	4

Tabla 5. 26. Información de la carga eléctrica.

Tabla 3. Solicitud de trabajo de contratista eléctrico con licencia							
Información de carga eléctrica							
(Ingrese la carga total conectada en cada categoría)							
Categoría	kW	3 fases	1 fase	Voltaje	Hp	LRA/FLA	Aplicación
Circuito Luminarias	8,80		X	120	11,80		
Circuito Fuerza	16,90		X	120	22,65		
Ducha eléctrica	3,50		X	120	4,69		
Reflector 150 W	2,30		X	240	3,08		
Lámpara LED	1,05		X	240	1,41		
	32,55				43,63		

5.5.1. Cálculos eléctricos parcial de la carga.

5.5.1.1. Cálculos eléctricos parcial de la carga del restaurante.

Para el cálculo parcial de la carga se hará uso de la tabla 4.10 para cada una de las instalaciones del complejo turístico, como se lo detalla a continuación:

Para considerar el factor de demanda se debe regir al código eléctrico nacional NEC y en la selección del voltaje se debe guiarse en la tabla 4.11.

Tabla 5. 27. Estimación de la carga del restaurante.

Estimación de la carga eléctrica Restaurante									
1	2	3	4	5=3*4	6	7=5*6	8	9=7/8	10
Grupo de carga	Descripción de la carga	Cantidad	Unidad de carga	Carga conectada (CL) 1000 W	Estimación factor de demanda	Estimación de la carga de demanda (DL) kW	Estimación del factor de potencia (PF)	Capacidad requerida en kVA	
		Nº	W/unidad					Por cada carga	Por grupo de carga
Restaurante	Iluminación 1	10	100	1000	75%	0,75	0,95	0,79	4,09
	Iluminación2	12	100	1200	75%	0,90	0,95	0,95	
	Iluminación 3	12	100	1200	75%	0,90	0,95	0,95	
	Tomas normales 1	10	200	2000	20%	0,40	0,92	0,43	
	Tomas normales 2	8	200	1600	20%	0,32	0,92	0,35	
	Tomas normales 3	7	200	1400	20%	0,28	0,92	0,30	
	Tomas nevera y refrigerador	3	500	1500	20%	0,30	0,95	0,32	
a	Carga total conectada TCL y Carga de demanda bruta (GDL)			9900		3,85		4,09	
b	Estimación Factor de Diversidad (DIF)								1
c	Capacidad de reserva (SC) para el crecimiento (% X GDL en KVA)								0,58
d	Capacidad bruta del sistema a proporcionar (CGS)=(a/b)+c								4,66

Tabla 5. 28. Continuación. Estimación de la carga del restaurante.

Voltaje	Corriente	Longitud		Conductor			Tipo conductor	Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor
		m	pie	AWG/Kcmil	I _{max} (A)	Material		
120	8,77	17	55,77	14	25	Cobre	Conductor magnético	50
120	10,53	18	59,05	14	25	Cobre	Conductor magnético	50
120	10,53	24	78,74	14	25	Cobre	Conductor magnético	50
120	18,12	23	75,46	12	30	Cobre	Conductor magnético	32
120	14,49	20	65,62	12	30	Cobre	Conductor magnético	32
120	12,68	32	104,99	12	30	Cobre	Conductor magnético	32
120	13,16	9	29,53	12	30	Cobre	Conductor magnético	32

Tabla 5. 29. Continuación. Estimación de la carga del restaurante.

Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Protección	Conductor
Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%)			
2,45	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,41	1/2"	16	2X14 (Cu)
3,11	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,79	1/2"	16	2X14 (Cu)
4,14	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	2,39	1/2"	16	2X14 (Cu)
4,37	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	2,52	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
3,04	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,76	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
4,26	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	2,46	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
1,24	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,72	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)

5.5.1.2. Cálculos eléctricos parcial de la carga de la sala de eventos.

Tabla 5. 30. Estimación de la carga de la sala de eventos.

Estimación de la carga eléctrica Sala de eventos									
1	2	3	4	5=3*4	6	7=5*6	8	9=7/8	10
Grupo de carga	Descripción de la carga	Cantidad	Unidad de carga	Carga conectada (CL) 1000 W	Estimación factor de demanda	Estimación de la carga de demanda (DL) kW	Estimación del factor de potencia (PF)	Capacidad requerida en kVA	
		Nº	W/unidad					Por cada carga	Por grupo de carga
Sala de eventos	Iluminación 1	11	100	1100	75%	0,83	0,95	0,87	4,66
	Iluminación 2	10	100	1000	75%	0,75	0,95	0,79	
	Iluminación 3	10	100	1000	75%	0,75	0,95	0,79	
	Iluminación 4	10	100	1000	75%	0,75	0,95	0,79	
	Tomas normales 1	8	200	1600	20%	0,32	0,92	0,35	

	Tomas normales 2	5	200	1000	20%	0,20	0,92	0,22	
	Tomas normales 3	9	200	1800	20%	0,36	0,92	0,39	
	Tomas normales 4	7	200	1400	20%	0,28	0,92	0,30	
	Reflector LED	1	150	150	100%	0,15	0,95	0,16	
a	Carga total conectada TCL y Carga de demanda bruta (GDL)			10050		4,39		4,66	
b	Estimación Factor de Diversidad (DIF)								1
c	Capacidad de reserva (SC) para el crecimiento (_% X GDL en KVA)								0,66
d	Capacidad bruta del sistema a proporcionar (CGS)=(a/b)+c								5,31

Tabla 5. 31. Continuación. Estimación de la carga de la sala de eventos.

Voltaje	Corriente		Longitud		Conductor			Tipo conductor	Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor
	V	A	m	pie	AWG/Kcmil	Imax (A)	Material		
120	9,65	20	65,62		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	8,77	25	82,02		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	8,77	25	82,02		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	8,77	35	114,83		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	14,49	20	65,62		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	9,06	15	49,21		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	16,30	22	72,18		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	12,68	30	98,42		12	30	Cobre	Conducto magnético	32
240	0,66	18	59,05		14	25	Cobre	Conducto magnético	50

Tabla 5. 32. Continuación. Estimación de la carga de la sala de eventos.

Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Protección	Conductor
Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%)			
2,03	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,17	1/2"	16	2X14 (Cu)
2,30	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,33	1/2"	16	2X14 (Cu)
2,30	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,33	1/2"	16	2X14 (Cu)
3,22	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,86	1/2"	16	2X14 (Cu)
3,04	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,76	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
1,43	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,82	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
3,77	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	2,17	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
3,99	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	2,30	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
0,19	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,11	1/2"	16	2X14+1X14 (Cu)

5.5.1.3. Cálculos eléctricos parcial de la carga del domicilio.

Tabla 5. 33. Estimación de la carga del domicilio.

Estimación de la carga eléctrica Domicilio									
1	2	3	4	5=3·4	6	7=5·6	8	9=7/8	10
Grupo de carga	Descripción de la carga	Cantidad	Unidad de carga	Carga conectada (CL) 1000 W	Estimación factor de demanda	Estimación de la carga de demanda (DL) kW	Estimación del factor de potencia (PF)	Capacidad requerida en kVA	
		Nº	W/unidad					Por cada carga	Por grupo de carga
Domicilio	Iluminación 1	7	100	700	50%	0,35	0,95	0,37	6,17
	Iluminación 2	6	100	600	50%	0,30	0,95	0,32	
	Tomas normales 1	8	200	1600	50%	0,80	0,92	0,87	
	Tomas normales 2	6	200	1200	20%	0,24	0,92	0,26	
	Tomas normales 3	9	200	1800	20%	0,36	0,92	0,39	
	Ducha Eléctrica	1	3500	3500	100%	3,50	0,92	3,80	
	Reflector LED	1	150	150	100%	0,15	0,95	0,16	
a	Carga total conectada TCL y Carga de demanda bruta (GDL)			9550		5,70		6,17	
b	Estimación Factor de Diversidad (DIF)								1
c	Capacidad de reserva (SC) para el crecimiento (% X GDL en KVA)								0,86
d	Capacidad bruta del sistema a proporcionar (CGS=(a/b)+c)								7,02

Tabla 5. 34. Continuación. Estimación de la carga del domicilio.

Voltaje	Corriente	Longitud		Conductor			Tipo conductor	Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor
		m	pie	AWG/Kcmil	Imax (A)	Material		
120	6,14	12	39,37	14	25	Cobre	Conducto magnético	50
120	5,26	10	32,81	14	25	Cobre	Conducto magnético	50
120	14,49	24	78,74	14	25	Cobre	Conducto magnético	50
120	10,87	30	98,42	12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	16,30	25	82,02	12	30	Cobre	Conducto magnético	32
120	31,70	11	36,09	10	40	Cobre	Conducto magnético	20
240	0,66	14	45,93	14	25	Cobre	Conducto magnético	50

Tabla 5. 35. Continuación. Estimación de la carga del domicilio.

Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Protección	Conductor
Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%)			
1,21	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,70	1/2"	16	2X14 (Cu)

0,86	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,50	1/2"	16	2X14 (Cu)
5,71	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	3,29	1/2"	16	2X14 (Cu)
3,42	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,98	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
4,28	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	2,47	1/2"	20	2X12+1X14 (Cu)
2,29	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	1,32	3/4"	40	2X10+1X14 (Cu)
0,15	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,09	1/2"	10	2X14+1X14 (Cu)

5.5.1.4. Cálculos eléctricos parcial de la carga de la cancha de vóley y fútbol.

Tabla 5. 36. Estimación de la carga de la cancha de vóley y fútbol.

Estimación de la carga eléctrica Cancha de Vóley y Fútbol									
1	2	3	4	5=3·4	6	7=5·6	8	9=7/8	10
Grupo de carga	Descripción de la carga	Cantidad	Unidad de carga	Carga conectada (CL) 1000 W	Estimación factor de demanda	Estimación de la carga de demanda (DL) kW	Estimación del factor de potencia (PF)	Capacidad requerida en kVA	
		Nº	W/unidad					Por cada carga	Por grupo de carga
	Iluminación 1 Reflector LED	4	250	1000	100%	1,00	0,95	1,05	2,11
	Iluminación 2 Reflector LED	4	250	1000	100%	1,00	0,95	1,05	
a	Carga total conectada TCL y Carga de demanda bruta (GDL)			2000		2,00		2,11	
b	Estimación Factor de Diversidad (DIF)								1
c	Capacidad de reserva (SC) para el crecimiento (% X GDL en KVA)								0,30
d	Capacidad bruta del sistema a proporcionar (CGS)=(a/b)+c								2,41

Tabla 5. 37. Continuación. Estimación de la carga de la cancha de vóley y fútbol.

Voltaje	Corriente	Longitud		Conductor			Tipo conductor	Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor
		m	pie	AWG/Kcmil	Imax (A)	Material		
240	4,39	17	55,77	10	40	Cobre	Conducto magnético	20
240	4,39	18	59,05	10	40	Cobre	Conducto magnético	20

Tabla 5. 38. Continuación. Estimación de la carga de la cancha de vóley y fútbol.

Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Protección	Conductor	
Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%)				
0,49	Monofásico, trifilar, línea a neutro		0,577	0,28	3/4"	10	2X10+1X14 (Cu)
0,52	Monofásico, trifilar, línea a neutro		0,577	0,30	3/4"	10	2X10+1X14 (Cu)

5.5.1.5. Cálculos eléctricos parcial de la carga del Parqueadero.

Tabla 5. 39. Estimación de la carga parqueadero.

Estimación de la carga eléctrica Parqueadero									
1	2	3	4	5=3-4	6	7=5-6	8	9=7/8	10
Grupo de carga	Descripción de la carga	Cantidad	Unidad de carga	Carga conectada (CL) 1000 W	Estimación factor de demanda	Estimación de la carga de demanda (DL) kW	Estimación del factor de potencia (PF)	Capacidad requerida en kVA	
		Nº	W/unidad					Por cada carga	Por grupo de carga
	Lámpara LED	3	150	450	100%	0,45	0,95	0,47	0,47
a	Carga total conectada TCL y Carga de demanda bruta (GDL)			450		0,45		0,47	
b	Estimación Factor de Diversidad (DIF)								1
c	Capacidad de reserva (SC) para el crecimiento (_% X GDL en KVA)								0,07
d	Capacidad bruta del sistema a proporcionar (CGS)=(a/b)+c								0,54

Tabla 5. 40. Continuación. Estimación de la carga parqueadero.

Voltaje	Corriente	Longitud		Conductor			Tipo conductor	Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor
		m	pie	AWG/Kcmil	Imax (A)	Material		
240	1,97	24	78,74	10	40	Cobre	Conducto magnético	20

Tabla 5. 41. Continuación. Estimación de la carga parqueadero.

Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Protección	Conductor	
Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%)				
0,31	Monofásico, trifilar, línea a neutro		0,577	0,18	3/4"	10	2X10+1X14 (Cu)

5.5.1.6. Cálculos eléctricos parcial de la carga del Área verde.

Tabla 5. 42. Estimación de la carga del área verde.

Estimación de la carga eléctrica Área Verde									
1	2	3	4	5=3-4	6	7=5-6	8	9=7/8	10
Grupo de carga	Descripción de la carga	Cantidad	Unidad de carga	Carga conectada (CL) 1000 W	Estimación factor de demanda	Estimación de la carga de demanda (DL) kW	Estimación del factor de potencia (PF)	Capacidad requerida en kVA	
		Nº	W/unidad					Por cada carga	Por grupo de carga
	Lámpara LED	4	150	600	100%	0,60	0,95	0,63	0,63

a	Carga total conectada TCL y Carga de demanda bruta (GDL)	600		0,60		0,63		
b	Estimación Factor de Diversidad (DIF)							1
c	Capacidad de reserva (SC) para el crecimiento (_% X GDL en KVA)							0,09
d	Capacidad bruta del sistema a proporcionar (CGS)=(a/b)+c							0,72

Tabla 5. 43. Continuación. Estimación de la carga del área verde.

Voltaje	Corriente	Longitud		Conductor			Tipo conductor	Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor
		m	pie	AWG/Kcmil	Imax (A)	Material		
240	2,63	24	78,74	10	40	Cobre	Conducto magnético	10

Tabla 5. 44. Continuación. Estimación de la carga del área verde.

Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Protección	Conductor	
Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%)				
0,41	Monofásico, trifilar, línea a neutro		0,577	0,24	3/4"	10	2X10+1X14 (Cu)

5.5.2. Cálculos eléctricos de las derivaciones individuales.

Tabla 5. 45. Cálculo eléctrico de las derivaciones individuales.

Derivación	P. Activa (W)	P. Reactiva (KVAR)	P. Aparente (VA)	F.P.	Corriente In (A)	Longitud		Conductor		
						m	pie	AWG/Kcmil	Imax (A)	Material
Illuminación Restaurante	3400,00	1117,53	3578,95	0,95	14,91	6	19,68	8	55	Cobre
Fuerza Restaurante	6500,00	2623,02	7013,73	0,93	29,22	6	19,68	8	55	Cobre
Illuminación Sala de eventos	4250,00	1873,50	4473,68	0,95	18,64	31	101,70	6	75	Cobre
Fuerza Sala de eventos	5800,00	2470,79	6304,35	0,92	26,27	31	101,70	4	95	Cobre
Illuminación Domicilio	1450,00	821,71	1526,32	0,95	6,36	40	131,23	6	75	Cobre
Fuerza Domicilio	8100,00	3450,59	8804,35	0,92	36,68	40	131,23	2	130	Cobre
Cancha de vóley y fútbol	2000,00	657,37	2105,26	0,95	8,77	55	180,44	4	95	Cobre
Parqueadero	450,00	147,91	473,68	0,95	1,97	15	49,21	8	55	Cobre
Área Verde	600,00	197,21	631,58	0,95	2,63	28	91,86	8	55	Cobre

Tabla 5. 46. Continuación. Cálculo eléctrico de las derivaciones individuales.

Tipo de conducto	Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor	Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Protección	Conductor
		Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%) Monofásica			
Conducto magnético	13,00	0,59	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,22	1"	32	2X8+1X8(10) (THHN)
Conducto magnético	13,00	0,75	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,43	1"	40	2X8+1X8(10) (THHN)
Conducto magnético	8,20	1,55	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,90	1"	32	2X6+1X6(10) (THHN)
Conducto magnético	5,30	1,42	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,82	1"	40	2X4+1X4(8) (THHN)
Conducto magnético	8,20	0,68	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,39	1"	32	2X6+1X6(10) (THHN)
Conducto magnético	3,50	1,68	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,97	1"	40	2X2+1X2(8) (THHN)
Conducto magnético	5,30	0,84	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,48	1"	32	2X4+1X4(8) (THHN)
Conducto magnético	13,00	0,19	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,07	1"	32	2X8+1X8(10) (THHN)
Conducto magnético	13,00	0,48	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,18	1"	32	2X8+1X8(10) (THHN)

5.5.3. Cálculos eléctricos de la línea general de alimentación.

Tabla 5. 47. Cálculo eléctrico de la línea general de alimentación.

Derivación	P. Activa (W)	P. Reactiva (KVAR)	P. Aparente (VA)	F.P.	Corriente	Longitud		Conductor			Tipo de conducto
					In (A)	m	pie	AWG/Kcmil	Imax (A)	Material	
LGA	18228,00	7068,84	19550,66	0,93	81,46	30	98,42	2/0	195	Cobre	Conducto magnético
LGA	18228,00	7068,84	19550,66	0,93	81,46	30	98,42	3/0	175	Aluminio	Conducto magnético

Tabla 5. 48. Continuación. Cálculo eléctrico de la línea general de alimentación.

Factor de multiplicación en base al factor de potencia y el conductor	Caída de tensión				Diámetro de la tubería	Conductor
	Up. (%) trifásica L-L	Tipo Up.		Upt. (%) Monofásica		
1,9	1,52	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,88	1 1/4"	2X2/0+1X2/0 (TTU)
1,5	1,20	Monofásico, trifilar, línea a neutro	0,577	0,69	1 1/4"	2X3/0+1X3/0 (ACC)

5.6. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Para el cálculo del sistema de puesta a tierra para el transformador y las demás instalaciones eléctricas se realizará en base al anexo A, donde se detalla los diferentes métodos de cálculo para el sistema de puesta a tierra comercial, se hará uso del sistema de cálculo de 2 varillas considerando una resistividad promedio del suelo de $30 \Omega/m$ y la resistencia a tierra que recomienda la IEEE Std. 142 es de 25Ω .

Tabla 5. 49. Cálculo de la resistencia a tierra.

INGRESO DE DATOS			RESISTENCIA A TIERRA	8,88 Ω
Resistividad	30,00	$\Omega m-m$		
Resistividad	3000,00	$\Omega m-cm$		
L (longitud)	180,00	cm		
a (radio)	0,80	cm		
s (separación)	200,00	cm		

Se requerirá de dos sistemas de puesta a tierra una para el transformador y otra para las demás instalaciones eléctricas las cuales estarán conectadas entre sí para una mejor protección. Los materiales a utilizar para los dos sistemas de puesta a tierra son:

- 4 varillas de cobre 3/8" de 1,80 m.
- Conductor de cobre #4.
- Suelda exotérmica.

5.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE LA NORMA RD 841_2002 Y LA IEEE STD 241_1990.

Después de haber realizado el cálculo eléctrico de las dos normativas a continuación se realiza una comparación entre las normativas para ver la variación en el cálculo, tanto de las instalaciones de enlace y de interiores, además de la comparación de luminarias en DIALUX.

5.7.1. Comparación de luminarias en DIALUX.

En el cálculo de las luminarias tanto de interiores y de exteriores los factores importantes a tener es que luminaria es más eficiente, los lúmenes producidos y la vida útil proyectada que tenga. A continuación, se detallan algunas de las comparaciones de las luminarias utilizadas en DIALUX para el cálculo lumínico.

Tabla 5. 50. Comparación de luminarias en DIALUX.

Comparación de Luminarias					
Descripción	Luminaria	Cantidad	Potencia	Lux	Potencia Total
Sala de eventos	LED	39	30	3600	1170
	Tubo fluorescente T16	38	60	4450	2280
Cancha de fútbol	LED	8	215	24827	1720
	Halógeno de mercurio	16	150	14500	2400
Cancha de vóley	LED	6	150	19800	900
	Halógeno de mercurio	8	150	14500	1200
Parqueadero	LED	3	150	21797	450
	Halógeno de mercurio	6	150	14500	900

Como se puede observar en la tabla 5.50 las luminarias LED son más eficientes a comparación de las luminarias fluorescentes y halógeno de mercurio que anteriormente eran las que más se utilizaban, al haber realizado esta comparación se decidió utilizar luminarias LED en todas las instalaciones del complejo turístico.

Un dato muy importante a tener en consideración sobre las luminarias LED es que producen armónicos debido a sus componentes electrónicos y estos causan problemas en las instalaciones eléctricas como el sobrecalentamiento en los conductores especialmente en el cable de neutro y el disparo de las protecciones eléctricas.

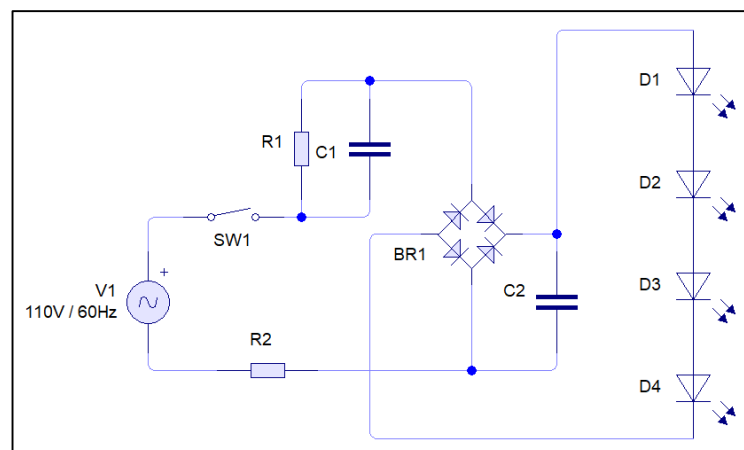


Figura 5. 6. Circuito electrónico de una luminaria LED.

Para la corrección de los armónicos se debe colocar un circuito electrónico igual o similar al de las luminarias LED, es aconsejable utilizar Filtros para driver que son reactancias que van instaladas después del Interruptor magnetotérmico como se lo muestra en la figura 4.7, estas reactancias ayudan en la reducción de los armónicos.

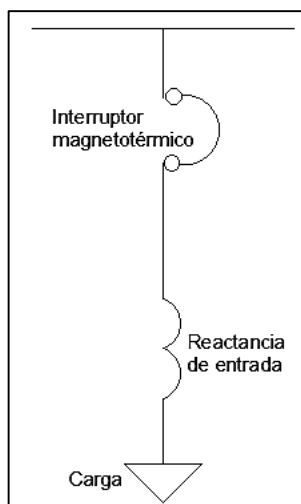


Figura 5. 7. Instalación de reactancia.

En el nuevo diseño eléctrico se tiene una carga instalada de 11,850 KW con una corriente de 53,28 A solo para luminarias LED, por lo que se requerirá de una reactancia de entrada de 54 A, en base al catálogo de la marca Siemens se elegirá el tipo de reactancia a utilizar, este catálogo estará adjunto en la parte de anexos y se selecciona el Tipo 6SL6400-3CC02-6BB3 para la corrección de los armónicos.

5.7.2. Comparación de demandas máximas unitarias de cada norma.

La determinación de la demanda máxima ayuda en la selección del transformador de potencia, a continuación, se detalla las demandas máximas resultantes de cada normativa.

Tabla 5. 51. Demanda máxima unitaria.

Demanda máxima unitaria	
Norma RD 842_2002	Norma IEEE 241_1990
kVA	kVA
19,53	18,23

Se puede observar que los valores de demanda máxima de cada una de las demandas tienen variaciones, las cuales al momento de seleccionar el transformador no influyen mucho por lo que para el complejo turístico se requiere instalar un transformador monofásico autoprotegido de 25 KVA el cual abastecerá la demanda requerida para el complejo turístico.

5.7.3. Comparaciones caídas de tensión.

En base a los cálculos realizados en cada norma se hará la comparación de las caídas de tensión y el calibre de los conductores en cada una de las instalaciones de enlace y de interiores.

Derivaciones individuales se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5. 52. Caídas de tensión de las derivaciones individuales.

Derivación	Norma RD 842_2002					Norma IEEE 241_1990				
	Activa (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Activa (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
Iluminación Restaurante	3400,00	14,91	8	0,08	0,42	3400,00	14,91	8	0,59	0,22
Fuerza Restaurante	6500,00	29,44	8	0,14	0,48	6500,00	29,22	8	0,75	0,43
Iluminación Sala de eventos	4250,00	18,64	6	0,31	0,65	4250,00	18,64	6	1,55	0,90
Fuerza Sala de eventos	5800,00	26,27	6	0,42	0,76	5800,00	26,27	4	1,42	0,82
Iluminación Domicilio	1450,00	6,36	8	0,21	0,55	1450,00	6,36	6	0,68	0,39
Fuerza Domicilio	8100,00	36,68	4	0,47	0,81	8100,00	36,68	2	1,68	0,97
Cancha de Vóley y Fútbol	2000,00	8,77	6	0,26	0,60	2000,00	8,77	4	0,84	0,48
Parqueadero	450,00	1,97	8	0,03	0,37	450,00	1,97	8	0,19	0,07
Área Verde	600,00	2,63	8	0,06	0,40	600,00	2,63	8	0,48	0,18

Como se puede observar las variaciones de las caídas de tensión son mínimas entre las dos normas. Pero hay que tener en cuenta que la derivación individual de fuerza de la sala de eventos, del domicilio y la cancha de vóley y fútbol tienen diferentes conductores que en aspectos económicos resulta un costo más elevado.

Línea General de alimentación se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5. 53. Caídas de tensión de la línea general de alimentación.

Nº Derivación	Norma RD 842_2002					NORMA IEEE 241_1990				
	Potencia (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Potencia (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
1	19530,00	87,41	1/0	0,34	0,34	18228,00	81,46	2/0	1,52	0,88
1	19530,00	87,41	2/0	0,27	0,27	18228,00	81,46	3/0	1,20	0,69

Se puede decir que hay una diferencia en el calibre del conductor ya que la norma RD 842_2002 requiere un conductor 1/0 AWG de cobre o en caso de utilizar un conductor de aluminio requerirá de un 2/0 AWG y en la IEEE 241_1990 es de 2/0 AWG de cobre y de aluminio de 3/0 AWG. En cuanto a las caídas de tensión con los cálculos se puede observar que la variación es mínima con los conductores tomados en consideración.

En lo que respecta a las instalaciones de interiores se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5. 54. Caídas de tensión total del restaurante.

Descripción	Norma RD 842_2002					NORMA IEEE 241_1990				
	Pot. (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Pot. (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
Iluminación 1	1000	8,77	14	1,46	1,54	1000	8,77	14	2,45	1,41
Iluminación2	1200	10,53	14	1,85	1,93	1200	10,53	14	3,11	1,79
Iluminación 3	1200	10,53	14	2,47	2,55	1200	10,53	14	4,14	2,39
Tomas normales 1	2000	18,12	12	2,48	2,62	2000	18,12	12	4,37	2,52
Tomas normales 2	1600	14,49	12	1,73	1,87	1600	14,49	12	3,04	1,76
Tomas normales 3	1400	12,68	12	2,42	2,56	1400	12,68	12	4,26	2,46
Tomas nevera y refrigerador	1500	13,59	12	0,73	0,87	1500	13,16	12	1,24	0,72

Tabla 5. 55. Caídas de tensión total de la sala de eventos.

Descripción	Norma RD 842_2002					NORMA IEEE 241_1990				
	Pot. (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Pot. (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
Iluminación 1	1100	9,65	12	1,19	1,50	1100	9,65	12	2,03	1,17
Iluminación 2	1000	8,77	12	1,35	1,66	1000	8,77	12	2,30	1,33
Iluminación 3	1000	8,77	12	1,35	1,66	1000	8,77	12	2,30	1,33
Iluminación 4	1000	8,77	12	1,89	2,20	1000	8,77	12	3,22	1,86
Tomas normales 1	1600	14,49	12	1,73	2,15	1600	14,49	12	3,04	1,76
Tomas normales 2	1000	9,06	12	0,81	1,23	1000	9,06	12	1,43	0,82
Tomas normales 3	1800	16,30	12	2,14	2,56	1800	16,30	12	3,77	2,17
Tomas normales 4	1400	12,68	12	2,27	2,69	1400	12,68	12	3,99	2,30
Reflector LED	150	0,66	14	0,23	0,54	150	0,66	14	0,19	0,11

Tabla 5. 56. Caídas de tensión total del domicilio.

Descripción	Norma RD 842_2002					NORMA IEEE 241_1990				
	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
Iluminación 1	700	6,14	14	0,72	0,93	700	6,14	14	1,21	0,70
Iluminación 2	600	5,26	14	0,51	0,72	600	5,26	14	0,86	0,50
Tomas normales 1	1600	14,49	12	2,07	2,54	1600	14,49	12	5,71	3,29
Tomas normales 2	1200	10,87	12	1,94	2,41	1200	10,87	12	3,42	1,98
Tomas normales 3	1800	16,30	12	2,43	2,90	1800	16,30	12	4,28	2,47
Ducha Eléctrica	3500	31,70	10	1,31	1,52	3500	31,70	10	2,29	1,32
Reflector LED	150	0,66	14	0,18	0,39	150	0,66	14	0,15	0,09

Tabla 5. 57. Caídas de tensión total de la cancha de vóley y fútbol.

Descripción	Norma RD 842_2002					NORMA IEEE 241_1990				
	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
Iluminación 1 Reflector LED	250	4,39	10	0,58	0,84	250	4,39	10	0,49	0,28
Iluminación 2 Reflector LED	250	4,39	10	0,61	0,87	250	4,39	10	0,52	0,30

Tabla 5. 58. Caídas de tensión total del parqueadero.

Descripción	Norma RD 842_2002					NORMA IEEE 241_1990				
	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
Lámpara LED	450	1,97	10	0,26	0,29	450	1,97	10	0,31	0,18

Tabla 5. 59. Caídas de tensión total del área verde.

Descripción	Norma RD 842_2002					NORMA IEEE 241_1990				
	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up (%)	Ut (%)	Pot (W)	In (A)	Cal. AWG	Up trifásica(%)	Up monofásica(%)
Lámpara LED	600	2,63	10	0,35	0,41	600	2,63	10	0,41	0,24

Como se puede observar en las tablas la variación de las caídas de tensión entre las dos normas no tiene mucha diferencia por lo que cualquiera de los dos métodos se le puede aplicar para la determinación de las instalaciones de interiores.

