



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PLANIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES CON VISTA
PANORÁMICA A LA CIUDAD EN FUNCIÓN DE LA ILUMINACIÓN,
EL CONSUMO DE ENERGÍA Y CONFORT VISUAL, CASO DE
ESTUDIO MIRADOR DE TURI – ECUADOR**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO**

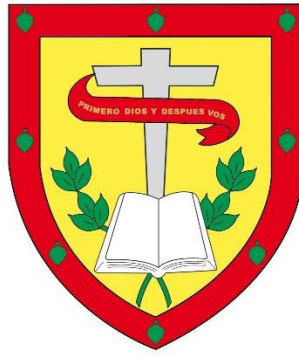
AUTOR: DIEGO MARCELO PAÑI SASAGUAY

DIRECTOR: ING. DANIEL ORLANDO ICAZA ÁLVAREZ MSc.

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**PLANIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES CON
VISTA PANORÁMICA A LA CIUDAD EN FUNCIÓN DE LA
ILUMINACIÓN, EL CONSUMO DE ENERGÍA Y CONFORT
VISUAL, CASO DE ESTUDIO MIRADOR DE TURI - ECUADOR**

**PROYECTO DE TITULACION PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

AUTOR: DIEGO MARCELO PAÑI SASAGUAY

DIRECTOR: ING. DANIEL ICAZA ÁLVAREZ MsC.

CUENCA - ECUADOR

2023


DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORIA Y RESPONSABILIDAD

Diego Marcelo Pañi Sasaguay, portador de la cédula de ciudadanía N.º 0105296750. Declaro ser el autor de la obra: "Planificación de edificaciones sustentables con vista panorámica a la ciudad en función de la iluminación, el consumo de energía y confort visual caso de estudio mirador de Turi - Ecuador", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 10 de agosto de 2023.

F:


Diego Marcelo Pañi Sasaguay
0105296750

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Marcelo Pañi Sasaguay, bajo mi supervisión.



Ing. Daniel Icaza Álvarez MSc.

DIRECTOR

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a todas las personas quienes fueron parte de mi importante formación académica, pues con su apoyo incondicional han apostado en mí y ahora son los testigos de este importante resultado obtenido, en especial quiero agradecer a mi madre María Transito quien, es mi ángel aquí en la tierra y a mi padre Manuel Francisco, quien es mi ángel allá en el cielo, también agradezco a mi hija Pamela Anahí, a mis hermanos queridos y a todos mis amigos quienes me han apoyado de una forma sincera y desinteresada.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Católica de Cuenca y a todo su excelente personal que me han apoyado desinteresadamente y me han ayudado con sus recomendaciones muy bien fundamentadas.

En especial quiero agradecer a:

Ing. Daniel Icaza

Ing. Juan Carlos Cobos

Ing. Diego Morales

Ing. Dora Ordoñez

Ing. Carlos Méndez

Ing. Mauricio Siguencia

Ing. Xavier Cabrera

Ing. Gerardo Campoverde

Ing. Xavier Gutiérrez

Lcda. Karla Suárez

RESUMEN

En la actualidad, en la ciudad de Cuenca – Ecuador, el diseño y construcción de espacios turísticos se ha venido desarrollando formidablemente, con la intención de incrementar la afluencia de turistas nacionales e internacionales y, de esa manera dinamizar la economía de la localidad, por tal razón, esto ha impulsado a que se presenten diversas propuestas arquitectónicas provenientes de profesionales y empresas dedicadas a la construcción de proyectos innovadores para los diferentes sectores identificados en el cantón, los mismos que cuentan con diversos atractivos turísticos únicos.

La implementación correcta y adecuada de la iluminación natural y artificial es importante, pero muchas de las veces son poco consideradas, en algunos casos se tiene niveles lumínicos exagerados, lo que ocasiona una contaminación lumínica y, en otros espacios carecen de iluminación lo que genera una visualización deficiente, lo cual vuelve vulnerable al sector y contribuye al incremento de la delincuencia, generando malestar a los ciudadanos.

El turismo nocturno en la última década ha tenido un crecimiento considerable en la urbe, sin embargo, las entidades competentes han prestado poca atención a esta tendencia creciente, en el siguiente trabajo de investigación se analiza la correcta implementación de iluminación en los diversos espacios, tomando a consideración el diseño, la eficiencia energética, los aspectos económicos y ambientales, con el objeto de brindar una buena luminosidad, que cumplan las disposiciones de los reglamentos técnicos, de este modo generar seguridad y confort para que resalten todos los elementos que componen el mirador y finalmente luego del análisis proponer los correctivos necesarios para mejorar todo el aspecto visual y el confort lumínico del proyecto.

Palabras clave: Confort visual, eficiencia energética, iluminación, reglamentos técnicos

ABSTRACT

At present, in Cuenca City - Ecuador, the design and construction of tourist spaces have been developing formidably, with the intention of increasing the influx of domestic and international tourists and thus boosting the economy of the town. For this reason, this has led to the presentation of various architectural proposals from professionals and companies engaged in the construction of innovative projects for different sectors identified in the canton, which has several unique tourist attractions.

The proper and adequate implementation of natural and artificial lighting is essential, but many times is not considered; in some cases, there are exaggerated light levels that cause light pollution, and in other areas, there is a lack of lighting, which generates poor visualization, this issue makes the area vulnerable and contributes to increased crime, causing discomfort to citizens.

Night tourism in the last decade has had considerable growth in the city; however, competent entities have paid little attention to this growing trend. This research work analyzes the accurate implementation of lighting in various spaces, taking into consideration the design, energy efficiency, and economic and environmental aspects to provide a good luminosity that complies with the provisions of the technical regulations; thus, generating safety and comfort to highlight all the elements form part of the viewpoint. Finally, after the analysis propose the necessary corrective measures to improve the visual aspect and lighting comfort of the project.

Keywords: Energy efficiency, lighting, technical regulations, visual comfort

INDICE

CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
INDICE	vii
LISTA DE FOTOGRAFIAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE ANEXOS	x
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Alcance	2
1.3. Justificación	2
1.4. Metodología	3
CAPÍTULO 2	4
2. MARCO TEORICO	4
2.1. Alumbrado Público	4
2.2. Clasificación del alumbrado público	4
2.3. Requisitos de un sistema de alumbrado público.	5
2.4. Aspectos técnicos del sistema de alumbrado público	6
2.5. La eficiencia energética del alumbrado público	7
2.5. Medición de las variables fotométricas	10
2.6. Plan director de iluminación de la ciudad de Cuenca	12
2.7. Proceso de diseño de iluminación	13
2.8. Regulación 006/20 CONELEC (Prestación del servicio de alumbrado público general). 17	
1.6. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público “RETILAP”	18
2.9. Fundación Iluminar	19
CAPÍTULO 3	21
3. METODOLOGIA Y DESARROLLO	21
3.1. MARCO METODOLÓGICO	21
3.2. Levantamiento de información	21

3.3.	Análisis de la información	21
3.4.	Cálculos de los niveles de iluminación	21
3.5.	Presentación de alternativa	21
3.6.	Ubicación.....	21
3.7.	Descripción.....	22
3.8.	Acceso al mirador de Turi.....	23
3.9.	Sistema de iluminación	26
3.10.	INVENTARIO DE LUMINARIAS INSTALADAS	28
3.11.	VALORES DE ILUMINACION EN DIFERENTES AREAS	29
CAPÍTULO 4		33
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	33
4.1.	ESTADO ACTUAL DE LA ILUMINACION EN EL MIRADOR	33
4.2.	SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL DEL MIRADOR.....	33
4.3.	PROPUESTA DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACION	34
4.4.	OPTIMIZACION DE ILUMINACION NATURAL.....	43
CONCLUSIONES		60
RECOMENDACIONES.....		61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		62
ANEXOS		66

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1.	Alumbrado público en el Mirador Turi.....	4
Foto 2.	Instrumento de medición luxómetro.....	11
Foto 3.	Instrumento de medición luxómetro.....	15
Foto 4.	Trimble Geo Explorer 2008 series.....	16
Foto 5.	Turi Centro.....	23
Foto 6.	El mirador de Turi en remodelación 2022.....	25
Foto 7.	Toma aérea con VANT del mirador Turi.....	25
Foto 8.	Sistema de iluminación actual del mirador Turi.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Expectativa de iluminación ornamental Iglesia de Turi.	5
Figura 2. Logo del Plan director de Iluminación.	12
Figura 3. Procesos de diseño de iluminación.	13
Figura 4. Software DIALux Evo 11.1.	14
Figura 5. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.	18
Figura 6. Ubicación de la parroquia Turi.	22
Figura 7. Vías de acceso al mirador.	23
Figura 8. Planificación de áreas.	24
Figura 9. Plano DWG del mirador.	26
Figura 10. Medición de luxes de las diferentes áreas del mirador.	29
Figura 11. Medición de luxes utilizando el método de los 9 puntos.	29
Figura 12. Reflectores que iluminan la fachada de la iglesia.	30
Figura 13. Iluminación deficiente en la parte posterior de la iglesia.	31
Figura 14. Reflectores que iluminan el teatro Greco.	31
Figura 15. Sistema de iluminación del local comercial.	32
Figura 16. Propuesta del nuevo diseño de iluminación.	33
Figura 17. Propuesta de iluminación para el teatro Greco.	35
Figura 18. Perfil de manguera de neón Led.	35
Figura 19. Simulación en colores falsos de radiación lumínica del graderío.	36
Figura 20. Alumbrado ornamental en la parte lateral derecha de la iglesia.	37
Figura 21. Colores falsos de radiación lumínica del lateral derecho de la iglesia.	37
Figura 22. Ingreso al área del local comercial.	39
Figura 23. Simulación del área del local comercial.	39
Figura 24. Simulación del área del local comercial.	40
Figura 25. Colores falsos del local comercial.	40
Figura 26. Valor de nivel de iluminación en colores falsos.	41
Figura 27. Rango de nivel de iluminación en colores falsos de todo el mirador.	42
Figura 28. Datos medios, mensuales en el plano horizontal.	44
Figura 29. Implementación de cargador solar para smartphones en el mirador.	45
Figura 30. Sistema que no afecta a la estética del mirador.	46
Figura 31. Esquema de funcionamiento del sistema.	46
Figura 32. Componentes de la luz diurna dentro de un espacio interior.	50
Figura 33. Plano arquitectónico del local comercial del mirador.	51
Figura 34. Modelo de aula parametrizado.	51
Figura 35. El plano de análisis y los puntos del sensor en la simulación de luz diurna.	52
Figura 36. Perforado con diferente porcentaje de perforación y disposición de agujeros.	54
Figura 37. Tipos de porcentaje de perforación y disposición de agujeros.	54
Figura 38. Diagrama esquemático de la zonificación del local.	55
Figura 39. a) AED300/50% valor del sombreado exterior integrado en diferentes orientaciones, b) Resultados de la comparación del valor PDD del área visible de las mesas.	56

Figura 40. IDU450-2000lx valor del sombreado externo integrado en diferentes orientaciones.....	56
Figura 41. Resultados de la comparación del valor de iluminancia y la uniformidad de iluminancia del interior del local.	57
Figura 42. Resultados de la comparación del valor de iluminancia y la uniformidad de iluminancia del interior del local.	58
Figura 43. Simulación de panel sombreador perforado en el local del mirador	59
Figura 44. a) Ilustración del local con sombreado integrado.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Uso eficiente de la energía en la iluminación.	6
Tabla 2. Zonificación con diferentes áreas	27
Tabla 3. Inventario de luminarias instaladas	28
Tabla 4. Carga y demanda proyectada por c/m.....	36
Tabla 5. Carga y demanda proyectada máxima	36
Tabla 6. Carga y demanda proyectada en plaza lateral derecho.....	38
Tabla 7. Carga y demanda proyectada máxima en plaza lateral derecho	38
Tabla 8. Carga y demanda proyectada del local comercial	41
Tabla 9. Carga y demanda proyectada máxima en el local comercial.....	41
Tabla 10. Clase y niveles de iluminación en zonas públicas.	43
Tabla 11. Valores promedios mensuales de irradiación.....	44
Tabla 12. Radiación global estimada.....	44
Tabla 13. Fórmulas de cálculo.....	47
Tabla 14. Descripción de las siglas.....	48
Tabla 15. Descripción de las siglas del algoritmo.....	53

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A PLANO ARQUITECTONICO DEL MIRADOR DE TURI	66
ANEXO B PLANO ELECTRICO DEL LOCAL COMERCIAL	67
ANEXO C PLANO ARQUITECTONICO DEL ACCESO AL MIRADOR.....	68
ANEXO D PLANO DE DIFERENTES ANGULOS DEL MIRADOR.....	69
ANEXO E MEDICION DE LA ILUMINACION DE LA PLAZA 1	70
ANEXO F MEDICION DE LA ILUMINACION DE LA PLAZA 2	71
ANEXO G Implementación de cargador solar para smartphones en el mirador	72
ANEXO H PROPUESTA PARA PROYECTAR IMÁGENES EN LA FACHADA DE LA IGLESIA MEDIANTE EL MAPPING	72

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La iluminación es un aspecto muy importante para la comodidad y seguridad en los espacios públicos y contribuyen a la estética de las fachadas de los elementos que los rodean (López Cárdenas & Ortega Ulloa, 2022). Esto tiene más relevancia en localidades que cuentan con una riqueza turística arquitectónica. En el cantón de Cuenca – Ecuador, que fue declarada por la UNESCO como Patrimonio Cultural de la Humanidad en 1999 (Cabrera-Jara & Bernal-Reino, 2020), al contar con un centro histórico, parques, plazas, camineras rodeadas de elementos coloniales y con miradores naturales que ofrecen una vista panorámica espectacular de la ciudad. A esto se suma la exitosa campaña de marketing urbano que ha posicionado a la ciudad como el mejor destino para jubilados extranjeros en la última década (Cabrera-Jara, 2019). En este contexto, (Rivera Mateos & Félix Mendoza, 2019) aseveran que en los últimos años el municipio y el gobierno autónomo descentralizado parroquial de Turi, han puesto en marcha la renovación y reactivación de los espacios públicos, debido a que este sector cuenta con una excepcional topografía y vista de la ciudad.

El Mirador de Turi fue remodelado y reinaugurado en octubre de 2022 con la finalidad especial de alcanzar los niveles turísticos de competitividad y sostenibilidad internacional (Llango et al., 2021). Generando un desarrollo sustentable que permita una buena relación de los individuos y mejore la calidad de vida de sus habitantes (Quinde Idrovo, 2018). La implementación de la iluminación artificial no ha sido de la mejor y presentan inconvenientes tales como: deslumbramiento, mal enfoque, luminarias inadecuadas y esto genera una contaminación lumínica. En consecuencia, el nivel lumínico es factor importante y está para garantizar la visibilidad óptima de los proyectos (Michay Cuenca, 2022), es decir, la iluminación ornamental, debería ayudar resaltar la arquitectura y mejorar la parte visual (Arévalo León, 2018),

El presente trabajo de titulación está orientado en el análisis minucioso del sistema de iluminación implementada en los pasos peatonales, balcón, teatro Greco, parte exterior de la iglesia, plazoleta, local comercial y vías de interconexión del Mirador de Turi, para determinar el cumplimiento de las normativas vigentes establecidas por la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) descritas en la Regulación ARCERNR 006/20 (Arévalo & Fernando, 2022), de esa manera plantear mejoras rediseñadas y simuladas en el software DIALux Evo, incorporando tecnología LED, adicionando luminarias que maten el contraste de colores para mejorar el confort lumínico de todo el proyecto.

1.1. Objetivo general

Analizar la situación actual en la que se encuentra el sistema de iluminación ornamental implementada en el Mirador Turi y presentar soluciones factibles para mejorar el nivel lumínico.

1.1.1. Objetivos específicos

- Comprender la situación actual de la iluminación en el mirador de Turi mediante un análisis in situ.
- Sistematizar una investigación sobre las normas referentes a la iluminación en espacios públicos.
- Seleccionar los equipos y luminarias con las características técnicas respectivas para implementar en el área de las fachadas y camineras.
- Presentar un diseño elaborado en el software DIALux Evo con la simulación respectiva de la iluminación ornamental para el Mirador Turi.

1.2. Alcance

El presente proyecto tiene por objeto realizar un análisis del estado actual del mirador de Turi, a través de una recopilación de datos del nivel lumínico, una visita in situ, revisando los equipos y luminarias utilizadas del proyecto.

En cuanto a la eficiencia energética, está basada en el cálculo de luxes por metro cuadrado que tiene el mirador en sus diferentes áreas, revisando en conjunto con las normativas vigentes y presentar soluciones factibles y presentar alternativas con mejoras en los equipos de iluminación, utilizando nuevas tecnologías e instalaciones eléctricas optimas.

Finalmente, con los resultados obtenidos en la simulación del software DIALux Evo, se presentará las conclusiones y recomendaciones, las cuales servirán para trabajos de investigación a futuro.

1.3. Justificación

El mirador de Turi, más conocido como el “Balcón de los Cuencanos” recientemente fue remodelado con un interesante diseño moderno, donde cuenta con espacios para caminatas, locales comerciales, plazoleta, un teatro llamado “Greco” y una iglesia de fondo que posee una arquitectura colonial única, donde día a día acuden cientos de turistas locales, nacionales e internacionales. Sin embargo, el sistema eléctrico, incluido

la iluminación no es el adecuado y desencadenan una incomodidad a los visitantes que acuden diariamente al sector, debido a que no existe puntos de recarga para sus dispositivos electrónicos, por otro lado, en las noches en ciertas áreas, las luminarias cuentan con exagerado nivel lumínico, con incorrectos ángulos de ubicación; por lo contrario, en otros espacios carecen de iluminación, dificultando a que se aprecie toda la belleza arquitectónica, pero también contribuye a que la inseguridad proliferen, dando espacio a la delincuencia.

En este trabajo de investigación se pretende corregir esas falencias, presentando soluciones viables y óptimas para mejorar y corregir de manera técnica los niveles lumínicos.

1.4. Metodología

En primera instancia se procederá a investigar mediante las fuentes científicas confiables y de renombre tales como: Google Académico, Scopus y Web of Science, artículos referentes y normativas vigentes de iluminación para espacios públicos.

Es importante en primera instancia obtener los estudios aprobados del proyecto de remodelación del Mirador; trámites y presupuestos que fue cubierto por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de Turi; para con ello contar con la planificación de la obra, previo a la regeneración.

Una vez definido el sistema de medición más eficiente, con la información recopilada de artículos científicos y tesis de años recientes, se procede a levantar información con la visita In Situ de las zonas intervenidas en la remodelación del Mirador.

Posteriormente, se elaborará las simulaciones de las distintas áreas del proyecto para obtener los valores adecuados de la iluminación en el software de DIALux evo.

Finalmente, con la información real de campo y con los valores brindados por el software, se procederá a realizar las respectivas comparaciones de las luminarias instaladas, posteriormente con el resultado obtenido, se presentará los resultados y recomendaciones factibles y necesarias para una adecuada iluminación de todo el proyecto.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEORICO

2.1. Alumbrado Público

Tiene la función de garantizar la iluminación de los diferentes espacios públicos y viales, brindando una movilidad segura de vehículos y peatones, creando un ambiente adecuado en las horas que no se cuenta con luz natural.



Foto 1. Alumbrado público en el Mirador Turi.
Fuente: Diego Pañi

2.2. Clasificación del alumbrado público

2.2.1. Alumbrado público general

Hace referencia a todos los sistemas de iluminación que están comprendidos en espacios públicos o comunitarios, tales como: vías de tránsito para vehículos y personas, parques, escenarios deportivos cubiertos o no, sin tomar en consideración si son de zonas urbanas o rurales. (Caiza Inte & Pilco Diaz, 2022).

2.2.2. Alumbrado público intervenido

Consta de la iluminación de vías, donde los GADs (Gobierno Autónomo Descentralizado) están a cargo y son ellos quienes definen los niveles de iluminación que están establecidos en la regulación, depende de lo que se requiere específicamente tanto en su infraestructura como constructiva, (Caiza Inte & Pilco Diaz, 2022).

2.2.3. Alumbrado público ornamental

Está compuesto bajo ciertos criterios estéticos como es el caso de monumentos históricos, parques, plazoletas, iglesias y similares, el diseño de esta iluminación va a depender del órgano estatal competente o requirente. (Caiza Inte & Pilco Diaz, 2022).



Figura 1. Expectativa de iluminación ornamental Iglesia de Turi.
Fuente: Diego Pañi

2.3. Requisitos de un sistema de alumbrado público.

2.3.1. Visibilidad

Es un factor importante dentro del sistema de iluminación, porque debe ser considerado la percepción y comodidad visual, aplicando una cantidad de luxes adecuados y necesarios sobre las distintas áreas, esto se debe lograr escogiendo una luminaria con la fotometría correcta y la altura que será ajustada la luminaria.

2.3.2. Cantidad y calidad de luz

Es aplicar una cantidad optima de luz en una zona o área, cumpliendo siempre con los parámetros técnicos y norma establecidas por las diferentes distribuidoras.

2.3.3. Confiabilidad de percepción

Es la percepción que tiene el ojo humano al observar un objeto con un contraste mayor al requerido, esto depende del ángulo en el cual se mira dicho objeto, es decir la luminancia debe ser promedio, pero manteniendo un deslumbramiento moderado desde la fuente de luz. (Prada Contreras, 2020).

2.3.4. Confort visual

Es una de las características más importantes dentro de la iluminación, que ayuda a los usuarios a sentirse cómodos y evitará cansancio a su vista, el tener una adecuada y correcta iluminación en los diferentes espacios permitirá tener un mejor campo visual al momento de desplazarnos de un lugar a otro. (Prada Contreras, 2020).

2.3.5. Uso eficiente de la energía

En un diseño de alumbrado público es de gran importancia cumplir con los factores y requisitos fotométricos de las luminarias, sin excederse con los valores de la densidad de potencia, respetando las normas vigentes de las distribuidoras, caso contrario ocasionará un uso irracional de energía, deslumbramiento, contaminación lumínica entre otros factores. (Prada Contreras, 2020).

Tabla. Mapa conceptual de uso eficiente de la energía en el sector comercial, industrial y alumbrado público.

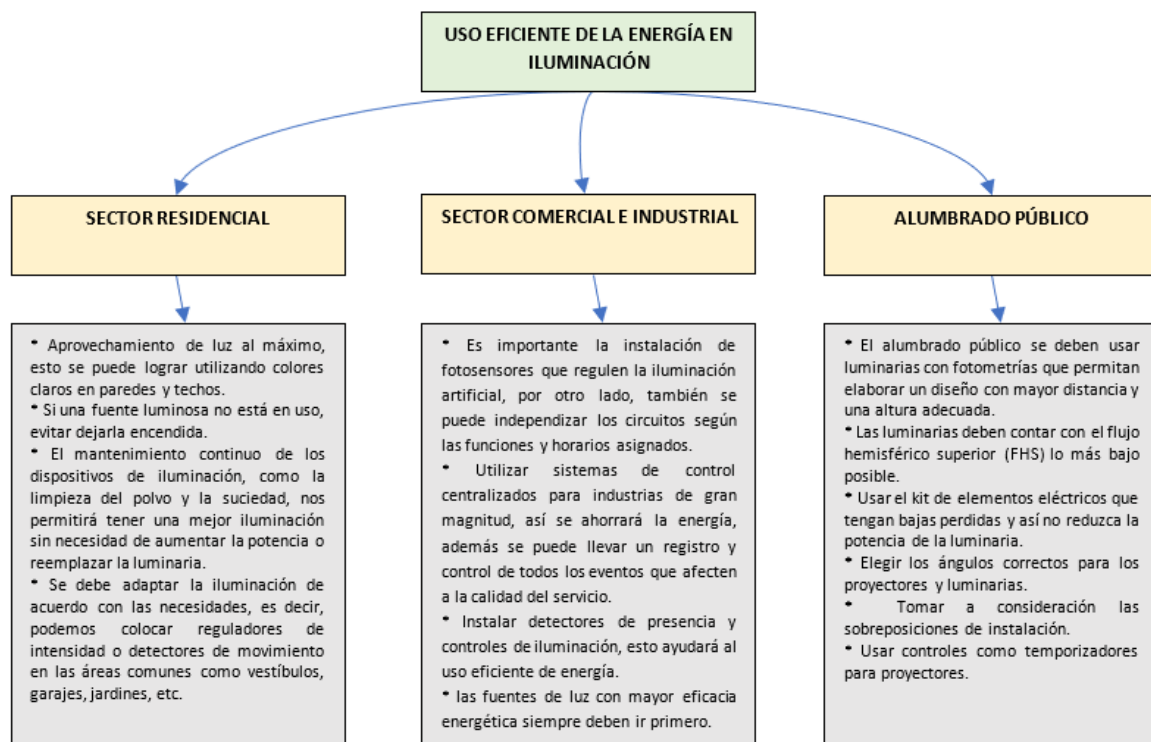


Tabla 1. Uso eficiente de la energía en la iluminación.

