

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Arquitectura

Tesis

**Optimización energética a través del sistema de  
iluminación natural solatube en edificaciones de alta  
densidad en la ciudad de Huancayo en el  
periodo 2020 - 2021**

Andrea Mercedes Flores Gamarra  
Brigitte Melaniee Casas Nuñez

Para optar el Título Profesional de  
Arquitecta

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **ASESORA**

Arq. Yameli Rosmery Segura Moreno

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, deseamos expresar nuestros agradecimientos a Dios por brindarnos sabiduría, fortaleza y guiar nuestro camino a lo largo de nuestra vida universitaria. Gracias por la vida, la familia y por darnos salud para poder gozarla rodeado de nuestros seres queridos.

Asimismo, agradecer a nuestra asesora, Arq. Yameli Rosmery Segura Moreno y al asesor externo, el ingeniero eléctrico Jezzy James Huamán Rojas, por la dedicación, consejos, y apoyo para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación. Así mismo, expresamos nuestros agradecimientos a nuestros jurados, en especial al Arq. Jorge Luis Poma García por brindarnos su gran conocimiento, experiencia y lo más importante para nosotras, la dedicación y confianza a lo largo del desarrollo de nuestro proyecto. Gracias por ser nuestros guías, este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de ustedes.

De igual manera expresamos nuestros agradecimientos al programa nacional beca 18, por el apoyo económico que nos permitió estudiar en una universidad privada de prestigio. Asimismo, agradecer a nuestros tutores por el apoyo, orientación y seguimiento para culminar de forma eficiente nuestra carrera.

Gracias a nuestras familias, hermanos, y nuestros padres, por el apoyo incondicional, por el apoyo constante, por la motivación día a día para no rendirnos. Gracias por su amor y confianza.



## **DEDICATORIA**

Este estudio de investigación está dedicado a:

A Dios, por ser el guía e ilumina nuestro camino hacia nuestras metas.

A nuestros padres, por el sacrificio, por su amor, comprensión, y apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas.

A nuestros amigos y seres queridos, por la motivación a cumplir todos nuestros sueños, gracias por el apoyo en los momentos más difíciles y por el amor brindado cada día.

# ÍNDICE GENERAL

<b>PORTADA.....</b>	<b>I</b>
<b>ASESORA .....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO Y-FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Planteamiento del problema:.....	1
1.1.2. Formulación del problema .....	2
1.1.3. problema general .....	2
1.1.4. Problema específico .....	3
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....</b>	<b>3</b>
1.3.1. Teórica.....	3
1.3.2. Práctica .....	4
1.3.3. Metodológica.....	4
1.3.4. Ambiental .....	4
1.3.5. Social.....	5
<b>1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>5</b>
1.4.1. Hipótesis general .....	5
1.4.2. Hipótesis específicas.....	5
1.4.3. Descripción de variables .....	6
1.4.4. Operacionalización de variables .....	6
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>7</b>
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	7
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	15
<b>2.2. BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>18</b>
2.2.2. Optimización energética.....	18
2.2.3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL SOLATUBE.....	23
2.2.4. EDIFICACIONES DE ALTA DENSIDAD .....	33

<b>2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:</b> .....	<b>50</b>
2.3.2. Optimización.....	50
2.3.3. Energía solar .....	50
2.3.4. Fuentes de luz natural .....	50
2.3.5. Sistema de iluminación natural convencional .....	50
2.3.6. Densidad urbana.....	51
2.3.7. Edificaciones multifamiliares .....	51
2.3.8. Efectos de la luz natural en el ser humano.....	51
2.3.9. Sistema de iluminación natural SolaTube .....	52
2.3.10. Estructura del sistema SolaTube .....	52
2.3.11. Sistema de mantenimiento SolaTube.....	52
2.3.12. Instalación del sistema SolaTube.....	52
2.3.13. Costo del sistema SolaTube .....	52
2.3.14. Mejorar la calidad lumínica .....	53
2.3.15. Reducción de costos energéticos .....	53
2.3.16. Efectos económicos .....	53
2.3.17. Efectos sociales.....	53
2.3.18. Efectos ambientales .....	54
<b>. CAPITULO III.....</b>	<b>55</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. . MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>55</b>
3.1.1. Método universal de la investigación.....	55
3.1.2. Método general de la investigación .....	55
3.1.3. Método específico de la investigación .....	56
3.1.4. Nivel o alcance.....	56
<b>3.2. DISEÑO-DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>
3.2.1. Diseño .....	56
<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>56</b>
3.3.1. Población .....	56
3.3.2. Muestra .....	57
3.3.3. ANÁLISIS Y CRITERIO DE ELECCIÓN DE LA MUESTRA CRÍTICA: .....	58
<b>3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN-DE DATOS .....</b>	<b>61</b>
<b>CAPITULO-IV .....</b>	<b>66</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ILUMINACION MEDIANTE TUBOS SOLARES “SOLATUBE” .....</b>	<b>66</b>
4.1.1. Memoria descriptiva. de la implementación.....	66
4.1.2. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE DIALUX EVO .....	1
4.1.3. Resumen de resultados alcanzados (LUX POR PISO) .....	70
MODELACIÓN POR PISO DE LA RESIDENCIA VARO .....	70
4.1.4. Cuadro de luminarias.....	74
4.1.5. Análisis económico .....	77
4.1.3.1. Método del valor actual neto van .....	77
4.1.3.2. Método de la tasa interna de retorno-TIR.....	77
<b>4.2. RESUMEN DE RESULTADOS ALCANZADOS .....</b>	<b>82</b>

4.2.1.	Cuadro de eficiencia según pisos de la edificación “RESIDENCIA .....	82
4.2.2.	Cuadro de costo mensual en iluminación (escalera y vestíbulo) de la edificación “RESIDENCIA VARO”.....	83
4.2.3.	Cuadro de inversión en tipo de luminarias.....	83
4.2.4.	Cuadro resumen de inversión en 20 años por sistema .....	84
4.2.5.	Cuadro de recuperación de inversión de luminaria led respecto al gasto al implementar el sistema solatube. ....	84
4.2.6.	Cuadro de recuperación de inversión de luminaria existente (ahorrador) respecto al gasto al implementar el sistema solatube. ....	84
<b>4.3.</b>	<b>RESUMEN DEL TRATAMIENTO-Y ANÁLISIS DE-LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>85</b>
4.3.1.	Hipótesis general .....	85
4.3.2.	Hipótesis específica H1 .....	85
4.3.3.	Hipótesis específica H2 .....	85
4.3.4.	Hipótesis específica H3 .....	86
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>88</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>89</b>
<b>ANEXOS-.....</b>		<b>93</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1: Optimización energética a través del sistema de iluminación natural Sola Tube.....	6
TABLA 2: Edificaciones de alta densidad.....	6
TABLA 3: Lista de luminarias.....	28
TABLA 4: Ficha de producto lumínico.....	28
TABLA 5: Diseño experimental.....	56
TABLA 6: Conteo de edificios multifamiliares.....	57
TABLA 7: Datos de las 15 muestras analizadas.....	58
TABLA 8: Criterios de elección de la muestra crítica.....	59
TABLA 9: Resultados de la modelación DIALuxEVO (Vestíbulo).....	68
TABLA 10: Resultados de la modelación DIALuxEVO (Escaleras).....	69
TABLA 11: Luxes mínimo y máximos.....	70
TABLA 12: Proyección de gastos “luminarias existente ahorrador” .....	75
TABLA 13: Proyección de gastos luminaria LED.....	76
TABLA 14: Costos de implementación LED.....	77
TABLA 15: Costos de implementación sistema SolaTube .....	78
TABLA 16: Cuadro de eficiencia del proyecto VAN Y TIR.....	78
TABLA 17: Periodo de recuperación luminaria ahorrador.....	80
TABLA 18: Periodo de recuperación luminaria LED.....	80
TABLA 19: Resultados de eficiencia.....	82
TABLA 20: Conclusiones de costos mensual.....	83
TABLA 21: Conclusiones de costos según tipo de luminaria.....	83
TABLA 22: Resumen de inversión en 20 años.....	84
TABLA 23: Periodo de recuperación luminarias LED a SolaTube.....	84
TABLA 24: Periodo de recuperación luminaria existente a SolaTube.....	84

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Consumo energético final por usos- sector residencial.....	19
FIGURA 2: Recomendaciones de política energética para direccionar nuestro modelo energético.....	20
FIGURA 3: Solatube exclusive Spectralight.....	24
FIGURA 4: Anillos led Solatube.....	26
FIGURA 5: Plano de distribución donde se resaltaron los ambientes a iluminar.....	27
FIGURA 6: Accesorios Solatube.....	29
FIGURA 7: Especificaciones de modelos 160,290 y 330DS.....	29
FIGURA 8: Emisión relativa de luz en función al modelo 330DS.....	30
FIGURA 9: Características técnicas de los ductos solares.....	30
FIGURA 10: Diagrama solar.....	31
FIGURA 11: Detalle de instalación.....	31
FIGURA 12: Esquema de iluminación Solatube.....	32
FIGURA 13: Las densidades de las viviendas en las zonas residenciales.....	33
FIGURA 14: Residencial Varo.....	35
FIGURA 15: Residencial Varo panorámico.....	36
FIGURA 16: Lamina 3d residencial Varo.....	37
FIGURA 17: Lamina 3d residencial Varo.....	38
FIGURA 18: Plano de distribución planta típica residencia Varo.....	39
FIGURA 19: Plano de distribución primera planta residencia Varo.....	40
FIGURA 20: Plano de distribución segundo piso.....	41
FIGURA 21: Plano de distribución pent-house.....	42
FIGURA 22: Plano azotea residencial.....	43
FIGURA 23: Elevación principal residencia Varo.....	44
FIGURA 24: Plano de zonificación del entorno urbano.....	45

FIGURA 25: Plano solar residencia Varo.....	46
FIGURA 26: Diagrama de asoleamiento.....	47
FIGURA 27: Plano de instalaciones eléctricas.....	48
FIGURA 28: Modelo y esquema teórico de la investigación.....	55
FIGURA 29: Número de muestras respecto a los criterios.....	60
FIGURA 30: Plano de AutoCAD en el software dialux.....	62
FIGURA 31: Ubicación del proyecto.....	62
FIGURA 32: Vista en planta de los ambientes a calcular.....	63
FIGURA 33: Especificaciones de luminaria.....	63
FIGURA 34: Perfil de uso de cada ambiente.....	64
FIGURA 35: Selección de escena.....	64
FIGURA 36: Escena de iluminación escalera.....	65
FIGURA 37: Distribución general fotométrica con la luz natural.....	65
FIGURA 38: Pagina online para calcular el consumo energético.....	74
FIGURA 39: Proyección de gastos mensuales en iluminación ahorrador.....	75
FIGURA 40: Proyección de gastos mensuales de luminaria LED.....	75

## RESUMEN

En el desarrollo de la arquitectura sostenible se han impulsado iniciativas eco-amigables con el medio ambiente, esta arquitectura nos impulsa a buscar técnicas de mejora y que estas sean sustentables. El caso del sistema de iluminación natural Solatube es uno en particular la cual se ha ido desarrollando y mejorando pasado los años. Este sistema de captación solar nace a partir de la problemática lumínica en viviendas de alta densidad, donde por su tipología o arquitectura no permite una eficiente iluminación. Estas viviendas en muchos casos presentan una iluminación natural ineficiente o nula. Por lo tanto, ahora en nuestro tiempo y entorno planteamos una optimización energética a través de la implementación del sistema de iluminación natural SOLATUBE, con fines de lograr un costo cero en luminarias artificiales en los ambientes a implementar; adicional a ello, su estudio es por razones ecológicas y brindar un sistema coherente de iluminación natural en una vivienda de tipo multifamiliar. Esta investigación se enfoca en analizar esas posibilidades de usar un sistema de captación solar para mejorar las condiciones de vida de los usuarios que particularmente presentan condiciones de lúmenes ineficientes en ambientes de su vivienda.

Se analizó la ficha técnica del sistema SOLATUBE, para proponerlo como solución a la problemática lumínica observada en las viviendas multifamiliares. Con la ayuda del software DIALux simulamos los diversos casos que podrían alcanzarse al cambiar diferentes épocas del año, buscando alcanzar los lúmenes mínimos necesarios por ambiente y con ello lograr una optimización eficiente de energía e iluminación. También se analizó detalladamente los datos de iluminación por nivel para poder estimar los lúmenes mínimos y máximos alcanzados por ambiente, la residencia elegida para el desarrollo del proyecto tiene 10 niveles, un semisótano y una azotea, por esta razón las simulaciones se realizaron por nivel, donde el semisótano presenta menor transmisión de luz solar natural y la azotea mayores niveles de transmisión de luz solar natural.

En las diversas simulaciones realizadas con el software DIALux, obtuvimos resultados en relación de tipo de cielo (cielo despejado, cielo medio y cielo cubierto) cada una de ellas sometidas a diversas épocas del año y tipo de nivel en la que se encuentra el ambiente, estos datos nos han permitido obtener conclusiones y recomendaciones con respecto a esta investigación, lo cual se plasma en la propuesta de iluminación que brinda una considerable optimización en costos de iluminación por luminarias artificiales en las viviendas multifamiliares de Huancayo.

**Palabras clave:** Iluminación natural solatube, optimización energética, costo cero en luminarias artificiales y viviendas de alta densidad.



## ABSTRACT

In the development of sustainable architecture have been promoted eco-friendly initiatives with the environment, this architecture drives us to seek improvement techniques and that are sustainable. The case of the solatube natural lighting system is one in particular which has been developing and improving over the years. This solar collection system was born from the lighting problem in high density housing, where its typology or architecture does not allow an efficient lighting. These houses in many cases have inefficient or no natural lighting. Therefore, now in our time and environment we propose an energy optimization through the implementation of the SOLATUBE natural lighting system, in order to achieve a zero cost in artificial lighting in the environments to be implemented, in addition to this, its study is for ecological reasons and to provide a coherent system of natural lighting in a multifamily housing. This research is focused on analyzing those possibilities Of using a solar collection system to improve the living conditions of users who particularly present inefficient lumen conditions in their housing environments.

The technical data sheet of the SOLATUBE system was analyzed in order to propose it as a solution to the lighting problems observed in multifamily dwellings. With the help of DIALux software, we simulated the different cases that could be achieved by changing different times of the year, seeking to reach the minimum lumens required per room and thus achieve an efficient optimization of energy and lighting. We also analyzed in detail the lighting data by level in order to estimate the minimum and maximum lumens achieved per environment, the residence chosen for the development of the project has 10 levels, a basement and a roof, for this reason the simulations were performed by level, where the basement has lower transmission of natural sunlight and the roof has higher levels of natural sunlight transmission.

In the various simulations performed with DIALux software, we obtained results in relation to the type of sky (clear sky, medium sky and overcast sky) each of them subjected to different times of the year and type of level in which the environment is located, these data have allowed us to obtain conclusions and recommendations regarding this research, which is reflected in the lighting proposal that provides a considerable optimization in lighting costs for artificial lighting in multifamily dwellings in Huancayo.

**Keywords:** Natural solatube lighting, energy optimization, zero cost in artificial luminaires and high-density housing.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio pretende desarrollar el tema de la relación entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SOLATUBE con las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo. Se ha elegido esta ciudad por contar con más del 80% de viviendas de alta densidad, las cuales el 60% no cuentan con un sistema eficiente de iluminación natural adecuada y/o proyectada. Asimismo, según Las proyecciones del instituto de estadística e informática INEI Perú (1), señalan que del año 2019-2022 el índice de crecimiento supera a 1 millón 645 mil 182 peruanos. Frente a este problema una propuesta competente es el ahorro energético y un mejor confort lumínico ya que es un tema vigente en nuestros tiempos. por consiguiente, se sabe que la proporción del porcentaje de energía utilizada en iluminación artificial en diversos ambientes de la residencia representan un porcentaje eminente del total consumido anual.

Nuestro proyecto buscó el estudio y/o uso de energía solar capturada y dirigida por elementos que canalizan dicha energía a través del sistema de iluminación natural SOLATUBE, esta iluminación natural se enfoca en ambientes de la residencia que presentan una iluminación ineficiente. De este modo nuestro proyecto aportara un valor añadido a la residencia VARO, en función al análisis se optó por los ambientes con iluminación crítica, ineficiente y/o nula de dicha edificación. Estos datos se validarán en relación a la norma vigente de iluminación, dicha investigación representa dos años de análisis e investigación del propuesto sistema lumínico natural.

Con el presente estudio se da el primer paso para rescatar los valores ecológicos perdidos en los ciudadanos de la provincia de Huancayo, el estudio brinda una solución energética a través del sistema de iluminación natural SOLATUBE, teniendo en cuenta muchos aspectos desde especificaciones técnicas, funcionamiento, diseño, ventajas, desventajas, aplicación, costos, periodo y pruebas de eficiencia del sistema de luz natural "SOLATUBE".

Esta investigación estará basada en una metodología científica, cuantitativa, experimental descriptiva con análisis y la optimización de recursos energéticos a través del sistema de iluminación natural SOLATUBE, los cuales serán sometidos a pruebas y simulaciones.

Este documento está estructurado en cuatro capítulos que se exponen a continuación:

Capítulo I, se presenta de manera ordenada el planteamiento metodológico, el problema general, planteamiento de estudio, objetivos e hipótesis que se desea lograr dentro de la investigación, así mismo se da a conocer la justificación del porqué de la problemática del proyecto de investigación.

Capítulo II, se presenta el marco teórico que servirá de referencia para el desarrollo del presente proyecto, en la que en primer orden se establecen características principales de la iluminación natural Solatube, optimización energética, costo cero en luminarias artificiales y viviendas de alta densidad.

Capítulo III, se desarrolla la metodología de investigación en la cual observaremos el método y alcance de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnica e instrumento de recolección de datos, análisis de la edificación a implementar el proyecto, análisis lumínico actual de la edificación, análisis por ambiente, consumo energético general de la edificación, especificaciones de modelización DIALux, técnica e instrumento de recolección de datos y resultados estadísticos del proyecto.

Capítulo IV, en este capítulo podemos observar los resultados y discusión, donde damos a conocer los resultados de la simulación con el software DIALux evo, los resultados de eficiencia económica con el método del VAN y TIR, y por último los resultados contrarrestados con las hipótesis.

Dicho análisis terminará con una propuesta de distribución bioclimática en anexos, donde presentamos una distribución más eficiente, diseñado y pensado en la arquitectura bioclimática e iluminación natural en todos los ambientes de la edificación. Esta propuesta tiene como objetivo presentar una arquitectura de calidad.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Planteamiento del problema:

Actualmente, lograr un ahorro energético y un eficiente confort lumínico es un tema que aqueja a escala mundial. En los últimos años la población de las grandes ciudades aumentó, así que, es indiscutible que en los siguientes años seguirá incrementando.

A consecuencia, del incremento poblacional la industria energética eléctrica, es una de las más contaminantes presentando más del 31.85% de porcentaje de emisión de GEI en el mundo, de igual forma la industria de uso residencial con un 5.89% porcentaje de emisión de gases de efecto invernadero en el mundo. Según el informe de la agencia de la ONU La concentración de gases de efecto invernadero (2). demostró que a consecuencia de estos incrementos en cuanto a utilización de recursos naturales para la generación de electricidad a provocado deplorables consecuencias que está a la vista, como la pérdida de la biodiversidad, el déficit ecológico, y el calentamiento global.

Los países del caribe y de América latina aportan con más 3.257 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono, representando el 8% de las emisiones totales de gases efecto invernadero (GEI), los países de Sudamérica que generan más del 75% de dichas emisiones son; Brasil, argentina y Venezuela (3). Según la capacidad generada de energía por países de Sudamérica, Brasil genera una energía más limpia, debida a su alta inversión, llegándose a consolidar como el país con más generación de energía limpia a nivel Sudamérica a través de los últimos 9 años (4).

La industria de uso residencial, hoy en día a superado la demanda de electricidad. A través de los años el uso y la inversión en energías renovables ha incrementado en los países de Sudamérica, según la base de datos publicados por la agencia internacional de energías renovables (4). Países como Brasil, Argentina, Colombia, Chile y Perú intensificaron la captación de energía a través de recursos naturales.

Según las proyecciones estadísticas señalan que el número estimado de la población de Perú en el año 2019 es de 32 millones 131 mil 400 peruanos, lo cual para el año 2022 llegaremos a ser 33 millones 776 mil 585 peruanos, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (5). Ello nos lleva a percibir que la población estimada entre el año 2019-2022 tendrá un índice de crecimiento de 1 millón 645 mil 182 peruanos, con ello observamos que cuando la población aumenta por ende incrementa el consumo energético a un 90%, a consecuencia de ello agotaremos los recursos energéticos apreciados como: la hidroenergía, el carbón mineral, el gas natural y el petróleo.

Según el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (6). Un 60% de las viviendas en el Perú cuentan con una mala iluminación natural, a consecuencia de la

mala ubicación de vanos en ella. Menos del 40% de viviendas se encuentran diseñadas y pensadas en la iluminación natural eficiente. Si los habitantes de la vivienda mejoraran sus hábitos de consumo o implementarían sistemas naturales, podrían ahorrar hasta un 21% de consumo energético. Al realizar el análisis nos lleva a pensar y estudiar la problemática mediante la optimización energética de la iluminación natural.

De la misma forma, en la ciudad de Huancayo específicamente el distrito de El Tambo contiene el mayor número de pobladores con un porcentaje de (43.7%) de población y con un (44.2%) de hogares según el estudio de mercado Huancayo Fondo Mi Vivienda (9). También se observa que respecto al tipo de vivienda (edificaciones de alta densidad) el distrito de Huancayo es el que presenta mayor porcentaje. Esto conlleva a la conclusión de que más del 80% de viviendas de la ciudad de Huancayo se construyeron sin la ayuda y/o orientación de un profesional en la construcción; es por ello, que presentan un bajo nivel de diseño y planificación.

El consumo energético resulta ser la fuente de mayor uso en el sector residencial, la cual presenta un nivel socioeconómico de 1050.20 KW h/ anual solo al usar los focos de luz. Según el Plan Nacional de Acción Ambiental (7). En la actualidad resulta incongruente que en horarios diurnos se haga uso superior al 70% de la iluminación artificial la cual emite gastos excesivos, “probablemente el mayor porcentaje de ahorros indirectos, se consigan mediante una buena aplicación del sistema de iluminación natural en nuestras viviendas, que conlleve a ambientes más confortables son incluso más importantes que los ahorros energéticos directos”. Y actualmente con la tecnología y alta gama de posibilidades se puede diseñar un sistema de iluminación natural eficiente y confortable, la cual garantice el confort en diferentes espacios de acuerdo a las necesidades y actividades que requiera.

El sistema de iluminación natural conocida como “luz del día” no solo es importante por su variabilidad, calidad y composición espectral. si no, es mucho más influyente que ello. ya que estudios extranjeros OPS y OMS (sanidad y consumidores), comité científico europeo demostraron que la iluminación natural influye en un 90% a mejorar la salud de las personas. También este análisis nos demostró que la luz natural llega a ser un estimulante directo con el cuerpo del ser humano, ello influye directamente con el cerebro, ritmo circadiano y mejora al 90% el confort del ser humano. (8).

### 1.1.2. Formulación del problema

Esta investigación está basada en una metodología científica, cuantitativa, experimental descriptiva con análisis y la optimización de recursos energéticos a través del sistema de iluminación natural SOLATUBE, los cuales serán sometidos a pruebas y simulaciones a la edificación más crítica según el resultado de la muestra “LA RESIDENCIA VARO”.

### 1.1.3. problema general

¿Qué impacto genera la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021?

#### 1.1.4. Problema específico

¿Cuál es la relación que existe entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las luminarias existentes en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo?

¿Cuál es la relación que existe entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con la Implementación de luminarias eco amigables en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo?

¿De qué manera la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube influye sobre el consumo anual en electricidad de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo?

### 1.2. OBJETIVOS

#### 1.2.1. Objetivo general

Determinar el nivel de impacto de la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021.

#### 1.2.2. Objetivos específicos

Diseñar la relación que existe entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las luminarias existentes en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo.

Diseñar la relación que existe entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con la Implementación de luminarias ecoamigables en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo.

Determinar el nivel de influencia entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube y el consumo anual en electricidad de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo

### 1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

#### 1.3.1. Teórica

La iluminación natural y la optimización energética, están siendo evaluados y analizados, considerando que de ello depende el ahorro energético; las edificaciones de alta densidad más conocidas como viviendas multifamiliares presenta un excesivo gasto en energía eléctrica, tanto en iluminación artificial como en electrodomésticos, en nuestro proyecto de investigación la iluminación artificial es la más importante a analizar. Lograr un confort lumínico nos brindará muchas ventajas como: ahorro de

recursos económicos en energía, fácil y rápida instalación, mínima transferencia de temperaturas del exterior a la vivienda, filtros de rayos UV, total impermeabilización, nula transferencia de calor al interior de la vivienda, no necesita mantenimientos, ahorro de iluminación artificial en horas diurnas en las cuales las cifras eléctricas tienden a ser más elevadas. El análisis de estos datos y la simulación lumínica servirán para determinar el efecto del sistema de iluminación natural SOLATUBE planteado, comparado a la iluminación ya existente de la edificación.

### 1.3.2. Práctica

El confort lumínico en nuestro proyecto de investigación es uno de los temas más importante a promover; tomar conciencia de la importancia de la iluminación en un espacio o ambiente es una problemática mundial. Hoy en día pareciera que para tener conciencia y reflexionar de algo, infortunadamente debemos experimentar su ausencia, solo así buscaremos la solución y valorar su importancia. Dentro del confort lumínico, lograr un costo cero con eficiente iluminación natural es la más importante; es por ello, estos datos ayudaran a determinar el nivel de influencia del sistema de iluminación natural SOLATUBE en las edificaciones de alta densidad.

### 1.3.3. Metodológica

El desarrollo, técnicas e instrumentos utilizados en la investigación para analizar el nivel de influencia de la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube, podrán referenciar a nuevas investigaciones o ser de aplicación para su mejoramiento.

La recolección de datos, fueron basados en los edificios multifamiliares del Jr. Julio Sumar Huancayo, donde se observó e identifico la edificación más crítica respecto a temas de iluminación, costos en energía eléctrica y confort lumínico. Teniendo, así como resultado la simulación en la edificación critica seleccionada.

El número de muestras del proyecto estuvo en función de los objetivos del estudio, tomando en cuenta las posibles limitantes como el ingreso a las edificaciones para la toma de datos y la obtención de planos de ambientes críticos. Dado a los inconvenientes se realizó encuestas, con la cual se clasifico el nivel de confort de cada muestra (15 unidades de edificaciones multifamiliares del Jr. Julio Sumar de El Tambo-Huancayo), dichas muestras se clasificaron en rangos, teniendo como resultado una edificación con mayor gasto en energía eléctrica y deficiente iluminación natural en ambientes comunes.

### 1.3.4. Ambiental

los estudios de la eficiencia lumínica natural en edificaciones de alta densidad son necesarias para conocer y enseñar a las personas un sistema de iluminación eficiente capaz de brindar soluciones lumínicas naturales en ambientes críticos que presentan una ineficiente y/o nula iluminación natural, es importante señalar que el sistema de

iluminación SolaTube es un aporte para el ecosistema ya que los elementos con los que están compuesto son considerados eco amigable y sustentable, la cual no es peligrosa ni dañina para el medio ambiente; incluso, el uso directo de energía solar para iluminar los ambientes del edificio da como resultado el ahorro de energía inmediato, lo que también significa un menor consumo de electricidad convencional, costos mensuales reducidos de electricidad por ende una reducción de la contaminación por CO2.

El consumo energético excesivo en el sector residencial a gran escala puede producir incontrolables daños ambientales, ya que este sector presenta un nivel socioeconómico de 1050.20 KW h/ anual solo al usar los focos de luz (7). Considerando así a la industria de uso residencial un agente provocador de emisión de gases de efecto invernadero en el mundo (2). A través de ello, se demostró que dichos incrementos generan la utilización desmesurada de recursos naturales para la generación de electricidad provocando deplorables consecuencias como el déficit ecológico, pérdida de la biodiversidad y el calentamiento global.

#### 1.3.5. Social

Nuestro estudio acerca de la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube considera como objetivo central el usuario, esto se enfoca a integrar al usuario en la implementación del sistema de iluminación, el diseño está directamente relacionado a la sociedad la cual tendrá beneficios de iluminación natural eficiente, sin dejar atrás las ventajas de generar espacios integrados donde en muchos casos poco a poco se deja de lado y sin buena iluminación. Cada vez tendríamos una alternativa diferente y eficaz a una realidad que pide a gritos cambio y una fuente sana de iluminación natural para la sociedad más afectada de la ciudad de Huancayo

### 1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

#### 1.4.1. Hipótesis general

La optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube genera un impacto positivo en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021.

#### 1.4.2. Hipótesis específicas

Existe una relación directa entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las luminarias existentes en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo.

Existe una relación directa entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con la implementación de luminarias ecoamigables en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo.

La optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube impacta positivamente en el consumo anual en electricidad de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo.



### 1.4.3. Descripción de variables

**VI:** Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube

**VD:** Edificaciones de alta densidad

### 1.4.4. Operacionalización de variables

#### 1.4.4.1. Variable independiente

#### OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA A TRAVÉS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL SOLATUBE

El proyecto consiste en lograr la optimización energética a través de la implementación del sistema de iluminación natural SOLATUBE, la cual captura iluminación natural a través de una cúpula en el techo que absorbe los rayos solares y la canaliza hacia el interior del edificio. Se propone este sistema en las cubiertas de las edificaciones de alta densidad para reducir los costos de iluminación artificial en los espacios gríticos (ambientes comunes del edificio).

DIMENSIÓN	INDICADORES
Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube	Eficiencia luminica
	Luminarias existentes
	Implementacion de luminarias LED
	Consumo anual en electricidad

Fuente: Elaboración propia

#### 1.4.4.2. Variable dependiente

#### EDIFICACIONES DE ALTA DENSIDAD

Son edificaciones que se distinguen por su tipo de uso, dichas viviendas son de uso residencial multifamiliar de alta densidad, que presentan mayor a 3 pisos comúnmente con departamentos, en su mayoría son viviendas divididas en varias unidades integradas entre sí, la cual comparte el terreno como bien común.

TABLA- SEQ  
TABLA- \\* ARABIC 2  
Edificaciones de alta densidad

DIMENSIÓN	INDICADORES
Edificaciones de alta densidad	Tipología
	Altura de edificación
	luminarias ineficientes
	Gastos en iluminación artificial

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La presentación de los siguientes antecedentes, va vinculados de manera directa e indirectamente con el tema de optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube y las edificaciones de alta densidad, estos antecedentes que presentaremos a continuación sirvieron como soporte teórico para el desarrollo y análisis de la investigación.

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

###### 2.1.1.1 ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

En el artículo científico, que tiene como título “Potencial de la tecnología Solatube como sistemas pasivos de luz diurna para edificios sostenibles en Arabia Saudí”, tuvo como objetivo evaluar la potencialidad de la tecnología Solatube en los sectores de construcción sostenible de Arabia Saudita y se discuten las condiciones climáticas requeridas. Los autores estudiaron los aspectos relacionados con los sistemas de luz diurna Solatube, como también los diferentes tipos de aplicación, y la ilustración de los estudios de casos anteriores donde se implementa la luz diurna Solatube en diferentes países. El análisis afirma que Arabia Saudita, es uno de los mayores productores de energía solar, donde es adecuada la aplicación de la tecnología Solatube en diversos sectores de construcción sostenible. Estos análisis se realizaron con el objetivo de eficiencia energética en visión de 2030; adicionalmente, a ello se discutieron diferentes soluciones de energía renovable, como turbinas eólicas, células fotovoltaicas y soluciones híbridas termo solares, con en análisis y resultados se concluye que la energía solar Solatube es muy recomendable para el uso en la planificación energética de una edificación, debido a su bajo costo y disponibilidad. Los autores discutieron el deseo de adoptar tecnologías de energía renovable a través de un cuestionario cuidadosamente diseñado. Dichos resultados sustentan que la energía solar podría considerarse la opción más deseable para proporcionar la potencia requerida, especialmente en edificaciones de alta densidad. (11).

En el artículo científico, que tiene como título “El estudio de los factores efectivos en el rendimiento de la luz del día de pozos de luz con métricas dinámicas de la luz del día en edificios residenciales en Irán, Teherán”, tuvo como objetivo principal estimar el efecto de las variables que afectan el rendimiento de iluminación natural de los pozos de luz, donde se realizaron 352 simulaciones por el software Daysim, los hallazgos de este estudio muestran el mejor rendimiento de iluminación natural de los pozos de luz (Solatube) en comparación a los pozos de luz cuadrados comunes (ducto de ventilación e iluminación). Para ello se desarrolló tres estrategias, la primera consiste en el mejoramiento de las técnicas de iluminación natural convencional para proporcionar la luz diurna, mediante el uso de nuevos elementos

como voladizos, persianas inteligentes, pantallas y filtros de luz, la segunda estrategia consiste en el desarrollo del sistema de acristalamiento (tecnologías de acristalamiento permite admitir mayor cantidad de luz natural y evita la transmisión de mayor cantidad posible de calor solar). Y por último la estrategia de una iluminación natural con tubos y pozos de luz diseñados para redirigir la luz del día a áreas alejadas a una ventana o un tragaluz. Cada una de las estrategias resaltadas se simularon en modelo de 1 piso de cada tipo de pozo de luz, donde se demostró que el sistema de iluminación natural con tubos solares puede tener mayor eficiencia y lograr un impacto positivo sobre los ambientes con nula o deficiente iluminación en edificaciones de usos residencial (12).

En el artículo científico, que tiene como título “Efectos de los sistemas de guía de luz natural tubulares en el rendimiento de la luz natural y el ahorro de energía en edificios de oficinas en diferentes zonas climáticas de las provincias de china”, tuvo como objetivo investigar los efectos del radio del tubo solar en relación de las ventanas y la orientación de la ventana en la iluminancia del interior, dicho estudio analizo el consumo de energía eléctrica y las cargas de calefacción/refrigeración de una sala de oficina en china mediante simulaciones numéricas y experimentos. Los resultados demuestran que el aumento del radio del tubo y la utilización de una ventana orientada al norte pueden mejorar el rendimiento de iluminación natural y el ahorro de energía. Esta implementación reduce en niveles significativos el consumo anual en iluminación artificial y la carga de calefacción al tiempo que aumenta la carga de refrigeración de la sala de oficinas. El modelo se desarrolló utilizando el software Radiance y Ecotec y su vialidad se valida comparando la distribución de iluminancia interior simuladas con las mediciones de campo. (13).

En el artículo científico, que tiene como título “Un nuevo dispositivo de luz diurna tubular que fusiona un calentador de agua solar: estudio experimental”, tuvo como objetivo realizar la integración entre el dispositivo de luz diurna tubular y el calentador de agua solar, este proyecto de iluminación y el rendimiento térmico del nuevo modelo propuesto fueron probados y analizados experimentalmente en diferentes estaciones en El Cairo – Egipto. estas dos soluciones de ahorro energético que se emplean de forma individual en áreas industriales y residenciales al combinarlo en un modelo único y dar paso a la idea de fusionar se basa principalmente en la utilización del tubo solar para la captación de energía, con el objetivo de mejorar el ahorro en energía solar, el arrobo de espacio y la disminución de costos de fabricación. Esta nueva propuesta fue aprobados y analizados experimentalmente en diferentes estaciones de Egipto, los resultados obtenidos indicaron que el nuevo sistema fusionado logro transferir una tasa de iluminación aceptable y aumentar la temperatura del agua, con el uso de los tubulares solares transfiriendo la iluminación llegó aproximadamente a  $6,5 \text{ W/m}^2$  la cual cumple con las necesidades de iluminación requeridas. Los resultados demostraron que los tubulares solares tienen un desempeño significativo logrando así una relación directa con el calentador de agua y la iluminación eficiente en la residencia (14).

En el artículo científico, que tiene como título “Diseño de un sistema de iluminación solar plana para llevar luz natural al núcleo del edificio en el país de china”, tuvo como objetivos proponer un nuevo método de diseño de un sistema de iluminación solar plana, que puede ayudar al concentrar energía con alta eficiencia. El concentrador solar propuesto tiene la capacidad de ajustar el número de colectores según las diferentes necesidades de concentración. el colector propuesto puede brindar la libertad de diseño de los nuevos sistemas de iluminación solar. Los resultados de la simulación muestran que la eficiencia del sistema alcanza el 84,69% generando una concentración geométrica lumínica eficiente. Los resultados del concentrador solar en relación a las eficiencias ópticas son 10, 20, 30, 40 y 80, 87%, 81,12%, 81,21%, 81,13% respectivamente. El diseño del sistema de iluminación solar plana proporciona una nueva visión para posibles diseños de iluminación solar (15).

En el artículo científico, que tiene como título “Un estudio de las variables de diseño en la luz del día y el rendimiento energético en edificios residenciales en climas cálidos”, tuvo como objetivos investigar el impacto en el consumo de energía de los componentes de las envolventes de los edificios, incluyendo el aislamiento térmico, las ventanas y los tipos de acristalamientos, esto para reducir la energía consumido en los edificios residenciales. La mayoría de estudios se centran principalmente en la mejora de envolventes de edificios más no en la implementación de mecanismos de eficiencia energética para edificios residenciales energéticamente eficientes. Entre las estrategias para lograr mejorar la eficiencia energética está la implementación de un sistema de iluminación natural que reduzca significativamente el consumo de energía eléctrica teniendo en cuenta la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Así mismo, según el estudio de Li y Liam en Arabia Saudita, una iluminación natural eficiente puede satisfacer la respuesta visual humana y como consecuencia crear un ambiente con mayor confort y así mejorar la calidad de vida del ser humano (16). Adicionalmente, en el artículo se investigó exhaustivamente el rendimiento energético y se llegó a la conclusión de que, si la iluminación natural admitida en la edificación está controlada, puede proporcionar gran potencial para un eficiente ahorro de energía al reducir el consumo de energía en luminarias artificiales, calefacción, etc. Mientras que la iluminación natural no controlada puede ocasionar el sobrecalentamiento y deslumbramiento en el ambiente (17).

En el artículo científico, que tiene como título “Los desafíos de los sistemas innovadores de iluminación natural: un estudio crítico”, tuvo como objetivos evaluar los efectos del desarrollo de los sistemas innovadores de iluminación natural para maximizar la energía artificial, analizar los desafíos de la implementación que impiden su uso generalizado y las limitaciones de aplicación, desarrollar una serie de sistemas que se adaptan eficientemente a diferentes circunstancias. Teniendo en cuenta que los innovadores sistemas lumínicos también conocidos como (Innovative Daylighting Systems “IDS”) buscan

proporcionar un confort lumínico eficiente, en donde los sistemas convencionales de iluminación natural proporcionan una cantidad inadecuada de luz natural. A pesar de los años muchos IDS se han desarrollado e implementado en el mercado comercial, pero los desafíos de estos sistemas innovadores generan que el usuario no logre su aplicación correcta. Dichos desafíos como el alto costo inicial del sistema, las dificultades o poco conocimiento de la instalación y las limitaciones de aplicación generan un uso generalizado en el país del Cairo, Egipto. En muchos casos estos desafíos son superables, pero el poco conocimiento los vuelve deficientes. Alternativamente, la solución es un sistema que se adapte eficientemente a diversas circunstancias es un enfoque más práctico. Este artículo científico revisa los IDS, teniendo en cuenta los sistemas ya lanzados comercialmente o no, y analiza los desafíos asociados respectivamente con su utilización dentro de las edificaciones (18).

En el artículo científico, que tiene como título "Optimización de la utilización de la luz del día en aplicaciones de ahorro de energía en la biblioteca de la facultad de arquitectura, diseño y entorno construido, Universidad Árabe de Beirut", tuvo como objetivo estudiar y analizar tres dimensiones de la situación actual de la biblioteca. De la misma manera, el artículo tuvo como propósito el uso del software Ecotect donde proporciona datos necesarios sobre los elementos arquitectónicos que afectan la luz del día en el ambiente actual. Con esta simulación se pueden adoptar componentes de los vanos, su ubicación y el tamaño de la misma, así mismo, ver el impacto en la cantidad de penetración de la luz diurna y el tiempo de duración en dicho ambiente. En la recopilación de datos se obtuvo con un acimut y una latitud específicos de la iluminación solar, el cual se contrarrestó con los diferentes cambios de estaciones de verano e invierno. Las simulaciones se realizaron con las fechas (junio de 2016 y noviembre de 2016 correspondientemente). Cada una de las simulaciones se recopiló en tres horarios distintos del día (9:00 am, 12:00 am y 3:00 pm respectivamente). Con lo que se llegó a las siguientes conclusiones; se puede encontrar que la mayor intensidad lumínica se ubica en la periferia del espacio en el área cerca de las ventanas mientras que a medida de alejarnos de ellas se vuelve escasa o nula, por lo tanto, la implementación de un sistema o métodos que contribuyan con aumentar la eficiencia lumínica es necesaria. Por otra parte, se realizaron simulaciones adicionales de la iluminación artificial usando el software DIALux donde se tuvo como objetivo principal estudiar y rastrear la luz artificial de la biblioteca especificando el número de unidades de luminarias dentro del ambiente. El software DIALux y Lighting Wizard pudo diseñar y evaluar el espacio del esquema de iluminación artificial con especificaciones técnicas requeridas en dicho ambiente. Estos softwares de modelación se complementaron considerando que al implementar una guía de luz huecas (tubos solares) mejorara en gran medida la potencial lumínica de los niveles de luz al interior del ambiente (19).

En el artículo científico, que tiene como título “Pantallas solares exteriores perforadas para iluminación natural en edificios residenciales en el desierto: Identificación de porcentajes mínimos de perforación”, tuvo como objetivo brindar datos sobre los resultados de una investigación que estudio la influencia del porcentaje de perforación de los tubos solares en el rendimiento lumínico natural en una sala de estar residencial típica de una edificación. El objetivo principal fue identificar el porcentaje mínimo de perforación que requiere para proporcionar una iluminación adecuada en ambientes específicos y durante todo el año. Este proyecto de investigación se desarrolló en tres etapas, en la primera etapa se centró en el análisis de la iluminación natural por niveles durante fechas y horas específicas; la segunda etapa se basó en los resultados de la primera etapa y con ello abordó el rendimiento durante todo el año usando el tubo solar como medio de captación lumínica; y la tercera etapa abordó la posibilidad de incidencia de deslumbramiento en casos específicos donde los niveles de iluminación natural fueron escasos o nulos según el análisis de la primera etapa. En conclusión, los experimentos demostraron que las pantallas solares (tubos solares) cumplían con los requisitos de la mayoría de casos probados en el país de Egipto. Los niveles de luminancia en el espacio residencial fueron satisfactorios en el 83%, también se descubrió que la influencia de la pantalla lumínica natural depende en gran medida de su orientación y dimensión (20).

#### 2.1.1.2 TESIS

- a. En la investigación de posgrado titulada: “optimización energética en viviendas unifamiliares mediante sistemas de aporte de luz natural”, aplicado en viviendas unifamiliares al norte de Madrid, en la zona urbana de uso residencial en su totalidad, exactamente en “la calle de pio Baroja-Madrid” para optar el título de master en innovación Tecnológica en edificación y arquitectura Madrid, España. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

Las simulaciones en el software DIALux y ReLux en el ambiente del baño y aseo brindan una iluminación eficiente en lux donde podemos observar que en ambos casos obtienen un mínimo de 100 luxes según el reglamento de iluminación.

- En el sistema DIALux tenemos 112 lux como mínimo en luz artificial para el baño y 100 lux de luz natural. Por otra parte, para el ambiente del aseo se obtuvo 226 lux de luz artificial y 102 lux de luz natural como mínimo.
- En el sistema ReLux para el ambiente baño brinda 126 lux mínimo de luz artificial y 104 lux mínimo de luz natural, de la misma forma para el ambiente de aseo presentan 164 lux como mínimo de luz artificial y 108 lux mínimo de luz natural.

En cuanto a los resultados obtenidos en la distribución de luz artificial, cabe resaltar que en ambos softwares de simulación se emplearon las mismas luminarias, el mismo catálogo comercial, también se introdujo las características reflexivas con mismas especificaciones para obtener unos resultados más reales.

De la misma manera, la viabilidad del proyecto pudo ser uno de los factores más importantes para validar la eficiencia del proyecto, así que, se obtuvo las siguientes conclusiones:

- El consumo total antes de la instalación es de 167.46€ = S/ 662.84 soles
- El precio aproximado de instalación del sistema Solatube sería de 2,015.53€ = S/ 7,977.91soles
- Con la implementación del sistema SolaTube se logra un ahorro anual de casi 100€ = S/ 455,8 soles anual.
- Con el análisis se observa que se necesitaría aproximadamente 21 años para poder amortizar el costo de instalación, es un plazo largo, pero tomando en consideración que el sistema no requiere de un mantenimiento excesivo, ya que el mantenimiento consta de conservar el domo situado en la cubierta limpio para no dificultar el paso de la luz. Se puede concluir que la instalación de sistema solar a pesar de tener un costo no tan bajo, brinda calidad de mejora lumínica en la vivienda, pues gracias al sistema se puede obtener la luz natural el mayor tiempo en los ambientes críticos del edificio (21).

b. En la investigación doctoral titulada: “Propuesta de ahorro energético mediante sistemas de aporte de luz natural en los edificios del campus central de la universidad del Salvador” caso de estudio: universidad del Salvador; para optar el master universitario en energías renovables y medio ambiente en la Universidad Nacional Autónoma León, Nicaragua.

La investigación tiene como objetivos:

- Evaluar el aporte lumínico natural en pabellones del campus central de la universidad del Salvador.
- Estimar el sistema de aporte de luz natural Solatube, como una propuesta de ahorro energético en luminarias artificiales, utilizadas en el interior del pabellón.
- Emplear el software DIALux como herramienta de simulación y diseño lumínico, cumpliendo con los estándares según la norma española UNE-EN 12464-1.
- Realizar la comparación de dos luminarias, ubicadas en dos diferentes escenas, uno con la implementación de la tecnología LED y el segundo con la implementación del sistema SOLATUBE para lograr una iluminación natural óptima.

En cuanto a los resultados obtenidos La iluminación del edificio para cubículos de la universidad del Salvador, presentan resultados positivos la cual se obtuvieron a través del cálculo del DIALux, por lo tanto, existen posibilidades de ahorro energético por medio de los usos eficientes de la tecnología SolaTube, la cual permitió disminuir el nivel de iluminación a 500 lux.

El diseño de iluminación del edificio con un difusor cerrado, requirió 20 unidades para mantener un promedio de 500 lux. Y gracias al sistema SolaTube 750DS,

produciría un ahorro de 9676.6 kWh/ año que equivale a \$/1,925.7031 dólares USD = S/. 7,185.9800 soles peruanos, lo que sería un 83% de consumo de energía actual, también estas luminarias en lo que respecta a la factibilidad se propone la implementación de la tecnología LED, ya que produciría un ahorro adicional de energía anual de 6168.96 kWh/ año, que equivale a USD\$ 1129.00/ año, a pesar que al implementar el sistema se tiene un periodo de recuperación de inversión a partir del 9° año aproximadamente.

Es de gran apoyo la evaluación de esta investigación, y el análisis de cada apartado presentado, con ello mejorar el presente proyecto (22).

- c. En la investigación de pregrado titulada: “estudio de un sistema de iluminación natural para edificios”, este estudio está dirigido a plantear una gama de alternativas de sistemas de iluminación natural, la cual se ofrece al mercado. En primer lugar, se analiza la importancia del sol como la fuente de luz primordial, con ello se analiza un estudio de mercado respecto a las luminarias, en las cuales se analizan diferentes soluciones disponibles en la actualidad.

En esta investigación delimita elementos que tomamos como referencia para mi investigación bajo las siguientes conclusiones.

- El objetivo principal del proyecto consiste en el planteamiento de un sistema capaz de captar, transportar y difundir iluminación natural a un espacio en específico, con el estudio minucioso pudo ser posible la validación del objetivo principal optado por la implementación del sistema natural solatube.
- La empresa productora de SolaTube brinda información de instalación y beneficios, es con ello que en la ciudad de Barcelona ya se implementaron este sistema.
- Al implementar un sistema de iluminación natural se podría mejorar la calidad de vida del habitante, a través del proyecto de investigación se ha llegado a la conclusión que la empresa SolaTube, es la más eficiente y capaz de adaptarse en un proyecto ya existente. Esta empresa contempla modelos que integran un pequeño sistema solar solar-eléctrico que almacena energía solar durante el día para redirigirla y alimentar una batería que se enciende automáticamente en la oscuridad, con ello ya es realidad obtener la luz solar las 24 horas del día.
- De otra manera, tanto el domo de cristal inteligente actuando como agente regulador de luz, como el análisis del sistema eléctrico que ilumina el espacio cuando no hay presencia de iluminación natural (horarios nocturnos), se consideran válidos y aplicables a la solución propuesta.

Finalmente, según los resultados brindados por la investigación, se obtiene la conclusión de que la implementación del sistema Solatube de iluminación natural no es viable para viviendas unifamiliares o de baja densidad, ya que podría generar gastos excesivos en la instalación y el tiempo de recuperación sería de muchos años (23).



- d. En su investigación doctoral titulada: “eficiencia en iluminancia del ducto vertical de luz solar con colector plano y semiesférico” caso de estudio: instituto politécnico nacional, escuela superior de ingeniería y arquitectura unidad Tecamachalco, Estado de México-2014.