5.7.4. Comparación económica.

En base a lo estimado en el estudio técnico de diseño donde existen variaciones según la norma utilizada, como es el caso del dimensionamiento de los conductores en la instalación de enlace lo cual conlleva a un análisis económico, esto implica la relación económica que existe entre costos de un material y otro lo que implica que cada método sea técnica y económicamente factible.

Tabla 5. 60. Comparación económica de conductores.

Cantidad	Norma RD 842_2002			Cantidad	Norma IEEE 241_1990		
	Metros	Cable	Costo		Metros	Cable	Costo
105	2/0	\$ 8,25	\$ 866,25	105	3/0	\$ 12,00	\$1.260,00
233	8	\$ 1,33	\$ 309,89	180	8	\$ 1,33	\$ 239,40
296	6	\$ 1,60	\$ 473,60	247	6	\$ 1,60	\$ 395,20
120	4	\$ 4,30	\$ 516,00	120	4	\$ 4,30	\$ 516,00
				102	2	\$ 5,87	\$ 598,74
TOTAL:			\$2.165,74	TOTAL:			\$3.009,34

Existe una diferencia económica entre los materiales conductores calculados por la norma IEEE Std. 241_1990 de \$843,60 en relación a la norma RD 842_2002.

5.7.5. Presupuesto para la ejecución del proyecto.

La inversión total del aproximado del proyecto se lo puede apreciar en la tabla 5.61, como se puede observar existe una diferencia de \$944,83 entre las normativas.

Tabla 5. 61. Presupuesto para la ejecución del proyecto.

PRESUPUESTO		
Descripción	Norma RD 841_2002	Norma IEEE 241_1990
Restaurante	\$ 1.143,36	\$ 1.143,36
Sala de eventos	\$ 1.541,93	\$ 1.541,93
Domicilio	\$ 550,83	\$ 550,83
Cancha de vóley y fútbol, Parqueadero y Área verde	\$ 3.913,60	\$ 3.913,60
Instalación de enlace	\$ 4.170,73	\$ 5.014,33
Sistema de puesta a tierra	\$ 289,01	\$ 289,01
SUBTOTAL	\$ 11.609,46	\$ 12.453,06
IVA 12%	\$ 1.393,14	\$ 1.494,37
TOTAL	\$ 13.002,60	\$ 13.947,43

La lista de materiales y costo por cada una de las instalaciones del complejo esta adjunto en la parte de anexos.

5.8. IMPACTO TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO.

5.8.1. Impacto Técnico.

El diseño del sistema de iluminación LED dentro del complejo permite mejorar los niveles de iluminación actual en el complejo turístico a través del uso de las normativas internacionales correspondientes a este tipo de instalaciones.

El nuevo diseño de las instalaciones eléctricas ayuda en la seguridad del personal y de los equipos eléctricos que se encuentre dentro del complejo, mediante la aplicación las normas RD 842_2002 y la IEEE Std. 240_1990.

5.8.2. Impacto Social.

Los sistemas de iluminación diseñados mejoraran notablemente los niveles de iluminación en las distintas áreas del complejo turístico, cumpliendo con las normas internacionales para este tipo de instalaciones y por consiguiente el desarrollo de las actividades que se efectuará en un ambiente adecuado obteniendo algunos beneficios como: menor fatiga visual, menor deslumbramiento y el mejoramiento del estado de ánimo.

Las nuevas instalaciones eléctricas ayudaran en la seguridad de las personas y de los equipos eléctricos brindando confianza, ya que las instalaciones implementadas actualmente no cumplen con normas de seguridad y no brinda confianza a los usuarios del mismo.

5.8.3. Impacto Económico.

La iluminación LED ayudara en el ahorro del consumo de energía en más o menos del 50%, tienen una vida útil de 30000 horas y son más fáciles de instalar a diferencia de los fluorescentes que tienen una vida útil de 8000 horas y son más pesados.

El nuevo diseño de las instalaciones eléctricas aplicando las normativas se evita sobredimensionamientos tanto para equipos y materiales que intervienen.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

- Se recopiló información sobre las instalaciones eléctricas referente al área comercial, donde además se hizo uso de las normativas RD 842_2002 y la IEEE Std 241_1990 ya que estas normativas utilizan formulas y tablas reglamentarias que son utilizadas en la práctica en la vida real así previniendo riesgos eléctricos, garantizando una eficiente instalación eléctrica y brindando seguridad para el personal que labora dentro de las instalaciones del complejo turístico.
- El levantamiento de datos permitió conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas del complejo turístico, comprobando las diferentes fallas existentes en el sistema eléctrico y se determinó que el sistema eléctrico actual no es apto para su uso debido a que no cuenta con un sistema de protecciones, conductores mal dimensionados, sin canalizaciones, incremento de la demanda donde hay la probabilidad de que exista una sobrecarga en los conductores por lo que el sistema eléctrico actual debe ser corregido.
- Se hizo uso del software DIALUX para la simulación de varios tipos de luminarias en las distintas áreas del complejo turístico y así seleccionar la luminaria más eficaz cumpliendo con las recomendaciones de calidad y confort visual, creando ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones, en base a las normas internacionales de la UNE-EN 12464.1 para iluminación de interiores, la UNE-EN 12464.2 para iluminación de exteriores y la UNE-EN 12193 para instalaciones deportivas donde explican la iluminancia necesaria para cada área.
- Al realizar el análisis correspondiente entre normativas RD 842_2002 y la IEEE Std. 241_1990, presentan mínimas diferencias en las caídas de tensión y en la demanda por la aplicación de factores de acuerdo a cada norma, en lo que existe una diferencia considerable tanto técnica como económica es en el cálculo para la selección del calibre del conductor de las instalaciones de enlace.
- El sistema eléctrico se dividió en circuitos de iluminación y circuitos de fuerza, debido a que en los sistemas de iluminación se hará uso de luminarias LED y estas producen armónicos debido a sus componentes electrónicos, para su corrección se hizo uso de filtros para driver (reactancia) los cuales deben ser seleccionados en base a la corriente de circuito y deben ser instalados después de los interruptores magnetotérmicos y así reduciendo los armónicos en el circuito eléctrico.

- En el diseño de puesta a tierra se hizo uso de la norma IEEE Std. 142 ya que esta norma se la utiliza para instalaciones comerciales e industriales mediante cálculos simplificados y fáciles de entender, con esta norma se desarrolló el sistema de puesta a tierra para el transformador y las demás instalaciones eléctricas, haciendo uso del método de cálculo del sistema de dos varillas para la protección del personal y los equipos eléctricos.

6.2. RECOMENDACIONES.

- Para el diseño eléctrico se recomienda utilizar las normativas correspondientes a cada área de concesión de las Empresas Distribuidoras de energía del país y la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-10 CAP 15 Instalaciones Electromecánicas donde fija las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas de bajo voltaje y las exigencias de seguridad.
- Para el desarrollo de un rediseño eléctrico es recomendable hacer una visita técnica y realizar un levantamiento de las instalaciones eléctricas para conocer la carga y equipos instalados dentro del lugar y comprobar si el sistema es seguro o no para su uso debido a que algunas instalaciones no cumplen con los requerimientos de seguridad.
- Para diseñar los sistemas de iluminación se debe considerar el área o sector donde se desee iluminar, ya que con eso se puede seleccionar el tipo de luminarias a instalar cumpliendo con los requerimientos de iluminancia necesarios en base a las normas Internacionales de la UNE, para así evitar cualquier perturbación al personal dentro del área seleccionada y obteniendo una mejor eficiencia energética.
- Se recomienda para el cálculo de las luminarias realizar la comparación de varias luminarias no hacer uso de solo una debido a que actualmente existen diferentes tonalidades de luces y así exista un mejor confort visual para los usuarios.
- En los diseños eléctricos donde exista el uso de luminarias LED es recomendable utilizar filtros para driver (reactancias) para evitar que los armónicos generados por dichas luminarias afecten al sistema eléctrico.
- Para el cálculo del sistema de puesta a tierra guiarse en la norma IEEE Std. 142 donde explica los diferentes métodos de cálculo de la resistencia a tierra para sistemas de potencia comerciales e industriales.













7. BIBLIOGRAFÍA.


- [1] M. d. C. Saavedra, Manual técnico de instalaciones eléctricas de baja tensión., México: Grupo Condumex, 2009.
- [2] J. L. Bosques, Manual de contenido del principiante "Electricidad Básica", Ternium.
- [3] F. W. Pillajo Acosta, Rediseño de las instalaciones eléctricas en la escuela fiscal mixta "Juan Genaro Jaramillo", Quito: EPN, 2017.
- [4] J. C. Campos Avella, Corrección del factor de potencia y control de la demanda., Colombia: COLCIENCIAS, 2008.
- [5] S. R. Pinta Ruíz, "Instalación del sistema eléctrico de fuerza del laboratorio de computación de la carrera de Ingeniería de Sistemas", Loja: UNL, 2015.
- [6] J. Ramírez Vásquez, Sistemas de iluminación Proyectos de alumbrado, Barcelona, 1974.
- [7] G. V. Chicaiza Casa y H. F. Pérez Cañizares, Evaluación y rediseño de instalaciones eléctricas de campus de la Universidad Central del Ecuador considerando criterios de eficiencia energética y generación fotovoltaica para autoabastecimiento, Quito: EPN, 2020.
- [8] IEEE, IEEE Recommended Practice of Grounding of Industrial and Commercial Power System, United States of America, 2007.
- [9] S. Ramírez Castaño, Redes de Distribución de energía, Colombia, 2004.
- [10] IEEE, IEEE Recommended Practice for Electric Power System in Commercial Buildings, United States of America, 1990.
- [11] Á. Lagunas Marqués, Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión Comerciales e Industriales., Madrid, 2005.
- [12] UNE, UNE-EN 12646-1 Norma Europea para iluminación de interiores.
- [13] UNE, UNE-EN 12464-2 Norma Española para iluminación de lugares de trabajo en exteriores, 2008.
- [14] UNE, UNE-EN 12193 Iluminación de instalaciones deportivas, 2020.
- [15] IEC, Norma IEC 60617/EN 60617 Símbolos gráficos para esquemas.

- [16] S. Alvarado. Rediseño de los Sistemas Eléctricos de Emergencia del hospital Dr. Carlos Luis Valverde Vega (HCLVV) acorde con el Código Eléctrico Nacional y la Norma NFPA (National Fire Protection Association). Cartago 2014.
- [17] Real Decreto 842/2002 Guía Técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- [18] J. Galeas y P. Urrutia. Elaboración de una metodología para la normalización de los estudios de calidad de la potencia. Ciudad Universitaria, 2003.
- [19] UNE-EN 20460-5-523 Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- [20] W. Haro y W. Ocampo. Diseño de un sistema de iluminación, alimentado mediante generación fotovoltaica para el complejo deportivo “La bombonerita”. Latacunga, 2019.
- [21] M. Lawrence. Instalaciones eléctricas e iluminación. Barcelona 1995.
- [22] I. C. Millán. UF0887: Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de interior. Barcelona, 2012.
- [24] D. Besterfield. Control de Calidad. México 2009.
- [25] Google, «Localización Complejo Turístico "El Truchon",» [En línea]. Available: <https://earth.google.com/web/search/pelileo/@1.34554428,78.5206105,2220.14611308a,269.40737569d35y,42.07416288h,32.17769404t,0r/data=CigiJgokCWvJ2sXxZjNAEWtJ2sXxZjPAGba8UHHD2BDAlZkvyhgBKlrA>. [Último acceso: 21 02 2021].
- [26] P. M. Gómez. Diseño y Construcción de puestas a tierra para el Colegio Técnico Industrial Gualaceo, Basado en las recomendaciones prácticas para el aterrizamiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de la IEEE. Cuenca, 2012.

8. ANEXOS.

Anexo: Fórmulas para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

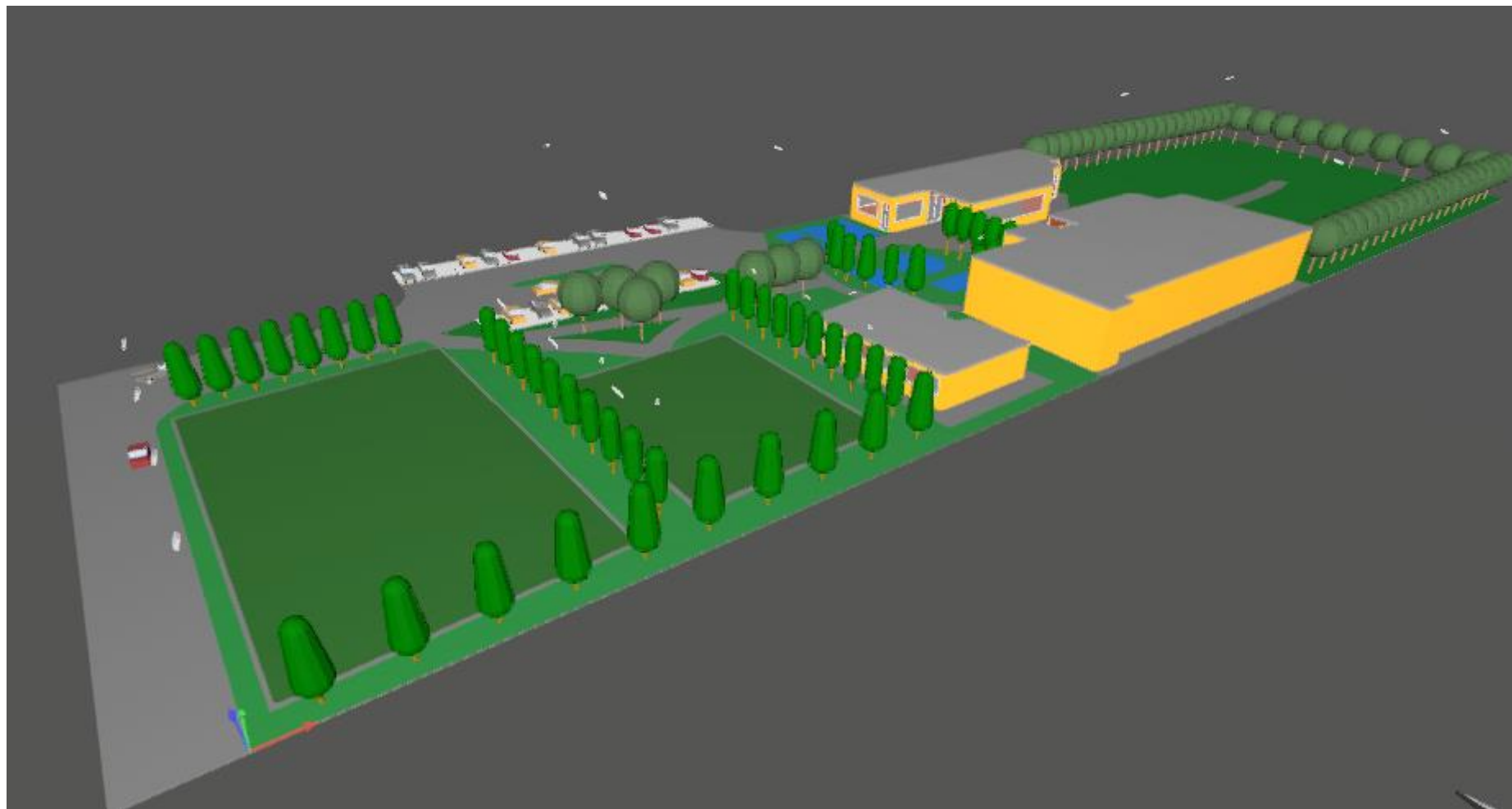
Símbolo	Descripción	Formula
	Radio hemisferio a	$R = \frac{\rho}{2\pi a}$
	una varilla de tierra longitud L, radio a	$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$
	dos varillas de tierra s > L, espaciamiento s	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \right)$
	dos varillas de tierra s < L, espaciamiento s	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
	cable horizontal enterrado longitud 2L, profundidad s / 2	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$
	cable de giro en ángulo recto longitud del brazo L, profundidad s / 2	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^2}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	estrella de tres puntas longitud del brazo L, profundidad s / 2	$R = \frac{\rho}{6\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 1.071 + 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^2}{L^2} - 0.054 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	estrella de cuatro puntas longitud del brazo L, profundidad s / 2	$R = \frac{\rho}{8\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 2.912 + 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	estrella de seis puntas longitud del brazo L, profundidad s / 2	$R = \frac{\rho}{12\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 6.851 + 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.490 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	estrella de ocho puntas longitud del brazo L, profundidad s / 2	$R = \frac{\rho}{16\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} + \ln \frac{2L}{s} + 10.98 - 5051 \frac{s}{L} + 3.26 \frac{s^2}{L^2} - 1.17 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$
	anillo de alambre diámetro del anillo D, diámetro del alambre d, profundidad s / 2	$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left(\ln \frac{8D}{d} + \ln \frac{4D}{s} \right)$
	longitud de tira horizontal enterrada 2L, sección a por b, profundidad s / 2, b < a / 8	$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \frac{a^2 - \pi ab}{2(a+b)^2} + \ln \frac{4L}{s} - 1 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$

	<p>placa redonda horizontal enterrada radio a, profundidad s / 2</p>	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{7 a^2}{12 s^2} + \frac{33 a^4}{40 s^4} \dots \right)$
	<p>placa redonda vertical enterrada radio a, profundidad s / 2</p>	$R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 + \frac{7 a^2}{24 s^2} + \frac{99 a^4}{320 s^4} \dots \right)$

Anexo B: Tabla de las caídas de tensión trifásica para cable de un solo conductor de 600 V.

Caída de voltaje trifásica balanceada para cable de un solo conductor de 600 V por cada 10000 A X Pie temperatura del conductor 60°C (140° F), 60 Hz																							
Retraso del factor de potencia	Tamaño del cable (AWG o Kcmil)																						
	1000	900	800	750	700	600	500	400	350	300	250	4/0	3/0	2/0	1/0	1	2	4	6	8	10	12	14
Sección 1:	Conductores de cobre en conducto magnético																						
1,00	0,28	0,31	0,34	0,35	0,37	0,42	0,50	0,60	0,68	0,78	0,92	1,10	1,40	1,70	2,10	2,60	3,40	5,30	8,40	13,00	21,00	33,00	53,00
0,95	0,50	0,52	0,55	0,57	0,59	0,64	0,71	0,81	0,88	1,00	1,10	1,30	1,50	1,90	2,30	2,80	3,50	5,30	8,20	13,00	20,00	32,00	50,00
0,90	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66	0,71	0,78	0,88	0,95	1,10	1,20	1,30	1,60	1,90	2,30	2,80	3,40	5,20	8,00	12,00	19,00	30,00	48,00
0,80	0,66	0,68	0,71	0,73	0,74	0,80	0,85	0,95	1,00	1,10	1,20	1,40	1,60	1,90	2,30	2,60	3,20	4,80	7,30	11,00	17,00	27,00	43,00
Sección 2:	Conductores de cobre en conducto no magnético																						
1,00	0,23	0,26	0,28	0,29	0,33	0,38	0,45	0,55	0,62	0,73	0,88	1,00	1,30	1,60	2,10	2,60	3,30	5,30	8,40	13,00	21,00	33,00	53,00
0,95	0,40	0,43	0,45	0,47	0,50	0,54	0,62	0,71	0,80	0,92	1,00	1,10	1,50	1,80	2,20	2,70	3,40	5,30	8,20	13,00	20,00	32,00	50,00
0,90	0,47	0,48	0,52	0,54	0,55	0,59	0,68	0,76	0,85	0,95	1,10	1,10	1,50	1,80	2,20	2,70	3,30	5,10	7,90	12,00	19,00	30,00	48,00
0,80	0,54	0,55	0,57	0,59	0,62	0,66	0,73	0,81	0,88	0,97	1,10	1,10	1,40	1,70	2,10	2,50	3,10	4,70	7,20	11,00	17,00	27,00	43,00
Sección 3:	Conductores de aluminio en conducto magnético																						
1,00	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	0,63	0,74	0,91	1,00	1,20	1,40	1,70	2,10	2,60	3,30	4,20	5,20	8,40	13,00	21,00	33,00	52,00	-
0,95	0,62	0,65	0,70	0,73	0,76	0,83	0,94	1,10	1,20	1,40	1,60	1,80	2,30	2,70	3,40	4,20	5,30	8,20	13,00	20,00	32,00	50,00	-
0,90	0,69	0,72	0,76	0,79	0,82	0,88	0,99	1,20	1,30	1,40	1,60	1,90	2,30	2,70	3,40	4,10	5,10	7,90	12,00	19,00	30,00	48,00	-
0,80	0,76	0,80	0,83	0,85	0,88	0,95	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60	1,80	2,20	2,60	3,20	3,90	4,70	7,30	11,00	17,00	27,00	43,00	-
Sección 4:	Conductores de aluminio en conducto no magnético																						
1,00	0,36	0,39	0,44	0,47	0,51	0,59	0,70	0,88	1,00	1,20	1,40	1,70	2,10	2,60	3,30	4,20	5,20	8,40	13,00	21,00	33,00	52,00	-
0,92	0,52	0,56	0,60	0,63	0,67	0,74	0,85	1,00	1,10	1,30	1,50	1,80	2,20	2,70	3,40	4,20	5,20	8,20	13,00	20,00	32,00	50,00	-
0,90	0,57	0,61	0,65	0,68	0,71	0,79	0,89	1,10	1,20	1,30	1,50	1,80	2,20	2,60	3,30	4,10	5,00	7,90	12,00	19,00	30,00	48,00	-
0,80	0,63	0,66	0,71	0,73	0,76	0,83	0,92	1,10	1,20	1,30	1,50	1,70	2,10	2,50	3,10	3,80	4,60	7,20	11,00	17,00	27,00	42,00	-

Anexo C: Vista 3D del Complejo Turístico “El Truchon”.



Anexo D: Presupuesto para la ejecución del proyecto por cada instalación del complejo.

INSTALACIÓN DE ENLACE				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit	Valor
Cable THHW 12 AWG	m	49,00	\$ 0,26	\$ 12,74
Cable THHW 10 AWG	m	255,00	\$ 0,60	\$ 153,00
Cable THHW 8 AWG 7H	m	233,00	\$ 1,33	\$ 309,89
Cable THHW 6 AWG 7H	m	296,00	\$ 1,60	\$ 473,60
Cable Preensamblado 2/0	m	105,00	\$ 8,25	\$ 866,25
Cable THHN 4 AWG	u	120,00	\$ 4,30	\$ 516,00
Breaker 2P-40A	u	3,00	\$ 15,00	\$ 45,00
Breaker 2P-20A	u	3,00	\$ 11,50	\$ 34,50
Breaker 2P-32A	u	3,00	\$ 12,30	\$ 36,90
Breaker 2P-100A	u	1,00	\$ 55,00	\$ 55,00
Manguera eléctrica 1"	m	200,00	\$ 0,50	\$ 100,00
Transformador monofásico autoprotegido 25 KVA	u	1,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Albañil	d	4,00	\$ 25,00	\$ 100,00
Mano de obra	d	6,00	\$ 25,00	\$ 150,00
Montaje transformador	u	1,00	\$ 500,00	\$ 500,00
Seccionador fusible unipolar tipo abierto	u	2,00	\$ 86,25	\$ 172,50
Pararrayos clase distribución polimérico	u	1,00	\$ 45,35	\$ 45,35
Total				\$ 4.170,73

LISTA MATERIALES RESTAURANTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit	Valor
Cable THH AWG 14	r	1,50	\$ 25,88	\$ 38,82
Cable THH AWG 12	r	5,00	\$ 37,94	\$ 189,70
Luminaria LED 28W 5000K	u	31,00	\$ 13,00	\$ 403,00
Caja metálica doble fondo 30*30*20	u	1,00	\$ 32,00	\$ 32,00
Riel din	u	1,00	\$ 1,50	\$ 1,50
Interruptor doble	u	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60
Conmutador simple	u	3,00	\$ 2,50	\$ 7,50
Conmutador doble	u	1,00	\$ 8,50	\$ 8,50
Tomacorriente doble	u	27,00	\$ 2,10	\$ 56,70
Tubo EMT 1/2 x 3m	u	67,00	\$ 1,95	\$ 130,65
Grapa EMT 1/2	u	134,00	\$ 0,10	\$ 13,40
Unión EMT 1/2	u	25,00	\$ 0,25	\$ 6,25
Conector EMT 1/2	u	126,00	\$ 0,20	\$ 25,20
Breaker 1P-16A	u	3,00	\$ 3,38	\$ 10,14
Breaker 1P-20A	u	4,00	\$ 4,10	\$ 16,40
Mano de obra	d	8,00	\$ 25,00	\$ 200,00
Total Sala de eventos				\$1.143,36

LISTA MATERIALES CANCHA DE VOLEY Y FÚTBOL, PARQUEADERO Y ÁREA VERDE				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit	Valor
Cable concéntrico 3X10 AWG	r	8,50	\$ 232,00	\$ 1.972,00
Lámpara LED 150W	u	7,00	\$ 100,00	\$ 700,00
Reflector LED 150 W	u	9,00	\$ 35,00	\$ 315,00
Reflector LED 215 W	u	8,00	\$ 45,00	\$ 360,00
Caja térmica 6 puntos Brakers	u	1,00	\$ 33,75	\$ 33,75
Caja térmica 4 puntos Brakers	u	2,00	\$ 17,00	\$ 34,00
Temporizador digital programable	u	2,00	\$ 25,00	\$ 50,00
Breaker 2P-10A	u	7,00	\$ 10,55	\$ 73,85
Mano de obra	d	15,00	\$ 25,00	\$ 375,00
Total Sala de eventos				\$ 3.913,60

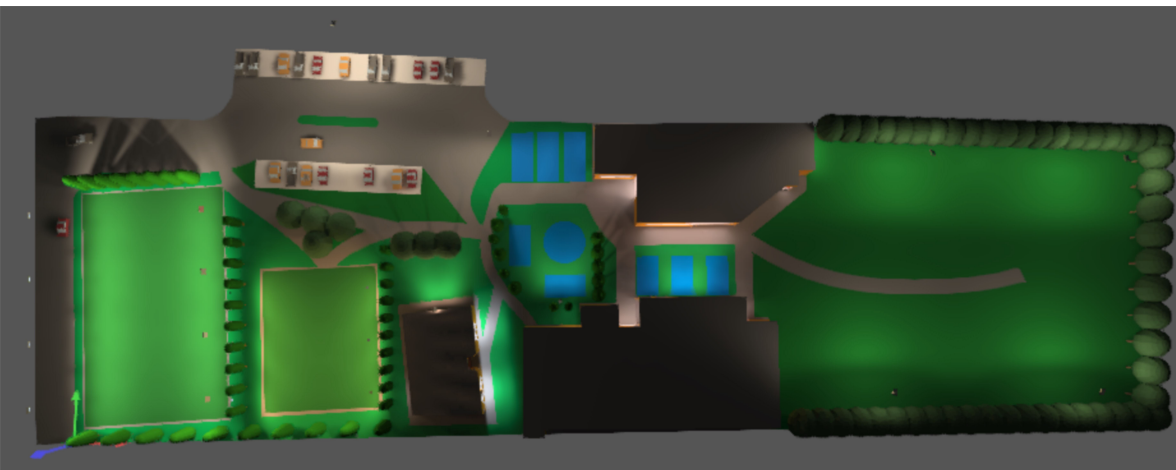
LISTA MATERIALES DOMICILIO				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit	Valor
Cable THH AWG 14	r	2,00	\$ 25,88	\$ 51,76
Cable THH AWG 12	r	1,50	\$ 37,94	\$ 56,91
Cable THH AWG 10	m	8,00	\$ 0,60	\$ 4,80
Luminaria LED 16W	u	8,00	\$ 10,00	\$ 80,00
Luminaria LED 13W	u	2,00	\$ 6,00	\$ 12,00
Caja metálica doble fondo 30*30*20	u	1,00	\$ 32,00	\$ 32,00
Riel dín	u	1,00	\$ 1,50	\$ 1,50
Reflector LED 150 W	u	1,00	\$ 35,00	\$ 35,00
Sensor de movimiento	u	2,00	\$ 7,50	\$ 15,00
Interruptor simple	u	4,00	\$ 2,05	\$ 8,20
Conmutador simple	u	2,00	\$ 2,50	\$ 5,00
Tomacorriente doble	u	24,00	\$ 2,10	\$ 50,40
Tubo EMT 1/2 x 3m	u	16,00	\$ 1,95	\$ 31,20
Grapa EMT 1/2	u	32,00	\$ 0,10	\$ 3,20
Unión EMT 1/2	u	13,00	\$ 0,25	\$ 3,25
Conector EMT 1/2	u	30,00	\$ 0,20	\$ 6,00
Breaker 1P-16A	u	2,00	\$ 3,38	\$ 6,76
Breaker 1P-20A	u	3,00	\$ 4,10	\$ 12,30
Breaker 2P-10A	u	1,00	\$ 10,55	\$ 10,55
Mano de obra	d	5,00	\$ 25,00	\$ 125,00
Total Domicilio:				\$ 550,83

LISTA MATERIALES SALA DE EVENTOS				
Descripción	Cantidad	Cantidad	P. Unit	Valor
Cable THH AWG 14	r	2,00	\$ 25,88	\$ 51,76
Cable THH AWG 12	r	7,00	\$ 37,94	\$ 265,58
Luminaria LED 16W	u	18,00	\$ 10,00	\$ 180,00
Luminaria LED 30W	u	20,00	\$ 15,00	\$ 300,00
Luminaria LED 28W	u	3,00	\$ 13,00	\$ 39,00
Caja metálica doble fondo 30*30*20	u	1,00	\$ 32,00	\$ 32,00
Riel din	u	1,00	\$ 1,50	\$ 1,50
Reflector LED 150 W	u	2,00	\$ 35,00	\$ 70,00
Sensor de movimiento	u	2,00	\$ 7,50	\$ 15,00
Interruptor simple	u	3,00	\$ 2,05	\$ 6,15
Interruptor doble	u	1,00	\$ 3,60	\$ 3,60
Conmutador simple	u	2,00	\$ 2,50	\$ 5,00
Conmutador doble	u	2,00	\$ 8,50	\$ 17,00
Tomacorriente doble	u	28,00	\$ 2,10	\$ 58,80
Tubo EMT 1/2 x 3m	u	85,00	\$ 1,95	\$ 165,75
Grapa EMT 1/2	u	170,00	\$ 0,10	\$ 17,00
Unión EMT 1/2	u	30,00	\$ 0,25	\$ 7,50
Conector EMT 1/2	u	96,00	\$ 0,20	\$ 19,20
Breaker 1P-16A	u	3,00	\$ 3,38	\$ 10,14
Breaker 1P-20A	u	4,00	\$ 4,10	\$ 16,40
Breaker 2P-10A	u	1,00	\$ 10,55	\$ 10,55
Mano de obra	d	10,00	\$ 25,00	\$ 250,00
Total Sala de eventos				\$ 1.541,93

MATERIALES PUESTA A TIERRA				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit	Valor
Cable 2 AWG desnudo	m	10,00	\$ 13,60	\$ 136,00
Cable THHW 6 AWG 7H	m	6,00	\$ 1,60	\$ 9,60
Varilla de cobre 3/8	m	3,00	\$ 5,72	\$ 17,16
Suelda exotérmica	u	3,00	\$ 8,75	\$ 26,25
Mano de obra	d	2,00	\$ 50,00	\$ 100,00
Total puesta a tierra				\$ 289,01

Anexo E: Catálogo de reactancias de entrada de la marca SIEMENS.