Elaboración: Diego Pañi

2.4. Aspectos técnicos del sistema de alumbrado público

Es de gran importancia conocer a cerca de los diversos parámetros y niveles de iluminación para vías, pasos peatonales y áreas críticas.

2.4.1. Parámetros fotométricos

2.4.1.1. Luminancia promedio de la calzada (L_{av})

Es un valor mínimo que se debe mantener a lo largo de la vida de la instalación, dependiendo del flujo luminoso de las lámparas, las distintas propiedades de reflexión y su distribución de luz, estos valores pueden excederse siempre y cuando se tenga una justificación económica. (Caiza Inte & Pilco Diaz, 2022).

2.4.1.2. Uniformidad general de la luminancia de la calzada (U_o)

Estos valores estarán correlacionados con la luminancia promedio y mínima de la vía.

2.4.1.3. Uniformidad longitudinal sobre la calzada (U_L)

Tiene relación con la iluminancia mínima y máxima, la cual es calculada en una dirección longitudinal a lo largo de los carriles por el cual circula el peatón o automóvil. Es importante que la cantidad de puntos y la distancia deben ser iguales para obtener el cálculo de luminancia promedio, la misma que debe respetar la norma CIE 140-2000. (Caiza Inte & Pilco Diaz, 2022).

2.4.1.4. Deslumbramiento

Es una medida cuantificada, este factor es conocido como la pérdida de la capacidad de la visión, es calculado en el estado inicial de la instalación, a través de la siguiente fórmula: (Caiza Inte & Pilco Diaz, 2022).

$$TI = \frac{k * E_e}{(L_{av})^{0.8 * \theta^2}} (\%) \quad (1)$$

Donde:

k = Este factor varía con la edad del observador, el valor es 650^3 .

E_e = Iluminancia total que produce las luminarias, en función del plano normal y la altura del ojo.

L_{av} = Luminancia inicial promedio.

θ = Angulo formado en la línea de visión y el centro de la luminaria.

1.5. La eficiencia energética del alumbrado público

La eficiencia energética se considera a las acciones que permiten la optimización de la cantidad de energía en función del producto final, siempre manteniendo o mejorando la calidad. (Acosta Secuiu & Quirós Quirós, 2018)

En el alumbrado público la eficiencia energética es conseguida a través de los niveles lumínicos, instalaciones correctas de los equipos mejorando los factores mencionados se obtiene una operación correcta del sistema y en conjunto de un menor consumo de energía.

Es importante recalcar que si existe un sistema de alumbrado público que se encuentra encendido, no quiere decir que está funcionando correctamente y de manera eficiente, porque el sistema realmente debe de iluminar las áreas necesarias con los niveles lumínicos que están establecidos en las normativas vigentes, pero siempre manteniendo una buena calidad y utilizando la menor cantidad de energía eléctrica posible.

2.4.2. Criterios de eficiencia energética en el diseño.

Se debe de tener presentes diversos criterios, a continuación, se especifican algunos de ellos:

- ✓ Según la actividad que se realice en las diferentes áreas, el nivel de iluminación deberá ajustarse a los valores descritos en la normativa de RETILAP, donde nos indica que los valores pueden sobrepasarse hasta un 10% como máximo, siempre y cuando sean casos especiales.
- ✓ Elegir una lámpara adecuada es de gran importancia, debemos de considerar la eficiencia luminosa, la cual debe ser mayor, cumpliendo siempre con todos los parámetros.
- ✓ El equipo complementario de la lámpara debe ser el correcto, con las características eléctricas necesarias para que su funcionamiento sea el óptimo, es de conocimiento que, si obtenemos un flujo luminoso alto y un bajo consumo energético, las pérdidas serán bajas.
- ✓ Las luminarias por instalarse deben resultar apropiadas para la fuente de luz a usarse, un rendimiento alto, su factor de utilización y depreciación (mantenimiento).
- ✓ El alumbrado público de veredas, vías y calles peatonales deben colocarse luminarias con una emisión de luz baja siempre considerando el plano horizontal; si se utiliza reflectores estos deben tener un flujo luminoso directo al aérea, así se evitará o reducirá la contaminación luminosa.
- ✓ En la actualidad las diferentes distribuidoras están optando por colocar lámparas de tecnología LED para el sistema de alumbrado público, sin embargo, en algunos sectores de la ciudad de Cuenca aún existen lámparas de sodio de alta presión, es importante mantener la regulación de tensión para evitar un aumento de potencia.

Para evitar estos inconvenientes es necesario escoger balastos de tipo inductivo, que se encuentren autorregulados, otra opción sería colocar balastos electrónicos o realizar la instalación de estabilizadores de tensión al inicio de la línea.

- ✓ Para el encendido de un sistema de alumbrado puede hacerse de manera manual o automática, dependerá de los horarios establecidos y del tipo de luminarias usadas para el apagado y encendido total o paulatino.
- ✓ Las pérdidas en una instalación siempre estarán presentes, una de ellas es conocido como efecto Joule; que se da por el paso de corriente eléctrica por un conductor que es directamente proporcional a la resistencia.
- ✓ Los equipos de medición de potencia y energía deben estar normalizados y cumpliendo con las características necesarias.
- ✓ Es importante realizar una planificación de mantenimiento para las instalaciones, esto es necesario debido a que si se pueden prevenir daños en los equipos o luminarias.

2.4.3. Criterios de eficiencia energética en su utilización

Se debe de tener presentes diversos criterios para la utilización de eficiencia energética, a continuación, se especifican algunos de ellos:

- ✓ Se debe de controlar el consumo de la energía tomando a consideración la diferencia horaria, energía reactiva, potencial, entre otros.
- ✓ Es importante realizar un listado de las luminarias y equipos a utilizarse en las instalaciones, así como; los tipos de luminaria, línea de alimentación a la que está conectada, los dispositivos de maniobra, tableros de distribución, equipos auxiliares, potencias entre otros datos relevantes.
- ✓ Se debe determinar los horarios de funcionamiento o que se encuentre en operación una instalación, esto con el objetivo de mejorar el consumo, aplicar las tarifas designadas por la empresa distribuidora en especial a las horas de la madrugada.
- ✓ Es importante que todas las instalaciones elaboren un plan de mantenimiento, para tomar a consideración diversos aspectos, ya que si no se encuentran gestionadas se iniciara una auditoría energética para diagnosticar los problemas de funcionamiento o eficiencia energética que se presenta en las instalaciones.

2.4.4. Criterios de eficiencia energética en el mantenimiento

Se debe de realizar un mantenimiento para conocer a cerca de la degradación de la instalación, esto se debe a que algunos componentes van perdiendo su funcionalidad y sus características, la devaluación y destrucción de las fuentes de luz esto se da por la suciedad, polvo e infiltraciones de agua esto incide en el consumo energético lo que ocasionara un pago mayor el consumo eléctrico.

Por otra parte, el mantenimiento ayuda a mantener el tiempo de las instalaciones y que funciones en sus capacidades al máximo, de esta manera obtendremos la rentabilidad deseada, en el sistema de alumbrado público la gestión del mantenimiento es indispensable para brindar confort y seguridad, esto con el objetivo de asegurar periodos de amortización adecuados.

El tener un punto óptimo dentro del plan de mantenimiento tanto cualitativo y cuantitativo es considerado como un valor incrementado en las prestaciones del servicio y el costo necesario para conseguirlo.

La gestión de mantenimiento es de gran relevancia porque obtener un sistema de detección de fallas e informe a las personas a cargo y se ejecute la solución más optima en el punto exacto donde ocurre la falla.

2.5. Medición de las variables fotométricas

En todo proyecto es relevante usar los instrumentos correctos, con calibraciones y certificaciones avaladas por las normativas, esto nos ayudara a medir la luminancia e iluminancia de las fuentes y luminarias.

2.5.1. Medición de flujo luminoso

Este tipo de medición se lo realiza en laboratorios especializados y certificados, se utiliza un foto-elemento y se ajusta según la curva de sensibilidad fotópica de ojo, es incorporado un casco esférico conocido también como Esfera de Ulbricht en el interior de esta es colocada una fuente luminosa.

Se debe considerar que existen tres tipos de respuesta visual:

- ✓ **Fotópica:** Conocida como visión de día (3cd/m^2 a más).
- ✓ **Escotópica:** Es la visión de noche (0.001 cd/m^2 o menos).
- ✓ **Mesotópica:** Resulta de la combinación de las dos (0.001 cd a 3cd/m^2)

A través de las investigaciones se demostró la importancia de las fuentes de luz y las características de emisión las cuales permiten mejor percepción bajo algunas condiciones de iluminación fotópica y escotópica.

Los aspectos fotométricos son evaluados en función de patrones fotópicos siguiendo los estándares, así también las fuentes requieren de menor uso energético para producir percepciones similares, los proyectos diseñados y construidos bajo condiciones mencionadas con anterioridad son aplicados en el sistema de iluminación y se los monitorea, las lámparas deben ser medidas en las condiciones de sensibilidad fotópica.

2.5.2. Medidor de Iluminancia

La iluminancia es medida en luxes y se usa el instrumento llamando **luxómetro**, el cual nos permite obtener tres características importantes:

- ✓ **Sensibilidad:** Nos indica el rango de iluminancia que cubre en un área, se puede medir luz natura, interior o exterior nocturna. El luxómetro debe estar calibrado correctamente y cumplir ciertas especificaciones que se encuentran detalladas en la RETILAP.
- ✓ **Corrección de color:** Es un instrumento que contiene un filtro de corrección y una sensibilidad espectral.
- ✓ **Corrección de coseno:** Es la respuesta medida de la iluminancia a la luz y que interviene en diferentes direcciones y sigue la ley del coseno.



Foto 2. Instrumento de medición luxómetro.
Fuente: Diego Pañi

2.5.3. Medidor de luminancia

Para medir la luminancia se usa el Luminancímetro, el cual posee un sistema óptico que dirige la imagen sobre un detector, observando mediante el sistema óptico se identifica el área en el cual estamos midiendo la luminancia, su unidad es las candelas/m².

La respuesta y las características más relevantes son la respuesta espectral en función de la curva de sensibilidad espectral, la calidad del sistema, ángulo de aceptación, respuesta espectral, entre otros.

2.6. Plan director de iluminación de la ciudad de Cuenca

El plan de director de iluminación es una directiva creada para desarrollar, extender o elaborar los proyectos para la ciudad asegurando la continuidad en cuanto lo planificado y mantenerlos a futuro, es una planificación plurianual.

Es objetivo es claro, son los encargados de recoger las distintas necesidades de la ciudad poblacional y de esta manera intervenir en cualquiera de estos ámbitos:

- ✓ **Estético:** Consiste en embellecer a la ciudad.
- ✓ **Funcional:** Cuando se requiere de una buena iluminación en ciertas áreas de la ciudad para brindar seguridad y confort.
- ✓ **Estético y funcional:** Esta en función a lo que requieren diversas instituciones o identidades.

Es clave tener un plan de mantenimiento, redactado claramente las indicaciones necesarias y a futuro ir mejorándolas o modificándolas en función a las nuevas tecnologías en aspectos como:

- ✓ **Diseño:** Debe tener criterios lumínicos adecuados y uniformes, se debe de contar con un reglamento interno de iluminación



PLAN DIRECTOR DE ILUMINACIÓN

Figura 2. Logo del Plan director de Iluminación.

Fuente: Delgado León & Saraguro Segovia; 2021

- ✓ **Técnico:** Consiste en usar buenos equipos y luminarias, tomar a consideración los aspectos técnicos como: el grado de protección (IP), temperaturas de color (IK), entre otros.
- ✓ **Asegurar:** Es importante asegurar la continuidad del servicio de iluminación a futuro. (Delgado León & Saraguro Segovia, 2021)

2.7. Proceso de diseño de iluminación.

Un diseño de iluminación siempre debe seguir el siguiente procedimiento:

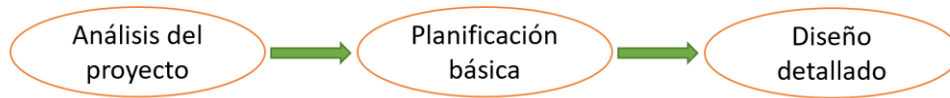


Figura 3. *Procesos de diseño de iluminación.*
Elaboración: Diego Pañi

2.7.1. Análisis del proyecto

En este punto se debe de recopilar y considerar la información, las cuales nos deben permitir determinar las demandas visuales en función de los alcances y limitaciones del trabajo, al identificar las variables de una manera clara y precisa tendremos éxitos en el proyecto.

- ✓ **Demandas visuales:** Son consecuencias de la elaboración de actividades y para su determinación es necesario evaluar el problema de los trabajos, condiciones de realización y condiciones de tiempos prolongados.
- ✓ **Demandas emocionales:** Depende de la luz que se aplica sobre el estado de ánimo, ya sea motivación, sensación, seguridad, bienestar, confort de las personas.
- ✓ **Demandas estéticas:** Es la creación de ambientes visuales en especial para destacar la arquitectura, obras de artes, entre otras. En este aspecto se consideran los espacios físicos y áreas de los diferentes espacios.
- ✓ **Demandas de seguridad:** Estos se encuentran en función con los dispositivos de iluminación para condiciones normales y de emergencia, esto ayuda para la circulación normal de los usuarios.
- ✓ **Condiciones de espacio:** Están correlacionados con las características físicas y su entorno.
- ✓ **Intereses:** Es esencial conocer los intereses de los distintos usuarios y diseñadores, de esta manera aprovecharemos las oportunidades de integrar opiniones, necesidades y sus preferencias.
- ✓ **Variables económicas y energéticas:** Es importante revisar los costos del proyecto son igual de importantes como los del funcionamiento durante la vida útil de todo el proyecto.

- ✓ **Restricciones:** Es un punto relevante que debemos considerar antes de un sistema de iluminación, ya que debemos revisar las normativas reglamentos, de la ocupación de espacio, aspectos estructurales, arquitectónicos, mobiliario, entre otros.

2.7.2. Planificación básica

Esto parte desde la recopilación de datos del paso anterior, se establecerá un perfil con las características que satisfagan las demandas del área, en este punto colocaremos ideas básicas y sencillas de todos los aspectos específicos, definiremos el sistema de alumbrado, las fuentes luminosas y como se integrará la iluminación artificial sin opacar la iluminación natural.

Estos datos son recopilados a través de una visualización en campo con análisis fotométrico y fotográfico con dispositivos tales como Drone, luxómetro y GPS, de esta manera se completará la información técnica para luego ser diseñada y simulada en los softwares como AutoCAD y DIALux Evo.

2.7.2.1. Software DIALux Evo 10.1

DIALux Evo es un software gratuito diseñado para la creación de proyectos de iluminación, que permite calcular, diseñar, documentar y visualizar los resultados del proyecto de iluminación, respetando la normatividad técnica aplicada en Colombia, RETILAP. Esta herramienta contiene librerías de todos los fabricantes líderes a nivel mundial. (Zuleta Gómez, 2019).

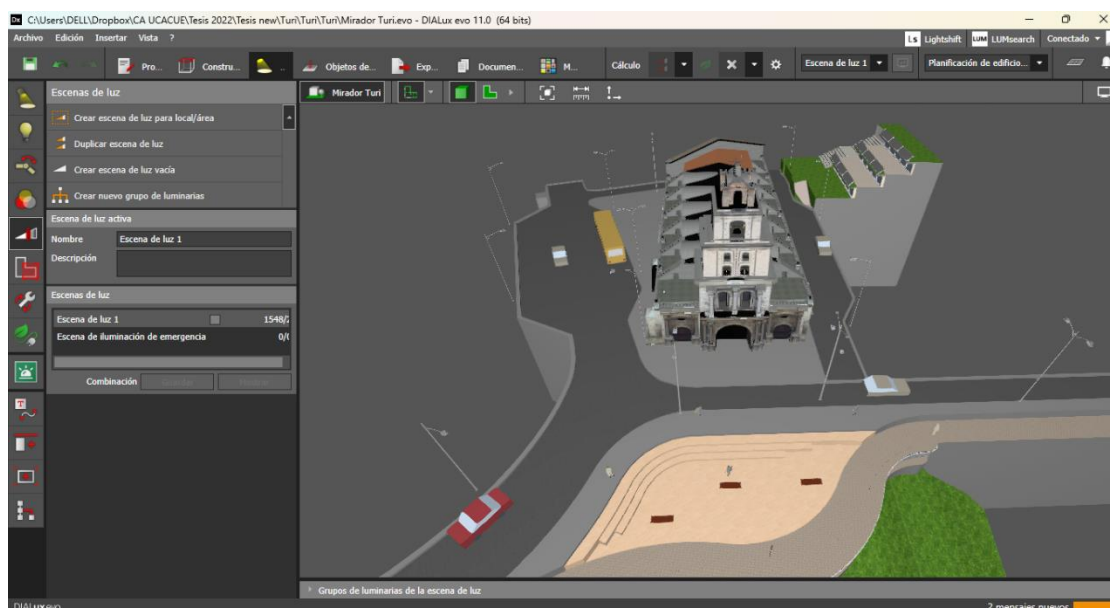


Figura 4. Software DIALux Evo 11.1.

Fuente: Diego Pañi

2.7.2.2. Luxómetro Klein Tools ET130

El luxómetro (también llamado luxómetro o light meter), es un instrumento de medición de luz en la industria, la agricultura y la investigación, que permite obtener de manera precisa los niveles de iluminación de un ambiente determinado, mientras más alta sea la energía lumínica.

También se utiliza para determinar la iluminación en puestos de trabajo, decoraciones de escaparates y por parte de diseñadores. Estos aparatos expresan sus resultados en luxes: una unidad del sistema internacional. (Gamboa Mariño, 2018).



Foto 3. Instrumento de medición luxómetro.

Fuente: Diego Pañi

2.7.2.3. Trimble GEOXT 2008 SERIES

El dispositivo Trimble GeoExplorer 2008 series, es una herramienta esencial para la recopilación de datos GIS de alta precisión. Un alto rendimiento, Receptor GPS combinado con una resistente computadora de mano. Diseñado con la tecnología Trimble H-Star™. Ofrece una precisión submétrica constante en tiempo real y 50 cm de precisión después pos - procesamiento, lo que agiliza los inventarios de activos y los trabajos de mapeo conforme a obra, el colector de mano GeoXT la solución más confiable. (Trimble GEOXT 2008 SERIES – Geoingeniería Topografía en Guatemala, 2018).



Foto 4. Trimble Geo Explorer 2008 series.

Fuente: Diego Pañi

2.7.3. Diseño Detallado

Este punto es clave, debido a que es obligatorio realizar un diseño detallado del alumbrado público y ornamental, aún más si las aéreas mayores de 500m² y en espacios que contengan más un número considerable de puestos de trabajo, como exposición de artesanías y también los cocales de restaurantes donde se requiere una iluminación adecuada durante un largo periodo de tiempo.

Es importante considerar aspectos específicos como:

- ✓ Selección de luminarias.
- ✓ Diseño geométrico y sistemas de montajes.
- ✓ Sistemas de control, comandos y alimentación eléctrica.
- ✓ Instalación de un sistema de emergencia y seguridad de alumbrado.
- ✓ Analizar parte económica y presupuestos.

Por otro lado, la información que se debe de entregar el proyectista es:

- ✓ Planos donde conste el montaje y la distribución de como estarán las luminarias.
- ✓ Memoria descriptiva y cálculos fotométricos.
- ✓ Calculo eléctrico.
- ✓ La propuesta de la instalación para realizar un uso racional y eficiente de energía.
- ✓ El programa de mantenimiento

- ✓ Los equipos con sus especificaciones técnicas.

2.8. Regulación 006/20 CONELEC (Prestación del servicio de alumbrado público general)

El alumbrado público es uno de los servicios más importantes para la sociedad, el cual nos permite tener una movilización segura tanto vehicular como peatonal, es por esto por lo que se vio la necesidad de normar algunos aspectos técnicos, financieros y económicos para garantizar una prestación del servicio de calidad.

El viernes 16 de enero del año 2015, a través de la LEY ORGANICA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGIA ELÉCTRICO, se aprobó la creación de la agencia ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad, la cual reemplazó a la agencia CONELEC.

La ARCONEL es una agencia encargada del control y regulación de las actividades que estén correlacionadas con el servicio de energía eléctrica y alumbrado público, además deben de precautelar los intereses de los usuarios finales, la agencia mencionada con anterioridad consta de su parte administrativa, jurídica, técnico económico y de patrimonio propio, esta adjuntada al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (Caiza Inte & Pilco Diaz, 2022).

La misión de esta agencia es la regular y controlar los diferentes servicios de energía y alumbrado, beneficiando siempre a la ciudadanía ecuatoriana y prestando un servicio de calidad alta, pero con tarifas justas, eficiencia energética y con compromiso socioambiental.

2.8.1. Obligaciones de las empresas distribuidoras

Como se mencionó con anterioridad la ARCONEL es la responsable de la prestación del servicio de alumbrado público y algunas de sus obligaciones son mencionadas a continuación:

- ✓ De acuerdo con lo establecido la regulación debe de coordinar y elaborar un plan de expansión para cubrir con las demandas de servicio de alumbrado público general.
- ✓ Mantener, maniobrar y restaurar el sistema de alumbrado.
- ✓ Cumplir con los índices de calidad establecidos y brindar continuidad de acuerdo con los formatos y términos que se encuentran en la regulación.
- ✓ Llevar los inventarios en un sistema informático de activos, que permita la verificación y dar el seguimiento por parte de las autoridades de control.

- ✓ En cuanto a las expansiones y mejoras que se ejecuten en el sistema debe de reportarse según lo establecido en la ARCONEL.
- ✓ Los quipos que se instalen deben de cumplir con los parámetros de eficiencia energética y con las normas para preservar el medio ambiente.

2.8.2. Disposiciones generales

Primero: Las luminarias que se encuentren en zonas públicas deportivas, se sumarán junto con el alumbrado público general para conocer la anergia consumida, en cuanto a su mantenimiento, operación, remodelación, crecimiento y cambio serán responsabilidad de la empresa distribuidora o los municipios competentes.

Segundo: En la ARCONEL se especifica que, para el cálculo de energía de alumbrado público, el factor de utilización es menor a 0.5 o igual a 1, en el caso que sean mayores a 1 se debe de justificar según el estudio, en caso de que se requiera se puede contratar consultorías especializadas que ajusten este valor a los parámetros establecidos.