En dicho proyecto de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- El análisis de luz promedio en relación a la variación porcentual de eficiencia lumínica, muestra la fluctuación en cantidad de luxes de iluminancia disponibles hacer captadas por lo colectores propuestos, dicha variación se analizó con la incidencia solar según el ángulo de inclinación, azimut y radiación solar del día correspondiente.
- Con los resultados del análisis se propone el uso de colectores semiesféricos para espacios interiores donde se requiera la iluminación natural por horas prolongadas con niveles bajos de luxes y colectores planos en espacios interiores donde se requiera niveles altos de luxes para trabajos de corta duración.
- El sistema de iluminación natural brinda valores aceptables a una distancia de 3 metros, brindando así el confort lumínico deseado según la norma del reglamento de construcciones del distrito federal, llegando a valores promedios superiores a los 250 luxes en las horas de mayor radiación.
- El colector semiesférico mostro captar 3% más que el plano con base a la luminancia recibida. Llegando a la conclusión que el colector semiesférico capta 6,46% más en relación al conector plano. En general al implementar el sistema Solatube con la cúpula o colector semiesférico brindara mayor eficiencia en el transporte de iluminación recibida; esto significa que transportara en promedio 11.28% más que la capacidad al usar el colector plano (24).

- e. En la investigación para obtener el título de master en estudios avanzados en arquitectura titulada: “la reproducción de la luz natural mediante tecnologías, evaluación y posibilidades” caso de estudio: universidad politécnica de Catalunya Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona UPC-ETSAB-2017

Esta investigación desarrollo sistemas alternativos de iluminación artificial como la biodinámica, que recrea una iluminación solar a través de un programa de software, independientemente del clima; sin embargo, este sistema no está considerado con eco amigable con la naturaleza, es así como nace este trabajo de investigación la cual es analizar y comprobar si la iluminación natural simulada de forma artificial con las luminarias LED, reproduce la misma característica del exterior, también evaluar y comparar la iluminación natural simulada artificialmente con la iluminación natural proporcionada por conductores solares “SolaTube” en un espacio interior influye de manera satisfactoria a los usuarios.

Con respecto a percepción de cromaticidad visual, en la cual se utilizaron bombillas LED RGB de la marca LIFX, en el desarrollo del proyecto se consideraron que la iluminación por conductos no resulta 100% eficiente como la iluminación natural. Así que, la iluminación natural de los Solatube la cual perciben de forma eficiente. Respecto al análisis que involucraron tanto a la iluminación natural mediante ventanas y los conductos solares y la iluminación artificial de tubos fluorescentes y las bombillas LIFX, los participantes de esta investigación consideraron adecuada la iluminación con la implementación de ventanas, tubos solares y la iluminación artificial.

Los resultados del proyecto de investigación demostraron que a través de la complementación de sistemas se podría patentar un sistema Solatube mejorado y con mayor eficiencia. una vez demostrada la viabilidad del proyecto si se requiere, se implementará adicionalmente la iluminación natural inmediata con LEDs. Esta investigación brinda una gama de experimentaciones con la utilización de sistemas de iluminación naturales y artificiales, llegando a obtener resultados que ayuden a lograr la eficiencia lumínica en edificaciones. Tomamos esta investigación como referente ya que en nuestra presente investigación implementaremos el sistema de iluminación natural SolaTube, para la cual nos resulta de gran aporte los experimentos realizados con la implementación de este sistema de iluminación natural, y con los resultados obtenidos nos permitirá optimizar el sistema y obtener una mejor eficiencia al momento de su implementación (25).

## 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

### 2.1.2.1 ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

En el artículo científico titulado “Eficiencia Energética de Colectores Solares Verticales de Tubos de PVC en Termas Solares, Amazonas”, tiene como objetivo determinar la eficiencia de colectores solares de 1-m<sup>2</sup> con 12 tubos verticales de PVC de 3/4” en un tanque de agua caliente, con un Tanque de Almacenamiento de 100 litros, en Chachapoyas, Amazonas (2.350 m y temperatura ambiente promedio de 17 °C), con una humedad del 60% al 70%. Se utilizan cuatro sensores para medir y registrar los datos de temperatura digital DS18B20 y un módulo Arduino UNO. La base de datos toma muestras durante 31 días, en intervalos de 15 minutos, de 9 am a 4pm simultáneamente con los datos obtenidos de radiación solar, precipitación, temperatura ambiente y velocidad del viento por parte de la estación Meteorológica INDES-CES. En base a los datos y valores de la radiación solar incidente. Cada día se clasifica en tres períodos: nublado (0 a 300 W/m<sup>2</sup>), mixto (600 a 800 W/m<sup>2</sup>) y soleado junto (más de 800 W/m<sup>2</sup>). La radiación solar captada por el colector solar en época nublada es de 1,90 kW/m<sup>2</sup>, combinado 0,89 kW/m<sup>2</sup> y soleado 2,0 kW/m<sup>2</sup>. Por otro lado, el rendimiento obtenido para periodo nublado es de 35,6%, mixto 38,51% y soleado ,57%. La cantidad de agua almacenada en el tanque cuando está nublado es de 87,10 litros, combinada es de 89,52 litros y es de 90,51 litros cuando hace sol. Como conclusión, la eficiencia del colector solar está entre el 30 y el 50%. En la región de Amazonas, se ha observado que en los últimos años los hoteles y algunas zonas residenciales urbanas de la

ciudad de Chachapoyas son los lugares de elección para esta tecnología cuya superficie no supera en su totalidad los 100 m<sup>2</sup> en el uso de colectores solares. Entonces, se puede decir que en la región amazónica existe un potencial desmesurado para el desarrollo y despliegue de colectores solares para el calentamiento de H<sub>2</sub>O (10).

#### 2.1.2.2 TESIS

a) En la investigación titulada: “eficiencia energética a través del análisis del sistema Day light en el departamento de Lambayeque” caso de estudio: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, facultad de Ingeniería, Lambayeque - Chiclayo-Perú 2010

Esta investigación llega a las siguientes conclusiones:

- La evaluación y análisis de los sistemas Day light demuestran teóricamente su eficacia en condiciones climáticas, por otra parte, en contraste con las normas de iluminación, resulta que puede ser implementado el sistema de iluminación natural.
- La eficiencia energética es posible mediante la utilización de Day light, ya que el uso minimiza la contaminación ambiental y por ende genera ahorros económicos en iluminación artificial.
- El sistema de tubos solares número 4 con especificaciones; (D) diámetro del tubo o claraboya 0.65m, (L) longitud del tubo 12 m y (TTE) porcentaje de según la comisión internacional de iluminación del 93.4% canaliza mayor luminancia. Un mínimo de 2 471.6 lux y un máximo de 50 602 lux en la temporada de verano, alcanza un valor mínimo de 1 639 lux y un máximo de 29 500 lux en la temporada de otoño.
- El tiempo de captación del sistema de iluminación de tubos solares es constante. Llegando a al pico máximo en transcurso de las 6:00 am a 2:00 pm de la tarde, y posteriormente desciende hasta las 6pm.
- Day light al ser un sistema de iluminación que canaliza la luz solar, puede brindar parámetros óptimos de luz visible y capacidad sensorial efectiva para el ojo humano a una longitud de onda de 555nm generando un mayor confort, productividad y menos cansancio para el usuario

Esta investigación nos comprueba que la eficiencia del sistema tubo solar “SolaTube” dependerá exclusivamente del diámetro, longitud y la ubicación geográfica de la implementación del sistema (26).

b) En la investigación titulada: “confort ambiental basado en los principios de una arquitectura bioclimática en un centro educativo básico especial para niños de 0-14 años en la provincia de Cajamarca”, caso de estudio: Universidad Privada del Norte; para optar el grado de arquitecta Cajamarca-Perú

El presente documento de investigación que resalta el uso de la arquitectura bioclimática y por tal razón cito las conclusiones más resaltantes de la tesis, que a continuación adjunto como referencia de mi investigación.

- El clima es uno de los puntos de partida del proyecto arquitectónico bioclimático. se consideró el clima de la provincia de Cajamarca con sus elementos como la temperatura exterior, humedad y radiación solar; gracias a esta información, fue posible identificar las estrategias de diseño de luz natural según soluciones tecnológicas.
- El confort lumínico se basa en la obtención de iluminancia (luxes) adecuadas aprovechando al máximo la radiación solar. Los rangos de confort son cambiantes respecto a la ubicación del proyecto, en cuanto al confort aluminio de un ambiente principal debe estar entre los rangos de 300 lux o 500 lux.
- Los resultados obtenidos en el ArchiWizard son óptimos y de acuerdo al Abaco psicrométrico de Givonni.
- En cuanto a las soluciones tecnológicas, la iluminación netamente natural se puede obtener de forma lateral completándola con iluminación cenital a través de lucernarios teniendo en cuenta el tipo de acristalamiento y dimensiones del sistema (27).

c) En la investigación titulada: “diseño de iluminación interior utilizando la luz solar por medio de tubos solares”, caso de estudio: universidad católica de santa maría; para optar el grado de ingeniero mecánico electricista Arequipa-Perú

Llego a las siguientes conclusiones:

- El aporte de iluminación natural mediante el sistema Solatube se aporta positivamente en los ambientes que no cuentan con ventanas o presentan deficiente iluminación natural.
- Los resultados del diseño simulados (sótano y áreas comunes hall-gradas) nos garantiza que, al implementar el control de sensores de movimiento, elemento de medición de luminosidad y la iluminación natural correcta en las áreas comunes se lograr el confort lumínico deseado, ya que si con la iluminación natural no se llega a cumplir los parámetros deseados automáticamente encenderían las luminarias de luz artificial.
- Se seleccionó y propuso un sistema de iluminación natural que pueda captar y distribuir la luz natural teniendo en cuenta los costos. Es así como se seleccionó el sistema lumínico natural SOLATUBE de 290 DS con un diámetro de 350 mm que brinda una emisión relativa de 6,00 lúmenes en promedio (hasta 9,100) y el modelo 330 DS con salida de luz relativa tiene un promedio de 14,000 lúmenes (hasta 20,800).
- Este sistema gracias a su variedad de modelos y diámetros de cúpula, nos permite una mejor captación de energía solar de acuerdo a la dimensión del ambiente deseado a incorporar la iluminación natural. Por otra parte, al incorporar el software DIALux en la investigación, lograremos los datos y cuadros de luxes por ambiente, la cual nos permitirá ver la eficiencia lumínica de acuerdo a las normas establecidas.

Por último, esta investigación nos brinda como referencia cálculos y datos ya estudiados en la ciudad de Arequipa, con la que nos referenciamos para contrarrestar los resultados ya obtenidos en nuestro caso de estudio (28).

- d) En la investigación de tesis titulada: “condominio sostenible en la ciudad de Huancayo”, para la obtención del grado profesional de arquitecto, en la facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Ricardo Palma de Lima - Perú.

Debido a la tipología constructiva de las viviendas se ha desarrollado un condominio con 5 prototipos de viviendas, las cuales presentan una composición en los espacios, calidad de acabados, el uso de la energía solar y la recolección de aguas grises, captación de desechos y más.

Entonces los criterios de estudio en la ciudad de Huancayo están íntimamente relacionados y enfocados en determinar el nivel de impacto que existe como alternativa al uso de la arquitectura sostenible en las edificaciones y que la presente investigación tiene como objetivo principal. Además de implementar un sistema de optimización de recursos energéticos en las edificaciones (captación de iluminación natural) así como lograr el confort eficiente de la edificación, contribuye a mejorar la calidad de vida, como también el entorno natural, satisfaciendo con la necesidad principal de vivir con suficientes recursos que esté económicamente disponibles.

Para análisis lumínico del condominio sostenible en la ciudad de Huancayo se tuvo en cuenta los indicadores mínimos de luz natural de acuerdo a lo establecido por ambientes según el reglamento de edificaciones (A. 010, A.040 Y A. 080). Tomando estos indicadores compatibles con el proyecto para realizar el diagnóstico y análisis de los ambientes (29).

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.2. Optimización energética

La optimización energética influye al consumo energético específicamente en el Perú ya que el consumo de luz artificial está en constante crecimiento, también se puede ver reflejado en el uso excesivo de las fuentes de generación eléctrica artificial. El consumo de los recursos energéticos corresponde al: 33.6% de petróleo, 23.8% a gas, 28.6% a carbón, 6.4% a hidráulica, 5.6% a nuclear y otras energías renovables (30). Estos datos demuestran que a nivel mundial que el consumo energético depende de las fuentes primarias no renovables y en menor porcentaje el consumo y aprovechamiento de las energías renovables.

La optimización energética disminuye un 80% del consumo de electricidad; sin embargo, el índice de crecimiento poblacional, trae como consecuencia la demanda inmensurable de viviendas por ende el consumo de electricidad artificial incrementa (5). Así mismo, la iluminación natural solar es necesaria para el ser humano, pues la falta de esta iluminación causa grandes efectos como: baja en el rendimiento, enfermedades y/o graves desequilibrios energéticos (8). Para (31) citado por (28) la optimización de energía es alcanzable siguiendo los criterios de

iluminación como; emplear el color de luz adecuado, dirigir el flujo luminoso hacia el ambiente, iluminar al nivel adecuado que garantice la seguridad, regular tanto el horario de funcionamiento como los niveles de instalación de acuerdo a la zona. En cuanto a la energía solar obtenida del Sol, ya sea de manera indirecta o de manera directa se puede aprovechar. Estas radiaciones solares que emite y la absorción del calor se puede captar, la potencia de radiación variara según la hora y tipo de cielo.

### 2.2.1.1 Modelo energético sostenible para el Perú

**Sector residencial:** según el censo del 2014 publicado por INEI, había 8,9 millones de hogares habitados en Perú, y la proyección de población realizada por el mismo organismo espera unos 11,6 millones de hogares para 2050. En el año base, el 41% de total de demanda energética en los hogares corresponden al uso de la madera como fuente de combustión, el segundo recurso energético más utilizado es la energía eléctrica con una participación del 30%. El consumo energético final por usos en el sector residencial considera: la refrigeración, la iluminación, la calefacción-ventilación y aires acondicionados (HVAC por sus siglas en ingles), cocina y otros usos (50).

**FIGURA SEQ FIGURA 1\* ARABIC 1: Consumo energético final**



Fuente: Análisis Deloitte

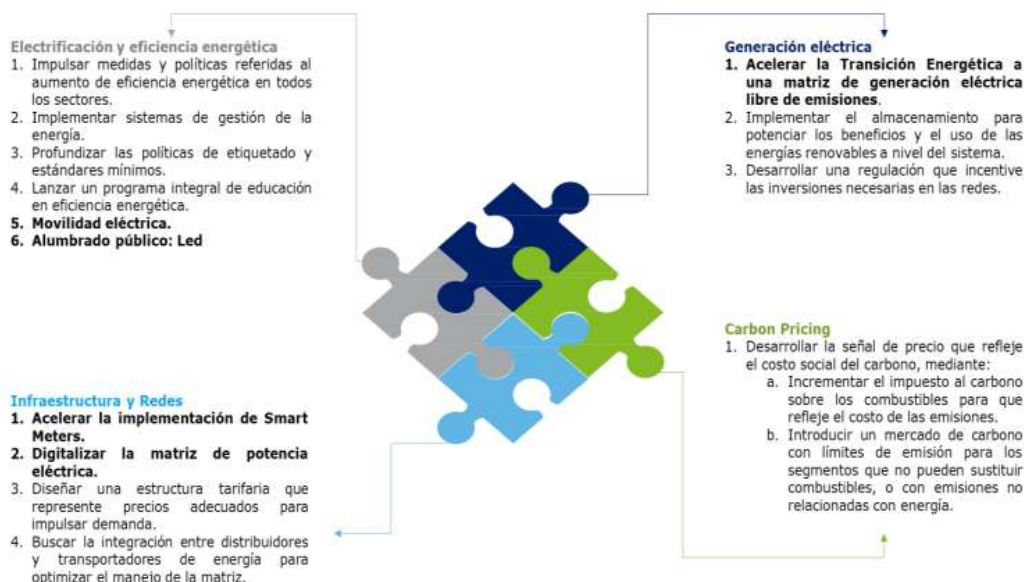
**Iluminación:** La construcción de los escenarios Green Development y Increased Ambition implica el supuesto traspaso de luminarias tradicionales (ahorradores) a luminarias eco amigables (LED). En el escenario Green Development la tasa de penetración es del 6,25% anual logrando en 2030 un reemplazo total de la luminaria. Esto permitirá un menor consumo energético por ende una optimización eficiente de la energía. Respecto del BAU se reducirá un -28% según el escenario Increased Ambition a 2050 y -34% en el Green Development. Como consecuencia principal se logrará la baja del consumo de electricidad (iluminación artificial) (50).

### 2.2.1.2 Promover la reducción de emisiones de los sectores residenciales:

La optimización energética según el modelo energético sostenible para Perú al 2050 se logrará siguiendo las recomendaciones:

- Desarrollar campañas de información sobre las emisiones de los edificios y equipamientos
- Asegurar que la tarifa de la electricidad sea una señal de precio que incluya el costo real del suministro, excluyendo los costos adicionales derivados de políticas.
- Iniciar campañas de sensibilización destacando sus beneficios de la reducción de electricidad, reducción de emisiones y promover la adhesión en este programa de cambio con incentivos financieros y de financiación. Se busca de esta manera:
  - Reemplazar las tecnologías existentes por eficiente en la edificación.
  - Reemplazar las luminarias tradicionales (AHORRADOR) por luminarias eco amigables (LED).
  - Implementar sistemas que optimicen el consumo de energía eléctrica.
- Acelerar la implementación de medidores Smart.
- Busca la integración entre divisores de potencia y portadores de energía para optimizar el manejo de la matriz.

**FIGURA SEQ FIGURA 1\* ARABIC 2: Recomendaciones de política energética para direccionar nuestro modelo energético hacia la descarbonización**



Fuente: Análisis Deloitte

### 2.2.1.3 Criterios para la optimización energética

#### Parámetros de iluminación

**ILUMINACIÓN:** La iluminación y su distribución en cada espacio tienen una función muy importante, la cual cambia respecto a la ubicación y dimensión del ambiente. Esto percibe el usuario y realiza una tarea visual de forma rápida, segura y cómoda. Si los parámetros de iluminación son los correctos permitirán al usuario realizar sus tareas de forma eficiente y confortable. Estos valores se especifican en la norma UNE. (28)

La iluminación es el resultado de la relación entre la superficie iluminada y el flujo luminoso. su unidad de medida se presenta en LUX y está definido como los lúmenes que presenta una superficie. La siguiente ecuación expresa la luminancia:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

$\Psi$ : Flujo luminoso

S: Superficie iluminada

E: Luminancia

El nivel de iluminación se mide por medio de un luxómetro, este es un dispositivo que posee una célula que genera una corriente eléctrica dependiendo de la cantidad de luz incidente sobre la superficie. (28)

**CRITERIOS DE ILUMINACIÓN:** la iluminación es un aspecto primordial en la vida del ser humano, esta puede usarse para revelar la textura y mejorar la apariencia de personas dentro del espacio.

- Direccional el flujo luminoso en superficies con poca iluminación
- Iluminar con niveles exactos para cada espacio de acuerdo a su funcionalidad
- Brindar el horario de funcionamiento, como los niveles de instalación al uso de la zona

#### **DIRECCIONAR EL FLUJO LUMINOSO EN SUPERFICIES CON POCA ILUMINACIÓN.**

Para dirigir el flujo lumínico a la superficie iluminada, utilizaremos luminarias ópticas que no emitan luz hacia el hemisferio superior y otras zonas no deseadas y que aseguren una uniformidad suficiente. De esta forma, se minimizan las emisiones directas al cielo, la luminosidad y la penetración de la luz en viviendas o espacios naturales.



En este caso la iluminación con proyectores, se usarán de preferencia asimétricos, que eviten emisión de luz directa hacia el cielo.

### **ILUMINAR CON NIVELES EXACTOS PARA CADA ESPACIO DE ACUERDO A SU FUNCIONALIDAD**

Para cada tipo de iluminación se brindará un nivel de luz promedio llamado valor mínimo de referencia, que pueda reducir costos en pro de una mayor preservación del medio nocturno y lograr una eficiencia en costos energéticos.

### **BRINDAR EL HORARIO DE FUNCIONAMIENTO, COMO LOS NIVELES DE INSTALACIÓN AL USO DE LA ZONA**

En la arquitectura la iluminación es fundamental, hay zonas que no necesitan de Grandes índices de iluminación, como es el caso de los espacios de recreación comunes de una vivienda. Igualmente, tampoco es necesario que la iluminación este durante el día ya que estos espacios en muchos casos son de gran dimensión y con presencia de iluminación natural eficiente.

#### **2.2.1.4 CRITERIOS PARA LA SOSTENIBILIDAD**

Los criterios a usar para lograr la sostenibilidad con nuestro proyecto son las siguientes:

- Distribución de iluminación adecuada al interior de la vivienda
- Implementación de captación de iluminación natural
- Incorporar medidas de ahorro energético en iluminación
- Incorporar medidas de ahorro energético en espacios comunes (escalera y vestíbulo)

#### **DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN ADECUADA AL INTERIOR DE LA VIVIENDA.**

Para lograr una buena distribución se tiene que lograr una adecuada planificación de luminarias. Identificar los principales espacios y/o de uso continuo, estos ambientes necesitan condiciones más cómodas por ende requieren de mayor iluminación.

#### **IMPLEMENTACIÓN DE CAPTACIÓN DE ILUMINACIÓN NATURAL**

Gran parte de las necesidades del edificio pueden ser satisfechas con energía renovable, lo que reduce el consumo de otras fuentes de energía. Se consideran como renovables las siguientes fuentes energéticas:

- Energía sola (sistema de captación solar por tubos o fotovoltaica)
- Energía eólica
- Energía hidráulica
- Biomasa

- Energía geotermia
- Energía mareomotriz

Esta investigación brindará una propuesta de implementación de energía solar mediante la captación (solar solatube). Este medio de captación de iluminación natural aun no es conocido en nuestra localidad. El sistema de producción lumínica brinda una captación de la energía solar, mediante rayos solares que son distribuidos en el ambiente deseado a iluminar.

### **INCORPORACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN ILUMINACIÓN**

En el interior y exterior de las viviendas, es recomendable el uso de lámparas de bajo consumo (y de alta eficiencia), como fluorescentes compactos.

En muchos casos la incorporación de medidas de ahorro es mínimas o nulas, al analizar los índices energéticos nos llevaron a observar los altos criterios de consumo, por la cual tomamos en cuenta la incorporación de luminarias led con índices de ahorro energéticos eficientes.

También la iluminación exterior y de las zonas comunes en la vivienda deberán de disponer un sistema que controle los horarios de funcionamiento para evitar su uso innecesario (detectores de presencia, relojes astronómicos, células fotoeléctricas...).

### **INCORPORACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN ESPACIOS COMUNES (ESCALERA Y VESTÍBULO)**

Al incorporar medidas simples en la fase de diseño se puede reducir significativamente el consumo de energía, a pesar de ello muchas edificaciones no lo hacen. Existe un sistema de captación solar que puede ser implementado después de la construcción, este sistema se implementa en espacios comunes para mayor eficiencia (escaleras y vestíbulo), mediante su eficiente captación y distribución se puede lograr los lúmenes correctos y deseados.

#### **2.2.3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL SOLATUBE**

El catálogo oficial de SOLATUBE, presenta un sistema de iluminación natural que puede ser capaz de convertir cualquier habitación oscura en un lugar lleno de vida y color, aunque el ambiente se ubique en el sótano de la edificación (32). El tubo de luz solar es el agente encargado del transporte de iluminación natural verticalmente en el edificio, estos tubos que reciben la radiación solar mediante los techos o la fachada de la edificación pueden utilizar elementos que maximizan el uso de la iluminación artificial en el ambiente. Maximizando la potencia de cada

sistema los factores ambientales y solares son óptimos, es posible la obtener la máxima eficiencia para (33) citado por (28).

El sistema de iluminación natural solatube incluye una amplia gama de tecnologías innovadores. La fabricación del domo, casi duplica la superficie equivalente de luz natural (SECLN). Con la lente Raybender 3000 y el reflector LightTracker, obtenemos un sistema de captación de luz diurna casi perfecto. En cuanto a los tubos del sistema utilizan un polímetro multicapa (Tecnología Spectralight Infinity) que se considera el material más reflectante del mundo y están elaborados de materiales eco amigables con el medio ambiente (32).

**FIGURA SEQ FIGURA \\* ARABIC 3:**  
**Solatube exclusivo Spectralight**



Fuente: Catalogo solatube internacional

La serie sola master, que presenta el modelo SOLATUBE 330 DS, con una emisión relativa de 14.000 lúmenes promedio y 20.800 lúmenes como máximo. Con una dimensión de 530 mm (21 pulg.) brinda una iluminación aproximada de luz de 2 artefactos, cada una compuesta por 3 lámparas fluorescentes de tipo F032T8. Este lente aprovecha la luz solar de Angulo bajo por la mañana y por la tarde y redirige al eje para prolongar su día. El tiempo de acumulación es de (6:00 am hasta las 6:00 pm de la tarde el sistema canaliza un mínimo de 200 lux y puede llegar a tener una eficiencia energética superior a 194 lúmenes/vatio (32).

### 2.2.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES SISTEMA SOLATUBE

El sistema de ductos solares estará compuesto de los siguiente:

- a) Domo o cúpula de vidrio: el domo es fabricado con doble vidrio con cámara de aire anti condensación. Esta posee una resistencia mecánica el impacto y al rallado, esto se consigue gracias al templado exterior. La cámara de aire le proporciona un mejor aislamiento térmico y acústico. Además, lleva colocado un anillo perimetral en acero y acabado metálico.

- b) Celosías reflectantes: estas celosías son de aluminio de alta reflexión, capturando y redirigiendo la luz del sol hacia el interior del conducto y aumento así su rendimiento. El diseño maximiza su rendimiento durante los meses de invierno (le llegan los rayos de menor Angulo), y lo minimiza en los de verano (cuando los rayos inciden con mayor intensidad) protegiéndolo de una excesiva radiación.
- c) Conductos o difusores: tiene un acabado superficial de plata con un factor reflectante del 98%, transfiriendo la iluminación natural a una distancia hasta de 21 m dependiendo al diámetro del sistema. Otra posibilidad del sistema solatube, es la opción de un tubo de luz con multisalidas, esta opción de solatube permite iluminar varias estancias y plantas mediante un único tubo solar, para ello se emplea salidas laterales y derivando así los rayos solares a cada nivel.

en nuestro caso usaremos esta última opción de distribución multisalidas, se tendrá directamente un tubo de la cúpula, con salidas laterales así se obtendrá una salida por nivel y en el sótano dos salidas, una para las escaleras y otra para el vestíbulo.

#### 2.2.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL SOLATUBE

El sistema de iluminación natural a través de tubos solares tiene una TECNOLOGIA RAYBENDER 3000, la cual permite captar la luz difusa a través de la cúpula y concentrarla en el interior del tubo aumentando así su eficiencia en días anublados e incluso en épocas del año donde la iluminación natural es poca o escasa.

Esta tecnología aplicada en el domo o cúpula también ofrece un insuperable desempeño durante las primeras horas de la mañana y al atardecer, minimizando el exceso de luz durante el mediodía y en horas con mayor radiación solar.

Este sistema reflector de material acrílico resiste a impactos y rayos UV clasificado como material CC2, con un grosor de 0,32 cm con una transmisión de luz visible de 92% y de solo 0,3% de UV.

El reflector con una tecnología LIGHTTRACKER que se ubica dentro del domo, tiene como función principal de interceptar la luz solar para incrementar el nivel de iluminación durante todo los meses y épocas del año, este material reflectivo brinda una eficiente cantidad de lúmenes la cual permite el paso directo al tubo solar. 996400215

El TUBO SPECTRALIGHT INFINITY es el componente principal lo que nos permite llevar un máximo de iluminación solar captada por el domo y el reflector, y así

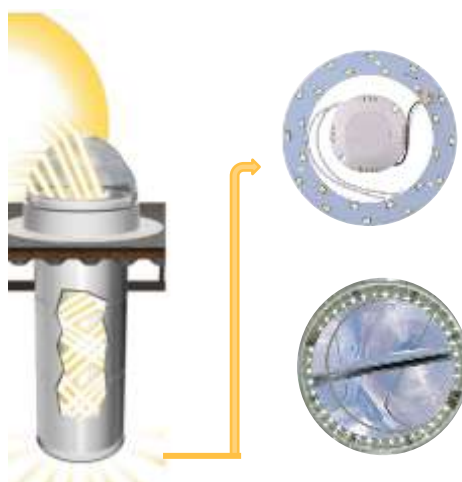
difundirla al interior de un espacio sin pérdida de intensidad logrando mantener un 99% de índice de naturalidad de color. (34)

ENERGÍA SOLAR EFICIENTE. La energía solar permite que los objetos, espacios y ambientes de una edificación se visualizan mucho más exactos a sus colores originales, ya que el sistema de iluminación natural SOLATUBE proporciona una temperatura de color de 100, la cual es muy semejante a la luz solar natural. (34)

### 2.2.2.3 INCORPORACIÓN DE ANILLOS LED CON PANELES SOLARES

La incorporación de los ANILLOS LED CON PANELES SOLARES en el sistema de iluminación tubular SolaTube puede permitir tener luz natural por el día mediante la captación y por la noche una iluminación eléctrica almacenada en el anillo todo ello en un único solatube, dicha combinación puede brindar un ahorro del 100% en la factura de electricidad en el ambiente implementado (32). Estos anillos LED tienen una serie de características que nos ha llevado a su homologación a nivel nacional e internacional. Habiendo pasado las normas de calidad más exigentes en cuanto su fabricación de circuitos: ISO 9001/2000, certificación medio ambiental ISO 14001:2004. Los anillos de LED seleccionados son de 5W, en cuanto a brillo e intensidad de luz dirigida mediante óptica o iluminación general (188 lumen/LED), haciéndolo funcionar a 3,2w para evitar el sobrecalentamiento.

Respecto al consumo eléctrico y entrega de flujo de luz (lúmenes) para el modelo  $\text{Æ}53\text{cm}$  presenta un máximo de 130w y una entrega de luz de 7.520 lúmenes. Pues la implementación adicional del anillo permite un funcionamiento de 45 horas con una única carga de día. Otro dato a tener en cuenta es que cuando se usan en conjunto el detector de luz de día y el detector de presencia permiten el encendido y apagado automático, haciéndolo así más eficiente y con mayor ahorro de energía para los días anublados o con pocos rayos de sol (32).



**FIGURA 4: ANILLOS LED**

Fuente: Catalogo solatube internacional

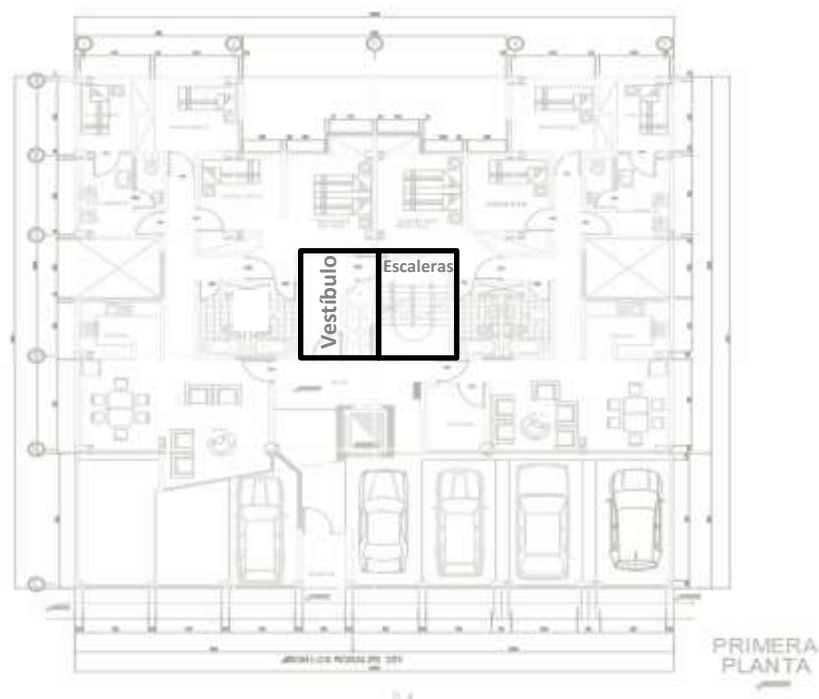
El sistema solatube, usando el modelo 330DS tiene un precio de \$ 850 dólares, sumando el precio de instalación, traslado y mantenimiento por 20 años, el sistema

tendría un costo aproximado de S/. 5,228.85 soles (34). Según (32) el mantenimiento no requiere de un técnico especializado, ya que dicho mantenimiento solo es la limpieza de la cúpula, para permitir el paso más eficiente de los rayos solares. Adicional a ello, el sistema solatube viene con un manual de limpieza donde brinda detalles específicos entendibles por cualquier usuario o técnico. En caso a algún desperfecto el sistema solatube tiene una garantía mínima de 20 años según el distribuidor autorizado en Perú (34). Esta investigación requerirá de trabajos complementarios como la actualización de precios y la implementación del sistema natural SOLATUBE en la edificación.

#### 2.2.2.4 EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA MEDIANTE TUBOS SOLARES (RESIDENCIA VARO)

Los valores medios de luz considerados en la planificación y cálculos de luz natural que ya son transportados por el sistema SOLATUBE son de 150 luxes en las escaleras y 100 luxes en vestíbulo. Considerando también que el plano útil a considerar para escaleras y vestíbulo será a nivel del suelo, de acuerdo a lo que indica el reglamento nacional de edificaciones.

**FIGURA 5: PLANO DE DISTRIBUCION donde se resaltaron los ambientes a iluminar "escalera y vestíbulo" del semisótano, 10**



Fuente: Elaboración propia

Para realizar los cálculos lumínicos se ha utilizado el software DIALUX EVO, con lo cual hemos determinamos la ubicación óptima de los ductos solares, considerando

la arquitectura y estructura ya existente de la edificación. Se determinaron el uso de tubos solares de 14000 lúmenes la cual se distribuirá mediante multisalidas por niveles de la edificación.

Para controlar la variación de lúmenes proporcionados por los ductos solares se trabajó mediante niveles de transmisión, teniendo al piso 10 con mayor transmisión y al piso 1 con menor transmisión solar. Para que la simulación funcione se seleccionó la luminaria Philips para que el software DIALUX EVO pueda realizar los cálculos exactos, esta luminaria se mantuvo apagada durante toda la simulación para que no pueda afectar los resultados.

TABLA 3: Lista de luminarias

### Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	PHILIPS		DN145C D166 1 xLED105/830	11.0 W	1100 lm	100.0 lm/W

Fuente: Elaboración propia

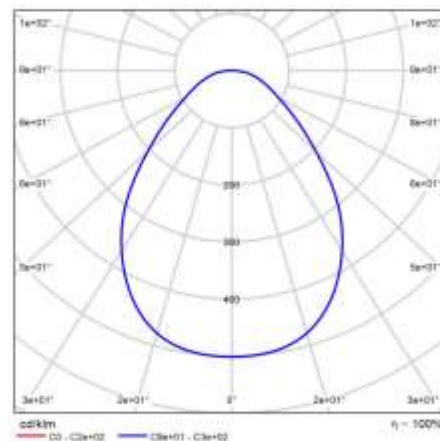
TABLA 4: Ficha de producto

### Ficha de producto

PHILIPS DN145C D166 1 xLED105/830



P	11.0 W
Φ Lámpara	1100 lm
Φ Luminaria	1100 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	100.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

## 2.2.2.5 ESPECIFICACIONES PARA LA MODELIZACIÓN DEL SISTEMA SOLATUBE EN EL SOFTWARE DIALUX

Para la simulación tomamos los siguientes elementos:

### a. DIFUSOR:

Como primer ítem se implementó el sistema de iluminación natural SOLATUBE en la edificación ya existente RESIDENCIA VARO. Para esta instalación se ubicó un ducto central por el cual pasara el tubo solar y gracias a las extensiones de la difusión se distribuyó la iluminación natural para cada ambiente (escalera y vestíbulo).

**FIGURA 6: ACCESORIOS**



Fuente: SOLAMASTER

### b. EFICIENCIA EN EL SISTEMA SOLATUBE:

La eficiencia del sistema solatube, se basa principalmente en la estimación de luz natural que pueda captar y distribuir. Según la siguiente formula se determinó las dimensiones de la lente (MOR, 2020)

**FIGURA 7: ESPECIFICACIONES DE MODELOS 160 DS & 290 DS**

$$SECLN = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

	Solatube® 290 DS	Solatube® 160 DS
Diámetro del tubo	350 mm	250 mm
SECLN	0,1871 cm <sup>2</sup>	0,1032 cm <sup>2</sup>
Tecnología Raybender® 3000	Si	Si
Reflector LightTracker™	Si	Si
Tubos Spectralight® Infinity	Si	Si
Distancia máxima aconsejable	9,1 m	6,1 m

Fuente: GREEN TRENDS PERÚ



En la tabla anterior se muestra la SECLN y la emisión relativa de luz (en lúmenes) que se obtendría para una latitud similar a la del caso de estudio con el modelo solatube. Según (MOR, 2020)

**FIGURA 8: EMISIÓN RELATIVA DE LUZ EN FUNCION DEL MODELO 330DS**

Modelo	SECLN (m <sup>2</sup> )	Emisión relativa de luz (lum)
160 DS	0,1032	3.000 de promedio (4.600 máximos)
290 DS	0,1871	6.000 de promedio (9.100 máximos)
330 DS	0,2129	14.000 de promedio (20.800 máximos)

Fuente: Green Trends Perú

Donde: Muestra la SECLN y la emisión de luz relativa (en lúmenes) la cual se obtendría según los modelos presentados en el estudio. Para nuestro análisis estamos tomando como referencia el modelo SOLATUBE 330 DS, con un SECLN de 0,2129, con una emisión relativa de 14.000 lúmenes promedio y 20.800 lúmenes como máximo.

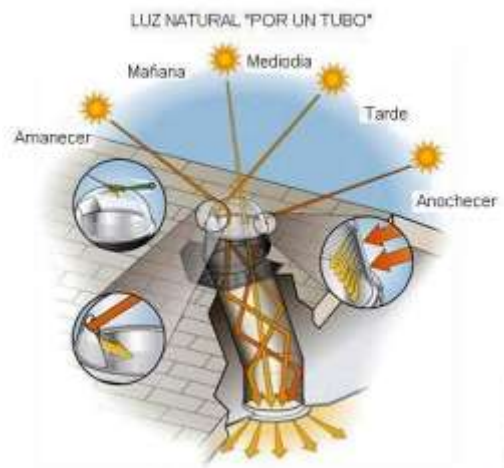
**FIGURA 9: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS DUCTOS SOLARES**

Producto	Emisión relativa de luz (lúmenes)	Lámpara eléctrica y artefacto
Cielo raso abierto 330 DS de 530mm -0 Solatube (b) (Serie SolaMaster)	14,000 lúmenes promedio (a) hasta 20,800	Aproximadamente igual a la luz emitida por 0,6 accesorios de haluro de metal de compartimiento alto de 400 vatios. (c)
21-C Solatube 330 DS de 530mm (21 pulg.) Suspendido/Cielo raso duro (b) (Serie SolaMaster)	13,500 lúmenes promedio (b) hasta 20,500	Aproximadamente igual a usar la emisión de luz de 2 artefactos, cada uno de los cuales usa (3) lámparas fluorescentes F032T8. (d)
Solatube de 290 DS 350mm (a) (Serie Brighten Up)	6,000 lúmenes promedio (b) hasta 9,100	Aproximadamente igual a usar la emisión de luz de 1 artefacto que usa (3) lámparas fluorescentes F032T8. (d)
Solatube de 160 DS 250mm (a) ( Serie Brighten Up)	3,000 lúmenes promedio (b) hasta 4,600	Aproximadamente igual a (3) lámparas fluorescentes compactas de 18W de cuatro tubos. (d)

Fuente: Green Trends Perú

En la tabla anterior, mostramos los valores que el fabricante nos brinda, las pruebas se realizaron para la obtención de estos datos se analizaron en la ciudad de san diego california la cual presenta 2400 horas de sol al año, y para la ciudad de Huancayo, contamos con un promedio anual de 1958.08 horas de sol durante todo el año. En promedio, hay 64.28 horas de sol al mes.

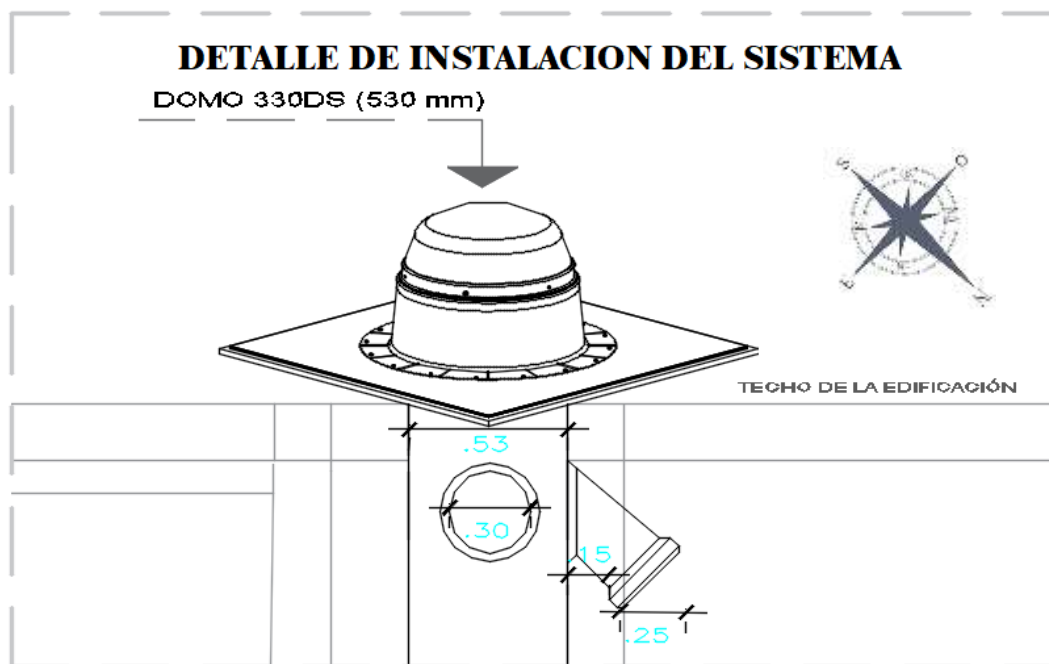
**FIGURA 10: DIAGRAMA**



Fuente: Green trends Perú

Con los datos y medidas del SOLATUBE, se implementará en el DIALUX EVO para calcular la iluminación, a continuación, se detallará el procedimiento utilizado y posteriormente se presentan resultados.

**FIGURA 11: DETALLE DE**

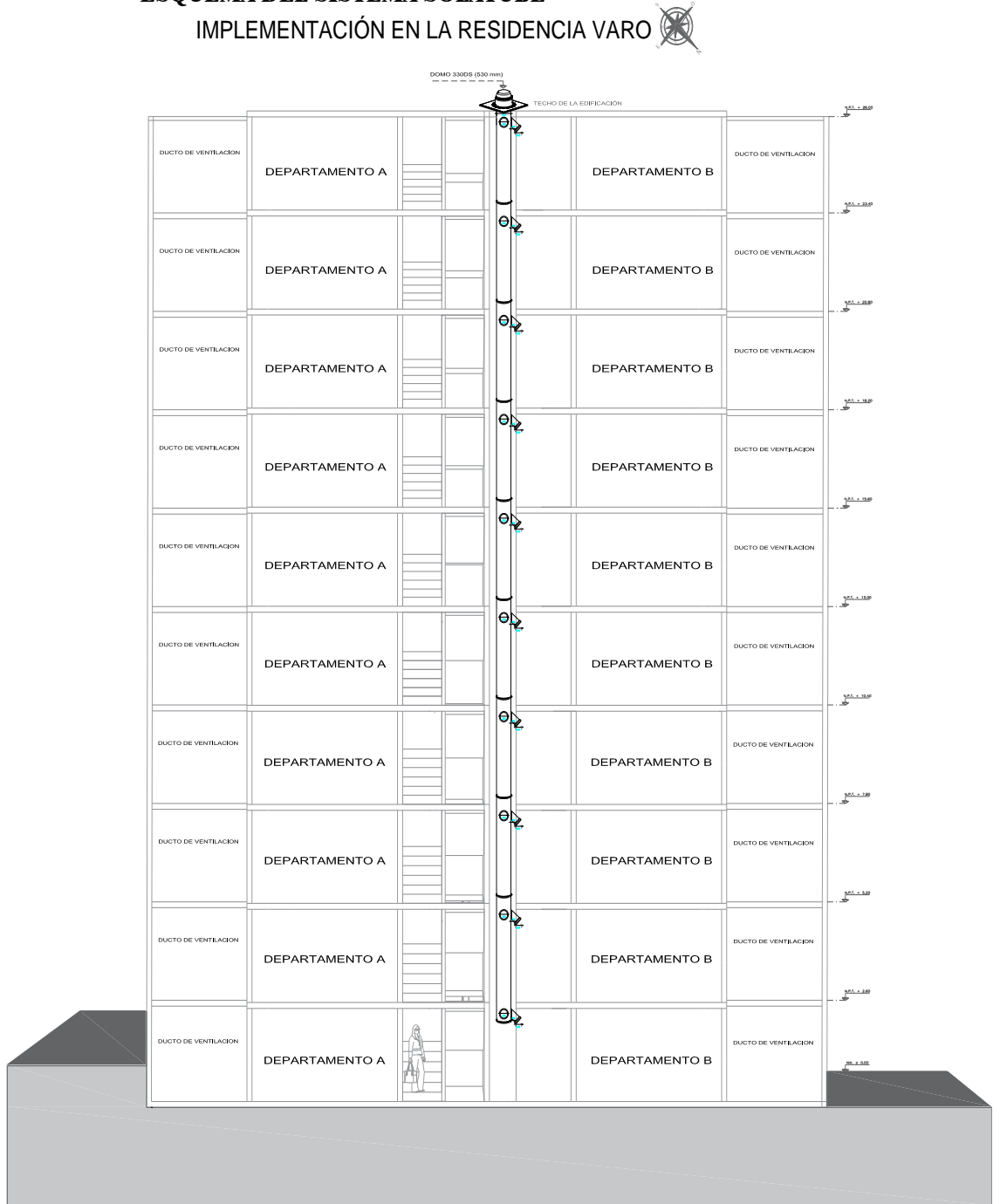


Fuente: Elaboración propia

La implementación del sistema de iluminación natural solatube en la Residencia VARO fue mediante distribución por pisos, así se ubicó el domo en el techo de la edificación y posteriormente se distribuyó mediante los tubos difusores. Cada tubo difusor es de 0.25 cm, ubicados en el (vestíbulo y escalera) para su iluminación respectiva

**FIGURA 12: ESQUEMA DE ILUMINACIÓN**

**ESQUEMA DEL SISTEMA SOLATUBE  
IMPLEMENTACIÓN EN LA RESIDENCIA VARO**



Fuente: Elaboración propia

## 2.2.4. EDIFICACIONES DE ALTA DENSIDAD

Los primeros procesos de alta compactación se desarrollaron en Europa de la edad media, cuando el uso de suelo era muy escaso dentro de las ciudades amuralladas.

Por densidad de población entendemos la concentración en una determinada zona residencial, estas densidades se pueden medir de tres formas; densidad de población dividida por superficie bruta o neta, densidad de viviendas entre área bruta o neta, densidad de m<sup>2</sup> de construcción entre área bruta o neta (37).

Según (36) el enfoque urbano compacto aumenta la densidad de edificación entre niveles medio y alto. La inclusión de los entornos compartidos y amplios espacios públicos abiertos son esenciales. Las densidades netas de viviendas por hectárea (viv/ha) en Norteamérica y los tipos de viviendas (37).

- Densidad baja: 30 viv/ha, esto corresponde a las viviendas unifamiliares de 2 pisos.
- Densidad mediana: 30-85 viv/ha, corresponde a las viviendas unifamiliares continuas de 3-5 pisos
- Densidad alta: 85-175 viv/ha, corresponde a las viviendas multifamiliares de 5 a 10 pisos.
- Densidad muy alta 175 viv/ha y más, correspondientes a edificios de gran escala de 10 a más.



**FIGURA 13: LAS DENSIDADES DE LAS VIVIENDAS EN LAS ZONAS RESIDENCIALES**

Fuente: Lessard, Tres formas urbanas

La Residencial de densidad alta (RDA), son residencias cuyo suelo presenta alta resistencia. En estas zonas se permiten tipologías de viviendas o residencias que permiten una alta concentración de población; tales como las residencias tratadas en conjunto: multifamiliares y conjuntos residenciales (35).

las edificaciones de alta densidad pueden presentarse de forma vertical u horizontal, estas viviendas se agrupan y comparten servicios y bienes relacionados con escaleras, ascensores, salón de usos múltiples, entre otros en común. La vivienda puede presentar diversas tipologías como; Flat, dúplex, loft, etc. La arquitectura multifamiliar engloba la

inclusión social donde plantea un modo de habitar más libre con; ambientes flexibles, relación fluida entre el interior y exterior, áreas verdes y recreación pública (35).

#### 2.2.3.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN DE ALTA DENSIDAD (IMPLEMENTAR EL PROYECTO SOLATUBE)

La investigación realizada es para determinar la relación entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las edificaciones de alta densidad, para ello será necesario generar suficiente información técnica que permita analizar la influencia al implementar el sistema lumínico SolaTube. Analizaremos la situación actual de iluminación del edificio, para posteriormente con la implementación del sistema SolaTube analizar el factor económico, con el objetivo de poder generar conclusiones de eficiencia lumínica y financiera.

Las edificaciones que utilizan iluminación natural como fuente principal de energía y con ello iluminar espacios interiores están limitados muchas veces por las condiciones climáticas del lugar o ubicación del proyecto. Por lo tanto, es necesario determinar la ubicación exacta del edificio que ha sido seleccionado como modelo para nuestra investigación, en este caso será la residencial VARO-Huancayo.

Este estudio incluirá la comparación al implementar un sistema de iluminación natural, un sistema de luminarias eco amigables (luminarias con tecnología led) y la otra con un sistema de tubos solares "SOLATUBE", cada sistema de iluminación generará suficiente información técnica con la cual se comparará con las condiciones de iluminación actual. Para luego evaluarlas en cuanto a su optimización energética, con el objetivo de ver la viabilidad del proyecto. Las variables a controlar en el proyecto será el sistema de iluminación natural SOLATUBE, para ello usaremos la simulación en el software DIALux.