EQUIPO PARA TENSIÓN DE CONEXIÓN 220V MONOFÁSICO (BIFÁSICO) ¹⁾																											
	Tipo	Tamaño	Pot. del motor ²⁾		Corriente de Entrada (A)	Corriente de Salida (A)																					
			HP	kW																							
100022579	6SL3211-0AB13-7UA1	FSA	0.5	0.37	6.2	2.3	319,00																				
100022581	6SL3211-0AB15-5UA1	FSA	0.75	0.55	7.7	3.2	348,00																				
100022583	6SL3211-0AB17-5UA1	FSA	1	0.75	10.0	3.9	368,00																				
100022585	6SL3211-0AB21-1UA1	FSB	1.5	1.1	14.7	6.0	442,00																				
100022587	6SL3211-0AB21-5UA1	FSB	2	1.5	19.7	7.8	516,00																				
100022589	6SL3211-0AB22-2UA1	FSC	3	2.2	27.2	11.0	628,00																				
100022574	6SL3211-0AB23-0UA1	FSC	4	3	35.6	13.6	730,00																				
ACCESORIOS																											
Panel Operador BOP																											
100022671	6SL3255-0AA00-4BA1	Para controlar y poner en marcha desde el mismo variador pudiéndose usar con varios equipos. Función para copiar y "clonar" parámetros.						64,00																			
Kit de programación por medio de PC, para SINAMICS G110																											
100022676	6SL3255-0AA00-2AA1	Para controlar y poner en marcha el variador desde un PC Incluye conector y 3 metros de cable RS232						70,00																			
Reactancias de entrada para SINAMICS G110 / SINAMICS V20 ³⁾																											
	Tipo		Corriente (A)		Para variadores de potencia (HP)																						
100022892	6SL6400-3CC01-0AB3		10		0.5/0.75/1		129,00																				
100024678	6SL6400-3CC02-6BB3		26		1.5/2/3		183,00																				
100044387	6SL6400-3CC03-5CB3		35		4		194,00																				
Dimensiones y pesos																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Alto (mm)</th> <th>Profundidad (mm)</th> <th>Peso (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FSA</td> <td>90</td> <td>150</td> <td>131</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>FSB</td> <td>140</td> <td>160</td> <td>142</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>FSC</td> <td>184</td> <td>181</td> <td>152</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table>								Tamaño	Ancho (mm)	Alto (mm)	Profundidad (mm)	Peso (kg)	FSA	90	150	131	0,8	FSB	140	160	142	1,4	FSC	184	181	152	2,0
Tamaño	Ancho (mm)	Alto (mm)	Profundidad (mm)	Peso (kg)																							
FSA	90	150	131	0,8																							
FSB	140	160	142	1,4																							
FSC	184	181	152	2,0																							
Notas: ¹⁾ Equipo No incluye panel operador BOP (ver accesorios) ²⁾ Para la selección del equipo las potencias indicadas son solamente orientativas. La selección correcta del mismo debe hacerse con la corriente nominal del motor. ³⁾ Reducen efectos de armónicos sobre el convertidor y la red. Suaviza picos y caídas de tensión debido a la conmutación del variador. SE RECOMIENDA SU USO.																											

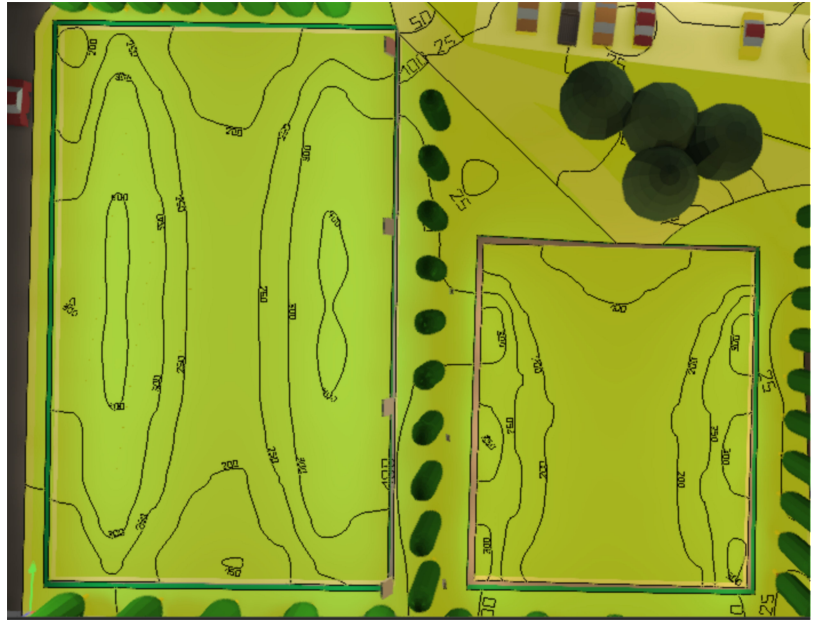


EXTERIORES DEL COMPLEJO TURISTICO "EL TRUCHON"

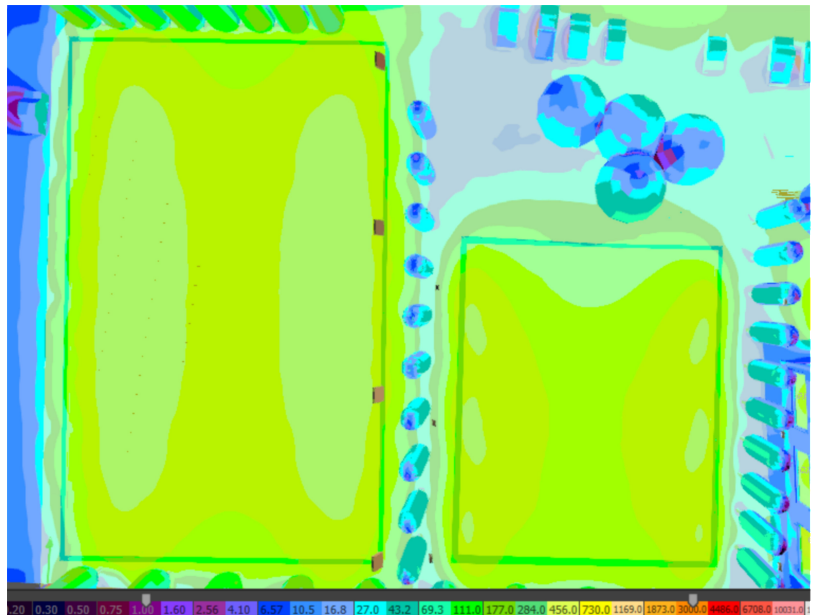
Descripción

Imágenes

CANCHA DE VOLEY Y FUTBOL

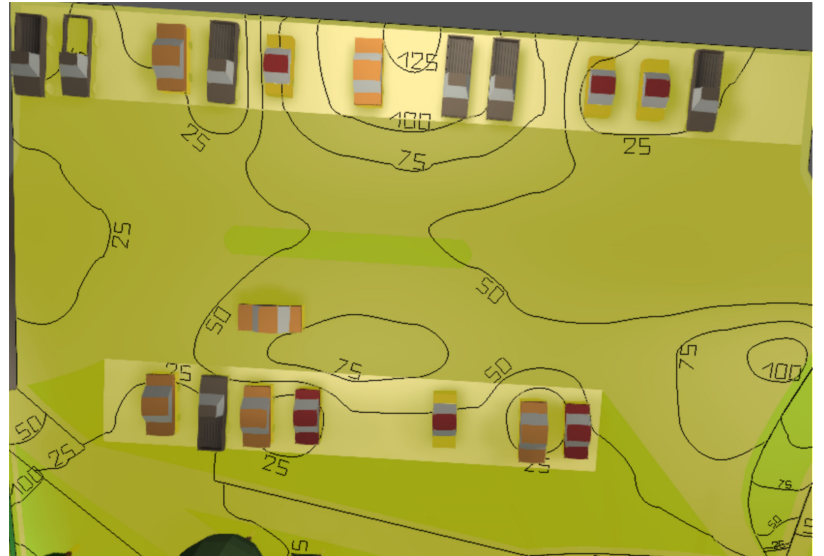


CANCHA DE VOLEY Y FUTBOL_COLORES FALSOS

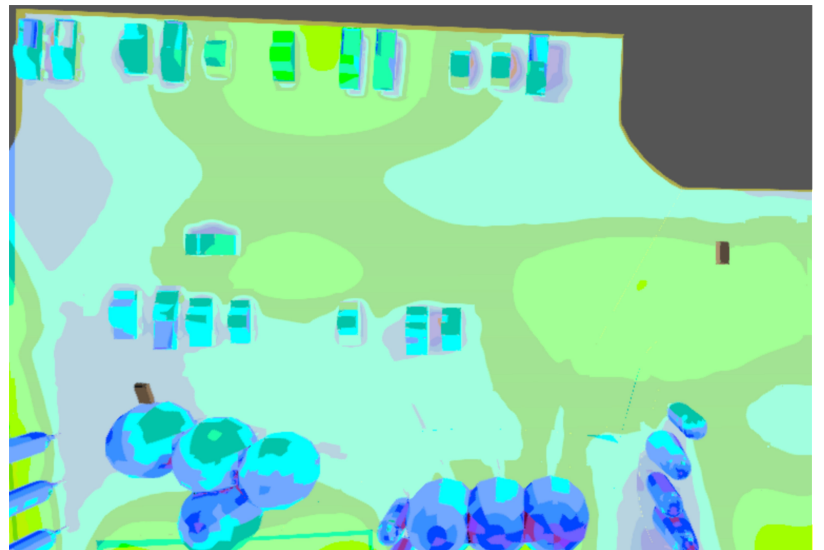


Imágenes

PARQUEADERO

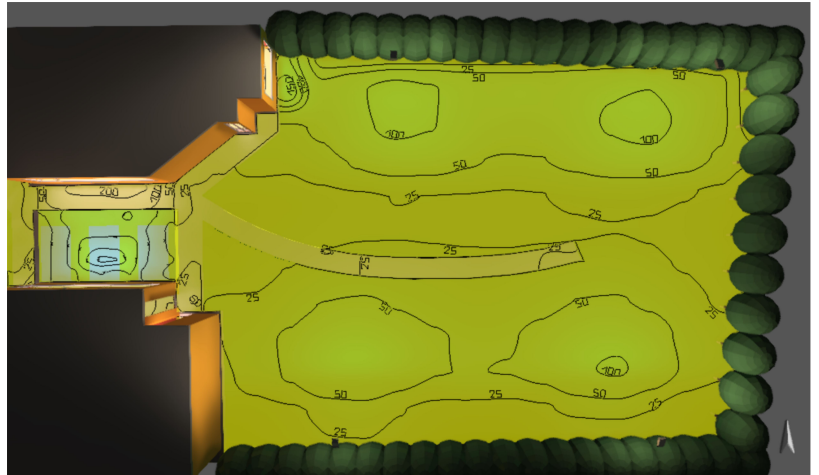


PARQUEADERO_COLORES FALSOS

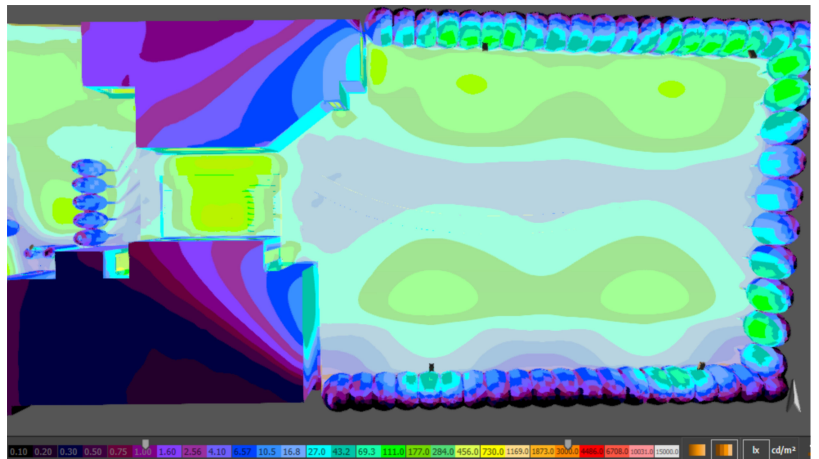


Imágenes

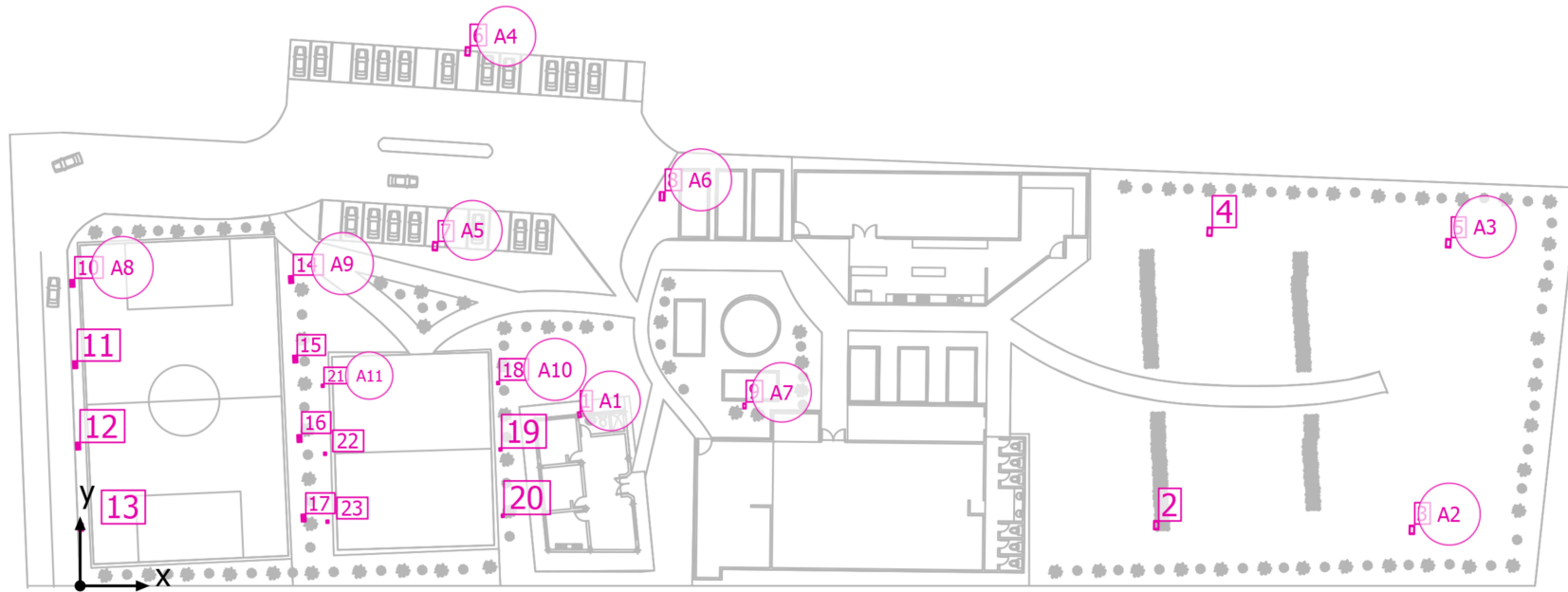
ÁREA VERDE



ÁREA VERDE_COLORES FALSOS

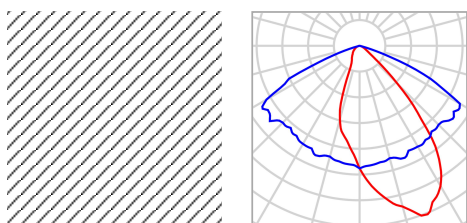


Plano de situación de luminarias



EXTERIORES DEL COMPLEJO TURISTICO "EL TRUCHON"

Plano de situación de luminarias



Fabricante	Dextra Group
Nº de artículo	OPU3XL L288 C74 AS
Nombre del artículo	OPUS 3 LED

4 x Dextra Group OPUS 3 LED

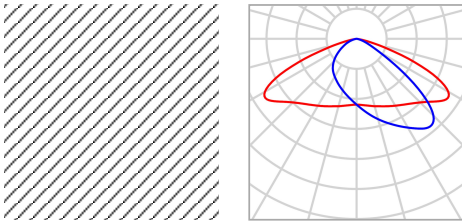
Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	-0.645 m, 22.991 m, 6.000 m	-0.645 m	22.991 m	6.000 m	10
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 6.188 m	-0.429 m	16.808 m	6.000 m	11
		-0.213 m	10.624 m	6.000 m	12
Organización	A8	0.003 m	4.440 m	6.000 m	13

4 x Dextra Group OPUS 3 LED

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	16.077 m, 23.287 m, 6.000 m	16.077 m	23.287 m	6.000 m	14
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 6.050 m	16.394 m	17.245 m	6.000 m	15
		16.710 m	11.203 m	6.000 m	16
Organización	A9	17.027 m	5.162 m	6.000 m	17

EXTERIORES DEL COMPLEJO TURISTICO "EL TRUCHON"

Plano de situación de luminarias



Fabricante	LEDVANCE GmbH
Nº de artículo	4058075353701
Nombre del artículo	FL PFM 150W/4000K ASYM 45x140 BK

3 x LEDVANCE GmbH FL PFM 150W/4000K ASYM 45x140 BK

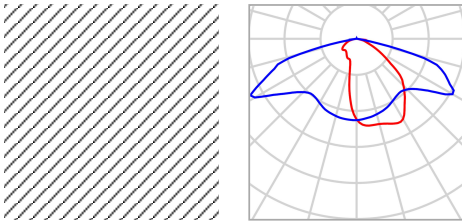
Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	31.799 m, 15.418 m, 5.000 m	31.799 m	15.418 m	5.000 m	18
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 5.050 m	31.975 m	10.371 m	5.000 m	19
		32.152 m	5.324 m	5.000 m	20
Organización	A10				

3 x LEDVANCE GmbH FL PFM 150W/4000K ASYM 45x140 BK

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	18.379 m, 15.204 m, 5.000 m	18.379 m	15.204 m	5.000 m	21
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 5.167 m	18.560 m	10.040 m	5.000 m	22
		18.740 m	4.877 m	5.000 m	23
Organización	A11				

EXTERIORES DEL COMPLEJO TURISTICO "EL TRUCHON"

Plano de situación de luminarias



Fabricante	ROY ALPHA S.A.
Nº de artículo	N/A
Nombre del artículo	RALED III Optica RA03SIII 21797 Lm

2 x ROY ALPHA S.A. RALED III Optica RA03SIII 21797 Lm

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	81.748 m, 4.578 m, 6.772 m	81.748 m	4.578 m	6.772 m	2
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 19.421 m	101.166 m	4.226 m	6.777 m	3
Organización	A2				

2 x ROY ALPHA S.A. RALED III Optica RA03SIII 21797 Lm

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	85.804 m, 26.952 m, 8.219 m	85.804 m	26.952 m	8.219 m	4
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 18.149 m	103.932 m	26.073 m	8.219 m	5
Organización	A3				

1 x ROY ALPHA S.A. RALED III Optica RA03SIII 21797 Lm

Tipo	Disposición en línea
------	----------------------

EXTERIORES DEL COMPLEJO TURISTICO "EL TRUCHON"

Plano de situación de luminarias

1era Luminaria (X/Y/Z)	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
	29.443 m, 40.657 m, 8.000 m				
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 26.950 m	29.443 m	40.657 m	8.000 m	6
Organización	A4				

1 x ROY ALPHA S.A. RALED III Optica RA03SIII 21797 Lm

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	26.960 m, 25.785 m, 8.000 m	26.960 m	25.785 m	8.000 m	7
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 17.700 m				
Organización	A5				

1 x ROY ALPHA S.A. RALED III Optica RA03SIII 21797 Lm

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	44.244 m, 29.611 m, 8.000 m	44.244 m	29.611 m	8.000 m	8
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 6.670 m				
Organización	A6				

EXTERIORES DEL COMPLEJO TURISTICO "EL TRUCHON"

Plano de situación de luminarias



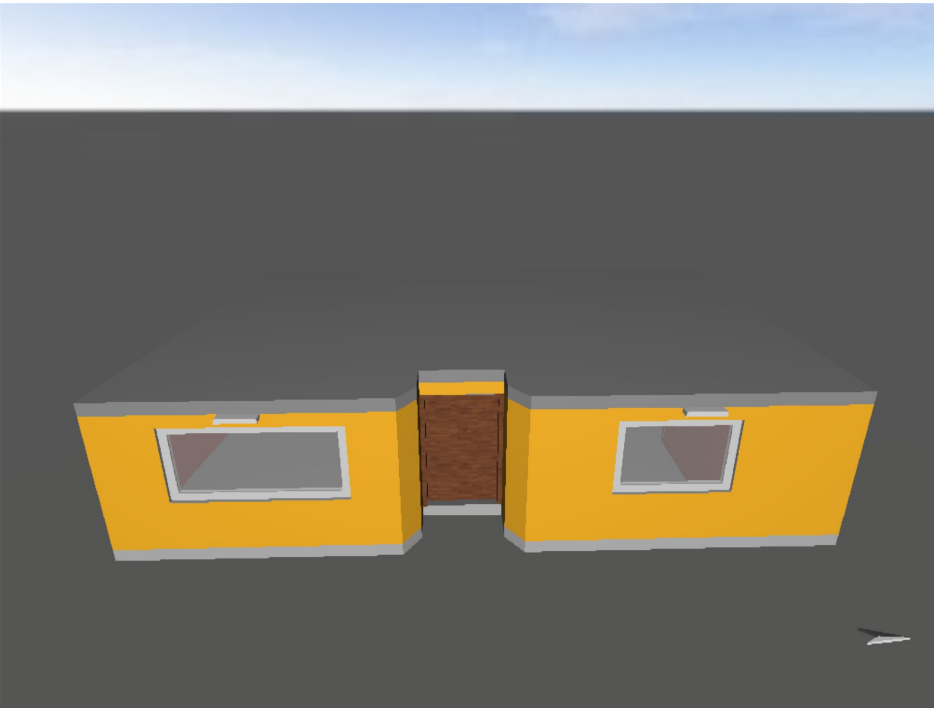
Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	4069032
Nombre del artículo	ALTAIR/SP2 MH150W G12 MEDFLD

1 x SYLVANIA ALTAIR/SP2 MH150W G12 MEDFLD

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	37.929 m, 13.039 m, 3.000 m	37.929 m	13.039 m	3.000 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 7.000 m				
Organización	A1				

1 x SYLVANIA ALTAIR/SP2 MH150W G12 MEDFLD

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	50.466 m, 13.696 m, 4.000 m	50.466 m	13.696 m	4.000 m	9
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 3.916 m				
Organización	A7				



Edificación 1 · DOMICILIO

Descripción

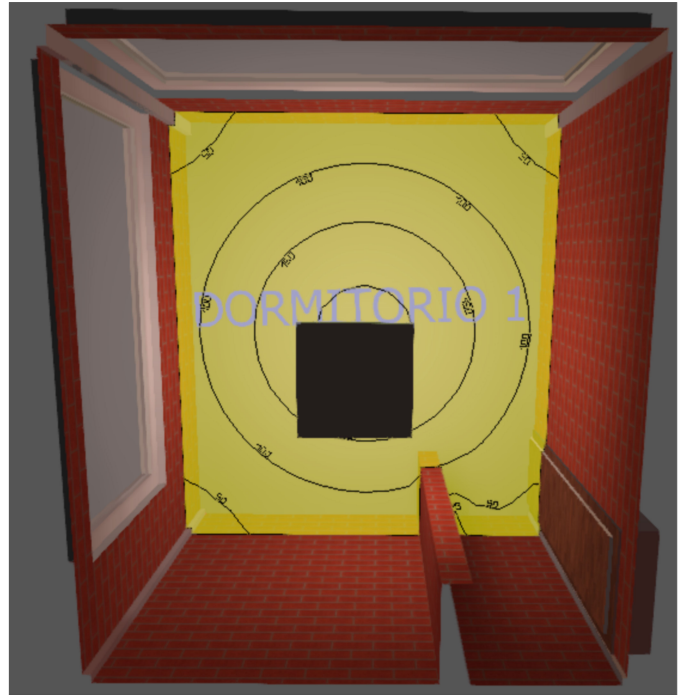


Edificación 1 · DOMICILIO · DORMITORIO 1

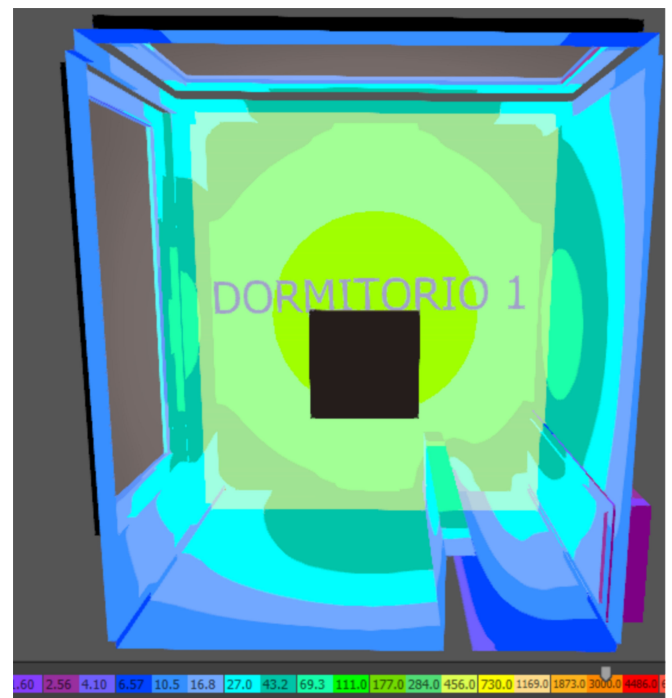
Descripción

Imágenes

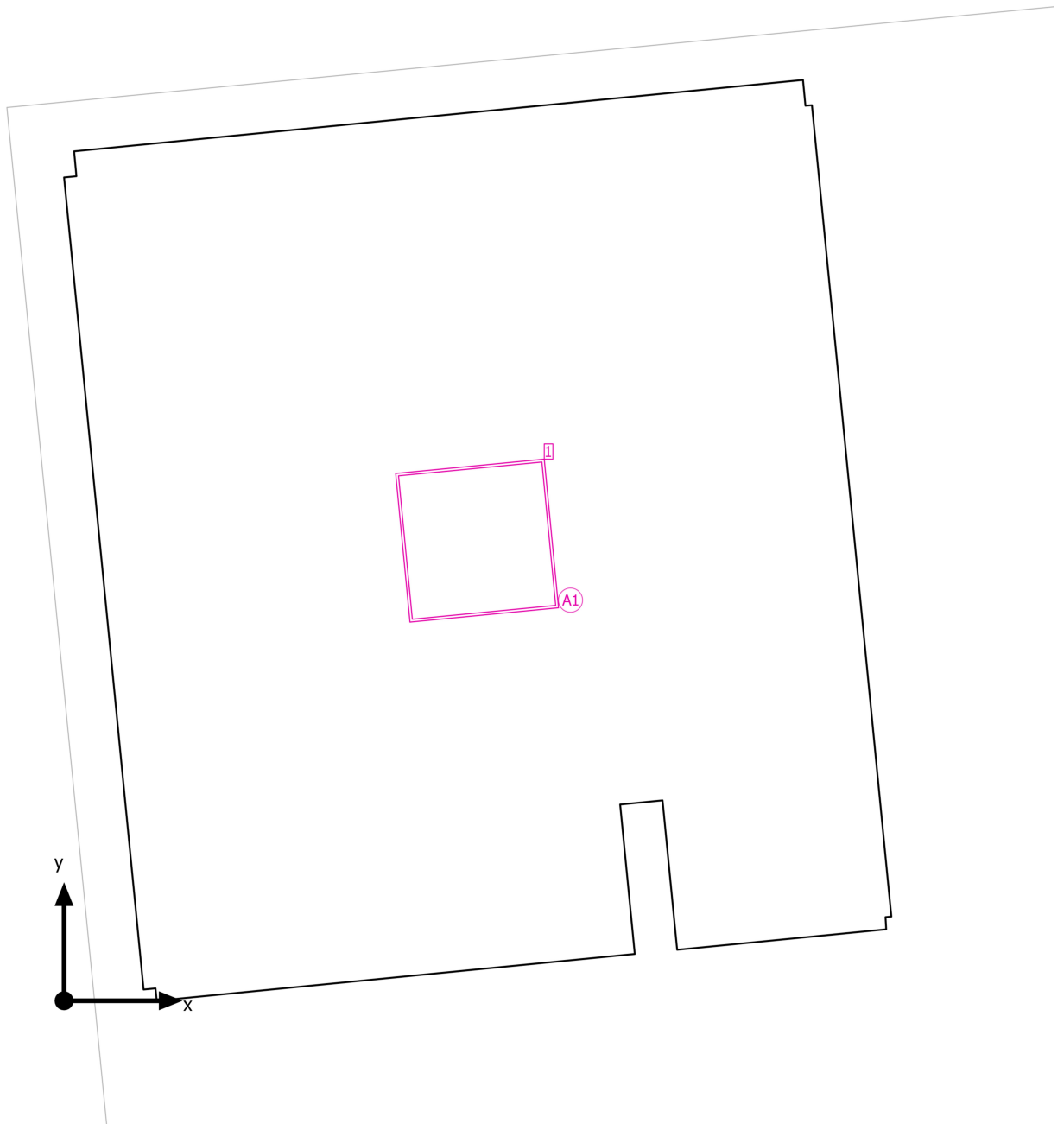
DORMITORIO 1_FOTOMETRIA



DORMITORIO 1_COLORES FALSOS

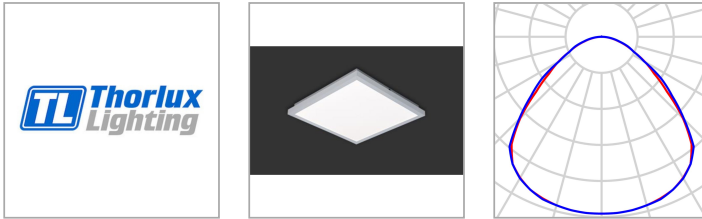


Edificación 1 · DOMICILIO · DORMITORIO 1
Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · DOMICILIO · DORMITORIO 1