Tercero: En espacios públicos que pertenezcan a un municipio diferente, se deberá responsabilizar de las obligaciones y asumir dichas competencias.

Cuarto: La aprobación de estudios técnicos estará a cargo de ARCONEL y deben estar en función de los niveles de consumo, sistemas auxiliares que justifique el funcionamiento del sistema, si no existe un estudio como tal, se debe de tomar a consideración el cálculo de energía y los valores de consumo señalados en la presente regulación.

Quinto: Para los procedimientos del seguimiento y evaluación de los regímenes de inversión de las diferentes entidades de distribución de energía, deben de considerar lo establecido en la presente regulación.

1.6. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público “RETILAP”

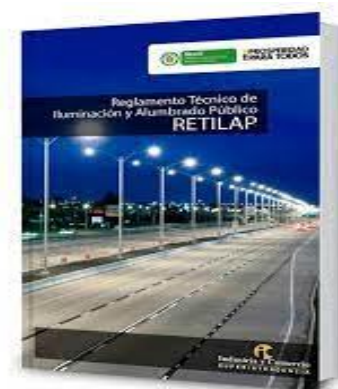


Figura 5. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.
Fuente: (Cartagena Calderón 2022).

Este reglamento indica los requisitos a los cuales deben estar los equipos de iluminación y alumbrado. El objetivo principal es garantizar una iluminación adecuada que sea confortable y brinde seguridad según el ambiente en el que el usuario se encuentre. (Cartagena Calderon, 2022).

Dentro del capítulo uno nos habla sobre una introducción general, los acrónimos, definiciones de términos importantes, a quien está dirigido la normativa, los productos y los certificados de conformidad del presente reglamento.

El reglamento esta detallado desde lo más general hasta específico, nos habla sobre los requisitos, inspección, diseño, detalles a considerar, simulación en un software que será de gran ayuda para nuestro sistema de iluminación, así como también el consumo de energía en los sectores comerciales, industriales y residenciales, lo conceptos que se necesita conocer como medidores de luminancia, pruebas y las verificaciones de los diferentes equipos.

En el siguiente capítulo se encuentra los productos a usarse como las luminarias, reflectores, balastos, arrancadores, los distintos postes para el alumbrado público, fotocélulas, contactores, relés, entre otros. (Delgado León & Saraguro Segovia, 2021).

En cuanto al diseño es indispensables realizar el cálculo interior y exterior ya que depende de algunos factores como uniformidad de la vía, deslumbramiento, direccionalidad de la luz, entre otros.

En otro capítulo indica sobre el mal funcionamiento del sistema de alumbrado, los reclamos y deficiencias, interviene el SAP el cual tiene cada municipio esto con la finalidad de realizar estadísticas, elaboración de análisis del servicio.

Por último en otros capítulos van directamente relacionados a la vigilancia y control de los usuarios con el servicio, trata de las sanciones tanto para las empresas distribuidoras, personas naturales, empresas comercializadoras e importadoras que incumplan con el reglamento, por otro lado, también están las certificaciones del proveedor, pruebas acreditadas que son validadas por la norma; por lo general la vigencia de este reglamento es de cinco años pero con la posibilidad que sea modificado después de un tiempo determinado. (Delgado León & Saraguro Segovia, 2021).

2.9. Fundación Iluminar

Fue fundada de forma legal el 2 de diciembre del año 2002, en una asamblea general donde estaban representantes de E.T.A.P.A, E.E.R.C.S, ELECAUSTRO, HIDROPAUTE, el Ministerio de Turismo aprobó todos los estatutos. (*Fundación Iluminar | GAD Municipal de Cuenca*, 2022).

La misión de la fundación es impulsar y fomentar el turismo en bienestar de los ciudadanos y espacios públicos y la visión es fortalecerse como una entidad eficiente, eficaz, innovadora, creativa en iluminación artísticas con un equipo comprometido.

En cuanto a los objetivos es optimizar, operar y mantener el alumbrado público ornamental de los bienes patrimoniales de la ciudad y embellecer a la ciudad de Cuenca en épocas festivas tales como; navidad, Corpus Christi entre otras, de esta manera de promueve el turismo y el mejoramiento de la urbe. (*Fundación Iluminar | GAD Municipal de Cuenca, 2022*).

Las competencias y actividades de la fundación van correlacionadas con los objetivos, realzar los lugares emblemáticos, históricos y tradicionales de los diferentes espacios de Cuenca a través de una iluminación creativa y confortable, otra de sus labores es mantener dos tipos de iluminación; la permanente es aquella es que ilumina de manera continua inmuebles patrimoniales o lugares representativos como iglesias, parques, catedrales, entre otras, mientras que la temporal ilumina momentáneamente o por un tiempo determinado esto con la finalidad de distinguir determinadas áreas en ciertas épocas del año que son representativas y son de entretenimiento para el espectador. (*Fundación Iluminar | GAD Municipal de Cuenca, 2022*).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA Y DESARROLLO

3.1. MARCO METODOLÓGICO

Para el análisis de niveles de iluminación y posteriormente presentar la propuesta para todas las áreas del mirador se manejó la siguiente metodología.

3.2. Levantamiento de información

Se procede a recopilar la información actual del sistema de iluminación de todos los espacios del mirador, mediante una visita in situ se obtiene los tipos y número de luminarias, los ángulos y la altura de montaje, entre otros y, con la ayuda del luxómetro se logra recopilar datos de la cantidad de luxes en cada área.

3.3. Análisis de la información

Con toda la información obtenida se procedió a realizar las respectivas simulaciones en el programa DIALux Evo, con el objetivo de obtener los valores recomendados en las luminarias, los ángulos a los que deben ser ubicados, las potencias, las alturas entre otras, para las diferentes áreas del mirador, considerando las normativas nacionales e internacionales.

3.4. Cálculos de los niveles de iluminación

Los niveles de iluminación son distintos para cada área, es por esto por lo que es importante conocer la cantidad luxes de cada zona y también la potencia de las luminarias junto con sus curvas fotométricas.

3.5. Presentación de alternativa

Finalmente presentar una propuesta para el mejoramiento del sistema de iluminación instalada con luminarias adecuadas y con valores de potencia respectivos y obtener confort visual y el uso eficiente del alumbrado público y ornamental, a la vez que resalten toda la riqueza arquitectónica del lugar.

3.6. Ubicación

Cuenca ha sido considerada como una de las ciudades que ilustran los procesos de turistificación especialmente en las áreas patrimoniales, cabe recalcar que ha sido declarada como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO, en el 2017 y 2019 obtuvo un Oscar del Turismo ya que fue considerada como el mejor destino de Sudamérica para estancias de corto plazo, ya que se obtuvo una campaña publicitaria enfocada a la lógica de la competitividad, marketing, regeneración urbana, realce del área

patrimonial todo esto con el objetivo de hacer una lugar más atractivo para los turistas. (Cabrera-Jara, 2019b)

Cuenca es considerada como Santa Ana de los Ríos, se encuentra al sur del Ecuador, también es conocida como Guapondélig, cuenta con diversos atractivos y miradores turísticos, uno de ellos es conocido como “El Mirador de Turi o Balcón Cuencano”, la parroquia Turi está ubicada a cuatro kilómetros al sur de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. Cuenta con una superficie de 2589.89 hectáreas, a una altitud que varía entre los 2555 y 3035 msnm. (Chiriboga Zúñiga & Méndez Andrade, 2022).

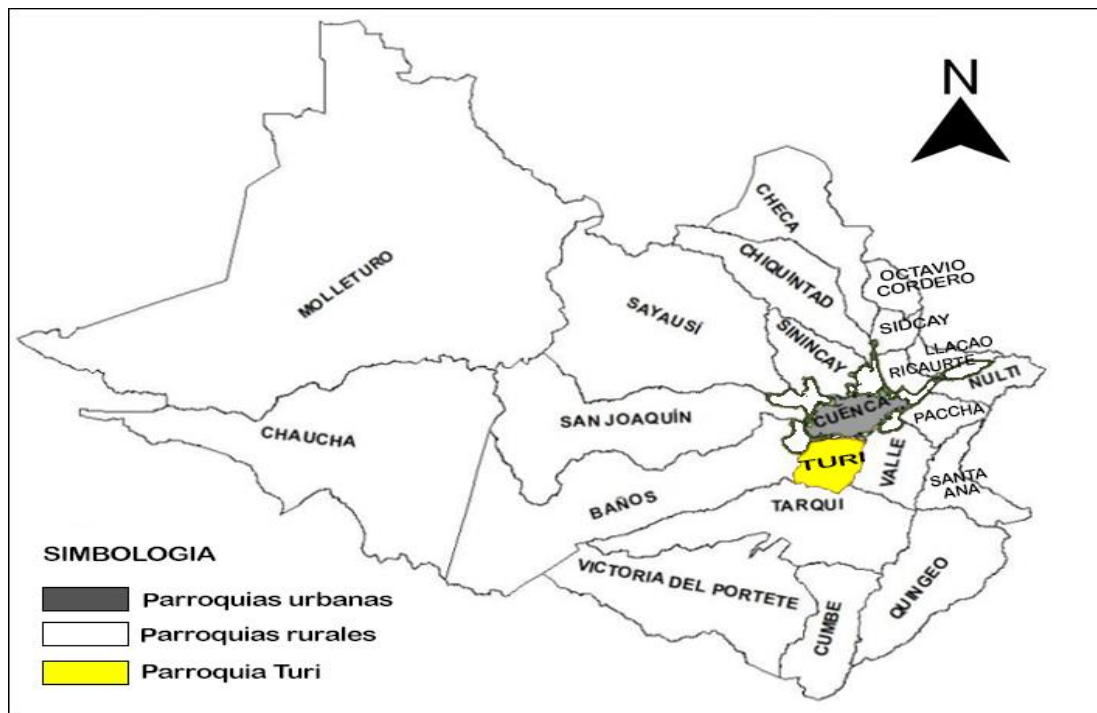


Figura 6. Ubicación de la parroquia Turi.
Elaboración: Diego Pañi

El mirador de Turi es considerado para este proyecto de investigación, al ser un área de transformación urbana creada con fines turísticos (turistificación), (Calle Vaquero, 2019) considera a la turistificación como a la transformación de barrios para brindar entretenimiento a los turistas.

3.7. Descripción

El mirador de Turi se encuentra aproximadamente a unos quince minutos del centro histórico de Cuenca, por lo que se ha convertido en un área de turistificación de la ciudad y es denominado el balcón de los cuencanos gracias a sus únicas cualidades como es su vista, artesanías, cultura y arquitectura propia. Un aspecto importante del mirador es que está acentuada en una ladera y desde allí se puede visualizar la mayor parte de la ciudad.



Foto 5. Turi Centro
Fuente. Diego Pañi

3.8. Acceso al mirador de Turi

En la actualidad existen varias vías que permiten acceder al mirador, la principal es desde el redondel de la circunvalación sur Cuenca - Azogues y subida a Turi, por otro lado, está la vía que conduce al Centro de Rehabilitación Social (CRS), que luego se incorpora a la carretera Turi - Tarqui, también está el acceso por el sector del Tablón Alto y finalmente por la vía que atraviesa la comunidad de Ictocruz.



Figura 7. Vías de acceso al mirador.

Fuente. Google Maps
Elaboración. Diego Pañi

El área de estudio está dividida en tres subáreas.

1. Subárea “Teatro Greco”,
2. Subárea “Locales comerciales”
3. Subárea “Plaza Central y alrededores”

dentro de estas estudiaremos la parte arquitectónica como la iglesia, monumentos, fachadas, plazuelas, así como también las características de la vía principal, pendientes, balcones volados y se realizará un análisis ambiental y económico.

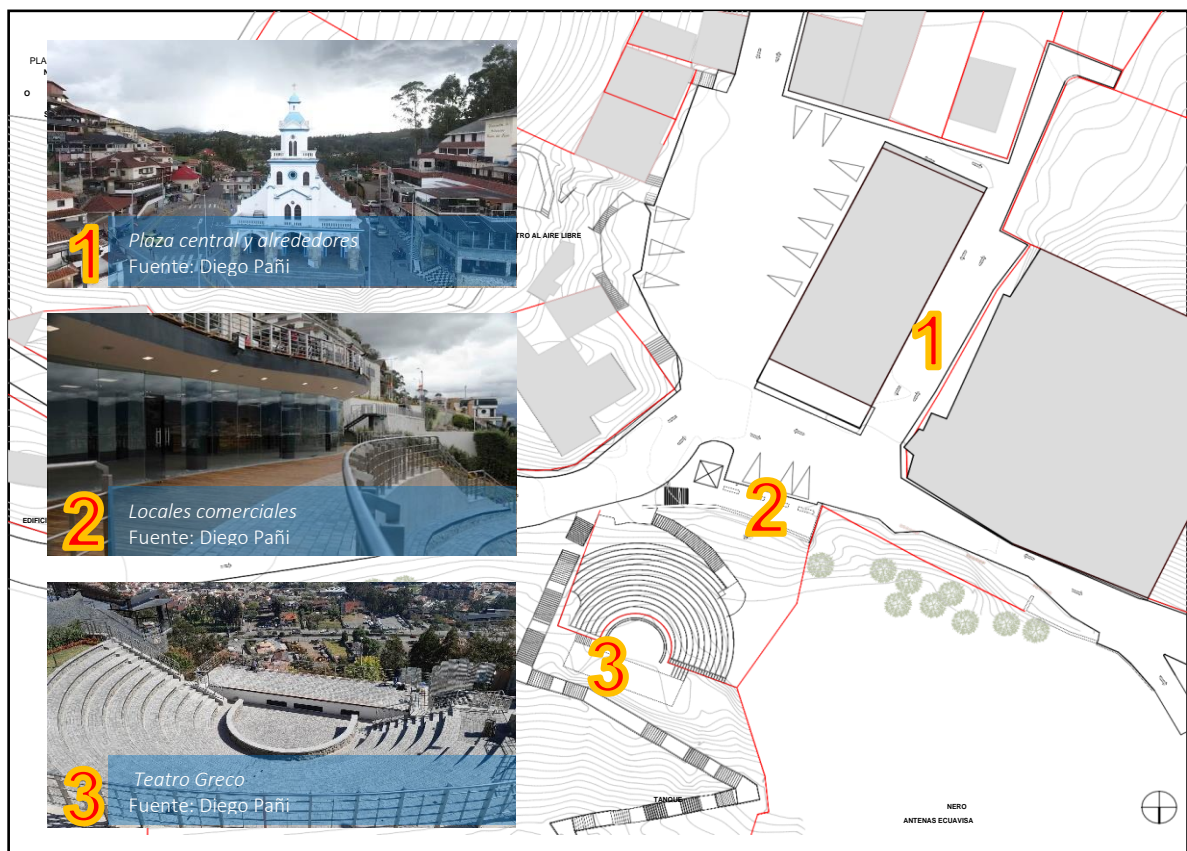


Figura 8. Planificación de áreas.
Elaboración: Diego Pañi

(Rivera Mateos & Félix Mendoza, 2019) prueban que en los últimos años el municipio y el gobierno autónomo descentralizado parroquial de Turi, han puesto en marcha la renovación y reactivación de los espacios públicos, debido a que este sector cuenta con una excepcional topografía, espacios arquitectónicos y vista panorámica de una gran parte de la ciudad. Sin embargo, la implementación de la iluminación no ha sido de la mejor y presentan inconvenientes.



Foto 6. El mirador de Turi en remodelación 2022.
Fuente. Diego Pañi

Para el análisis fotométrico del mirador Turi, se realizó con un vehículo aéreo no tripulado (dron) de marca **Mavic Air**; de esta manera se procedió a elaborar un plan de vuelo para capturar las fotografías del mirador, tanto de manera longitudinal, como transversal con el objetivo de conseguir una vista panorámica y así elaborar el modelado en 3D, tal y como lo hizo (Abanto Bazán, 2019) para obtener la representación georreferencial y tridimensional en alta resolución del lugar de estudio, en este caso también se obtuvo las distribuciones de las estructuras y algunas características adicionales de la zona.



Foto 7. Toma aérea con VANT del mirador Turi
Fuente: Diego Pañi

Con la información obtenida tanto con el drone, así como del GPS Trimble GEOXT 2008 SERIES, procedemos a realizar el plano en el software AutoCAD de toda el área que corresponde al mirador, mismo que servirá para realizar todos los diseños y simulaciones posteriores.

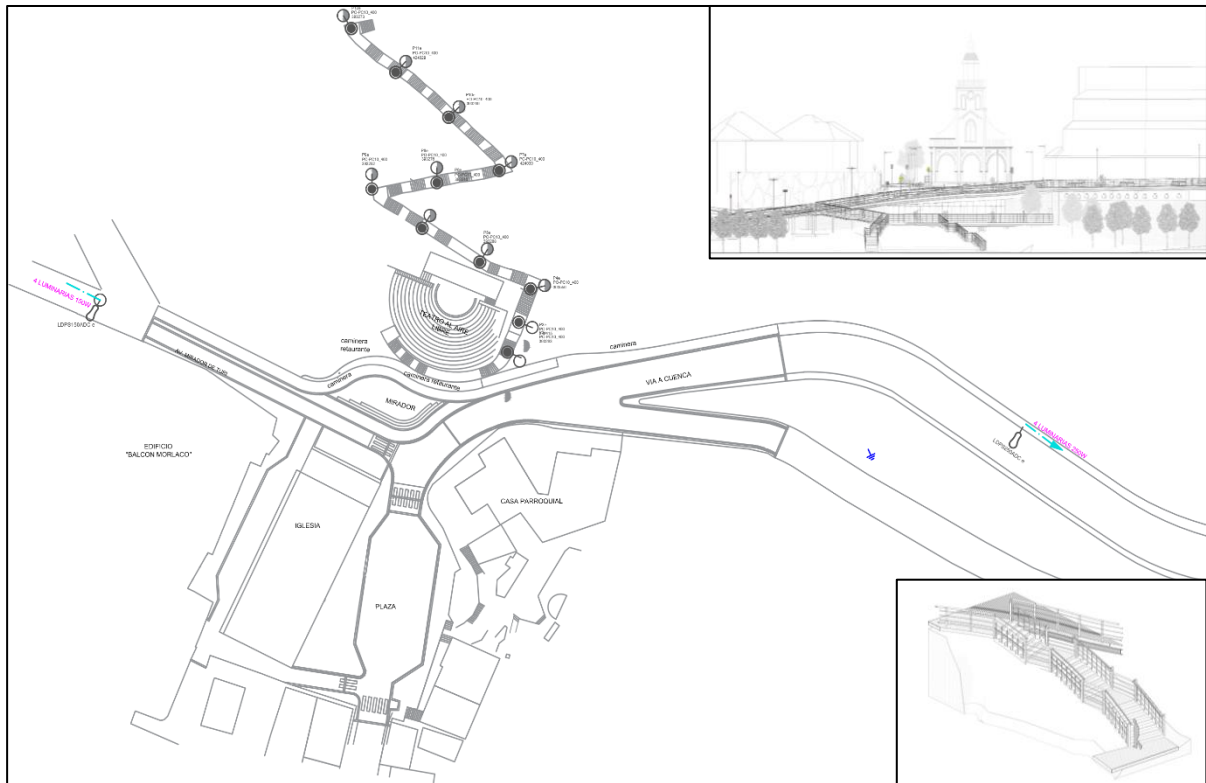


Figura 9. Plano DWG del mirador
Elaboración: Diego Pañi

3.9. Sistema de iluminación

En el paso anterior, con la ayuda del AVNT y sumado a la información recogida in situ por el dispositivo Luxómetro, se obtuvo un análisis perceptivo del lugar, es decir se observó el mirador tanto de día como de noche, para de esa manera percibir cómo influye la luz natural y la luz artificial respectivamente. En las imágenes de toda el área podemos apreciar diferentes escenarios y cada una de ellas tiene un aporte importante en la parte estética. Sin embargo, podemos notar claramente que el sistema de iluminación artificial es ineficiente en algunos sectores. La falta de planificación del alumbrado público y ornamental es inminente, puesto que varias luminarias están mal direccionados y dimensionadas.

RECOPIACION IN SITU DE LAS DIFERENTES AREAS DEL MIRADOR

Fotografías	Fotografías capturadas en el día	Fotografías capturadas en la noche
	 <p>Foto Teatro Greco Fuente: Diego Pañi</p>	 <p>Foto Teatro Greco Noche Fuente: Diego Pañi</p>
	 <p>Foto Local comercial Fuente: Diego Pañi</p>	 <p>Foto Local comercial noche Fuente: Diego Pañi</p>
	 <p>Foto Plaza y alrededores Fuente: Diego Pañi</p>	 <p>Foto Plaza y alrededores noche Fuente: Diego Pañi</p>
	 <p>Foto Vía principal de acceso Fuente: Diego Pañi</p>	 <p>Foto Vía principal de acceso noche Fuente: Diego Pañi</p>
	 <p>Foto Escalinatas Fuente: Diego Pañi</p>	 <p>Foto Escalinatas noche Fuente: Diego Pañi</p>

TEATRO GRECO

LOCAL COMERCIAL

PLAZOLETA Y CAMINERAS

ACCESO AL MIRADOR

ESCALINATAS

Tabla 2. Zonificación con diferentes áreas

Elaboración: Diego Pañi

3.10. INVENTARIO DE LUMINARIAS INSTALADAS

Para el análisis de sistema de iluminación actual se elaboró un inventario con el levantamiento de todas las luminarias que se encuentran implantadas en el mirador tanto en los espacios verdes, fachadas, iglesias, vías y graderíos, a la vez se tomó en consideración la distribución de las luminarias y equipos de respectivos.

Principales parámetros para el análisis del sistema de iluminación.









Tipo de fuente	Tipo de luminaria	Potencia (w)	# instaladas	Potencia total (w)	Imagen
LED	Schröder Ponto 6344	9	47	423	
	Aplique de pared	12	3	36	
	Panel redondo	18	15	270	
	Panel rectangular	60	9	540	
	Reflector	400	5	2000	
	Luminaria Ledex	75	10	750	
	Luminaria Ledex	200	18	3600	
Vapor de sodio	Luminaria de poste	150	4	600	
TOTAL			111	8219	

Tabla 3. Inventario de luminarias instaladas
Elaboración: Diego Pañi

3.11. VALORES DE ILUMINACION EN DIFERENTES AREAS

Con una visita in situ se obtuvo el tipo de luminarias, potencia, alturas a las que están instaladas, numero de luminarias y los soportes, esto nos servirá más adelante para indicar las luminarias cambiadas, los ángulos, alturas y soportes a los que se va a restablecer para cumplir con los parámetros establecidos por la normativa y así brindar confort, seguridad y eficiencia energética, siempre resguardando el medio ambiente, pero recalcando los espacios arquitectónicos.

En las subáreas establecidas se procedió a recolectar los datos con la ayuda del luxómetro Klein Tools, la idea es tomar la cantidad de luxes siguiendo la lógica del método de los 9 puntos, de esa manera observar los puntos de luz, la eficiencia, el impacto ambiental, parámetros lumínicos.