#### 2.2.3.2 DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL EDIFICIO "RESIDENCIAL VARO - EL TAMBO HUANCAYO"

**Ubicación geográfica:** el edificio se encuentra ubicada en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo y departamento de Junín. La cual presenta unas coordenadas específicas de 12° 3'3.38"S 75°13'25.86"O, ubicación exacta Jr. Los Rosales n° 251. Esta edificación cuenta con una extensión de 2,70321 incluyendo las zonas de departamentos, estacionamiento, circulación y áreas comunes.

Esta edificación es de tipo multifamiliar conformada por 10 pisos, la altura proyectada por piso es de 2.60m del piso uno al décimo. El sistema estructural consiste en un sistema a porticado (en ambos sentidos de la edificación). El edificio presenta diversas secciones de columnas como; rectangulares de 0.25x0.60m, 0.20x0.60m, 0.30x0.65cm, 0.30x0.77m, 0.30x0.25m y circulares de D= 0.45m; mientras que las vigas son VP 25X45cm, 25x40cm, 15x45cm, VA de 25x25cm, 20x25cm, VCH de 50x20cm, 40x20cm, y 15x20cm. El diagrama rígido la conforma una losa aligerada en un sentido de peralte 20cm desde el 1° al 10° nivel, según se indica en los planos. Además de ello se contemplan losas macizas en algunas partes debido a la presencia de aberturas y discontinuidades en los diafragmas.

La edificación está conformada por departamentos de tipo dúplex. Al ingreso principal de la edificación encontramos una entrada hacia la zona social y otra entrada secundaria hacia la zona de servicios, además cuenta con cochera independiente en el primer piso de la edificación, además de ello cuenta con circulación vertical exclusivo para usuarios y dueños. Cada ambiente goza de una excelente vista, una de ellas hacia el estadio mariscal castilla del tambo. Cada departamento tiene un área construida 329m<sup>2</sup>, con un dormitorio principal y dos dormitorios secundarios.

A pesar de haber sido diseñado y proyectada por arquitectos e ingenieros, el edificio presenta zonas con deficiencia lumínica, con el análisis de los planos y memoria descriptiva del edificio, logramos observar ambientes que presentan mala o nula iluminación natural, es en esta zona donde analizaremos e implementaremos nuestro sistema lumínico SolaTube.

**FIGURA 14: 3D RESIDENCIA VARO**



Fuente: Elaboración propia



FIGURA 15: 3D RESIDENCIAL VARO PANORAMICO

RESIDENCIAL "VARO"  
EDIFICIO MULTIFAMILIAR



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 16: LAMINA 3D RESIDENCIAL  
VARO

# RESIDENCIAL "VARO"

EDIFICIO MULTIFAMILIAR



Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 17: LAMINA 3D RESIDENCIAL  
VARO**

# RESIDENCIAL "VARO"

EDIFICIO MULTIFAMILIAR

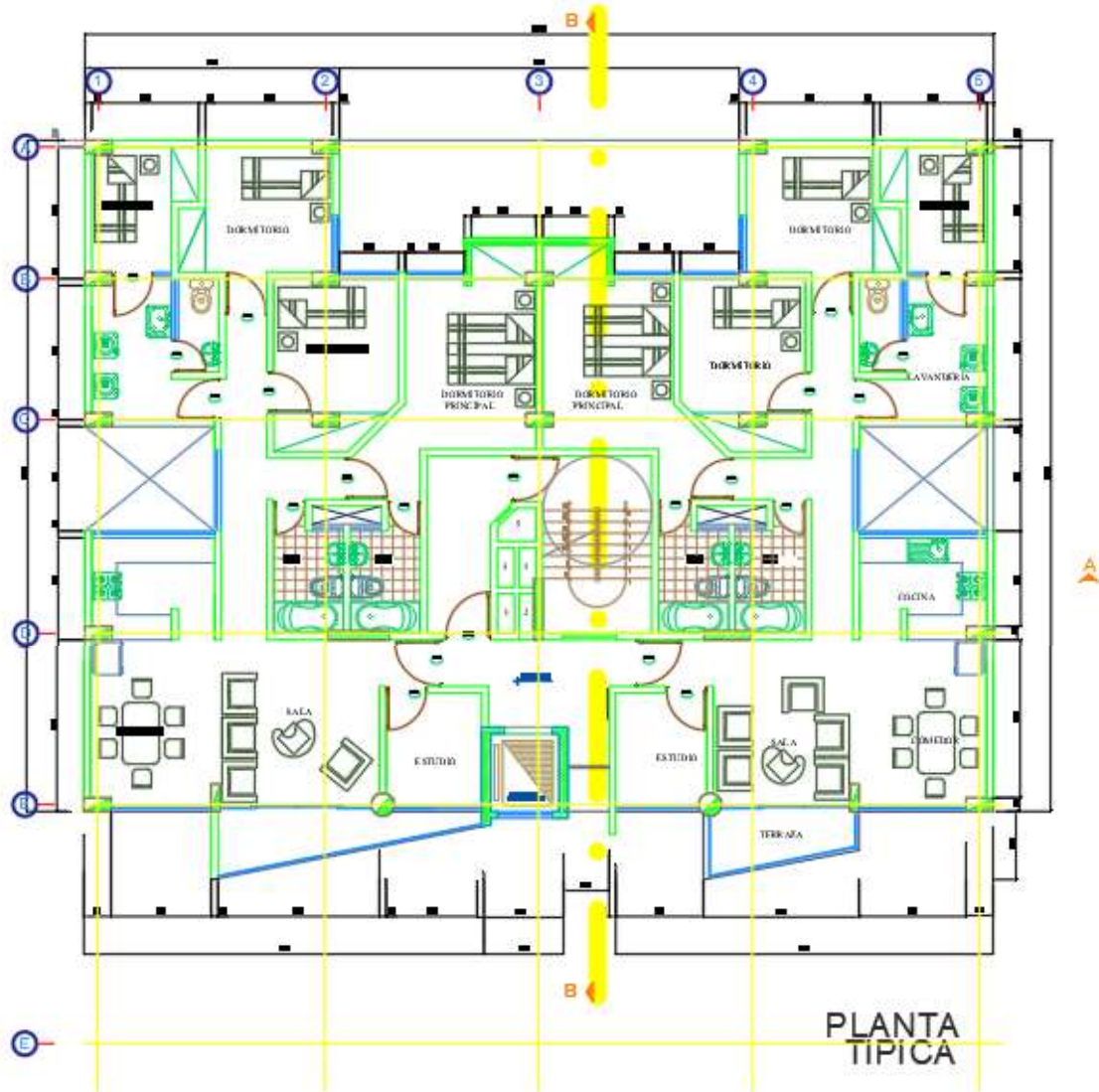


Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 18: PLANO DE DISTRIBUCIÓN PLANTA TÍPICA  
RESIDENCIA VARO**

# RESIDENCIAL "VARO"

EDIFICIO MULTIFAMILIAR



FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES  
 ARGQUITECTO  
 GAP 4481

PROYECTO	<b>EDIFICIO MULTIFAMILIAR</b>
PLANO	<b>DISTRIBUCION GENERAL</b>
PROYECTADO POR	FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ
UBICACION	JIRON LOS ROBALES No. 251 EL TAMBO

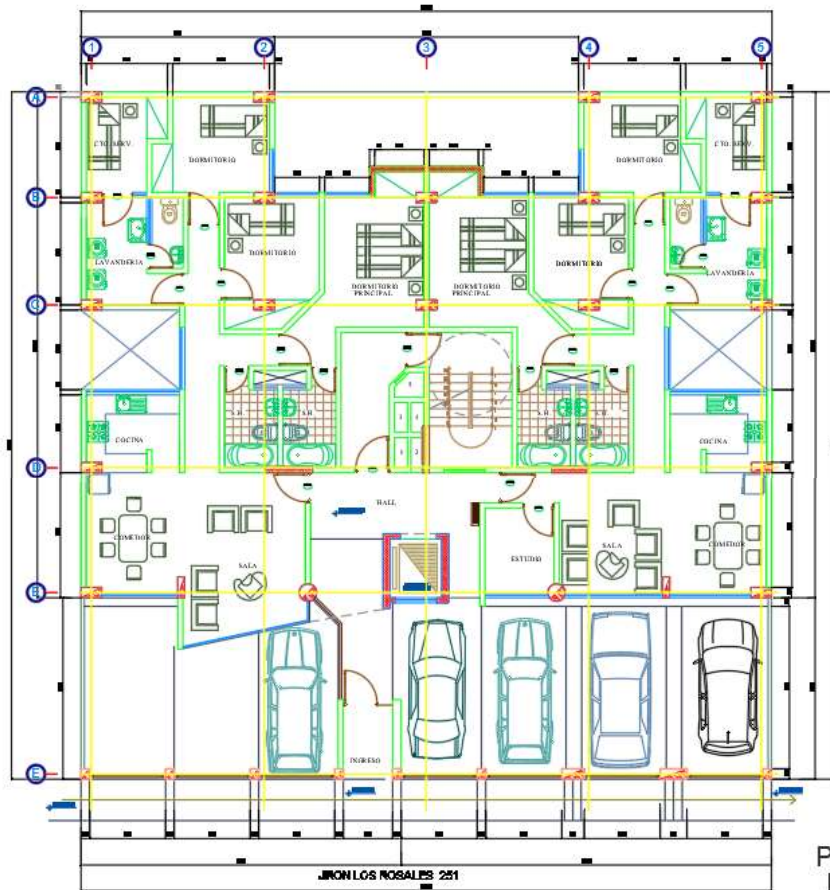
DISEÑO	ORCA CC
DISTRIBUCION	ORCA CC
ESCALA	1 / 100
FECHA	OCTUBRE 2016

**A-1**

Fuente: Elaboración propia y orca consultora constructora

**FIGURA 19: PLANO DE DISTRIBUCIÓN PRIMERA PLANTA  
RESIDENCIA VARO**

**RESIDENCIAL "VARO"**  
EDIFICIO MULTIFAMILIAR



PRIMERA PLANTA

B

FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES ARQUITECTO OAP 4481	
--	--

<b>EDIFICIO MULTIFAMILIAR</b>		
<b>DISTRIBUCION GENERAL</b>		
PROYECTADO: FAMILIA HJAYLLANI HERNANDEZ	UBICACION: JIRON LOS ROSALES No. 251	EL TAMBO

UBICACION: Barrio Pichincha y Calle 10 de Agosto DISEÑADO: ORCA / CC ESCALA: 1 / 100 FECHA: OCTUBRE 2010	GRUPO <h1 style="font-size: 2em;">A-2</h1>
---	---

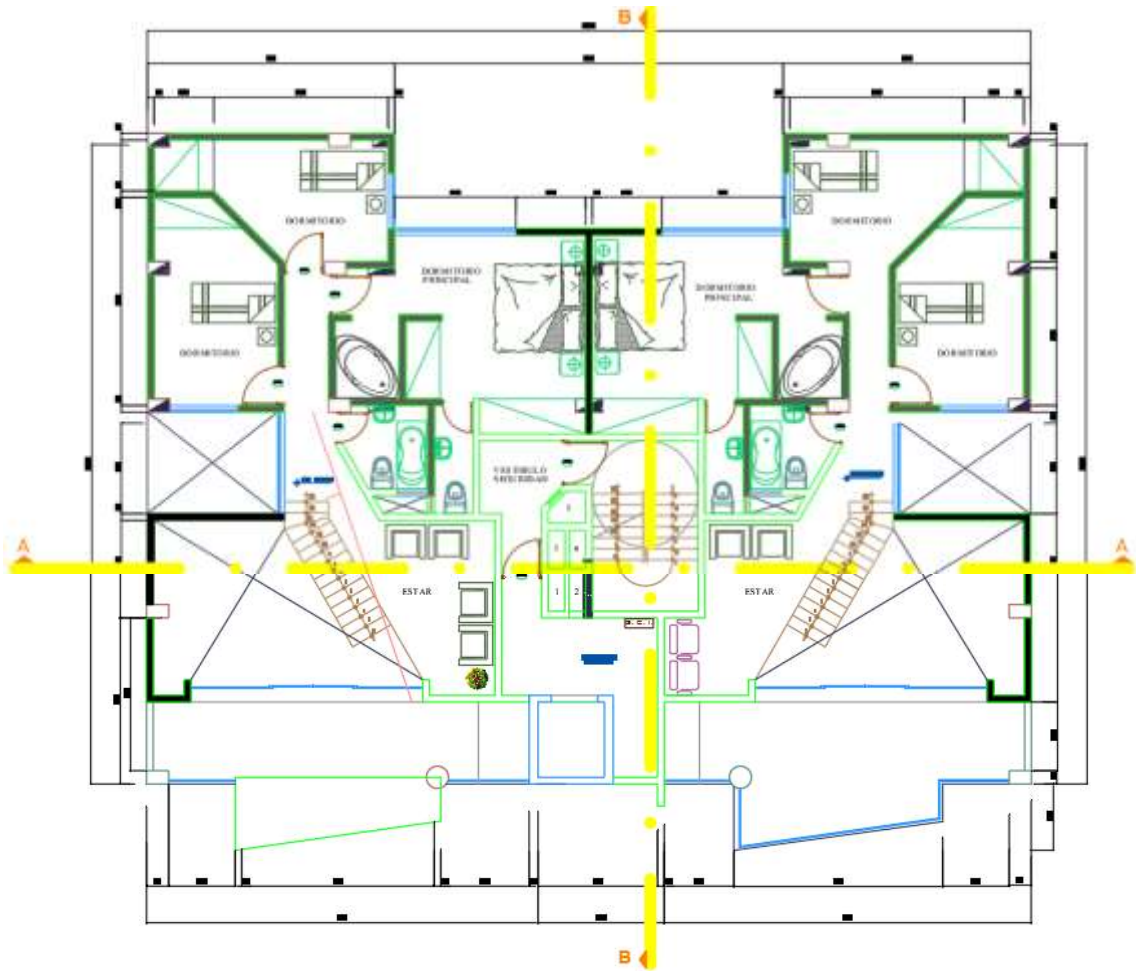
Fuente: Elaboración propia y orca consultora y constructora



**FIGURA 20: PLANO DE DISTRIBUCION  
SEGUNDO PISO**

# RESIDENCIAL "VARO"

EDIFICIO MULTIFAMILIAR



SEGUNDA  
PLANTA

FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES  ARQUITECTO GAP 4481	
---	--

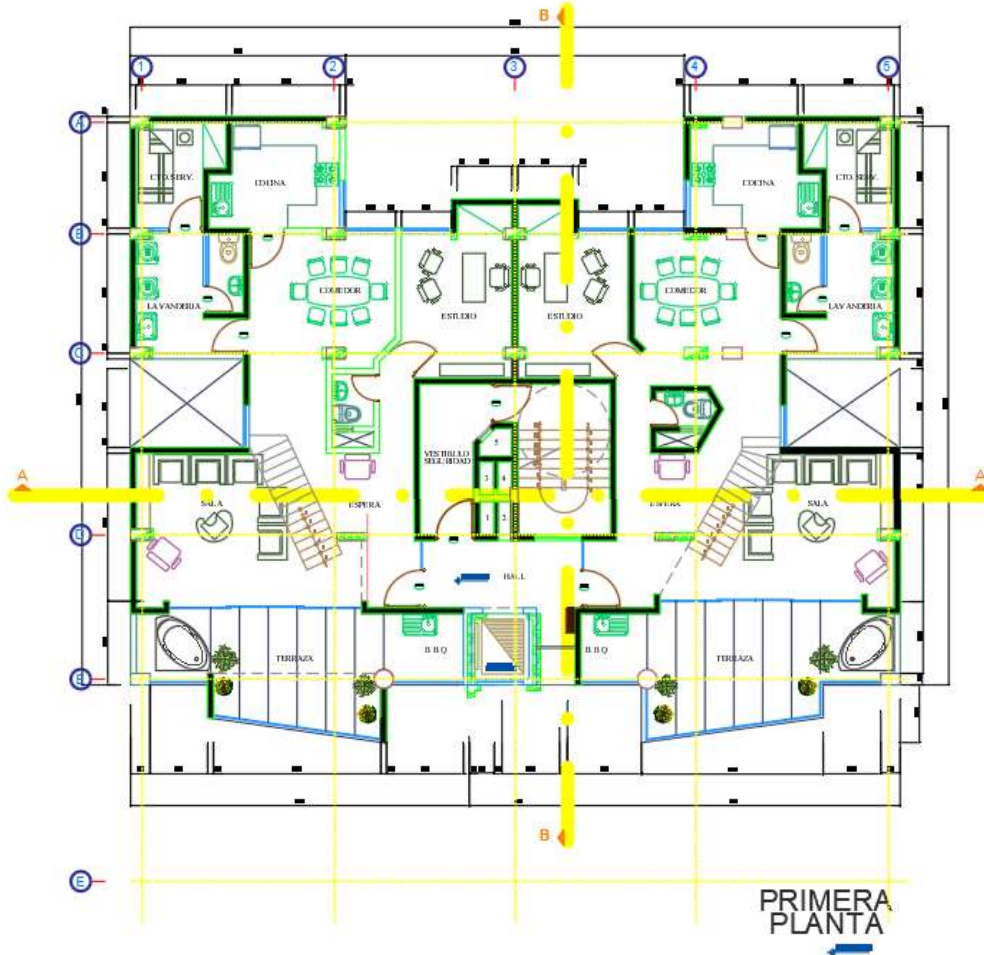


<b>EDIFICIO MULTIFAMILIAR</b>		<b>A-3</b>
<b>DISTRIBUCION GENERAL</b>		
PROYECTADO POR	FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ	PROYECTO Ar. Fernando Orellana Canales SERVICIO ORCA CSC ESCALA 1 / 100 FECHA OCTUBRE 2010
UBICACION	JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO	

Fuente: Elaboración propia y orca consultora constructora

**FIGURA 21: PLANO DE DISTRIBUCION PENTHOUSE  
RESIDENCIA VARO**

**RESIDENCIAL "VARO"  
PENTHOUSE  
10ma PLANTA**



PRIMERA PLANTA

FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES ARQUITECTO OAP 4481	
--	--



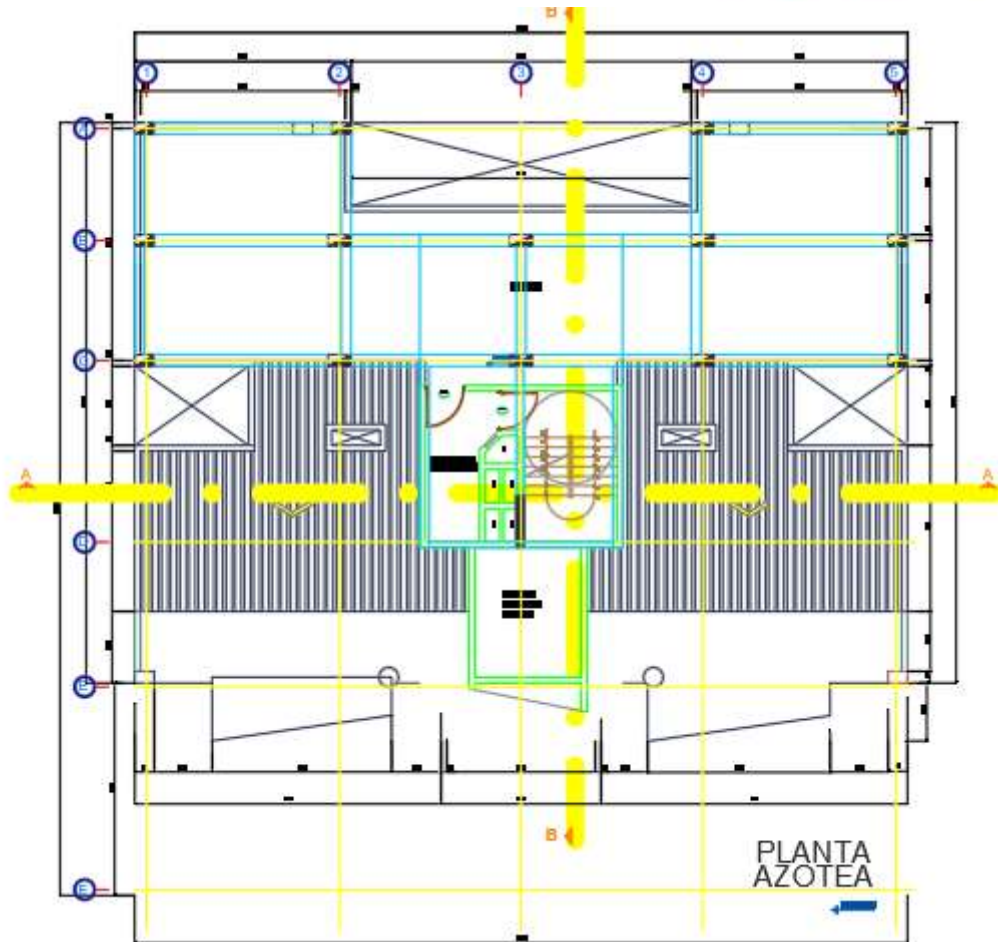
<b>EDIFICIO MULTIFAMILIAR</b>		PROYECTO: Ing. Carlos M. Salazar Cordero	<b>A-4</b>
<b>DISTRIBUCION GENERAL</b>		LABORATORIO: ORCA CO	
PROPIETARIO: FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ		Escala: 1 / 100	
UBICACION: JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO		FECHA: OCTUBRE 2010	

Fuente: Elaboración propia y orca consultora y constructora

**FIGURA 22: PLANO AZOTEA**

# RESIDENCIAL "VARO"

EDIFICIO MULTIFAMILIAR



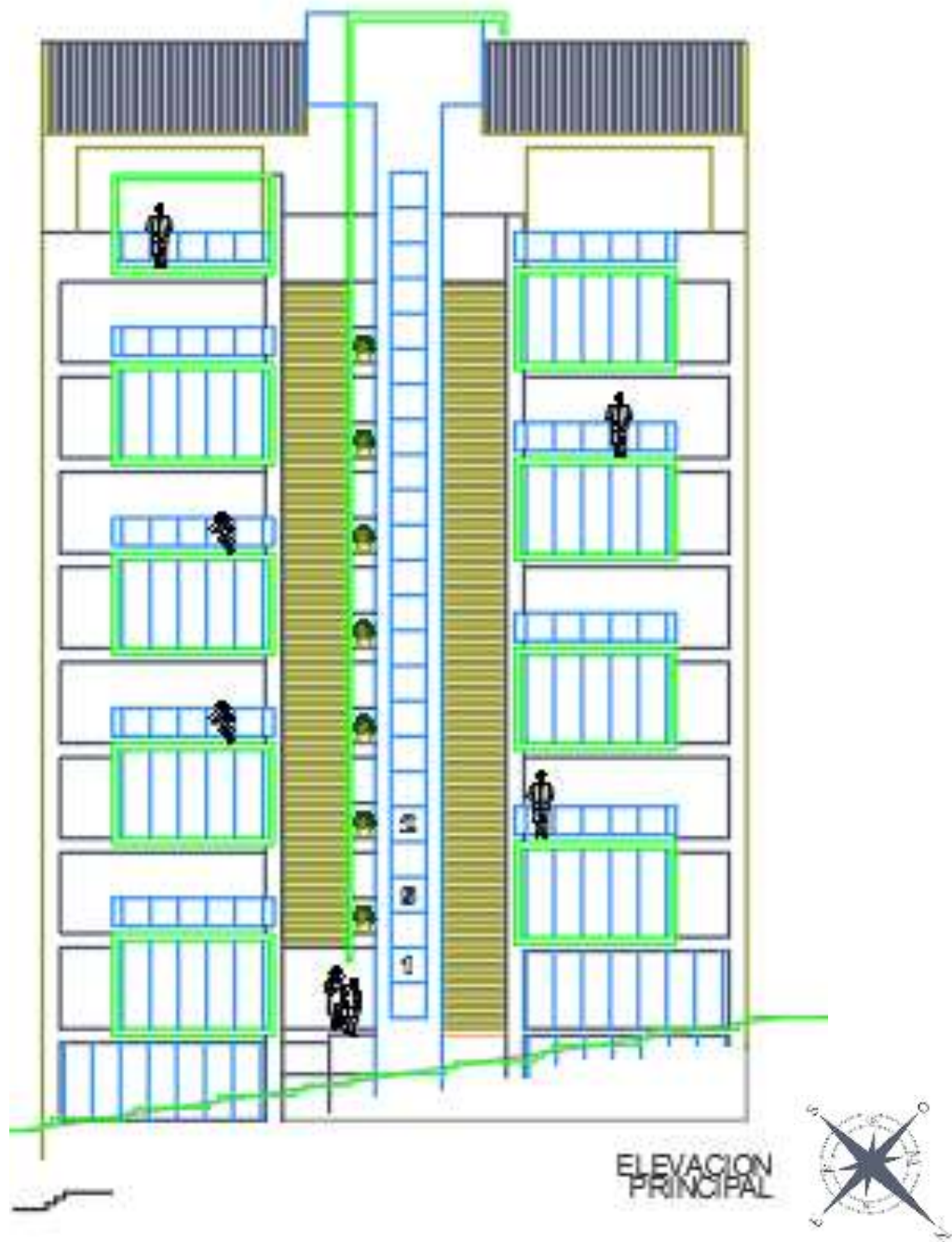
FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES  ARQUITECTO QAP 4491	
---	---



PROYECTO	<b>EDIFICIO MULTIFAMILIAR</b>	Escuela	Av. Ferrer, 11. Ochovalle	
PLANO	<b>DISTRIBUCION GENERAL</b>	PROYECTO	ORCA CO	<b>A-5</b>
PROYECTADO	FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ	ESCALA	1 / 100	
UBICACION	JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO	FECHA	OCTUBRE 2010	

Fuente: Elaboración propia y orca consultora y constructora

**FIGURA 23: ELEVACION PRINCIPAL RESIDENCIAL VARO**



PROYECTO		<b>EDIFICIO MULTIFAMILIAR</b>		ORIGIN	Arq Fernando M. Caldera Cordero	LÁMINA
PLANO		<b>DISTRIBUCION AZOTEA Y ELEVACION PRINCIPAL</b>		DISEÑO	ORCA CC	
PROPIETARIO		FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ		ESCALA	1 / 100	
UBICACION		JIRON LOS ROSALES No. 261 EL TAMBO		FECHA	OCTUBRE 2010	
						<b>A-6</b>

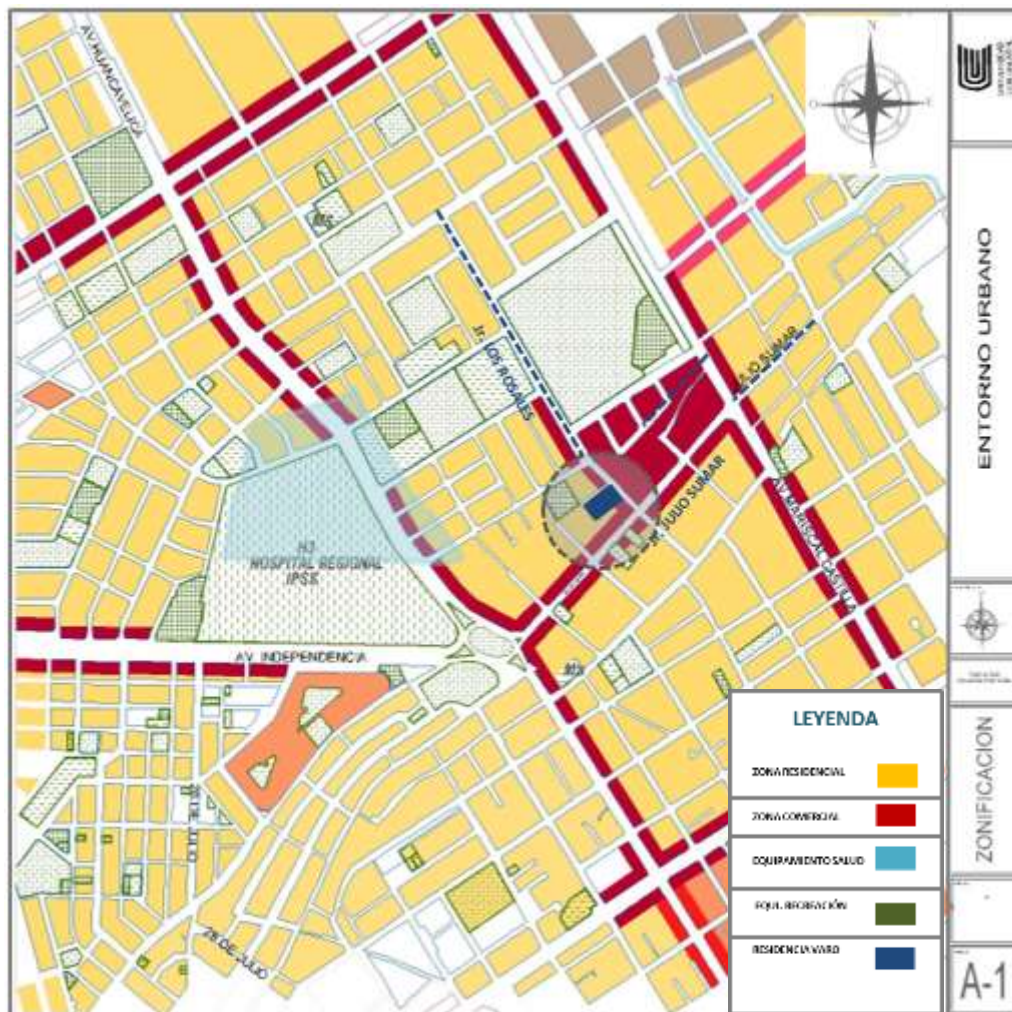
Fuente: Elaboración propia



### 2.2.3.3. ENTORNO URBANO

La residencia Varo se encuentra rodeada por suelos de usos habitacional, como la residencia Innova y el Centro Urbano Miraflores, algunas de carácter institucional educativo como las oficinas de Reniec Huancayo, la institución CETPRO Huancayo, la Institución Educativa Harvard, el Colegio de Médicos del Perú y el Colegio de Arquitectos Junín y zonas de uso comercial.

**FIGURA 24: PLANO DE ZONIFICACIÓN DEL ENTORNO URBANO**



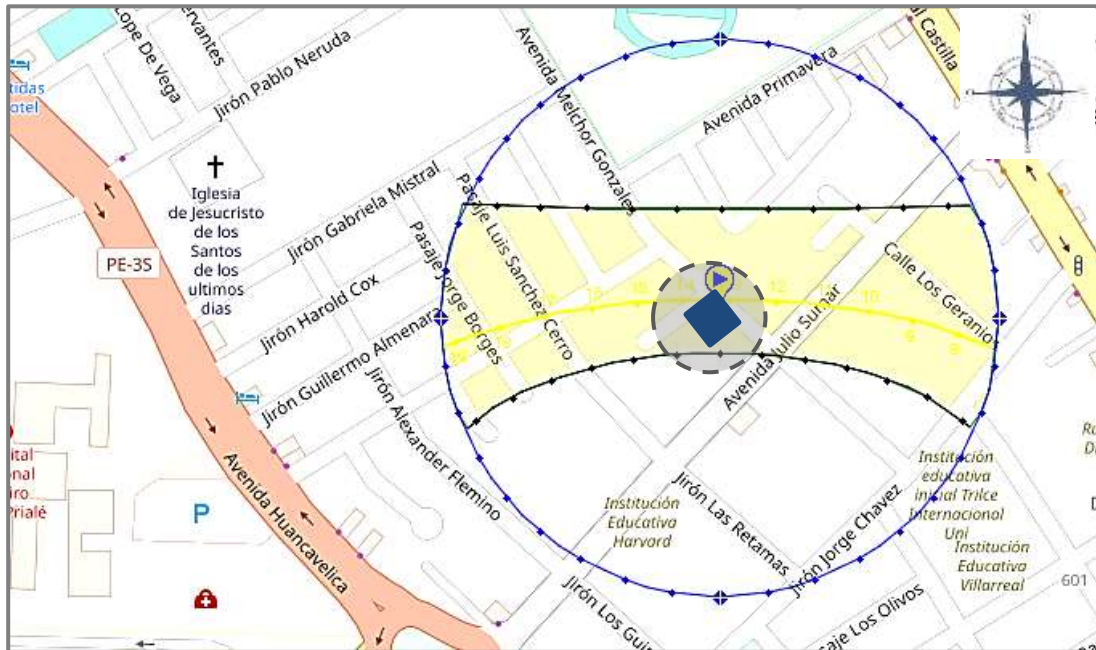
Fuente: Elaboración propia y PDU Huancayo



#### 2.2.3.4. ANÁLISIS LUMÍNICO ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN

La residencia “VARO” presenta una trayectoria solar de este a oeste, en cuanto al proceso se eligió realizar el asoleamiento mediante estaciones del año; otoño, invierno, primavera y verano. Para simular y calcular la posición del sol se usó el programa DIALUX.

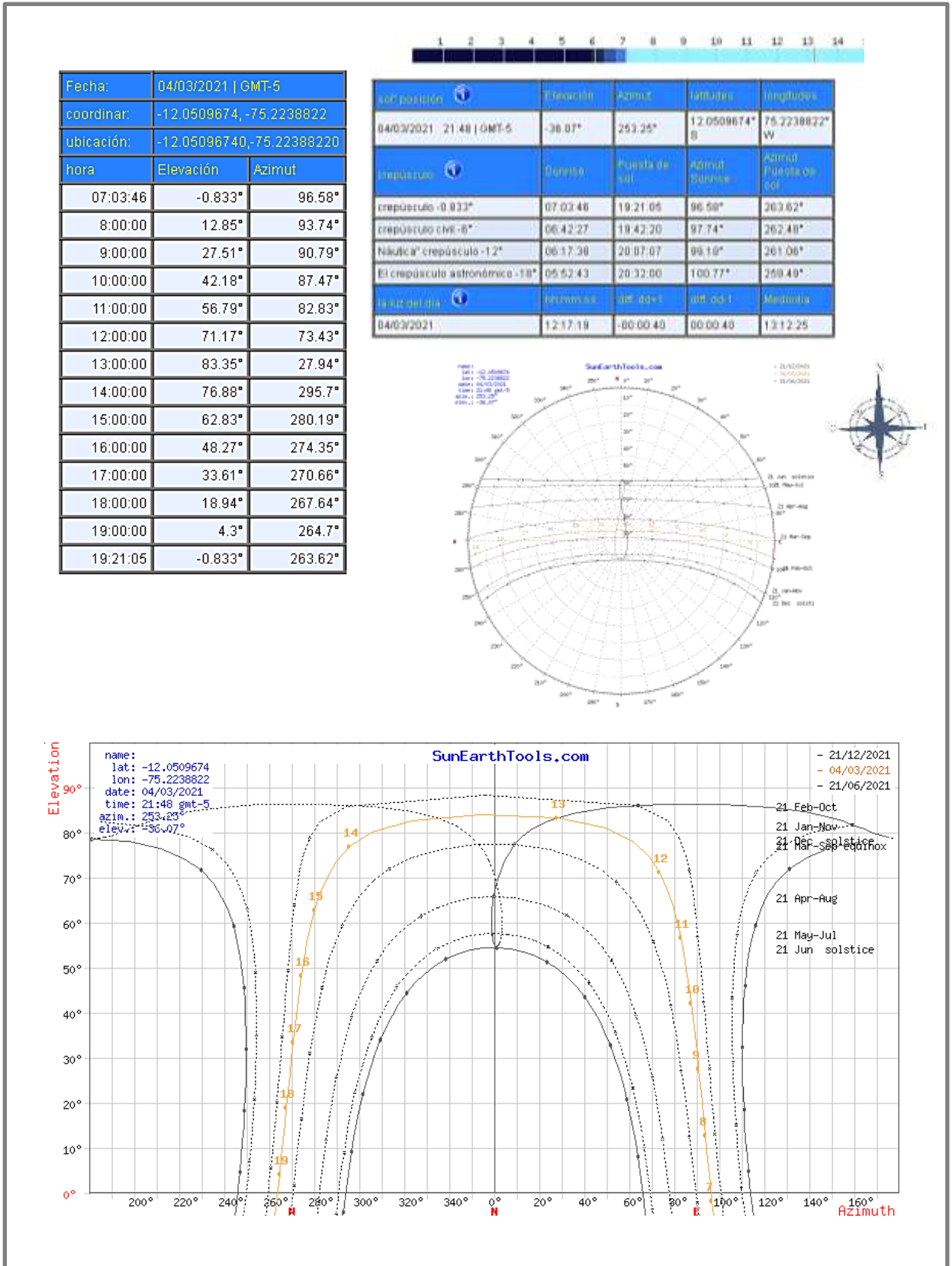
**FIGURA 25: PLANO CARTA SOLAR  
RESIDENCIA VARO**



Fuente: SunEarth Tools.com

Del diagrama se concluye que exclusivamente habrá asoleamiento intenso en épocas del solsticio de junio y diciembre sobre la fachada. Las horas críticas son de 12 pm a 4 pm debido a la curvatura de los rayos del sol en el edificio. En la gráfica podemos ver que durante el día la posición del sol de acuerdo al grado que se encuentra en el Azimut, la posición y las horas de luz permiten conocer la energía irradiada por el sol durante el día.

**FIGURA 26: DIAGRAMAS DE ASOLEAMIENTO**

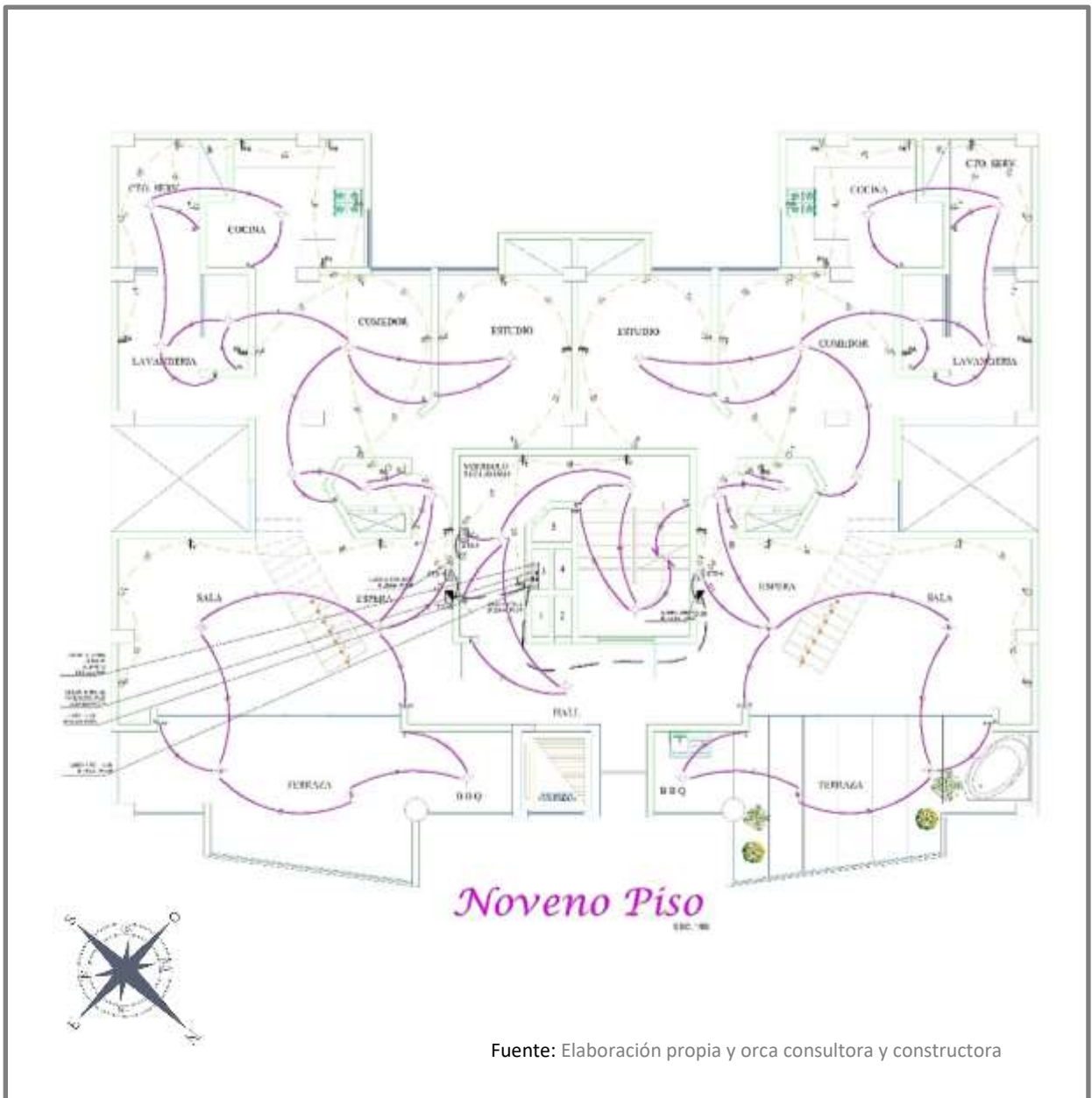


Fuente: Sun Earth Tools.com

### 2.2.3.5. ANÁLISIS LUMÍNICO POR AMBIENTE DE UNO DE LOS DEPARTAMENTOS DEL EDIFICIO

Cada departamento posee un promedio de 16 a 18 luminarias, de 20 a 23 tomacorrientes, el tipo de foco que se utiliza son spot light y fluorescentes en los pasillos. El análisis lumínico es del departamento tipo dúplex que se encuentra entre el piso noveno y décimo, el cual posee un área construida de 336.58 m<sup>2</sup>; el primer nivel cuenta con una amplia sala – comedor, sala estar, bar, cocina, estudio baño de visitas y lavandería. posee un promedio de 10 luminarias, de 15 o 20 tomacorrientes en el segundo nivel del departamento tipo dúplex, el tipo de foco que se utiliza son spot light y fluorescentes en los pasillos.

**FIGURA 27: PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**



Fuente: Elaboración propia y orca consultora y constructora

#### 2.2.3.6. ANÁLISIS DEL AMBIENTE ESTUDIO

El ambiente seleccionado a estudiar y realizar la simulación con la implementación de sistema SOLATUBE son las escaleras y el vestíbulo general, se determinó estos ambientes ya que presenta nula iluminación natural e ineficiente iluminación artificial.

Este ambiente general del edificio presenta una mala distribución de lámparas la cual provoca encender luminarias de forma innecesarias

#### 2.2.3.7. CONSUMO ENERGÉTICO GENERAL POR DEPARTAMENTOS

El departamento tipo dúplex cuenta con dos tipos de circuitos básicos tal y como se muestra a continuación:

**Circuito de luminarias:** El proyecto de la luminosidad al interno del departamento es de tipo directa, usa tecnología fluorescente con tubos T8 que provee un fatigado brillante mantenido de 2800 lumen. El arraigo eléctrico por luminarias hace uso de un completo de 36 luminarias de 50wx220voltios y balasto electrónico por lo que su altitud de luminosidad de teórico es de 750 lux. El arraigo establece un hábitat de demanda (F.D.) del 41%

#### 2.2.3.8. CONSUMO ENERGÉTICO

En la residencia Varo se observa iluminación artificial conformada por circuitos básicos, tal como se describen a continuación:

##### **Circuito de luminarias artificiales:**

El diseño de luminarias al interior del edificio es artificial y de tipo directa, también encontramos iluminación natural en zonas principales, las luminarias artificiales son de tecnología spot light y fluorescente con tubos que provee un flujo lumínico aproximado de 2800 lumen. La instalación eléctrica por luminaria hace un total de 25 luminarias por departamento.

##### **Circuito por artefactos y terma eléctrica**

La carga por artefactos es de 4 tomas polarizados, en este caso para el circuito de cocina eléctrica el edificio se tiene 2 enchufes o tomas de corriente, esto suma mayor factor de demanda eléctrica, a consecuencia, mayor consumo energético.

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

### 2.3.2. Optimización

Según la Real Academia Española, la definición de optimización es la acción y efecto de optimizar, esto se puede lograr buscando la mejor manera de realizar una actividad (40)

La búsqueda de la mejor solución o propuesta presentada a los problemas, cuyo objetivo es satisfactorio en todas las áreas que abarcan todas las perspectivas (38).

La mayoría de los problemas del mundo real tienen soluciones múltiples y algunos tienen soluciones infinitas. El objetivo de la optimización es encontrar o identificar la mejor solución posible, entre todas las posibles soluciones potenciales, a un problema dado, con respecto a uno o más criterios de eficiencia o desempeño (39).

### 2.3.3. Energía Solar

DEFINICIÓN DE ENERGÍA: Capacidad que tiene un sistema para realizar un trabajo, y que se mide en Joule (41).

DEFINICIÓN DE ENERGÍA SOLAR. Esta energía se obtiene de la radiación solar y se utiliza para usos térmicos a través colectores o para generar electricidad con paneles fotovoltaicos (42).

### 2.3.4. Fuentes de luz natural

Las fuentes de luz natural son: el sol, estrellas, luna y fosforescencia del mar. Para nuestro proyecto nos enfocaremos en la luz solar. Esta iluminación solar incide en la atmosfera, donde es reflejada y refractada con sus partículas de forma que la bóveda celeste se convierte en un manantial de luz difusa. (43).

Luz solar directa. Luz direccional, depende de las condiciones climáticas, latitud, hora y día del año.

La luz del cielo, normalmente más estable y homogénea, es la principal fuente de luz natural.

### 2.3.5. Sistema de iluminación natural convencional

El sistema de iluminación natural convencional es la práctica de colocar ventanas u aberturas y superficies reflectantes, la cual durante el día ofrezcan una iluminación natural al interior. En el diseño de un edificio el objetivo es maximizar el confort visual y reducir el uso de energía eléctrica. Se llama luz a la parte de radiación electromagnética que puede ser percibida con el ojo humano. La cual consiste en iluminar espacios interiores del edificio, se acompaña generalmente de dispositivos de control y sistemas de luz artificial para mantener un nivel de iluminación estable (44).

El gran arquitecto Oscar Niemeyer define la luz natural no solo como medio para mejorar la salud de los habitantes o habitabilidad del espacio, sino también como un medio para clasificar espacios y formas. Por otro lado, el arquitecto Le Corbusier dijo una vez, "Espacio, luz y orden. Son las cosas que el ser humano necesitan tanto como necesita pan

o un lugar donde dormir”, es así como la arquitectura necesita la iluminación natural para armonizar entre el exterior y el interior, entre la naturaleza y el ser humano, logrando así una percepción de un espacio directamente relacionado con la forma en la que la luz se integre a este. La luz, según Tadao, entrega vida a los objetos y conecta espacios, aportando a los ambientes luminancia y energía. Pues la iluminación natural logra brindar una eficiente calidad de vida al edificio y al usuario.

### 2.3.6. Densidad urbana

La densidad urbana ha sido uno de los indicadores más empleados para caracterizar los indicadores más utilizados para describir las estructuras urbanas. Sin embargo, los cambios en la realidad urbana y en la propia disciplina han provocado profundos cambios en la percepción y el abordaje de la densidad (35).

Densidad urbana es un término usado para referirse al número de personas que habitan un área urbanizada determinada. A menudo se argumenta que las ciudades de mayor densidad son más sostenibles que las de baja densidad. Gran parte de la teoría del urbanismo y la planificación urbana, se ha desarrollado para aumentar la densidad (planificar ciudades verticales) sin embargo, el vínculo entre la densidad urbana y los aspectos de sostenibilidad sigue siendo un área controvertida en la teoría de la planificación urbana (37).

### 2.3.7. Edificaciones multifamiliares

Las edificaciones con el concepto multifamiliar son unidades de vivienda que conforman más de dos familiares, cuya convivencia no es obligatoria o familiar. El edificio en su mayoría está bajo a un régimen de condominio, con bienes, servicios y espacios comunes como: estacionamientos, circulación (ascensores y escaleras), áreas verdes y sociales (salón de usos múltiples, espacios de recreación). Este tipo de edificación puede desarrollarse de forma horizontal como vertical. El concepto principal de la incorporación de este tipo de edificaciones es brindar la solución respecto al déficit habitacional a que nació a consecuencia del acelerado crecimiento poblacional.

Según (45), “la arquitectura debe ser una expresión de nuestro tiempo y no un plagio de las culturas pasadas”, en su unidad habitacional de Marsella nos muestra una visión innovadora de la integración del sistema de habitacional, este sistema de viviendas colectivas, le Corbusier apuesta por rascacielos como unidad de arquitectura urbana. El arquitecto tomó como referente los edificios comunes soviéticos como el Narkomfin Building, la cual fue diseñada para 1.600 habitantes, 140 metros de largo, 24 metros de ancho y 56 metros de altura. Cada piso contiene 58 departamentos de tipo dúplex y flat.

### 2.3.8. Efectos de la luz natural en el ser humano

Los efectos de la luz natural en el ser humano no es solo una necesidad primordial (no solo ilumina), sino también nos conecta con el arte, la ciencia, la religión, la filosofía y, sin duda, con la arquitectura. La iluminación está relacionada de forma directa con la percepción de espacios.

Como ya afirmaba el arquitecto GAUDÍ, junto con el color y la perspectiva, la iluminación natural es uno de los grandes pilares de toda obra pictórica. En el siglo XX la obra Sol de la Mañana pintada por Edward Hopper, representa la gran importancia de la iluminación natural en la vida del ser humano. En esta pintura representa a la mujer sentada con la cabeza dirigida hacia la ventana es inundada por la luz de la mañana. El autor tomo con gran importancia la percepción de la relación interior y el exterior; y el efecto de la luz incidiendo en el interior de la mujer la cual se limita a dejarse inundar por la luz natural y contemplarla como quien contempla algo atractivo. Sol de la Mañana (46).

#### 2.3.9. Sistema de iluminación natural SolaTube

El Sistema de iluminación natural Solatube, es un sistema que se encarga de capturar luz natural a través de un domo en el techo y canalizado a través de un tubo reflectante interno, la cual difunde la luz captada a través de difusores internos. Con el sistema de iluminación Solatube brinda eficiente ahorro de energía durante horas de forma gratis (32).