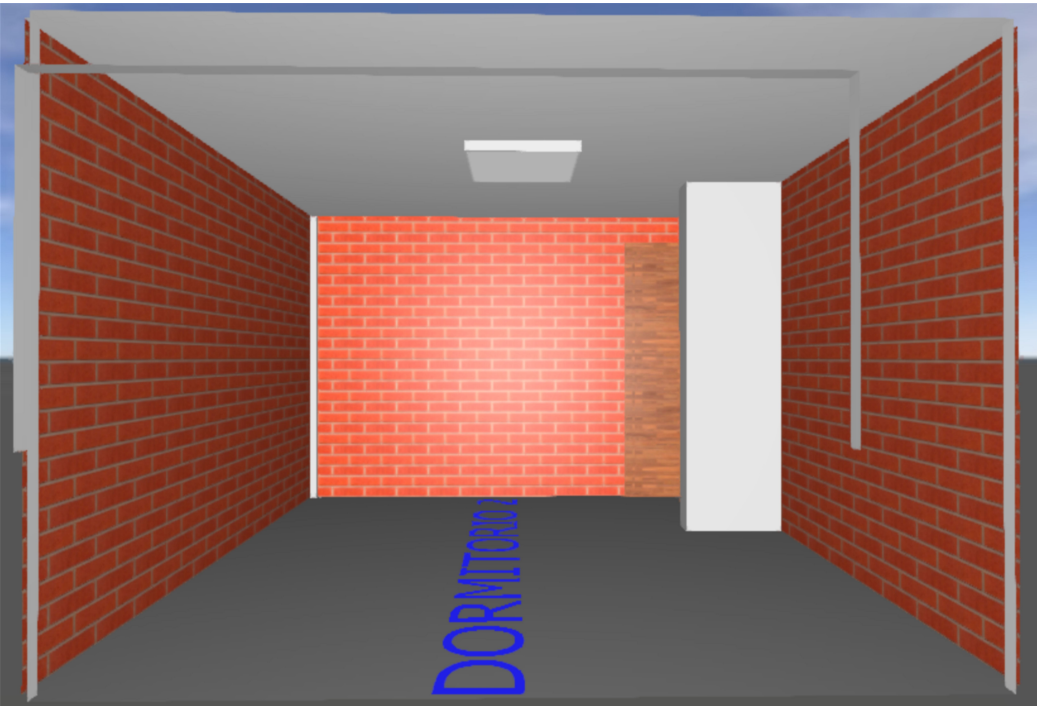
Plano de situación de luminarias



Fabricante	THORLUX
Nº de artículo	ERD16932
Nombre del artículo	Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

1 x Thorlux Lighting Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.649 m, 1.837 m, 2.200 m	1.649 m	1.837 m	2.200 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 3.006 m				
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 3.412 m				
Organización	A1				

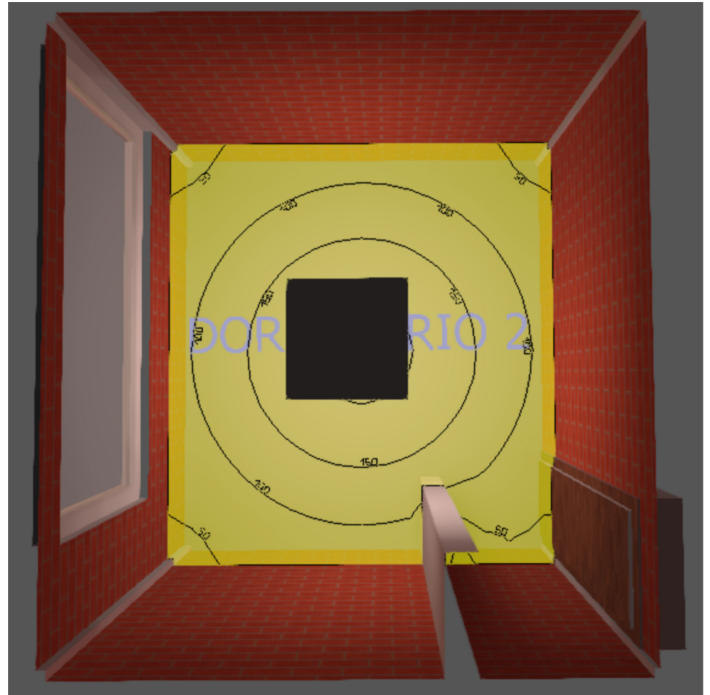


Edificación 1 · DOMICILIO · DORMITORIO 2

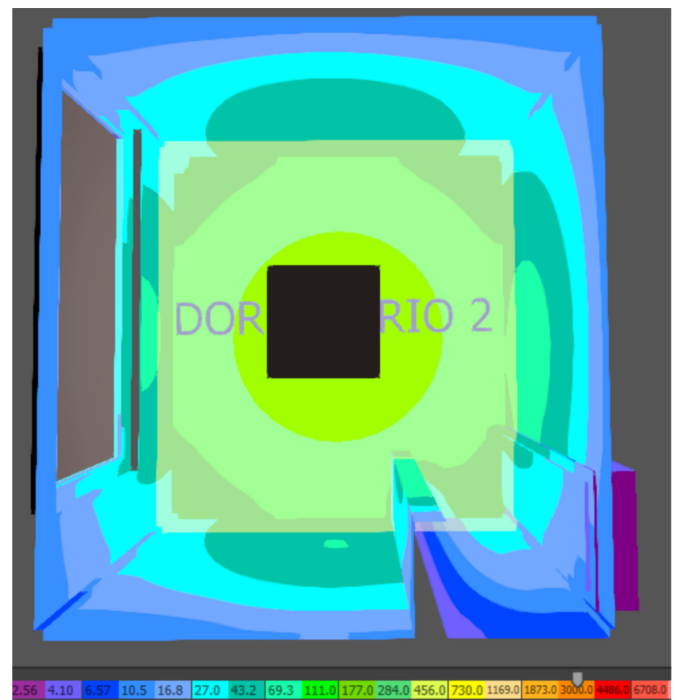
Descripción

Imágenes

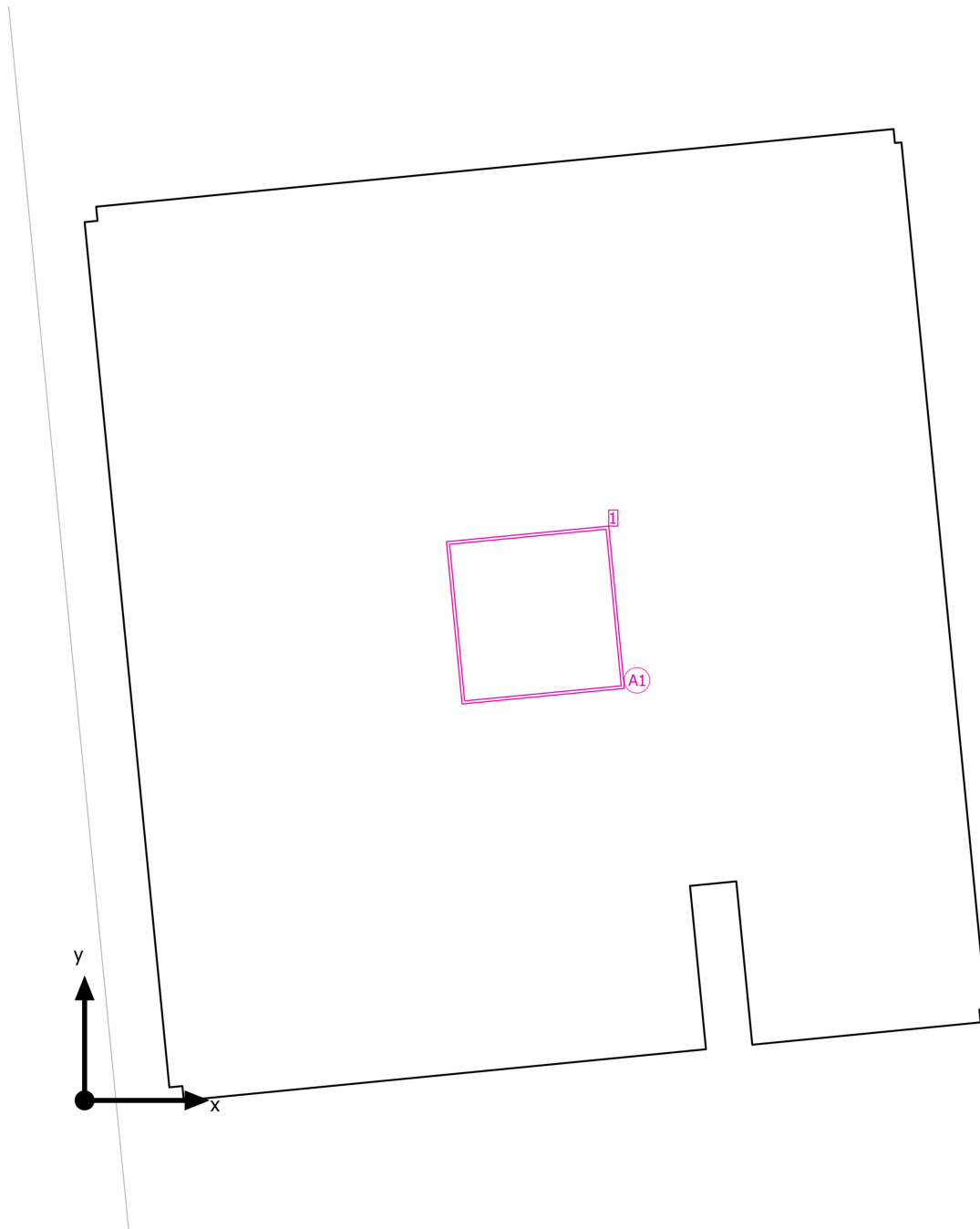
DORMITORIO 2_FOTOMETRIA



DORMITORIO 2_COLORES FALSOS

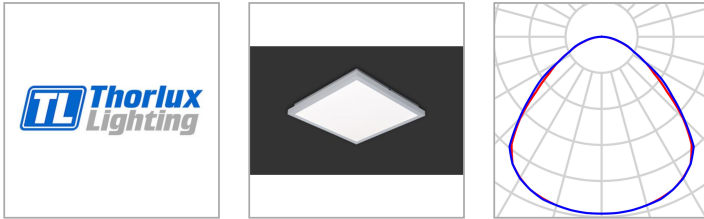


Edificación 1 · DOMICILIO · DORMITORIO 2
Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · DOMICILIO · DORMITORIO 2

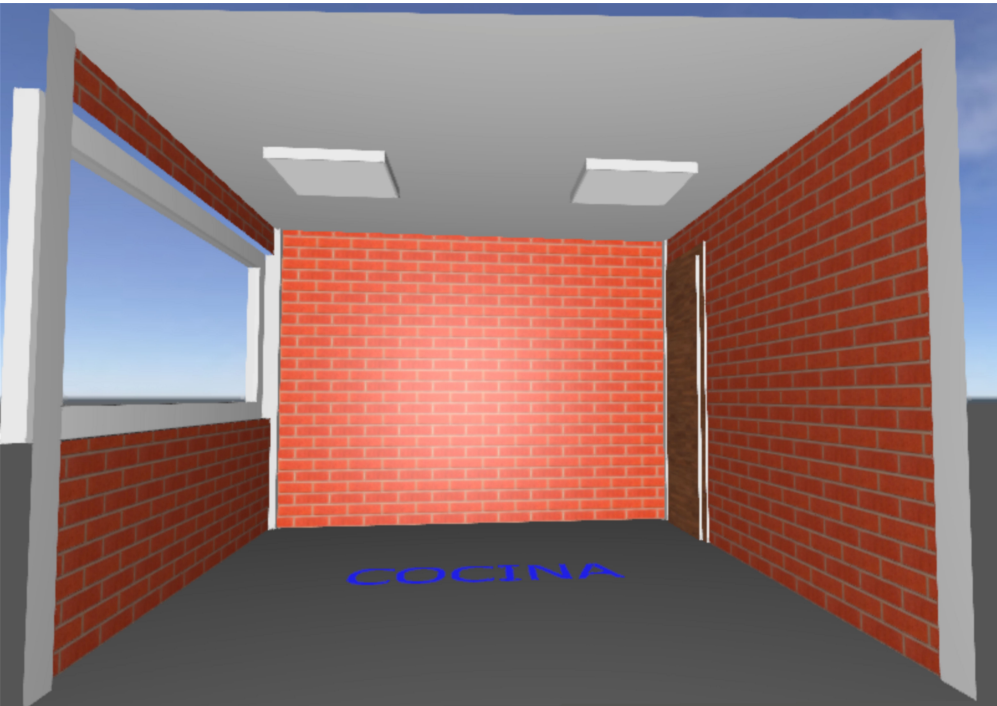
Plano de situación de luminarias



Fabricante	THORLUX
Nº de artículo	ERD16932
Nombre del artículo	Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

1 x Thorlux Lighting Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.648 m, 1.774 m, 2.200 m	1.648 m	1.774 m	2.200 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 3.005 m				
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 3.286 m				
Organización	A1				

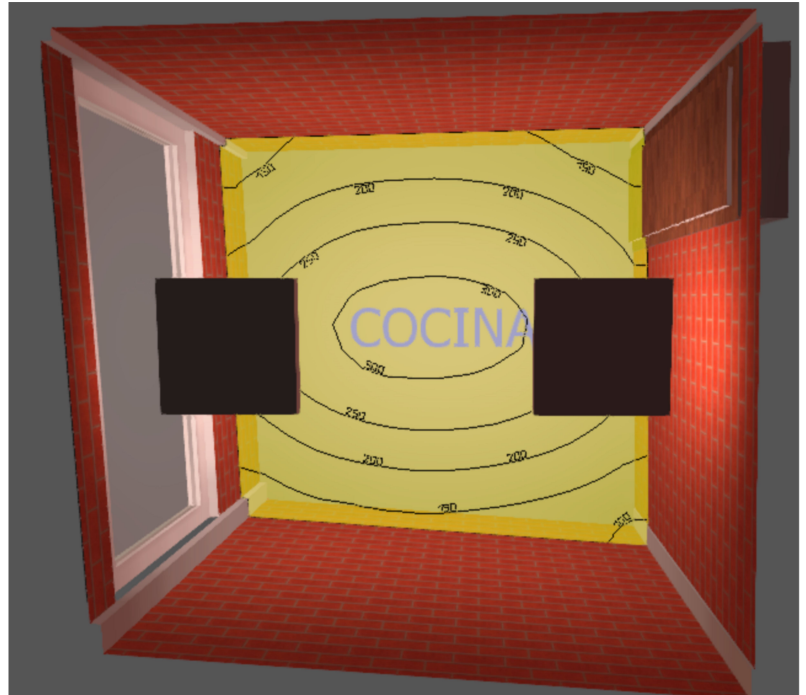


Edificación 1 · DOMICILIO · COCINA

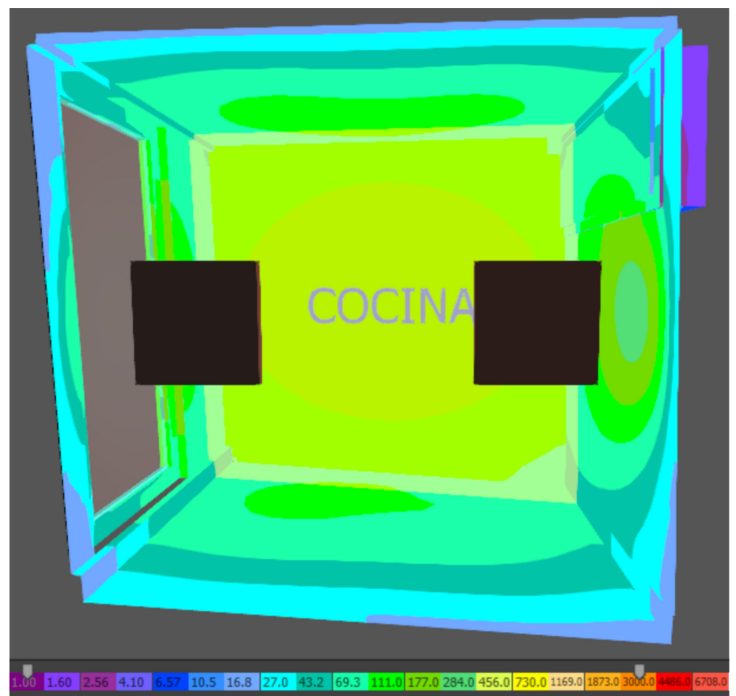
Descripción

Imágenes

COCINA_FOTOMETRIA

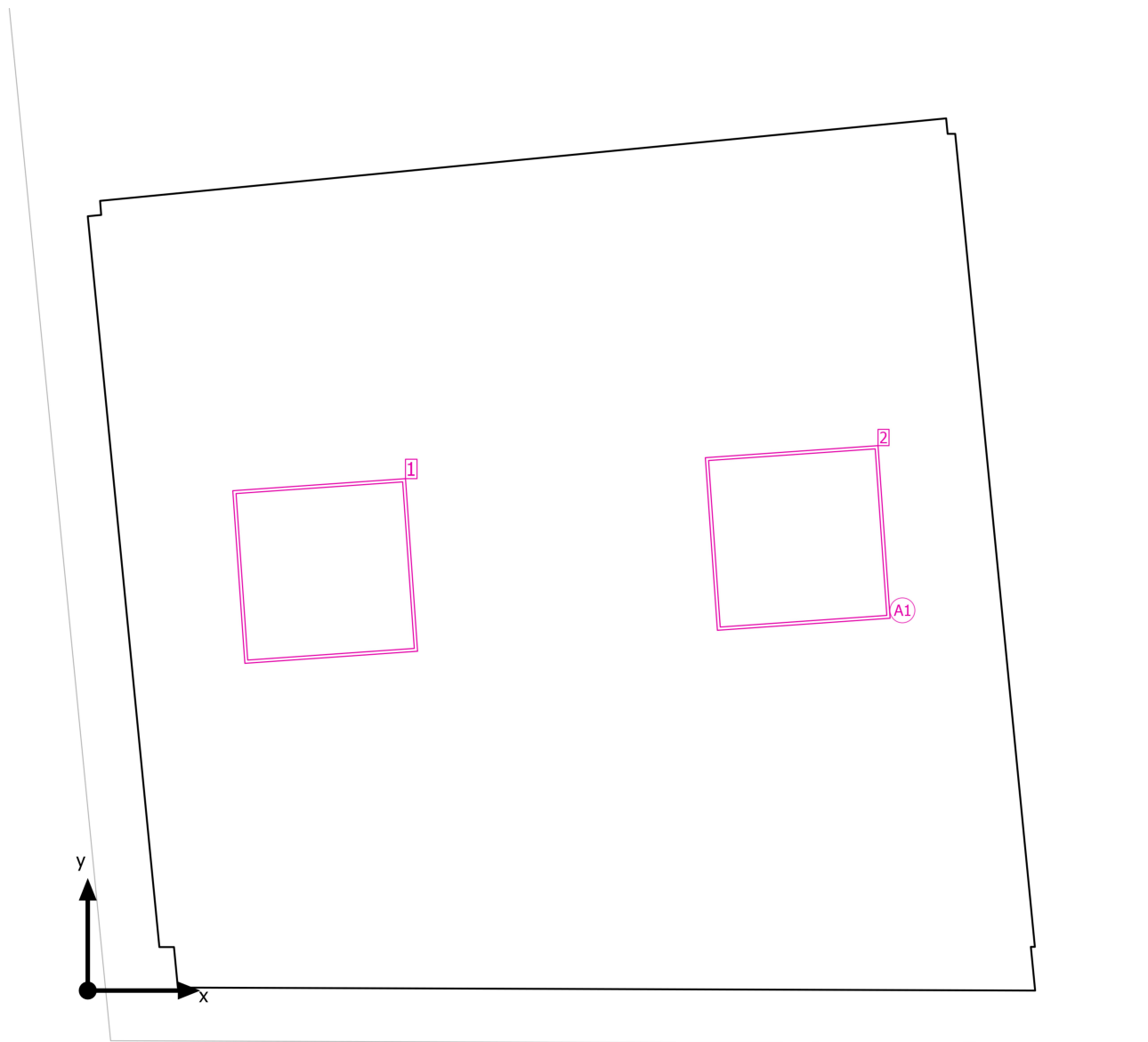


COCINA_COLORES FALSOS



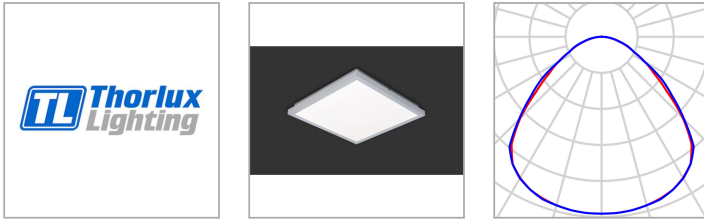
Edificación 1 · DOMICILIO · COCINA

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · DOMICILIO · COCINA

Plano de situación de luminarias



Fabricante	THORLUX
Nº de artículo	ERD16932
Nombre del artículo	Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

2 x Thorlux Lighting Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

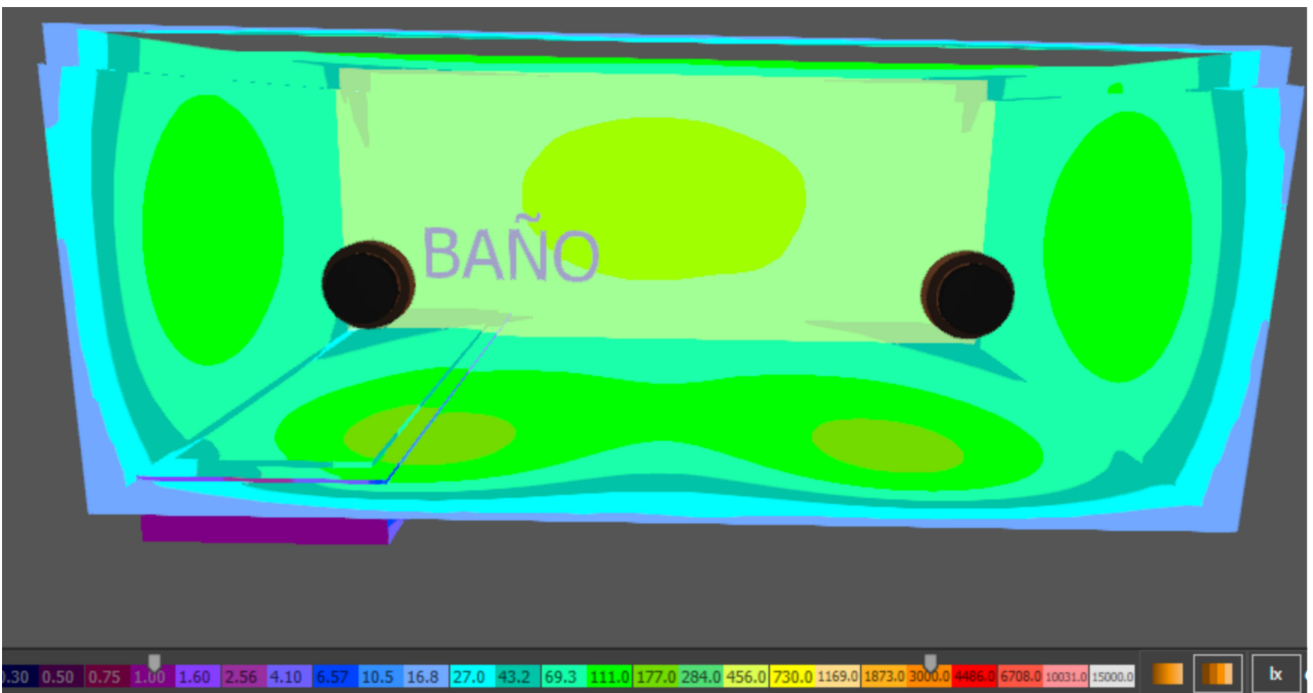
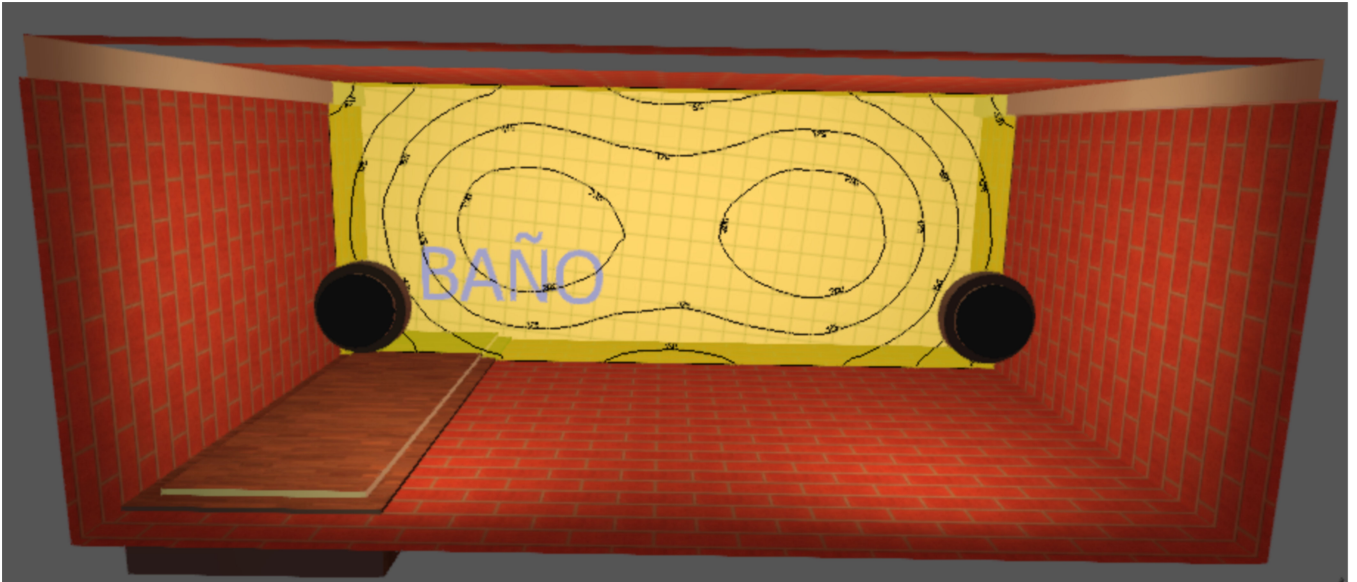
Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	0.817 m, 1.445 m, 2.200 m	0.817 m	1.445 m	2.200 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 1.631 m	2.444 m	1.559 m	2.200 m	2
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 3.005 m				
Organización	A1				



Edificación 1 · DOMICILIO · BAÑO

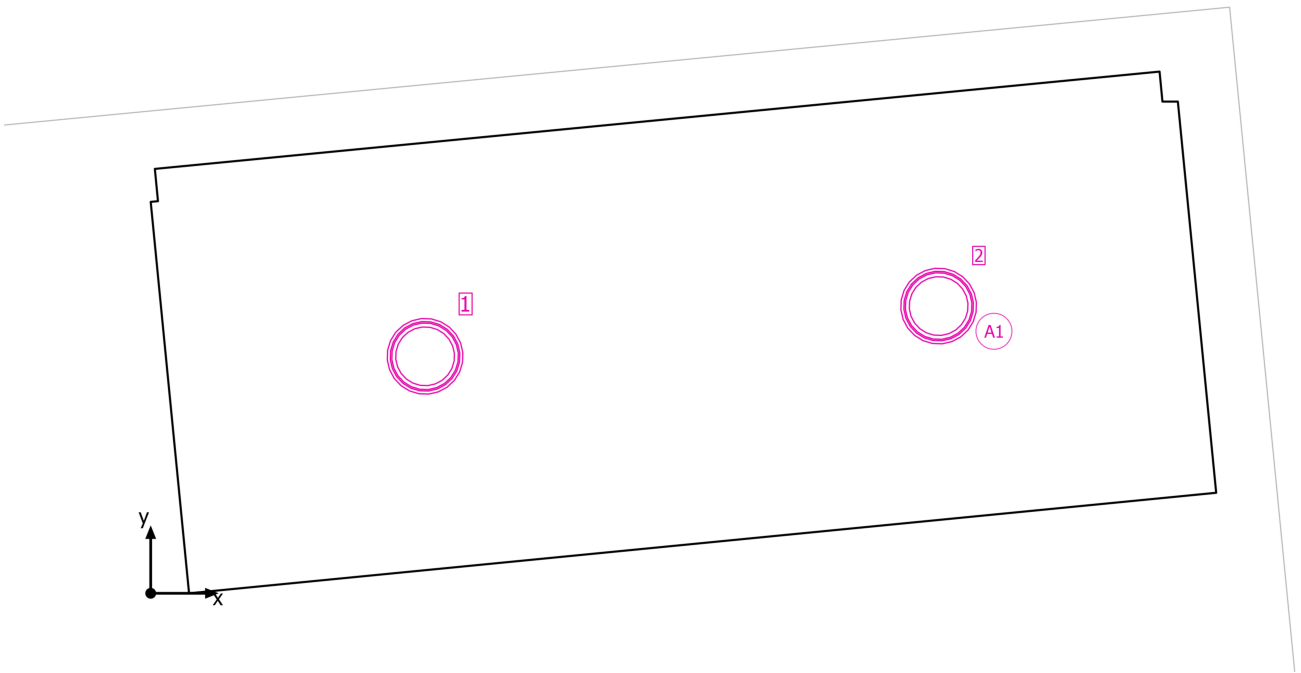
Descripción

Imágenes



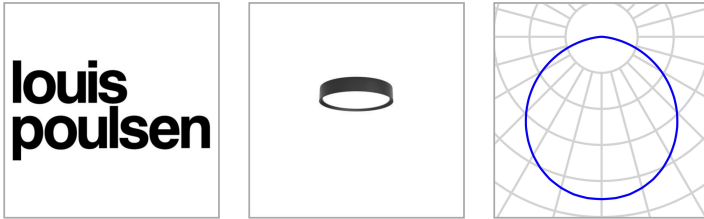
Edificación 1 · DOMICILIO · BAÑO

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · DOMICILIO · BAÑO

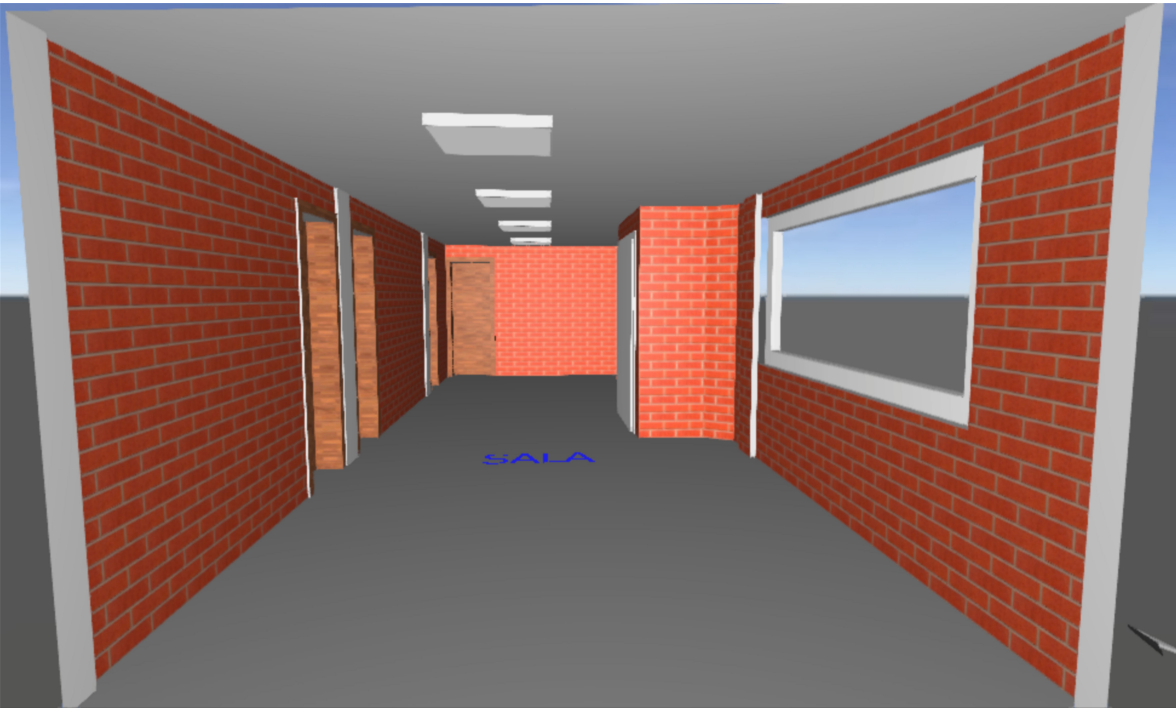
Plano de situación de luminarias



Fabricante	LOUISPOULSEN
Nº de artículo	5742584261
Nombre del artículo	LP Slim Round Ø250 halvforsænket sort, LED 13W / 3000K Ra90