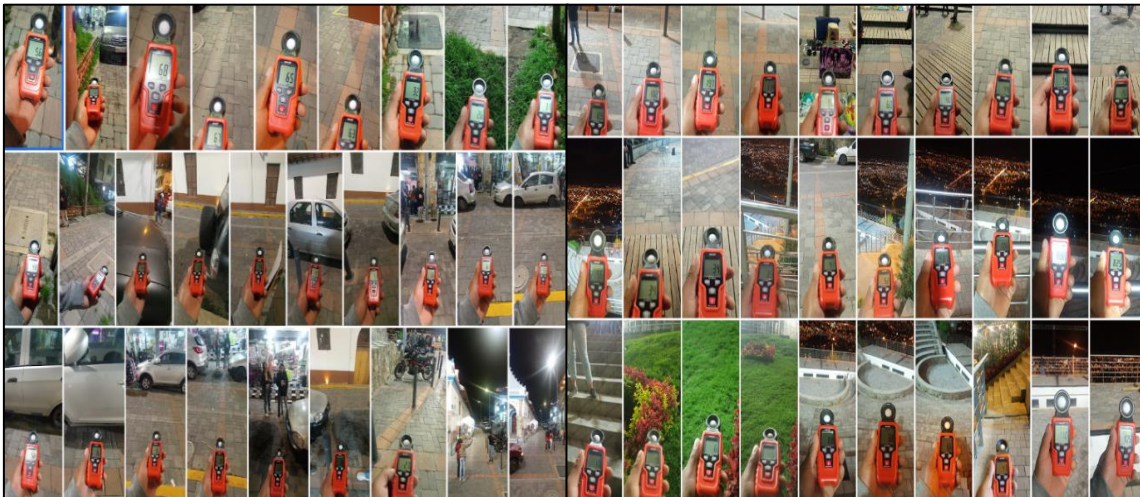


Figura 10. Medición de luxes de las diferentes áreas del mirador
Fuente: Diego Pañi

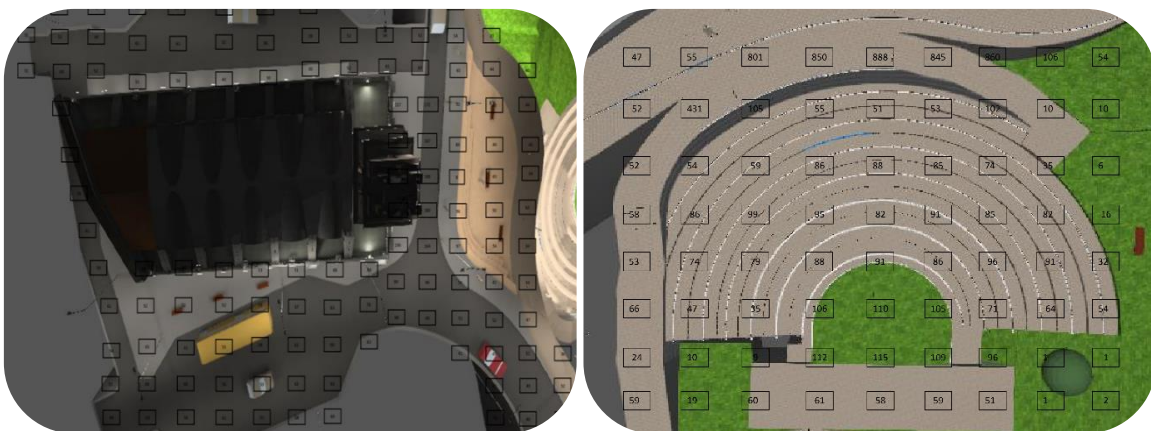


Figura 11. Medición de luxes utilizando el método de los 9 puntos
Elaboración: Diego Pañi

3.11.1. ILUMINACION EN EL AREA DE LA PLAZA

Con los valores obtenidos se puede constatar que en algunos espacios carecen de iluminación y en otros existen encandilamientos, lo cual resulta molesto para los usuarios, esto se debe a diferentes aspectos en el sistema de iluminación que no fueron tomados a consideración, en la parte de la fachada de la iglesia y sus alrededores están colocadas luminarias que en parte ayudan a resaltar la construcción arquitectónica frontal pero no las partes laterales, más bien estos reflectores encandilan demasiado y sobrepasan los niveles permitidos para dicha área.



Figura 12. Reflectores que iluminan la fachada de la iglesia

Elaboración: Diego Pañi

3.11.2. ILUMINACION EN EL AREA LATERAL DERECHO DE LA PLAZA

En la parte posterior de la iglesia, exactamente al costado derecho, existen espacios que cuentan con una iluminación totalmente deficiente y esto da cabida a que personas con criterios desfavorables intenten utilizarlos para realizar actividades no permitidas en espacios públicos, entre ellas el consumo de sustancias estupefacientes, alcohol e incluso intenten delinquir.

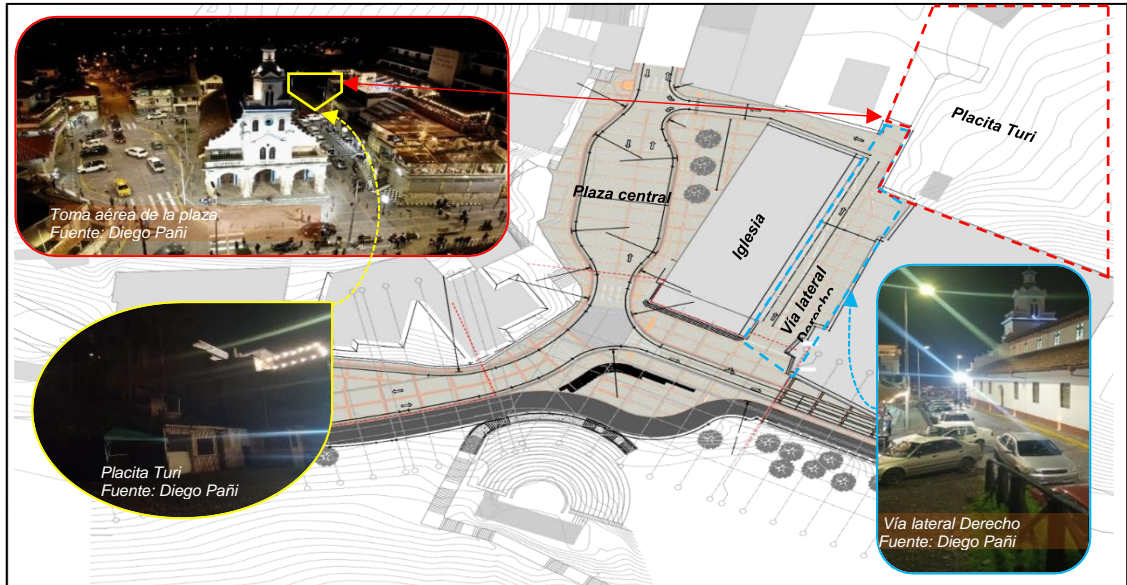


Figura 13. Iluminación deficiente en la parte posterior de la iglesia
Elaboración: Diego Pañi

3.11.3. ILUMINACION EN AREA DEL TEATRO GRECO

En el área del teatro Greco sucede algo similar, la colocación de tres reflectores Ledex 400W-150LM/W direccionados específicamente al escenario cumplen con su función de iluminar dicho espacio, sin embargo, existen muchos puntos que no son iluminadas correctamente debido a la mala ubicación de colocación de los equipos. Pero existe un problema mayor, al ser unas luminarias de alta potencia y al estar instaladas en la parte inferior del balcón, crean un deslumbramiento muy significativo, que empañan toda la fachada del mirador y la iglesia.

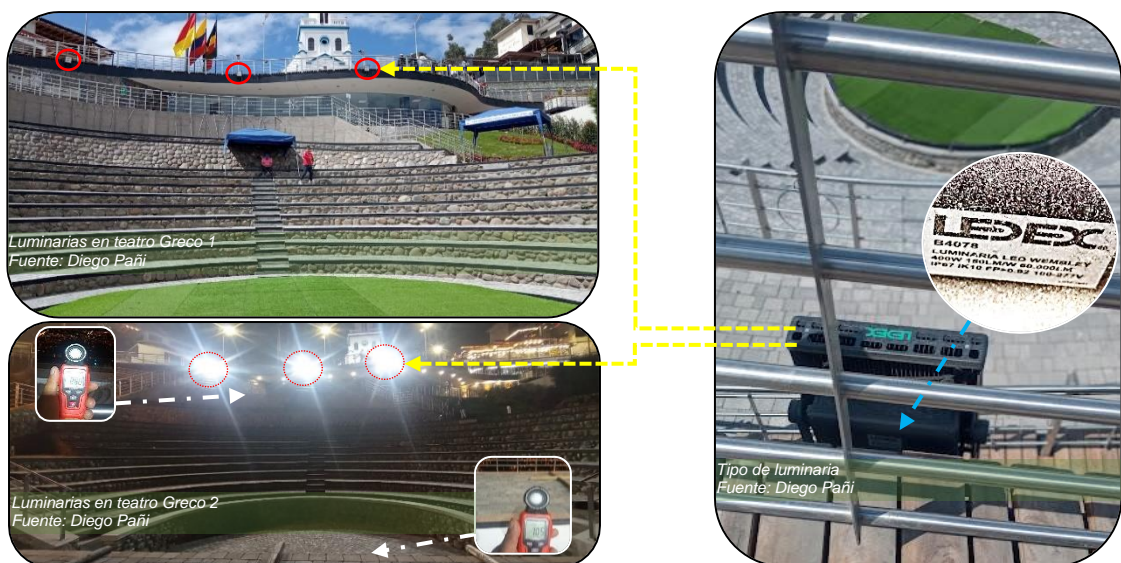


Figura 14. Reflectores que iluminan el teatro Greco
Elaboración: Diego Pañi

3.11.4. ILUMINACION EN EL AREA DEL LOCAL COMERCIAL

En el área del teatro Greco sucede algo similar, la colocación de tres reflectores Ledex 400W-150LM/W direccionados específicamente al escenario cumplen con su función de iluminar dicho espacio, sin embargo, existen muchos puntos que no son iluminados correctamente debido a la mala ubicación de colocación de los equipos. Pero existe un problema mayor, al ser unas luminarias de alta potencia y al estar instaladas en la parte inferior del balcón, crean un deslumbramiento muy significativo, que empañan toda la fachada del mirador y la iglesia.

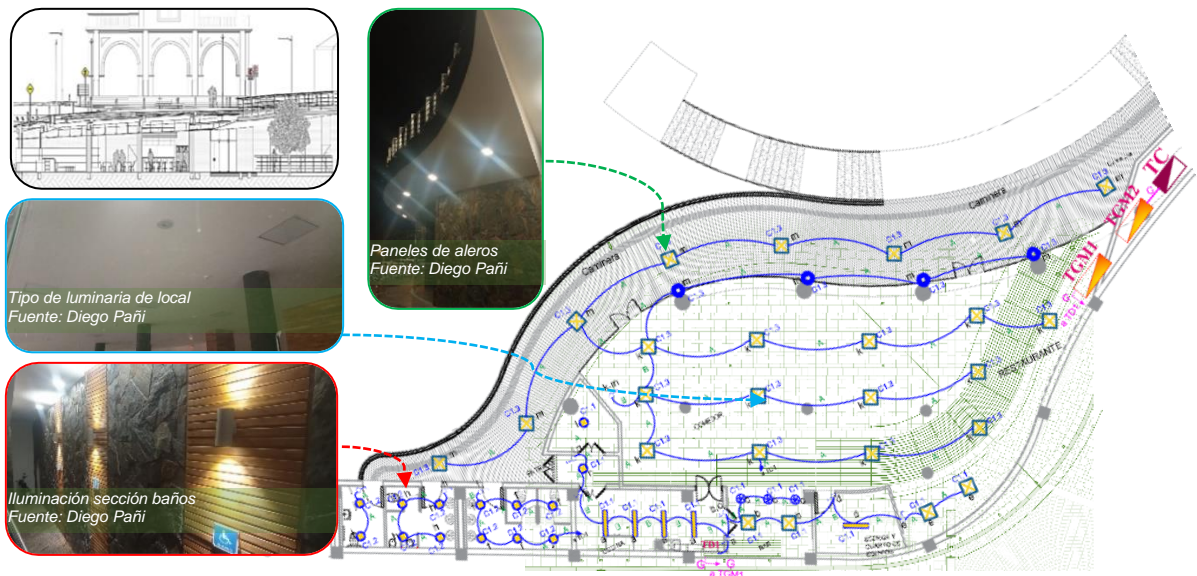


Figura 15. Sistema de iluminación del local comercial
Elaboración: Diego Pañi

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. ESTADO ACTUAL DE LA ILUMINACION EN EL MIRADOR

Luego de un análisis realizado sobre el proyecto la reconstrucción del mirador de Turi y una vez diagnosticado los errores, se plantea ciertas soluciones para las áreas intervenidas, pues la idea central es hacer que la iluminación sea un factor importante, que permita que todos los espacios tengan un realce, para que los visitantes se encuentren un lugar muy atractivo y acogedor.



Figura 16. Propuesta del nuevo diseño de iluminación

Elaboración: Diego Pañi

4.2. SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL DEL MIRADOR

El sistema actual del mirador consta básicamente con equipos de tecnología LED, entre ellos, luminarias para alumbrado público, reflectores, paneles, lámparas de piso empotrables y apliques para pared; cada una de ellas con diferentes funciones como: alumbrar las vías y camineras, resaltar fachadas y proveer una decoración agradable. Todas las características están detalladas en la **tabla 3** (inventario de luminarias instaladas). Sin embargo se puede notar que hace falta realizar ciertas correcciones.



Foto 8. Sistema de iluminación actual del mirador Turi
Fuente: Diego Pañi

4.3. PROPUESTA DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACION

4.3.1. CORRECCION LUMINICA EN EL TEATRO GRECO

La propuesta consta en reubicar los tres reflectores de 400W, colocadas en la parte inferior del balcón, hacia los sitios laterales del teatro Greco y, en su lugar instalar un perfil con manguera de neón LED 2.5W/m por todo el largo de la base.



Figura 17. Propuesta de iluminación para el teatro Greco
Elaboración: Diego Pañi

Así también para dar realce al graderío se plantea colocar el mismo tipo de manguera de neón LED por todo el borde metálico de los peldaños.

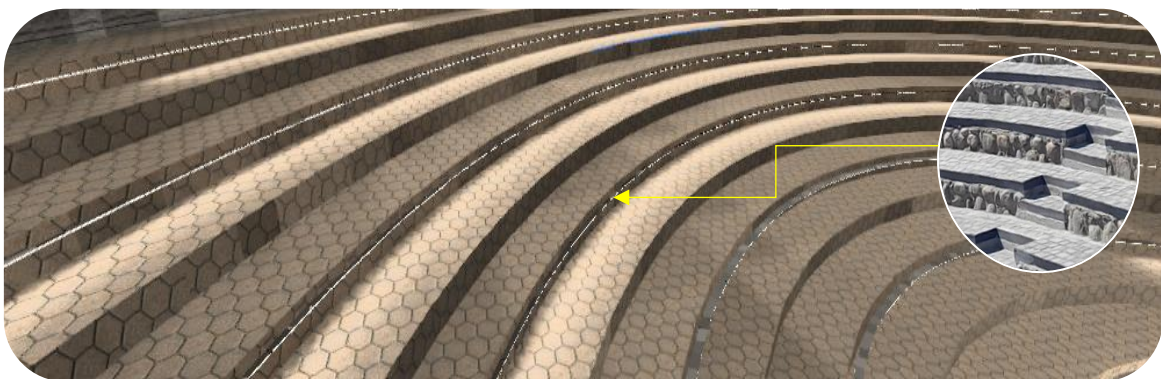


Figura 18. Perfil de manguera de neón Led
Elaboración: Diego Pañi

Finalmente se obtiene la ilustración de los colores falsos del graderío, con aquello se puede observar el rango de la iluminación (lx/m^2) que esté dentro de lo moderado.

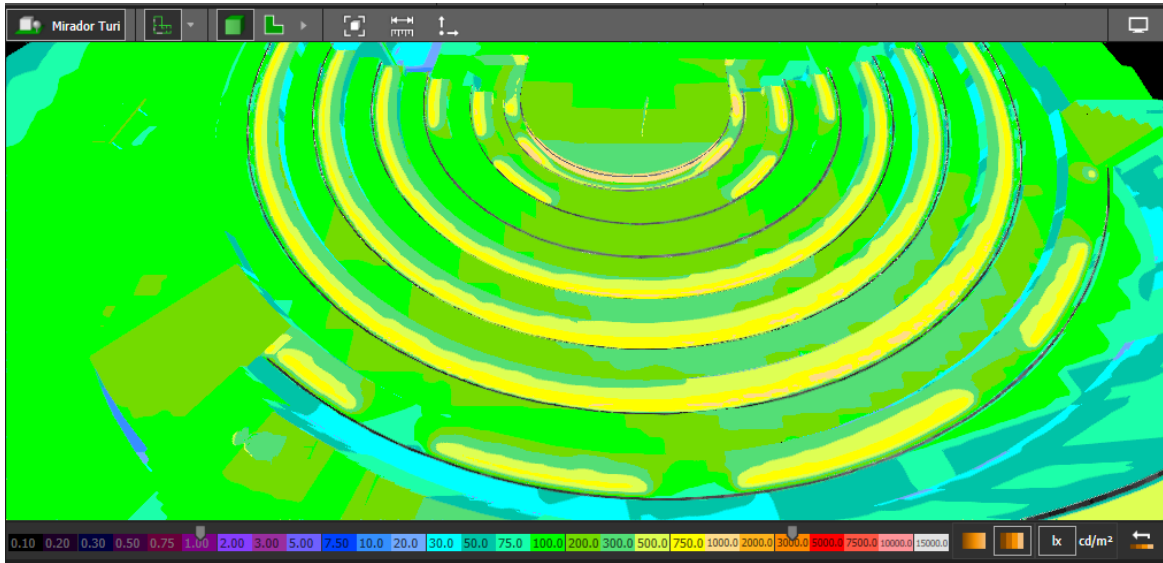


Figura 19. Simulación en colores falsos de radiación lumínica del graderío
Elaboración: Diego Pañi

4.3.1.1. CARGA PROYECTADA

La demanda proyectada de carga en el teatro Greco es la siguiente:

Carga y demanda proyectada por c/m								
Tablero de distribución	# circuito	Descripción	# fases	Voltaje (v)	Carga (W)	Demanda Max (W)	Calibre conductor	Factor de coincidencia
TC1	1	Manguera Led Neón 110 V	1	127	7.5 c/m	7.5 c/m	2*14 THHM	1

Tabla 4. Carga y demanda proyectada por c/m
Elaboración: Diego Pañi

Carga y demanda proyectada máxima						
Cantidad (m)	Descripción (c/m)	Voltaje (v)	Carga (W)	Potencia total (W)	Corriente (A) c/m	Corriente total (A)
250	Manguera Led Neón 110 V	127	7.5 c/m	1875	0.0059	14.76

Tabla 5. Carga y demanda proyectada máxima
Elaboración: Diego Pañi

4.3.2. CORRECIÓN LUMÍNICA EN LA PLAZA Y CAMINERAS

En el área de la plaza cuenta con una excelente iluminación, pero no sucede lo mismo en la parte lateral derecha, existen dos reflectores de 400W que enfocan la fachada de la iglesia con muchísima intensidad, pero solo iluminan el %50, estos se pretenden ser suspendidos y en su lugar implementar el alumbrado ornamental para resaltar su belleza arquitectónica. (Bernal Bernal, 2021).

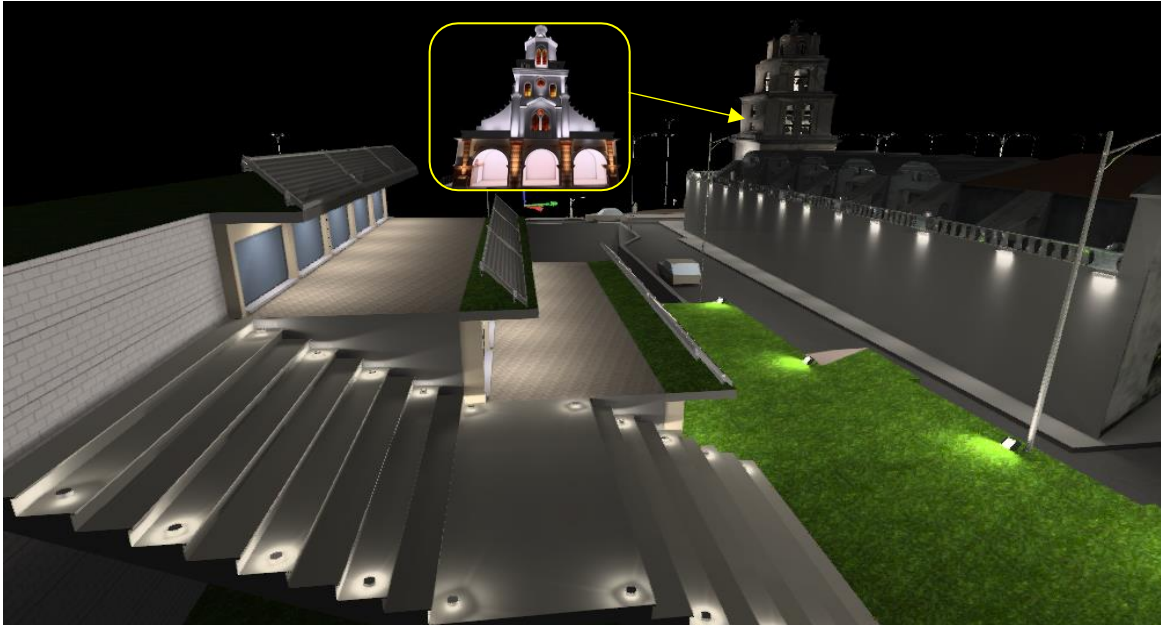


Figura 20. Alumbrado ornamental en la parte lateral derecha de la iglesia
Elaboración: Diego Pañi

La idea es dar realce a las fachadas de la iglesia y locales comerciales en este callejón

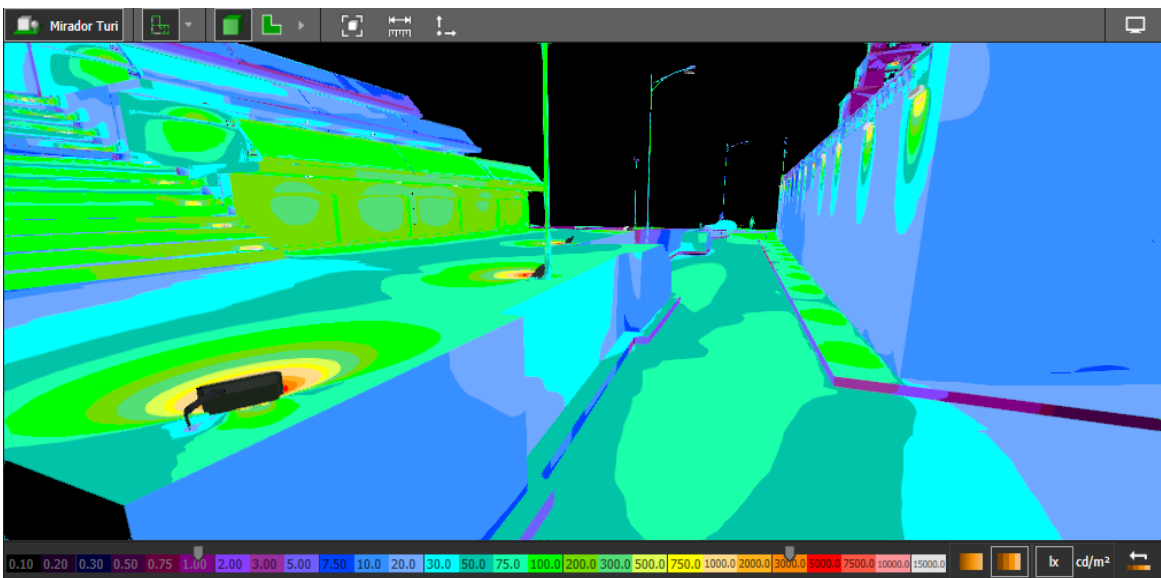


Figura 21. Colores falsos de radiación lumínica del lateral derecho de la iglesia
Elaboración: Diego Pañi

La demanda proyectada de carga en la plaza lateral derecha es la siguiente:

Carga y demanda proyectada por c/u								
Tablero de distribución	# circuito	Descripción	# fases	Voltaje (v)	Carga (W)	Demanda Max (W)	Calibre conductor	Factor de coincidencia
TC2	1	Dicroico LED	1	127	18	18	2*14 THHM	1
	2	Relector <u>LEDex</u>	2	220	400	400	2*14 THHM	1
Total								

Tabla 6. Carga y demanda proyectada en plaza lateral derecho
Elaboración: Diego Pañi

Al implementar los dos tipos de luminarias, se puede notar como mejora la iluminación en este callejón y lo hace más atractivo, cumpliendo con el propósito planteado para esta área. Hay que recalcar que esta zona es más transitada por el peatón antes que los vehículos.