#### 2.3.10. Estructura del sistema SolaTube

La estructura del sistema natural SolaTube por lo general está construido de cuatro elementos principales: 1. ZONA DE CAPTACIÓN: la luz es captada a través de un domo acrílico y dirigida hacia el interior a través del tubo, 2. REFLECTOR PATENTADO EN EL INTERIOR DEL DOMO: este reflector intercepta y redirección la luz solar de menos ángulo, aumenta la cantidad de luz por el tubo, 3. ZONA DE TRANSFERENCIA: la luz solar se direcciona a través del tubo hacia del tubo difusor y por ultimo 4. ZONA DE DISTRIBUCIÓN: la luz solar se distribuye por la habitación gracias al difusor (32).

#### 2.3.11. Sistema de mantenimiento SolaTube

El sistema de mantenimiento SolaTube gracias a su tecnología de iluminación pasiva, no requiere de mantenimiento. Todos los elementos que conforman este sistema de iluminación (cúpula, bases, tubos y difusores) están sellados para evitar la pérdida de iluminación, infiltración de insectos y suciedad. Además, el domo está diseñado para eliminar la acumulación de suciedad. A diferencia de los tragaluces convencionales de las viviendas y edificios, que requieren una limpieza mensual e inspección periódicas, el sistema SolaTube no requiere de mantenimiento continuo (32).

#### 2.3.12. Instalación del sistema SolaTube

La instalación del sistema Solatube es sencillo, el manual que incorpora el sistema permite lograr una buena aplicación. la instalación debe seguir los siguientes pasos; 1. Marcación de la ubicación en el techo, 2. Apertura del orificio del techo, 3. Instalación del cubrejunta, 4. Instalación del tubo superior. 5. Juntar el tubo de extensión (si es necesario), 5. Instalación del tubo de extensión interior, 6. Instalación del difusor (32).

#### 2.3.13. Costo del sistema SolaTube

El costo del sistema SolaTube, Según (34), el distribuidor oficial de SolaTube en el Perú, el costo del sistema no es exacto porque cada sistema es único, varia según el análisis y función del ambiente varia. Las posibles ofertas pueden varias hasta en un 80% según el

distribuidor, la distancia de transporte, la accesibilidad del terreno y las dimensiones del entorno de iluminación.

#### 2.3.14. Mejorar la calidad lumínica

Para mejorar la calidad lumínica debemos de dejar de excedernos en la utilización de luz artificial, el uso desmesurado de luminarias y lámparas que no cuentan con tecnología ecológica trae efectos negativos e irrevocables al medio ambiente. Al lograr una buena regulación lumínica se podrá disminuir el efecto en: agresión a las aves, insectos, fauna, disminución de los recursos naturales, disminución del consumo fósiles, energía, recursos, disminución en elementos contaminantes a la atmosfera, disminución en la generación de residuos sólidos de alta toxicidad, disminución de los residuos de las lámparas de alumbrado y disminución del consumo energéticos en las viviendas de baja y alta densidad como edificaciones multifamiliares (28).

#### 2.3.15. Reducción de costos energéticos

Los costos energéticos siguen aumentando cada año, sobre todo en los edificios de alta densidad. Es por ello que muchos propietarios están en la búsqueda de un sistema que pueda reducir los gastos de energía. Con la introducción del sistema de iluminación natural existente SolaTube lograremos una reducción de más de 80% en costo de energía eléctrica (32).

#### 2.3.16. Efectos económicos

La implementación del sistema de iluminación natural SolaTube tiene como objetivo principal el desarrollo sostenible, pero a su vez plantear como solución para la reducción el consumo energético. También este tipo de sistema nos brinda una reducción a 0% de costos en energía eléctrica. La sociedad ha comenzado a tomar conciencia de los problemas ecológicos. Desde un punto de vista económico, los mercados también lo están haciendo y por efecto los usuarios están demandando productos eco amigables con el medio ambiente (30).

Los efectos económicos del sistema SolaTube son directas hacia el ahorro de energía, es eco amigable con el medio ambiente pues filtran los rayos UV y la transferencia de calor es mínima. SolaTube es un producto verde, no genera CO<sub>2</sub>. Estos tubos solares permiten llevar luz hasta 12 metros sin pérdida de eficiencia luminaria. Este sistema también permite agregar luz artificial con luminarias led para tener un mejor provecho del sistema (32).

#### 2.3.17. Efectos sociales

Entre los factores que hay que tener en cuenta al hacer una planificación eficaz y saludable, la cantidad de luz natural con el que contarán los ambientes sociales de trabajo es fundamental. Para construir una cultura social es necesario compartir valores e identificarnos como grupo. Cuáles son nuestros gustos, miedo, talentos y más (8).

La iluminación natural puede mejorar el estado de ánimo, la productividad e incluso la salud. Es así como la luz natural distribuye y amplía el espacio ofreciendo un flujo natural



en los espacios sociales y privados comunica, transmite y produce un efecto de nuestras emociones (8).

#### 2.3.18. Efectos ambientales

La idea principal en el desarrollo de sistema SOLATUBE, es reconocer los recursos naturales, por lo tanto, cuando hablamos de desarrollo sustentable, necesariamente hablamos del cuidado de los recursos naturales y el cuidado en general del medio ambiente, sin asumir o atribuir culpa alguna al fenómeno sociocultural, una sociedad mal estructurada sin valores ni respeto, que destruye la base física en la que se sustenta (7). La iluminación natural genera una integración arquitectónica y medioambiental, incluso, plantea cambios en los patrones de luz, niveles de iluminación, el calor y el deslumbramiento. Mediante la utilización de luz natural sostenible, el presente sistema elimina la necesidad de iluminación artificial durante todo el día en los ambientes pocos iluminados con luz natural. Esto maximiza la huella de carbono de un edificio al reducir la emisión ambiental con CO<sub>2</sub> (32).

# CAPITULO III

## METODOLOGÍA

### 3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

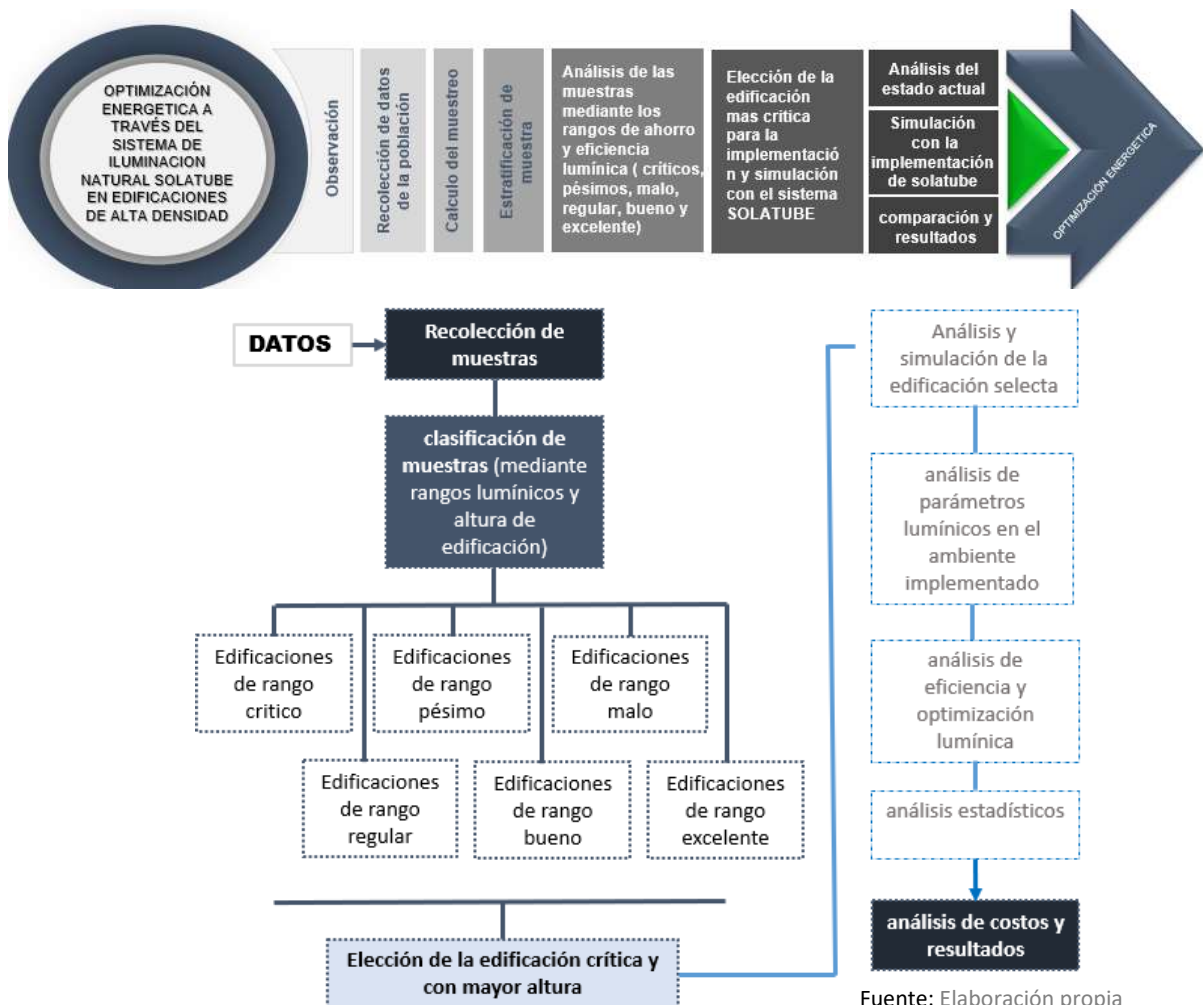
#### 3.1.1. Método universal de la investigación

El método universal de la investigación es el científico, que se aplica a todas las ciencias, en este caso es de carácter científico hipotético - deductivo, ya que, se analizan y estudian las variables del problema general, mediante el análisis y simulación del sistema Solatube se pudo abstraer datos y procesarlos estadísticamente la cual facilito estudiar mejor los resultados de la investigación.

#### 3.1.2. Método general de la investigación

A partir de la observación y frente a la problemática perseverante de iluminación natural ineficiente y nula en las edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo, se hizo una ficha de observación para realizar el mapeo de las edificaciones de alta densidad que presentan un alto gasto en energía artificial elevado y así poder ordenarlos en el rango de edificaciones (critico, pésimo, malo, regular, bueno y excelente), y con ello simular e implementar a la edificación con rango crítico.

**FIGURA 28: MODELO Y ESQUEMA TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

### 3.1.3. Método específico de la investigación

Esta investigación está basada en una metodología científica, cuantitativa, experimental descriptiva con análisis y la optimización de recursos energéticos a través del sistema de iluminación natural SOLATUBE, los cuales estuvieron sometidos a pruebas y simulaciones de la edificación más crítica según el resultado de la muestra "LA RESIDENCIA VARO".

### 3.1.4. Nivel o alcance

El nivel o alcance de la investigación es correlacional, la cual permitirá desarrollar una investigación en la que se podrá medir dos variables y establecer una relación estadística entre las mismas, sin la necesidad de incluir variables externas para poder obtener conclusiones relevantes. Al desarrollar la investigación de forma descriptiva nos permitirá precisar las características de la población que está siendo estudiado, modelados en 3D y simulados en el software DIALux.

## 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.2.1. Diseño

El diseño de la investigación estará basado en un diseño descriptivo-correlacional con análisis y la optimización de recursos energéticos a través del sistema de iluminación natural SOLATUBE, los cuales serán sometidos a pruebas y simulaciones.

TABLA 5: Diseño experimental



Fuente: Elaboración propia

## 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.3.1. Población

El universo de estudio de la presente investigación está constituido por todas las edificaciones multifamiliares de Huancayo.

La población está constituida por 15 unidades de edificios multifamiliares de la ciudad de El Tambo (Jr. Julio Sumar), es decir, para la ubicación de recolección de la población se aplicó el **muestro aleatorio estratificado** donde se obtuvo como resultado este distrito (Tambo) exactamente en el Jr. Julio Sumar de El Tambo- Huancayo, de acuerdo al conteo realizado en campo y agrupados por nivel de piso.

TABLA 6: Conteo de edificios multifamiliares en el Jr. Julio Sumar- Huancayo

EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	Ediff. 04 pisos	Ediff. 05 pisos	Ediff. 06 pisos	Ediff. 07 pisos	Ediff. 08 pisos	Ediff. 09 pisos	Ediff. 10 pisos	TOTAL
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	3	2	0	0	1	1	15

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2. Muestra

La muestra de esta investigación está constituida por las edificaciones ubicadas en el Jr. Julio Sumar del distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo.

$$\text{Tamaño de muestra} = \frac{Z^2 \cdot x \cdot (P \cdot Q)}{e^2 + ((Z^2 \cdot x \cdot (P \cdot Q)) / N)} = \frac{19.61 \cdot 8 \cdot (0.5 \cdot 0.5)}{0.05^2 + ((19.61 \cdot 8 \cdot (0.5 \cdot 0.5)) / 15)} = 14.9997 \approx 15$$

Fuente: Elaboración propia

$$\text{TM} = 14,9997 \approx 15 \text{ muestras}$$

**N** = Tamaño de población (15)

**Z** = Nivel de confianza (95%)

**P** = probabilidad a favor (50%)

**Q** = probabilidad en contra (50%)

**e** = margen de error (5%)

**TM** = Tamaño de muestra

Para el cálculo del muestreo se empleó **el muestreo de tipo probabilístico**; con un nivel de 95% de confianza y un margen de error del 5%, dando como resultado 15 edificaciones multifamiliares; así mismo se aplicó **el muestro aleatorio estratificado**; por lo que la muestra esta agrupados por grupo de edificios multifamiliar respecto a su número de piso.

Adicionalmente y para la simulación del sistema Solatube, se aplicó **el muestreo no probabilístico por conveniencia**, este método permitirá la implementación del sistema a la edificación más crítica (edificación multifamiliar con mayores pisos, con deficiente iluminación natural y con gasto excesivo en iluminación artificial).

### 3.3.3. ANÁLISIS Y CRITERIO DE ELECCIÓN DE LA MUESTRA CRÍTICA:

#### 3.3.1.1. Análisis de las muestras:

Para el desarrollo del proyecto se requiere el análisis de 15 muestras (edificaciones de alta densidad), dichas edificaciones fueron analizadas mediante la recolección de datos (encuesta y observación del edificio). Estas muestras se sometieron al análisis de:

- **Datos exteriores:** (número de pisos, altura de edificación, material de la edificación, tipo de techo, ubicación de la vivienda y numero de ventanas)
- **Datos interiores:** (altura de piso, numero de departamentos, número de familias y numero de áreas comunes)
- **Datos energéticos:** (energía eléctrica, numero de luminarias por ambiente, tipo de luminarias por área común, ambientes con iluminación natural y área común con iluminación natural)
- **Costos en energía eléctrica:** (costo mensual por departamento y costo mensual total del edificio)

TABLA 7: Datos de las 15 muestras analizadas

NUMERO DE MUESTRA	DATOS PARA LA ELECCIÓN DE LA MUESTRA CRÍTICA									
	DATOS EXTERIORES						DATOS INTERIORES			
	Numero de pisos	altura de la edificación	Material predominante	Tipo de techo	Ubicación de la vivienda	Numero de ventanas	Altura de piso	Numero de departamentos	Numero de familias del edificio	Numero de áreas comunes
1ª MUESTRA	10	26 mt	Concreto-vidrio	Libre con azotes	Medianero	18	2,60	20	20	5
2ª MUESTRA	9	21,6 mt	Concreto	libre	Medianero	9	2,40	10	10	2
3ª MUESTRA	6	14,4 mt	Concreto	libre	Medianero	10	2,40	6	6	2
4ª MUESTRA	6	14,4 mt	Concreto	libre	Medianero	6	2,40	6	6	2
5ª MUESTRA	5	12 mt	Concreto	libre	Medianero	6	2,40	3	3	2
6ª MUESTRA	5	12 mt	Concreto	dos aguas	Medianero	8	2,40	5	5	2
7ª MUESTRA	5	12 mt	Concreto	libre	Esquinero	8	2,40	5	5	2
8ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	libre	Medianero	8	2,40	8	8	2
9ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	libre	Medianero	7	2,40	4	2	2
10ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	sin terminar	Medianero	5	2,40	4	2	2
11ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	sin terminar	Medianero	5	2,40	4	4	2
12ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	libre	Esquinero	8	2,40	4	4	2
13ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	libre	Esquinero	8	2,40	2	2	2
14ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	libre	Medianero	8	2,40	2	1	2
15ª MUESTRA	4	9,6 mt	Ladrillo	libre	Medianero	6	2,40	2	1	2

NUMERO DE MUESTRA	DATOS ENERGETICOS						Costo energia electrica	
	Cuenta con energia electrica	Numero de Luminarias por ambiente	Tipo de Luminarias por ambiente	Luminarias por area comun	ambientes con iluminacion natural	Area comun con iluminacion natural	Costo mensual energia electrica DEPARTAMENTOS	Costo mensual aprox energia electrica
1ª MUESTRA	SI	2	ahorrador	2	6	2	\$/95.00	\$/890.00
2ª MUESTRA	SI	1	led	2	4	2	\$/80.00	\$/750.00
3ª MUESTRA	SI	2	ahorrador	2	4	1	\$/80.00	\$/620.00
4ª MUESTRA	SI	2	ahorrador	2	4	2	\$/65.00	\$/520.00
5ª MUESTRA	SI	1	ahorrador	2	4	2	\$/85.00	\$/430.00
6ª MUESTRA	SI	1	ahorrador	2	4	1	\$/91.00	\$/480.00
7ª MUESTRA	SI	2	ahorrador	2	5	0	\$/80.00	\$/400.00
8ª MUESTRA	SI	2	incandescente	2	4	2	\$/92.99	\$/360.00
9ª MUESTRA	SI	1	ahorrador	2	4	2	\$/56.00	\$/340.00
10ª MUESTRA	SI	1	ahorrador	2	2	2	\$/89.99	\$/310.00
11ª MUESTRA	SI	1	ahorrador	2	2	0	\$/130.00	\$/450.00
12ª MUESTRA	SI	2	ahorrador	2	3	2	\$/90.00	\$/320.00
13ª MUESTRA	SI	2	ahorrador	2	4	2	\$/65.00	\$/260.00
14ª MUESTRA	SI	2	ahorrador	2	4	2	\$/140.00	\$/320.00
15ª MUESTRA	SI	1	ahorrador	2	2	1	\$/220.00	\$/220.00

Fuente: Elaboración propia

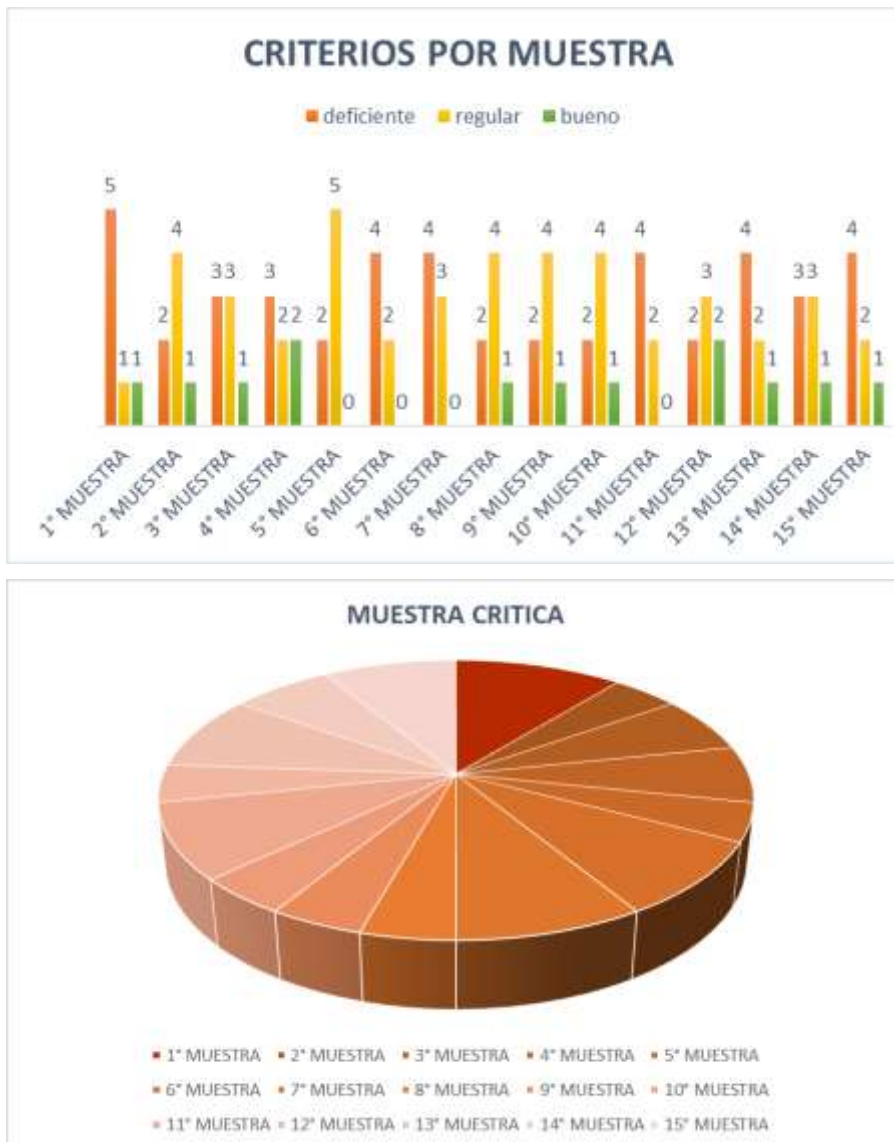
TABLA 8: Criterios de elección de la muestra crítica

3.3.1.1. Criterios para la elección de la muestra crítica:

NUMERO DE MUESTRA	CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE LA MUESTRA CRITICA								Conteo total de criterios por muestra		
	Accesibilidad a recolección de datos	Dimensión de la edificación	Eficiencia energética	Confort lumínico por departamento	confort lumínico área comun	Iluminación natural de la edificación	Gasto económico por energía eléctrica	Ahorro energético	deficiente	regular	bueno
	1° MUESTRA	bueno	alta	X	0	X	X	X	X	5	1
2° MUESTRA	deficiente	alta	0	0	0	Y	X	0	2	4	1
3° MUESTRA	regular	media	X	Y	X	0	0	X	3	3	1
4° MUESTRA	regular	media	0	Y	Y	X	X	X	3	2	2
5° MUESTRA	regular	media	X	0	0	0	0	X	2	5	0
6° MUESTRA	regular	media	X	0	X	X	0	X	4	2	0
7° MUESTRA	regular	media	X	0	X	X	0	X	4	3	0
8° MUESTRA	bueno	baja	X	0	0	0	0	X	2	4	1
9° MUESTRA	bueno	baja	X	0	0	0	0	X	2	4	1
10° MUESTRA	bueno	baja	X	0	0	0	0	X	2	4	1
11° MUESTRA	bueno	baja	X	0	X	0	X	X	4	2	0
12° MUESTRA	bueno	baja	X	Y	0	0	0	X	2	3	2
13° MUESTRA	bueno	baja	X	X	0	X	0	X	4	2	1
14° MUESTRA	bueno	baja	X	0	0	0	X	X	3	3	1
15° MUESTRA	bueno	baja	X	0	X	X	0	X	4	2	1
<b>Muestra con mayor puntuación</b>									<b>1° muestra</b>	<b>5ta muestra</b>	<b>4ta y 12va</b>
RANGOS DE EVALUACIÓN	x	deficiente									
	0	regular									
	Y	bueno									
	E	eficiente									

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 29: NUMERO DE MUESTRAS RESPECTO A LOS CRITERIOS (Deficiente, regular y bueno)**



Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Muestra critica donde se realizará la implementación del sistema SOLATUBE:

Según el análisis y el desarrollo de los diversos criterios procesados, se obtuvo la muestra crítica (muestra 1ª- Residencia Varo). Esta edificación presenta criterios arquitectónicos, energético y económico deficientes; así mismo, la residencia Varo es la muestra con mayor número de pisos; por ende, requiere un análisis más detallado y una optimización energética que ayude con la reducción de costos en energía eléctrica y mejore el confort del usuario, implementado un sistema de iluminación natural eficiente en toda la edificación.

### 3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La presente investigación empleo técnico de muestreo por conveniencia, donde se eligió a la edificación con iluminación crítica y gasto excesivo en iluminación artificial, con el fin de realizar la simulación del sistema de iluminación natural Solatube.

#### 3.4.1. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN

Durante la investigación se realizó la ficha de observación a la muestra crítica (residencia Varo) con esta ficha se observó el comportamiento lumínico, ambientes críticos sin iluminación natural, datos energéticos de la vivienda, datos interiores de la vivienda, datos exteriores de la vivienda y análisis de costos energéticos de la edificación. Ver ANEXO 3

#### 3.4.2. ENCUESTAS

Se realizó preguntas cerradas y abiertas, con las cuales obtuvimos información del usuario, número de pisos, número de familias de la vivienda, ambientes que no cuentan con iluminación natural y costos anual en energía eléctrica. Los datos de costos en luminarias artificiales nos ayudaron a la elección de la edificación con mayor deficiencia y mayor gasto en electricidad. Las encuestas se desarrollaron a las 15 muestras. Ver ANEXO 2

#### 3.4.3. TECNOLOGÍA

Para un análisis más eficiente se utilizó el programa de simulación DIALux, lo cual fue analizado con datos solares de todo el año, según estas simulaciones fueron registrados sus mejoras y errores en cada etapa.

##### 3.4.3.1. SELECCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE SIMULACIÓN

El mercado de la información ofrece muchas opciones de cálculo y diseño de Iluminación en edificios, dentro de ellos encontramos diferentes opciones. Dentro de las opciones encontramos los softwares del DI-Alux y RELux.

En este estudio, los criterios de selección para el software de simulación están vinculados a un programa específico y es gratuito; por lo tanto, el proyecto de iluminación diseñado en este estudio se desarrolló en el DIALux en su versión gratuita. Este programa admite crear simulaciones mediante escenarios de luz natural e iluminación artificial; además, el DIALux permite su aplicación tanto en el interior como en el exterior, así como su evaluación energética.

##### 3.4.3.2. Pasos para la simulación del programa DIALux EVO

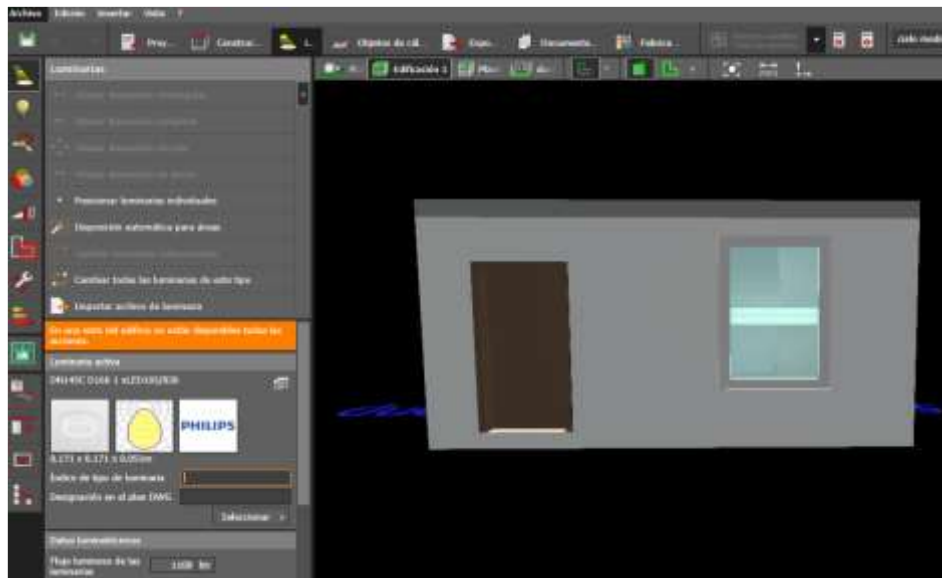
La programación en DIALUX EVO se obtuvo con las especificaciones que presenta el sistema SOLATUBE, a continuación, se detallara el procedimiento y luego se presentaran los resultados obtenidos:



**PRIMER PASO:** Abrimos el programa de simulación DIALUX EVO e importamos el plano de AutoCAD, aquí importamos nuestro plano de la residencia VARO, la cual analizaremos.

Nuestro proyecto cuenta con un semisótano, azotea y 10 pisos de vivienda multifamiliar (departamentos), para lograr una simulación eficiente lo analizamos por pisos. cada una de ellas se analizó respecto a las cuatro estaciones del año.

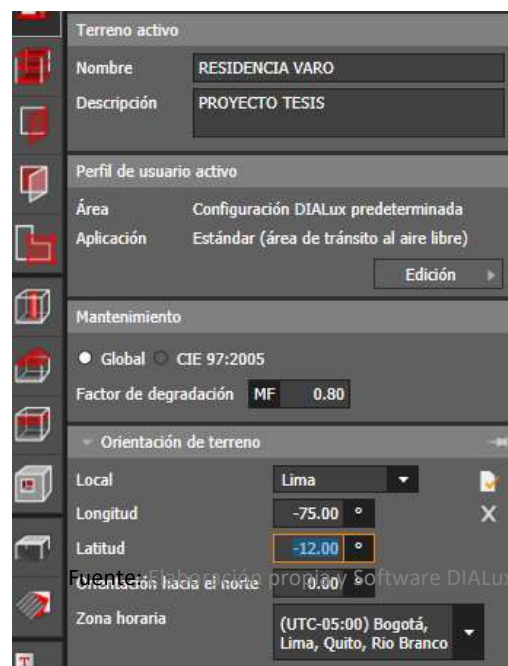
**FIGURA 30: PLANO DE AUTOCAD EN EL SOFTWARE DIALUX**



Fuente: Elaboración propia y software DIALUX

Para la simulación de iluminación natural se tendrá que ubicar el proyecto, latitud, orientación hacia el norte, zona horaria.

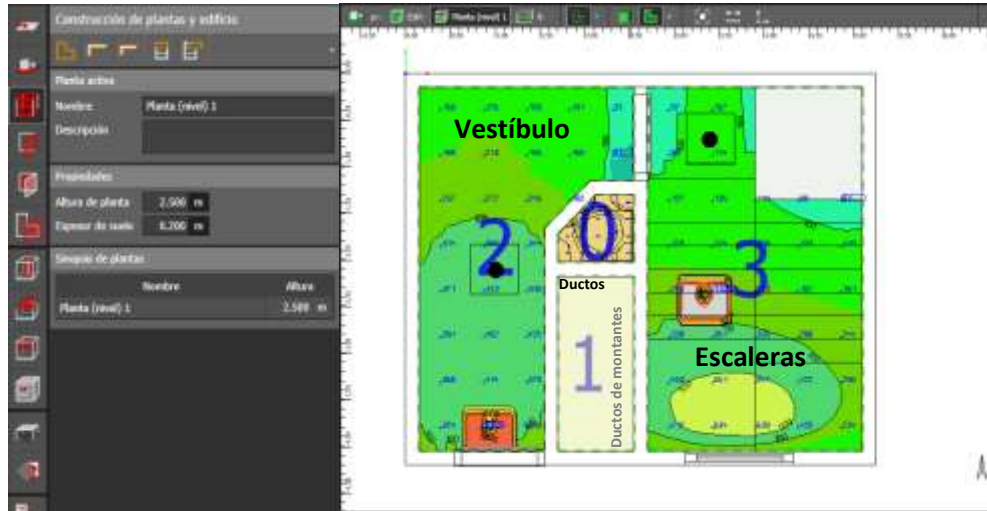
**FIGURA 31: UBICACIÓN DEL PROYECTO**



Fuente: Elaboración propia y software DIALUX

**SEGUNDO PASO:** Designamos las áreas a iluminar, ingresando las dimensiones, y alturas. También ingresamos las texturas y materiales de la edificación.

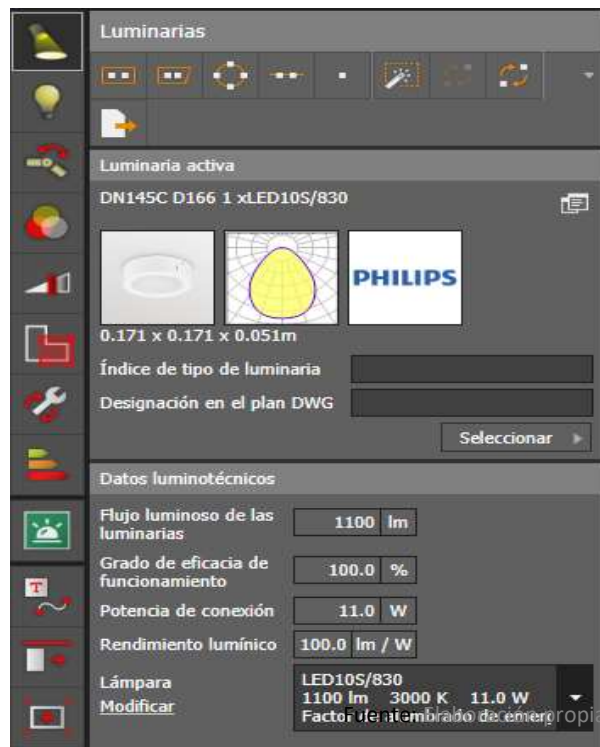
**FIGURA 32: VISTA EN PLANTA DE LOS AMBIENTES A CALCULAR (DUCTO, VESTIBULO Y ESCALERA)**



Fuente: Elaboración propia

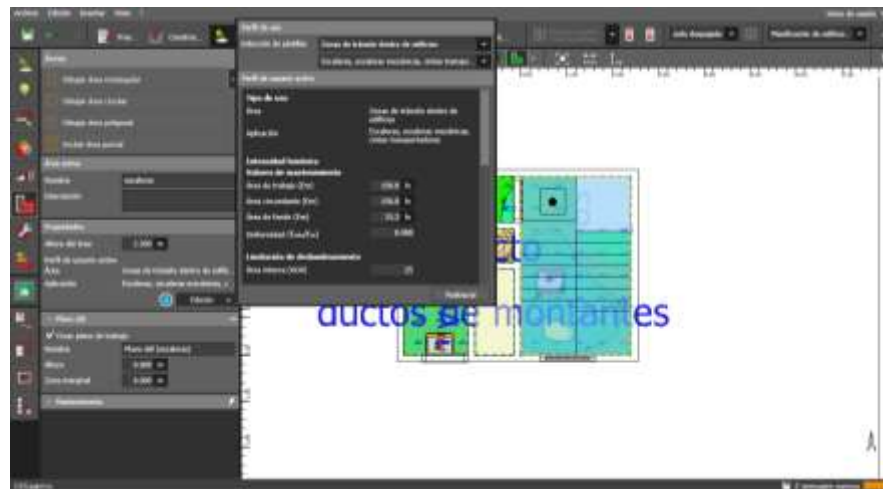
**TERCER PASO:** Añadimos las luminarias que usaremos en el proyecto, a pesar de que solo se quiere hacer un cálculo de iluminación natural añadimos luminarias artificiales que presenten especificaciones similares a la iluminación natural deseada.

**FIGURA 33: ESPECIFICACIONES DE LUMINARIAS**



**CUARTO PASO:** Al tener creados los ambientes, ingresamos al icono de áreas y se selecciona ambiente por ambiente a iluminar. En este ítem podemos ubicar los nombres de cada ambiente.

**FIGURA 34: PERFIL DE USO DE CADA AMBIENTE**



Fuente: Elaboración propia

Cuando estamos en la opción de escena de luz, emergen en opción inferior de incluir la iluminación diurna. Es así, como tenemos la opción de realizar cálculos de iluminación artificial, el software permite incluir el cálculo de iluminación natural juntamente con la iluminación artificial y con ello tendremos la opción de disminuir el flujo lumínico artificial. Esto quiere decir que, si la intensidad de iluminación artificial se coloca en cero porcientos, el resultado que obtenemos será el cálculo de luz natural.

Este ítem nos servirá para realizar comparaciones entre la iluminación existente artificial y la propuesta de iluminación natural SOLATUBE.

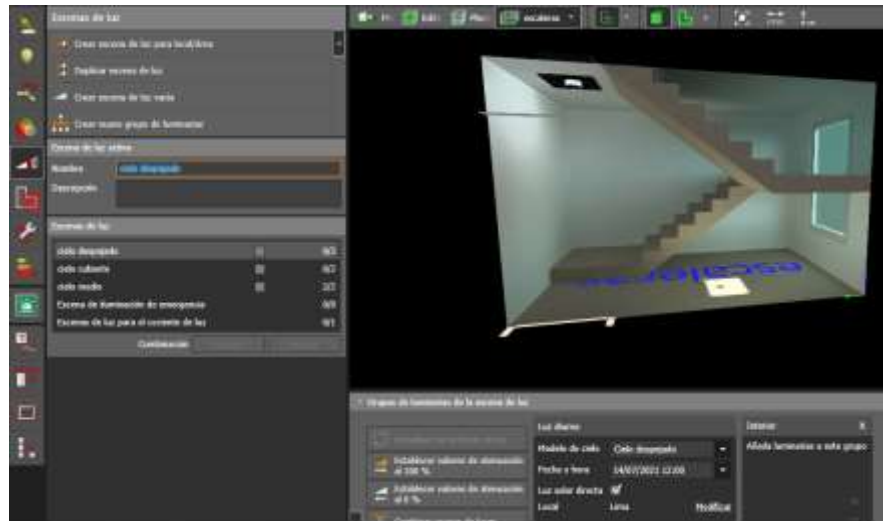
**FIGURA 35:  
SELECCIÓN DE  
ESCENA**



Fuente: Elaboración propia

Para lograr la simulación de iluminación NATURAL con el sistema de iluminación SOLATUBE consideramos tres tipos de escenarios, la escena número uno es con el tipo de cielo cubierto, la segunda escena con el tipo de cielo medio y la última escena con el tipo de cielo despejado, esta última esta con la configuración de luz artificial en cero %.

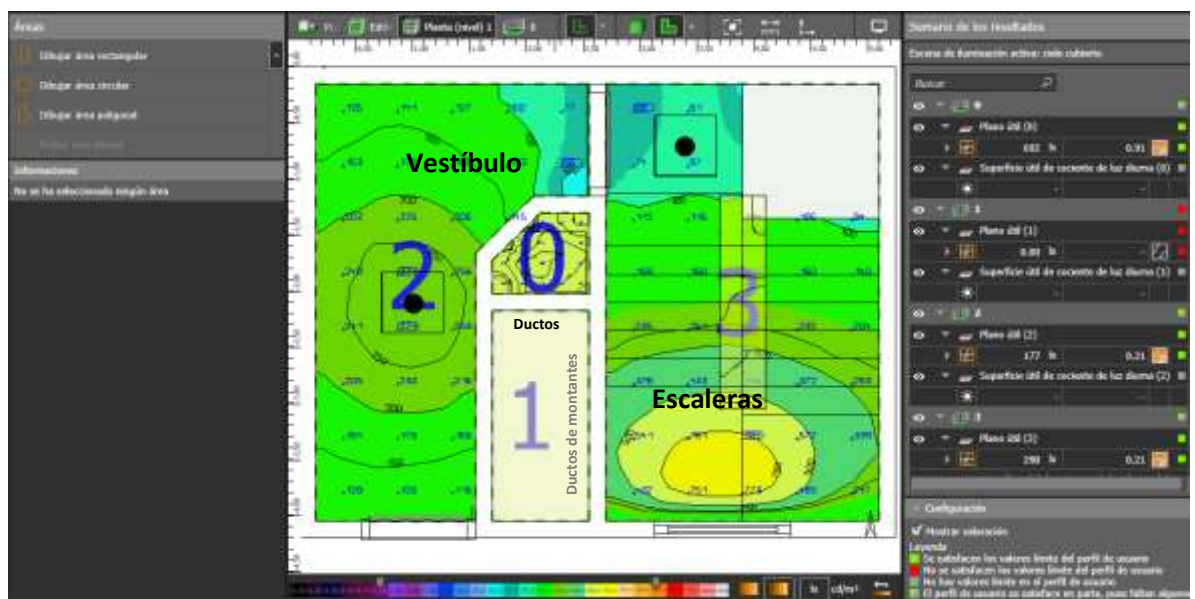
**FIGURA 36: ESCENA DE ILUMINACION ESCALERA**



Fuente: Elaboración propia

**QUINTO PASO:** Para la ubicación de claraboyas, se considera en la parte central, la cual brindará un aporte principal de luz natural, el tipo de material permite una distribución fotométrica de iluminación natural bajo condiciones de cielo cubierto, cielo despejado y cielo medio

**FIGURA 37: DISTRIBUCIÓN GENERAL FOTOMETRICA CON LA LUZ NATURAL**



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ILUMINACION MEDIANTE TUBOS SOLARES “SOLATUBE”

##### 4.1.1. Memoria descriptiva de la implementación.

La memoria descriptiva presentada tiene como objetivo la explicación y optimización del sistema de iluminación natural “SOLATUBE” en zonas comunes de una vivienda multifamiliar, donde se implementó teniendo en cuenta la variedad de altura y pisos del edificio, teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas de diseño, especificada en el reglamento nacional de edificaciones y también lo establecido en el código nacional de electricidad.

Para lograra una aplicación optima acorde a las necesidades del tipo de usuario, vivienda y eficiencia energética, se estableció criterios de diseño en el proyecto.

La edificación a analizar “RESIDENCIA VARO”, contempla semisótano, 10 niveles y una azotea.

- SEMISÓTANO: en el semisótano encontramos 6 estacionamientos; áreas comunes, escaleras de acceso al primer nivel, cuarto de máquinas, caja de ascensor.
- PRIMER PISO: contiene hall principal, caja de acceso y escaleras de evacuación para el segundo piso, vestíbulo general, y dos departamentos con una distribución interior.  
TIPOLOGIA A: Sala-Comedor, cocina principal, servicio higiénico, lavandería, cuarto de servicio, estudio, dormitorio principal con su servicio higiénico y dos dormitorios secundarios.
- SEGUNDO PISO: en el segundo piso encontramos: la caja de escaleras de evacuación y de acceso al tercer nivel, vestíbulo general y dos dormitorios con una distribución interior de TIPOLOGIA A.
- TERCER PISO: encontramos, la caja de escaleras-ascensor de acceso al cuarto nivel, vestíbulo general, y dos dormitorios con una distribución interior de TIPOLOGIA A.

- CUARTO PISO: encontramos, la caja de escaleras de evacuación, ascensor y el acceso al quinto nivel, vestíbulo general, y dos dormitorios con distribución interior de TIPOLOGIA A.
- QUINTO PISO: encontramos, la caja de escaleras de evacuación, ascensor y el acceso al sexto nivel, vestíbulo general, y dos dormitorios con distribución interior de TIPOLOGIA A.
- SEXTO PISO: encontramos, la caja de escaleras de evacuación, ascensor y el acceso al séptimo nivel, vestíbulo general, y dos dormitorios con distribución interior de TIPOLOGIA A.
- SÉPTIMO PISO: encontramos, la caja de escaleras de evacuación, ascensor y el acceso al octavo nivel, vestíbulo general, y dos dormitorios con distribución interior de TIPOLOGIA A.
- OCTAVO PISO: encontramos, la caja de escaleras de evacuación, ascensor y el acceso al noveno nivel, vestíbulo general, y dos dormitorios con distribución interior de TIPOLOGIA A.
- NOVENO PISO: encontramos, la caja de escaleras de evacuación, ascensor y el acceso al décimo nivel, vestíbulo general, y dos dormitorios con distribución interior de TIPOLOGIA A.
- DÉCIMO PISO: encontramos, la caja de escaleras de evacuación, ascensor y el acceso a la azotea, vestíbulo general, y dos dormitorios con distribución interior de TIPOLOGIA A.
- AZOTEA: encontramos: escaleras de evacuación, llegada de la caja de ascensor, vestíbulo de seguridad, cuarto de máquinas y tendal.  
De acuerdo a las especificaciones de distribuidor Green trends autorizado en Perú; además, teniendo en cuenta la arquitectura, ubicación y entorno, en la que se encontrara la edificación multifamiliar la cual por su altura y dimensión no permite el ingreso directo de los rayos del sol a todos los ambientes comunes en el vestíbulo y las escaleras, es así, como la edificación repercute con poca iluminación natural en dichos espacios las cuales brindan una mala experiencia de uso a los usuarios, y ellos para satisfacer esa necesidad hacen uso desmesurado de la iluminación artificial, con nuestro proyecto queda claro el porque es necesario la implementación de dicho sistema (ducto solar) con distribución multisalidas, la cual empleara salidas laterales por nivel, este ducto solar será de 14000 lúmenes promedio y 20800 lúmenes como máximo.

Fuente: Elaboración propia



TABLA 9: RESULTADOS DE LA MODELACION DIALuxEVO (VESTÍBULO)

4.1.2. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE DIALUX EVO

PISOS DE LA EDIFICACION	RESULTADOS MODELADOS DIALuxEVO (VESTÍBULO) ILUMINACIÓN LUX											
	CIELO DESPEJADO				CIELO MEDIO				CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	PRIMAVERA	OTOÑO	VERANO	INVIERNO	PRIMAVERA	OTOÑO	VERANO	INVIERNO	PRIMAVERA	OTOÑO	VERANO
SEMISÓTANO	1505	2402	2635	2713	737	971	1069	1088	292	292	292	292
PRIMER PISO	1093	1842	2024	3574	489	696	773	791	177	177	177	177
SEGUNDO PISO	1176	1905	2086	2135	517	718	796	809	181	181	181	181
TECER PISO	1210	1977	2141	2198	528	741	815	831	185	185	185	185
CUARTO PISO	784	2021	2219	2254	421	747	839	848	187	187	187	187
QUINTO PISO	1275	2084	2253	2313	558	779	859	875	194	194	194	194
SEXTO PISO	1330	2107	2308	2371	575	791	877	898	199	199	199	199
SÉPTIMO PISO	1106	2180	2365	2433	522	815	897	919	203	203	203	203
OCTAVO PISO	1388	2203	2423	2490	600	827	921	942	208	208	208	208
NOVENO PISO	1414	2259	2480	2547	612	849	941	963	213	213	213	213
DÉCIMO PISO	1121	2293	2495	2582	537	860	942	967	214	214	214	214
AZOTEA	1405	2370	2533	2609	619	888	963	985	220	220	220	220
									Minimo	177 LUX	Invierno	Cielo cubierto
									Maximo	3574 LUX	Verano	Cielo despejado



Fuente: Elaboración propia

TABLA 10: RESULTADOS DE LA MODELACION DIALuxEVO (ESCALERAS)

PISOS DE LA EDIFICACION	RESULTADOS MODELADOS DIALuxEVO (ESCALERAS) ILUMINACIÓN LUX											
	CIELO DESPEJADO				CIELO MEDIO				CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	PRIMAVERA	OTOÑO	VERANO	INVIERNO	PRIMAVERA	OTOÑO	VERANO	INVIERNO	PRIMAVERA	OTOÑO	VERANO
SEMISÓTANO	2243	668	2461	1908	788	364	868	705	151	151	151	151
PRIMER PISO	1783	2821	3143	2090	620	843	920	1145	298	298	298	298
SEGUNDO PISO	1082	1643	1804	2607	560	672	735	1022	371	371	371	371
TECER PISO	1109	1680	1850	2649	571	687	750	1036	374	374	374	374
CUARTO PISO	1138	1724	1894	2694	581	701	765	1052	319	319	319	319
QUINTO PISO	1157	1762	1937	2728	587	712	778	1063	377	377	377	377
SEXTO PISO	1171	1817	1972	2418	591	726	785	982	378	378	378	378
SEPTIMO PISO	1204	1847	1991	2611	605	740	796	1035	381	381	381	381
OCTAVO PISO	1237	1884	2041	2880	618	755	816	1112	384	384	384	384
NOVENO PISO	1254	1927	2079	2658	623	765	826	1055	385	385	385	385
DÉCIMO PISO	1259	1939	2080	2594	626	770	822	1033	384	384	384	384
AZOTEA	1213	1937	2062	2565	564	733	781	955	293	293	293	293

Minimo: 151 LUX (Invierno, Cielo cubierto)  
 Maximo: 3143 LUX (Otoño, Cielo despejado)



Fuente: Elaboración propia



#### 4.1.3. Resumen de resultados alcanzados (LUX POR PISO)

##### MODELACIÓN POR PISO DE LA RESIDENCIA VARO

TABLA 11: LUXES MINIMOS Y MAXIMOS

PISOS DE LA EDIFICACION	Modelacion DIALuxEVO			
	LUX MINIMO		LUX MAXIMO	
	ESCALERA	VESTÍBULO	ESCALERA	VESTÍBULO
SEMISÓTANO	151	292	2461	2713
PRIMER PISO	298	177	3143	3574
SEGUNDO PISO	371	181	2607	2135
TECER PISO	374	185	2649	2198
CUARTO PISO	319	187	2694	2254
QUINTO PISO	377	194	2728	2313
SEXTO PISO	378	199	2418	2371
SÉPTIMO PISO	381	203	2611	2433
OCTAVO PISO	384	208	2880	2423
NOVENO PISO	385	213	2658	2547
DÉCIMO PISO	384	214	2594	2582
AZOTEA	293	220	2565	2609



Fuente: Elaboración propia

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL MODELADO EN EL SOFTWARE DIALUXEVO: (VER ANEXO 5)

**SEMISÓTANO:** En la simulación del nivel semisótano observamos que, a pesar de ser el nivel crítico, por contar con los rangos más bajos de transmisión de iluminación obtuvimos como rango mínimo de 151 luxes en (invierno, ambiente escaleras, y tipo de cielo cubierto) y como rango máximo de 20969 luxes en (verano, ambiente ducto, y tipo de cielo despejado). con estos datos obtenidos de la simulación concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 151 luxes y rango máximo 2461 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 292 luxes y como máximo 2713 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**PRIMER NIVEL:** En la simulación del primer nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 298 luxes y rango máximo 3143 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 177 luxes y como máximo 3574 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**SEGUNDO NIVEL:** En la simulación del segundo nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 371 luxes y rango máximo 2607 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 181 luxes y como máximo 2135 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**TERCER NIVEL:** En la simulación del tercer nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 374 luxes y rango máximo 2649 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los

lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 185 luxes y como máximo 2198 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**CUARTO NIVEL:** En la simulación del cuarto nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 319 luxes y rango máximo 2694 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 187 luxes y como máximo 2254 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**QUINTO NIVEL:** En la simulación del quinto nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 377 luxes y rango máximo 2728 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 194 luxes y como máximo 2313 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**SEXTO NIVEL:** En la simulación del sexto nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 378 luxes y rango máximo 2418 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 199 luxes y como máximo 2371 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**SEPTIMO NIVEL:** En la simulación del séptimo nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 381 luxes y rango máximo 2611 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 203 luxes y como máximo 2433 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**OCTAVO NIVEL:** En la simulación del octavo nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 384 luxes y rango máximo 2880 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 208 luxes y como máximo 2423 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**NOVENO NIVEL:** En la simulación del noveno nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 385 luxes y rango máximo 2658 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 213 luxes y como máximo 2547 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**DECIMO NIVEL:** En la simulación del décimo nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 384 luxes y rango máximo 2594 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 214 luxes y como máximo 2582 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

**AZOTEA:** En la simulación de la azotea nivel concluimos:

En la simulación del ambiente escalera tenemos como rango mínimo 293 luxes y rango máximo 2565 luxes, la cual contrarrestando con la norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos de escalera son 150 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

En la simulación del ambiente vestíbulo obtenemos rangos mínimos de 220 luxes y como máximo 2609 luxes, la cual contrarrestando con norma técnica EM.010 nos indica los lúmenes mínimos en vestíbulo son 100 luxes; por ende, vemos que al instalar el sistema SOLATUBE obtenemos luxes mayores y eficientes.