2 x Louis Poulsen LP Slim Round Ø250 halvforsænket sort, LED 13W / 3000K Ra90

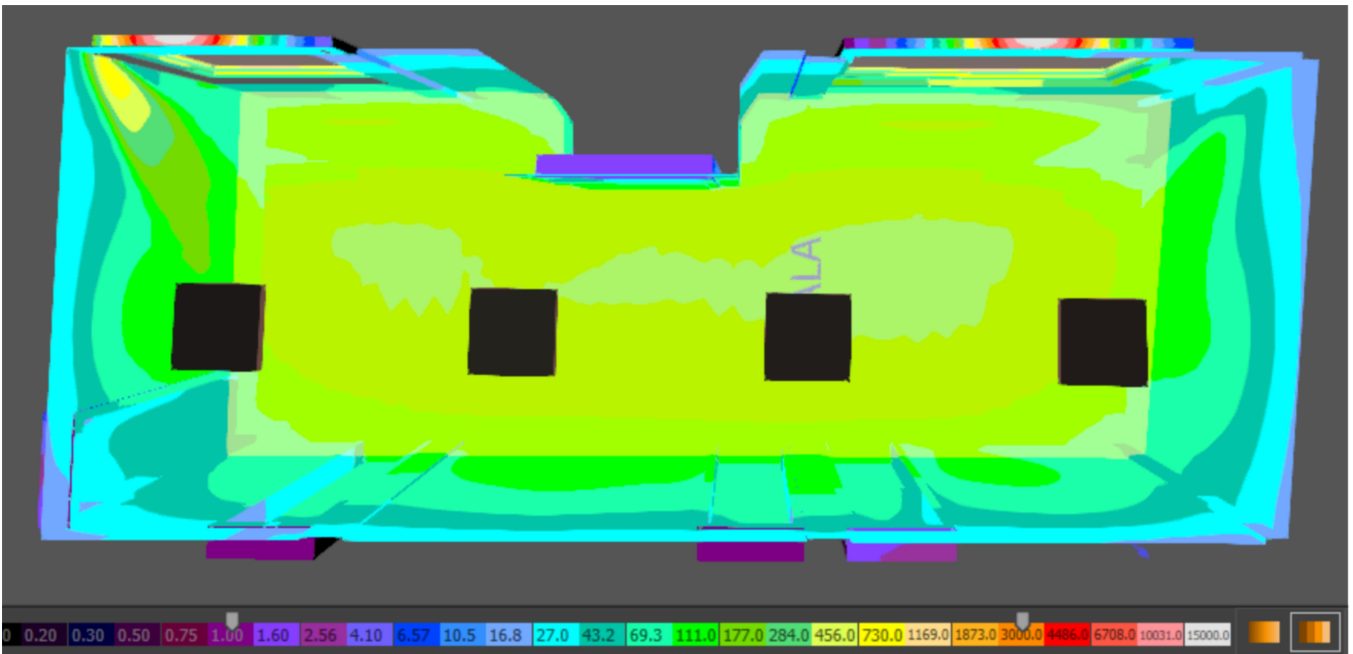
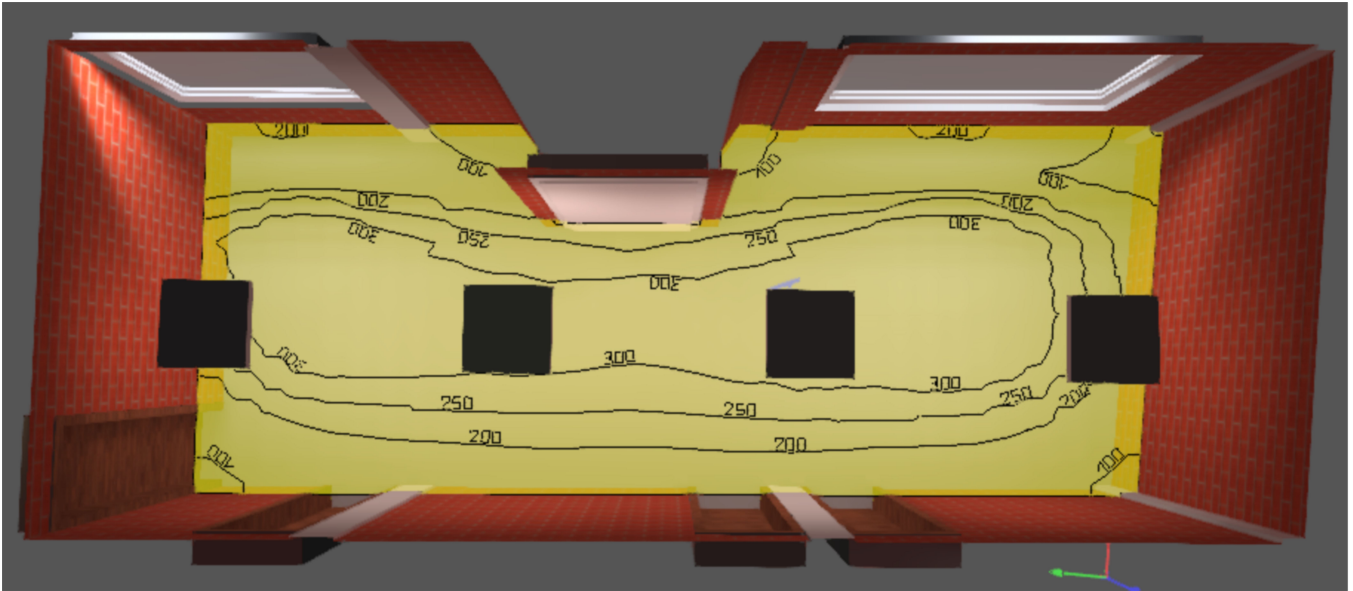
Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	0.904 m, 0.781 m, 2.240 m	0.904 m	0.781 m	2.240 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 1.700 m	2.596 m	0.947 m	2.240 m	2
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 1.403 m				
Organización	A1				



Edificación 1 · DOMICILIO · SALA

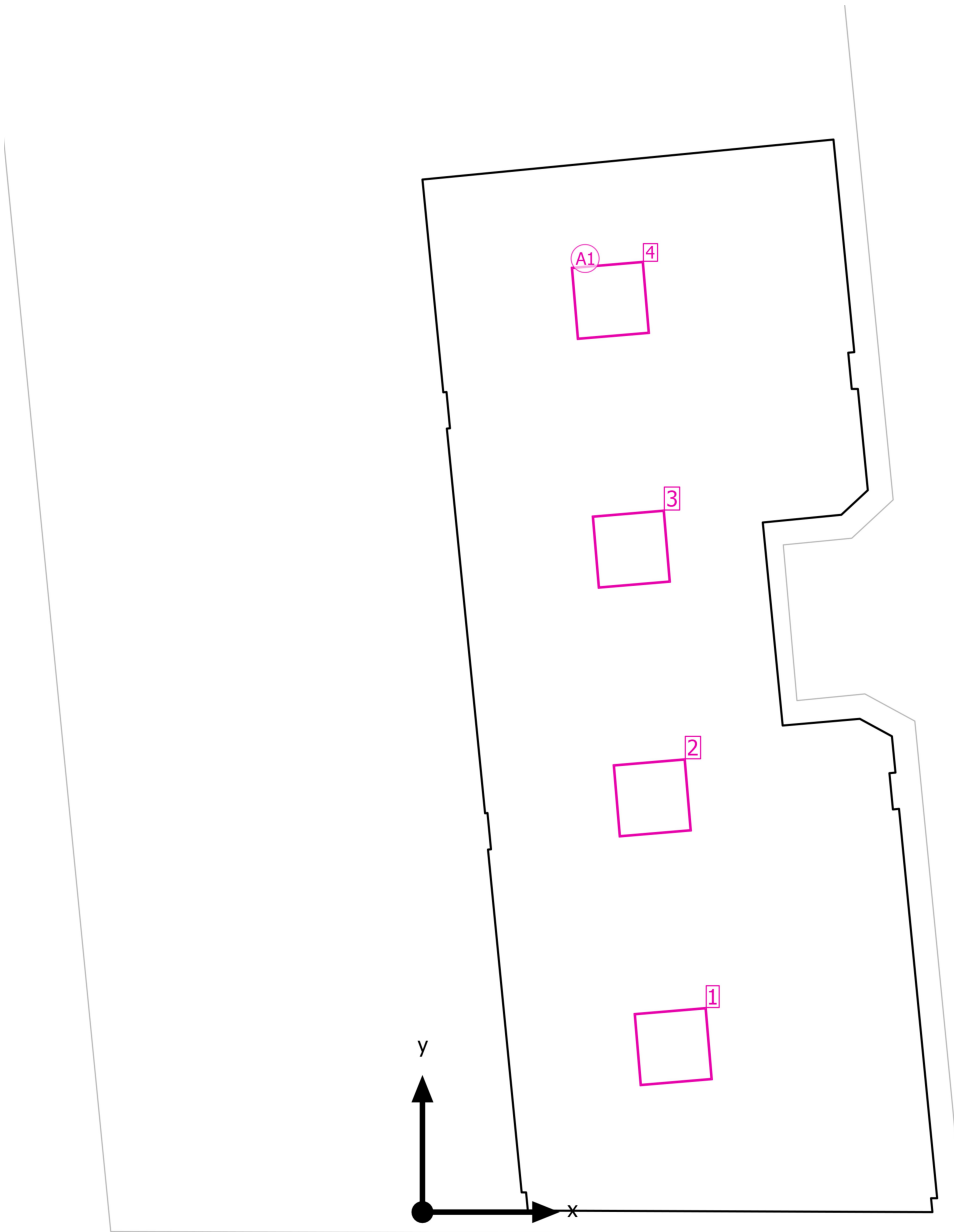
Descripción

Imágenes



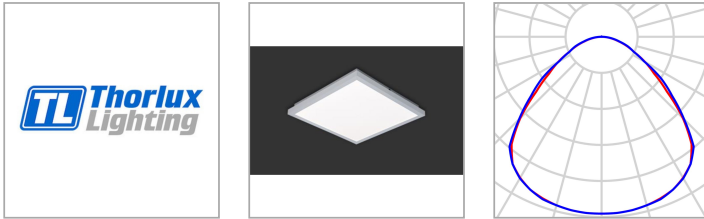
Edificación 1 · DOMICILIO · SALA

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · DOMICILIO · SALA

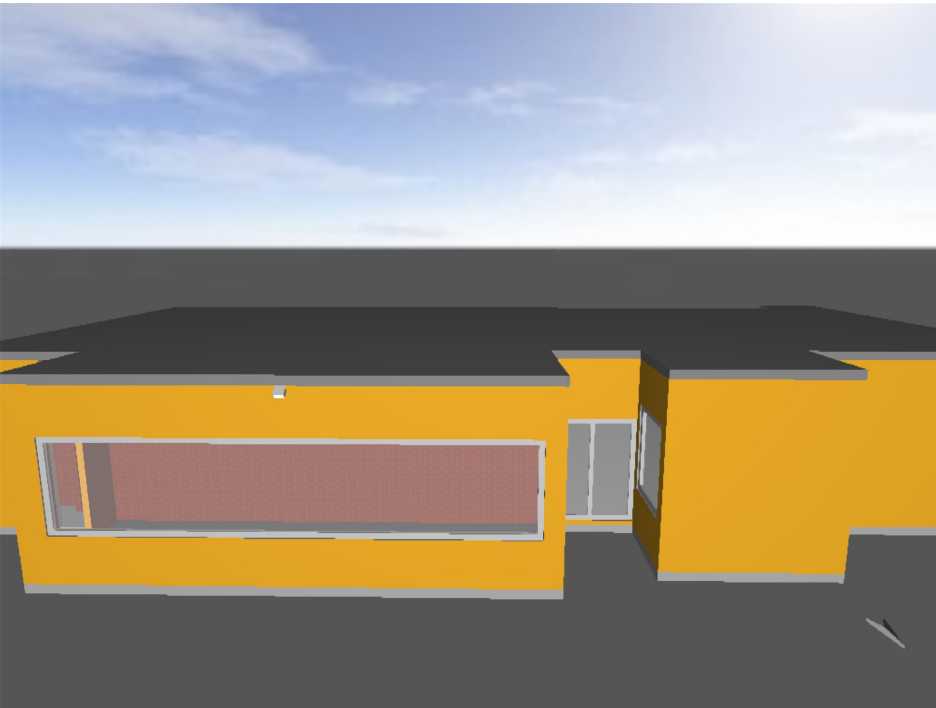
Plano de situación de luminarias



Fabricante	THORLUX
Nº de artículo	ERD16932
Nombre del artículo	Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

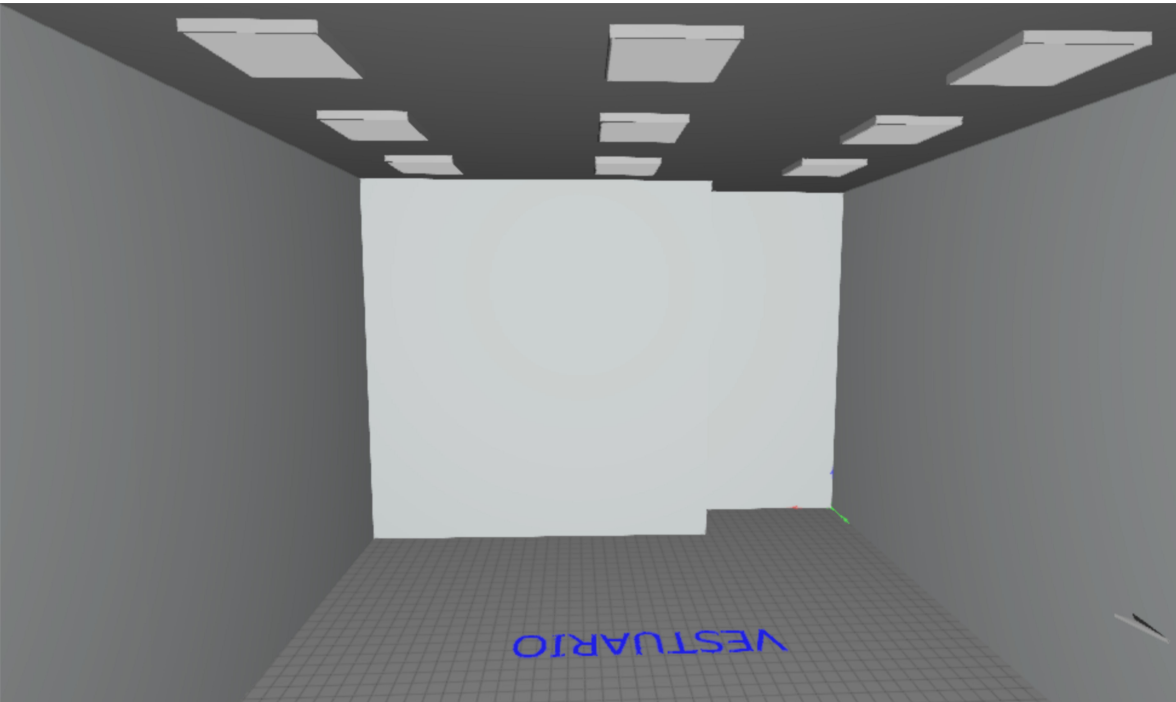
4 x Thorlux Lighting Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	2.065 m, 1.363 m, 2.200 m	2.065 m	1.363 m	2.200 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 1.163 m	1.892 m	3.411 m	2.200 m	2
		1.720 m	5.460 m	2.200 m	3
Dirección Y	4 Uni., Centro - centro, 2.056 m	1.547 m	7.508 m	2.200 m	4
Organización	A1				



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS

Descripción

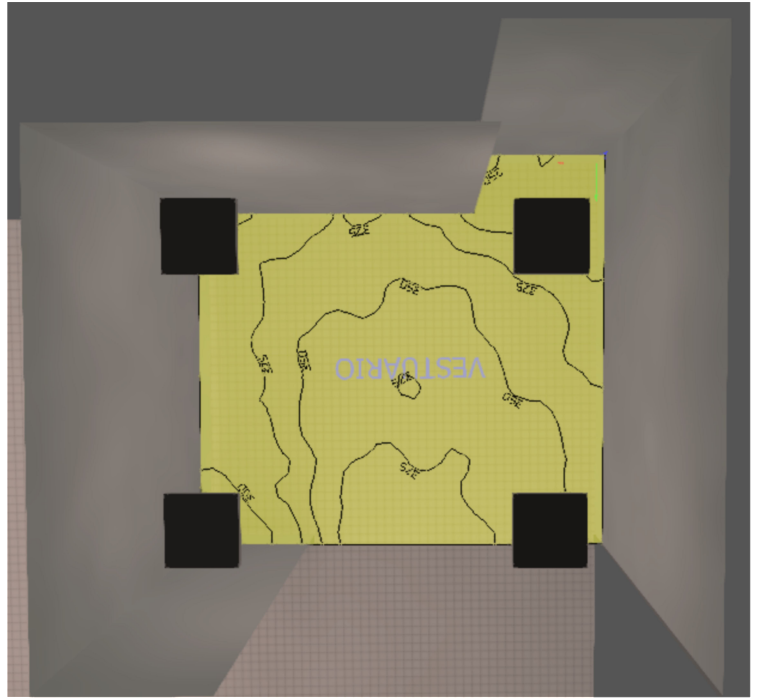


Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · VESTUARIO

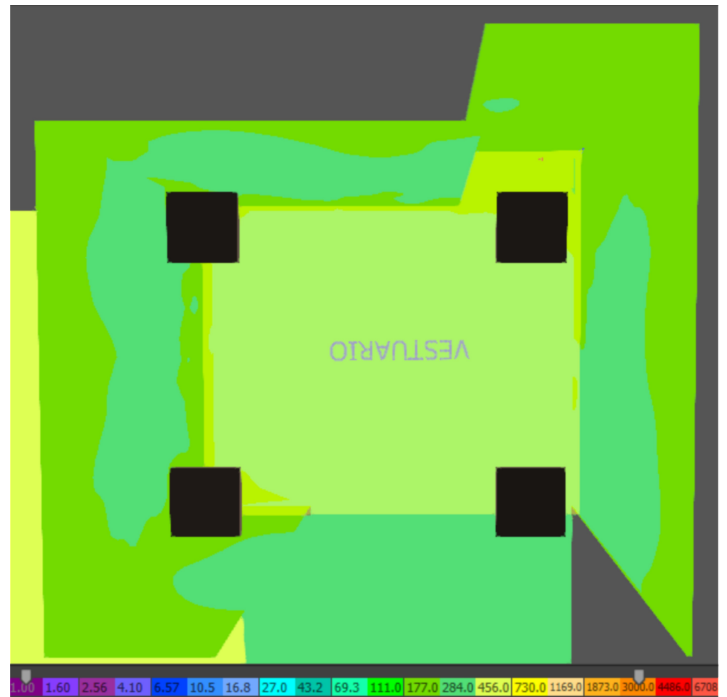
Descripción

Imágenes

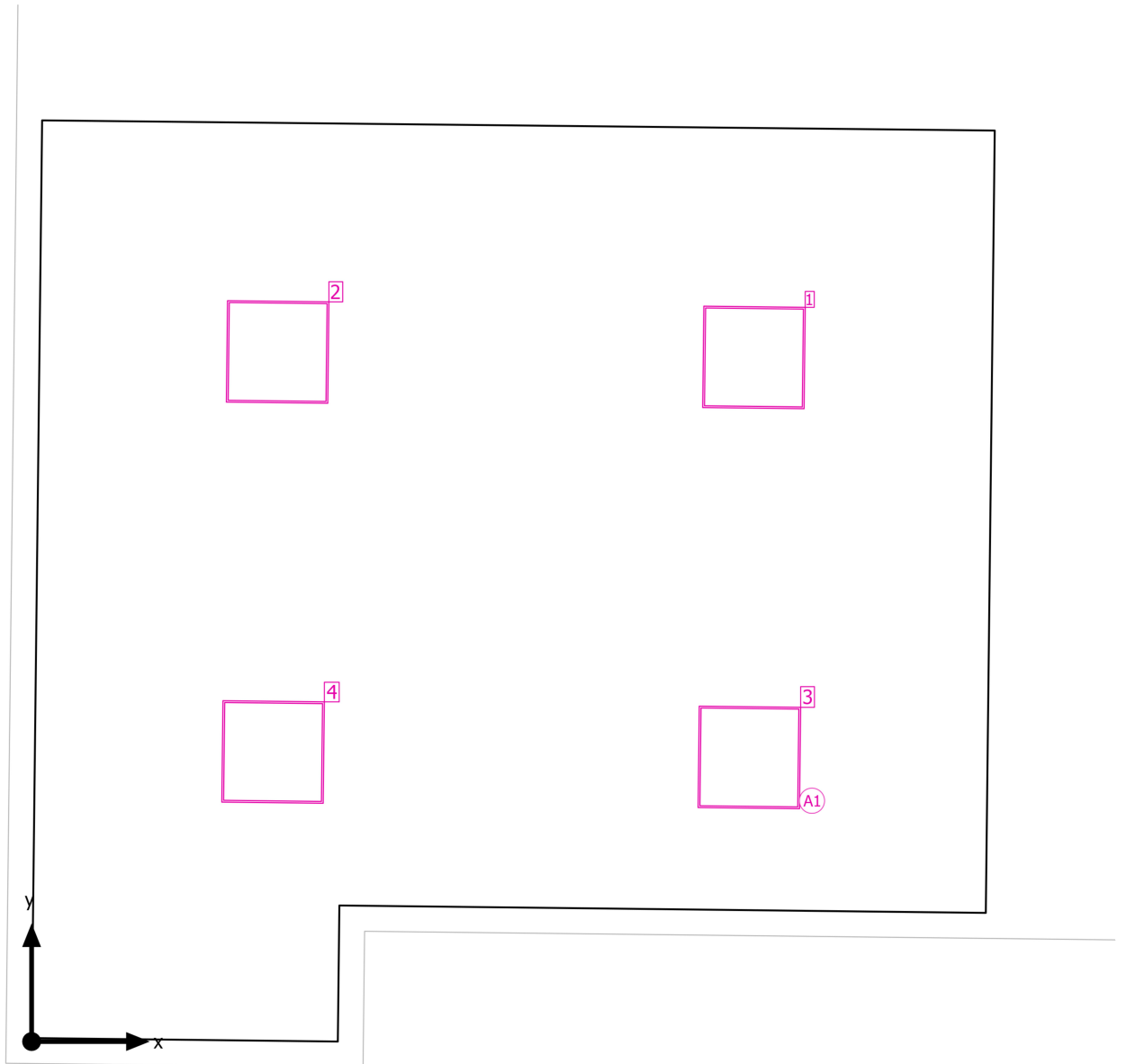
VESTUARIO_FOTOMETRIA



VESTUARIO_COLORES FALSOS

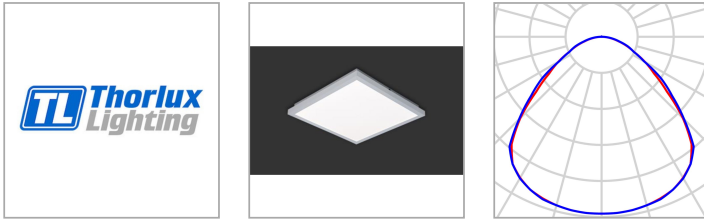


Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · VESTUARIO
Plano de situación de luminarias



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · VESTUARIO

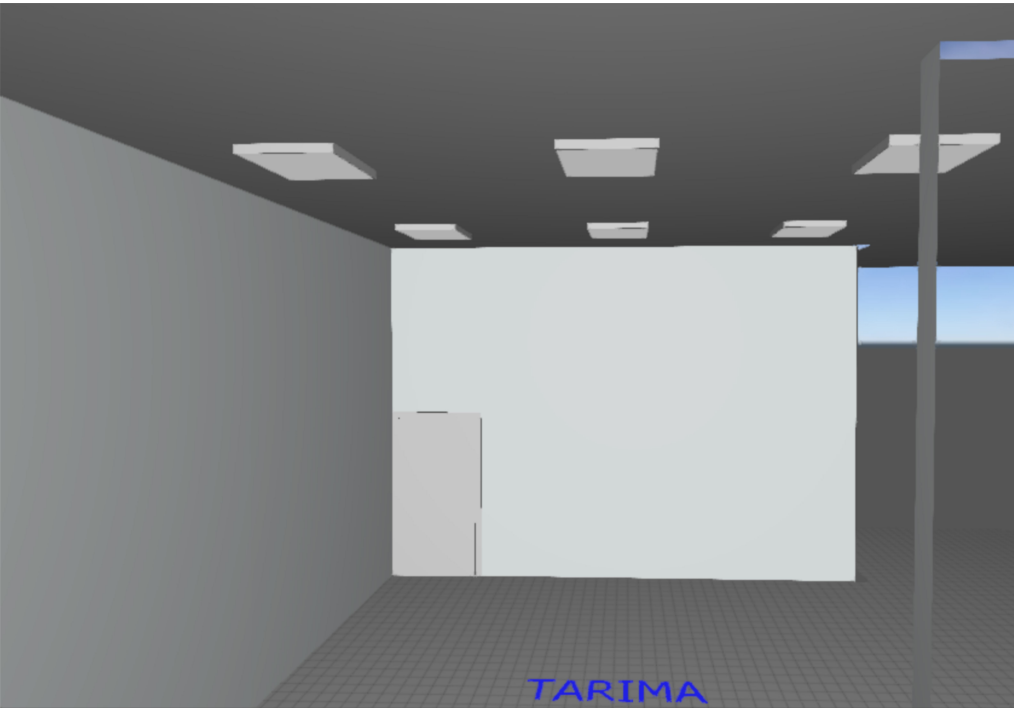
Plano de situación de luminarias



Fabricante	THORLUX
Nº de artículo	ERD16932
Nombre del artículo	Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

4 x Thorlux Lighting Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	4.246 m, 4.022 m, 4.000 m	4.246 m	4.022 m	4.000 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	1.446 m	4.054 m	4.000 m	2
		4.219 m	1.670 m	4.000 m	3
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, Distancias desiguales	1.419 m	1.702 m	4.000 m	4
Organización	A1				