Carga y demanda proyectada máxima						
Cantidad (m)	Descripción (c/m)	Voltaje (v)	Carga (W)	Potencia total (W)	Corriente (A) c/m	Corriente total (A)
14	Dicroico LED	127	18 c/u	252	0.14	1.98
2	Relector <u>LEDex</u>	220	400 c/u	800	3.63	3.63

Tabla 7. Carga y demanda proyectada máxima en plaza lateral derecho
Elaboración: Diego Pañi

4.3.3. CORRECCION LUMINICA DEL LOCAL COMERCIAL DEL MIRADOR

Este espacio cuenta con la mejor posición por la vista que posee hacia la ciudad, es por ello por lo que requiere que la iluminación sea perfecta, tanto en el día como en la noche, debido que este espacio está destinado para la exposición de artesanías y los productos que elabora las diferentes asociaciones de emprendimientos de la parroquia Turi.

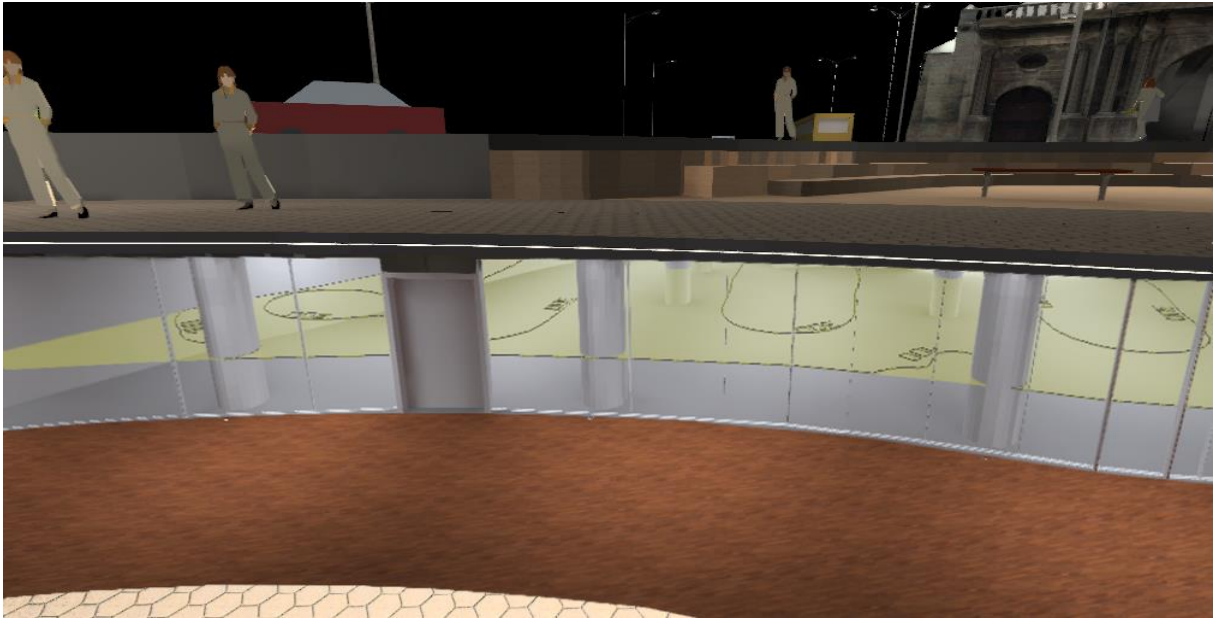


Figura 22. Ingreso al área del local comercial
Elaboración: Diego Pañi

El local comercial aún no está en funcionamiento, pero se pretende que será destinado para la exposición de artesanías y un restaurante, también cuenta con baterías sanitarias para uso público. (Recuperación del Mirador de Turi | GAD Municipal de Cuenca, 2019).

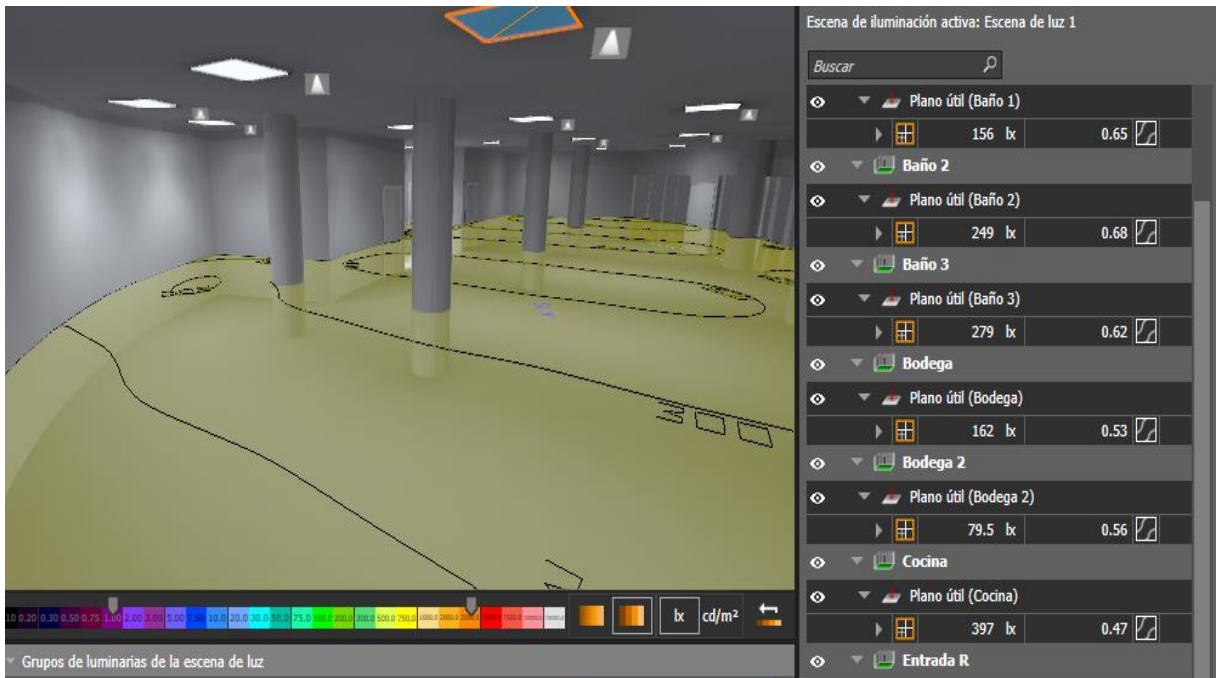


Figura 23. Simulación del área del local comercial
Elaboración: Diego Pañi

En la simulación podemos notar que la iluminación es un poco deficiente y requiere ser mejorada para que cumpla las condiciones para el cual fue asignado este espacio. Lo

importante brindar confort visual a los visitantes y por eso se sugiere algunas mejoras en las luminarias.



Figura 24. Simulación del área del local comercial

Fuente: GAD Municipalidad de Cuenca
Elaboración: Diego Pañi

Una vez corregido la iluminación para el local comercial, procedemos hacer la simulación y podemos observar que ahora si cumple y está dentro del rango permitido y de esa manera garantizar el confort visual.

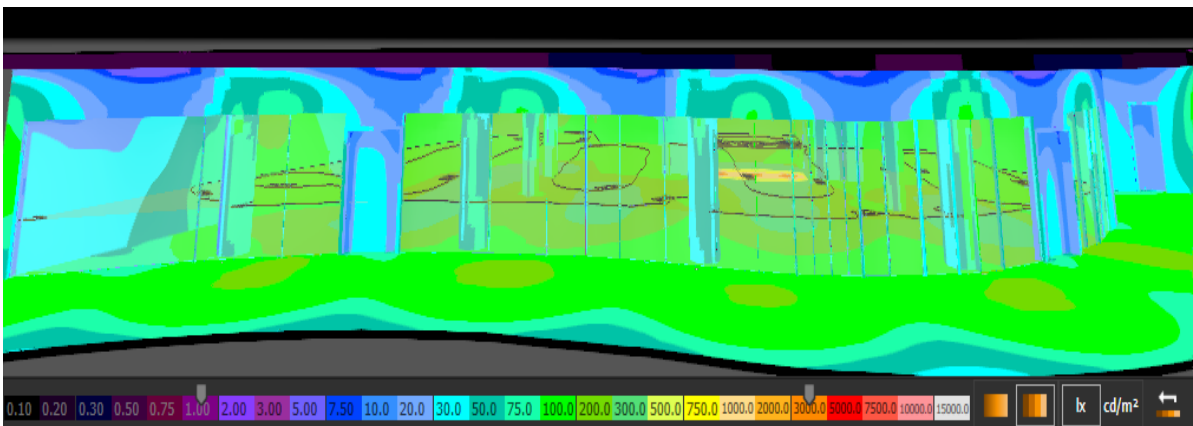


Figura 25. Colores falsos del local comercial

Fuente: Diego Pañi

Carga y demanda proyectada por c/u								
Tablero de distribución	# circuito	Descripción	# fases	Voltaje (v)	Carga (W)	Demanda Max (W)	Calibre conductor	Factor de coincidencia
TC3	3	Panel LED 600*600	1	127	60	60	2*14 THHM	1

Tabla 8. Carga y demanda proyectada del local comercial
Elaboración: Diego Pañi

Carga y demanda proyectada máxima						
Cantidad (m)	Descripción (c/m)	Voltaje (v)	Carga (W)	Potencia total (W)	Corriente (A) c/m	Corriente total (A)
18	Panel LED 600*600 6200k	127	60 c/u	1080	0.47	8.5

Tabla 9. Carga y demanda proyectada máxima en el local comercial
Elaboración: Diego Pañi

4.3.4. ILUSTRACION DE COLORES FALSOS DE TODO EL AREA DEL MIRADOR

A continuación, se muestra la representación técnica del nivel de luminosidad de las luminarias con todas las sugerencias planteadas, corrigiendo los ángulos de colocación y apertura de enfoque, sin exceder los valores de luxes permitidos para estos espacios. Los rangos son obtenidos gracias a la simulación realizada en el software DIALux.



Figura 26. Valor de nivel de iluminación en colores falsos
Fuente: Diego Pañi

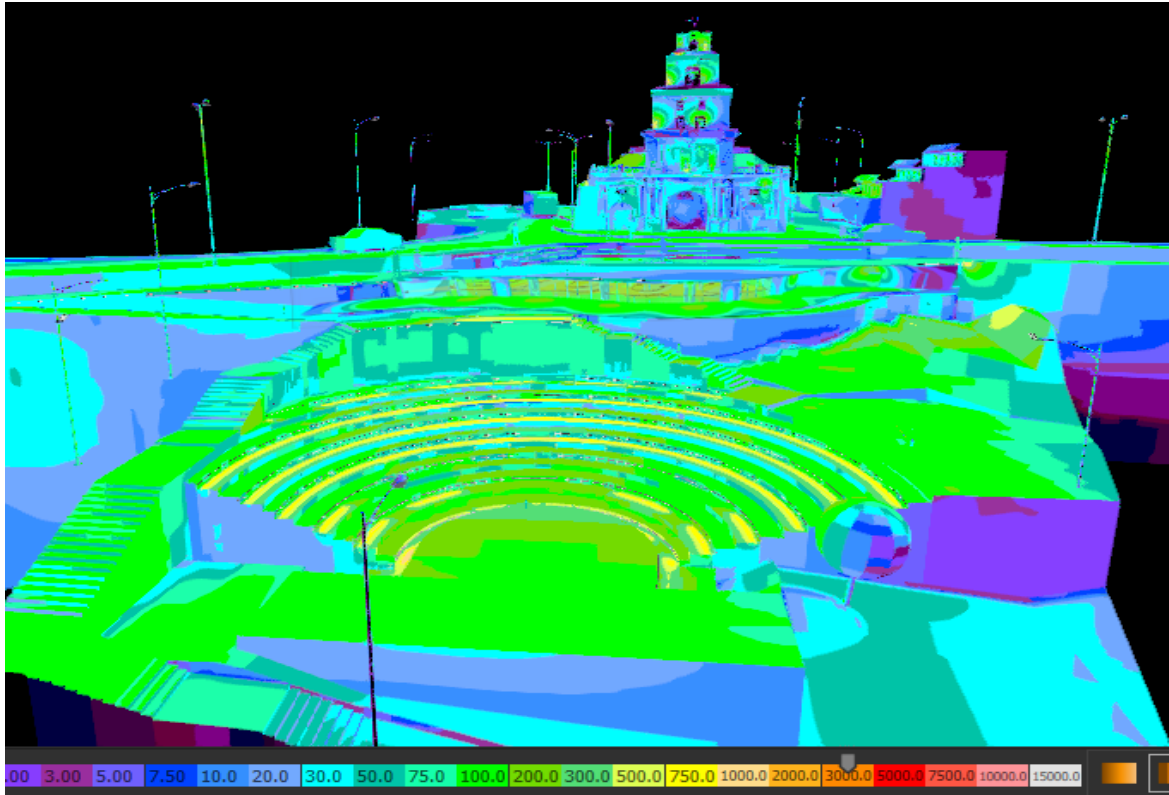


Figura 27. Rango de nivel de iluminación en colores falsos de todo el mirador
Fuente: Diego Pañi

El rediseño del sistema lumínico del mirador pretende mejorar la uniformidad de la iluminación dentro del rango permitido en todos los espacios del mirador de acuerdo con el reglamento de la normativa RTE 069 INEN, con la finalidad de que resalte todas las infraestructuras, pero al mismo tiempo no sean una molestia visual por falta o excesiva luminosidad.

Clasificación	Iluminación Mínimo	Iluminación Promedio	Iluminación Máxima
Canchas múltiples recreativas	30	50	70
Plazas y plazuelas	20	30	50
Pasos peatonales subterráneos	20	30	50
Puentes peatonales	10	20	20
Zonas peatonales baja y aledañas a puentes peatonales y vehículos	10	20	30

Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques	10	20	30
Ciclo rutas en parques	10	20	30

Tabla 10. Clase y niveles de iluminación en zonas públicas.

Fuente: RETILAP 2010

Elaboración: Diego Pañi

4.4. OPTIMIZACION DE ILUMINACION NATURAL

La energía solar es nuestra principal fuente inagotable que poseemos y debemos aprovecharlo al máximo, ya sea de una u otra manera.

4.4.1. ILUMINACION NATURAL

Una de las múltiples ventajas que nos proporciona el sol, es la radiación que se esparce en todas direcciones del espacio por medio de ondas electromagnéticas. En este caso la radiación global es la que incide por toda la superficie terrestre, llevando consigo una gran cantidad de energía que la podemos aprovechar de varias maneras.

4.4.1.1. DETERMINACION DE RADIACION E IRRADIANCIA EN LA SUPERFICIE

El flujo radiante ($3.8 * 10^{26}$ vatios) es la transmisión de energía por radiación electromagnética y se define en unidad de tiempo y se mide en Joules por segundo (J/s), que equivale a un vatio precisando la potencia eléctrica.

$$\left(\frac{\text{Energía}}{\text{Area Tiempo}} \right) \quad (2)$$

La irradiancia es el flujo de energía recibida por unidad de área y es integrada en el tiempo.

$$\left(\frac{\text{Energía}}{\text{Area}} \right) \quad (3)$$

Unidad de medida por día.

$$\left(\frac{kWh}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mj}{m^2} \right) \quad (4)$$

Con estos datos podemos obtener el valor de horas solar pico (HSP), dividiendo la irradiación sobre la irradiante constante.

$$\left(\frac{kWh}{m^2} \right) / \left(\frac{kW}{m^2} \right) = HSP \quad (5)$$

4.4.1.2. IRRADIACION PROMEDIO MENSUAL EN EL LUGAR

Para obtener los datos verídicos de la irradiación solar en Turi, se lo hizo en la página de la NASA Meteorology, donde con las coordenadas del sitio se puede obtener la siguiente tabla de información.

MES	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM/ANUAL
<i>kWh</i> <i>/m²</i>	4.49	4.59	5.04	4.91	4.51	4.18	4.01	4.5	4.75	4.51	4.72	4.71	4.58

Tabla 11. Valores promedios mensuales de irradiación

Fuente: Diego Pañi

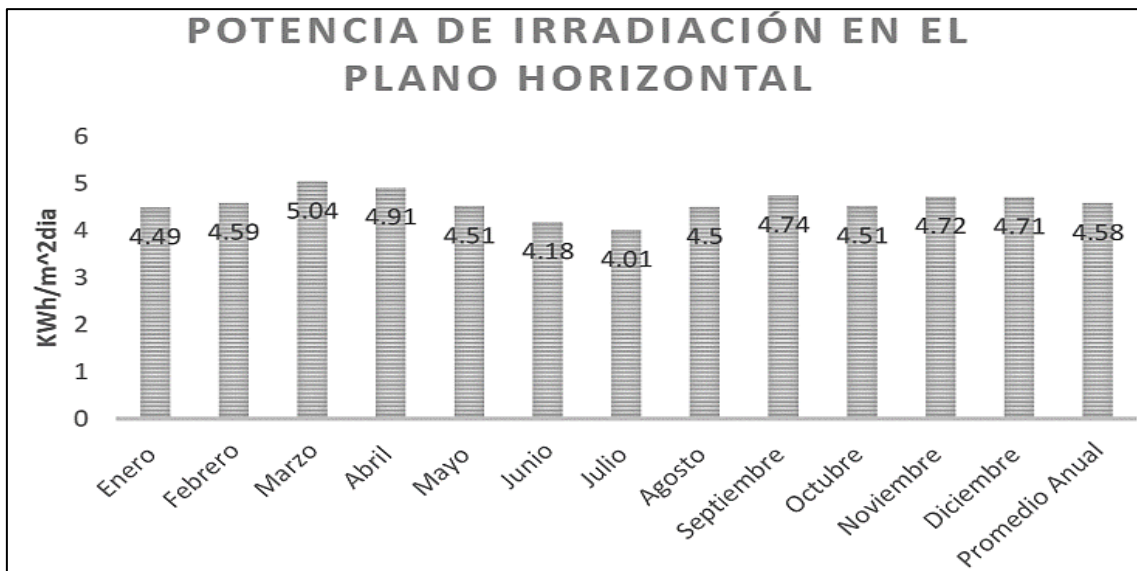


Figura 28. Datos medios, mensuales en el plano horizontal

Elaboración: Diego Pañi

Según (Bernal Bernal, 2021), la irradiación solar global en el suroeste de Cuenca, en especial en la parroquia Turi es de 14.275 (MJ m² día). Datos que son obtenidos del estudio que realizado por el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER).

ESTACION	RADIACION SOLAR GLOBAL	AMPLIETUD TERMICA
SANTA ANA	14.274	11.60
QUINGEO	13.65	8.31
TURI	14.77	10.87

Tabla 12. Radiación global estimada

Fuente: Bernal Bernal, 2021

Elaboración Diego Pañi

Con esta información se puede obtener el valor estimado de la hora solar pico (HSP) en esta área con la siguiente fórmula.

$$HSP = \frac{\text{Irradiación global}}{1000m^2} \quad (6)$$

4.4.2. IMPLEMENTACION DE ESTACION DE CARGA SOLAR PARA SMARTPHONES

Se trata de un cargador público para dispositivos móviles autosuficiente, alimentada con energía solar que proporciona una fuente pública, limpia y confiable. Está conformada por paneles solares, que con cuatro horas en el día (HSP), puede almacenar baterías al 100%. Y estas puede suministrar energía hasta para seis dispositivos al mismo tiempo. (Tamayo Lopez, 2019).



Figura 29. Implementación de cargador solar para smartphones en el mirador
Elaboración: Diego Pañi

La tecnología cada día se desarrolla significativamente y el uso de los dispositivos celulares es más continuo en las personas. Los turistas que visitan el mirador de Turi, al llegar se encuentran con un espacio totalmente atractivo y es propicio para tomar fotografías para llevar de recuerdo de su paso por este lugar; es por ello de la importancia de contar con estaciones de carga para los smartphones, además le dará un plus innovador y buen servicio.

4.4.2.1. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

El sistema consta de tres paneles fotovoltaicos que absorben la energía solar y a su vez es almacenada en las baterías de gel para brindar una autonomía de en toda una noche de utilización. Las baterías pueden ser recicladas en un 80% luego de haber cumplido su vida útil.

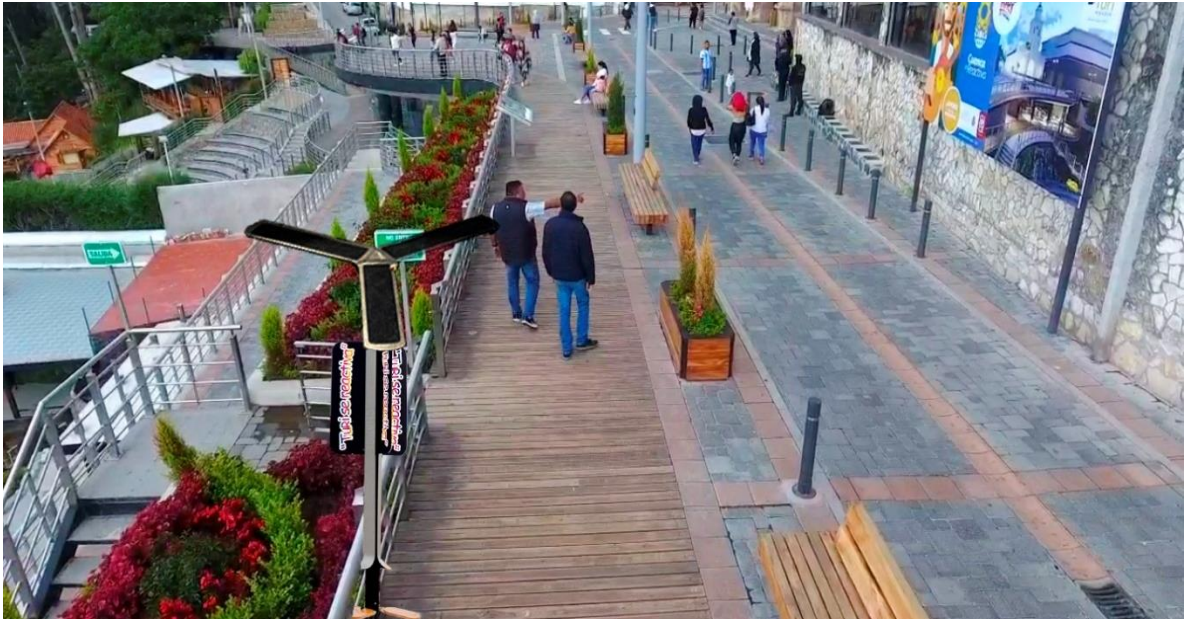


Figura 30. Sistema que no afecta a la estética del mirador
Elaboración: Diego Pañi

4.4.2.2. ESQUEMA DEL SISTEMA

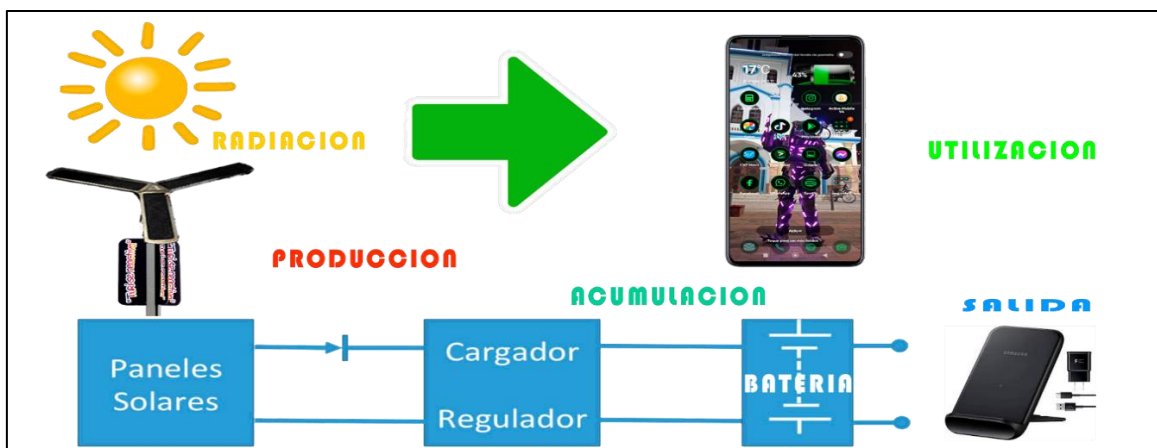


Figura 31. Esquema de funcionamiento del sistema
Elaboración: Diego Pañi

4.4.2.3. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, es importante conocer la inclinación adecuada del panel, según la región que donde se pretenda instalar, por ventaja nuestra localidad se encuentra en la línea ecuatorial y percibimos la radiación solar casi directamente, sin embargo, la inclinación optima viene dado de la siguiente formula:

$$\textit{inclinación Opt} = 3.7 + 0.69 * \textit{latitud} \quad (7)$$

$$\textit{inclinación Opt} = 3.7 + 0.69 * -2.922 \quad (8)$$

$$\textit{inclinación Opt} = -12.82^\circ \quad (9)$$

En resumen, los paneles deben ir colocados entre los 10° a 15° hacia el sur de forma vertical.