#### 4.1.4. Cuadro de luminarias

##### PROYECCIÓN DE GASTOS EN LUMINARIAS (ESCALERA Y VESTÍBULO)

A continuación, observamos el cálculo en iluminación por niveles.

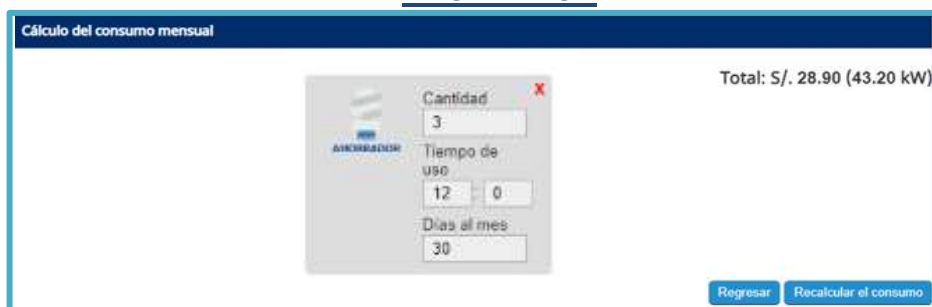
La residencia VARO actualmente presentan luminarias de tipo ahorrador, estas luminarias tienen un aproximado de 40 KW de potencia, para el cálculo de consumo energético mensual y anual usamos el calculador online del organismo supervisor de la inversión en energía y minería (Osinergmin).

**FIGURA 38: Pagina online para calcular en consumo energético específico por tipo y cantidad de luminaria**



Fuente: Organismo supervisor de la inversión en energía y minería (osinergmin)

**FIGURA 39: PROYECCION DE GASTOS MENSUALES EN LUMINARIA AHORRADOR**



Cálculo del consumo mensual

Total: S/. 28.90 (43.20 kW)

Cantidad: 3

Tiempo de uso: 12 0

Días al mes: 30

Regresar Recalcular el consumo

Fuente: Pagina online de cálculo según tipo de luminaria (osinergmin)

**FIGURA 40: PROYECCIÓN DE GASTOS MENSUALES DE**



Cálculo del consumo mensual

Total: S/. 7.23 (10.80 kW)

Cantidad: 2

Tiempo de uso: 12 0

Días al mes: 30

Regresar Recalcular el consumo

Fuente: Pagina online de cálculo según tipo de luminaria (osinergmin)

TABLA 12: Proyección de gastos "luminaria existente ahorrador"

Proyección de gastos en luminarias (escalera y vestíbulo)					
NIVELES	tipo de luminarias	Cantidad	costo mensual (30 DIAS)	consumo en KW	Costo total/anual
semisotano	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
1	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
2	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
3	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
4	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
5	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
6	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
7	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
8	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
9	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
10	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
Azotea	foco ahorrador	3	S/. 28.90	43.20 KW	S/. 346.80
<b>TOTAL ANUAL</b>		36 UND	S/. 346.80	518.4 KW	<b>S/. 4,167.36</b>
<b>Costo de focos AHORRADORES</b>					<b>S/. 1,364.40</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/. 5,531.76</b>

COSTO DE LUMINARIAS AHORRADOR				
Ítem	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
focos ahorrador espiral 42W	Unidad	36	S/.37,90	S/.1,364.40
<b>COSTO TOTAL EN IMPLEMENTACIÓN</b>				<b>S/.1,364.40</b>

Fuente: Elaboración propia

- Para la proyección de gastos mensuales con la luminaria existentes de tipo ahorrador de la residencia Varo, usamos los costos pre determinados de la página online de Osinergmin. Ello nos da como proyección de gasto de las 36 luminarias existentes un costo total de S/. 4,167.36 soles de consumo al año.
- La proyección de gastos nos muestra, un excesivo costo en luminarias artificial los usuarios proponen hacer la implementación y cambio de luminarias ahorradores a luminarias LED. Es por ello que nuestro proyecto tiene como objetivo demostrar que al implementar el sistema SOLATUBE se obtiene un 80% de mayor eficiencia que realizar el cambio a luminarias LED.

TABLA 13: Proyección de gastos "luminaria LED"

Proyección de gastos en luminarias (escalera y vestíbulo)					
694	tipo de luminarias	Cantidad	costo mensual (30 DIAS)	consumo en KW	Costo total/anual
semisotano	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
1	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
2	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
3	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
4	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
5	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
6	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
7	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
8	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
9	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
10	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
Azotea	foco LED	2	S/. 7.23	10.80 KW	S/.86.76
<b>TOTAL ANUAL</b>		24UND	S/.86.76	129.6 KW	<b>S/.1,041.120</b>
<b>Implementacion de focos LED</b>					<b>S/.3,117.60</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>S/. 4,158.72</b>

Fuente: Elaboración propia

TABLA 14: COSTO DE IMPLEMENTACION LED

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LUMINARIAS LED				
Ítem	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
focos LED	Unidad	24	S/.129,90	S/. 3,117.60
<b>COSTO TOTAL EN IMPLEMENTACIÓN</b>				<b>S/. 3,117.60</b>

Fuente: Elaboración propia Y Sodimac

- Para la proyección de gastos mensuales de las luminarias LED, usamos los costos pre determinados de la página online de Osinergmin. Ello nos da como proyección de gasto por nivel y por tiempo de uso, en nuestro caso ubicamos 2 luminarias por nivel, haciendo un uso de 6am a 6pm, en 30 días al mes. Lo cual nos da un costo mensual de S/. 7.23 soles.
- Los gastos anuales por 24 luminarias de tipo LED nos da un costo S/. 1,041.120 soles y al realizar la implementación tendremos un costo adicional de compra de S/ 3,117.60 soles; es decir, que al realizar la implementación con luminarias de tipo LED tendremos un gasto total de S/. 4,158.72 soles en el primer año, y a partir del segundo año un gasto constante en luminaria artificial S/. 1,041.120 soles.

#### 4.1.5. Análisis económico

Para saber la eficiencia del proyecto utilizamos los métodos principales que requieran del concepto general de flujo de caja descontado como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno TIR.

##### 4.1.3.1. Método del valor actual neto van

Según, Baca (2020), el Valor Actual Neto (VAN), es el valor monetario que se obtiene al realizar la operación de resta de los flujos descontados con respecto a la inversión inicial. Dichos criterios fueron establecidos con fines de evaluación, si observamos que el valor neto es mayor o igual a cero obtendremos como resultado que la eficiencia del proyecto está bien direccionada, pero si en el caso que es menor a cero debemos de rechazar el proyecto.

##### 4.1.3.2. Método de la tasa interna de retorno TIR

Según, Baca (2002), según baca la Tasa Interna de Retorno (TIR) indica el descuento que obtenemos de la suma de los flujos, dichos flujos al ser descontados deberían de ser igual a la inversión inicial; asimismo, si el TIR es mayor o igual que la tasa de retorno mínima entonces si podemos aceptar el proyecto.



TABLA 15: COSTO DE IMPLEMENTACION SISTEMA SOLATUBE

TIPO DE CAMBIO 1 \$ = 3.95 soles					
COSTOS DE INSTALACION SOLATUBE (RESIDENCIA VARO HUANCAYO)					
MODELO	PRECIO DOLARES	PRECIO SOLES	instacion	traslado	mantenimiento (20 años)
330ds	\$850 dolares	S/. 3,357.50	S/ 350	S/ 300	S/ 500
<b>TOTAL</b>		S/. 4,007.50			S/ 500
				IGV 18%	<b>TOTAL</b>
				S/. 721.35	
				S/. 721.35	
					<b>S/. 5,228.85</b>

Fuente: Elaboración propia & la proforma de precios de la empresa GREEN Trends SAC-Perú

- El sistema de iluminación natural a través de tubos solares “SOLATUBE” según, el distribuidor autorizado en Perú GREEN TRENDS SAC, para el modelo 330DS tiene un costo de; S/. 3,357.50 soles en accesorios, S/ 350 soles en instalación, S/. 300 soles en traslado del sistema de Lima a Huancayo, todo esto nos da un costo total de S/. 5,228.85 soles en implementar el sistema SOLATUBE en la residencia Varo Huancayo.
- El sistema SOLATUBE distribuido por la empresa GREEN TRENDS, también nos brinda una garantía de 20 años por el producto 330 DS, la cual nos da la garantía de iluminación de 6am a 6pm (12 horas al día).

TABLA 16: CUADRO DE EFICIENCIA DEL PROYECTO "VAN & TIR" CONTRARESTADOS AL IMPLEMENTAR EL SISTEMA SOLATUBE

DATOS					
INVERSION Implementacion sistema SOLATUBE	S/. 5,228.85				
TIPO DE LUMINARIA	INVERSION EN ENERGIA ELECTRICA (vestibulo y escaleras)	INVERSION SOLATUBE	año 1	año 2	
EXISTENTE (ahorrador)	S/. 5,531.76 anual	- 5,228.850	5,531.760	5,531.760	
SISTEMA ECOAMIGABLE (LED)	S/. 4,158.72 anual	- 5,228.850	4,158.720	1,041.120	
tasa de descuento		12%			
año 3	año 4	año 5	año 6-20	VAN	
5,531.760	5,531.760	5,531.760	82,976.400	56,750.333	1249
1,041.120	1,041.120	1,041.120	24,969.600	13,958.102	631

Fuente: Elaboración propia

- En el cálculo de eficiencia primero obtuvimos el monto de inversión de la implementación del sistema SOLATUBE, estos datos son gracias a la proforma de la empresa distribuidora. Green thends SAC, distribuidor autorizado en Perú. El dato de costo es por el modelo 330 DS.
- El cuadro de eficiencia del proyecto al realizar el cambio de luminaria ahorrador existente de la residencia a el sistema de iluminación natural solatube no resulta eficiente que el VAN  $56,750.333 > 0$  y con una tasa de descuento de 12% tenemos un TIR de 124%. Estos datos nos dan la certeza que el proyecto es muy eficiente relacionándolo con las luminarias ahorradores existentes en la residencia Varo.
- Por otra parte, el cuadro de eficiencia del proyecto al realizar la implementación de luminarias LED y cambiarlos al sistema de iluminación natural SOLATUBE nos da un VAN de  $13,958.102 > 0$  y con una tasa de descuento de 12% tenemos un TIR de 63%. Estos datos nos dan la certeza que el proyecto es eficiente aun relacionándolo con las luminarias led.
- Como resumen de la prueba de eficiencia del proyecto, observamos que si resulta ser eficiente en relación a los dos tipos de luminarias. En los dos casos el VAN  $\geq 0$  y el TIR  $\geq$  TASA DE DESCUENTO. Estos datos nos dan la certeza que al realizar el cambio de cualquiera de los dos tipos de luminarias al sistema de iluminación natural SOLATUBE nos resultara rentable y eficiente.

#### **PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)**

Para la recuperación de la inversión, es un método que permite evaluar proyectos de inversión de forma fácil y con ello evaluar el riesgo relativo. Este instrumento nos da el periodo de recuperación para los flujos netos de la inversión del proyecto, tenemos que verificar que dichos datos recuperen su costo o inversión inicial.

En nuestro proyecto realizamos el periodo de recuperación con los dos tipos de luminaria, la primera con la existente (luminaria ahorradora) y la segunda con la luminaria a implementar (luminarias de tipo LED).

TABLA 17: PERIODO DE RECUPERACION LUMINARIA AHORRADOR

Periodo de recuperación de (LUMINARIA AHORRADOR AL SISTEMA SOLATUBE)							
Ítem	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-20
Flujo de Inversión SOLATUBE	- 5.228.850	- 5.228.850	- 1.061.490	4.470.270	10.002.030	15.533.790	21.065.550
Flujo Efectivo (gasto en luminarias ahorradores vestíbulo y escalera)		5.531.760	5.531.760	5.531.760	5.531.760	5.531.760	82.976.400
<b>FLUJO DE ACUMULADO</b>	<b>S/ -4728850</b>	<b>302910</b>	<b>4.470.270</b>	<b>10.002.030</b>	<b>15533790</b>	<b>21065550</b>	<b>104.041.950</b>
							Periodo anterior al cambio de signo
							Valor absoluto del flujo acumulado
							Flujo acumulado en siguiente periodo
							Periodo de Recuperación

Fuente: Elaboración propia

- Según el cuadro de periodo de recuperación de luminarias ahorradores, observamos que al sustituir al sistema de iluminación natural SOLATUBE, tendremos la recuperación de inversión al segundo año. Además, a mediados del segundo año obtendremos un valor de flujo acumulado (ganancias) de S/. 4,470.270 soles.
- También observamos que al realizar el cambio de luminarias ahorradores al sistema de iluminación de tubos solares SOLATUBE, tomando como máximo de 20 años de vida del sistema obtendremos una ganancia en consumo energético por luminarias artificial de S/. 104,041.950 soles en el veinteavo año.
- Estos datos obtenidos nos dan más de 90% de eficiencia y un periodo de rápido de recuperación de inversión (dos años y 4 meses). La cual relacionado a los 20 años de vida del sistema solatube nos resulta muy rentable.

TABLA 18: PERIODO DE RECUPERACION LUMINARIA LED

Periodo de recuperación de (LUMINARIAS LED AL SISTEMA SOLATUBE)							
Ítem	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-20
Flujo de Inversión SOLATUBE	- 5.228.850	- 5.228.850	- 1.070.130	29.010	1.012.110	2.053.290	3.094.350
Flujo Efectivo (gasto en luminarias Led vestíbulo y escalera)		4.158.720	1.041.120	1.041.120	1.041.120	1.041.120	24.969.600
<b>FLUJO DE ACUMULADO</b>	<b>S/ -4728850</b>	<b>- 1.070.130</b>	<b>29.010</b>	<b>1.012.110</b>	<b>2.053.290</b>	<b>3.094.350</b>	<b>28.063.950</b>
							Periodo anterior al cambio de signo
							Valor absoluto del flujo acumulado
							Flujo acumulado en siguiente periodo
							Periodo de Recuperación

Fuente: Elaboración propia

- Según el cuadro de periodo de recuperación al implementar las luminarias LED, observamos que al sustituir al sistema de iluminación natural SOLATUBE, tendremos la recuperación de inversión al tercer año; además, a mediados del tercer año obtendremos un valor de flujo acumulado (ganancias) de S/. 1,012.110 soles.
- También observamos que al realizar el cambio de luminarias LED al sistema de iluminación de tubos solares SOLATUBE, tomando como máximo de 20 años de vida del sistema obtendremos una ganancia en consumo energético por luminarias artificial de S/. 28,063.950 soles en el veinteavo año.
- Estos datos obtenidos nos dan más de 80% de eficiencia y una recuperación rápida de inversión (3 años y 5 meses), la cual relacionado a los veinte años de durabilidad del sistema Solatube nos resulta muy rentable.
- Como resumen de los resultados alcanzados para la recuperación de la inversión, observamos que si resulta ser eficiente en relación a los dos tipos de luminarias. En los dos casos el periodo de recuperación es antes del 5 año, y al contrarrestar con la vida útil del sistema tenemos como mínimo 17 años de ganancia, a consecuencia, un costo cero en luminarias artificiales en los ambientes con el sistema Solatube.

## 4.2. RESUMEN DE RESULTADOS ALCANZADOS

### 4.2.1. Cuadro de eficiencia según pisos de la edificación "RESIDENCIA"

TABLA 19: RESULTADOS DE EFICIENCIA

PISOS DE LA EDIFICACION	RESULTADOS DE EFICIENCIA EN LOS AMBIENTES (ESCALERA Y VESTIBULO)					
	Luminarias existentes (ahorrador)		luminarias eco amigables (LED)		luminarias con implementacion (SOLATUBE)	
	luminica	economica	luminica	economica	luminica	economica
SEMISÓTANO	X	X	0.1	0.5	0.5	1
PRIMER PISO	X	X	0.1	0.5	0.5	1
SEGUNDO PISO	X	X	0.1	0.5	0.5	1
TECER PISO	X	X	0.1	0.5	0.5	1
CUARTO PISO	X	X	0.1	0.5	1	1
QUINTO PISO	X	X	0.1	0.5	1	1
SEXTO PISO	X	X	0.1	0.5	1	1
SÉPTIMO PISO	X	X	0.1	0.5	1	1
OCTAVO PISO	X	X	0.1	0.5	1	1
NOVENO PISO	X	X	0.1	0.5	1	1
DÉCIMO PISO	X	X	0.1	0.5	1	1
AZOTEA	X	X	0.1	0.5	1	1
<b>socialmente eficiente</b>	NO		SI		SI	
<b>amigable con el medio ambiente</b>	NO		SI		SI	
<b>economicamente eficiente</b>	NO		NO		SI	
<b>Años de duracion de la luminaria o sistema</b>	2-4 años		5-8 años		10-20 años	
<b>RANGOS DE EVALUACIÓN</b>	x	deficiente				
	0.1	regular				
	0.5	bueno				
	1	eficiente				
	luxes minimos		luxes maximos			
<b>AHORRADOR</b>	100 lux		150 lux			
<b>LED</b>	180 lux		800 lux			
<b>SOLATUBE</b>	151 lux		3574 lux			

4.2.2. Cuadro de costo mensual en iluminación (escalera y vestíbulo) de la edificación “RESIDENCIA VARO”

TABLA 20: CONCLUSION DE COSTOS

Residencia varo	numero de luminarias	consumo mensual KW	tiempo de duracion	costo mensual					efectividad por costo
				PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO	CUARTO AÑO	QUINTO AÑO	
luminaria ahorrador	36	518.4 KW	12 h/día	S/. 346.80	S/. 346.80	S/. 346.80	S/. 346.80	S/. 346.80	25%
luminaria LED	24	129.6 KW	12 h/día	S/. 346.56	S/. 86.76	S/. 86.76	S/. 86.76	S/. 86.76	50%
sistema SolaTube	1	0 KW	12 h/día	S/. 435.74	S/. 00.00	S/. 00.00	S/. 00.00	S/. 00.00	100%

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Cuadro de inversión en tipo de luminarias

TABLA 21: CONCLUSION DE COSTOS

COSTO DE LUMINARIAS AHORRADOR				
Ítem	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
focos ahorrador espiral 42W	Unidad	36	S/.37,90	S/.1,364.40
<b>COSTO TOTAL EN IMPLEMENTACIÓN</b>				<b>S/.1,364.40</b>

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LUMINARIAS LED				
Ítem	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
focos LED	Unidad	24	S/.129,90	S/.3,117.60
<b>COSTO TOTAL EN IMPLEMENTACIÓN</b>				<b>S/.3,117.60</b>

TIPO DE CAMBIO 1 \$ = 3.95 soles				
COSTOS DE INSTALACION SOLATUBE (RESIDENCIA VARO HUANCAYO)				
MÓDELO	PRECIO DOLARES	PRECIO SOLES	instacion	traslado
330ds	\$850 dolares	S/. 3,357.50	S/ 350	S/ 300
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 4,007.50</b>	

mantenimiento (20 años)	IGV 18%	<b>TOTAL</b>
S/ 500	S/. 721.35	
S/ 500	S/. 721.35	
		<b>S/. 5,228.85</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Cuadro resumen de inversión en 20 años por sistema

TABLA 22: Resumen de inversión

	INVERSIÓN PRIMER AÑO	Gasto energetico constante (1-20 AÑOS)	Tiempo de garantía de la luminaria	gasto en renovacion de luminaria durante 20 años	INVERSIÓN TOTAL EN 20 AÑOS
AHORRADOR	S/ 5,531.76 Soles	S/ 4,167.36	2 años de garantía	S/ 13,644.00	S/ 96,991.20
LED	S/ 4,158.72 Soles	S/ 1,041.120	5 años de garantía	S/ 12,470.40	S/ 33,292.80
SOLATUBE	S/ 5,228.85 Soles	S/ 0,000.00	20 años de garantía	Mantenimiento S/ 500.00	S/ 5,728.85

#### 4.2.5. Cuadro de recuperación de inversión de luminaria led respecto al gasto al implementar el sistema solatube.

TABLA 23: Periodo de recuperación

Periodo de recuperación de (LUMINARIAS-LED AL SISTEMA SOLATUBE)							
Items	Inversion	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-20
Flujo de Inversión SOLATUBE	- 5,228.850	- 5,228.850	- 1,070.130	- 29.010	1,012.110	2,053.230	3,094.350
Flujo Efectivo (gasto en luminarias Led vestibulo y escalera)		4,158.720	1,041.120	1,041.120	1,041.120	1,041.120	24,960.600
<b>FLUJO DE ACUMULADO</b>	<b>S/ -4728850</b>	<b>1,070,130</b>	<b>29,010</b>	<b>1,012,110</b>	<b>2,053,230</b>	<b>3,094,350</b>	<b>28,063,950</b>
				Periodo anterior al cambio de signo			<b>3</b>
				Valor absoluto del flujo acumulado			<b>1,012,110</b>
				Flujo acumulado en siguiente periodo			<b>2,053,230</b>
				Periodo de Recuperación			<b>3.5</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6. Cuadro de recuperación de inversión de luminaria existente (ahorrador) respecto al gasto al implementar el sistema solatube.

TABLA 24: Periodo de recuperación

Periodo de recuperación de (LUMINARIA AHORRADOR AL SISTEMA SOLATUBE)							
Items	Inversion	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-20
Flujo de Inversión SOLATUBE	- 5,228.850	- 5,228.850	- 1,061.490	- 4,470.270	- 10,002.030	- 15,533.790	- 21,065.550
Flujo Efectivo (gasto en luminarias ahorradores vestibulo y escalera)		5,531.760	5,531.760	5,531.760	5,531.760	5,531.760	82,976.400
<b>FLUJO DE ACUMULADO</b>	<b>S/ -4728850</b>	<b>302910</b>	<b>4,470,270</b>	<b>10,002,030</b>	<b>15533790</b>	<b>21065550</b>	<b>104,041,950</b>
				Periodo anterior al cambio de signo			<b>2</b>
				Valor absoluto del flujo acumulado			<b>4,470,270</b>
				Flujo acumulado en siguiente periodo			<b>10,002,030</b>
				Periodo de Recuperación			<b>2.4</b>

Fuente: Elaboración propia

## 4.3. RESUMEN DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### 4.3.1. Hipótesis general

“La optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube genera un impacto positivo en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021”

Al implementar el sistema de iluminación natural Solatube tendremos un ahorro energético notable, llegando a un gasto de S/. 00.00 soles mensuales en iluminación artificial en las áreas implementadas a partir del tercer año como máximo. Con el análisis y modelización del sistema SolaTube se consolida la hipótesis general planteada.

### 4.3.2. Hipótesis específica H1

“Existe una relación directa entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las luminarias existentes en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo”

Nuestra primera hipótesis específica se centra en el aspecto social ya que este aspecto motivo en la realización del proyecto de investigación. La iluminación natural es importante en el ser humano, ya que este, influye en la salud y bienestar físico y/o mental. Al ver que nuestra población se aqueja por no contar con una iluminación natural eficiente proponemos este proyecto que permitirá mejorar al 90% el confort de los usuarios de la residencia, de la misma manera, en temas de gastos en energía eléctrica con luminarias ahorradores (existentes actualmente en la residencia) presenta un costo de S/ 4,167.36 soles al año y al implementar el sistema Solatube tendremos un ahorro de S/ 15,607.950 soles en los cinco primeros años.

### 4.3.3. Hipótesis específica H2

“Existe una relación directa entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con la implementación de luminarias eco amigables en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo”

El sistema de iluminación natural SolaTube brinda aportes considerables para el ecosistema ya que los elementos con los que están compuestos son considerados eco amigables y sustentables. La cual no es peligrosa ni dañina para el medio ambiente; incluso, el uso directo de energía solar para iluminar los ambientes brinda como resultado un ahorro en energía inmediato, lo que significa un menor consumo de electricidad convencional, costos mensuales reducidos de electricidad por ende una reducción de la contaminación por CO<sub>2</sub>. Además, el sistema SolaTube incorpora un anillo led solar, el cual permitirá conservar energía y distribuirla mediante la necesidad o requerimiento del usuario.



En temas de gastos en energía con la implementación de luminarias de tipo LED tenemos un gasto de S/ 1,041.120 soles al año más un gasto de implementación de S/ 3,117.60 soles en la compra de 24 focos LED y al implementar el sistema Solatube tendremos un ahorro de S/ 3,094.350 soles en los cinco primeros años.

#### 4.3.4. Hipótesis específica H3

“La optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube impacta positivamente en el Consumo anual en electricidad de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo”

Nuestra tercera hipótesis hace referencia a la eficiencia en costos económicos de energía eléctrica.

Para comprobar esta hipótesis realizamos el cálculo económico (VAN y TIR) y los cálculos aproximados de Osinergmin expuestos anteriormente, con estos datos observamos claramente que al implementar el sistema Solatube se tiene una disminución de 43.20 KW mensual por nivel. Y en toda la edificación (residencia Varo) tendríamos una reducción de 518.4 KW por mes, por ende, tendríamos un ahorro de S/. 346.80 soles en luminarias artificial al mes solo al implementar el sistema SolaTube en las áreas comunes (vestíbulo y escaleras) de la edificación.

## CONCLUSIONES

1. La muestra crítica de alta densidad analizada del distrito de El Tambo-Huancayo mostro gran déficit lumínico y un gasto excesivo en iluminación artificial; sin embargo, al implementar el sistema de iluminación natural SOLATUBE se obtiene la optimización energética eficiente deseada de la edificación.
2. Al implementar el diseño de iluminación natural SolaTube en los ambientes comunes (escaleras y vestíbulo) de todos los niveles de la residencia multifamiliar VARO verificamos y corroboramos la optimización energética y la eficiencia lumínica en distintas temporadas y condiciones climatológicas. Obteniendo un ahorro de iluminación artificial de S/ 4,167.36 soles anuales y una ganancia máxima de 3574 luxes por ambiente.
3. La simulación del software DIALux concluyo que los luxes por ambiente y nivel son eficientes (151 luxes mínimo-3574 luxes máximo). Esto se corrobora en el ambiente critico (semisótano) donde tuvimos como resultado en cielo cubierto e invierno 930 luxes como máximo y 151 luxes como mínimo.
4. La iluminación correcta para cada ambiente (escalera y vestíbulo) nos brindó un ahorro de 43.20 KW por nivel por 12 horas de consumo, la cual se convierte en costo S/ 28.90 soles al mes por nivel.
5. Este sistema Solatube nos brinda un ahorro anual de 6,220.8 KW por 12 horas al año de consumo, la cual, se convierte en un ahorro de S/ 4,167.36 soles en iluminación artificial al año solo realizando la implementación en los ambientes (vestíbulo y escaleras).asimismo, considerando la vida útil del sistema de iluminación natural Solatube distribuido por la empresa autorizada de Perú GREEN TRENDS SAC son de 20 años lo cual hace muy recomendable su uso para la una eficiente optimización energética
6. El análisis, la simulación y la proyección de gastos nos dan como resultado que la instalación del proyecto es viable en edificaciones con gran nivel de altura (6 a más) pisos.

## RECOMENDACIONES

1. Adicional a la propuesta del sistema de iluminación natural se recomienda realizar un cambio de distribución tomando en cuenta los aspectos bioclimáticos y ambientales. Dicha distribución es una propuesta arquitectónica de los espacios pensados netamente en el confort del usuario.
2. Los ductos solares propuestos y distribuidos por la empresa SOLATUBE GREEN TRENDS SAC, recomienda su implementación para una mejor y eficiente optimización en costos de energía. Este sistema se recomienda para viviendas de alta densidad y con escasa o nula iluminación natural.
3. Se recomienda el análisis del tipo de vivienda y ambiente en la que se desea realizar la implementación, ya que, Solatube presenta diversos modelos y diámetros de cúpula, cada una de ellas brinda diferentes lúmenes de transmisión.
4. Se recomienda el uso del sistema de iluminación natural Solatube en edificaciones que presentan un gasto excesivo en luminarias artificiales, sobre todo en edificaciones de alta densidad; ya que, estas viviendas por lo general tienden a tener gastos significativos en iluminar espacios comunes.
5. Se recomienda el uso del sistema Solatube en ambientes o zonas que por su arquitectura o actividad demanda lúmenes significativos de iluminación durante los horarios diurnos y dichos ambientes no cuentan con acceso directo de la iluminación natural.
6. Recomendamos implementar en forma combinada un sistema de iluminación artificial de tipo LED en toda la edificación, adicional a ello ubicar sensores de movimiento, y en los ambientes comunes se recomienda la implementación del sistema Solatube. Es así, como podemos obtener un cambio significativo al 90% de ahorro en gastos de energía por iluminación y en los ambientes comunes un ahorro al 100% en iluminación artificial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA. *Estadística de estimaciones y proyecciones de población* [en línea]. Perú: INEI [fecha de consulta: 12 de abril 2019]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population-estimates-and-projections/>.
2. VILLACORTA, A. *la concentración de gases de efecto invernadero* [en línea]. Francia: France24, 2021, Disponible en: <https://www.france24.com/es/medio-ambiente/20211025-concentraci%C3%B3n-gases-efecto-invernadero-onu>.
3. HERES, D. *el cambio climático y la energía en américa latina*. Naciones unidas: Santiago de Chile, 2015.
4. GAVILÁNEZ, A y otros. *Energías Renovables y Diseño Industrial: Influencia en Sudamérica*. Ecuador: Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, 2020. ISSN electrónica 2697-3243. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/2722/3227>.
5. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA. *Estadística de estimaciones y proyecciones de población* [en línea]. Perú: INEI [fecha de consulta: 12 de abril 2019]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population-estimates-and-projections/>.
6. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. *Estadística de edificaciones en el Perú* [en línea]. Perú: MVCS [fecha de consulta: 25 de abril 2019]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/temas> .
7. PLAN NACIONAL DE ACCIÓN AMBIENTAL. *Reporte de seguimiento al año 2018* [en línea]. Perú: PLANAA [fecha de consulta: 01 de mayo 2019]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1568411/Planaa%202018.pdf.pdf> .
8. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD Y LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *sanidad y consumidores, comité científico europeo* [en línea]. Europa: OPS Y OMS [fecha de consulta: 23 de enero 2020. Disponible en: <https://www.paho.org/es> .
9. ESTUDIO DE MERCADO DE LA VIVIENDA SOCIAL EN LA CIUDAD DE HUANCAYO. *Fondo mi vivienda*, Perú: Lima, 2009.
10. Espinoza, C y otros. *Eficiencia energética de colectores solares con tubos verticales de PVC en termas solares, amazonas*: Perú-amazonas, Vol. 3, Número 2, 2019. DOI:10.25127/aps.20192.489 Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/489/684>

11. BALABEL, A y otros. *Potencial de la tecnología Solatube como sistemas pasivos de luz diurna para edificios sostenibles en Arabia Saudí*: Arabia Saudita, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.06.001>
12. AMIN, A y otros. *El estudio de los factores efectivos en el rendimiento de la luz del día de pozos de luz con métricas dinámicas de la luz del día en edificios residenciales*: Solar energy, 2017. Volumen 155, paginas 679-697. ISSN electrónica 0038-092X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.07.005>
13. HANLIN, L y otros. *Efectos de los sistemas de guía de luz natural tubulares en el rendimiento de la luz natural y el ahorro de energía en edificios de oficinas en diferentes zonas climáticas*: Revista de energía renovable y sostenible 13, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1063/5.0062480>
14. MOHAMED, M y otros. *Un nuevo dispositivo de luz diurna tubular que fusiona un calentador de agua solar: estudio experimental*: Revista de energía renovable, 2018. Volumen 125, paginas 947-961. ISSN electrónica 0960-1481. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.031>
15. SHAOHUA, G y otros. *Diseño de un sistema de iluminación solar plana para llevar luz natural al núcleo del edificio: estudio experimental*: Artículo de energía renovable, 2020. Volumen 150, paginas 1178-1186. ISSN electrónica 0960-1481. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.11.125>
16. LI, D y otros. *Predicción de la eficacia luminosa vertical utilizando datos solares horizontales*: Artículo de investigación, 2001. Volumen 33, paginas 25-42. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/136578280103300107>
17. MOHAMMED, A y otros. *Un estudio de las variables de diseño en la luz del día y el rendimiento energético en edificios residenciales en climas cálidos*: Artículo de MDPI, 2020. Volumen 13. EISSN electrónica 1996-1073. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/en13215836>
18. MAYHOUB, M. *Los desafíos de los sistemas innovadores de iluminación natural: un estudio crítico*: Artículo de energía y edificación, 2014. Volumen 80, paginas 394-405. ISSN electrónica 0378-7788. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.04.019>
19. OSAMA, O y otros. *Optimization of daylight utilization in energy saving application on the library in faculty of architecture, design and built environment, Beirut Arab University*: Revista de ingeniería de Alejandría, 2018. Volumen 57, paginas 3921-3930. ISSN electrónica 1110-0168. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.10.006>

20. AHMED, S y otros. *Pantallas solares exteriores perforadas para iluminación natural en edificios residenciales en el desierto: Identificación de porcentajes mínimos de perforación*: Artículo de energía solar, 2012. Volumen 86, paginas 1929-1940. ISSN electrónica 0038-092X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.02.029>
21. FRANDES, A. *Optimización energética en viviendas unifamiliares mediante sistemas de aporte de luz natural*. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2011.
22. MARTINEZ, M. *Propuesta de ahorro energético mediante sistemas de aporte de luz natural en los edificios del campus central de la universidad de el salvador*. Nicaragua león, universidad nacional autónoma de Nicaragua, facultad de Ciencias y Tecnología, 2014.
23. MOR, A. *Estudio de un sistema de iluminación natural para edificios*. Barcelona, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, facultad de Tecnología Industrial, 2020.
24. ORTEGA, A. *Eficiencia en iluminación del ducto vertical de luz solar con colector plano y semiesférico*. México, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Tecamachalco, 2014.
25. RIVERA, J. *la reproducción de la luz natural mediante tecnologías, evaluaciones y posibilidades*. Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya, 2017.
26. HERRERA, O. *eficiencia energética a través del análisis del sistema Day light en el departamento de Lambayeque*. Chiclayo, Perú, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2010.
27. ROJAS, K. *confort ambiental basado en los principios de una arquitectura bioclimática en un centro educativo básico especial para niños de 0-14 años en la provincia de Cajamarca*. Perú, Universidad Privada del Norte, 2018.
28. ZEBALLOS, J. *Diseño de iluminación interior utilizando la luz solar por medio de tubos solares*. Arequipa, Perú, Universidad Católica de Santa María, 2021.
29. MENDOZA, J y SOTO, M. *Condominio sostenible en la ciudad de Huancayo*. Perú, Universidad Ricardo Palma de Lima, 2021.
30. BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY. *Revisión estadística de la energía mundial, 2021*. Disponible en: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
31. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). *Ministerio de ciencia y tecnología, 2003*. Disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2003-3702](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2003-3702)

32. CATALOGO SOLATUBE INTERNATIONAL, 2019. Disponible en: <https://www.solatube.es/wp-content/uploads/2019/10/catalogo-solatube.pdf>
33. MAZO, J. *Investigación sobre la aplicación del almacenamiento de energía térmica mediante materiales de cambio de fase en elementos de construcción termoactivos*. Universidad de zaragoza, 2016. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/48320/files/TESIS-2016-115.pdf>
34. PLATAFORMA DE PRECIOS DE LA EMPRESA GREEN TRENDS SAC PERÚ. Perú, solatube international, 2021.
35. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento [en línea]. Perú. Disponible en: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
36. ONU HÁBITAT. Informe mundial sobre asentamientos humanos, naciones unidas para el hábitat, 2009. Disponible en: <https://mirror.unhabitat.org/documents/GRHS09/K0952834s.pdf>
37. LESSARD. Formas urbanas, planificación urbana densidad relativa para ciudades a escala humana “Nuevo Urbanismo”, 2003.
38. ORDEÑEZ, J. *fundamentals of optimization*. University of Granada, 2001.
39. TAYLOR, B. *fundamentals of optimization. Teorema de taylor*, 2001.
40. RAE (real academia española). Definición de optimizar y optimización. Disponible en: <https://dle.rae.es/optimizar?m=form>
41. RAE (real academia española). Definición de energía. Disponible en: <https://dle.rae.es/energ%C3%ADa>
42. RAE (real academia española). Definición de energía solar. Disponible en: <https://dle.rae.es/energ%C3%ADa>
43. OVACEN. Definición de fuentes de luz natural. Disponible en: <http://libretadeconstruccion.com/files/c1ilre02.pdf>
44. FEYNMAN, R. *Fundamentals of energy*, 1971.
45. THELLIER, M. *Fundamentals of energy*, 1978.
46. SALAMANCA, A. *Fundamentos del Sistema de iluminación natural*, 2015.
47. LE CORBUSIER. *La arquitectura habitacional*, 1947.
48. GAUDI, A y HOPPER, E. *La arquitectura con luz natural*, 1952.
49. RAE (real academia española). Definición de optimizar y optimización. Disponible en: <https://dle.rae.es/optimizar?m=form>
50. MODELO ENERGÉTICO SOSTENIBLE PARA PERÚ AL 2050. Hoja de ruta de transición energética en Perú, 2021. Disponible en: <https://www.enel.pe/content/dam/enel-pe/sostenibilidad/hoja-de-ruta-de-transicion-energetica/sesiones/Estudio%20Hoja%20de%20Ruta%20de%20Transici%C3%B3n%20Energ%C3%A9tica%20en%20Per%C3%BA.pdf>

## ANEXOS

ANEXOS 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	94
ANEXOS 2: PROPUESTA CON DISTRIBUCIÓN BIOCLIMATICA	96
ANEXOS 3: INSTRUMENTO DE EVALUACION- ENCUESTAS	99
ANEXOS 4: FICHA DE OBSERVACIÓN- RESIDENCIA VARO	114
ANEXOS 5: FICHAS DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	115
ANEXOS 6: RESULTADOS DETALLADOS DE LA SIMULACION DIALuxEVO	120
ANEXOS 7:FICHAS DE RESULTADOS DE LA SIMULACION DIALux	145
ANEXOS 8: FICHA DE SIMULACION DIALUX- SEMISOTANO PRIMAVERA	170
ANEXOS 9: FICHA DE RESULTADOS SIMULACION DIALUX- PRIMER NIVEL EPOCA PRIMAVERA	172
ANEXOS 10:FICHA DE RESULTADOS DIALUX- SEGUNDO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	174
ANEXOS 11: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- TERCER NIVEL EPOCA PRIMAVERA	176
ANEXOS 12: FICHA DE RESULTADOS SIMULACION DIALUX- CUARTO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	178
ANEXOS 13: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- QUINTO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	180
ANEXOS 14: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- SEXTO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	182
ANEXOS 15: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- SEPTIMO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	184
ANEXOS 16: FICHA DE RESULTADOS SIMULACION DIALUX- OCTAVO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	186
ANEXOS 17: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- NOVEMO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	188
ANEXOS 18: RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- DECIMO NIVEL EPOCA PRIMAVERA	190
ANEXOS 19: FICHA DE RESULTADOS SIMULACION DIALUX- AZOTEA EPOCA PRIMAVERA	192
ANEXOS 20: FICHA TECNICA 1- INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN SOLATUBE MODELO SOLAMASTER 330DS Y 750DS	194
ANEXOS 21: FICHA TECNICA 2- INSTRUCCIONES DEL REGULADOR DE LUZ	203
ANEXOS 22: FICHA TECNICA 3- ESQUEMAS SOLATUBE 330DS TECHO ABIERTO	204
ANEXOS 23: CERTIFICADOS Y HOMOLOGACIONES SOLATUBE	205
ANEXOS 24: NORMA TECNICA 1-EM0.10 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES DEL REGLAMNETO NACIONAL DE EDIFICACIONES	206



## TITULO: Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021

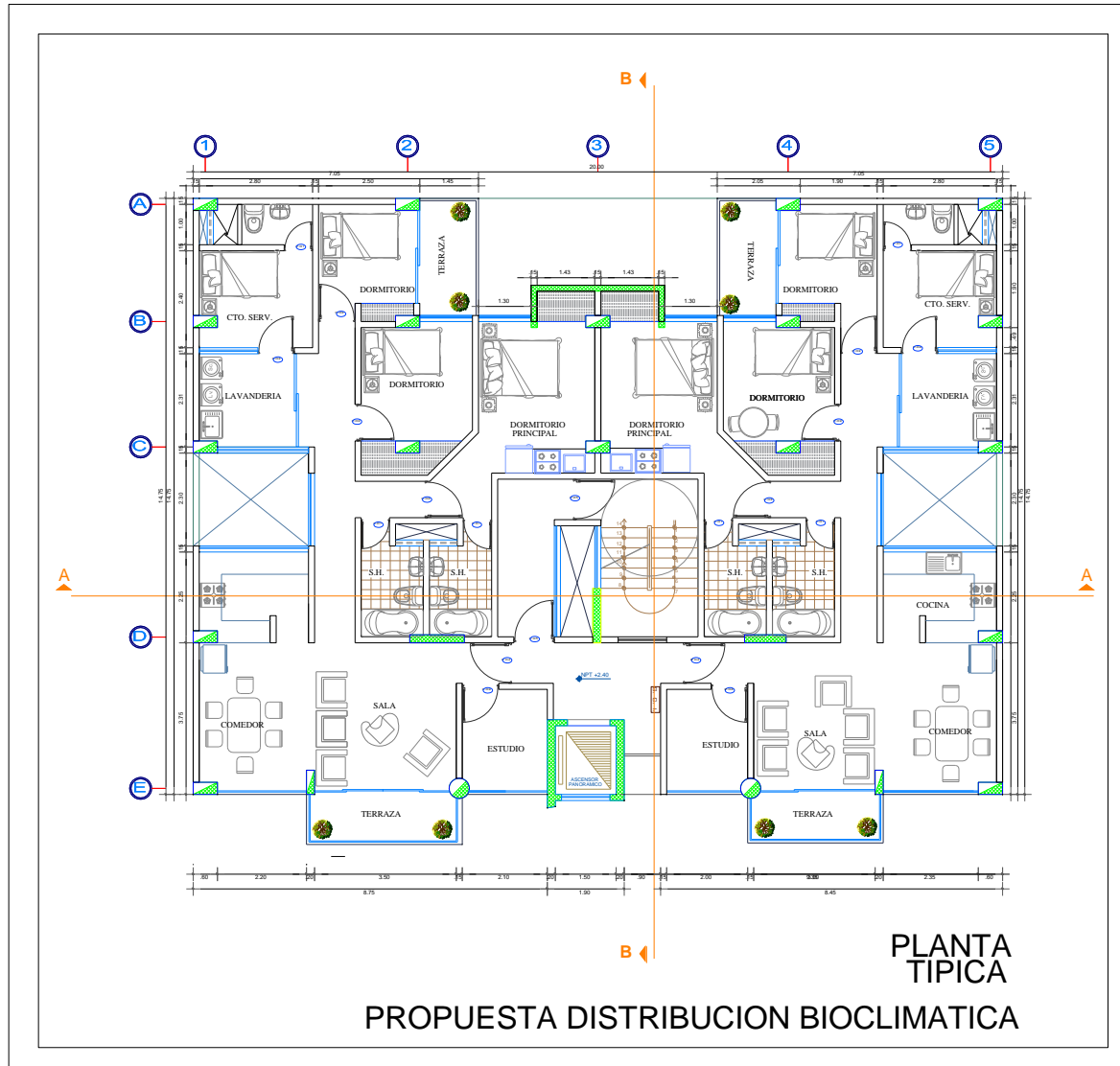
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable Independiente:</b>	<b>Indicadores:</b>	<b>Método de Investigación:</b>
¿De impacto genera la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021?	Determinar el nivel de impacto de la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021.	La optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube genera un impacto positivo en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021.	Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube	Eficiencia luminica Luminarias existentes Implementacion de luminarias LED Consumo anual en electricidad	Científico Hipotetico-deductivo Nivel de Investigacion.: Descriptiva Correlacional Tipo de Investigacion: Correlacional- Experimental Diseño de Investigacion: Cuantitativa, experimental, descriptivo – correlacional.
<b>Problema Especifico</b>	<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Hipótesis Especifico</b>	<b>Variable Dependiente:</b>		<b>Poblacion:</b>
• ¿Cuál es la relación que existe entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las luminarias existentes de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo?	Diseñar la relacion que existe entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las luminarias existentes en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo	Existe una relación directa entre la optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube con las luminarias existentes en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo	Edificaciones de alta densidad	Tipología Altura de edificación luminarias ineficientes Gastos en iluminación artificial	Viviendas multifamiliares de la ciudad de huancayo Muestra: 15 viviendas multifamiliares de la ciudad de huancayo Técnicas de recolección de datos: Encuestas Ficha de observacion Tecnologia: Software de simulacion DIALux

<p>• ¿Cuál es la relación que existe entre la <b>optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube</b> con la implementación de <b>luminarias eco amigables</b> en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo?</p>	<p>Diseñar la relación que existe entre la <b>optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube</b> con las <b>luminarias eco amigables</b> en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo</p>	<p>Existe una relación directa entre la <b>optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube</b> con las <b>luminarias eco amigables</b> en las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo</p>			<p><b>Técnicas de procesamiento de datos:</b>  Tablas  Listas  Cuadros  Gráficos  Resultados obtenidos de la simulación DIALux  Resultados de análisis estadístico Excel</p>
<p>• ¿De qué manera la <b>optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube</b> influye sobre el <b>Consumo anual en electricidad</b> de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo?</p>	<p>Determinar el nivel de influencia entre la <b>optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube</b> y el <b>Consumo anual en electricidad</b> de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo</p>	<p>La <b>optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube</b> influye positivamente en el <b>Consumo anual en electricidad</b> de las edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huancayo</p>			

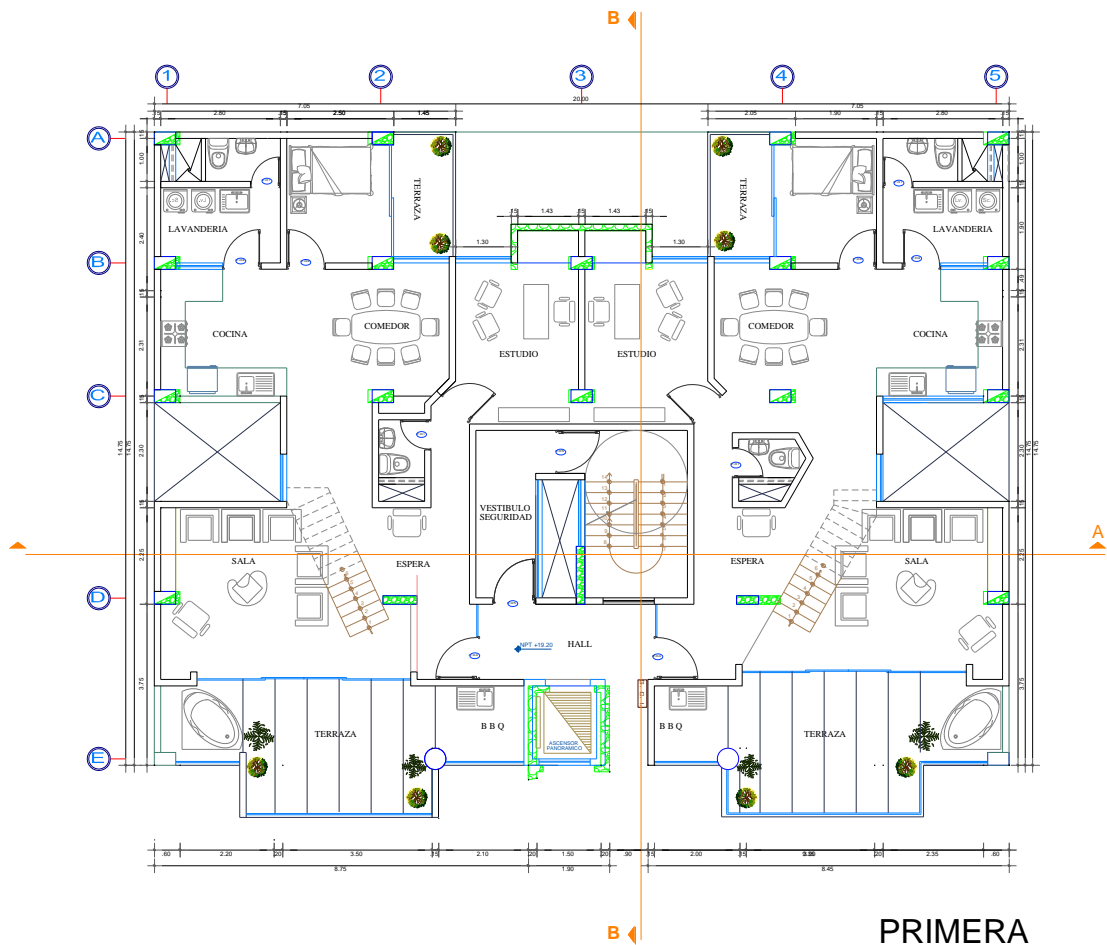
Fuente: Elaboración propia

**ANEXOS 2: PROPUESTA CON  
DISTRIBUCIÓN BIOCLIMÁTICA**

**RESIDENCIAL "VARO"**  
EDIFICIO MULTIFAMILIAR

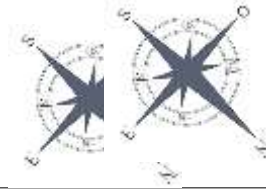


Fuente: Elaboración propia

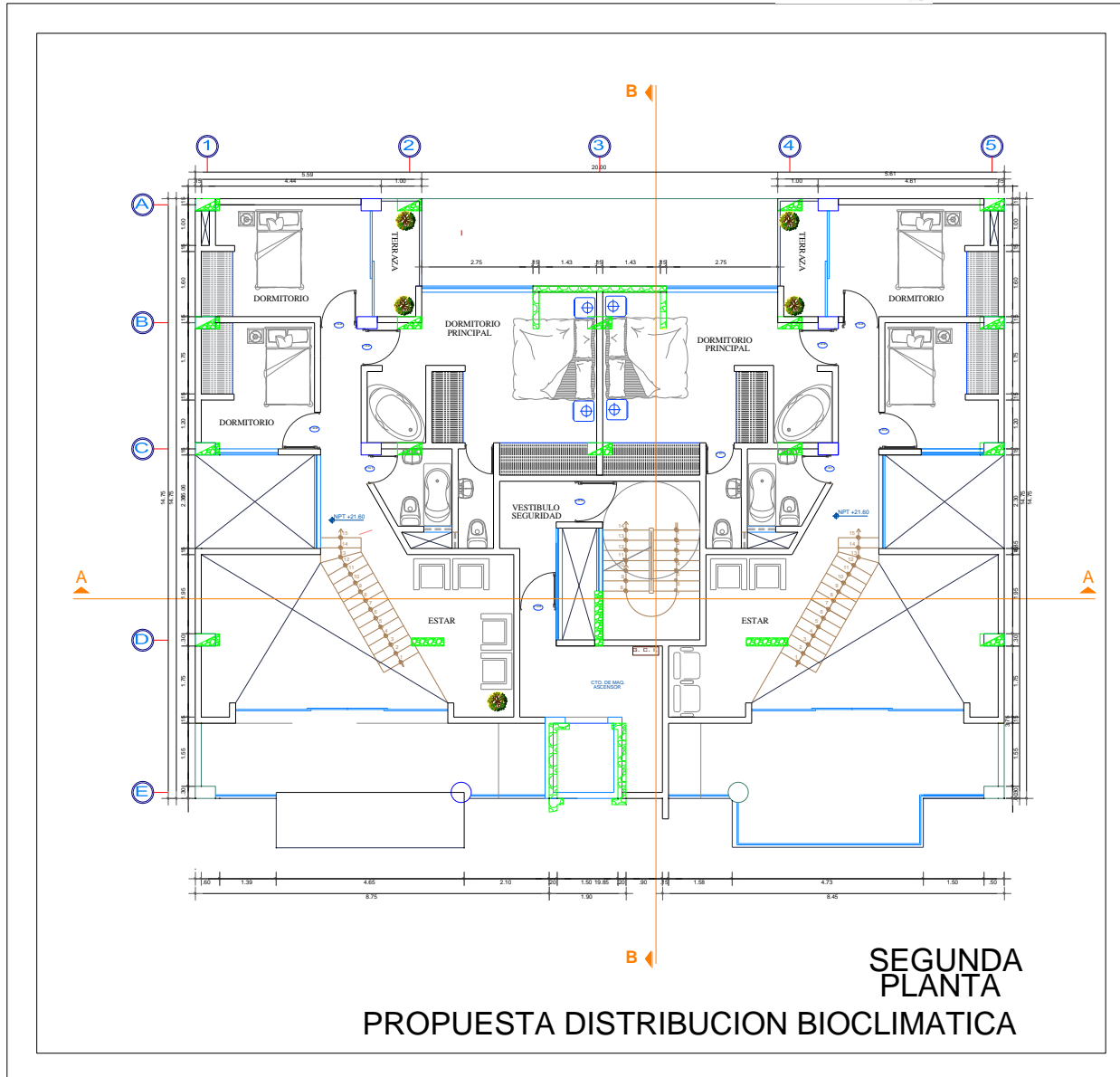


PRIMERA PLANTA  
 PROPUESTA DISTRIBUCION BIOCLIMATICA

RESIDENCIAL "VARO"  
EDIFICIO MULTIFAMILIAR



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

## ANEXOS 3: INSTRUMENTO DE EVALUACION-ENCUESTAS

### INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA    HORA

### ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

#### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
2. ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7
4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
6. ¿estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 SI

7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?  
 Si  
 No
8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas
9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches
10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No
11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
s/ 95.00
12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
s/ 890.00
13. ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No

14. Algún comentario adicional:  
.....  
.....  
.....  
.....

**GRACIAS**

Fuente: Elaboración propia

# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?