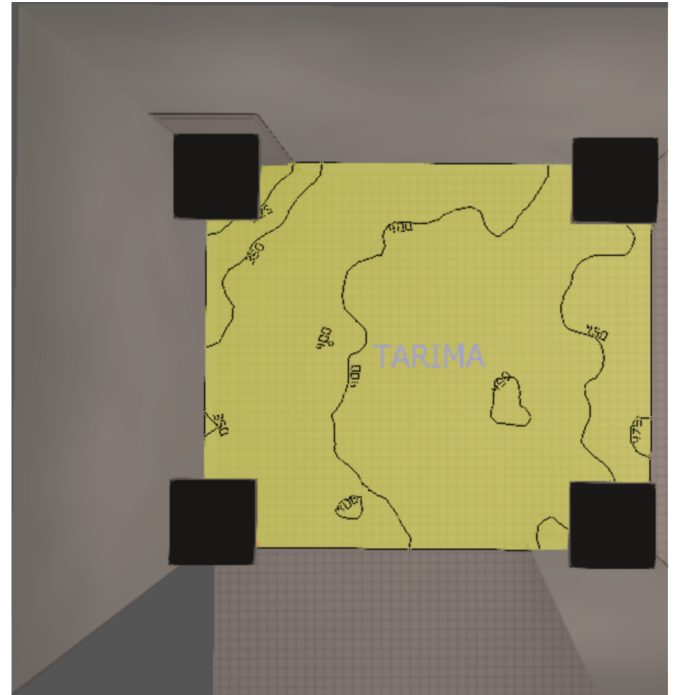


Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · TARIMA

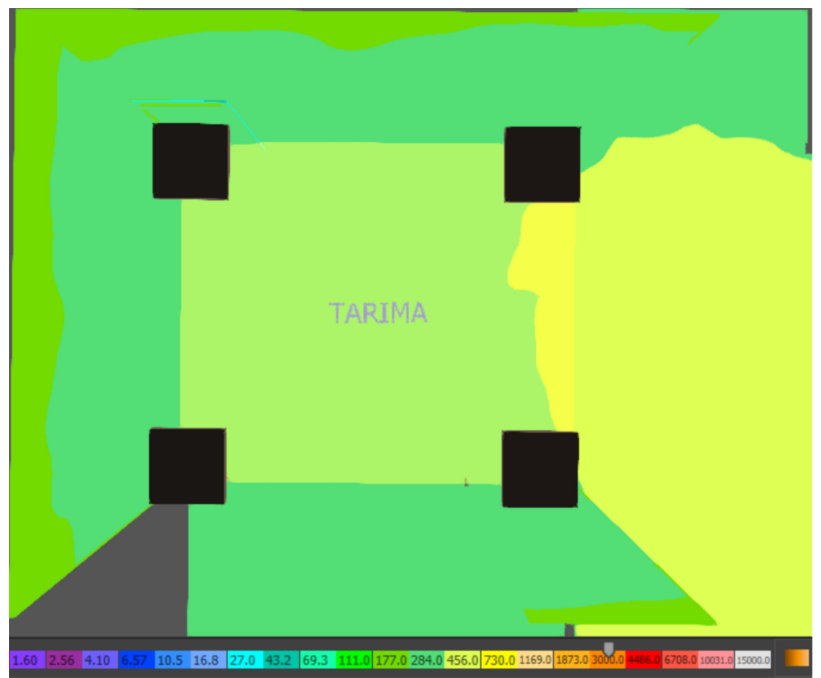
Descripción

Imágenes

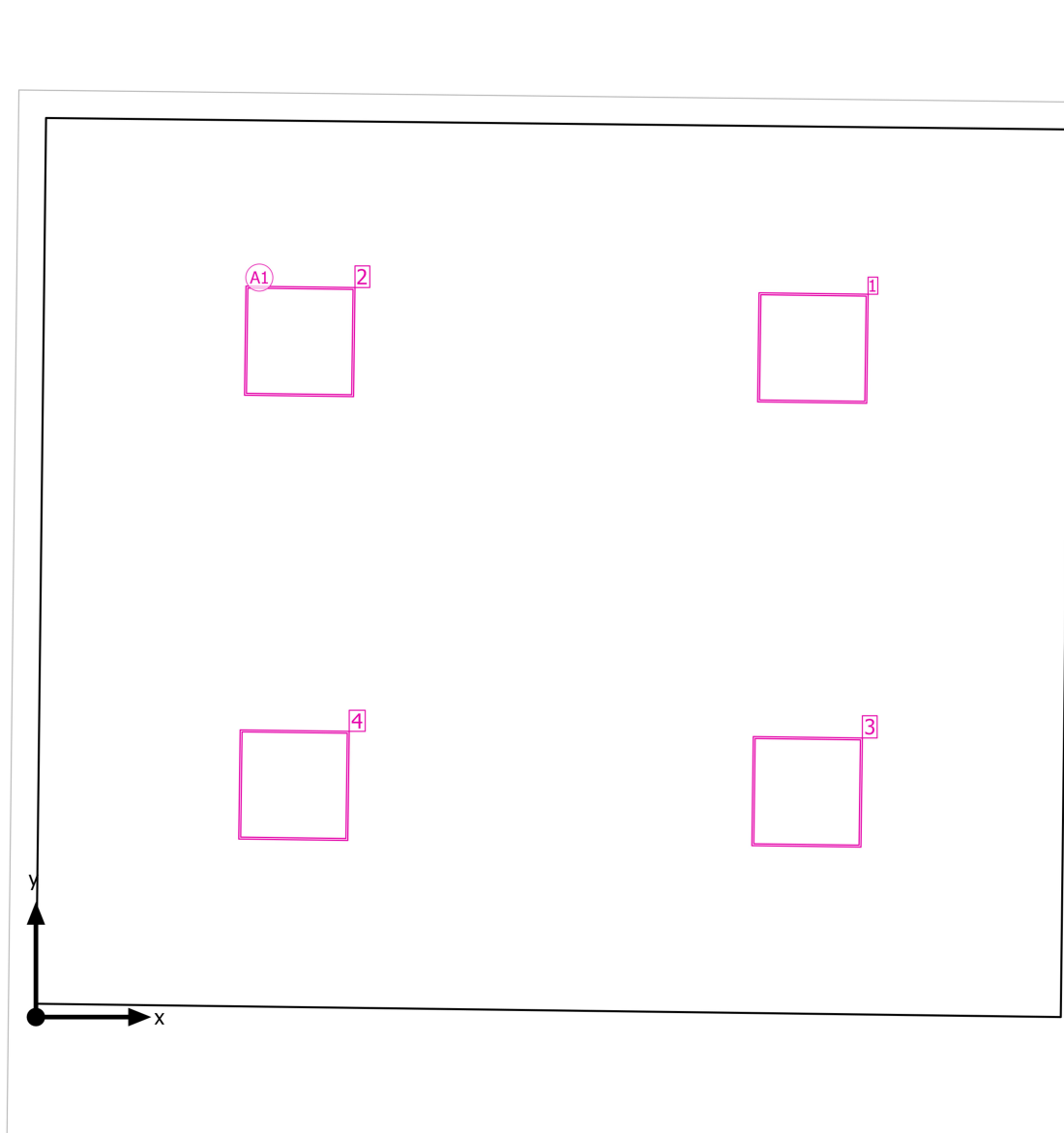
TARIMA_FOTOMETRIA



TARIMA_COLORES FALSOS

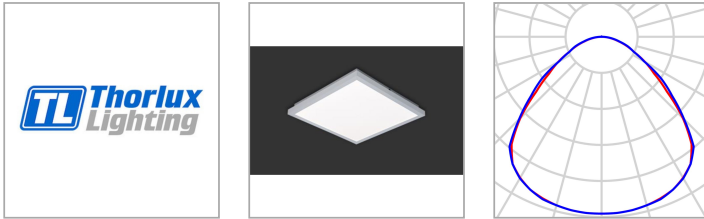


Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · TARIMA
Plano de situación de luminarias



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · TARIMA

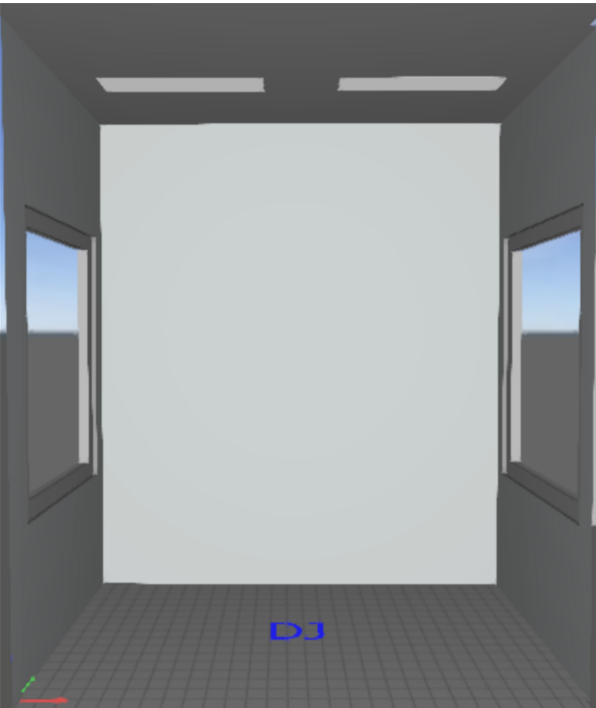
Plano de situación de luminarias



Fabricante	THORLUX
Nº de artículo	ERD16932
Nombre del artículo	Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

4 x Thorlux Lighting Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

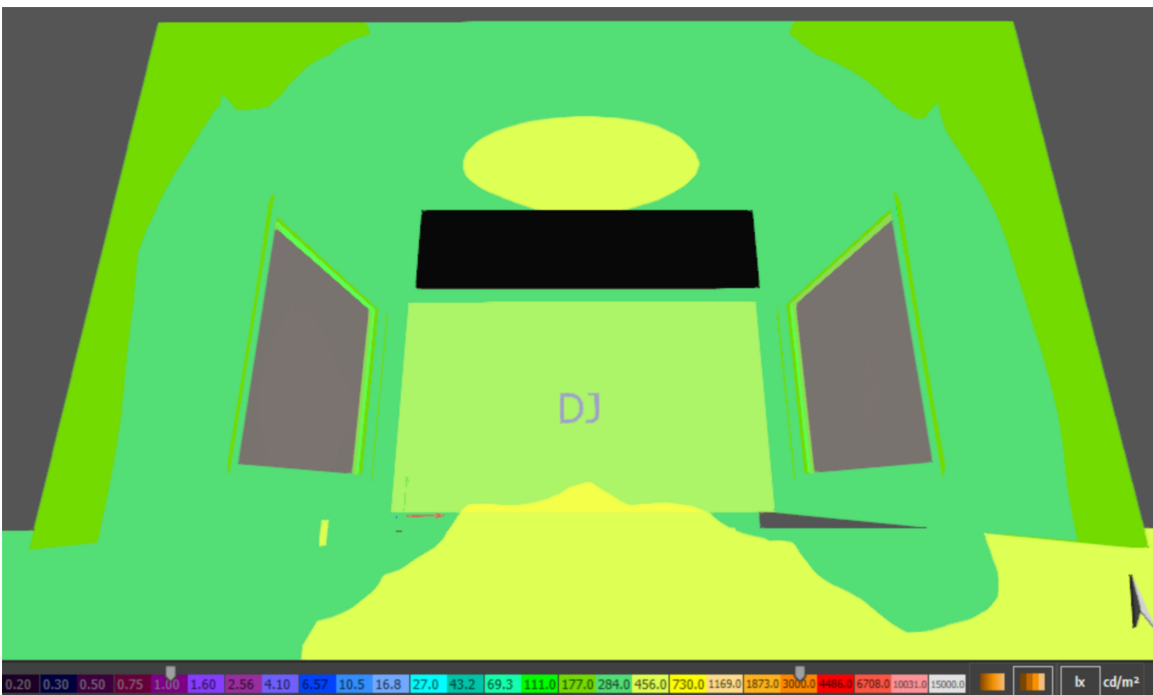
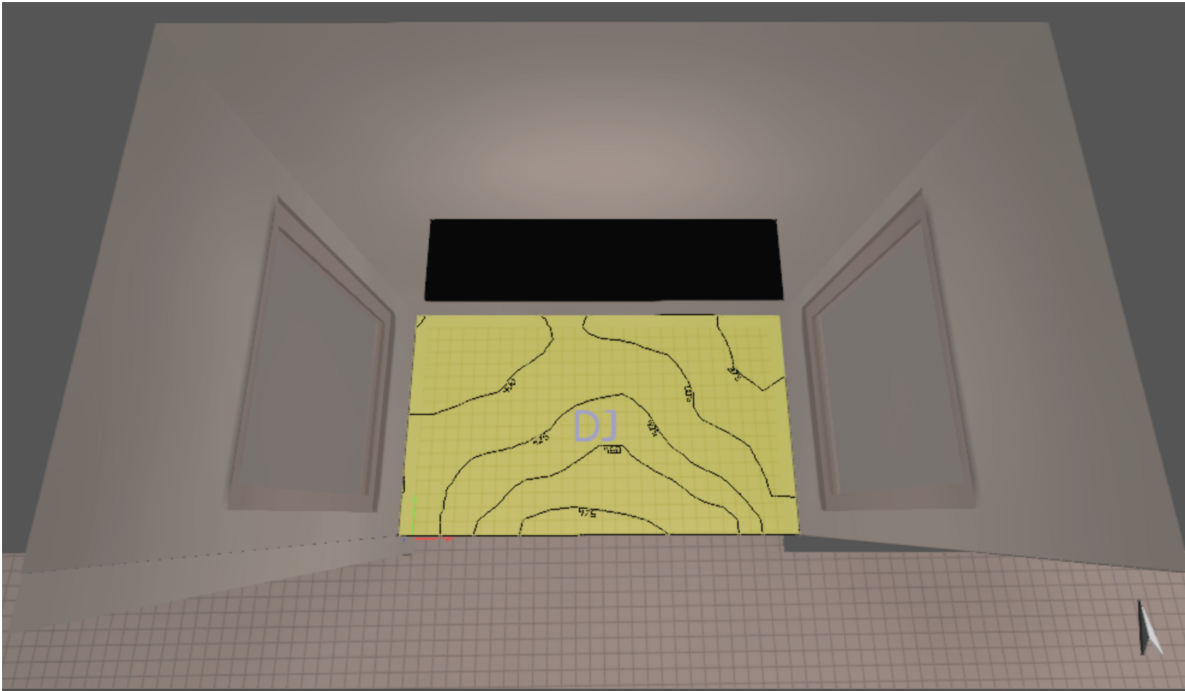
Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	4.245 m, 3.655 m, 4.000 m	4.245 m	3.655 m	4.000 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 2.804 m	1.441 m	3.692 m	4.000 m	2
		4.214 m	1.231 m	4.000 m	3
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.425 m	1.410 m	1.267 m	4.000 m	4
Organización	A1				



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · DJ

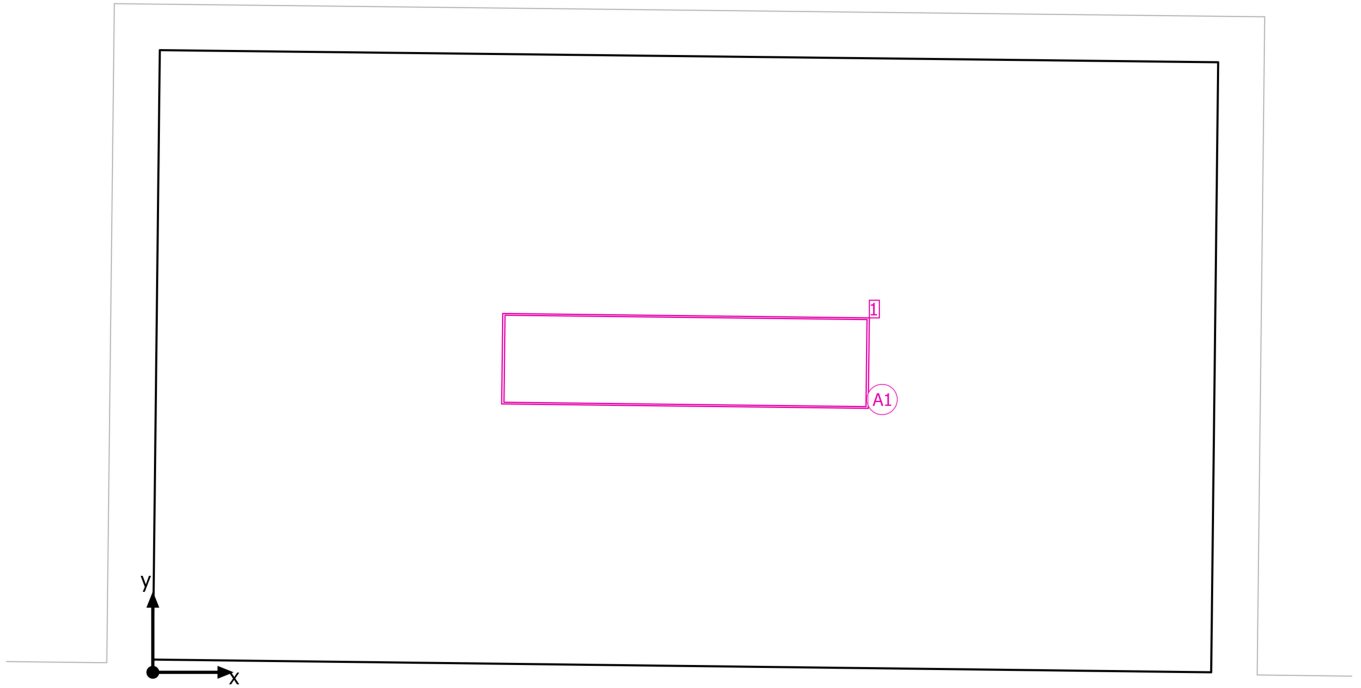
Descripción

Imágenes



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · DJ

Plano de situación de luminarias



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · DJ

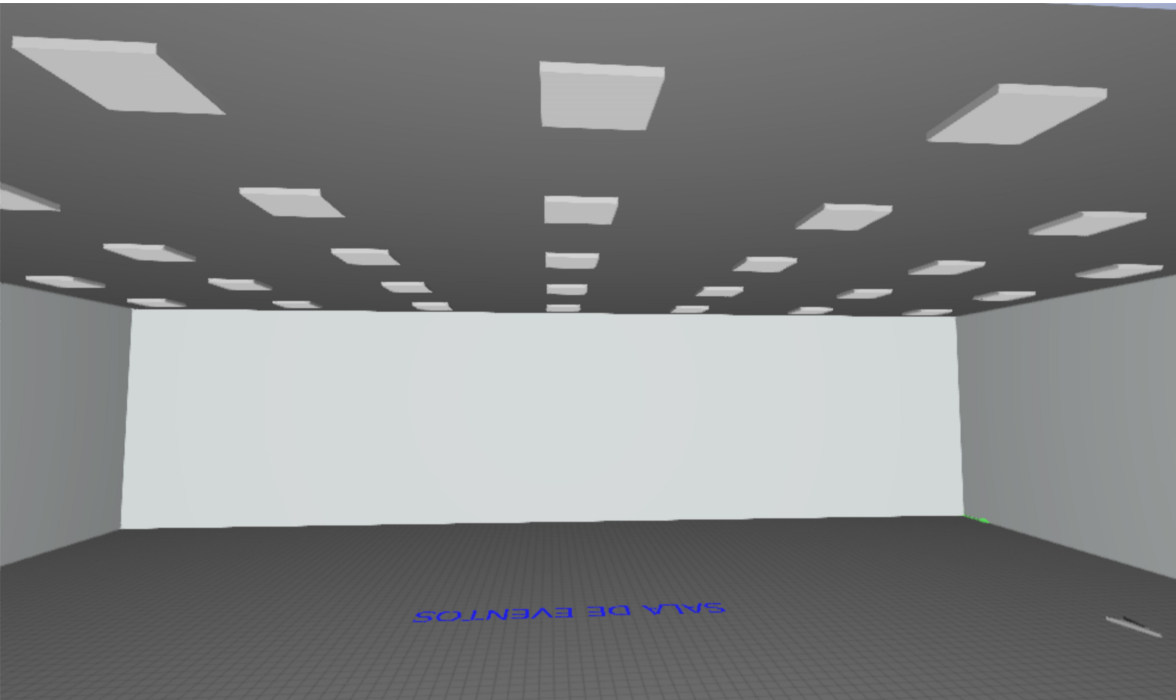
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SIMON
Nº de artículo	72061340-884
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

1 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

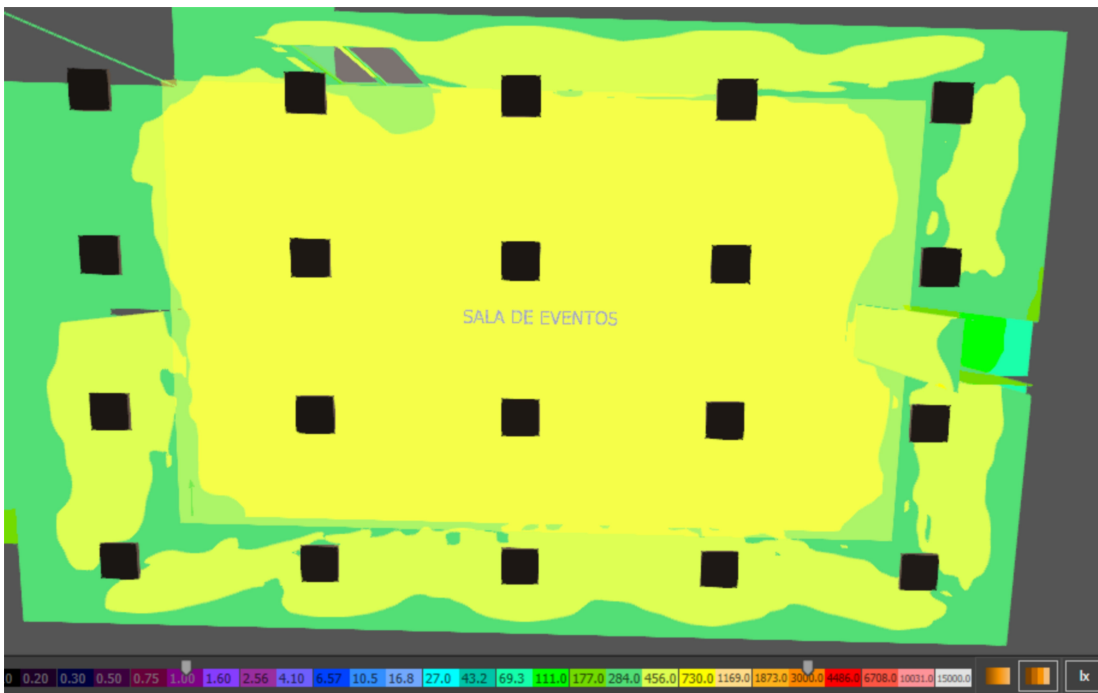
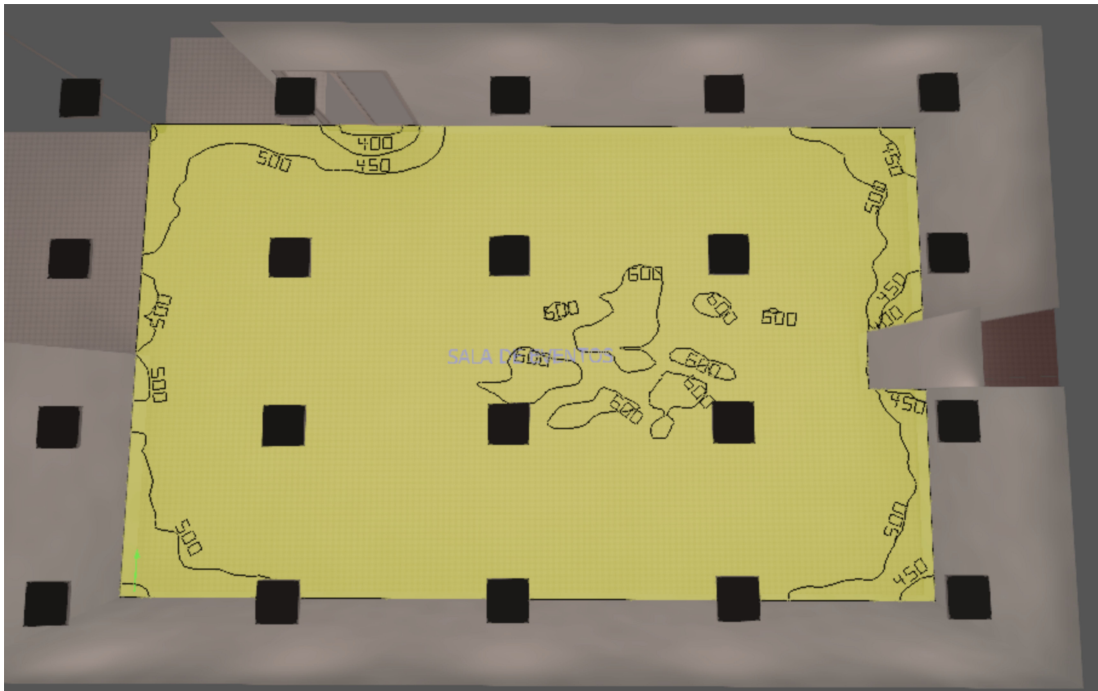
Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.736 m, 1.016 m, 4.013 m	1.736 m	1.016 m	4.013 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 3.451 m				
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 1.990 m				
Organización	A1				



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · SALA DE
EVENTOS

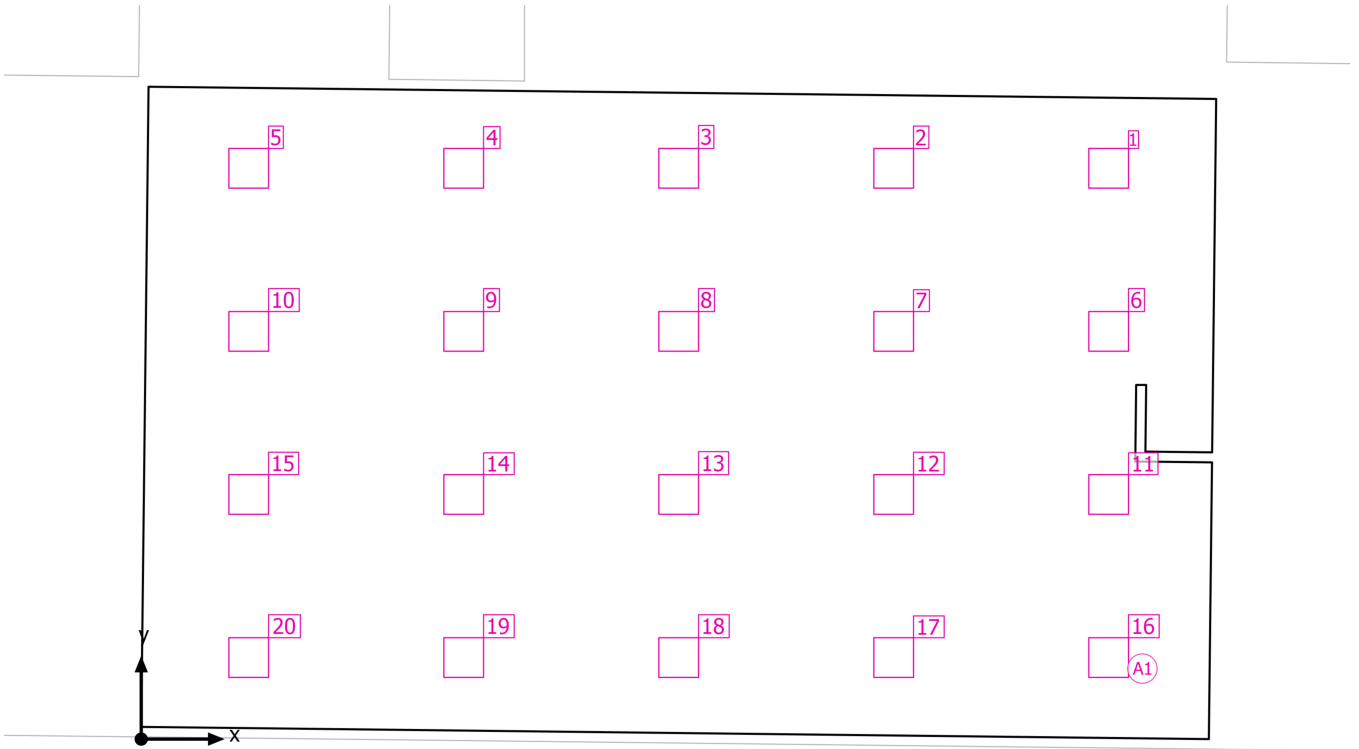
Descripción

Imágenes



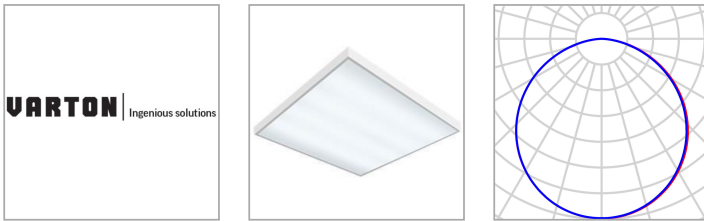
Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · SALA DE EVENTOS

Plano de situación de luminarias



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · SALA DE EVENTOS

Plano de situación de luminarias



Fabricante	VARTON
Nº de artículo	V1-E0-00070-01OP0-4003040 E070 2.0
Nombre del artículo	LED

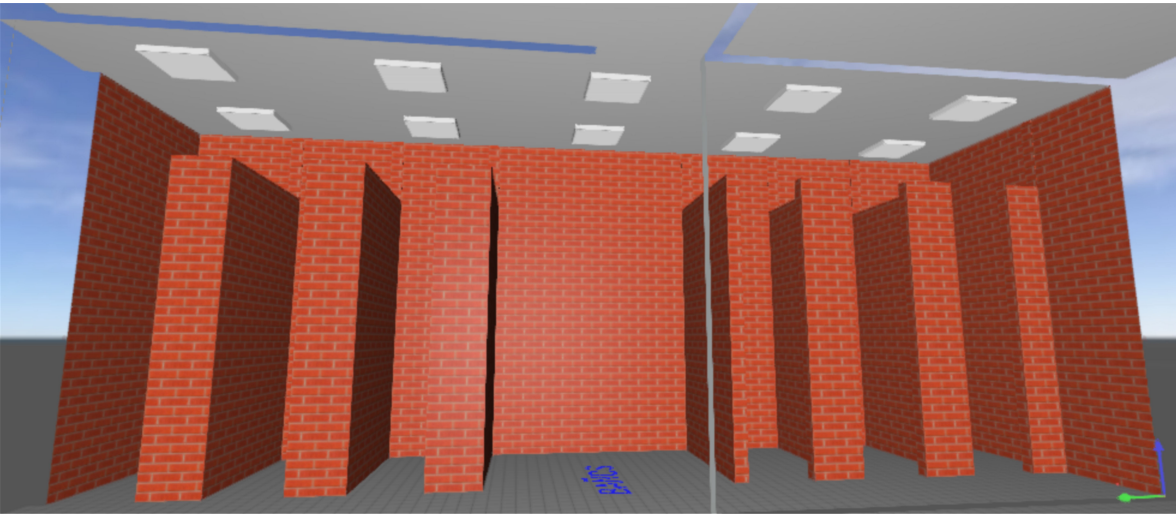
20 x VARTON LED

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	14.498 m, 8.560 m, 4.000 m	14.498 m	8.560 m	4.000 m	1
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 3.222 m	11.276 m	8.560 m	4.000 m	2
		8.054 m	8.560 m	4.000 m	3
Dirección Y	4 Uni., Centro - centro, 2.446 m	4.833 m	8.560 m	4.000 m	4
		1.611 m	8.560 m	4.000 m	5
Organización	A1	14.498 m	6.114 m	4.000 m	6
		11.276 m	6.114 m	4.000 m	7
		8.054 m	6.114 m	4.000 m	8
		4.833 m	6.114 m	4.000 m	9
		1.611 m	6.114 m	4.000 m	10
		14.498 m	3.668 m	4.000 m	11
Organización	A1	11.276 m	3.668 m	4.000 m	12
		8.054 m	3.668 m	4.000 m	13

Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · SALA DE EVENTOS

Plano de situación de luminarias

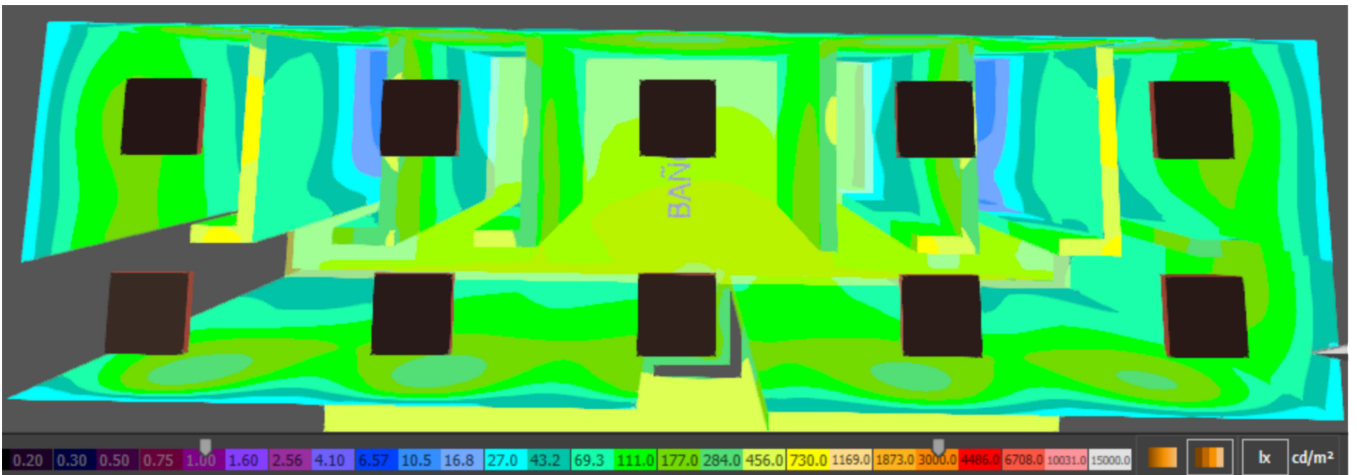
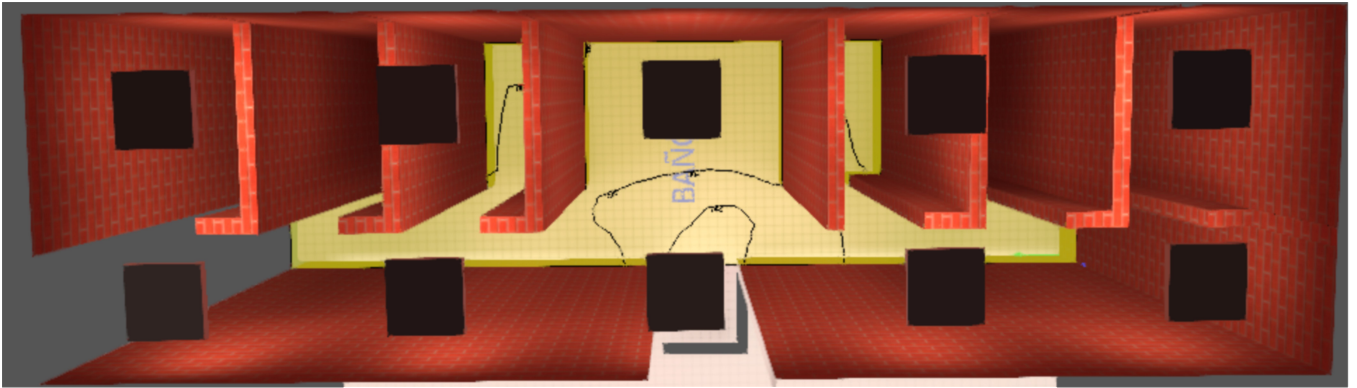
X	Y	Altura de montaje	Luminaria
4.833 m	3.668 m	4.000 m	14
1.611 m	3.668 m	4.000 m	15
14.498 m	1.223 m	4.000 m	16
11.276 m	1.223 m	4.000 m	17
8.054 m	1.223 m	4.000 m	18
4.833 m	1.223 m	4.000 m	19
1.611 m	1.223 m	4.000 m	20



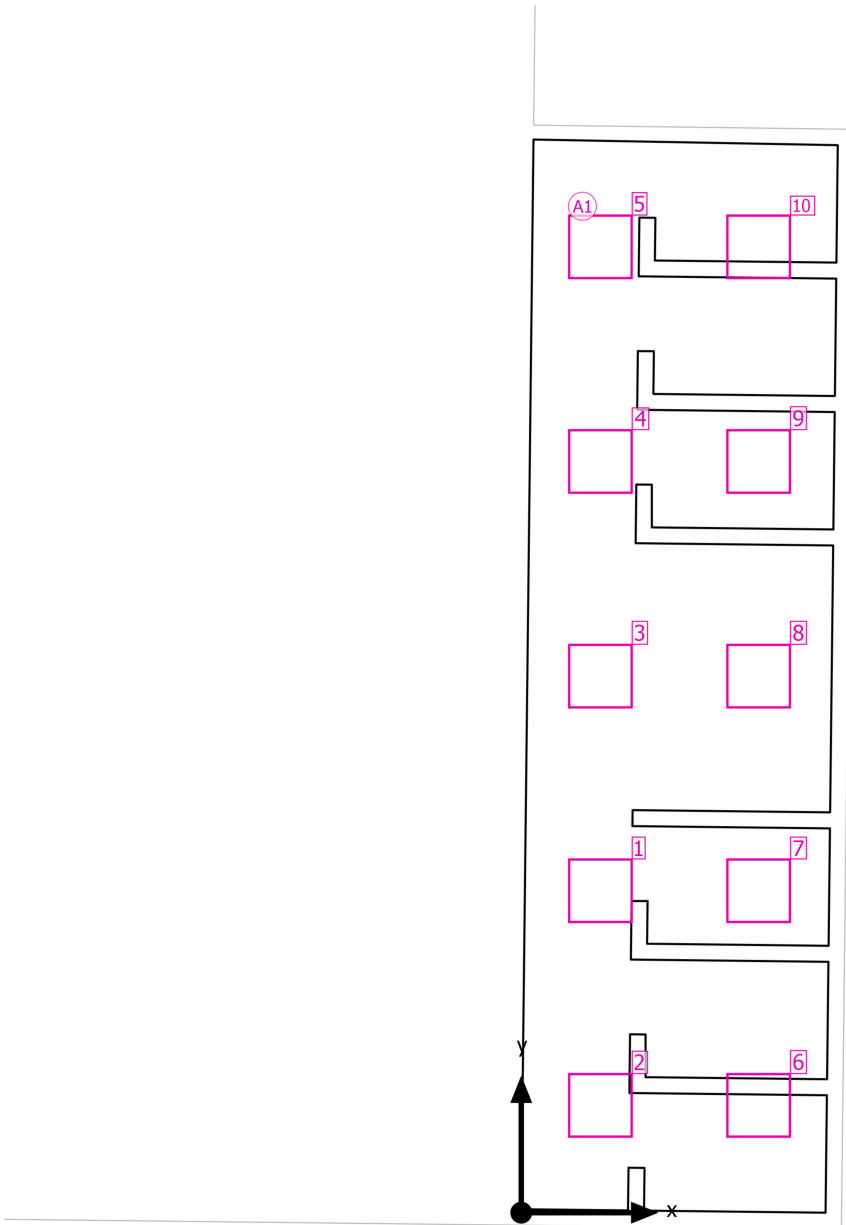
Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · BAÑOS

Descripción

Imágenes

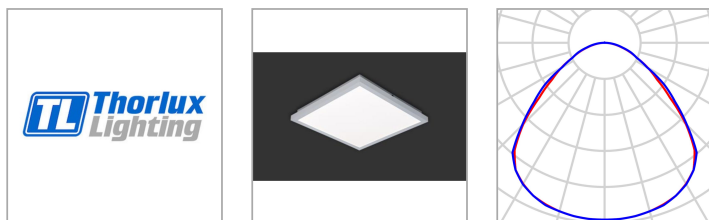


Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · BAÑOS
Plano de situación de luminarias



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · BAÑOS

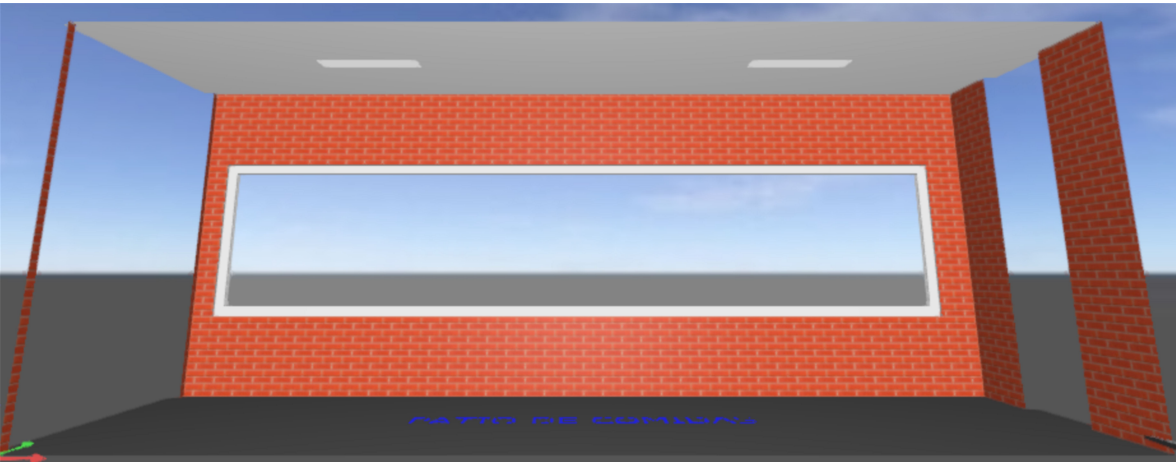
Plano de situación de luminarias



Fabricante	THORLUX
Nº de artículo	ERD16932
Nombre del artículo	Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

10 x Thorlux Lighting Radiance LG7 LED Surface - 16W - 4000K - Emergency

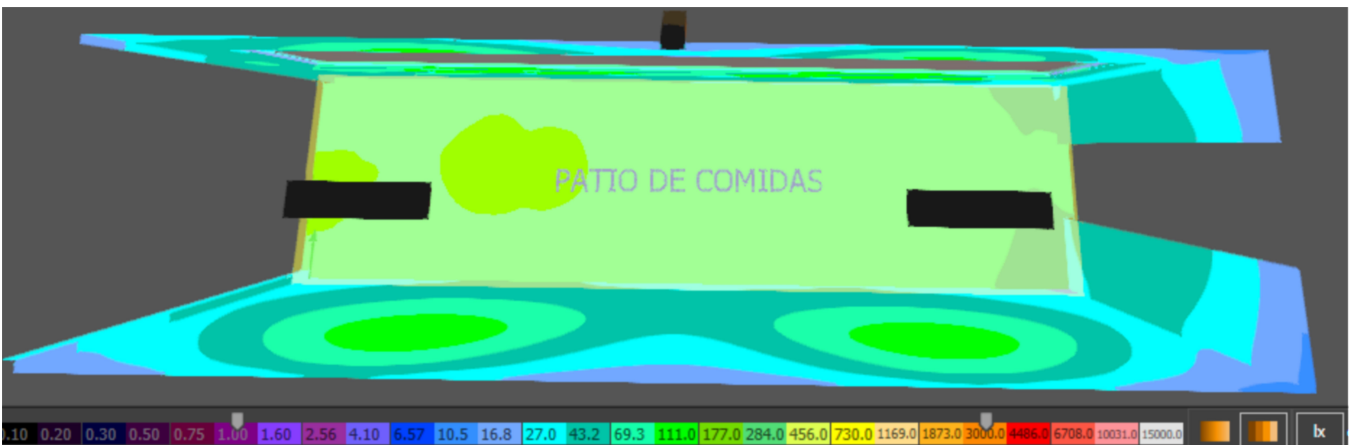
Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	0.741 m, 3.016 m, 4.000 m	0.741 m	3.016 m	4.000 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 1.482 m	0.741 m	1.005 m	4.000 m	2
		0.741 m	5.026 m	4.000 m	3
Dirección Y	5 Uni., Centro - centro, 2.010 m	0.741 m	7.036 m	4.000 m	4
		0.741 m	9.047 m	4.000 m	5
		2.223 m	1.005 m	4.000 m	6
Organización	A1	2.223 m	3.016 m	4.000 m	7
		2.223 m	5.026 m	4.000 m	8
		2.223 m	7.036 m	4.000 m	9
		2.223 m	9.047 m	4.000 m	10



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · PATIO DE
COMIDAS

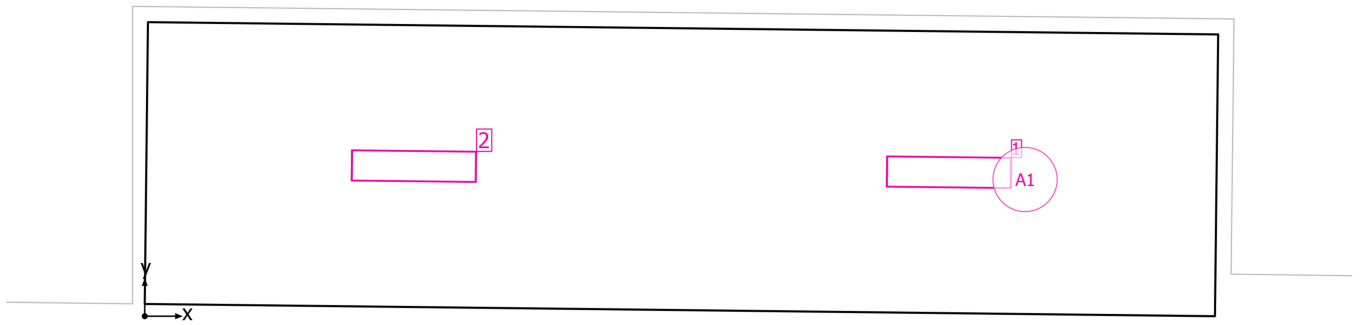
Descripción

Imágenes



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · PATIO DE COMIDAS

Plano de situación de luminarias



Edificación 2 · SALA DE EVENTOS · PATIO DE COMIDAS

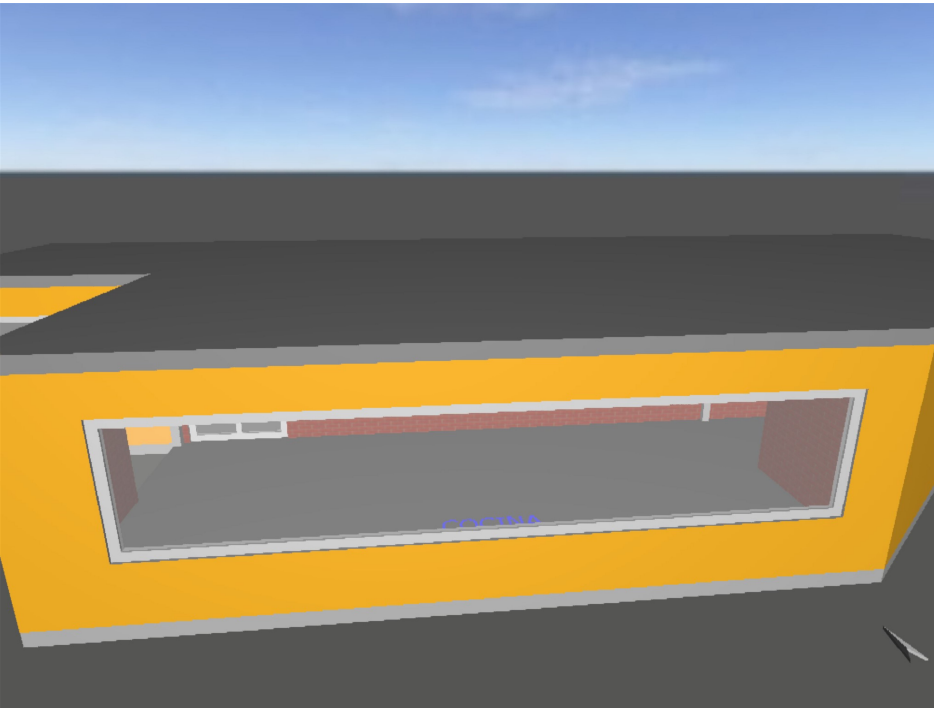
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SIMON
Nº de artículo	72061340-884
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

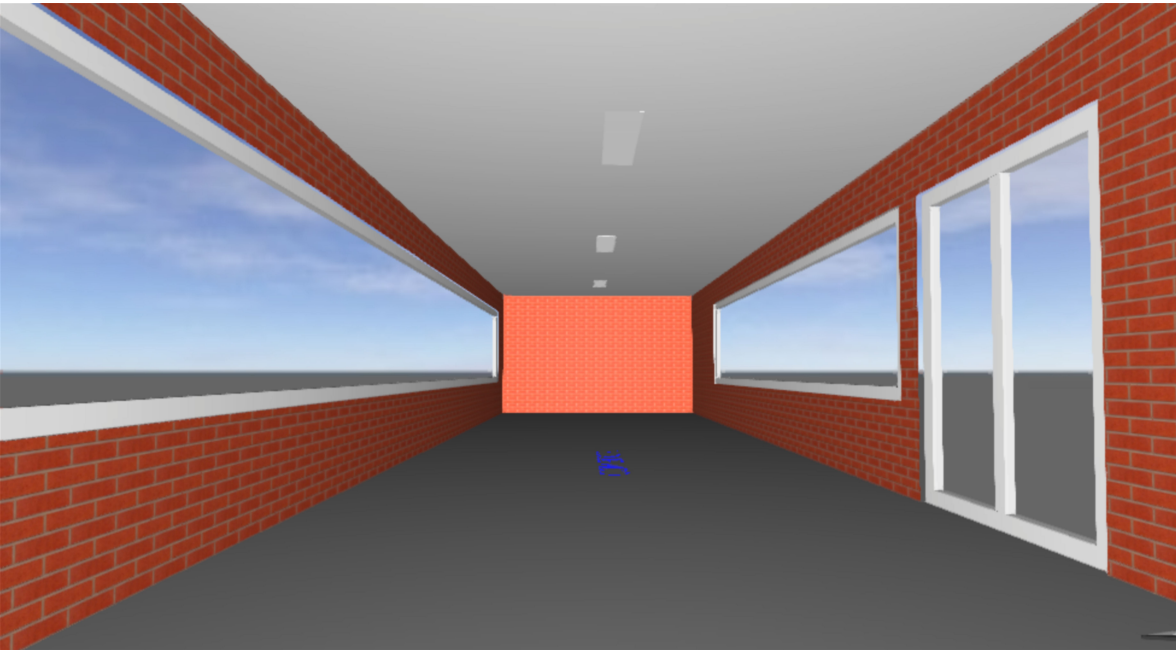
2 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	7.702 m, 1.380 m, 4.013 m	7.702 m	1.380 m	4.013 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 5.125 m	2.578 m	1.438 m	4.013 m	2
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 2.701 m				
Organización	A1				



Edificación 5 · RESTAURANTE

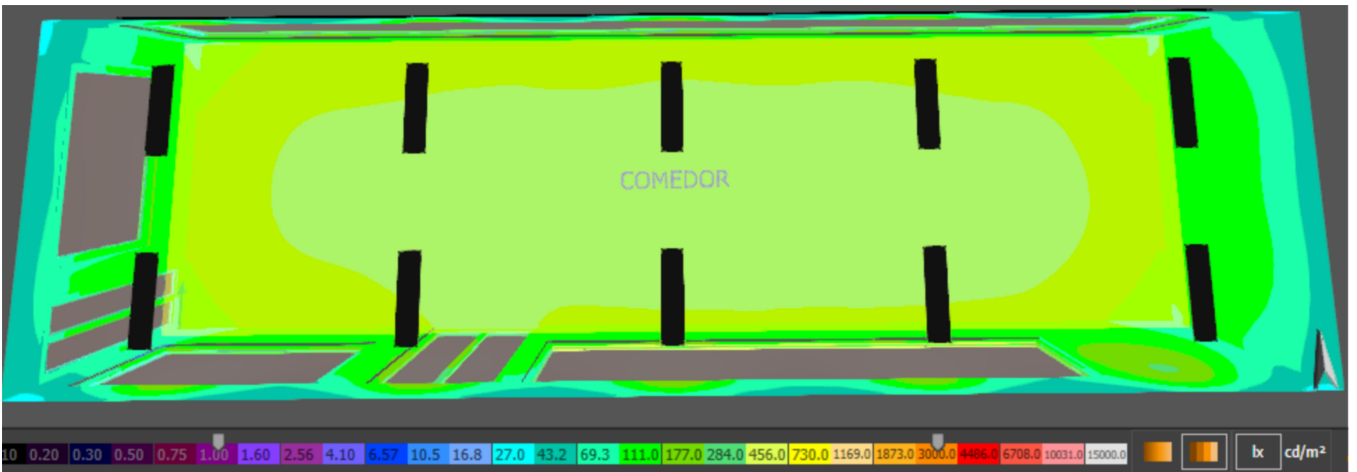
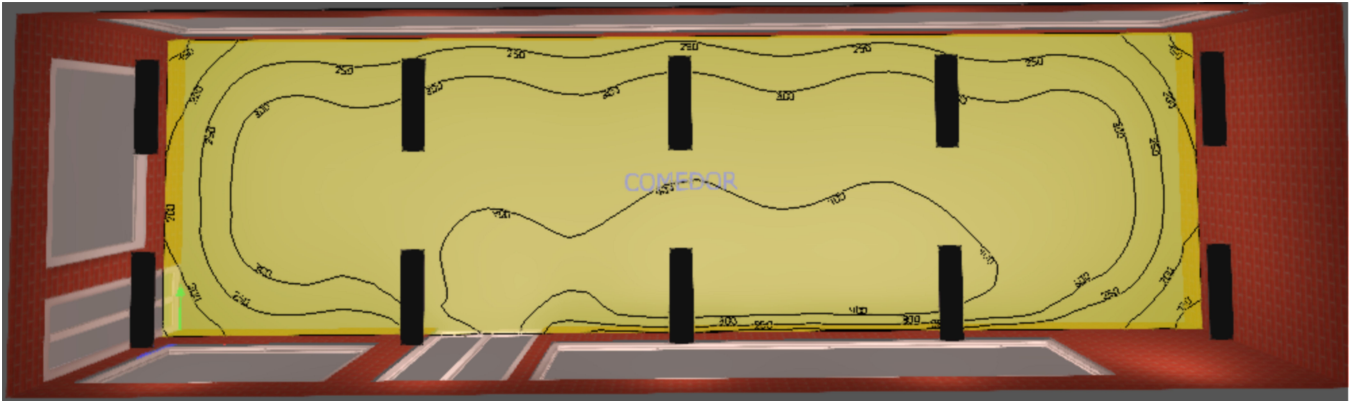
Descripción



Edificación 5 · RESTAURANTE · COMEDOR

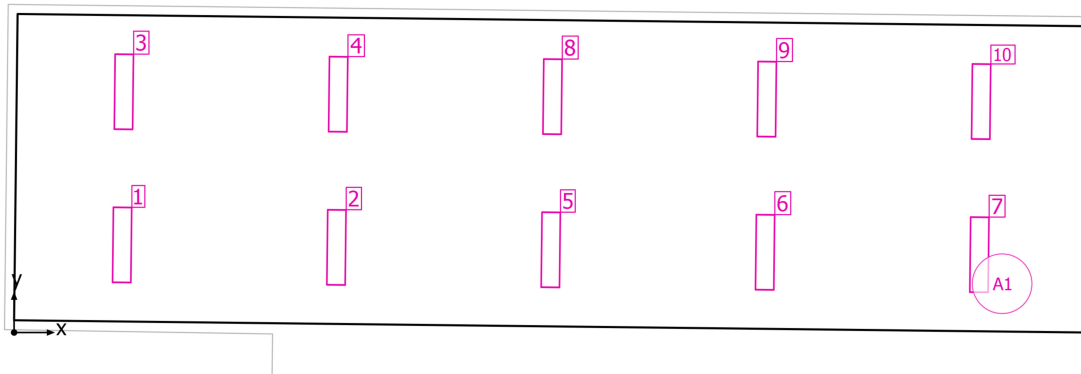
Descripción

Imágenes



Edificación 5 · RESTAURANTE · COMEDOR

Plano de situación de luminarias



Edificación 5 · RESTAURANTE · COMEDOR

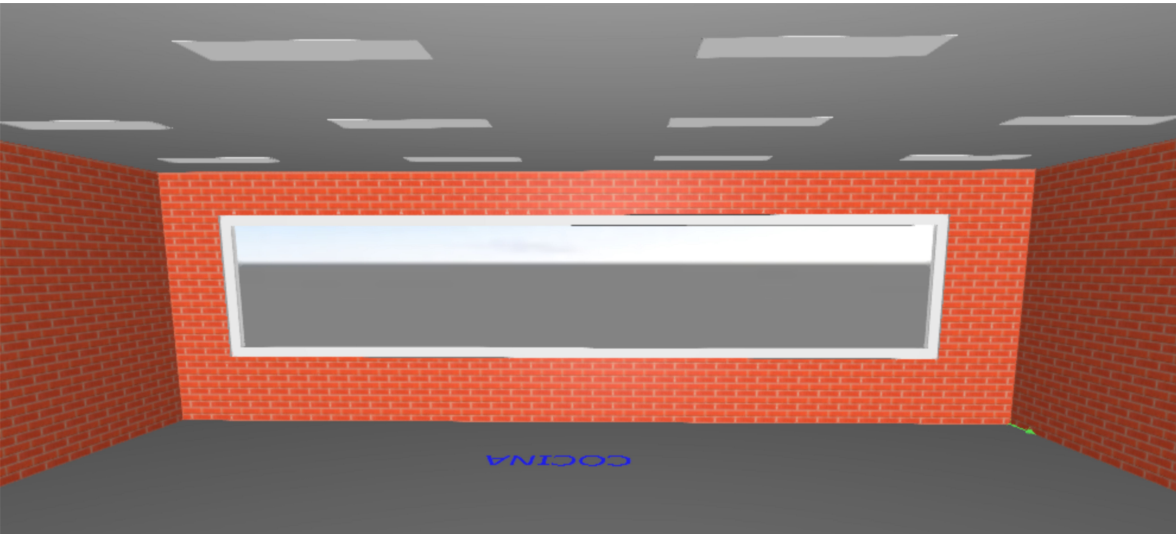
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SIMON
Nº de artículo	72061340-884
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

10 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

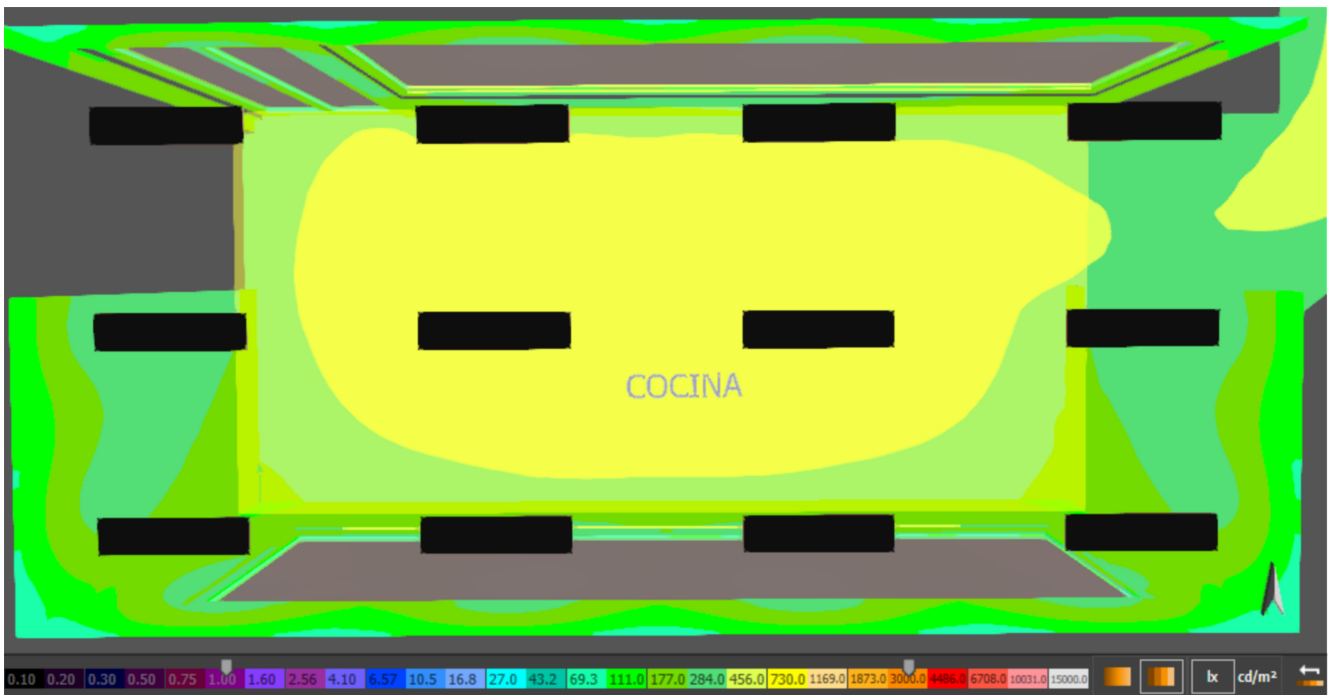
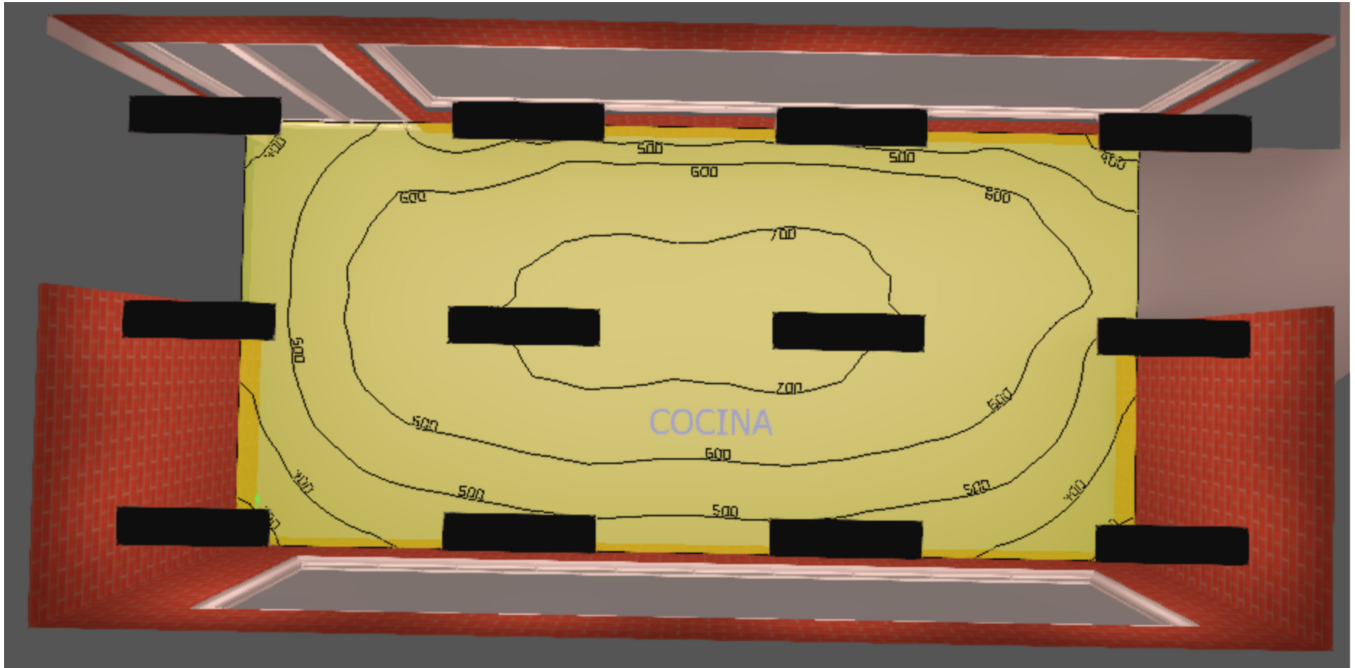
Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.709 m, 1.387 m, 3.013 m	1.709 m	1.387 m	3.013 m	1
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 3.390 m	5.099 m	1.348 m	3.013 m	2
		1.736 m	3.812 m	3.013 m	3
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.425 m	5.126 m	3.773 m	3.013 m	4
		8.488 m	1.309 m	3.013 m	5
Organización	A1	11.878 m	1.271 m	3.013 m	6
		15.268 m	1.232 m	3.013 m	7
		8.516 m	3.734 m	3.013 m	8
		11.906 m	3.695 m	3.013 m	9
		15.296 m	3.657 m	3.013 m	10