Luego, con los datos anteriores se procede realizar el dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos de acuerdo con las características de este. Tomando en cuenta que, si la eficiencia del panel supera el 20%, su rendimiento sería 100%, ahora si es menor a 20% y está dentro del rango de 11 al 15% es aceptable.

4.4.2.4. FORMULAS PARA EL CALCULO DEL DIMENSIONAMIENTO

Eficiencia de un panel solar	$\eta = \frac{P_{max}}{A * E} * 100$
Cálculo del número de paneles	$N_{pn} = \frac{Cd}{HSP}$
Consumo máximo de amperios hora al día	$I_{ns_{max}} = \frac{P_{max}}{V_{bateria}} \left[\frac{Ah}{d} \right]$
Banco de baterías	$C = \frac{Cd}{V * Pd} * D_{aut}$
Cálculo del inversor	$Inv = P_{max} * (1) * 1.25$
Caída de tensión desde los paneles solares hasta el controlador de carga	$\Delta V = \frac{P_{max2} * I * \rho * L}{S}$
Protecciones entre los paneles y controladores de carga	$I = I_{max} * 1.25$

Tabla 13. Fórmulas de cálculo
Elaboración: Diego Pañi

4.4.2.5. DESCRIPCION DE LAS SIGLAS

SIMBOLO	DESCRIPCION
HSP	Hora solar pico en el día, en el cual se tiene una irradiancia
η	Rendimiento en %
A	Área en m2
P_{max}	Potencia máxima de operación
N_{pn}	Potencia de paneles
Cd	Consumo diario
P_f	Paneles fotovoltaicos
C	Capacidad de las baterías
Pd	Profundidad de descarga de las baterías
D_{aut}	días de autonomía
V	Voltaje
(1)	Coefficiente de simultaneidad de uso
25%	Margen de seguridad de protección (1.25)
ΔV	Caída de tensión
L	Longitud del cable en metros 35 m
S	Sección del conductor
ρ	Resistividad del cable
I	Corriente

Tabla 14. Descripción de las siglas

Elaboración: Diego Pañi

4.4.3. CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA PARA MEJORAR EL CONFORT

El consumo energético y el confort visual interno, sin duda son una preocupación a la hora de construir las nuevas y modernas edificaciones. Se trata de minimizar los recursos lo más que se pueda, todo en cuanto a la iluminación artificial, calefacción, aire acondicionado, entre otros, puesto que para todo aquello requiere el consumo de la energía eléctrica e indubitablemente esto incrementa el valor de las facturas eléctricas y por otro lado incide en el incremento de las emisiones de carbono que afecta al medio ambiente.

4.4.4. APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL

Para empezar, la luz natural contiene todos los estados de ánimos del día y mejorar la comodidad visual y optimizar los recursos, los locales comerciales del mirador fueron diseñados con paredes de cristal en la parte frontal, la intención es ampliar la vista panorámica de la ciudad desde lo alto, pero a si mismo se pretende aprovechar la luz natural.

4.4.4.1. REGLAMENTO SOBRE ILUMINACION INTERIOR

En el RETILAP capítulo 4, donde se hace referencia al diseño de iluminación interior, menciona que para disminuir el consumo de energías asociadas al alumbrado se debe aprovechar la luz natural, la cual está disponible a lo largo del día en forma directa y en su utilización deben aplicarse algunos criterios importantes como:

- ❖ Se debe disponer, en lo posible, de ventanales y claraboyas para aprovechar la luz natural mediante la difusión y reflexión de los rayos solares que, además del acondicionamiento ambiental y la ventilación del local, permiten el contacto visual y físico con el exterior, lo cual contribuye al bienestar y satisfacción de los usuarios.
- ❖ Se debe evitar la luz directa del sol sobre los planos de trabajo, por su gran intensidad lumínica, que genera contrastes excesivos y causa deslumbramiento.
- ❖ En un proyecto de iluminación se debe conocer el potencial de la luz natural, hacer una coordinación entre el alumbrado natural y artificial, y seleccionar el equipamiento para el control de la iluminación artificial y natural.
- ❖ Se debe tener conocimiento de la disponibilidad, los niveles de radiación y los periodos de luz exterior, de acuerdo con las horas de los días con cielos despejados, parcialmente despejados y cielos nublados.

Según (Villamil Bueno, 2021), la iluminación natural se logra a través de las superficies acristaladas en fachada o bien por vanos y desniveles en losas

(cenital). La fuente primaria de la iluminación natural es el sol, pero la luz que llega al interior de un espacio puede entrar de las siguientes maneras:

- ❖ Luz directa: la componente del cielo (CC) debido a la luz del día recibida directamente en el punto desde el cielo.
- ❖ Luz reflejada del exterior: la componente reflejada externamente (CRE) debido a la luz día recibida directamente en el punto de superficies reflectivas externas.
- ❖ Luz reflejada interior: la componente reflejada internamente (CRI) debido a la luz del día que alcanza el punto después de una o más reflexiones de superficies interiores.

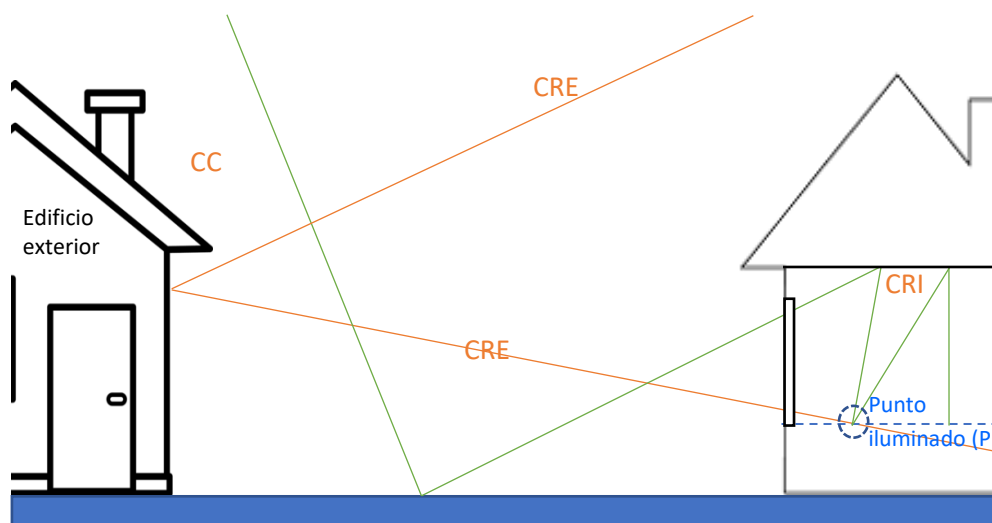


Figura 32. Componentes de la luz diurna dentro de un espacio interior
Elaboración: Diego Pañi

4.4.4.2. PROPUESTA DE PARASOL SOMBREADO

Con esa ideología fue construido los locales comerciales en la parte inferior del mirador, puesto que solo cuenta con un frente con ventanales y en la parte posterior está el muro de contención de concreto

Sin embargo, esto tiene algunos efectos negativos como, por ejemplo, en ciertas épocas de año, los días son muy soleados y al estar el parte frontal construido de cristal, permite que ingrese directamente la radiación solar, alterando la comodidad de los visitantes, también afectaría los productos del restaurant, artesanías, entre otros; por otro lado, el calor y la intensa luz también pueden provocar inconformidad a las personas que estarían cerca de los ventanales.

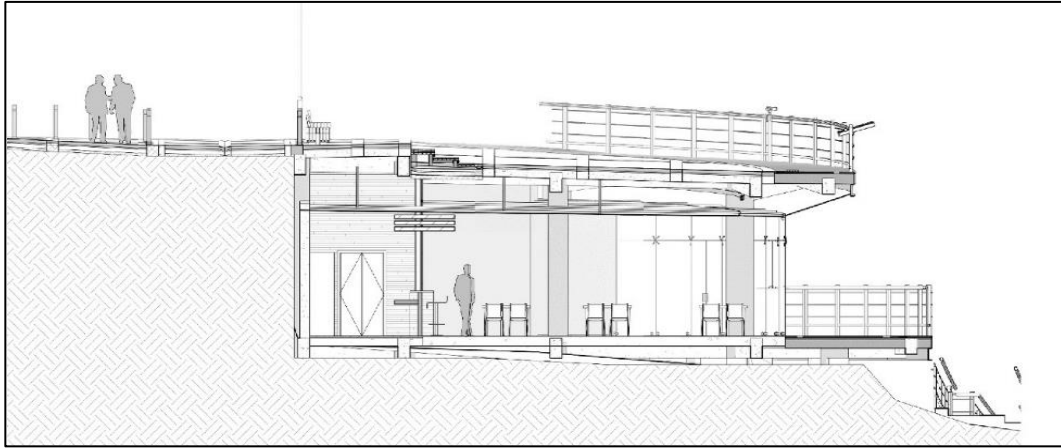


Figura 33. Plano arquitectónico del local comercial del mirador
Elaboración: Diego Pañi

Para aquello se pretende plantear soluciones que contrarresten estos inconvenientes. Y para eso se plantea una estructura de una placa de sombreado externa integrada de paneles con sombreado perforados en diferentes orientaciones, esto se realiza en función de las variables y restricciones paramétricas como la longitud del voladizo de sombreado horizontal, el ancho de sombreado vertical, las orientaciones de la edificación, el porcentaje de perforación del panel de sombreado perforado, la relación entre el panel perforado y la ventana y la disposición de los orificios.

4.4.4.3. PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DEL SOMBRADO

En este estudio, se utiliza el algoritmo genético multiobjetivo NSGA-II para optimizar el sistema de sombreado compuesto, esto no solo puede mejorar la eficiencia energética, sino también mejorar la comodidad visual interior del local. (Wang et al., 2022).

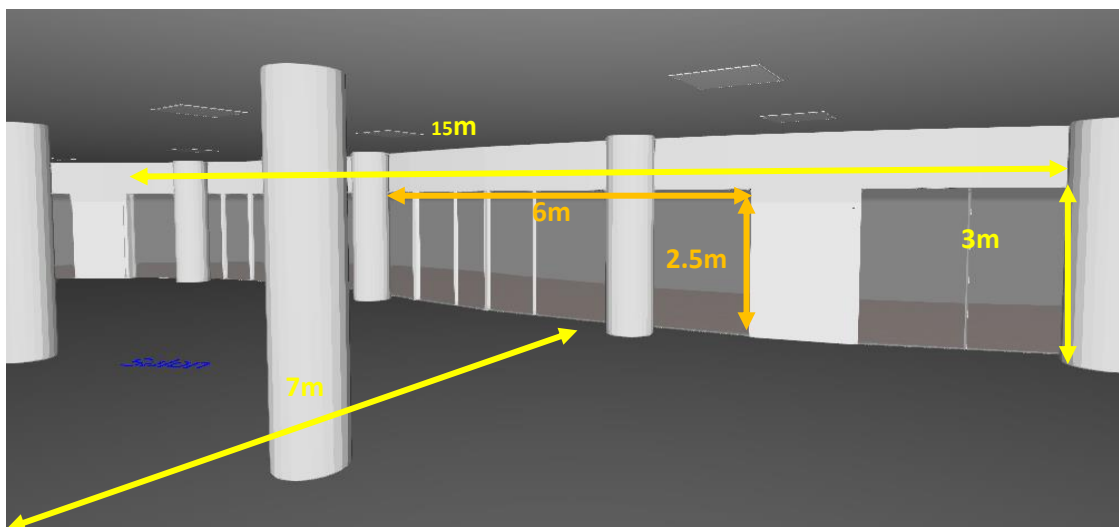


Figura 34. Modelo de aula parametrizado.
Elaboración: Diego Pañi

Primero, se genera un modelo paramétrico del local comercial, luego se calcula la iluminación y el rendimiento energético del parasol externo integrado en función de las variables paramétricas de la longitud del voladizo del panel de protección solar horizontal, el ancho del panel de protección solar vertical y las orientaciones del local. Luego, la optimización multiobjetivo se realiza con los objetivos de optimización de los indicadores de evaluación de la calidad de la iluminación. Para realizar estos cálculos se utilizan los softwares de programación visual como Rhino & Grasshopper, Radiance, Daysim y EnergyPlus (Wang et al., 2022).

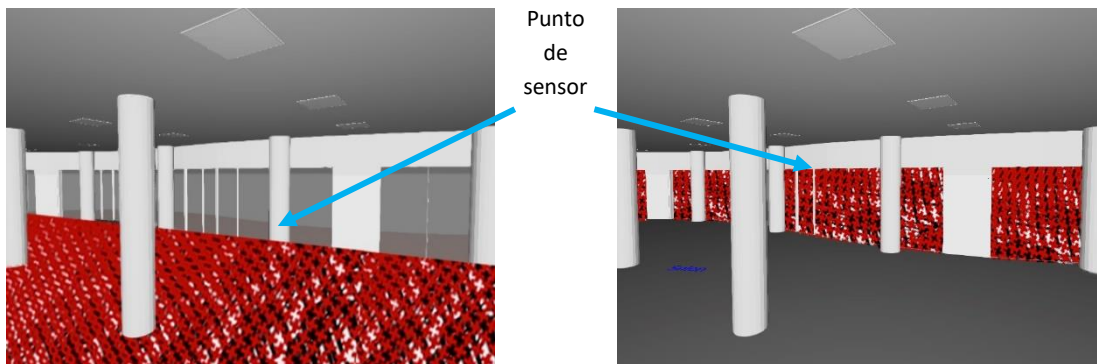


Figura 35. El plano de análisis y los puntos del sensor en la simulación de luz diurna.

Elaboración: Diego Pañi

4.4.4.4. ALGORITMO GENÉRICO MULTI OBJETIVO NSGA-II

Este algoritmo genérico multiobjetivo NSGA-II, se utiliza con los objetivos de optimización de probabilidad de deslumbramiento diurno (PDD), relación de luminancia de pared y mesa (RIPM), relación de uniformidad de iluminancia (RUI), satisfacción de vista de ventana (SVV), intensidad de uso de energía de iluminación artificial (UEIA), enfriamiento intensidad de uso de energía (EIUE) e intensidad de uso de energía de calefacción (IUEC) con base en las variables paramétricas de porcentaje de perforación, proporción de panel perforado a la ventana, disposición de los agujeros y orientaciones de las construcciones. Posteriormente, se pueden determinar la estructura y las dimensiones óptimas del sistema de sombreado externo compuesto.

Luego, la optimización multiobjetivo se realiza con los objetivos de optimización de los indicadores de evaluación de la calidad de la iluminación.

$$IDU_{450-2000lx1/4} = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha(i) * t(i)}{\sum_{i=1}^N t(i)} \quad (10)$$

$$\alpha(i) = \begin{cases} 1, & 450lx \leq I_i \leq 2000lx \\ 0, & I_i < 450lx \cup I_i > 2000lx \end{cases} \quad (11)$$

Donde I_i es el valor de iluminancia del local, lx ; t es el tiempo, h ; α es el factor de ponderación, dependiendo de I_i .

EAD es un indicador de luz diurna anual, que describe la suficiencia anual de los niveles de iluminación de la luz del día en un espacio. En realidad, el confort visual espacial y la satisfacción es alta cuando el 50% del espacio alcanza o supera los 300 lx. Aquí, $AED_{\frac{300,0\%}{50}}$ se utiliza para evaluar la calidad de la iluminación natural desde la dimensión espacial, que se puede expresar como:

$$AED_{300-50\%} = \frac{\sum_{i=1}^N ST(i)}{N} \quad (12)$$

$$ST(i) = \begin{cases} 1, & st_i \geq \omega T_i \\ 0, & st_i \leq \omega T_i \end{cases} \quad (13)$$

Donde st_i es el número de ocurrencia del i er punto en el espacio que excede el umbral de iluminación EAD (300lx); T_i es el conteo anual de marcas de tiempo, h ; ω es el umbral de fracción de tiempo (50%).

4.4.4.5. DESCRIPCION DE LAS SIGLAS DEL ALGORITMO NSGA-II

SIGLA	DESCRIPCION
PDD	Probabilidad de deslumbramiento diurno.
RIPM	Relación de luminancia de pared y mesa.
RUI	Relación de uniformidad de iluminancia.
S V V	Satisfacción de vista de ventana.
UEIA	Intensidad de uso de energía de iluminación artificial.
EIUE	Enfriamiento intensidad de uso de energía.
IUEC	Intensidad de uso de energía de calefacción.
IDU	Iluminancia diurna útil.
AED	Autonomía espacial de la luz del día.
VRSAV	Valor de radiación solar anual por unidad de área de la ventana.

Tabla 15. Descripción de las siglas del algoritmo.

Elaboración: Diego Pañi

El efecto del sombreado varía de acuerdo con el estilo y dimensiones de los agujeros. El panel de sombra perforado puede bloquear los rayos solares directos para mejorar el confort visual y mantener el contacto visual con el mundo exterior, lo cual es adecuado para los locales comerciales. (Wang et al., 2022)

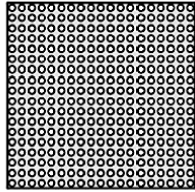
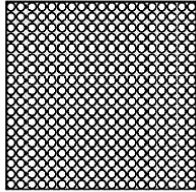
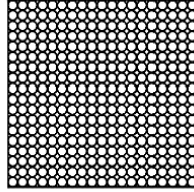
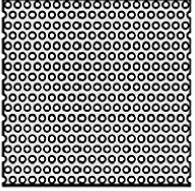
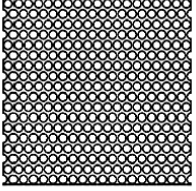
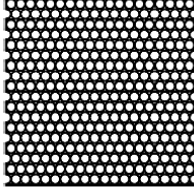
Arreglo de agujeros	porcentaje de perforación		
	30%	50%	70%
Arreglo matricial			
Arreglo cruzado			

Figura 36. Perforado con diferente porcentaje de perforación y disposición de agujeros.

Fuente: Wang et al., 2022

Elaboración: Diego Pañi

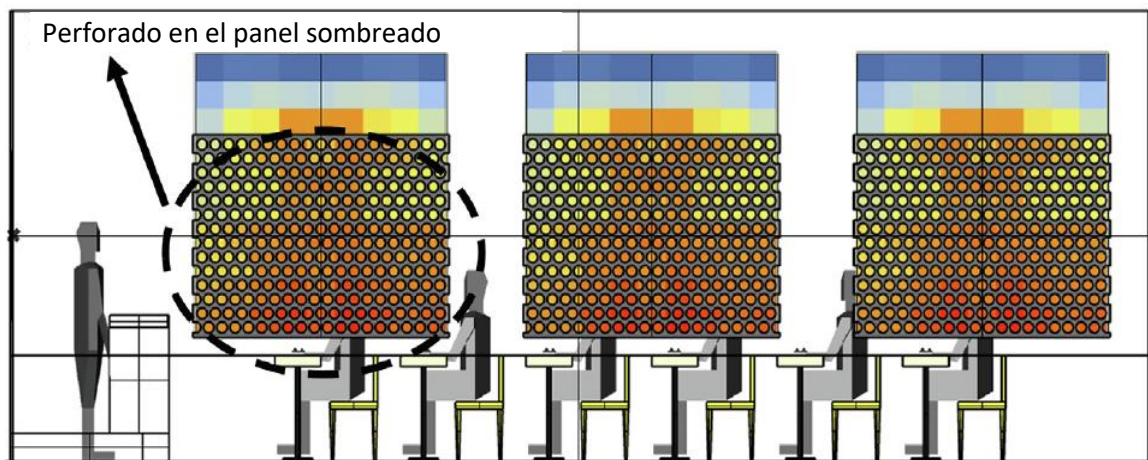


Figura 37. Tipos de porcentaje de perforación y disposición de agujeros.

Fuente: Wang et al., 2022

Elaboración: Diego Pañi

4.4.4.6. OPTIMIZACIÓN DEL PANEL SOMBREADOR PERFORADO

Aquí, se optimizan la relación de la ventana con el panel perforado, el porcentaje de perforación y la disposición de los locales comerciales, que son parámetros clave que impactan en los efectos de sombreado del panel de sombreado perforado.

La comodidad del entorno de luz del local tiene un efecto significativo en la salud física y mental de los visitantes, así como en su eficiencia de PDD, RIPM, RUI y SVV para

evaluar el confort visual de todo el espacio con sistema de sombreado externo. Y todo esto se basa en la siguiente formula.

$$PDD = 5.87 * 10^{-5} * E_V + 9.78 * 10^{-2} \quad (14)$$

$$\log\left(1 + \sum_i \frac{L_{S,i}^2 * \omega_{S,i}}{E_V^{1.87} * P_i^2}\right) + 0.16 \quad (15)$$

Para ello primero se debe realizar una división de toda el área para realizar el análisis en cuatro secciones dependiendo de la ubicación de los ventanales, ya que cuenta con un diseño único en su infraestructura y por ende la penetración de la iluminación natural es diferente en cada área.