- propia  
 alquilada

2. ¿Ubicación de su vivienda?

- ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;

(Especifique.....  
.....)

3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?

- 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7

4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?

- 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas

5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?

- 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas

6. ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?

- SI

7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?

- Si  
 No

8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?

- 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?

- Mañanas  
 tardes  
 noches

10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?

- Si  
 No

11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?

s/ 80.00

12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?

s/ 750.00

13. ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?

- Si  
 No

14. Algún comentario adicional:

Si... me... gustaria... el... sistema.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS



# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindamos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

- ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
- ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
- ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4     8  
 5     9  
 6     10  
 7
- ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
- ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
- ¿estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 SI

- 
- ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?  
 Si  
 No
- ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas
- ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches
- ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No
- ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
s/ 80 cvt
- ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
s/ 620 cvt
- ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No
- Algún comentario adicional:  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
GRACIAS

Fuente: Elaboración propia



# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

- ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
- ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
- ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4     8  
 5     9  
 6     10  
 7
- ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
- ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
- ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 Si

- Si  
 No
- ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas
- ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches
- ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No
- ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
S/ 65.00
- ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
S/ 520.00
- ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No
- Algún comentario adicional:  
Información del sistema.....  
.....  
.....  
.....  
GRACIAS

# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?

- propia  
 alquilada

2. ¿Ubicación de su vivienda?

- ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;

(Especifique.....  
.....)

3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?

- 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7

4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?

- 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas

5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?

- 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas

6. ¿estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?

- SI

7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?

- Si  
 No

8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?

- 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?

- Mañanas  
 tardes  
 noches

10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?

- Si  
 No

11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?

si/ 85.00

12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?

si/ 430.00

13. ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?

- Si  
 No

14. Algún comentario adicional:

.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS

Fuente: Elaboración propia

# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?

- propia  
 alquilada

2. ¿Ubicación de su vivienda?

- ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;

(Especifique.....  
.....)

3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?

- |                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 4            | <input type="checkbox"/> 8  |
| <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 9  |
| <input type="checkbox"/> 6            | <input type="checkbox"/> 10 |
| <input type="checkbox"/> 7            |                             |

4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?

- 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas

5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?

- 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas

6. ¿estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?

- SI

7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?

- Si  
 No

8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?

- 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?

- Mañanas  
 tardes  
 noches

10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?

- Si  
 No

11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?

si 91.00

12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?

si 480.00

13. ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?

- Si  
 No

14. Algún comentario adicional:

.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS



# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

- ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
- ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
- ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4     8  
 5     9  
 6     10  
 7
- ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
- ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
- ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 SI

- ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?  
 Si  
 No
- ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas
- ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches
- ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No
- ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
s/ 80.00
- ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
s/ 400.00
- ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No

14. Algún comentario adicional:  
.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS

# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

- ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
- ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
- ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7
- ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
- ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
- ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 SI

- 
- ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?  
 Si  
 No
  - ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas
  - ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches
  - ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No
  - ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
s/ 92.00
  - ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
s/ 360.00
  - ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No
  - Algún comentario adicional:  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
GRACIAS

## INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

### ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

#### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

- ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
- ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
- ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4     8  
 5     9  
 6     10  
 7
- ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
- ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
- ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 SI

- 
- ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?  
 Si  
 No
  - ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas
  - ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches
  - ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No
  - ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
s/ 56.00
  - ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
s/ 140.00
  - ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No
  - Algún comentario adicional:  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
GRACIAS



# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindamos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?

- propia  
 alquilada

2. ¿Ubicación de su vivienda?

- ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;

(Especifique.....  
 .....)

3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?

- 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7

4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?

- 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas

5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?

- 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas

6. ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?

- Si

No  
 7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?

- Si  
 No

8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?

- 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?

- Mañanas  
 tardes  
 noches

10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?

- Si  
 No

11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?

si 89.00

12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?

si 310.00

13. ¿Ud. Desearia implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?

- Si  
 No

14. Algún comentario adicional:

Desearia... Sebr... más.....  
 .....  
 .....

GRACIAS

# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindamos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?

- propia  
 alquilada

2. ¿Ubicación de su vivienda?

- ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;

(Especifique.....  
.....)

3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?

- 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7

4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?

- 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas

5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?

- 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas

6. ¿estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?

- SI



7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?

- Si  
 No

8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?

- 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?

- Mañanas  
 tardes  
 noches

10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?

- Si  
 No

11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?

s/ 130.00

12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?

s/ 450.00

13. ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?

- Si  
 No

14. Algún comentario adicional:

.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS



# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

- ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
- ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
- ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4     8  
 5     9  
 6     10  
 7
- ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
- ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
- ¿estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 SI

- 
- ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?  
 Si  
 No

- ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

- ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches

- ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No

- ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
s/ 90.00

- ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
s/ 320.00

- ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No

- Algún comentario adicional:  
.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS

## INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

### ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

#### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?

- propia  
 alquilada

2. ¿Ubicación de su vivienda?

- ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;

(Especifique.....  
.....)

3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?

- 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7

4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?

- 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas

5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?

- 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas

6. ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?

- SI

7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?

- Si  
 No

8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?

- 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?

- Mañanas  
 tardes  
 noches

10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?

- Si  
 No

11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?

s/ 65.00

12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?

s/ 260.00

13. ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?

- Si  
 No

14. Algún comentario adicional:

..No... ¿cata?..ca.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS

# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el período 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindamos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Tipo de vivienda?

- propia  
 alquilada

2. ¿Ubicación de su vivienda?

- ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;

(Especifique.....  
.....)

3. ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?

- 4       8  
 5       9  
 6       10  
 7

4. ¿Cuántas familias viven en su edificación?

- 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas

5. ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?

- 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas

6. ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?

- SI

No

7. ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?

- Si  
 No

8. ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?

- 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas

9. ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?

- Mañanas  
 tardes  
 noches

10. ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?

- Si  
 No

11. ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?

s/ 40.00

12. ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?

s/ 320.00

13. ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?

- Si  
 No

14. Algún comentario adicional:

Información del sistema  
.....  
.....  
.....

GRACIAS

# INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Diseño de la Encuesta "Optimización energética a través del sistema de iluminación natural SolaTube en Edificaciones de alta densidad de la ciudad de Huancayo en el periodo 2020-2021"

FECHA

HORA

## ENCUESTA

Hola, estamos realizando una encuesta para evaluar la eficiencia energética en su vivienda. Le agradecemos brindamos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

### INSTRUCCIONES:

Marque con un aspa una de las alternativas que usted cree conveniente según su realidad en cada una de las siguientes preguntas.

- ¿Tipo de vivienda?  
 propia  
 alquilada
- ¿Ubicación de su vivienda?  
 ESQUINERO  
 MEDIANERO  
 OTROS;  
(Especifique.....  
.....)
- ¿Con cuántos pisos cuenta su vivienda?  
 4     8  
 5     9  
 6     10  
 7
- ¿Cuántas familias viven en su edificación?  
 1  
 2-3  
 4-5  
 De 6 a mas
- ¿Cuántos ambientes comunes tiene su edificación?  
 1-2  
 3-4  
 De 5 a mas
- ¿Estas áreas comunes cuentan con iluminación natural?  
 SI


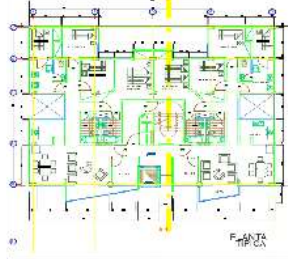


- ¿su vivienda cuenta con energía eléctrica?  
 Si  
 No
- ¿Con cuántas luminarias cuenta cada área común de su edificación?  
 1  
 2  
 3  
 De 4 a mas
- ¿Cuál es el horario de mayor uso de iluminación artificial?  
 Mañanas  
 tardes  
 noches
- ¿tiene usted conocimiento que la energía eléctrica tiene un costo mayor en los horarios nocturnos?  
 Si  
 No
- ¿Cuánta paga aproximadamente al mes por energía eléctrica por departamento?  
si 220.00
- ¿Cuánta paga al mes por energía eléctrica por toda la edificación?  
si 220.00
- ¿Ud. Desearía implementar un sistema de iluminación natural más eficiente?  
 Si  
 No
- Algún comentario adicional:  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

GRACIAS

Fuente: Elaboración propia

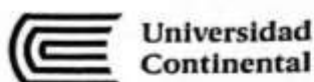


## ANEXOS 4: FICHA DE OBSERVACIÓN- RESIDENCIA VARO

FICHA DE CAMPO N°01					
FICHA DE OBSERVACIÓN TÉCNICA DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES DE ALTA DENSIDAD EN HUANCAYO					
FACHADA DE VIVIENDA A ANALIZAR			PLANO ESQUEMÁTICO DE LA VIVIENDA		
					
ELEVACIONO PLANO CORTE DE LA VIVIENDA A ANALIZAR			NOMBRE DE LA VIVIENDA: RESIDENCIAL VARO		
					
DATOS DE LA VIVIENDA					
DIRECCIÓN:		Jr. Los roseales n°251		ÁREA DEL LOTE:	
ZONIFICACIÓN:		residencial		DIMENSIONES DEL LOTE:	
COEF DE EDIF.		mayores a 5 pisos		ÁREA LIBRE: 133m <sup>2</sup>	
TOPOGRAFIA ( google earth)		relativamente pendiente		ÁREA CONSTRUIDA: 272m <sup>2</sup>	
INCIDENCIA SOLAR (Luz meter)				ÁREA TOTAL: 403m <sup>2</sup>	
REQUISITO MÍNIMO ESQUEMA:					
DATOS EXTERIORES DE LA VIVIENDA A ANALIZAR					
NÚMERO DE PISOS	1 R30	2 PISOS	3 PISOS	MAYOR A 3.4 PISOS	MAYOR DE 3 PISOS
ALMURADA DE Balcón	MAYOR A 4 M PISOS	3 M PISOS	10-12M PISOS	15 A 20 M PISOS	MAYOR A 20 M PISOS
MATERIAL PRINCIPAL DE Balcón	LADRILLO	CONCRETO	VITRILLO	OTROS	SIN FRAMERIA
TIPO DE BANCÓ	UBICADO EN ALTO	FRENTE A 2 AGUAS	MAYOR A 5 AGUAS	OTROS	SIN FRAMERIA
MATERIAL PRINCIPAL DE BANCÓ	CONCRETO	CALAMITA	FRANIT	PIEDRA	OTROS
% DE MUROS TRANSAPARENTE (VARIOS)	PH 42	MAYOR A 12%	30 - 30%	30 - 70%	70 - 100 %
% DE MUROS OPACOS	PH 42	MAYOR A 12%	30 - 30%	30 - 70%	70 - 100 %
TIPO DE USO	USO DE VIVIENDA	USO VIVIENDA COMERCIAL	USO HOTELERO	USO DE OFICINAS	OTROS USOS
UBICACIÓN DE LA VIVIENDA	ESQUINA	MIRAFLORES	CALLEJÓN	MAYOR A 10 M	OTROS
NÚMERO DE ACCESOS	1	2	3	4	MAYOR A 4
VOLADIZO	NO EXISTE		EXISTE (M2)		
DATOS INTERIORES DE LA VIVIENDA					
Nº DE PORS VIVIENDA	MAYOR A 20 M2	20-30 M2	30-50 M2	50-100 M2	MAYOR A 100 M2
ALMURADA DE PISO	2 10 M PISOS	2 10 - 2 30 M PISOS	2 30 - 5 00 M PISOS	5 00 - 5 30 M PISOS	MAYOR A 5 30 M PISOS
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA BANCÓN	PIEDRA	MADERA	ALUMINIO	ACRILICO	OTROS
DATOS ENERGÉTICOS DE LA VIVIENDA					
CANTIDAD DE AMBIENTES DE LA VIVIENDA	1	2	3	4	MAYOR A 4
AMBIENTES SIN ILUMINACIÓN NATURAL DE LA VIVIENDA	CALLEJÓN	ESFUERZO Y EFECTOS NEGATIVOS		FORZOS PASIVOS	20%
AMBIENTES CON ILUMINACIÓN NATURAL DE LA VIVIENDA	CALLEJÓN	ISCALINAS Y VENTILADOS		FORZOS PASIVOS	30%
CANTIDAD DE VENTANAS POR AMBIENTE	1	2	3	4	MAYOR A 4
CANTIDAD DE LUSTRAPOR AMBIENTE	1	2	3	4	MAYOR A 4
TIPOS DE LUMINARIA EN LA VIVIENDA	LUMENOS LED	HALÓGENOS	LUMENOS INCANDESCENTES	ALUMINIO	OTROS
CÁLCULO DE GASTO ENERGÉTICO EN LUMINARIAS	POTENCIA (W) según catálogo	100W (100W)	100W (100W)	100W (100W)	100 (100W)
	HORAS DE USO AL DIA	3			3
	DÍAS DE USO AL MES	30			30
GASTO ENERGÉTICO MENSUAL		3 / 300.00			3 / 30.00
TIPO DE TEMPERATURA DE CÁLCULO DE LUMINARIAS	AMBIA (20°C)	CALIDA (20°C)	FRÍO (20°C)	FRÍO (20°C)	MUY FRÍO (20°C)
ANÁLISIS DE COSTOS ENERGÉTICOS					
COSTO MENSUAL EN ENERGÍA ELÉCTRICA EN ÁREAS COMÚNES DE LOS 10 PISOS		S/ 741.25			

Fuente: Elaboración propia

**ANEXOS 5: FICHAS DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**



**FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO**

Considerando que el/la estudiante, en la asignatura Seminario Tesis I, debe elaborar su instrumento de medición con la finalidad de que en la asignatura Seminario Tesis II ejecute tal proyecto; se solicita la validación respectiva, para la cual el/la estudiante debe adjuntar el instrumento de recolección de datos y la matriz de consistencia, de la investigación titulada:

*Optimización energética a través del sistema de iluminación natural solatub en edificaciones de alta densidad en la ciudad de Huaraz*

Instrucciones: Marque con una "X" según considere la valoración de acuerdo a cada ítem.

<b>PARA: Congruencia y claridad del instrumento</b>	<b>PARA: Tendenciosidad (propensión hacia determinados fines)</b>
5 = Optimo 4 = Satisfactorio 3 = Bueno 2 = Regular 1 = Deficiente	5 = Mínimo 4 = Poca 3 = Regular 2 = Bastante 1 = Fuerte

Criterios de Evaluación	Congruencia					Claridad					Tendenciosidad				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. El instrumento tiene estructura lógica.					✓					✓					✓
2. La secuencia de presentación de los ítems es óptima.					✓					✓					✓
3. El grado de complejidad de los ítems es aceptable.					✓					✓					✓
4. Los términos utilizados en las preguntas son claros y comprensibles.					✓					✓					✓
5. Los reactivos reflejan el problema de investigación.					✓					✓					✓
6. El instrumento abarca en su totalidad el problema de investigación.					✓					✓					✓
7. Las preguntas permiten el logro de objetivos.					✓					✓					✓
8. Los reactivos permiten recoger información para alcanzar los objetivos de la investigación.					✓					✓					✓
9. El instrumento abarca las variables e indicadores.					✓					✓					✓
10. Los ítems permiten contrastar las hipótesis.					✓					✓					✓
Sumatoria Parcial															
Sumatoria Total															

Observaciones:

Nombres y Apellidos del Experto: *JOSE ANTONIO ROSA GARCIA* Especialidad: *ING. ELECTRICIDAD*

DNI: *07520255*

Nro. Celular: *997142473*

Firma: *[Firma manuscrita]*

### FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO

Considerando que el/la estudiante, en la asignatura Seminario Tesis I, debe elaborar su instrumento de medición con la finalidad de que en la asignatura Seminario Tesis II ejecute tal proyecto; se solicita la validación respectiva, para la cual el/la estudiante debe adjuntar el instrumento de recolección de datos y la matriz de consistencia, de la investigación titulada:

*Optimización energética a través del sistema de iluminación natural solar tube en edificaciones de alta densidad en la ciudad HYO.....*

Instrucciones: Marque con una "X" según considere la valoración de acuerdo a cada ítem.

<b>PARA: Congruencia y claridad del instrumento</b>	<b>PARA: Tendenciosidad (propensión hacia determinados fines)</b>
5 = Optimo 4 = Satisfactorio 3 = Bueno 2 = Regular 1 = Deficiente	5 = Minimo 4 = Poca 3 = Regular 2 = Bastante 1 = Fuerte

Criterios de Evaluación	Congruencia					Claridad					Tendenciosidad				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. El instrumento tiene estructura lógica.			X						X					X	
2. La secuencia de presentación de los ítems es óptima.				X					X					X	
3. El grado de complejidad de los ítems es aceptable.			X					X					X		
4. Los términos utilizados en las preguntas son claros y comprensibles.				X					X					X	
5. Los reactivos reflejan el problema de investigación.			X					X					X		
6. El instrumento abarca en su totalidad el problema de investigación.			X						X					X	
7. Las preguntas permiten el logro de objetivos.			X						X					X	
8. Los reactivos permiten recoger información para alcanzar los objetivos de la investigación.			X						X					X	
9. El instrumento abarca las variables e indicadores.				X					X					X	
10. Los ítems permiten contrastar las hipótesis.			X					X					X		
Sumatoria Parcial			21	12				09	28				09	28	
Sumatoria Total			33					37					37		

Observaciones:

Nombres y Apellidos del Experto: *CYNTHIA LISSET CABRERA RIVERO* Especialidad: *ARQUITECTURA*

DNI: *41876557*

Nro. Celular: *+51 932 253 927*

*ccabrera.r@gmail.com*

Firma: 



### FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO

Considerando que el/la estudiante, en la asignatura Seminario Tesis I, debe elaborar su instrumento de medición con la finalidad de que en la asignatura Seminario Tesis II ejecute tal proyecto; se solicita la validación respectiva, para la cual el/la estudiante debe adjuntar el instrumento de recolección de datos y la matriz de consistencia, de la investigación titulada:

*Optimización energética a través del sistema de iluminación natural...  
Salubre en edificaciones de alta densidad en la ciudad de H.Y.A.*

Instrucciones: Marque con una "X" según considere la valoración de acuerdo a cada ítem.

Criterios de Evaluación	PARA: Congruencia y claridad del instrumento					PARA: Tendenciosidad (propensión hacia determinados fines)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. El instrumento tiene estructura lógica.			X					X		
2. La secuencia de presentación de los ítems es óptima.		X					X			
3. El grado de complejidad de los ítems es aceptable.			X					X		
4. Los términos utilizados en las preguntas son claros y comprensibles.				X				X		
5. Los reactivos reflejan el problema de investigación.			X					X		
6. El instrumento abarca en su totalidad el problema de investigación.			X					X		
7. Las preguntas permiten el logro de objetivos.			X					X		
8. Los reactivos permiten recoger información para alcanzar los objetivos de la investigación.			X					X		
9. El instrumento abarca las variables e indicadores.		X					X			
10. Los ítems permiten contrastar las hipótesis.			X					X		
Sumatoria Parcial										
Sumatoria Total										

Observaciones:

Nombres y Apellidos del Experto: *Jorge Luis POHA GARCÍA* Especialidad: *ARQUITECTO*

DNI: *80384729*

Nro. Celular: *938852788*

Firma: \_\_\_\_\_



*Jorge Poma García*  
Director (a)  
EAP Arquitectura  
Universidad Continental



### FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO

**Considerando** que el/la estudiante, en la asignatura Taller de Investigación I, debe elaborar su instrumento de medición con la finalidad de que en la asignatura Taller de Investigación II ejecute tal proyecto, se solicita la validación respectiva, para la cual el/la estudiante debe adjuntar el instrumento de recolección de datos, la matriz del instrumento y la matriz de consistencia, de la investigación titulada

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA A TRAVÉS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL SOLATUBE EN EDIFICACIONES DE ALTA DENSIDAD DE LA CIUDAD DE HUANCAYO

**Instrucciones:** Marque con una "X" según considere la valoración de acuerdo a cada ítem.48

PARA: Congruencia y claridad del instrumento					PARA: Tendenciosidad (propensión hacia determinados fines)										
5 = Óptimo 4 = Satisfactorio o 3 = Bueno 2 = Regular 1 = Deficiente					5 = Débil 4 = Poca 3 = Regular 2 = Bastante e 1 = Fuerte										
Criterios de Evaluación	Congruencia					Claridad					Tendenciosidad				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. El instrumento tiene estructura lógica.				X					X						X
2. La secuencia de presentación de los ítems es óptima.				X					X						X
3. El grado de complejidad de los ítems es aceptable.				X					X						X
4. Los términos utilizados en las preguntas son claros y comprensibles.				X					X						X
5. Los reactivos reflejan el problema de investigación.			X					X							X
6. El instrumento abarca en su totalidad el problema de investigación.			X					X						X	
7. Las preguntas permiten el logro de objetivos.			X						X					X	
8. Los reactivos permiten recoger información para alcanzar los objetivos de la investigación.			X						X					X	
9. El instrumento abarca las variables e indicadores.				X					X						X
10. Los ítems permiten contrastar las hipótesis.				X					X						X
Sumatoria Parcial															
Sumatoria Total															

**Observaciones:**

Considerar aspecto perceptivos y sensoriales en los espacios arquitectónico, entendiendo la psicología y teoría del diseño, enfocar las preguntas a los objetivos y a la hipótesis en los aspectos mencionados.

**Nombres y Apellidos del Experto:** Arq.

**CARLOS ERICK BENDEZU ARGE**

**Especialidad: ARQUITECTO**

- DNI.:43245582
- Nro. Celular: 944444781



Firma:

**ESCALA DICOTÓMICA  
PARA JUICIO DE  
EXPERTOS**

**Apreciación del experto sobre el cuestionario:** para medir la factibilidad de un espacio se deben tomar los aspectos del diseño, y la parte psicológica dentro de ello, que le permita al paciente evaluar los aspectos perceptivos

<b>Criterios de Evaluación</b>	<b>Correcto</b>	<b>Incorrecto</b>
1. El instrumento tiene estructura lógica.	X	
2. La secuencia de presentación de los ítems es óptima.	X	
3. El grado de complejidad de los ítems es aceptable.	X	
4. Los términos utilizados en las preguntas son claros y comprensibles.	X	
5. Los reactivos reflejan el problema de investigación.	X	
6. El instrumento abarca en su totalidad el problema de investigación.	X	
7. Las preguntas permiten el logro de objetivos.	X	
8. Los reactivos permiten recoger información para alcanzar los objetivos de la investigación.	X	
9. El instrumento abarca las variables e indicadores.	X	
10. Los ítems permiten contrastar las hipótesis.	X	

**Nombres y Apellidos del Experto: Arq.  
CARLOS ERICK BENDEZU ARGE  
DNI.:43245582**



**Nro. Celular: 944444781**

**Firma:**

## ANEXOS 6: RESULTADOS DETALLADOS DE LA SIMULACION DIALuxEVO

### RESULTADOS POR PISO DE LA SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE DIALUX EVO

Gracias a la simulación con el software DIALUX EVO, se ubicó eficientemente el tubo solar. Esta simulación estuvo sometida bajo condiciones de cielo cubierto, cielo despejado y cielo medio.

La simulación se desarrolló por pisos; empezando por el semisótano, (1 piso, 2do, 3ro, 4to, 5to, 6to, 7mo, 8vo, 9no, 10mo) piso y azotea. Cada una de ellas se simuló con una época del año; verano, primavera, otoño e invierno.

a continuación, presentamos la simulación realizada en los ambientes de áreas comunes, que son la escalera y el vestíbulo de seguridad.

### FIGURA1: VISTA 3D SOFTWARE DE SIMULACIÓN DIALUX



Fuente: Elaboración propia & Software DIALux

- **SEMISÓTANO:** en la simulación del semisótano, se consideró la luz diurna en los cálculos. También se usó 3 luminarias philips la cual trabaja mediante niveles de transmisión la cual se observa en la siguiente simulación.

**FIGURA 2: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes**



Fuente: Elaboración propia & software DIALux

### CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS SEMISOTANO

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año; primavera, verano, otoño e invierno.

TABLA 1: Resumen de resultados (SEMISOTANO); resultados en relación de tipo de cielo “épocas de año” con los ambientes simulados

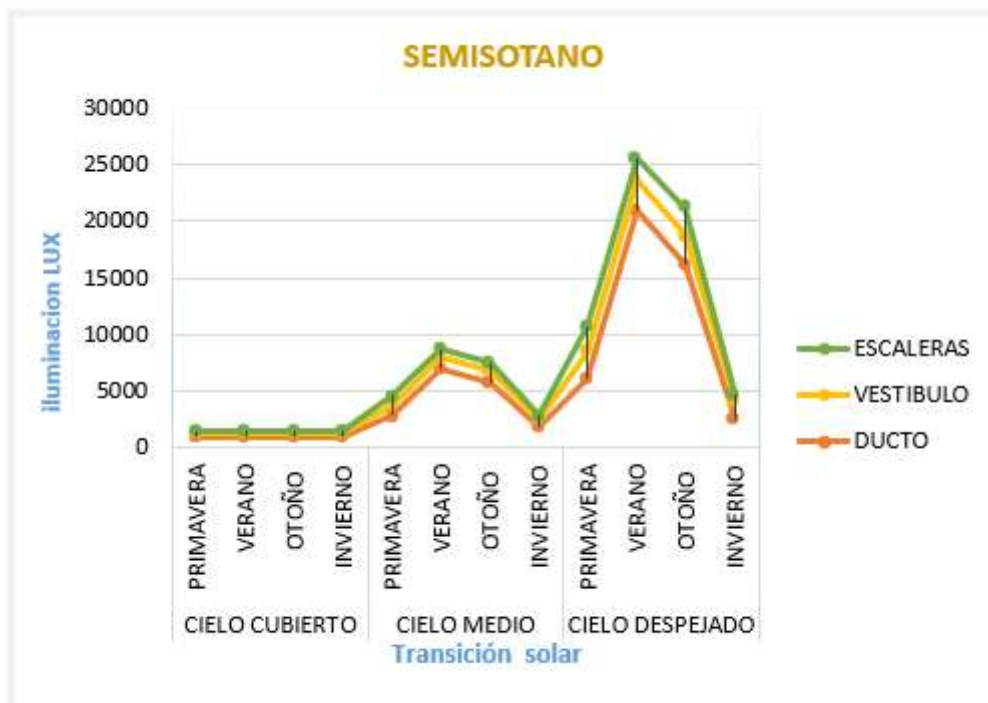
SEMISOTANO	CIELO DESPEJADO			
	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
DUCTO	6057	20969	16118	2534
VESTIBULO	2402	2713	2635	1505
ESCALERAS	2243	1908	2461	668

SEMISOTANO	CIELO MEDIO			
	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
DUCTO	2823	6867	5627	1728
VESTIBULO	971	1088	1069	737
ESCALERAS	788	705	868	364

SEMISOTANO	CIELO CUBIERTO			
	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
DUCTO	930	930	930	930
VESTIBULO	292	292	292	292
ESCALERAS	151	151	151	151

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 3: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS SEMISOTANO,**  
**donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes**  
**mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **PRIMER PISO:** para la simulación del primer nivel, consideramos las cuatro épocas del año, Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).  
**resultados modelados dialuxevo (vestíbulo) iluminación lux**



**FIGURA 4: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde observamos la distribución de iluminación mediante luxes primer piso**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS PRIMER NIVEL**

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante las cuatro épocas del año.

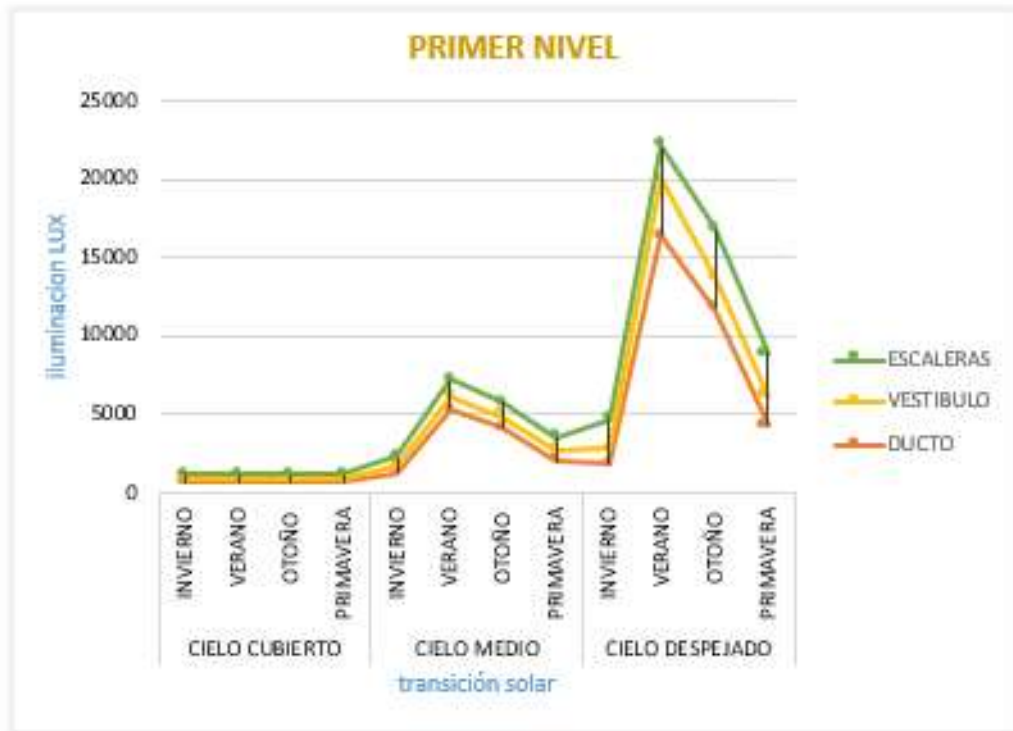
TABLA 2: Resumen de resultados primer nivel, con relación de ambientes por época del año

1° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1817	16406	11732	4268
VESTIBULO	1093	3574	2024	1842
ESCALERAS	1783	2090	3143	2821

1° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1259	5323	4124	2037
VESTIBULO	489	791	773	696
ESCALERAS	620	1145	929	843

1° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	692	692	692	692
VESTIBULO	177	177	177	177
ESCALERAS	298	298	298	298

**FIGURA 5: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS PRIMER NIVEL, donde observamos como incrementar el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



- **SEGUNDO PISO:** para la simulación del segundo nivel, consideramos las cuatro épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).

**FIGURA 6: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes segundo nivel**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS SEGUNDO NIVEL**

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante épocas del año.

TABLA 3: Cuadro de resúmenes segundo piso, con relación de tipo de época y ambientes del segundo nivel

2° PISO	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1860	16790	12182	4400
VESTIBULO	1176	2135	2086	1905
ESCALERAS	1082	2607	1804	1643

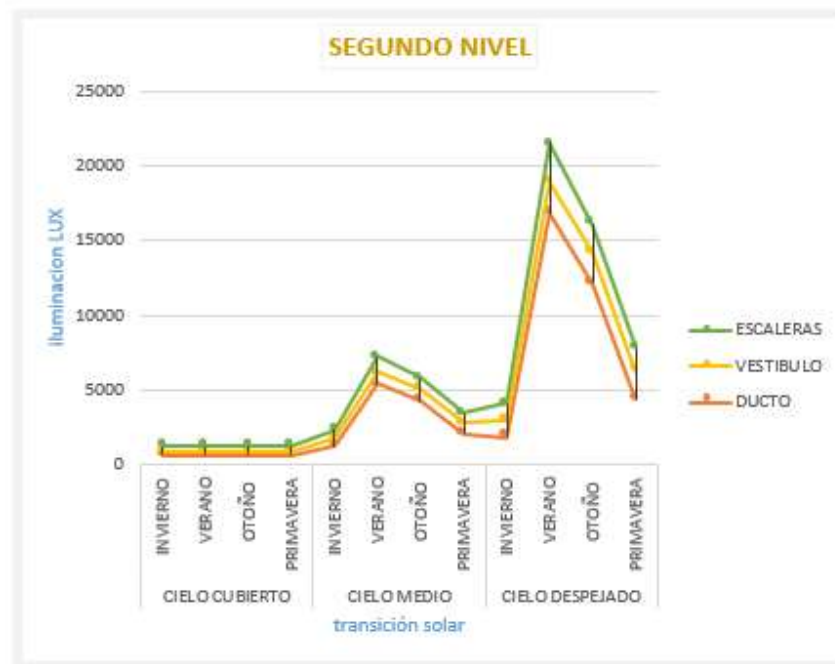
2° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	699	699	699	699
VESTIBULO	181	181	181	181
ESCALERAS	371	371	371	371



2° PISO	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1296	5430	4267	2103
VESTIBULO	517	809	796	718
ESCALERAS	560	1022	735	672

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA7: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS SEGUNDO PISO, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**

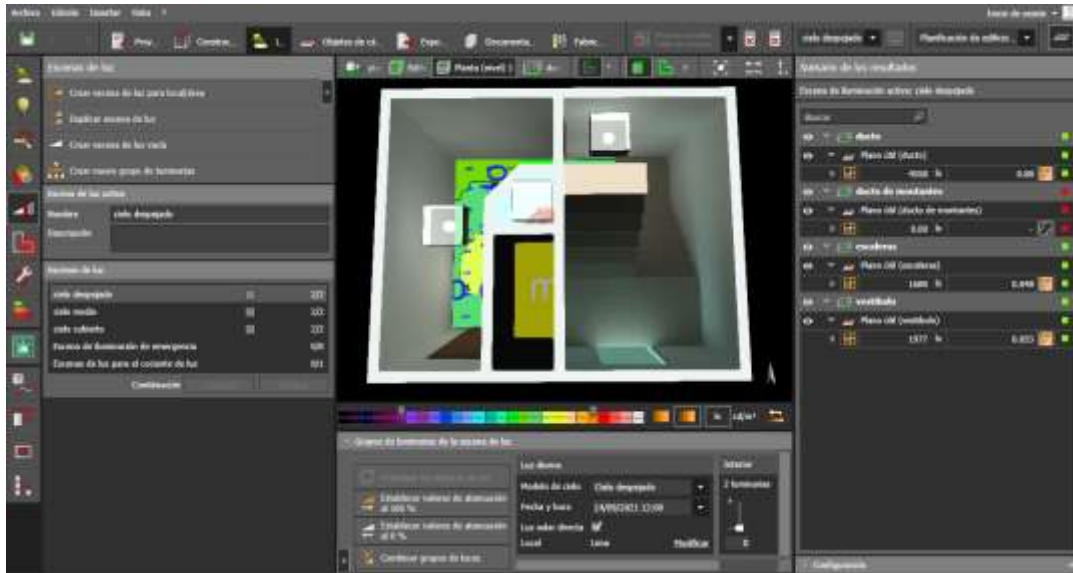


Fuente: Elaboración propia

- **TERCER PISO:** para la simulación del tercer nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 8: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes tercer nivel**



**CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS TERCER NIVEL**

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 4: Cuadro de resumen de resultados tercer nivel, en relación de tipo de cielo y tipo de ambiente del tercer nivel

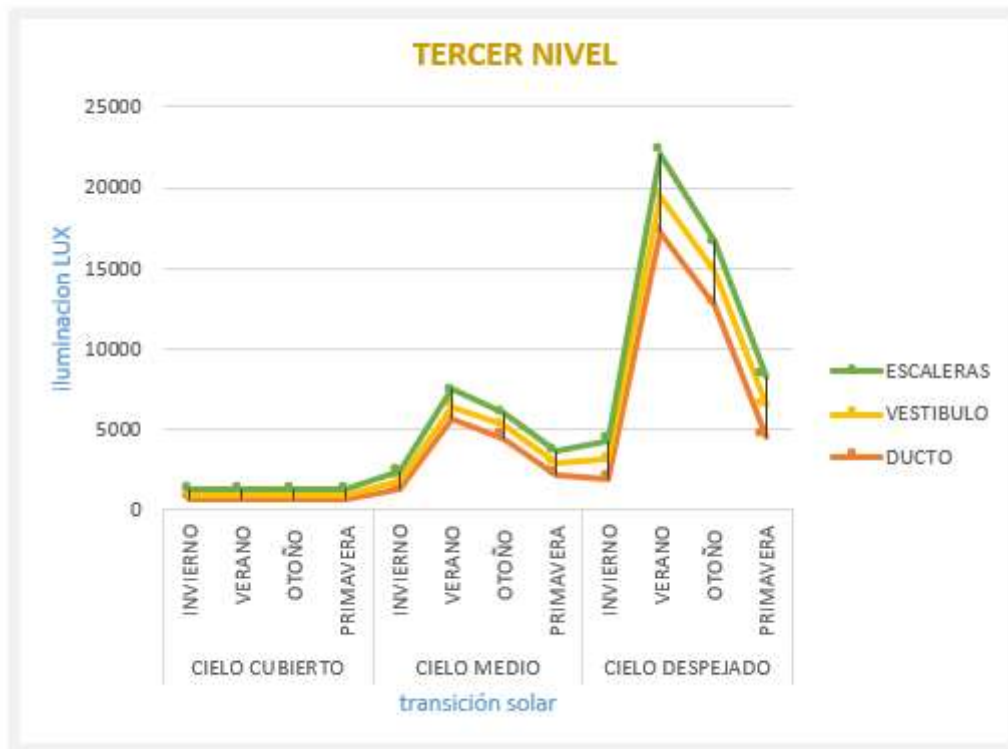
3° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1913	17270	12688	4558
VESTIBULO	1210	2198	2141	1977
ESCALERAS	1109	2649	1850	1680

3° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1315	5598	4425	2165
VESTIBULO	528	831	815	741
ESCALERAS	571	1036	750	687

3º NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	722	722	722	722
VESTIBULO	185	185	185	185
ESCALERAS	374	374	374	374

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 9: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS TERCER NIVEL, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **CUARTO PISO:** para la simulación del cuarto nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo). A continuación, presentamos los resultados obtenidos gracias a la simulación con el software DIALux.

**FIGURA 10: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes cuarto nivel**



Fuente: Elaboración propia

#### CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS CUARTO NIVEL

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 5: Cuadro de resumen de resultados cuarto nivel, e relación de tipo de cielo y tipos de ambientes del cuarto nivel

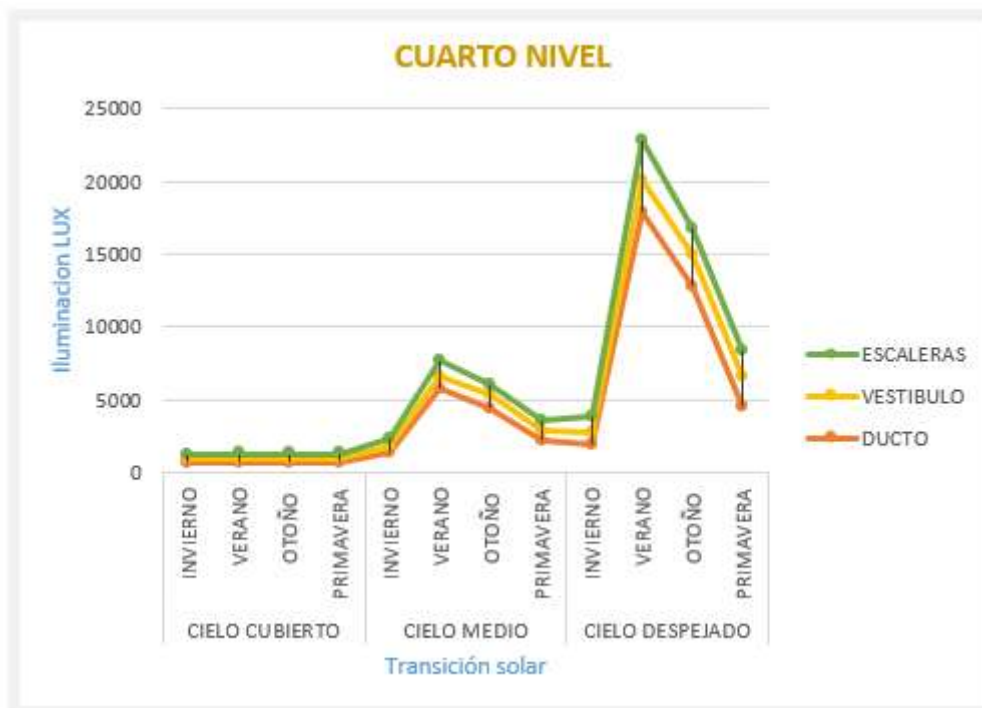
4° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1927	17900	12739	4605
VESTIBULO	784	2254	2219	2021
ESCALERAS	1138	2694	1894	1724

4° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1362	5783	4471	2194
VESTIBULO	421	848	839	747
ESCALERAS	581	1052	765	701

4° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	742	742	742	742
VESTIBULO	158	187	187	186
ESCALERAS	319	378	378	378

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 11: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS CUARTO NIVEL, en el grafico observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **QUINTO PISO:** para la simulación del quinto nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).



**FIGURA 12: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes quinto nivel**



Fuente: Elaboración propia

### CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS QUINTO NIVEL

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 6: Cuadro de resultados quinto nivel, en relación de tipo de cielo y tipo de ambientes del quinto nivel

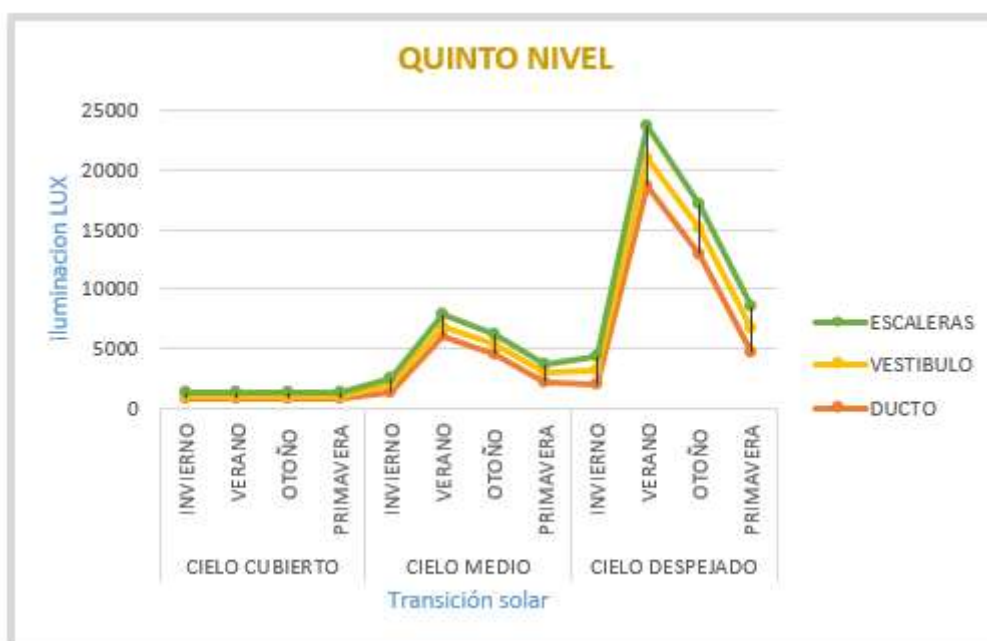
5° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1955	18728	12899	4655
VESTIBULO	1275	2313	2253	2084
ESCALERAS	1157	2728	1937	1762

5° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1367	6031	4534	2224
VESTIBULO	558	875	859	779
ESCALERAS	587	1063	778	712

5° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	748	748	748	748
VESTIBULO	194	194	194	194
ESCALERAS	377	377	377	377

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 13: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS QUINTO NIVEL, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **SEXTO PISO:** para la simulación del sexto nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).