Edificación 5 · RESTAURANTE · COCINA

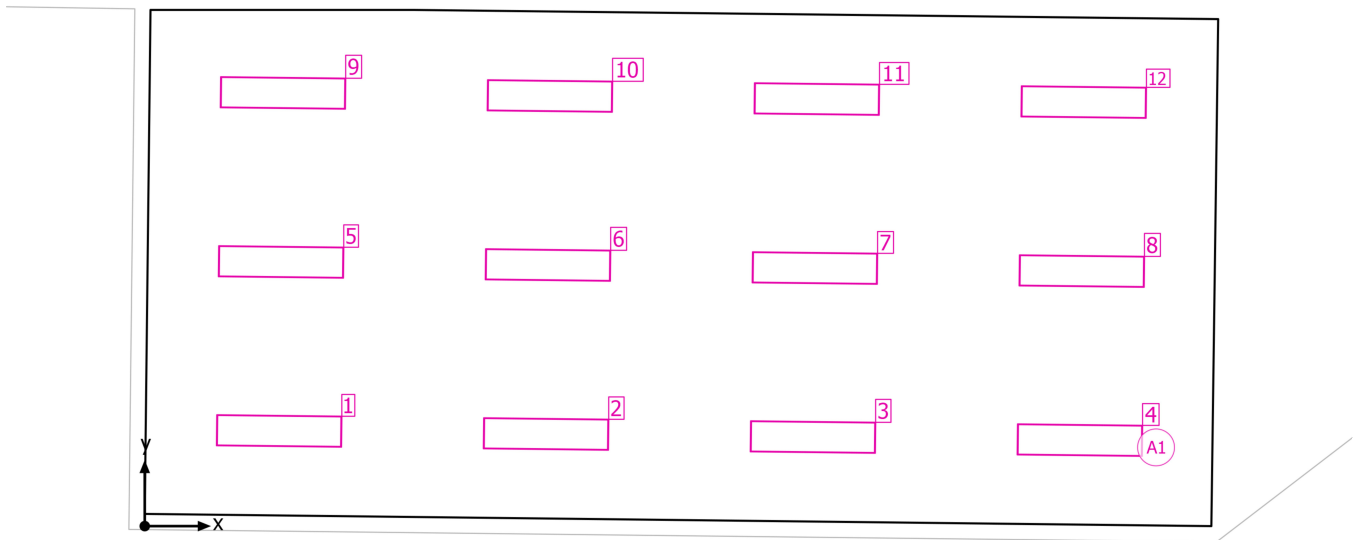
Descripción

Imágenes



Edificación 5 · RESTAURANTE · COCINA

Plano de situación de luminarias



Edificación 5 · RESTAURANTE · COCINA

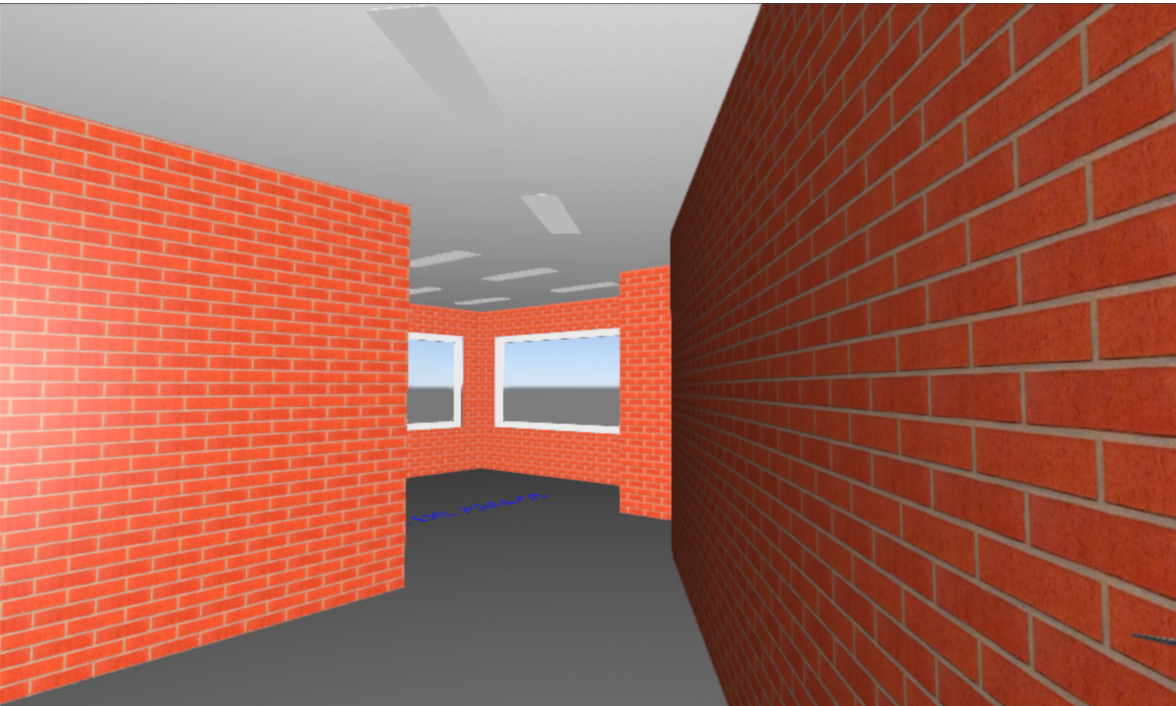
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SIMON
Nº de artículo	72061340-884
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

12 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.285 m, 0.910 m, 3.013 m	1.285 m	0.910 m	3.013 m	1
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 2.552 m	3.837 m	0.881 m	3.013 m	2
		6.389 m	0.852 m	3.013 m	3
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 1.617 m	8.940 m	0.823 m	3.013 m	4
		1.304 m	2.527 m	3.013 m	5
Organización	A1	3.855 m	2.498 m	3.013 m	6
		6.407 m	2.469 m	3.013 m	7
		8.959 m	2.439 m	3.013 m	8
		1.322 m	4.143 m	3.013 m	9
		3.874 m	4.114 m	3.013 m	10
		6.426 m	4.085 m	3.013 m	11
		8.977 m	4.056 m	3.013 m	12

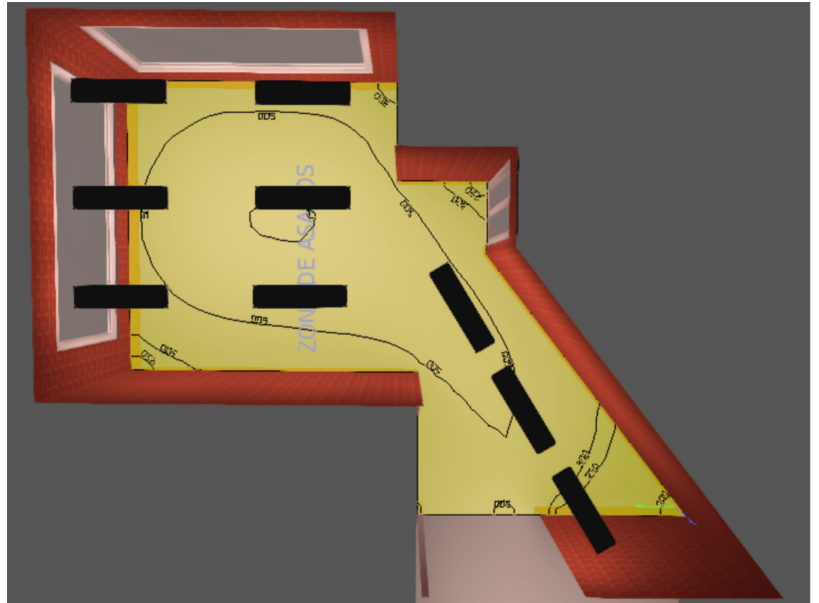


Edificación 5 · RESTAURANTE · ZONA DE ASADOS

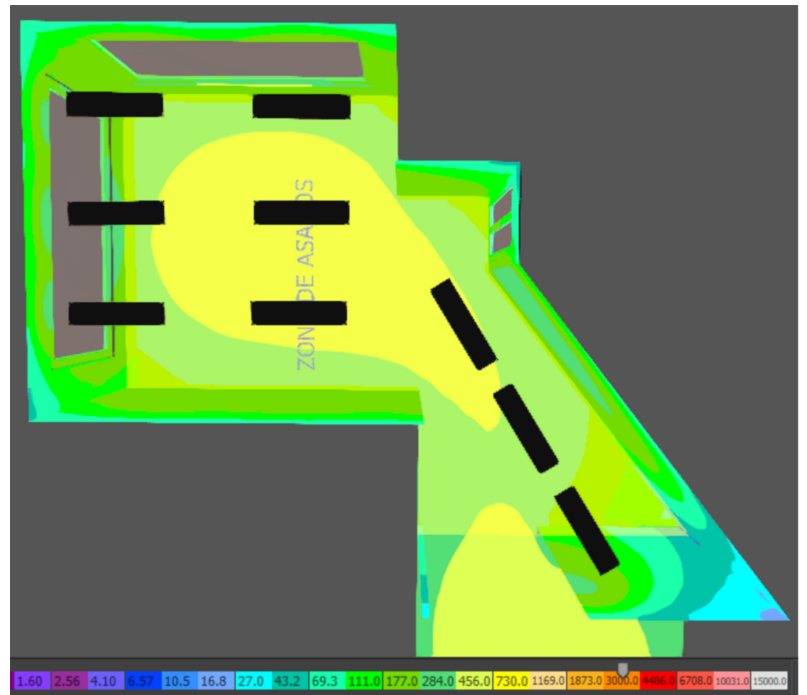
Descripción

Imágenes

ZONA DE ASADOS_FOTOMETRIS

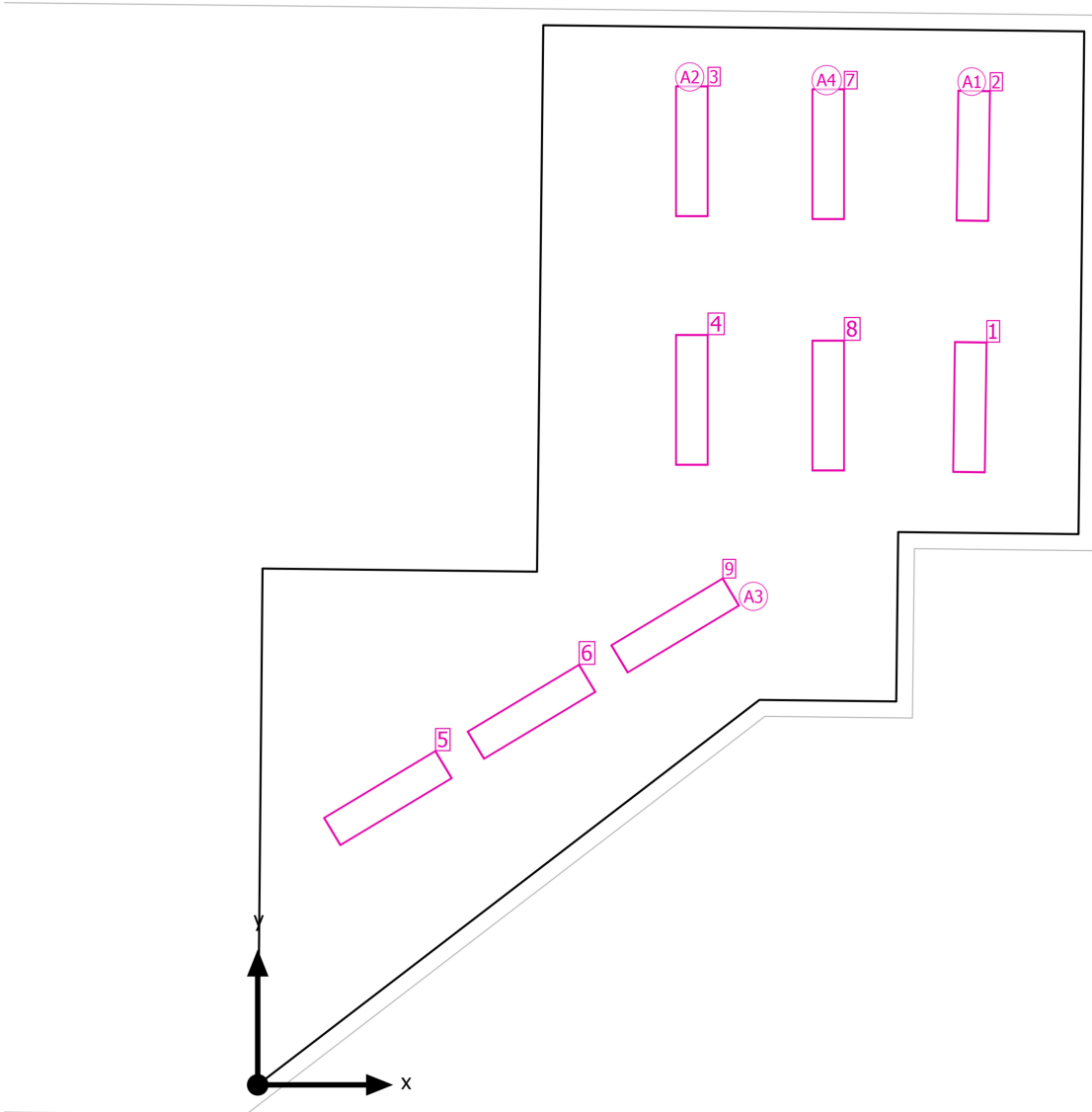


ZONA DE ASADOS_COLORES FALSOS



Edificación 5 · RESTAURANTE · ZONA DE ASADOS

Plano de situación de luminarias



Edificación 5 · RESTAURANTE · ZONA DE ASADOS

Plano de situación de luminarias



Fabricante	SIMON
Nº de artículo	72061340-884
Nombre del artículo	Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

2 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	6.516 m, 6.200 m, 3.013 m	6.516 m	6.200 m	3.013 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 2.300 m	6.547 m	8.500 m	3.013 m	2
Organización	A1				

2 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	3.972 m, 8.542 m, 3.013 m	3.972 m	8.542 m	3.013 m	3
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 2.275 m	3.972 m	6.267 m	3.013 m	4
Organización	A2				

3 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

Tipo	Disposición en línea
------	----------------------

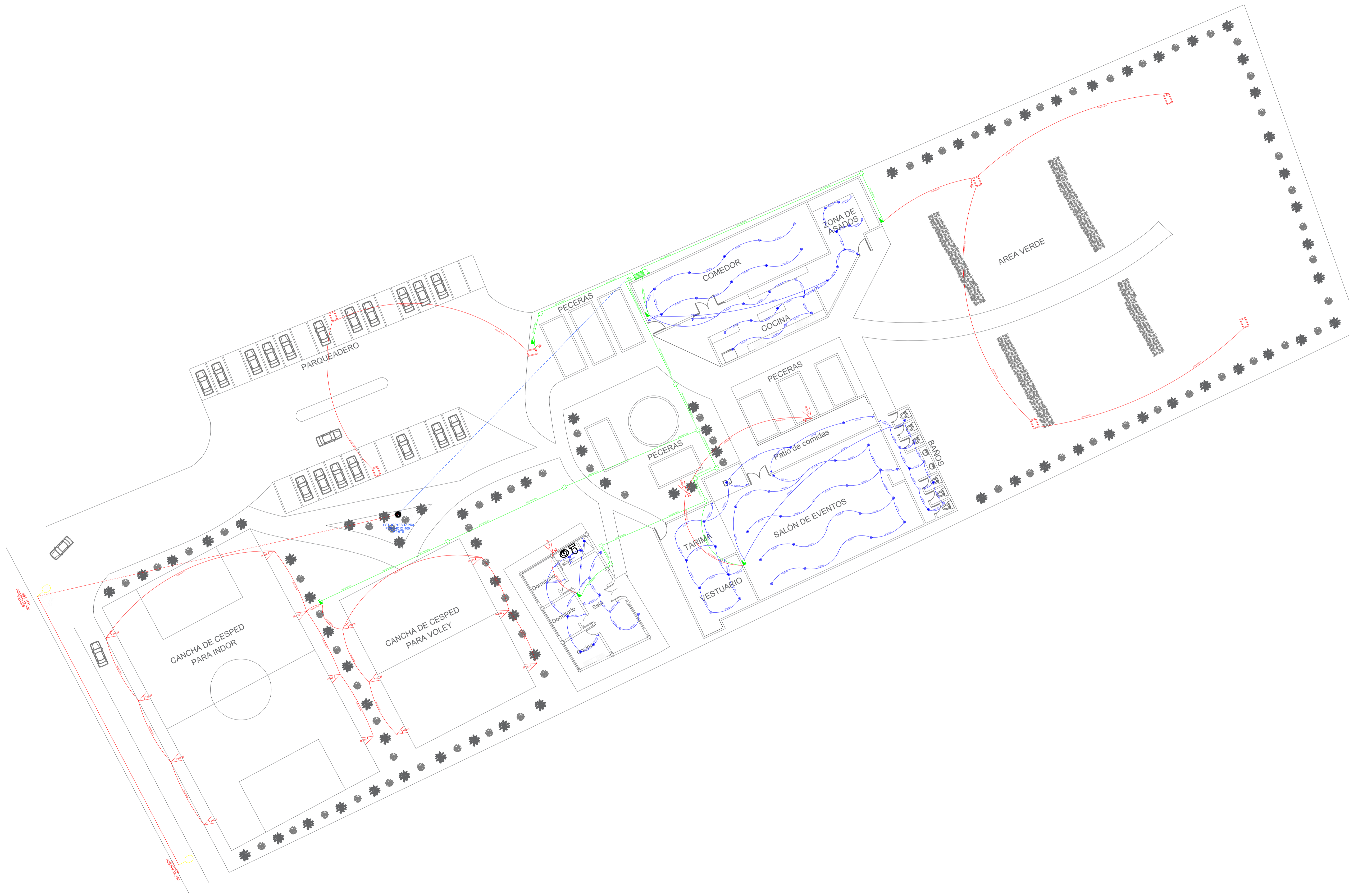
Edificación 5 · RESTAURANTE · ZONA DE ASADOS

Plano de situación de luminarias

1era Luminaria (X/Y/Z)	1.191 m, 2.624 m, 3.013 m	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 1.533 m	1.191 m	2.624 m	3.013 m	5
Organización	A3	2.505 m	3.414 m	3.013 m	6
		3.820 m	4.204 m	3.013 m	9

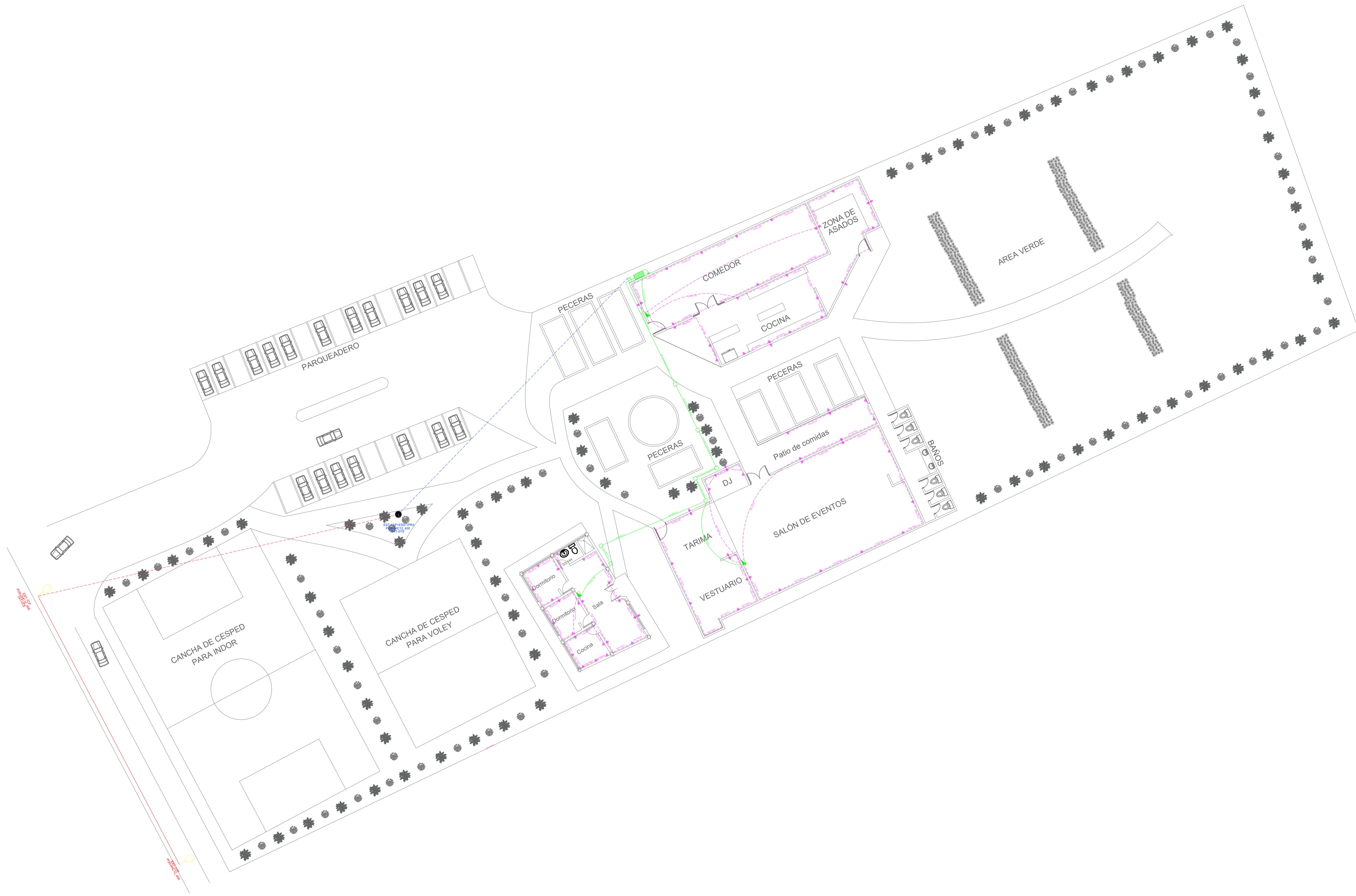
2 x SIMON Luminaria 720 Advance M4 120x30 4000K DALI

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	5.220 m, 8.515 m, 3.013 m	5.220 m	8.515 m	3.013 m	7
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 2.300 m	5.220 m	6.215 m	3.013 m	8
Organización	A4				

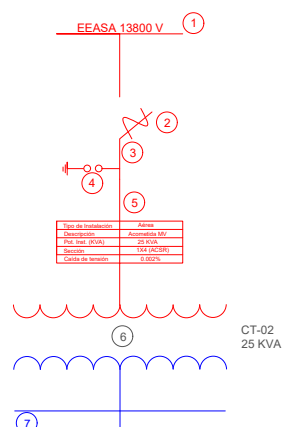


SIMBOLOGIA	
	Luminaria
	Trazado de cable
	Ducto eléctrica
	Reflector de 100 W
	Lámpara LED 100 W
	Temperatura
	Sensor de movimiento
	Tablero de distribución secundaria
	Tablero de distribución general
	Punto de distribución
	Contador de energía
	Interruptor simple
	Controlador simple
	Controlador de datos
	Interruptor de datos
	Punto a tierra

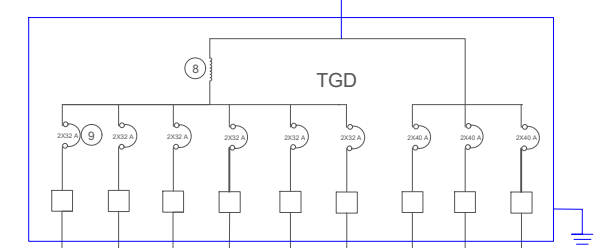
Universidad Técnica de Cotopaxi		
Instalaciones Eléctricas de Luminarias	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y aplicadas	
	Diseñador: Oscar Cunalata	
Sin Escala	Fecha: 08/03/2021	Lámina: 01



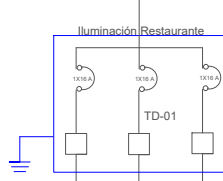
SIMBOLOGIA	
	Luminaria
	Tomacorriente doble
	Ducha electrica
	Reflector de 100 W
	Lámpara LED 100 W
	Temporizador
	Sensor de movimiento
	Tablero de distribución secundaria
	Tablero de distribución general
	Punto de distribución
	Control de energía
	Interruptor simple
	Controlador simple
	Controlador doble
	Interruptor doble
	Punta a tierra



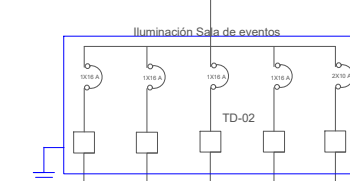
Capacidad	25 KVA
Clase de transformación	Abaja
Clase de aislamiento	10 kV
Clase de protección	10 kV
Clase de tensión	0.27%



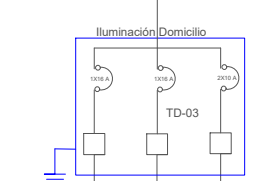
Centro	Resistencia	Base de conexión	Inductancia	Centro de F.B. a 10kV	Protección	Área carga	Resistencia	Base de conexión	Inductancia
Iluminación	0.001	1000	0.001	1000	1000	1000	0.001	1000	0.001
Parqueadero	0.001	1000	0.001	1000	1000	1000	0.001	1000	0.001
Área Verde	0.001	1000	0.001	1000	1000	1000	0.001	1000	0.001
Fuerza Restaurante	0.001	1000	0.001	1000	1000	1000	0.001	1000	0.001
Fuerza Sala de eventos	0.001	1000	0.001	1000	1000	1000	0.001	1000	0.001
Fuerza Domicilio	0.001	1000	0.001	1000	1000	1000	0.001	1000	0.001



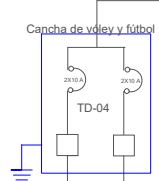
Centro	Iluminación
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	1000
Protección	1000
Área carga	1000
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001



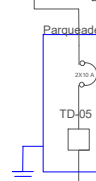
Centro	Iluminación
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	2000
Protección	2000
Área carga	2000
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001



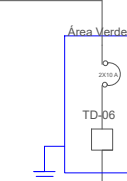
Centro	Iluminación
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	1000
Protección	1000
Área carga	1000
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001



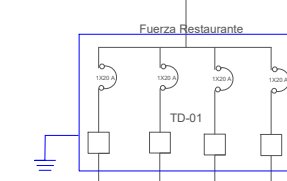
Centro	Iluminación
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	2000
Protección	2000
Área carga	2000
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001



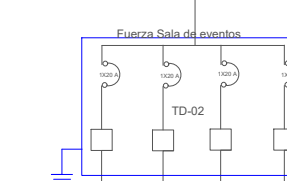
Centro	Iluminación
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	2000
Protección	2000
Área carga	2000
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001



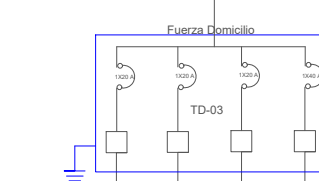
Centro	Iluminación
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	2000
Protección	2000
Área carga	2000
Resistencia	0.001
Base de conexión	2000
Inductancia	0.001



Centro	Fuerza
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	1000
Protección	1000
Área carga	1000
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001



Centro	Fuerza
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	1000
Protección	1000
Área carga	1000
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001



Centro	Fuerza
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001
Centro de F.B. a 10kV	1000
Protección	1000
Área carga	1000
Resistencia	0.001
Base de conexión	1000
Inductancia	0.001

LEYENDA	
TGD	Tablero general de distribución
TGDA	Tablero general de distribución auxiliar
TD	Tablero de distribución
TGM	Tablero general de medidores
①	Red de medio voltaje existente
②	Seccionamiento de la línea
③	Red de medio voltaje proyectada
④	Pararrayo 10KV con señalización de falla
⑤	Red de medio voltaje proyectada
⑥	Centro de transformación
⑦	Cargas proyectadas
⑧	Filtro para usos generales
⑨	Protección magnetotérmina

Universidad Técnica de Cotopaxi	
Esquema Unifilar del sistema eléctrico.	Diseñador: Oscar Cunalata
Sin Escala	Fecha: 08/03/2021
	Lámina: 03