4.4.4.7. ZONIFICACION DE TODO EL LOCAL COMERCIAL

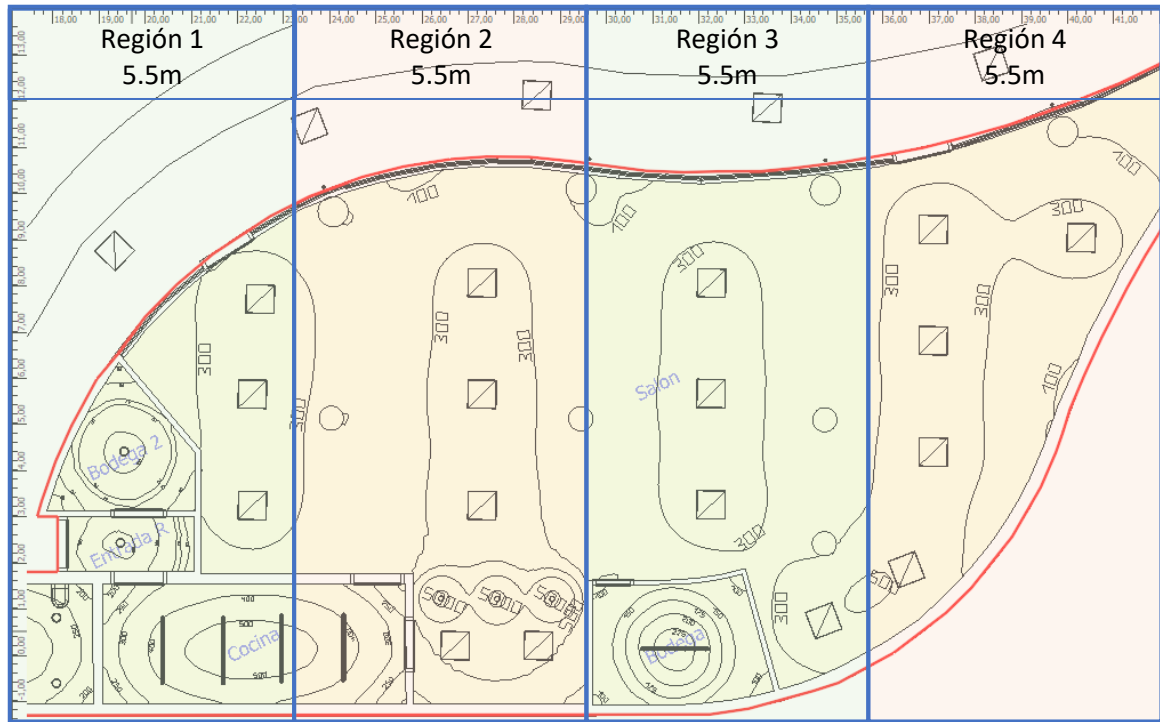


Figura 38. Diagrama esquemático de la zonificación del local
Elaboración: Diego Pañi

4.4.4.8. ANALISIS SOBRE LA IMPLEMENTACION DEL SOMBREADO

Los resultados propuestos por el software que están reflejados en la figura 38, indica que reduce un valor porcentaje significativo de la penetración de los rayos del sol dependiendo la región analizada. Es decir, añadir un parasol con un panel perforado de sombreado en la ventana puede no solo bloquear la radiación solar, sino también mantener un contacto visual con el exterior, además ayuda mantener la temperatura interior y mejora el confort visual.

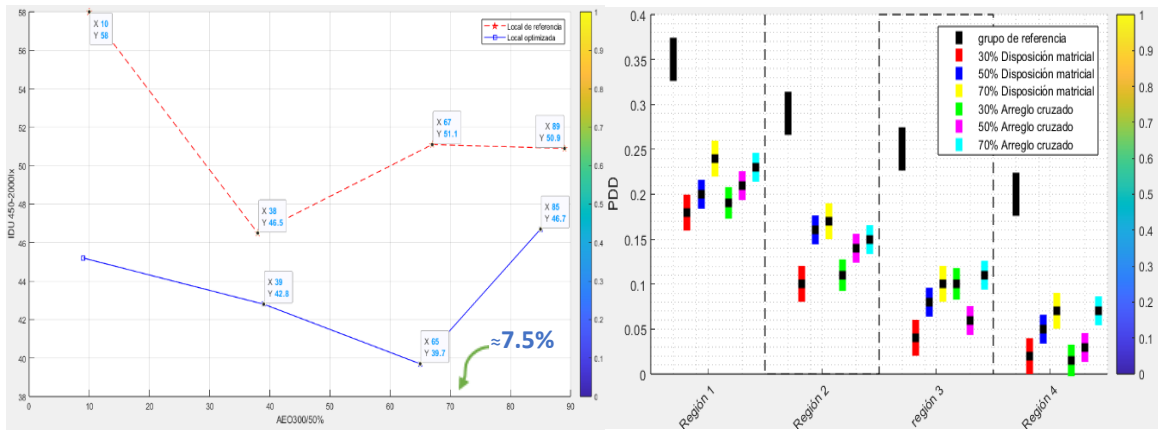


Figura 39. a) AED_{300/50%} valor del sombreado exterior integrado en diferentes orientaciones, b) Resultados de la comparación del valor PDD del área visible de las mesas.

Elaboración: Diego Pañi

Los valores varían significativamente entre la region 1 y la 2, esto se debe a que la penetración de la luz natural es distinta por la ubicación de los ventanales.

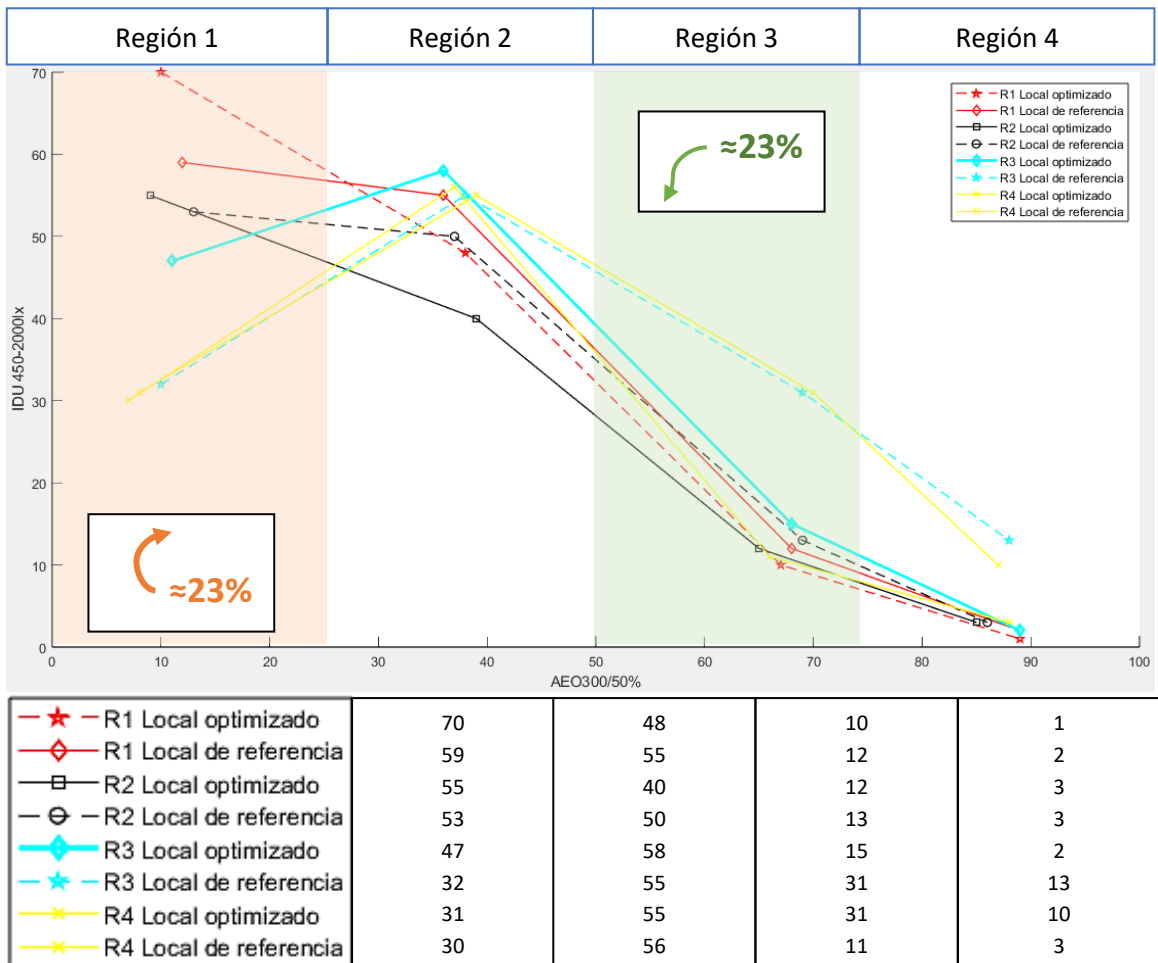


Figura 40. IDU_{450-2000lx} valor del sombreado externo integrado en diferentes orientaciones.

Elaboración: Diego Pañi

Mientras tanto, la región que cuenta con más estructura ventanal, está expuesta a una luz intensa que supera los 3442 lx de iluminancia, mucho mayor a los 2000lx permitidos, el valor de RUI es menor a los 0.7, la radiación media de la ventana es de 196.7 kWh/m². Además, el porcentaje de perforación es uno de los parámetros que más influye en el confort visual. Los valores PDD promedio en el área visible de las paredes cercas a la ventana son 0,18, 0,20 y 0,21 para el panel de sombreado perforado dispuesto en matriz con un porcentaje de perforación del 30 %, 50 % y 70 %, respectivamente, mientras que los valores PDD promedio dentro de el área visible de las mesas son 0,19, 0,21 y 0,22, respectivamente. Cuanto mayor sea el porcentaje de perforación, mayor será el valor de iluminancia; de lo contrario, menor será la uniformidad de iluminancia. Los valores de iluminancia promedio correspondientes al porcentaje de perforación del 30%, 50% y 70% son 1396 lx, 1930 lx y 2519 lx, mientras que la uniformidad de iluminancia es 0,84, 0,80 y 0,76, respectivamente.

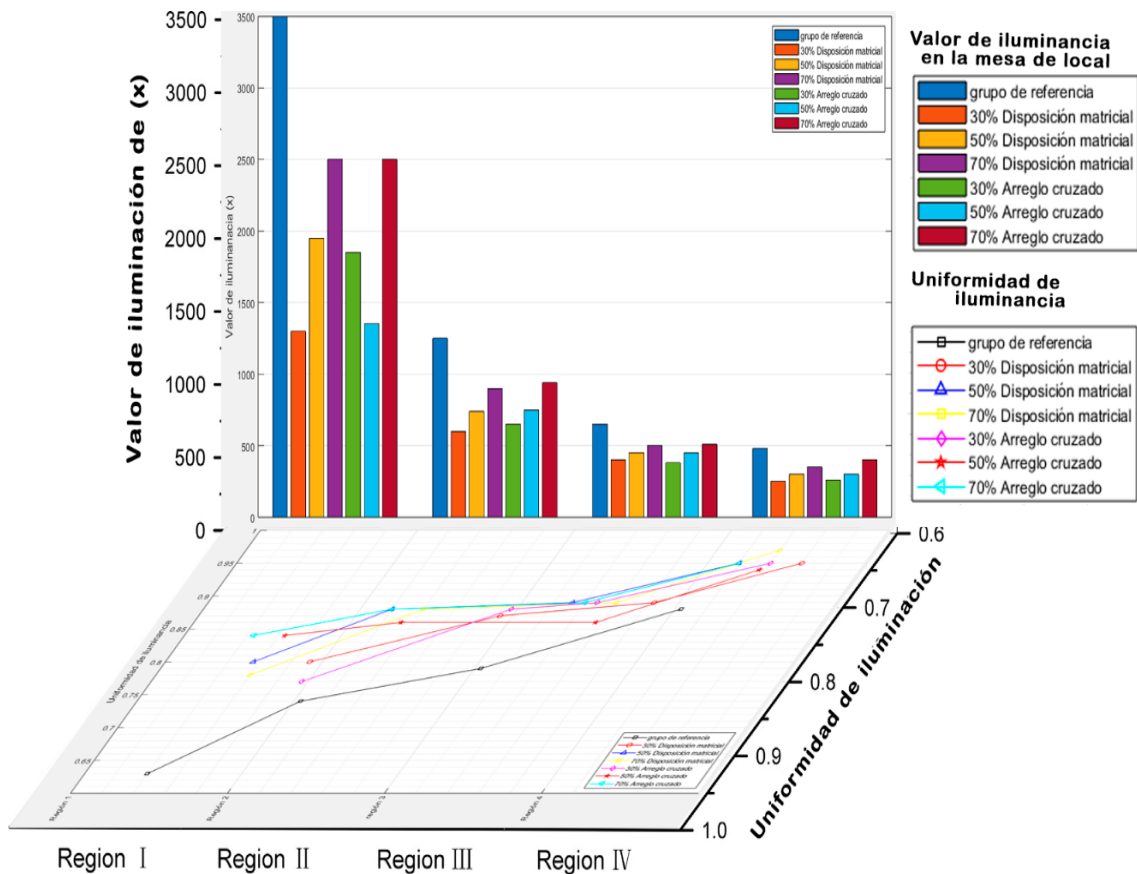


Figura 41. Resultados de la comparación del valor de iluminancia y la uniformidad de iluminancia del interior del local.

Fuente: Wang et al., 2022

Elaboración: Diego Pañi

El impacto del porcentaje de perforación en el RIPM está vinculado a la región específica. El LRBD está correlacionado positivamente con el porcentaje de

perforación en las regiones cercanas a la ventana (regiones I y II), pero está negativamente correlacionado con las regiones de la ventana lejana (regiones III y IV). Además, la mayor ventaja del panel de sombreado perforado es que puede bloquear de manera efectiva la entrada de la radiación solar en la habitación sin afectar el SVV de la habitación hacia el exterior; cuanto mayor sea la porosidad, mayor será el valor VRVW y el valor SVV. Los valores VRSAV correspondientes a la porcentaje de perforación del 30%, 50% y 70% son 84,6 kWh/m², 116,1 kWh/m², 144,9 kWh/m², y los valores de WVS son 52 %, 73 % y 81 %, respectivamente.

Además, se puede ver los agujeros que los paneles perforados con disposición matricial y cruzada básicamente no tienen influencias en los valores de PDD, RUI y RIPM en las áreas visibles de pizarra y escritorio, y el valor SVV, pero tienen algunas influencias en la iluminancia interior y el VRSAV. La iluminancia interior y VRSAV para el panel de sombreado perforado con orificios de disposición en cruz es menor que la de la disposición de matriz.

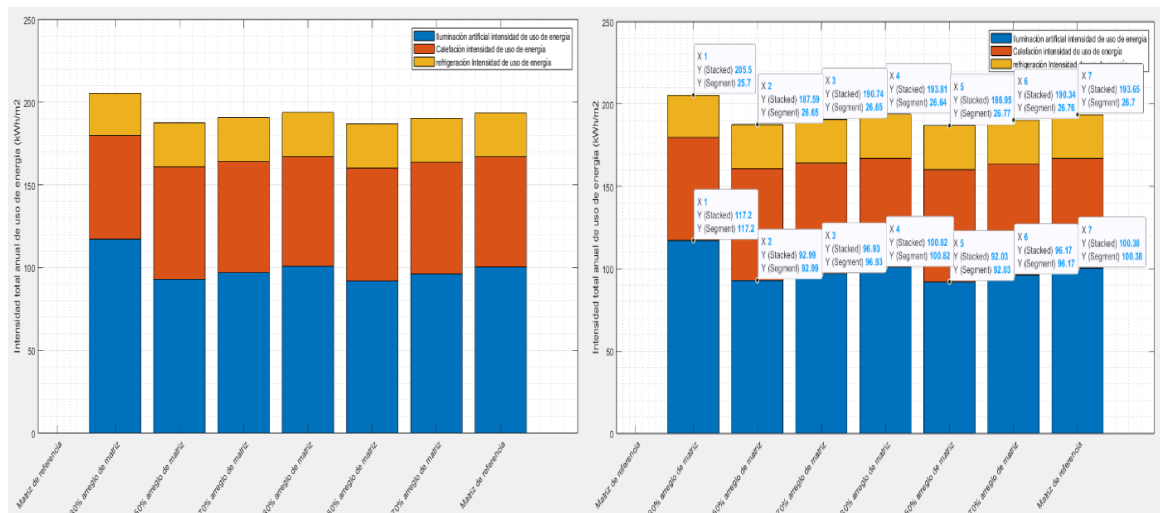


Figura 42. Resultados de la comparación del valor de iluminancia y la uniformidad de iluminancia del interior del local.

Fuente: Wang et al., 2022

Elaboración: Diego Pañi

En la Figura 42, muestra los valores de consumo de energía del sistema de sombreado externo compuesto con diferentes estructuras. El porcentaje de perforación es un parámetro importante que afecta el consumo total de energía. Cuando mayor sea el porcentaje de perforación, mayor será el consumo de energía total, por ejemplo, los valores de consumo de energía total son 187,59 kWh/ m², 190,74 kWh/m², 193,81 kWh/m² correspondiente al porcentaje de perforación del 30%, 50% y 70%.

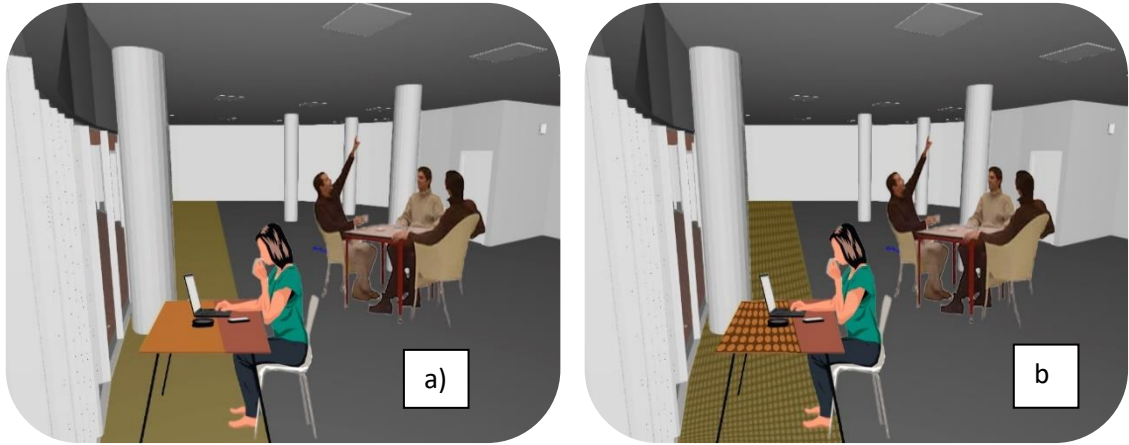


Figura 43. Simulación de panel sombreador perforado en el local del mirador
Elaboración: Diego Pañi

Además, la disposición de los agujeros también tiene algún impacto en los valores de consumo de energía. La intensidad de uso de energía para el panel con orificios de disposición en cruz es menor que la de la disposición matricial. Sin embargo, la influencia de la disposición de los agujeros es menos pronunciada que la del porcentaje de perforación sobre el consumo total de energía.

La intensidad total del uso de energía anual se reduce entre un 4,5 % y un 18,8 %, la calidad de la iluminación en la región cercana a la ventana (región I) mejora entre un 25 % y un 37 %, el confort visual en el aula mejora en más del 30 % y la energía solar la irradiación de la ventana se reduce en al menos un 27%.



Figura 44. a) Ilustración del local con sombreado integrado
Elaboración: Diego Pañi

CONCLUSIONES

En este estudio se efectúan varias metodologías que corroboran significativamente en el mejoramiento y planificación de las edificaciones existentes o futuras de la localidad, para que sean sustentables en función de la iluminación natural y artificial, que tenga una eficiencia energética importante, descartando el despilfarro de energía eléctrica, con una innovación de la arquitectura que aproveche al máximo los recursos naturales como la radiación solar durante el día, con la implementación de paneles sombreados que no solo puede reducir el consumo de energía de los locales, sino que también puede mejorar en gran medida la calidad de la iluminación interior y; por las noches reducir el fenómeno de la contaminación lumínica que afecta la percepción del cielo nocturno, el entorno natural y el confort visual. También es trascendental incorporar elementos que proporcionen de energía aprovechando las energías renovables, por otro lado, implementar métodos modernos de enfoque en la iluminación artificial hacia los objetos deseados, refiriendo específicamente al alumbrado público y ornamental y; la importancia de incorporar luminarias con nuevas tecnologías que sean eficientes, que no afecte la visibilidad y sobre todo representen un ahorro económico al momento de cancelar las planillas de energía eléctrica.

Es así como en este proyecto se ha enfatizado un marco multidisciplinario para lograr el correcto diseño de sistemas de consumo eléctrico, iluminación y arquitectura en contextos urbanos modernos, a partir del análisis del estado actual del Mirador de Turi. Posteriormente, se han analizado tres escenarios diferentes, dando como resultado que las sugerencias presentadas pueden generar beneficios para la comunidad en términos de ahorro, aprovechamiento de cada espacio, eficiencia energética y mejora de la seguridad de los usuarios y visitantes.

Finalmente, este estudio no solo ayuda a mejorar el confort visual, sino que también influye en la pronta recuperación de la inversión en los proyectos y la reducción de emisiones contaminantes que ayuda mucho al medio ambiente. Se estima que estas propuestas puedan ser consideradas como un apoyo válido para la toma de decisiones, así mismo, sirva como herramienta de evaluación multicriterio y pueda ser replicada en otros contextos.