**FIGURA 14: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes sexto nivel**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS SEXTO NIVEL**

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 7: Cuadro de resumen, en relación de tipo de cielo y tipo de ambiente del sexto nivel

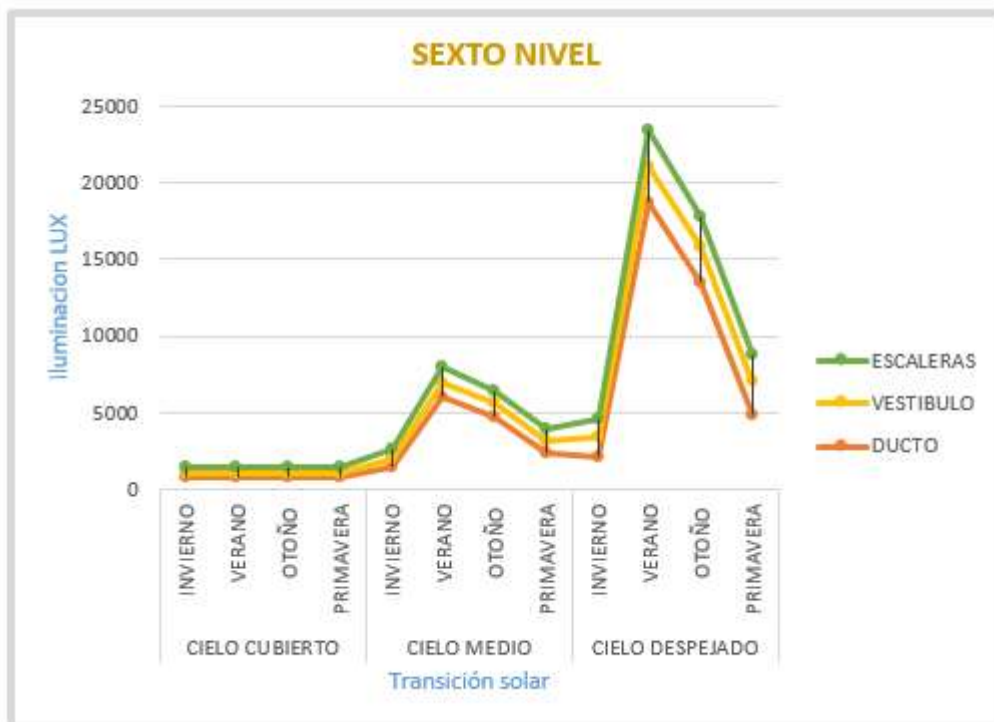
6° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	2023	18697	13545	4877
VESTIBULO	1330	2371	2308	2107
ESCALERAS	1171	2418	1972	1817

6° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1415	6041	4742	2317
VESTIBULO	575	898	877	791
ESCALERAS	591	982	785	726

6° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	776	776	776	776
VESTIBULO	199	199	199	199
ESCALERAS	378	378	378	378

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 15: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS SEXTO NIVEL, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**

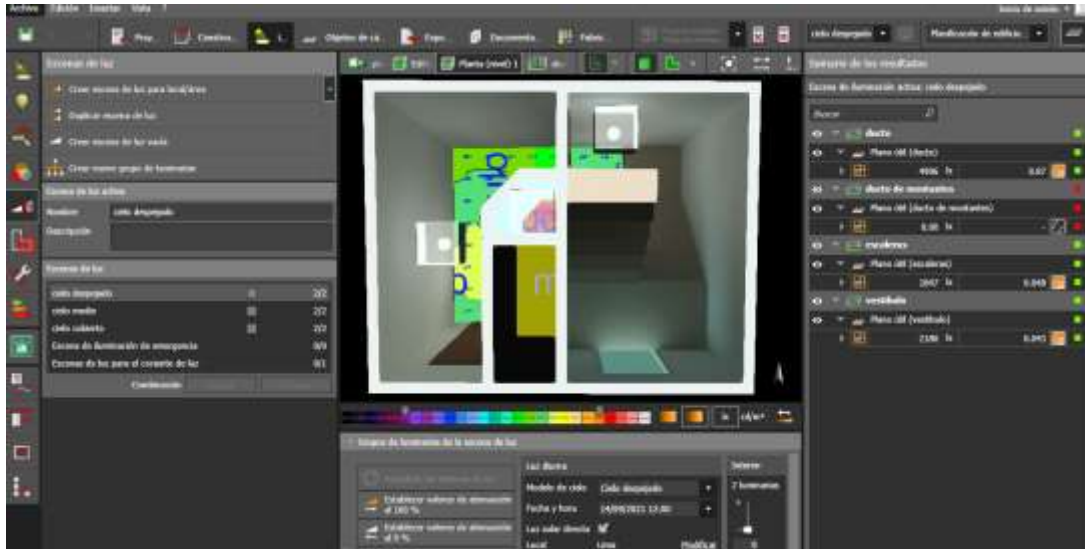


Fuente: Elaboración propia

- **SÉPTIMO PISO:** para la simulación del séptimo nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 16: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes séptimo nivel**



**CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS SÉPTIMO NIVEL**

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 8: Cuadro de resumen séptimo nivel, en relación de tipo de cielo y tipo de ambiente séptimo nivel

7° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	2052	19390	13571	4906
VESTIBULO	1106	2433	2365	2180
ESCALERAS	1204	2611	1991	1847

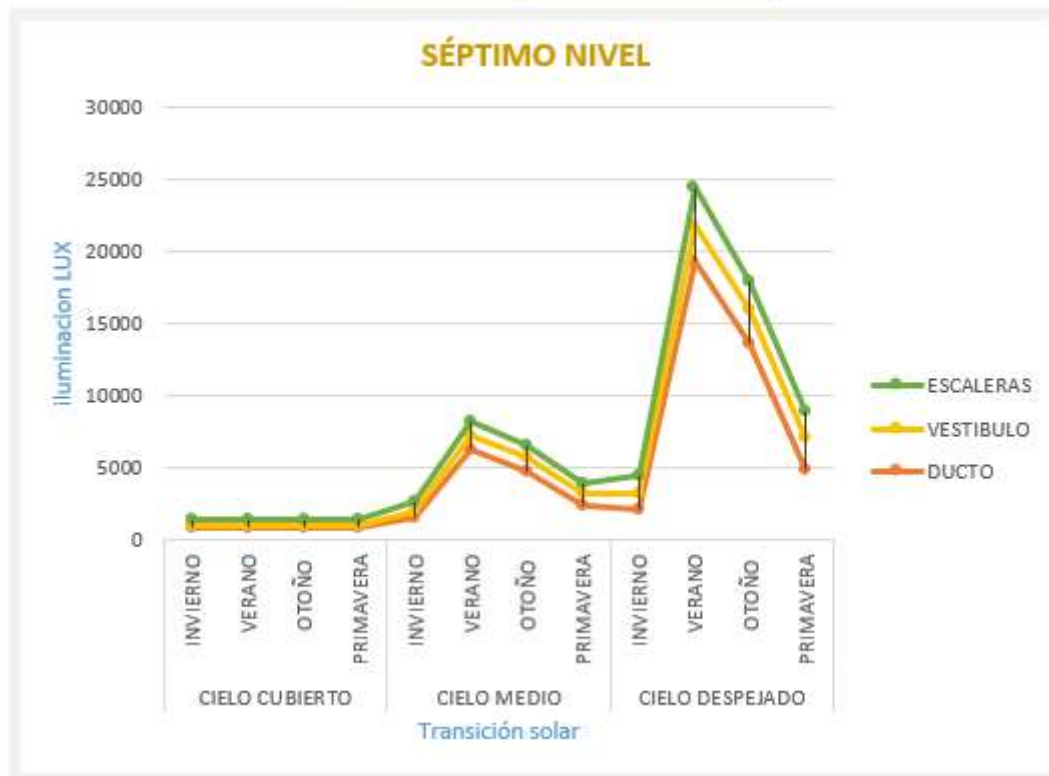
  

7° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1432	6265	4760	2343
VESTIBULO	522	919	897	815
ESCALERAS	605	1035	796	740

7° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	791	791	791	791
VESTIBULO	203	203	203	203
ESCALERAS	381	381	381	381

Fuente: Elaboración propia

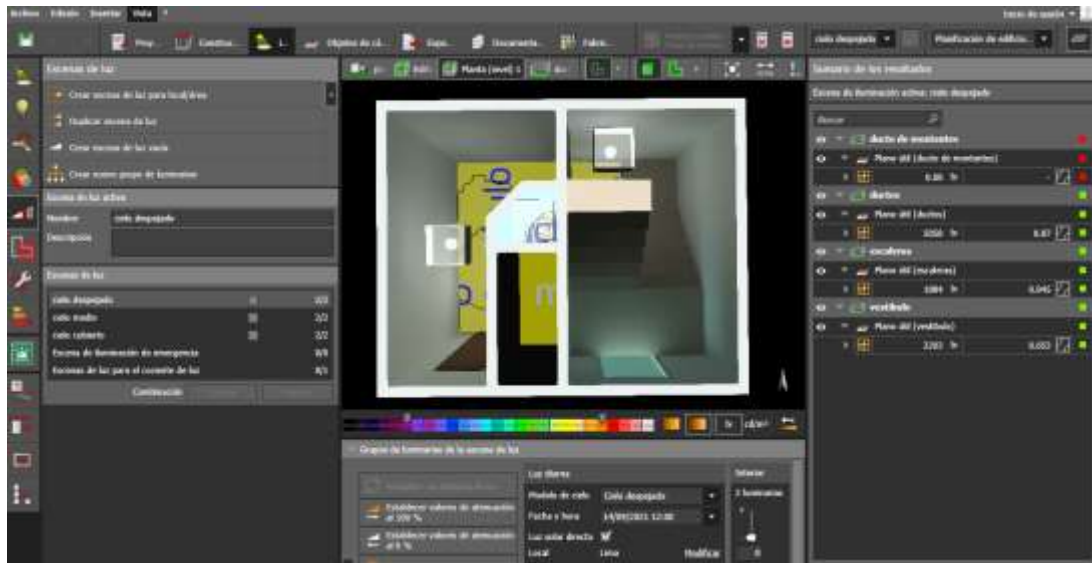
**FIGURA 17: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **OCTAVO PISO:** para la simulación del octavo nivel, consideramos las épocas del año.. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).

**FIGURA 18: VISTA 3D de la escena de iluminación activa, donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes octavo nivel**



Fuente: Elaboración propia

### CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS OCTAVO NIVEL

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 9: Cuadro de resumen octavo nivel, en relación de tipo de cielo y tipo de ambiente del octavo nivel

8° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	2090	19774	13919	5050
VESTIBULO	1388	2490	2423	2203
ESCALERAS	1237	2880	2041	1884

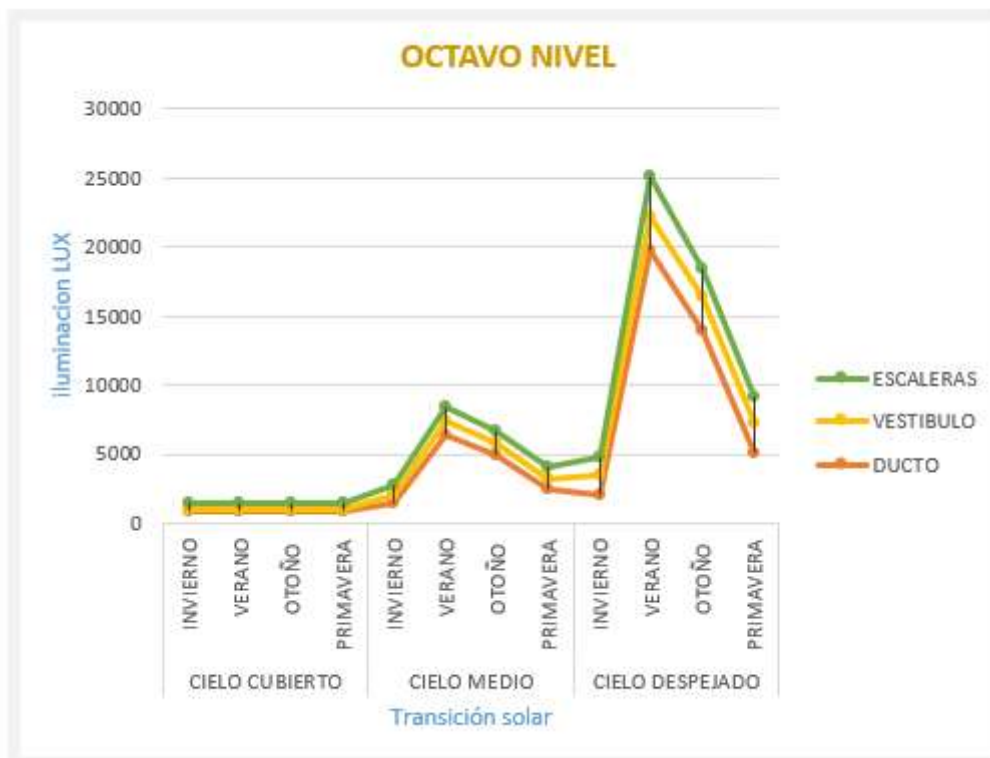
8° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1467	6390	4889	2408
VESTIBULO	600	942	921	827
ESCALERAS	618	1112	816	755



8° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	808	808	808	808
VESTIBULO	208	208	208	208
ESCALERAS	384	384	384	384

Fuente: Elaboración propia

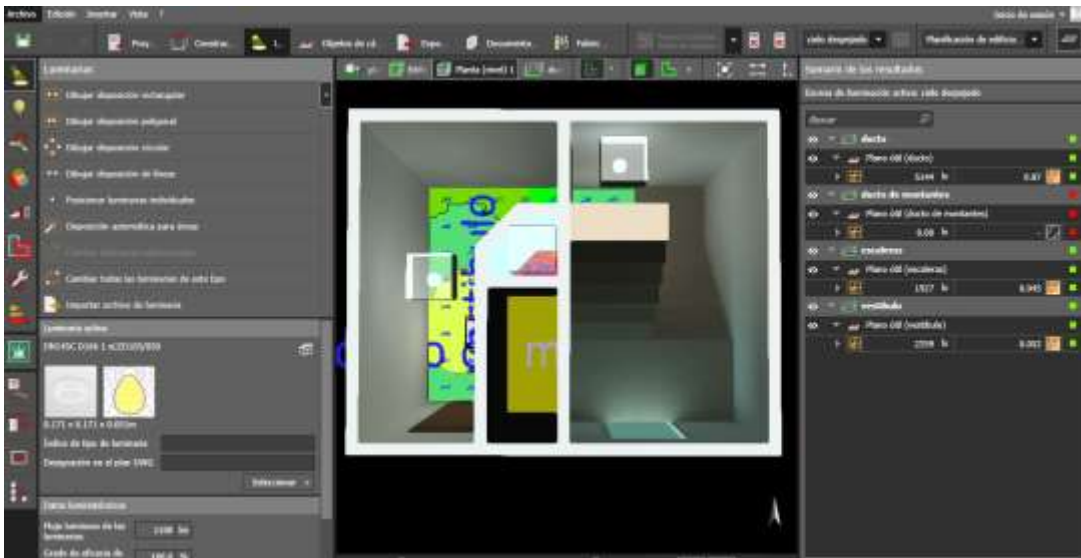
**FIGURA 19: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS OCTAVO NIVEL, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **NOVENO PISO:** para la simulación del noveno nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).

**FIGURA 20: VISTA 3D, de la escena de iluminación activa donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes noveno nivel**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS NOVENO NIVEL**

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 10: Cuadro de resumen noveno nivel, en relación de tipo de cielo y tipo de ambientes del noveno nivel

9° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	2141	20403	14205	5144
VESTIBULO	1414	2547	2480	2259
ESCALERAS	1254	2658	2079	1927

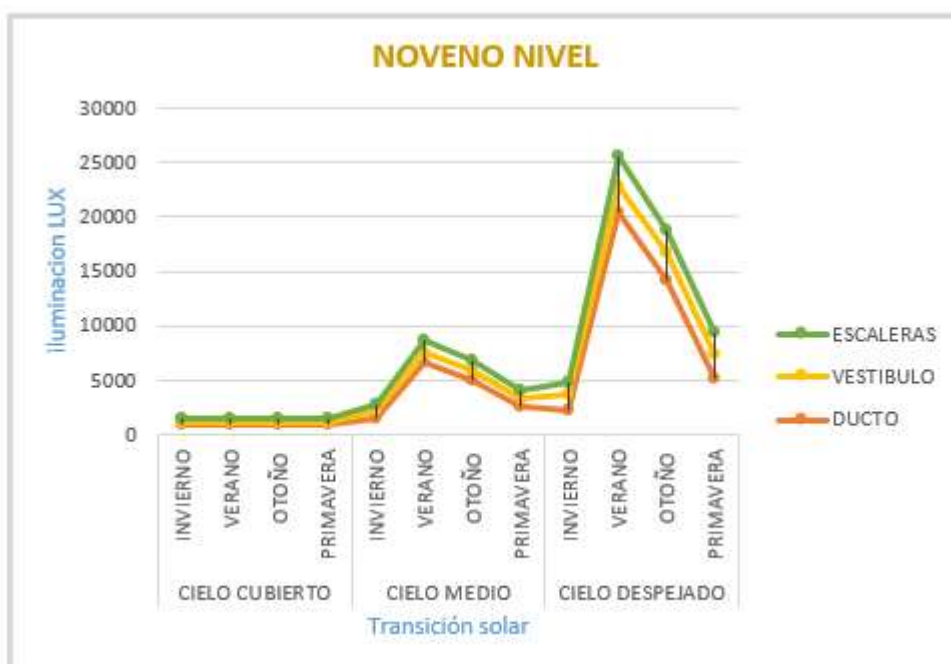
9° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1494	6587	4983	2446
VESTIBULO	612	963	941	849
ESCALERAS	623	1055	826	765



9° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	825	825	825	825
VESTIBULO	213	231	213	213
ESCALERAS	385	385	385	385

Fuente: Elaboración propia

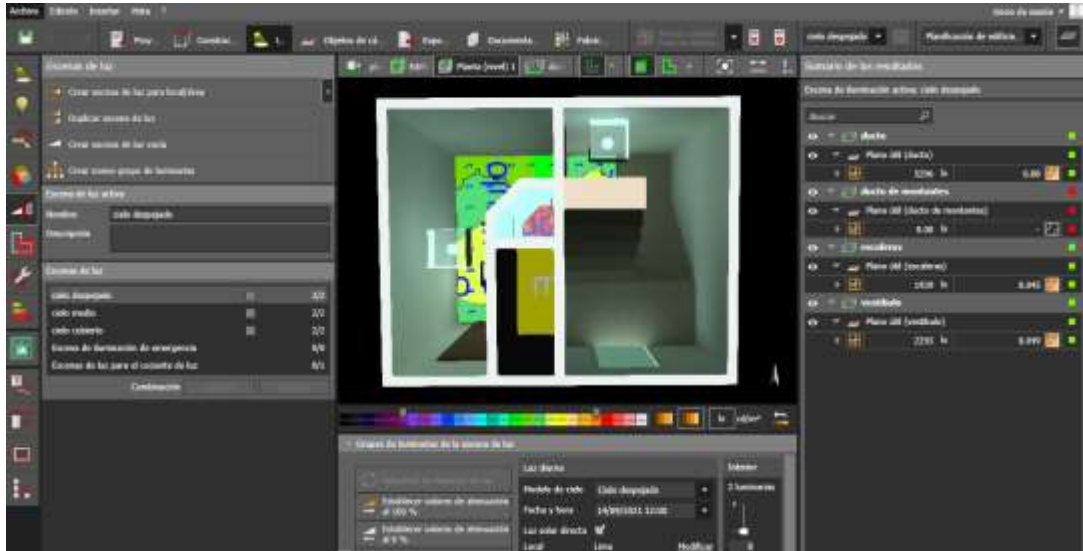
**FIGURA 21: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS NOVENO NIVEL, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **DECIMO PISO:** para la simulación del décimo nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).

**FIGURA 22: VISTA 3D, la escena de iluminación activa donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes decimo nivel**



Fuente: Elaboración propia

### CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS DECIMO NIVEL

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente, además cada resultado de la iluminación calculada se obtuvo bajo condiciones de transmisión; cielo despejado, cielo medio, cielo cubierto. Adicional a ello, Cada uno de los resultados se analizó mediante época del año.

TABLA 11: Cuadro de resumen decimo nivel, en relación de tipo de cielo y tipo de ambiente del décimo nivel

10° NIVEL	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	2104	18333	14538	5296
VESTIBULO	1121	2582	2495	2293
ESCALERAS	1259	2594	2080	1939

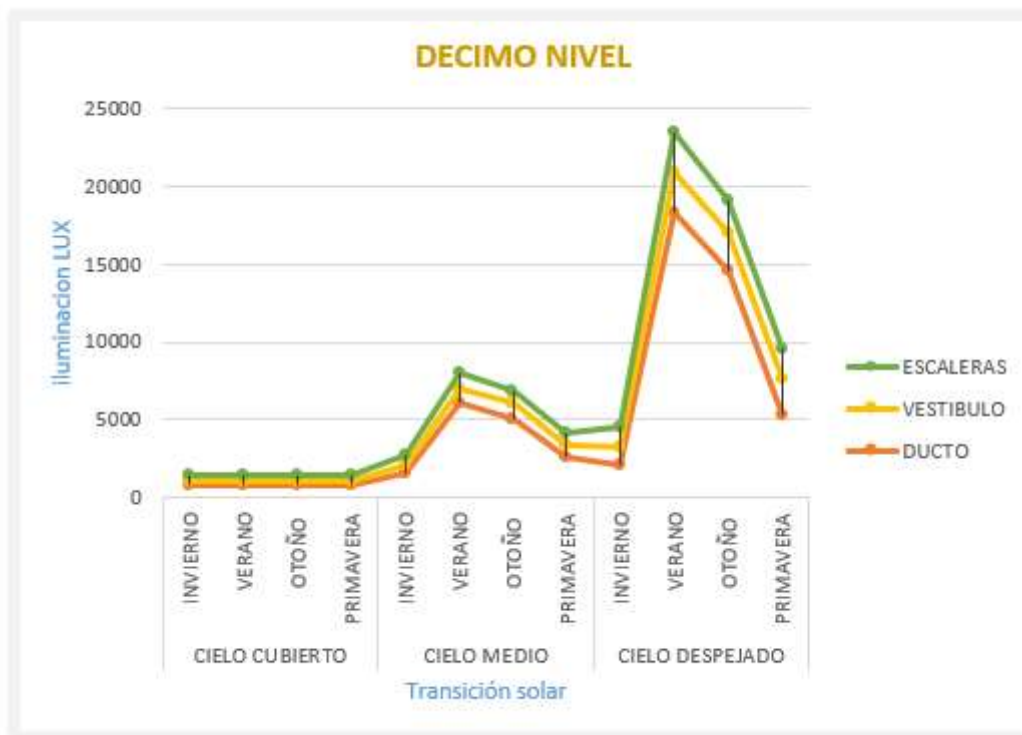
  

10° NIVEL	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1508	6069	5078	2524
VESTIBULO	537	967	942	860
ESCALERAS	626	1033	822	770

10° NIVEL	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	829	829	829	829
VESTIBULO	214	214	213	214
ESCALERAS	384	384	384	384

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 23: GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS DECIMO NIVEL, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

- **AZOTEA:** para la simulación de la azotea nivel, consideramos las épocas del año. Cada una de estas épocas se relacionaron con cada ambiente a iluminar (escalera y vestíbulo).

**FIGURA 24: VISTA 3D, de la escena de iluminación activa donde se observa la distribución de iluminación mediante luxes azotea**



Fuente: Elaboración propia

### CUADRO Y GRAFICO DE RESUMEN DE RESULTADOS AZOTEA

A continuación, observamos los gráficos de los resultados detallados por ambiente.

TABLA 12: Cuadro resumen azotea, en relación de tipo de cielo y tipo de ambiente de la azotea

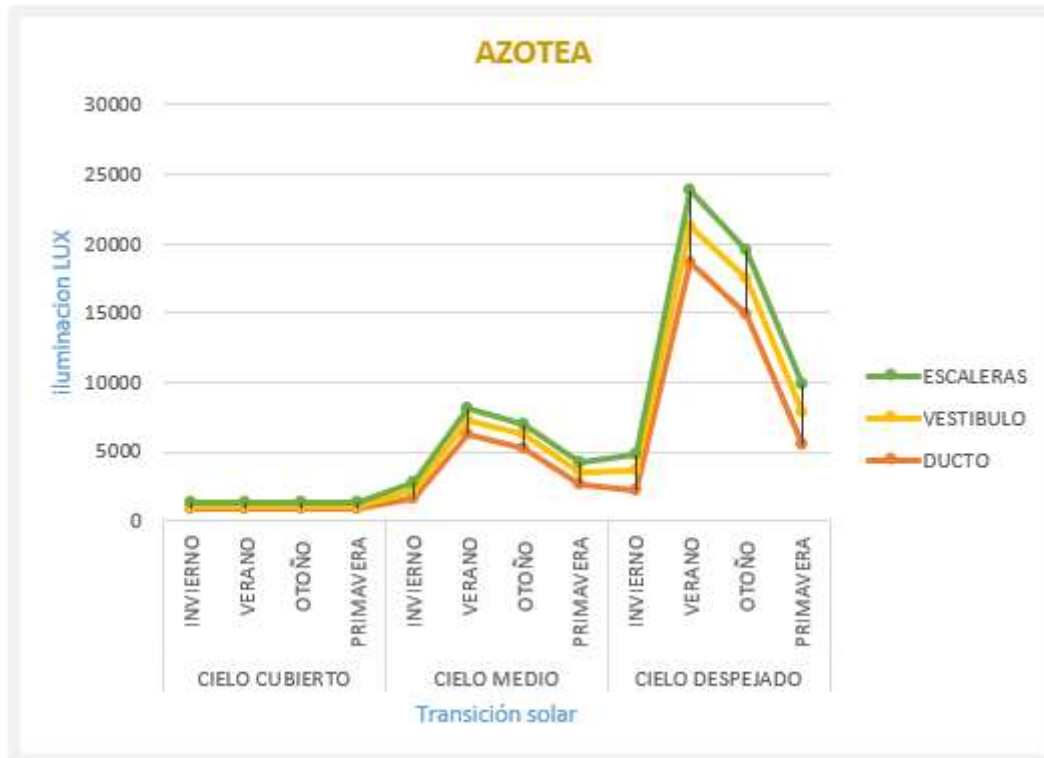
AZOTEA	CIELO DESPEJADO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	2170	18692	14906	5468
VESTIBULO	1405	2609	2533	2370
ESCALERAS	1213	2565	2062	1937

AZOTEA	CIELO MEDIO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	1543	6196	5206	2592
VESTIBULO	619	985	963	888
ESCALERAS	564	955	781	733

Fuente: Elaboración propia

AZOTEA	CIELO CUBIERTO			
	INVIERNO	VERANO	OTOÑO	PRIMAVERA
DUCTO	843	843	843	843
VESTIBULO	220	220	220	220
ESCALERAS	293	293	293	293

**FIGURA 25: GRAFICO DE RESIMEN DE RESULTADOS AZOTEA, donde observamos como incrementa el ingreso de iluminación en luxes mediante mayor transición solar**



Fuente: Elaboración propia

**ANEXOS 7: FICHA DE RESULTADOS DE LA SIMULACION DIALux**



TABLA 1: Tabla de resultados de la simulación en el escenario de cielo despejado y en época de primavera. las viñetas verdes muestran un resultado eficiente de luxes por ambiente

Proyecto

**RESULTADOS SEMISÓTANO-PRIMAVERA**

SOTANO - Planta (nivel) 1 (Escenario Cielo Despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	2402 lx (≥ 100 lx) ✓	137 lx	54147 lx	0.057	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	6057 lx (≥ 150 lx) ✓	5254 lx	6623 lx	0.87	0.79	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2243 lx (≥ 150 lx) ✓	4.24 lx	54053 lx	0.002	0.000	WP3
Plano útil (almacen) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 2: En esta tabla observamos los resultados de la simulación en un escenario de cielo despejado y época de verano



**RESULTADOS SEMISÓTANO-  
VERANO**

SOTANO · Planta (nivel) 1 (Escenario Cielo Despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	Ē (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	2713 lx (≥ 100 lx) ✓	191 lx	58554 lx	0.070	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	20969 lx (≥ 150 lx) ✓	7080 lx	71371 lx	0.34	0.099	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1908 lx (≥ 150 lx) ✓	2.76 lx	62163 lx	0.001	0.000	WP3
Plano útil (almacen) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3: En esta tabla observamos los resultados de la simulación en relación de cielo despejado con la época de otoño

**RESULTADOS SEMISÓTANO-  
OTOÑO**

SOTANO · Planta (nivel) 1 (Escenario Cielo Despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	Ē (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	2635 lx (≥ 100 lx) ✓	146 lx	57414 lx	0.055	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	16118 lx (≥ 150 lx) ✓	7272 lx	67588 lx	0.45	0.11	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2461 lx (≥ 150 lx) ✓	1.86 lx	57133 lx	0.001	0.000	WP3
Plano útil (almacen) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP4

Fuente: Elaboración propia



TABLA 4: En esta tabla observamos los resultados en relación de la escena cielo despejado con la época de invierno

**DIALux**

Proyecto

**RESULTADOS SEMISÓTANO-  
INVIERNO**

SOTANO · Planta (nivel) 1 (Escenario Cielo Despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	1505 lx (≥ 100 lx) ✓	108 lx	42200 lx	0.072	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2534 lx (≥ 150 lx) ✓	2256 lx	2657 lx	0.89	0.85	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	668 lx (≥ 150 lx) ✓	2.08 lx	2638 lx	0.003	0.001	WP3
Plano útil (almacen) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 5: Resumen de resultados primer nivel con relación de ambientes por época del año

**DIALux**

plano primer piso

**RESULTADOS PRIMER NIVEL-  
PRIMAVERA**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1842 lx (≥ 100 lx) ✓	112 lx	42506 lx	0.061	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4268 lx (≥ 150 lx) ✓	3743 lx	4670 lx	0.88	0.80	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2821 lx (≥ 150 lx) ✓	94.7 lx	84107 lx	0.034	0.001	WP4

TABLA 6: Resumen de resultados, con relación de ambientes por época del año

DIALux

plano primer piso

**RESULTADOS PRIMER NIVEL-  
VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles:

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>r</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2090 lx (≥ 100 lx) ✓	159 lx	45876 lx	0.076	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	16406 lx (≥ 150 lx) ✓	5051 lx	55454 lx	0.31	0.091	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	3574 lx (≥ 150 lx) ✓	126 lx	97456 lx	0.035	0.001	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 7: Resumen de resultados, con relación de ambientes por época del año

DIALux

plano primer piso

**RESULTADOS PRIMER NIVEL-  
OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles:

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>r</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2024 lx (≥ 100 lx) ✓	96.3 lx	44991 lx	0.049	0.002	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	11732 lx (≥ 150 lx) ✓	5215 lx	52490 lx	0.44	0.099	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.006 lx (≥ 500 lx) ✗	0.006 lx	0.006 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	3143 lx (≥ 150 lx) ✓	94.5 lx	89121 lx	0.030	0.001	WP4

TABLA 5: Resumen-de resultados, en relación de cielo despejado y época de invierno

**DIALux**

plano primer piso

**RESULTADOS PRIMER NIVEL- INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1093 lx (≥ 100 lx) ✓	81.1 lx	33247 lx	0.074	0.007	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1817 lx (≥ 150 lx) ✓	1592 lx	1924 lx	0.88	0.83	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1783 lx (≥ 150 lx) ✓	103 lx	65945 lx	0.058	0.002	WP4

TABLA 9: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado y época primavera del segundo nivel

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS SEGUNDO NIVEL- PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4400 lx (≥ 150 lx) ✓	3812 lx	4813 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.007 lx (≥ 500 lx) ✗	0.007 lx	0.007 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1905 lx (≥ 100 lx) ✓	114 lx	43928 lx	0.060	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1643 lx (≥ 150 lx) ✓	82.3 lx	43569 lx	0.050	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 10: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado y época de verano en el segundo nivel

**VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	16790 lx (≥ 150 lx) ✓	5153 lx	57042 lx	0.31	0.090	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2135 lx (≥ 100 lx) ✓	146 lx	47202 lx	0.068	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2607 lx (≥ 150 lx) ✓	122 lx	50332 lx	0.047	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 11: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado y época de otoño en el segundo nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS SEGUNDO NIVEL-OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	12182 lx (≥ 150 lx) ✓	5240 lx	53987 lx	0.43	0.097	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2086 lx (≥ 100 lx) ✓	123 lx	46340 lx	0.059	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1804 lx (≥ 150 lx) ✓	81.6 lx	46207 lx	0.045	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 12: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado con la época de invierno en el segundo nivel

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS SEGUNDO NIVEL-  
INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1860 lx (≥ 150 lx) ✓	1747 lx	1950 lx	0.94	0.90	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1176 lx (≥ 100 lx) ✓	78.3 lx	34086 lx	0.067	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1082 lx (≥ 150 lx) ✓	87.8 lx	34159 lx	0.081	0.003	WP4

TABLA 13: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado y época de primavera del tercer nivel

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS TERCER NIVEL-  
PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4558 lx (≥ 150 lx) ✓	3994 lx	5024 lx	0.88	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1977 lx (≥ 100 lx) ✓	104 lx	45059 lx	0.053	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1680 lx (≥ 150 lx) ✓	81.2 lx	44768 lx	0.048	0.002	WP4

TABLA 14: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado y época de verano del tercer nivel

Fuente: Elaboración propia

plano segundo piso

**RESULTADOS TERCER NIVEL-  
VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	17270 lx (≥ 150 lx) ✓	5290 lx	58497 lx	0.31	0.090	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2198 lx (≥ 100 lx) ✓	162 lx	48507 lx	0.074	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2649 lx (≥ 150 lx) ✓	131 lx	51596 lx	0.049	0.003	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 15: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado y época de otoño del tercer nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS TERCER NIVEL-  
OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	12688 lx (≥ 150 lx) ✓	5324 lx	55645 lx	0.42	0.096	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2141 lx (≥ 100 lx) ✓	130 lx	47585 lx	0.061	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1850 lx (≥ 150 lx) ✓	75.4 lx	47480 lx	0.041	0.002	WP4



Fuente: Elaboración propia

TABLA 16: Resumen de resultados, en relación de cielo despejado y época de invierno del tercer nivel

plano tercero piso

**RESULTADOS TERCER NIVEL-  
INVIERNO**

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1913 lx (≥ 150 lx) ✓	1753 lx	2027 lx	0.92	0.86	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1210 lx (≥ 100 lx) ✓	74.2 lx	35017 lx	0.061	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1109 lx (≥ 150 lx) ✓	85.7 lx	35103 lx	0.077	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 17: Resumen de resultados, con relación de cielo despejado y época primavera del cuarto nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS CUARTO NIVEL-  
PRIMAVERA**

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4605 lx (≥ 150 lx) ✓	4004 lx	5054 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.015 lx (≥ 500 lx) ✗	0.015 lx	0.015 lx	1.00	1.00	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2021 lx (≥ 100 lx) ✓	84.3 lx	46297 lx	0.042	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1724 lx (≥ 150 lx) ✓	81.4 lx	45983 lx	0.047	0.002	WP4



Fuente: Elaboración propia

TABLA 18: Resumen, en relación de cielo despejado y época de verano del cuarto nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS CUARTO NIVEL-  
VERANO**

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	17900 lx (≥ 150 lx) ✓	5423 lx	59986 lx	0.30	0.090	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2254 lx (≥ 100 lx) ✓	135 lx	49856 lx	0.060	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2694 lx (≥ 150 lx) ✓	137 lx	53069 lx	0.051	0.003	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 19: Resumen, en relación de cielo despejado y época de otoño del cuarto nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS CUARTO NIVEL-  
OTOÑO**

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	12739 lx (≥ 150 lx) ✓	5662 lx	57046 lx	0.44	0.099	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2219 lx (≥ 100 lx) ✓	113 lx	48877 lx	0.051	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1894 lx (≥ 150 lx) ✓	83.7 lx	48771 lx	0.044	0.002	WP4

TABLA 20: Resumen, en relación de cielo despejado y época de invierno del cuarto nivel

Fuente: Elaboración propia

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS CUARTO NIVEL-  
INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1927 lx (≥ 150 lx) ✓	1774 lx	2027 lx	0.92	0.88	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	784 lx (≥ 100 lx) ✓	75.5 lx	36449 lx	0.096	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1138 lx (≥ 150 lx) ✓	91.4 lx	36048 lx	0.080	0.003	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 21: Resumen, en relación de cielo despejado y en época de primavera del quinto nivel

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS QUINTO NIVEL-  
PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4655 lx (≥ 150 lx) ✓	4085 lx	5109 lx	0.88	0.80	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2084 lx (≥ 100 lx) ✓	111 lx	47481 lx	0.053	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1762 lx (≥ 150 lx) ✓	86.5 lx	47185 lx	0.049	0.002	WP4

TABLA 22: Resumen, en relación de cielo despejado y en época de verano del quinto nivel

plano segundo piso

DIALux

**RESULTADOS QUINTO NIVEL-  
VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_l$	$g_o$	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	18728 lx (≥ 150 lx) ✓	5491 lx	61473 lx	0.29	0.089	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2313 lx (≥ 100 lx) ✓	152 lx	51125 lx	0.066	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2728 lx (≥ 150 lx) ✓	125 lx	54493 lx	0.046	0.002	WP4

TABLA 23 Resumen, en relación de cielo despejado y época de otoño del quinto nivel

plano segundo piso

DIALux

**RESULTADOS QUINTO NIVEL-  
OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_l$	$g_o$	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	12899 lx (≥ 150 lx) ✓	5704 lx	58452 lx	0.44	0.098	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2253 lx (≥ 100 lx) ✓	136 lx	50147 lx	0.060	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1937 lx (≥ 150 lx) ✓	74.7 lx	50044 lx	0.039	0.001	WP4

TABLA 24: Resumen, en relación de cielo despejado y época invierno del quinto nivel

Fuente: Elaboración propia

plano segundo piso

**RESULTADOS QUINTO NIVEL-  
INVIERNO**

**DIALux**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1955 lx (≥ 150 lx) ✓	1777 lx	2062 lx	0.91	0.86	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1275 lx (≥ 100 lx) ✓	79.0 lx	36902 lx	0.062	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1157 lx (≥ 150 lx) ✓	89.1 lx	36991 lx	0.077	0.002	WP4

TABLA 25: Resumen, en relación de cielo despejado y época primavera del sexto nivel

Fuente: Elaboración propia

**RESULTADOS SEXTO NIVEL-  
PRIMAVERA**

**DIALux**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4877 lx (≥ 150 lx) ✓	4252 lx	5371 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2107 lx (≥ 100 lx) ✓	112 lx	48669 lx	0.053	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1817 lx (≥ 150 lx) ✓	81.0 lx	48347 lx	0.045	0.002	WP4

TABLA 26: Resumen, en relación de cielo despejado y época verano del sexto nivel

Fuente: Elaboración propia

plano segundo piso

**RESULTADOS SEXTO NIVEL-  
VERANO**

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	18697 lx (≥ 150 lx) ✓	5738 lx	63163 lx	0.31	0.091	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2371 lx (≥ 100 lx) ✓	170 lx	52461 lx	0.072	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2418 lx (≥ 150 lx) ✓	128 lx	55884 lx	0.053	0.002	WP4

TABLA 27: Resumen, en relación de cielo despejado y época otoño del sexto nivel

Fuente: Elaboración propia

plano segundo piso

**RESULTADOS SEXTO NIVEL-  
OTOÑO**

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	13545 lx (≥ 150 lx) ✓	5918 lx	60150 lx	0.44	0.098	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2308 lx (≥ 100 lx) ✓	137 lx	51416 lx	0.059	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1972 lx (≥ 150 lx) ✓	70.4 lx	51257 lx	0.036	0.001	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 28: Resumen, en relación de cielo despejado y época de invierno del sexto nivel

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS SEXTO NIVEL-  
INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2023 lx (≥ 150 lx) ✓	1841 lx	2130 lx	0.91	0.86	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1330 lx (≥ 100 lx) ✓	80.2 lx	37786 lx	0.060	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1171 lx (≥ 150 lx) ✓	78.7 lx	37854 lx	0.067	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 29: Resumen, en relación de cielo despejado y época de primavera del séptimo nivel

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS SÉPTIMO NIVEL-  
PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4906 lx (≥ 150 lx) ✓	4279 lx	5371 lx	0.87	0.80	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2180 lx (≥ 100 lx) ✓	94.0 lx	49881 lx	0.043	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1847 lx (≥ 150 lx) ✓	88.4 lx	49568 lx	0.048	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

plano segundo piso

DIALux

**RESULTADOS SÉPTIMO NIVEL-  
VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	19390 lx (≥ 150 lx) ✓	5647 lx	64604 lx	0.29	0.067	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2433 lx (≥ 100 lx) ✓	161 lx	53779 lx	0.066	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2611 lx (≥ 150 lx) ✓	127 lx	57361 lx	0.049	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

plano segundo piso

DIALux

**RESULTADOS SÉPTIMO NIVEL-  
OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	13571 lx (≥ 150 lx) ✓	6027 lx	61392 lx	0.44	0.098	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2365 lx (≥ 100 lx) ✓	136 lx	52700 lx	0.058	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1991 lx (≥ 150 lx) ✓	80.6 lx	52566 lx	0.040	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia



plano segundo piso

**RESULTADOS SÉPTIMO NIVEL-  
INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)  
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2052 lx (≥ 150 lx) ✓	1882 lx	2166 lx	0.92	0.87	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1106 lx (≥ 100 lx) ✓	85.0 lx	39082 lx	0.077	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1204 lx (≥ 150 lx) ✓	81.6 lx	38815 lx	0.068	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 33: Resumen, en relación a cielo despejado y época de primavera del octavo nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS OCTAVO NIVEL-  
PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)  
**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5050 lx (≥ 150 lx) ✓	4380 lx	5526 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2203 lx (≥ 100 lx) ✓	116 lx	51093 lx	0.053	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1884 lx (≥ 150 lx) ✓	85.0 lx	50770 lx	0.045	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 34: Resumen, en relación de cielo despejado y época de verano del octavo nivel

DIALux

plano segundo piso

**RESULTADOS OCTAVO NIVEL-  
VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_t$	$g_a$	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	19774 lx (≥ 150 lx) ✓	6046 lx	66315 lx	0.31	0.091	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.600 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2490 lx (≥ 100 lx) ✓	156 lx	55095 lx	0.063	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2880 lx (≥ 150 lx) ✓	129 lx	58728 lx	0.045	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 35: Resumen, en relación de cielo despejado y época de otoño del octavo nivel

DIALux

plano segundo piso

**RESULTADOS OCTAVO NIVEL-  
OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_t$	$g_a$	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	13919 lx (≥ 150 lx) ✓	6200 lx	62932 lx	0.45	0.099	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.600 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2423 lx (≥ 100 lx) ✓	141 lx	53992 lx	0.058	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2041 lx (≥ 150 lx) ✓	75.8 lx	53863 lx	0.037	0.001	WP4

TABLA 36: Resumen, en relación de cielo despejado y época de invierno del octavo nivel

Fuente: Elaboración propia

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS OCTAVO NIVEL-  
INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles:

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	13919 lx (≥ 150 lx) ✓	6200 lx	62932 lx	0.45	0.099	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2423 lx (≥ 100 lx) ✓	141 lx	53992 lx	0.058	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2041 lx (≥ 150 lx) ✓	75.8 lx	53863 lx	0.037	0.001	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 37: Resumen, en relación de cielo despejado y época de primavera del noveno nivel

**DIALux**

plano segundo piso

**RESULTADOS NOVENO NIVEL-  
PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles:

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5144 lx (≥ 150 lx) ✓	4453 lx	5623 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2259 lx (≥ 100 lx) ✓	117 lx	52312 lx	0.052	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1927 lx (≥ 150 lx) ✓	87.3 lx	51970 lx	0.045	0.002	WP4

TABLA 38: Resumen, en relación de cielo despejado y época de verano del noveno nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS NOVENO NIVEL-  
VERANO**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles:

Propiedades	E (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_i$	$g_o$	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	20403 lx (≥ 150 lx) ✓	6090 lx	67424 lx	0.30	0.090	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2547 lx (≥ 100 lx) ✓	193 lx	56376 lx	0.076	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2658 lx (≥ 150 lx) ✓	110 lx	60148 lx	0.041	0.002	WP4

DIALux

Fuente: Elaboración propia

TABLA 39: Resumen, en relación de cielo despejado y época de otoño del noveno nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS NOVENO NIVEL-  
OTOÑO**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles:

Propiedades	E (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_i$	$g_o$	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	14205 lx (≥ 150 lx) ✓	6300 lx	64404 lx	0.44	0.098	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2480 lx (≥ 100 lx) ✓	146 lx	55274 lx	0.059	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2079 lx (≥ 150 lx) ✓	84.1 lx	55121 lx	0.040	0.002	WP4

DIALux

Fuente: Elaboración propia

TABLA 40: Resumen en relación de cielo despejado y época de invierno del noveno nivel

DIALux

plano segundo piso

**RESULTADOS NOVENO NIVEL-  
INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5144 lx (≥ 150 lx) ✓	4453 lx	5623 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2259 lx (≥ 100 lx) ✓	117 lx	5231.2 lx	0.052	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1927 lx (≥ 150 lx) ✓	87.3 lx	51970 lx	0.045	0.002	WP4

TABLA 41: Resumen, en relación de cielo despejado y época primavera del décimo nivel

DIALux

plano segundo piso

**RESULTADOS DECIMO NIVEL-  
PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5296 lx (≥ 150 lx) ✓	4651 lx	5766 lx	0.88	0.81	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2293 lx (≥ 100 lx) ✓	113 lx	53393 lx	0.049	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1939 lx (≥ 150 lx) ✓	86.9 lx	53212 lx	0.045	0.002	WP4

TABLA 42: Resumen, en relación de cielo despejado y época de verano del décimo nivel

Fuente: Elaboración propia

plano segundo piso

**RESULTADOS DECIMO NIVEL-  
VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	18333 lx (≥ 150 lx) ✓	6518 lx	69574 lx	0.36	0.094	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2582 lx (≥ 100 lx) ✓	162 lx	57541 lx	0.070	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2594 lx (≥ 150 lx) ✓	124 lx	61341 lx	0.048	0.002	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 43: Resumen, en relación de cielo despejado y época de otoño del décimo nivel

plano segundo piso

**RESULTADOS DECIMO NIVEL-  
OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	14538 lx (≥ 150 lx) ✓	6241 lx	65811 lx	0.43	0.095	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2495 lx (≥ 100 lx) ✓	142 lx	56329 lx	0.057	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2080 lx (≥ 150 lx) ✓	83.3 lx	56276 lx	0.040	0.001	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 44: Resumen, en relación de cielo despejado y época de invierno del décimo nivel

**RESULTADOS DECIMO NIVEL- INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2104 lx (≥ 150 lx) ✓	1935 lx	2219 lx	0.92	0.87	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1121 lx (≥ 100 lx) ✓	71.0 lx	41833 lx	0.063	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1259 lx (≥ 150 lx) ✓	83.8 lx	41576 lx	0.067	0.002	WP4

TABLA 45: Resumen, en relación de cielo despejado y época de primavera de la azotea

plano segundo piso

**RESULTADOS AZOTEA - PRIMAVERA**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto ) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5468 lx (≥ 150 lx) ✓	4831 lx	5940 lx	0.88	0.81	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2370 lx (≥ 100 lx) ✓	109 lx	54587 lx	0.046	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1937 lx (≥ 150 lx) ✓	58.6 lx	54386 lx	0.030	0.001	WP4

opia



TABLA 46: Resumen, en relación de cielo despejado y época de verano de la azotea

DIALux

**RESULTADOS AZOTEA- VERANO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	18692 lx (≥ 150 lx) ✓	6918 lx	71107 lx	0.37	0.097	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2609 lx (≥ 100 lx) ✓	175 lx	58832 lx	0.067	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2565 lx (≥ 150 lx) ✓	82.5 lx	62667 lx	0.032	0.001	WP4

Fuente: Elaboración propia

TABLA 47: Resumen, en relación de cielo despejado y época de otoño de la azotea

DIALux

plano segundo piso

**RESULTADOS AZOTEA- OTOÑO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	14906 lx (≥ 150 lx) ✓	6274 lx	67212 lx	0.42	0.093	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2533 lx (≥ 100 lx) ✓	153 lx	57607 lx	0.060	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2062 lx (≥ 150 lx) ✓	65.5 lx	57574 lx	0.032	0.001	WP4

TABLA 48: Resumen, en relación de cielo despejado y época de invierno de la azotea

**RESULTADOS AZOTEA-  
INVIERNO**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto ) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2170 lx (≥ 150 lx) ✓	2003 lx	2293 lx	0.92	0.87	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1405 lx (≥ 100 lx) ✓	82.0 lx	42375 lx	0.058	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1213 lx (≥ 150 lx) ✓	78.4 lx	42445 lx	0.065	0.002	WP4

## ANEXOS 8: FICHA DE SIMULACION DIALUX- SEMISOTANO PRIMAVERA

Proyecto

DIALux

SOTANO - Planta (nivel) 1 (Cielo cubierto)

### Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	292 lx (≥ 100 lx) ✓	49.8 lx	590 lx	0,17	0,084	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	930 lx (≥ 150 lx) ✓	875 lx	979 lx	0,94	0,89	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	151 lx (≥ 150 lx) ✓	0,28 lx	335 lx	0,002	0,001	WP3
Plano útil (almacén) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0,00 lx (≥ 500 lx) ✗	0,00 lx	0,00 lx	-	-	WP4

Proyecto

DIALux

SOTANO - Planta (nivel) 1 (Escenario cielo medio)

### Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	971 lx (≥ 100 lx) ✓	81,2 lx	14696 lx	0,084	0,006	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2823 lx (≥ 150 lx) ✓	2543 lx	3022 lx	0,90	0,84	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	788 lx (≥ 150 lx) ✓	1,35 lx	14122 lx	0,002	0,000	WP3
Plano útil (almacén) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0,00 lx (≥ 500 lx) ✗	0,00 lx	0,00 lx	-	-	WP4

SOTANO - Planta (nivel) 1 (Escenario Cielo Despejado)

**Objetos de cálculo**

## Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>l</sub>	g <sub>r</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	2402 lx (≥ 100 lx) ✓	137 lx	54147 lx	0.057	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	6057 lx (≥ 150 lx) ✓	5254 lx	6623 lx	0.87	0.79	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2243 lx (≥ 150 lx) ✓	4.24 lx	54053 lx	0.002	0.000	WP3
Plano útil (almacén) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP4