RECOMENDACIONES

Es importante la socialización previa entre las diferentes entidades quienes vayan a ser partícipes de los proyectos, tomando en cuenta que el sistema eléctrico y de iluminación es de suma importancia, no hay que descartar que el trabajo mutuo y coordinado entre los profesionales de la arquitectura, ingeniería civil, eléctrica y otros, pueden presentar excelentes resultados, reduciendo considerablemente los tiempos de construcción, así como futuras correcciones que podrían afectar a la parte económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Bazán, R. A. (2019). Generación y análisis de modelos digitales de elevación generados con vehículos aéreos no tripulados para la determinación de nanocuecas de alta precisión. [Masters, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/19778/>
- Acosta Secuiu, E., & Quirós Quirós, O. (2018). Propuesta de conceptualización de una normativa para el uso sustentable de la luz en la prestación del servicio de alumbrado público en Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18149>
- Arévalo, C., & Fernando, D. (2022). Análisis de los sistemas de iluminación utilizados en los sitios recreativos, en zonas de presencia delictiva de la ciudad de Cuenca. 58.
- Arévalo León, E. P. (2018). Degradación del arte colonial religioso por mala iluminación de la Iglesia de San Sebastián de la ciudad de Cuenca. Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8216>
- Bernal Bernal, L. E. (2021). Diseño del sistema fotovoltaico para la iluminación ornamental de la iglesia de Turi—Cuenca. Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10749>
- Cabrera-Jara, N. (2019a). Gentrificación en áreas patrimoniales latinoamericanas: Cuestionamiento ético desde el caso de Cuenca, Ecuador. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20180201. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180201>
- Cabrera-Jara, N. (2019b). Gentrificación en áreas patrimoniales latinoamericanas: Cuestionamiento ético desde el caso de Cuenca, Ecuador. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20180201. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180201>

- Cabrera-Jara, N., & Bernal-Reino, E. (2020). Turismo, patrimonio urbano y justicia social. El caso de Cuenca (Ecuador). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 40(1), 11–29. <https://doi.org/10.5209/aguc.69326>
- Caiza Inte, Á. J., & Pilco Diaz, B. L. (2022). Evaluación de la red eléctrica subterránea en media y baja tensión del sistema de transformación para el alumbrado público de la “Urbanización Consorcio Habitacional Colinas del Sur” localizado en el cantón Salcedo [BachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9315>
- Calle Vaquero, M. de la. (2019). Turistificación de centros urbanos: Clarificando el debate. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 83, 2.
- Cartagena Calderon, D. A. (2022). Identificar y aplicar la normatividad vigente RETIE, RETILAP, NTC 2050, para los cálculos que se deben tener en cuenta para el diseño técnico y apropiado de las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales. *Talaciones*.
<https://red.senacidm.com/handle/redcim/365>
- Chiriboga Zúñiga, B. A., & Méndez Andrade, M. D. (2022). Análisis de movimientos de masa activos mediante la fusión de fotogrametría digital y procesos geotécnicos: Caso de estudio la parroquia Turi. Universidad Católica de Cuenca.
<https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11599>
- Delgado León, R. M., & Saraguro Segovia, C. P. (2021). Modelado y análisis de niveles de iluminación pública en fachadas, iglesias, monumentos, parques y plazas del centro histórico del cantón Cuenca usando información geográfica [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21258>
- Fundación Iluminar | GAD Municipal de Cuenca. (2022).
<https://www.cuenca.gob.ec/content/iluminar/fundacion-iluminar-0>

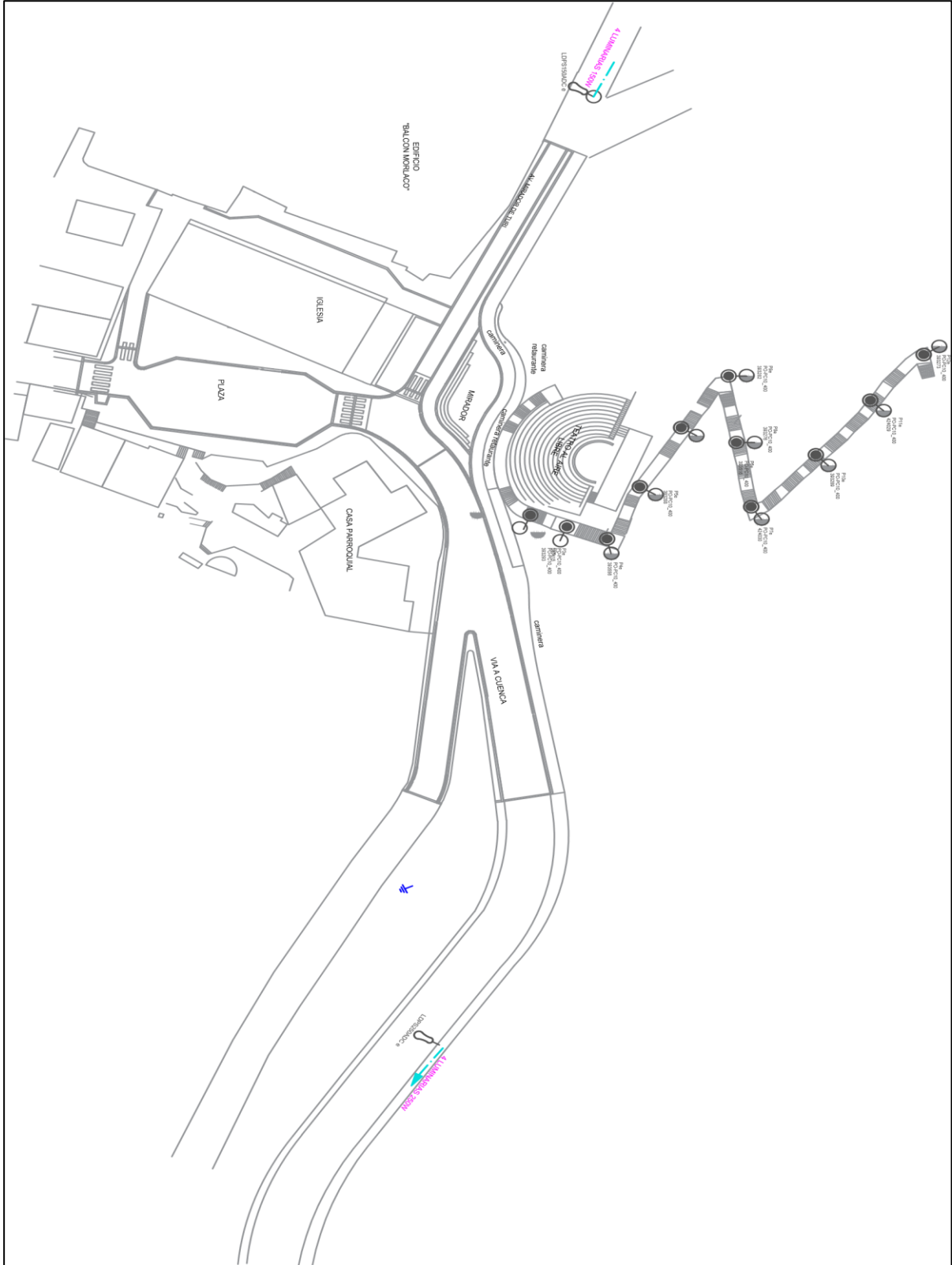
- Gamboa Mariño, B. S. (2018). Diseño de un banco fotométrico para la calibración de luxómetros usados en mediciones higiénicas, certificación de lámparas y diseño de ambientes de trabajo. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/3154>
- Llango, E. R. Z., Ortiz, F. M. R., & Estrada, M. E. M. (2021). Reactivación de espacios públicos desde la visión arquitectónica urbanística. 10.
- López Cárdenas, B. F., & Ortega Ulloa, E. F. (2022). Planificación integral a largo plazo para la iluminación ornamental de fachada, parque y caminera ubicados en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, caso de estudio, parque San Sebastián, plaza del Otorongo con corredor peatonal y caminera Pasaje 3 de Noviembre [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23003>
- Michay Cuenca, R. V. (2022). Diseño de un sistema de iluminación ornamental para la Basílica y Torre del Santuario Nacional Nuestra Señora del Cisne ubicado en la Parroquia el Cisne cantón Loja [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23529>
- Prada Contreras, E. M. (2020). Desarrollo de APP para diseño de sistemas de iluminación en instalaciones internas, siguiendo especificaciones RETILAP. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4688>
- Quinde Idrovo, J. S. (2018). Anteproyecto de la plaza central de la parroquia de Chicán-Paute, provincia del Azuay y su entorno inmediato con características de sustentabilidad ecológica. Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1231>
- Recuperación del Mirador de Turi | GAD Municipal de Cuenca. (2019). <https://www.cuenca.gob.ec/content/en-junio-iniciar%C3%ADan-obras-para-recuperaci%C3%B3n-del-mirador-de-turi>
- Rivera Mateos, M., & Félix Mendoza, Á. G. (2019). Planificación estratégica y gobernanza en la recuperación de destinos turísticos afectados por desastres

- socio-naturales. Un estado de la cuestión. *Investigaciones Geográficas*, 72, 235.
<https://doi.org/10.14198/INGEO2019.72.11>
- Tamayo Lopez, A. A. (2019). Diseño de un cargador solar para atender la demanda de carga eléctrica de dispositivos móviles en la Universidad Tecnológica del Perú – Filial Arequipa. Universidad Tecnológica del Perú.
<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2295>
- Trimble GEOXT 2008 SERIES – Geoingeniería Topografía en Guatemala. (2018).
<https://geoingenieria.net/producto/trimble-geoxt-2008-series/>
- Villamil Bueno, B. (2021). Guía de diseño sostenible para proyectos de vivienda tipo VIS-VIP en Bogotá: Caso de estudio : Pimientos de Madelena.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/53803>
- Wang, Y., Yang, W., & Wang, Q. (2022). Multi-objective parametric optimization of the composite external shading for the classroom based on lighting, energy consumption, and visual comfort. *Energy and Buildings*, 275, 112441.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112441>
- Zuleta Gómez, J. (2019). Metodología de diseño de sistemas residenciales de iluminación considerando aspectos técnico-económicos empleando el software especializado DIALUX evo.
<https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/4040>

ANEXOS

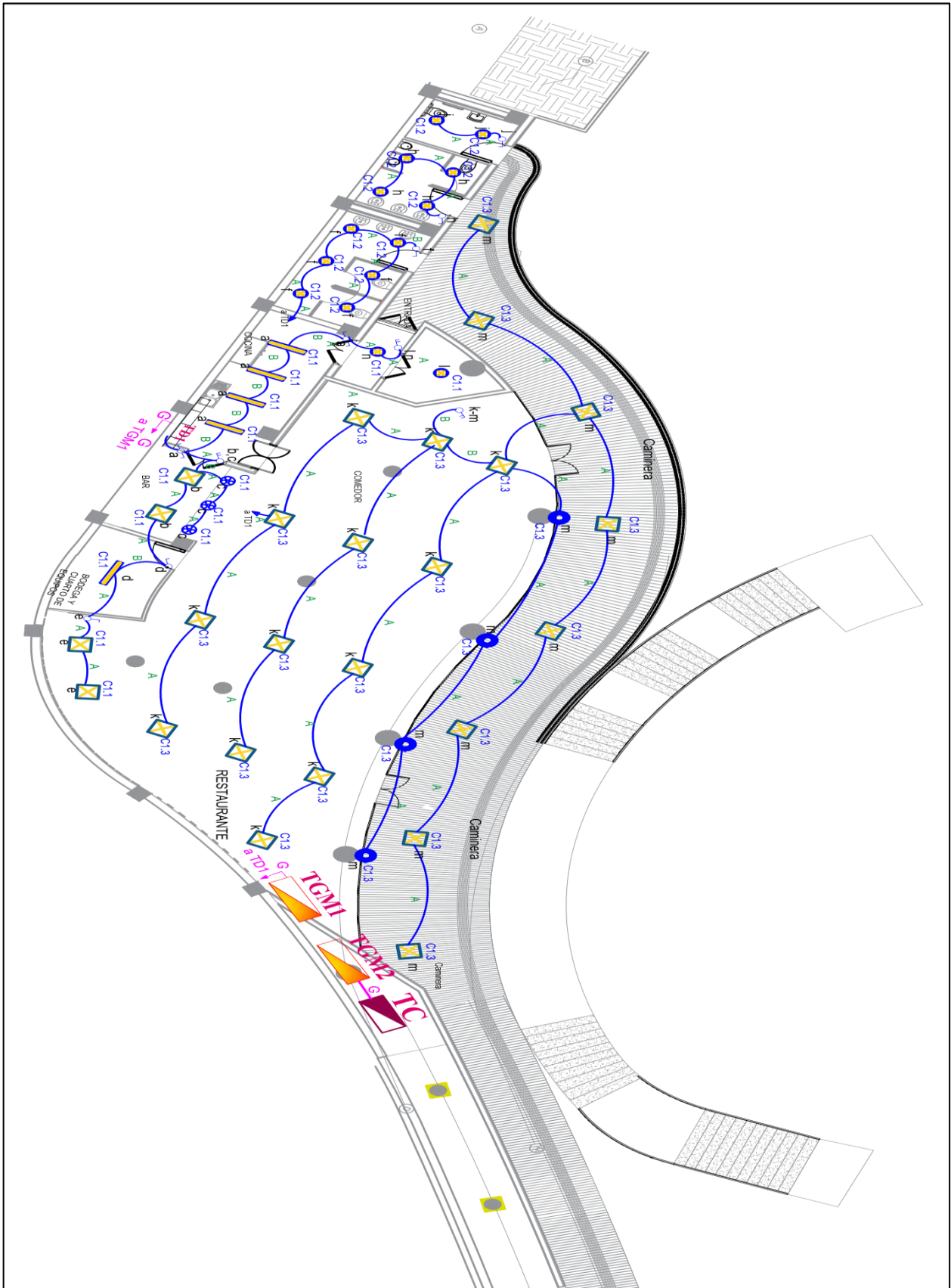
ANEXO A PLANO ARQUITECTONICO DEL MIRADOR DE TURI

Elaboración: Diego Pañi



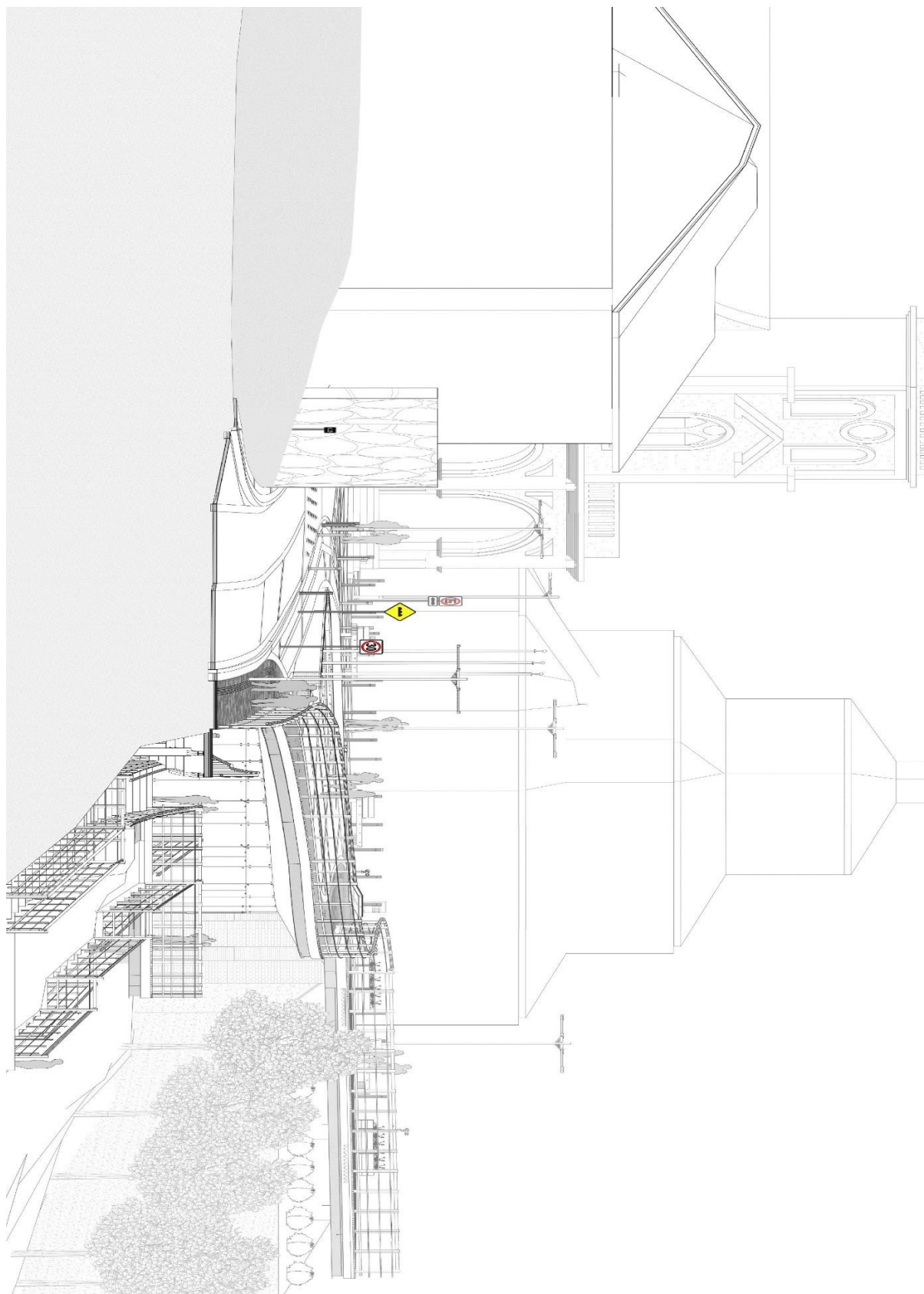
ANEXO B PLANO ELECTRICO DEL LOCAL COMERCIAL

Elaboración: Diego Pañi



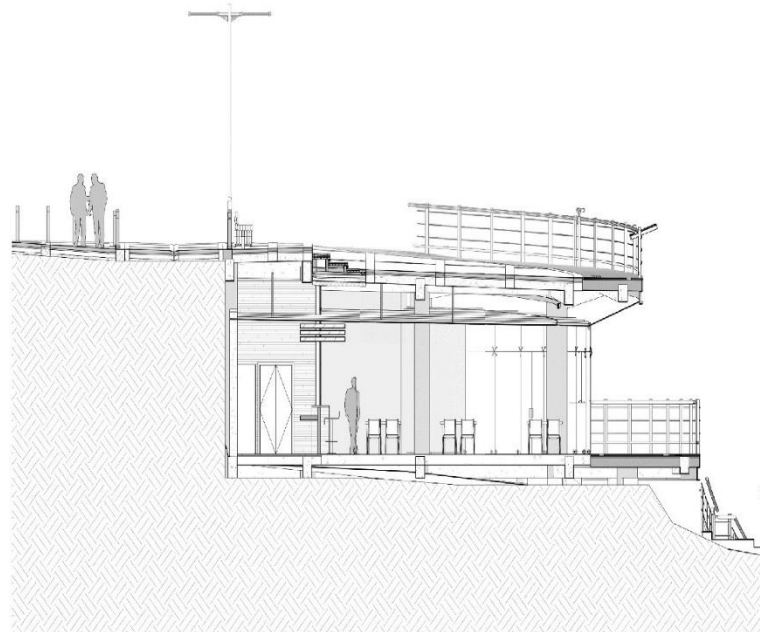
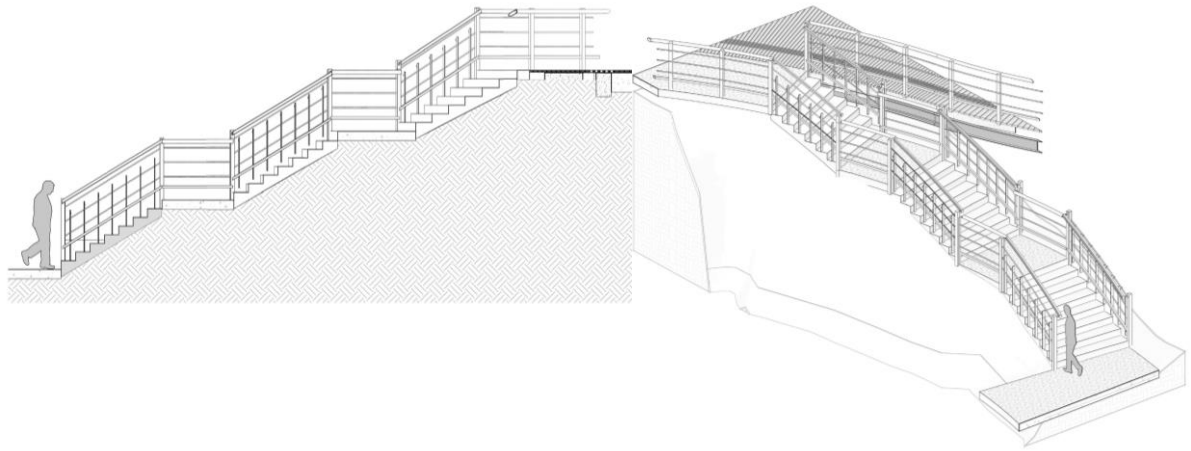
ANEXO C PLANO ARQUITECTONICO DEL ACCESO AL MIRADOR

Elaboración: Diego Pañi



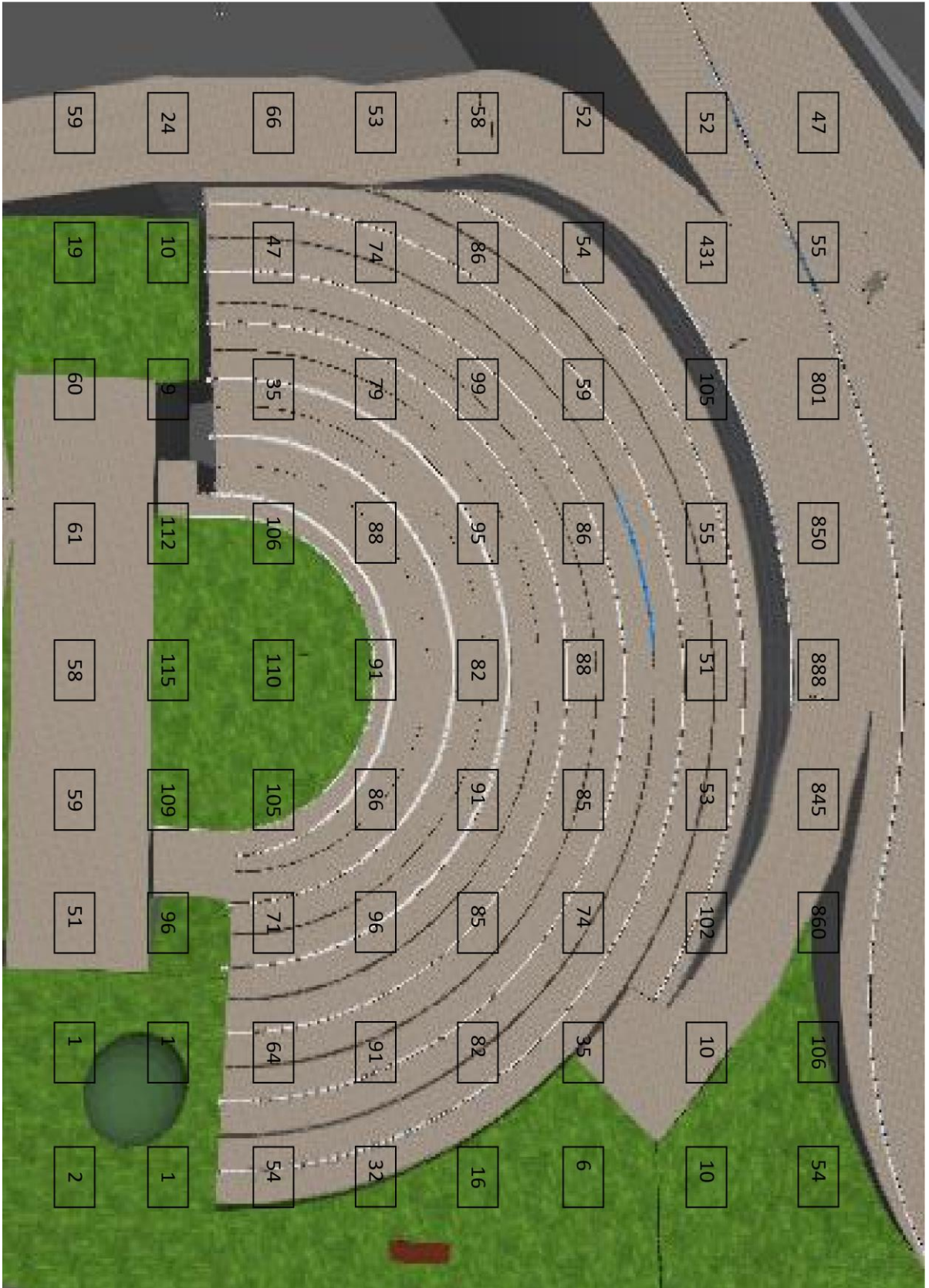
ANEXO D PLANO DE DIFERENTES ANGULOS DEL MIRADOR

Elaboración: Diego Pañi



ANEXO F MEDICION DE LA ILUMINACION DE LA PLAZA 2

Elaboración: Diego Pañi



ANEXO G Implementación de cargador solar para smartphones en el mirador

Elaboración: Diego Pañi



ANEXO H PROPUESTA PARA PROYECTAR IMÁGENES EN LA FACHADA DE LA IGLESIA MEDIANTE EL MAPPING

Elaboración: Diego Pañi



AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Diego Marcelo Pañi Sasaguay portador de la cédula de ciudadanía N.º 0105296750. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "Planificación de edificaciones sustentables con vista panorámica a la ciudad en función de la iluminación, el consumo de energía y confort visual caso de estudio mirador de Turi - Ecuador" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 10 de agosto de 2023.

F: 
Diego Marcelo Pañi Sasaguay
0105296750