SOTANO - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

## Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>l</sub>	g <sub>r</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	275 lx (≥ 100 lx) ✓	46.9 lx	556 lx	0.17	0.084	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	675 lx (≥ 150 lx) ✓	824 lx	922 lx	0.94	0.89	WP2
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	142 lx (≥ 150 lx) ✗	0.26 lx	315 lx	0.002	0.001	WP3
Plano útil (almacén) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP4

**ANEXOS 9: FICHA DE RESULTADOS SIMULACION DIALUX- PRIMER NIVEL EPOCA PRIMAVERA**

plano primer piso



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	177 lx (≥ 100 lx) ✓	37.2 lx	281 lx	0.21	0.13	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	692 lx (≥ 150 lx) ✓	632 lx	723 lx	0.91	0.87	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	298 lx (≥ 150 lx) ✓	62.2 lx	949 lx	0.21	0.066	WP4

plano primer piso



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1842 lx (≥ 100 lx) ✓	112 lx	42506 lx	0.061	0.003	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4268 lx (≥ 150 lx) ✓	3743 lx	4670 lx	0.88	0.80	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2821 lx (≥ 150 lx) ✓	94.7 lx	84107 lx	0.034	0.001	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	696 lx (≥ 100 lx) ✓	62.9 lx	11137 lx	0.090	0.006	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2037 lx (≥ 150 lx) ✓	1852 lx	2145 lx	0.91	0.86	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	643 lx (≥ 150 lx) ✓	52.1 lx	21065 lx	0.062	0.002	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	179 lx (≥ 100 lx) ✓	37.6 lx	284 lx	0.21	0.13	WP1
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	700 lx (≥ 150 lx) ✓	639 lx	731 lx	0.91	0.87	WP2
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	302 lx (≥ 150 lx) ✓	62.9 lx	960 lx	0.21	0.066	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	699 lx (≥ 150 lx) ✓	653 lx	726 lx	0.93	0.90	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	181 lx (≥ 100 lx) ✓	40.7 lx	286 lx	0.22	0.14	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	371 lx (≥ 150 lx) ✓	79.6 lx	976 lx	0.21	0.082	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>a</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4400 lx (≥ 150 lx) ✓	3812 lx	4813 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.007 lx (≥ 500 lx) ✗	0.007 lx	0.007 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1905 lx (≥ 100 lx) ✓	114 lx	43928 lx	0.060	0.003	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1643 lx (≥ 150 lx) ✓	82.3 lx	43569 lx	0.050	0.002	WP4



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

## Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2103 lx (≥ 150 lx) ✓	1925 lx	2231 lx	0.92	0.86	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	718 lx (≥ 100 lx) ✓	66.3 lx	11489 lx	0.092	0.006	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	672 lx (≥ 150 lx) ✓	39.1 lx	11392 lx	0.058	0.003	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

## Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	706 lx (≥ 150 lx) ✓	660 lx	733 lx	0.93	0.90	WP1
Plano útil (ductos de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	183 lx (≥ 100 lx) ✓	42.0 lx	286 lx	0.23	0.15	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	375 lx (≥ 150 lx) ✓	80.5 lx	986 lx	0.21	0.062	WP4

## ANEXOS 11: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- TERCER NIVEL EPOCA PRIMAVERA

plano segundo piso

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

### Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	722 lx (≥ 150 lx) ✓	674 lx	747 lx	0.93	0.90	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	185 lx (≥ 100 lx) ✓	36.2 lx	294 lx	0.20	0.12	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	374 lx (≥ 150 lx) ✓	81.0 lx	982 lx	0.22	0.082	WP4

plano segundo piso

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

### Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4558 lx (≥ 150 lx) ✓	3994 lx	5024 lx	0.88	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1977 lx (≥ 100 lx) ✓	104 lx	45059 lx	0.053	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1680 lx (≥ 150 lx) ✓	81.2 lx	44768 lx	0.048	0.002	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2165 lx (≥ 150 lx) ✓	1970 lx	2291 lx	0.93	0.86	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	741 lx (≥ 100 lx) ✓	67.5 lx	11788 lx	0.091	0.006	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	687 lx (≥ 150 lx) ✓	41.3 lx	11703 lx	0.060	0.004	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	727 lx (≥ 150 lx) ✓	679 lx	752 lx	0.93	0.90	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	187 lx (≥ 100 lx) ✓	36.4 lx	294 lx	0.19	0.12	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	377 lx (≥ 150 lx) ✓	81.6 lx	989 lx	0.22	0.083	WP4

**ANEXOS 12: FICHA DE RESULTADOS SIMULACION DIALUX- CUARTO NIVEL EPOCA PRIMAVERA**

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	725 lx (≥ 150 lx) ✓	684 lx	747 lx	0.94	0.92	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	182 lx (≥ 100 lx) ✓	37.2 lx	295 lx	0.20	0.13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	369 lx (≥ 150 lx) ✓	81.7 lx	960 lx	0.22	0.085	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>e</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4605 lx (≥ 150 lx) ✓	4004 lx	5054 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.015 lx (≥ 500 lx) ✗	0.015 lx	0.015 lx	1.00	1.00	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2021 lx (≥ 100 lx) ✓	84.3 lx	46297 lx	0.047	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1724 lx (≥ 150 lx) ✓	81.4 lx	45983 lx	0.047	0.002	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2194 lx (≥ 150 lx) ✓	2006 lx	2314 lx	0.91	0.87	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	753 lx (≥ 100 lx) ✓	51.7 lx	12116 lx	0.069	0.004	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	701 lx (≥ 150 lx) ✓	38.7 lx	12010 lx	0.055	0.003	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	748 lx (≥ 150 lx) ✓	705 lx	771 lx	0.94	0.91	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	188 lx (≥ 100 lx) ✓	36.3 lx	303 lx	0.20	0.13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	380 lx (≥ 150 lx) ✓	84.3 lx	990 lx	0.22	0.085	WP4

## ANEXOS 13: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- QUINTO NIVEL EPOCA PRIMAVERA

plano segundo piso

# DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

### Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	748 lx (≥ 150 lx) ✓	707 lx	773 lx	0.95	0.91	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	194 lx (≥ 100 lx) ✓	41.7 lx	302 lx	0.21	0.14	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	377 lx (≥ 150 lx) ✓	81.3 lx	976 lx	0.22	0.083	WP4

plano segundo piso

# DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

### Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4655 lx (≥ 150 lx) ✓	4085 lx	5109 lx	0.88	0.80	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2084 lx (≥ 100 lx) ✓	111 lx	47481 lx	0.053	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1762 lx (≥ 150 lx) ✓	86.5 lx	47185 lx	0.049	0.002	WP4

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2224 lx (≥ 150 lx) ✓	2036 lx	2352 lx	0.92	0.87	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	779 lx (≥ 100 lx) ✓	66.3 lx	12415 lx	0.085	0.005	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	712 lx (≥ 150 lx) ✓	41.1 lx	12332 lx	0.058	0.001	WP4

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	755 lx (≥ 150 lx) ✓	714 lx	781 lx	0.95	0.91	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	196 lx (≥ 100 lx) ✓	42.1 lx	305 lx	0.21	0.14	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	381 lx (≥ 150 lx) ✓	82.1 lx	986 lx	0.22	0.083	WP4



**ANEXOS 14: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- SEXTO NIVEL**  
**EPOCA PRIMAVERA**

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	776 lx (≥ 150 lx) ✓	733 lx	797 lx	0,94	0,92	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0,00 lx (≥ 500 lx) ✗	0,00 lx	0,00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	199 lx (≥ 100 lx) ✓	41,3 lx	315 lx	0,21	0,13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	378 lx (≥ 150 lx) ✓	73,5 lx	983 lx	0,19	0,075	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4877 lx (≥ 150 lx) ✓	4252 lx	5371 lx	0,87	0,79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0,00 lx (≥ 500 lx) ✗	0,00 lx	0,00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2107 lx (≥ 100 lx) ✓	112 lx	48669 lx	0,053	0,002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1817 lx (≥ 150 lx) ✓	81,0 lx	48347 lx	0,045	0,002	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2317 lx (≥ 150 lx) ✓	2125 lx	2483 lx	0.92	0.86	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	791 lx (≥ 100 lx) ✓	63.9 lx	12726 lx	0.061	0.005	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	726 lx (≥ 150 lx) ✓	40.2 lx	12631 lx	0.055	0.003	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	784 lx (≥ 150 lx) ✓	740 lx	805 lx	0.94	0.92	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	201 lx (≥ 100 lx) ✓	41.7 lx	317 lx	0.21	0.13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	382 lx (≥ 150 lx) ✓	74.3 lx	993 lx	0.19	0.075	WP4

**ANEXOS 15: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- SEPTIMO NIVEL EPOCA PRIMAVERA**

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	791 lx (≥ 150 lx) ✓	738 lx	817 lx	0.93	0.90	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	203 lx (≥ 100 lx) ✓	38.3 lx	321 lx	0.19	0.12	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	381 lx (≥ 150 lx) ✓	80.7 lx	983 lx	0.21	0.082	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	4906 lx (≥ 150 lx) ✓	4279 lx	5371 lx	0.87	0.80	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2180 lx (≥ 100 lx) ✓	94.0 lx	49881 lx	0.043	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1847 lx (≥ 150 lx) ✓	88.4 lx	49568 lx	0.048	0.002	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>p</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2343 lx (≥ 150 lx) ✓	2153 lx	2479 lx	0.92	0.87	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	815 lx (≥ 100 lx) ✓	61.4 lx	13072 lx	0.075	0.005	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	740 lx (≥ 150 lx) ✓	41.5 lx	12946 lx	0.056	0.003	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>p</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	799 lx (≥ 150 lx) ✓	745 lx	825 lx	0.93	0.90	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	205 lx (≥ 100 lx) ✓	38.7 lx	322 lx	0.19	0.12	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	385 lx (≥ 150 lx) ✓	81.5 lx	993 lx	0.21	0.082	WP4

**ANEXOS 16: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- OCTAVO NIVEL EPOCA PRIMAVERA**

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	808 lx (≥ 150 lx) ✓	768 lx	834 lx	0.95	0.92	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	208 lx (≥ 100 lx) ✓	43.7 lx	327 lx	0.21	0.13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	384 lx (≥ 150 lx) ✓	79.3 lx	991 lx	0.21	0.060	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>t</sub>	g <sub>s</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5050 lx (≥ 150 lx) ✓	4380 lx	5526 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2203 lx (≥ 100 lx) ✓	116 lx	51093 lx	0.053	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1884 lx (≥ 150 lx) ✓	85.0 lx	50770 lx	0.045	0.002	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>p</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2408 lx (≥ 150 lx) ✓	2200 lx	2550 lx	0.91	0.86	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	827 lx (≥ 100 lx) ✓	69.9 lx	13367 lx	0.085	0.005	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	755 lx (≥ 150 lx) ✓	38.7 lx	13259 lx	0.051	0.003	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>r</sub>	g <sub>p</sub>	Índice
Plano útil (ductos) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	817 lx (≥ 150 lx) ✓	776 lx	842 lx	0.95	0.92	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	210 lx (≥ 100 lx) ✓	44.1 lx	329 lx	0.21	0.13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	388 lx (≥ 150 lx) ✓	80.1 lx	1001 lx	0.21	0.080	WP4

**ANEXOS 17: FICHA DE RESULTADOS SIMULACIÓN DIALUX- NOVEMO NIVEL EPOCA PRIMAVERA**

plano segundo piso

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	825 lx (≥ 150 lx) ✓	779 lx	854 lx	0.94	0.91	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	213 lx (≥ 100 lx) ✓	44.2 lx	337 lx	0.21	0.13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	385 lx (≥ 150 lx) ✓	82.4 lx	988 lx	0.21	0.083	WP4

plano segundo piso

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5144 lx (≥ 150 lx) ✓	4453 lx	5623 lx	0.87	0.79	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2259 lx (≥ 100 lx) ✓	117 lx	52312 lx	0.052	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1927 lx (≥ 150 lx) ✓	87.3 lx	51970 lx	0.045	0.002	WP4



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2446 lx (≥ 150 lx) ✓	2226 lx	2591 lx	0.91	0.86	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	849 lx (≥ 100 lx) ✓	74.9 lx	13679 lx	0.088	0.005	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	765 lx (≥ 150 lx) ✓	41.8 lx	13566 lx	0.055	0.003	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	834 lx (≥ 150 lx) ✓	787 lx	862 lx	0.94	0.91	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	215 lx (≥ 100 lx) ✓	44.6 lx	339 lx	0.21	0.13	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	389 lx (≥ 150 lx) ✓	83.2 lx	998 lx	0.21	0.083	WP4

plano segundo piso



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	829 lx (≥ 150 lx) ✓	783 lx	855 lx	0.94	0.92	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	214 lx (≥ 100 lx) ✓	46.5 lx	341 lx	0.23	0.14	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	384 lx (≥ 150 lx) ✓	85.1 lx	965 lx	0.22	0.086	WP4

plano segundo piso



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5296 lx (≥ 150 lx) ✓	4651 lx	5766 lx	0.88	0.81	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2293 lx (≥ 100 lx) ✓	113 lx	53393 lx	0.049	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1939 lx (≥ 150 lx) ✓	86.9 lx	53212 lx	0.045	0.002	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2524 lx (≥ 150 lx) ✓	2344 lx	2655 lx	0.93	0.88	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	860 lx (≥ 100 lx) ✓	70.0 lx	13989 lx	0.061	0.005	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	770 lx (≥ 150 lx) ✓	41.6 lx	13890 lx	0.054	0.003	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	841 lx (≥ 150 lx) ✓	794 lx	867 lx	0.94	0.92	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	216 lx (≥ 100 lx) ✓	50.5 lx	344 lx	0.23	0.15	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	390 lx (≥ 150 lx) ✓	86.3 lx	999 lx	0.22	0.086	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo cubierto)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	843 lx (≥ 150 lx) ✓	794 lx	878 lx	0.94	0.90	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	220 lx (≥ 100 lx) ✓	48.7 lx	353 lx	0.22	0.14	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	293 lx (≥ 150 lx) ✓	55.9 lx	678 lx	0.19	0.082	WP4

plano segundo piso

**DIALux**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (cielo despejado)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>i</sub>	g <sub>o</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	5468 lx (≥ 150 lx) ✓	4831 lx	5940 lx	0.88	0.81	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestíbulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2370 lx (≥ 100 lx) ✓	109 lx	54587 lx	0.046	0.002	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	1937 lx (≥ 150 lx) ✓	58.6 lx	54386 lx	0.030	0.001	WP4

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (cielo medio)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	2592 lx (≥ 150 lx) ✓	2383 lx	2734 lx	0.92	0.87	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	888 lx (≥ 100 lx) ✓	69.2 lx	14294 lx	0.078	0.005	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	733 lx (≥ 150 lx) ✓	37.1 lx	14186 lx	0.051	0.003	WP4

plano segundo piso

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (ducto) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	855 lx (≥ 150 lx) ✓	806 lx	891 lx	0.94	0.90	WP1
Plano útil (ducto de montantes) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	WP2
Plano útil (vestibulo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	223 lx (≥ 100 lx) ✓	50.3 lx	357 lx	0.23	0.14	WP3
Plano útil (escaleras) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	296 lx (≥ 150 lx) ✓	56.7 lx	678 lx	0.19	0.084	WP4

# Solatube® SolaMaster® Series

## Instrucciones de instalación de Solatube 330 DS y 750 DS (Sistema de Iluminación diurna de 21 lvs/530 mm)

Lea todas las advertencias e instrucciones antes de comenzar la instalación.

### CIELO RASO ABIERTO

Para cielos rasos cerrados, consulte el reverso de esta página.



### LISTA DE PIEZAS PARA CIELOS RASOS ABIERTOS

	<b>Cantidad</b>
<b>1. Opciones para domos exteriores</b>	
a. 750 DS Domo con tecnología Raybender® 3000	(1)
b. 330 DS Domo con LightTracker™ Reflector	(1)
c. Sujetadores del domo	
i. tornillos para domo* de 1 1/8 in (40 mm)	(4)
ii. Espaciadores del domo	(4)
iii. Sello del domo	(1)
iv. Broca N.º 40 (0.0985 in/2.5 mm)	(1)
<b>2. Opción para domos interiores</b>	
a. Domo interior para 750 DS (opcional, se requiere para ENERGY STAR)	
b. Domo interior para 750 DS (opcional, de policarbonato*)	
<b>3. Anillo del tubo</b>	(1)
a. Sello para el anillo del tubo	(1)
<b>4. Tapajuntas de techo [4 in (100 mm), 8 in (200 mm), 11 in (280 mm) o tapa del reborde]</b>	(1)
a. Tornillos Tornillosde tapajuntas – N.º 10 x 2" (50 mm)	(21)
<b>5. Tubos Spectralight® Infinity</b>	
a. 24 in (610 mm) Tubo de extensión	(1)
i. tornillo para tubos	(5)
ii. Cinta laminada de 2 in (50 mm) – Rollo de 18 pies (5.5 m)	(1)
Solicite adaptadores de ángulos o tubos de extensión opcionales adicionales, si los requiere	
Tubo de extensión si se requiere	
<b>6. Difusor para cielo raso abierto</b>	(1)
a. sello del difusor	(1)

#### Herramientas necesarias:

1. Sellador de techo – 3 tubos (10.5 fl. oz./310.5ml)
2. Taladro eléctrico
3. Sierra sable o sierra alternativa
4. Taladro atornillador/Destornillador para tornillos tipo Phillips No. 2
5. Cuchillo multifusos
6. Cinta métrica
7. Barra plana
8. Cizallas de metal
9. Linlema
10. Pistola de calafateo
11. Escalera portátil
12. Plomada
13. Aguja magnética
14. Equipo de seguridad necesario

\*Se requiere para áreas con zonas de huracanes de alta velocidad.

Para disponer de las instrucciones de instalación más actuales, visite [www.solatube.com/instructions](http://www.solatube.com/instructions)

Solatube International, Inc. © Copyright 2006

2210 Oak Ridge Way, Vista, CA 92081-8341

[www.solatube.com](http://www.solatube.com)

Part No. 950160 v1.0

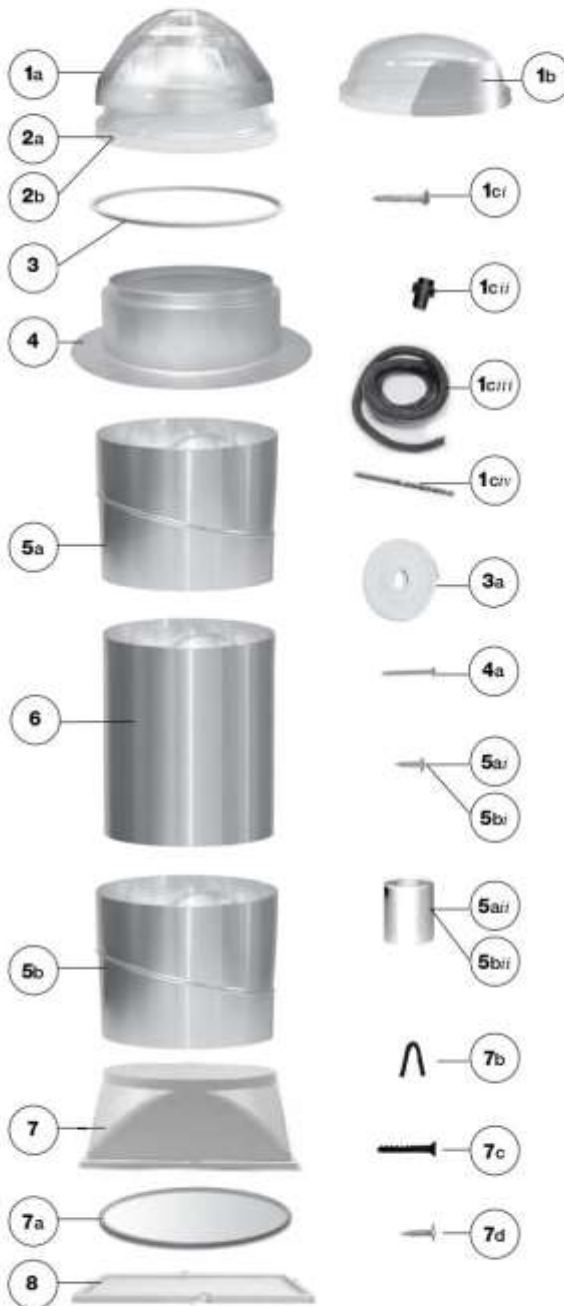
1



Lea todas las advertencias e instrucciones antes de comenzar la instalación.

## CIELO RASO CERRADO

Para cielos rasos abiertos, consulte el frente de esta página.



## LISTA DE PIEZAS PARA CIELOS RASOS CERRADOS

	<b>Cantidad</b>
<b>1. Opciones para domos exteriores</b>	
a. 750 DS Domo con tecnología Raybender® 3000	(1)
b. 330 DS Domo con LightTracker™ Reflector	(1)
c. Sujetadores del domo	
i. tornillos para domo* de 1 1/8 in (40 mm)	(4)
ii. Espaciadores del domo	(4)
iii. Sello del domo	(1)
iv. Broca N.º 40 (0.0985 in/2.5 mm)	(1)
<b>2. Opción para domos interiores</b>	
a. Domo interior para 750 DS (opcional, se requiere para ENERGY STAR)	
b. Domo interior para 750 DS (opcional, se requiere para ENERGY STAR)	
<b>3. Anillo del tubo</b>	(1)
a. Sello para el anillo del tubo	(1)
<b>4. Tapajuntas de techo [4 in (100 mm), 8 in (200 mm), 11 in (280 mm) o tapa del borde]</b>	(1)
a. Tornillos de tapajuntas – N.º 10 x 2" (50 mm)	(21)
<b>5. Tubos Spectralight® Infinity</b>	
a. 24 in (610 mm) Tubo de extensión	(1)
i. tornillo para tubos	(5)
ii. Cinta laminada de 2 in (50 mm)	
– Rollo de 18 pies (5.5 m)	(1)
b. Tubo inferior con adaptador de ángulo	(1)
i. tornillo para tubos	(5)
ii. Cinta laminada de 2 in (50 mm)	
– Rollo de 18 pies	(1)
<b>6. Tubo de extensión (opcional) para Spectralight® Infinity de 24 in (610 mm)</b>	
<b>7. Caja de transición</b>	(1)
a. Lente para efecto natural	(1)
b. Abrazaderas de sujeción para la caja de transición	(4)
c. Tornillos punta broca – N.º 6 x 1 5/8 in (40 mm)	(4)
d. Tornillos punta broca - 5/8 in	(2)
<b>8. Difusor</b>	(1)
<b>Herramientas necesarias:</b>	
1. Sellador de techo – 3 tubos (10.5 fl. oz./310.5 ml)	
2. Taladro eléctrico	
3. Sierra sable o sierra alternativa	
4. Taladro atornillador/Destornillador para tornillos tipo Phillips No. 2	
5. Cuchillo multifusos	
6. Cinta métrica	
7. Barra plana	
8. Cizallas de metal	
9.Linterna	
10. Pistola de calafateo	
11. Escalera portátil	
12. Plomada	
13. Aguja magnética	
14. Equipo de seguridad necesario	

\*Se requiere para áreas con zonas de huracanes de alta velocidad.

2 Para disponer de las instrucciones de instalación más actuales, visite [www.solatube.com/instructions](http://www.solatube.com/instructions)

Solatube International, Inc. © Copyright 2008

2210 Oak Ridge Way, Vista, CA 92081-6341

[www.solatube.com](http://www.solatube.com)

Part No. 950160 v1.0





# ADVERTENCIA



**No comience la instalación hasta que no haya leído todas las instrucciones, incluidas estas advertencias.  
(El uso de materiales o métodos no autorizados por Solatube supondrá la invalidación de la garantía)**

Solatube (vendedor) no asume ninguna responsabilidad u obligación causada por el incumplimiento de las leyes, ordenanzas, códigos de edificación, códigos energéticos, requisitos y códigos de seguridad y contra incendios, garantías del tejado y precauciones de seguridad correspondientes por parte de un arquitecto, contratista, instalador o propietario del edificio. Este producto sólo debe ser instalado por personas expertas en el uso de las herramientas y equipos necesarios para su instalación. Todas las personas, la propiedad y usted mismo deben estar protegidos durante la instalación. Si tiene dudas acerca de su capacidad o experiencia, póngase en contacto con un experto cualificado antes de proceder a la instalación.

## Instalación bajo su propia responsabilidad y riesgo

La instalación de los productos Solatube puede ser peligrosa y puede causar la muerte, daños personales y daños en la propiedad. Entre las situaciones peligrosas, se encuentran las siguientes:

- Durante la instalación, los tubos reflectantes del sistema de iluminación natural Solatube pueden enfocar la luz solar, provocando calor intenso o fuego. Retire la película protectora sólo después de que se hayan instalado las piezas. Antes y durante la instalación, no pierda los tubos de vista ni deje que entren en contacto con materiales combustibles, especialmente cerca de la luz directa del sol. Evite quemaduras de piel.
- Los bordes de las placas de metal pueden estar afilados. Utilice guantes de protección para evitar heridas.
- Para la instalación del sistema de iluminación natural Solatube, es necesario escalar y realizar trabajos de altura en escaleras, andamios, tejados y áticos, entre otros. Existe riesgo de muerte, lesiones y daños a la propiedad por la caída de una persona o un objeto. Tome las máximas precauciones para minimizar el riesgo de lesiones accidentales, incluyendo sin carácter restrictivo los siguientes procedimientos:
  - o Despeje la zona bajo su área de trabajo de personas, animales u otros objetos.
  - o Evite trabajar en superficies deslizantes o húmedas.
  - o Utilice un calzado con una excelente adherencia.
  - o Utilice exclusivamente escaleras bien fijas y fuertes.
  - o Trabaje únicamente con tiempo seco y estable.
  - o Cuando trabaje en el ático, asegúrese de que su peso esté apoyado siempre en una estructura firme; el material de las paredes de cartón-yeso no está diseñado para soportar el peso de una persona.
- Para reducir el riesgo de incendio, descargas eléctricas y lesiones, debe tomar siempre las precauciones de seguridad básicas al usar herramientas eléctricas; incluyendo el uso continuo de gafas de seguridad o de otro tipo de protección para los ojos y la comprobación de que las áreas de trabajo estén despejadas de todo tipo de cables eléctricos, tuberías de gas, tuberías de agua y demás obstáculos.
- Cuando trabaje en el ático o en otras áreas con polvo, se recomienda utilizar una mascarilla normal o de respiración para evitar la irritación pulmonar. Los espacios en los áticos pueden ser oscuros y cerrados y estar expuestos a temperaturas extremas. Tenga cuidado con los objetos afilados que sobresalen. No comience la instalación sin tener a alguna persona cerca o que pueda oírle para que venga en su ayuda si fuera necesario.
- El sistema de iluminación natural Solatube no está diseñado para soportar el peso de una persona, herramientas u otros objetos. Caminar o situar objetos sobre el sistema podría provocar daños a personas o a la propiedad. Si el domo estuviera roto o agrietado, o si el producto estuviera dañado de otra forma, la capacidad de la estructura podría debilitarse, por lo que el sistema tendría que ser reparado inmediatamente. Para un uso y una instalación seguros, siga siempre las instrucciones de instalación.

## Consejos para la instalación

Estas instrucciones son una guía paso a paso para la instalación de un Sistema de iluminación diurna Solatube en las siguientes condiciones. Para otros tipos de techos, solicite información adicional a su proveedor de Solatube.

**- Techo plano armado - con hoja o membrana sencilla - con tejas asfaltadas - con declive bajo o sin declive - con declive - con bordes prefabricados**

- Tómese al menos 3 horas para la instalación, particularmente si es la primera que realiza.
- Para obtener un máximo rendimiento, se recomienda aplicar todos los adhesivos, sellos y cintas adhesivas a una superficie seca a una temperatura mínima de 21 °C.
- Durante el día, apague las luces de la habitación para comprobar la cantidad de luz natural que entra por las ventanas y determinar la mejor posición del sistema de iluminación natural Solatube. Para iluminar una zona determinada, sitúe el sistema sobre esa zona, no en el centro de la habitación. Así, evitará que los objetos altos de la habitación tapen la luz sobre la zona deseada.
- Evite puntos del tejado en los que hagan sombra árboles, crestas y chimeneas o que se encuentren cerca de acequias o valles.
- Evite zonas del tejado con obstrucciones como tuberías de gas, agua o desagüe, conductos de aire, chimeneas o calderas, o equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- Mida la distancia entre el techo y el cielo raso. Si no tiene suficiente tubería, consulte a su proveedor de Solatube para obtener tubos adicionales.
- Asegúrese de que el techo sea adecuado para soportar la instalación de un sistema de iluminación Solatube sin dañar sus características a prueba de agua.

Para disponer de las instrucciones de instalación más actuales, visite [www.solatube.com/instructions](http://www.solatube.com/instructions)

# Ubicación del cielo raso y el techo

## MARCADO DE LA UBICACIÓN INTERIOR

**Nota:** Se requieren 21 3/4 in (555 mm) de espacio entre los elementos estructurales.

**Paso 1:** Determine la ubicación para lograr un funcionamiento óptimo de la luz. Asegúrese de que no existan obstrucciones en el camino del tubo al techo ni obstrucciones en el techo que restrinjan la colocación del tapajuntas o el camino de la luz solar directa. Coloque una marca en el piso en la ubicación seleccionada (**Diagrama A**).

## UBICACIÓN EN EL TECHO PARA APLICACIONES CON CIELO RASO ABIERTO

**Paso 2:** Hay dos opciones para marcar la ubicación en el techo.

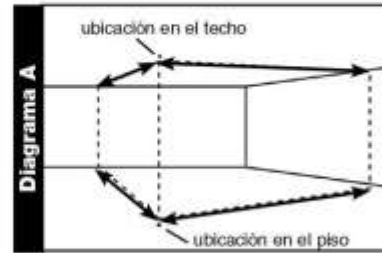
**Opción A:** Use un elevador para marcar la parte inferior de la estructura del techo directamente sobre la ubicación con una plomada o un láser. Coloque una marca en el centro entre los elementos estructurales. Transfiera la ubicación a la superficie de la parte exterior del techo con un tornillo o broca.

**Opción B:** Tome medidas desde dos paredes externas perpendiculares del edificio hasta la posición aproximada en el piso. En la parte superior del techo, mida la distancia desde las mismas paredes exteriores y marque la ubicación del tapajuntas (**Diagrama A**).

## UBICACIÓN EN EL TECHO PARA APLICACIONES CON CIELO RASO CERRADO

Cielo raso suspendido con barra en T y cielo raso rígido

**Paso 2:** Trace una línea desde la parte inferior del techo hasta el centro de la ubicación en el cielo raso. Si es necesario, ajuste la ubicación del tapajuntas del techo para evitar obstáculos y asegurar un espacio adecuado. Marque la ubicación. Transfiera la ubicación a la superficie de la parte exterior del techo con un tornillo o broca.



# Instrucciones para la instalación del tapajuntas

## INSTALACIÓN DEL TAPAJUNTAS EN EL TECHO

### Techos planos o con declive bajo

Para techos armados y "cap sheet", siga las instrucciones a continuación. Para los sistemas de techo en rollo, espuma, PVC, metal, hoja sencilla, bitumen, EPDM o techos aplicados con soplete, consulte a un contratista comercial de techos acerca de las aplicaciones alternativas de los tapajuntas.

**Paso 1:** Voltee el tapajuntas al revés y céntralo sobre la marca del techo; después trace la circunferencia interior en la superficie del techo con un crayón para madera (**Diagrama B**). Corte el techo 1/2 in (15 mm) fuera de la línea marcada. (**Diagrama C**). Tenga cuidado de no cortar ningún elemento de la armadura, tubos ocultos ni cables eléctricos.

**Paso 3:** Voltee el tapajuntas hacia arriba. Centre el tapajuntas en el orificio del techo y trace la orilla exterior del mismo. Aplique una línea de sellador de 3/4 de in (20 mm) al techo, 1 in (25 mm) dentro del perímetro de la línea marcada; una línea de sellador de 3/4 de in (20 mm) en el lado inferior del tapajuntas, 1 in (25 mm) dentro de la orilla exterior; y entre las capas del techo expuestas por el orificio del tapajuntas (**Diagrama D**). Coloque el tapajuntas en la ubicación marcada y verifique que selle correctamente. Sujete el tapajuntas al techo con 16 tornillos\* para tapajuntas de 2 in (50 mm). Apriete los tornillos hasta que el sellador tenga un grosor mínimo de 1/8 de in (3 mm) y máximo de 1/4 de in (5 mm) entre el tapajuntas y el material del techo. No los apriete demasiado. Cubra las cabezas de los tornillos con sellador. Aplique otra línea de sellador a la orilla exterior del tapajuntas y distribúyalo de manera uniforme para sellar la orilla del tapajuntas y la superficie del techo.

### Techo con declive

**Paso 1:** Coloque el tapajuntas en la posición correcta, céntralo sobre la marca del techo y trace la circunferencia interior en el techo con un crayón para madera. Use un cuchillo para uso general o una navaja de afeitar para cortar las tejas 1/2 in (15 mm) fuera de la línea marcada para exponer el techo. Voltee el tapajuntas al revés, céntralo sobre la ubicación en el techo y marque una línea en la orilla interior (**Diagrama B**). Utilice una sierra sable o alternativa para cortar 1/2 in (15 mm) fuera de la línea marcada (**Diagrama C**). Tenga cuidado de no cortar ningún elemento de la armadura, tubos ocultos ni cables eléctricos.

**Paso 2:** Use una barra plana para romper las pestañas de sellado del asfalto de las tejas y retire cuidadosamente las grapas o los clavos por encima del punto medio a la orilla superior del orificio. Retire suficientes tejas para exponer la capa inferior del fieltro en medio del orificio del tapajuntas.

**Paso 3:** Aplique una línea de sellador de 1/2 in (15 mm) alrededor del lado interior del tapajuntas a lo largo de la línea de los orificios de los tornillos. Voltee el tapajuntas hacia arriba y céntralo sobre el orificio del techo; sujete el tapajuntas al techo con 16 tornillos\* para tapajuntas de 2 in (50 mm). Apriete los tornillos hasta que el sellador tenga un grosor mínimo de 1/8 de in (3 mm) y máximo de 1/4 de in (5 mm) entre el tapajuntas y el material del techo. No los apriete demasiado. Cubra las cabezas de los tornillos con sellador. Coloque de nuevo las tejas. Llene todos los orificios de sujeción y asegure las pestañas de las tejas cada 4 in (100 mm) con sellador para techos (**Diagrama E**).

\*En zonas de huracanes de alta velocidad, aumente a 21 los tornillos de los tapajuntas.

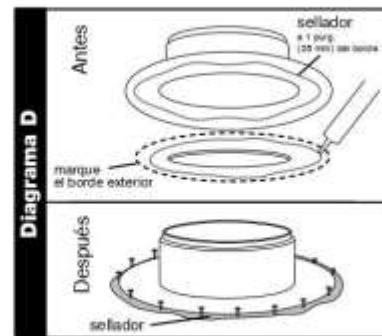
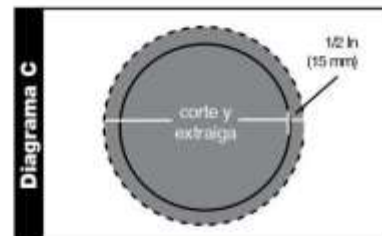
Para disponer de las instrucciones de instalación más actuales, visite [www.solatube.com/instructions](http://www.solatube.com/instructions)

Solatube International, Inc. © Copyright 2008

2210 Oak Ridge Way, Vista, CA 92081-8341

[www.solatube.com](http://www.solatube.com)

Part No. 950160 v1.0



### Tapa del reborde

**Nota:** Las condiciones locales del clima y los códigos de construcción de los edificios pueden exigir aislamiento del reborde.

Las dimensiones interiores de la tapa son 27 x 27 in (685 x 685 mm). Permita un espacio entre la tapa y el reborde para permitir el escurrimiento por el material del techo. El diámetro exterior máximo del ensamblaje del reborde (incluida la cubierta del techo) es de 26 1/2 x 26 1/2 in (675 x 675 mm) (**Diagrama F**).

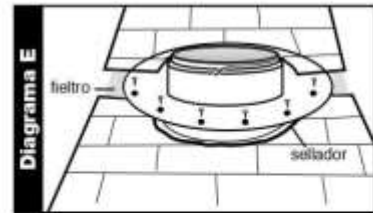
**Paso 1:** Coloque la tapa del reborde en el reborde construido o fabricado. Verifique que la tapa se ajuste bien y que no haya obstrucciones en el camino del tubo.

**Paso 2:** Aplique una línea de sellador de techo de 1/4 de in (5 mm) en la parte superior del reborde donde hará contacto con la parte interior de la tapa.

**Paso 3:** Sujete la tapa en el reborde con 8 tornillos para tapajuntas de 2 in (50 mm) a través de los lados de la tapa. No los apriete demasiado.

### Techo metálico

Consulte a un contratista comercial de techos acerca de las aplicaciones alternativas de los tapajuntas o del uso de las tapas de rebordes (rebordo proporcionado por terceros).



## Instrucciones de instalación del domo

### INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN DEL DOMO

**Nota:** Existen tres configuraciones de domos disponibles en la Serie Solatube SoloMaster®. Cada uno de ellas puede usarse para aplicaciones en cielos rasos abiertos o cerrados:

- o Domo exterior Solatube 330 DS
- o Domo exterior Solatube 750 DS
- o Domo interior\* con domo exterior Solatube 750 DS

Consulte la sección correspondiente para su aplicación.

**Nota:** El anillo del tubo debe colocarse en el tapajuntas antes de instalar el domo. Cuando el tapajuntas y el domo se instalan en una fase inicial antes de la instalación de la tubería, el anillo del tubo se usa sin ningún tubo superior colocado.

**Nota:** No aplique el sello de anillo del tubo (que se requiere sólo para las aplicaciones en cielos rasos abiertos) hasta la instalación final de la tubería en el tapajuntas. **Una vez que aplique el sello, no podrá retirar el anillo del tubo.**

### INSTALACIÓN DEL DOMO EXTERIOR 330 DS

**Paso 1:** Retire el refuerzo del sello del domo y adhiéralo firmemente a 1/4 de in (5 mm) por debajo de la orilla superior de la torreta del tapajuntas (**Diagrama G**).

**Paso 2:** Despegue el recubrimiento protector del Reflector LightTracker™. Utilice una brújula magnética para colocar el reflector con el lado reflejante hacia dentro y orientado al sur. Inserte las pestañas de montaje entre el tubo superior y el anillo del tubo (**Diagrama H**).

**Nota:** Este paso requiere que el tubo superior esté conectado al anillo del tubo.

**Paso 3:** Si usa el difusor secundario opcional, coloque el difusor con la orilla acanalada hacia abajo, encima del anillo del tubo.

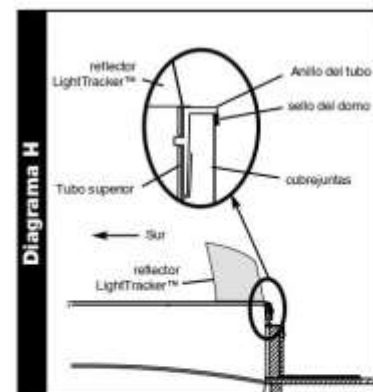
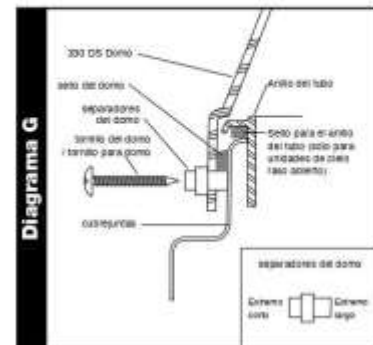
**Paso 4:** Coloque el domo en el anillo del tubo hasta que descance en él de manera uniforme. Inserte el extremo largo de los tres (3) separadores del domo en tres (3) de los seis (6) orificios de éste, dejando abierto uno de cada dos orificios. Use los separadores como guía para hacer una perforación previa de los orificios para los tornillos a través del tapajuntas usando la broca que se proporciona.

**Nota:** No utilice una broca más grande para evitar que los tornillos no queden bien apretados.

**Paso 5:** Sujete el domo al tapajuntas usando tres (3) tornillos para domo\*\* de 1 1/8 in (40 mm) y apriételos bien contra el separador (**Diagrama G**). No los apriete demasiado.

\* Se requiere un domo interior de acrílico para cumplir con ENERGY STAR; se requiere un domo interior de policarbonato para las zonas de huracanes de alta velocidad.

\*\* Para las zonas de huracanes de alta velocidad, sumerja la mitad del tornillo para el domo en sellador para techos.



6 Para disponer de las instrucciones de instalación más actuales, visite [www.solatube.com/instructions](http://www.solatube.com/instructions)



### INSTALACIÓN DEL DOMO EXTERIOR 750 DS

**Paso 1:** Frote el refuerzo del sello del domo y adhiéralo firmemente a 1/4 in (5 mm) por encima de la base del descanso del tapajuntas (**Diagrama G**).

**Paso 2:** Desde el interior del domo, inserte el extremo corto de los tres (3) separadores del domo en los orificios de éste. Coloque el domo sobre el tapajuntas. Use los separadores como guía para hacer una perforación previa de los orificios para los tornillos a través del tapajuntas usando la broca que se proporciona.

**Nota:** No utilice una broca más grande para evitar que los tornillos no queden bien apretados.

**Paso 3:** Sujete el domo al tapajuntas usando tres (3) tornillos para domo\* de 1 1/8 in (40 mm) y apriete los bien contra el separador (**Diagrama I**). No los apriete demasiado.

### INSTALACIÓN DEL DOMO INTERIOR CON DOMO EXTERIOR 750 DS

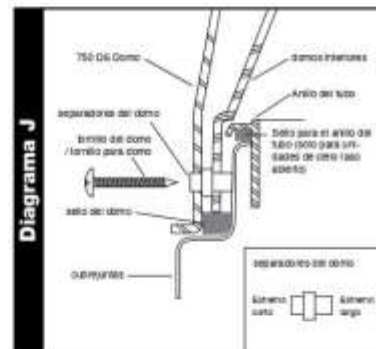
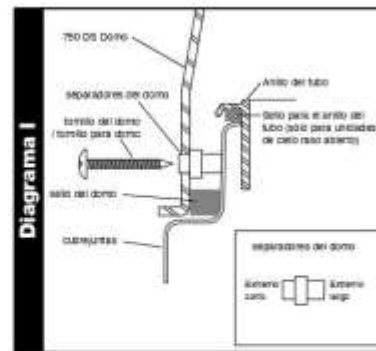
**Step 1:** Frote el refuerzo del sello del domo y adhiéralo firmemente a la base del descanso del tapajuntas (**Diagrama J**).

**Paso 2:** Coloque el domo interior en el anillo del tubo hasta que descansa en él de manera uniforme. Inserte el extremo largo de los tres (3) separadores del domo en tres (3) de los seis (6) orificios del domo interior, dejando abierto uno de cada dos orificios. Coloque el domo exterior 750 DS sobre el domo interior, haciendo pasar las paredes del domo exterior sobre cada separador hasta que el extremo corto del separador encaje a presión en el orificio del domo exterior. Use los separadores como guía para hacer una perforación previa de los orificios para los tornillos a través del tapajuntas usando la broca que se proporciona.

**Nota:** No utilice una broca más grande para evitar que los tornillos no queden bien apretados.

**Paso 3:** Sujete el domo al tapajuntas usando tres (3) tornillos para domo\* de 1 1/8 in (40mm) y apriete los bien contra el separador (**Diagrama J**). No los apriete demasiado.

\*Para las zonas de huracanes de alta velocidad, sumerja la mitad del tornillo para el domo en sellador para techos.



## Instrucciones de instalación en cielos rasos abiertos

### INSTALACIÓN DE TUBOS EN CIELOS RASOS ABIERTOS

**Nota:** El tubo superior puede ser un tubo superior con adaptador de ángulo o un tubo de extensión de 24 in (610 mm). Cada tubo cuenta con muescas para ensamblarlo al anillo del tubo.

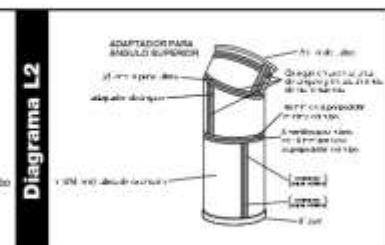
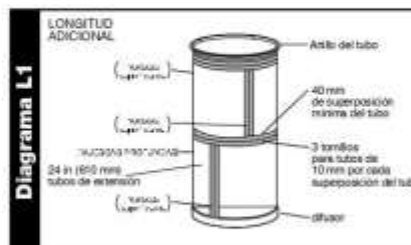
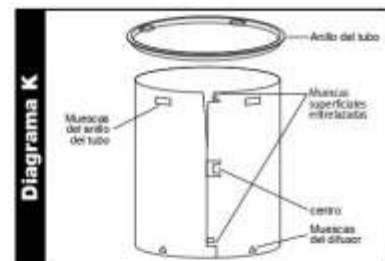
**Paso 1:** Para formar un tubo de extensión como tubo superior, entrelace los lados opuestos del tubo a través de las muescas superficiales y entrelace la pestaña central (**Diagrama K**). Aplique firmemente cinta de aluminio para cerrar, eliminando todas las amugas.

**Paso 2:** Deslice el anillo del tubo sobre el extremo de éste y haga pasar las cuatro pestañas del anillo del tubo a través de las muescas (**Diagrama K**). Aplique cinta de aluminio al anillo y a la superficie del tubo.

**Paso 3:** Si la instalación requiere longitud adicional o un adaptador de ángulo como tubo superior, ensamble los tubos como se ilustra en los **Diagramas L1 y L2**. Inserte el extremo de menor diámetro del tubo de extensión en el tubo de arriba con un mínimo de 1 1/2 in (40 mm) de empalme.

**Nota:** El ensamblaje del tubo debe terminar con un tubo de extensión de 24 in (610 mm) para aceptar el difusor.

**Nota:** Cuando utilice un adaptador de ángulo, inserte el ensamblaje del tubo en la abertura del tapajuntas. Ajuste el adaptador de ángulo de forma que el ensamblaje cuelgue en plomada hacia el interior del edificio con el anillo del tubo descansando encima del tapajuntas.



Para disponer de las instrucciones de instalación más actuales, visite [www.solatube.com/instructions](http://www.solatube.com/instructions)

Solatube International, Inc. © Copyright 2008

2210 Oak Ridge Way, Vista, CA 92081-8341

[www.solatube.com](http://www.solatube.com)

Part No. 950160 v1.0

7

**Paso 4:** Realice las marcas correspondientes en el anillo del tubo y el tapajuntas para alinear el ensamblaje cuando lo vuelva a insertar (**Diagrama M**). Retire el ensamblaje y coloque cinta de aluminio en la junta del ángulo y en la unión del remache del tubo. Coloque dos tornillos para tubos de 3/8 in (10 mm) en la junta adaptadora del ángulo (**Diagramas L1 y L2**).

**Nota:** Si es necesario un ángulo agudo, es posible que tenga que ajustar el adaptador de ángulo después de insertar el ensamblaje del tubo en ángulo recto.

#### ENSAMBLAJE E INSTALACIÓN DE DIFUSORES PARA CIELOS RASOS ABIERTOS

**Nota:** Nota: Sólo el tubo de extensión de 24 in (610 mm) posee muescas para aceptar el difusor para cielo raso abierto.

**Paso 5:** Localice cuatro (4) salientes a lo largo de la orilla exterior del difusor. Centre estas salientes para alinearlas con las muescas del tubo en el extremo inferior del tubo de extensión de 24 in (610 mm). Deslice el difusor sobre el extremo del tubo hasta que los sujetadores del difusor encajen a presión en las muescas del tubo (**Diagrama N**). Use la orilla del difusor como plantilla para marcar una línea alrededor del perímetro del tubo. Retire el difusor.

**Paso 6:** Retire el revestimiento del sello del difusor. Aplique el sello en el lado de la línea guía más cercano al extremo del tubo alrededor del perímetro de éste. Recorte el sello para empalmar bien los extremos.

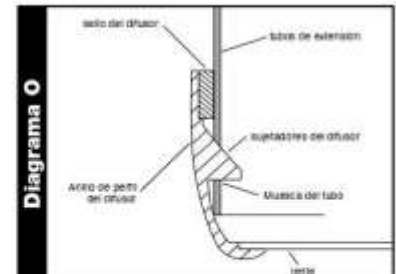
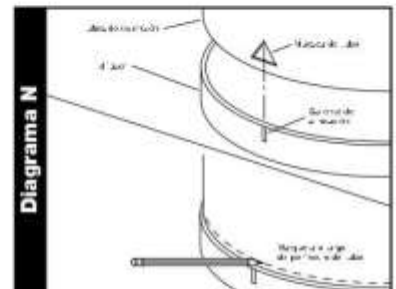
**Paso 7:** Retire el revestimiento protector de todas las piezas de tubería. Ensamble de nuevo el difusor sobre el extremo del tubo hasta que los sujetadores encajen a presión en las muescas del tubo (**Diagrama O**).

#### INSTALACIÓN DEL SELLO DEL ANILLO DEL TUBO Y ENSAMBLAJE FINAL

**Paso 8:** Retire el revestimiento adhesivo del sello del anillo del tubo e instale el sello del anillo del tubo en el lado inferior del anillo del tubo (**Diagrama P**). Reinserte el ensamblaje en la abertura del tapajuntas, con cuidado de alinear las marcas.

**Nota:** El sello del anillo del tubo se adherirá al tapajuntas cuando se instale el ensamblaje final.

Continúe con las instrucciones de instalación del domo.



## Instrucciones de instalación en cielos rasos cerrados

#### Cielos rasos suspendidos

**Paso 1:** Retire el panel del cielo raso en la ubicación elegida. La caja de transición reemplazará un panel de cielo raso de 2 x 2 pies (600 x 600 mm). Cuando instale en un sistema de paneles de cielo raso de 2 x 4 pies (600 x 1200 mm), inserte una barra en T transversal de 2 pies (600 mm).

#### Cielos rasos duros

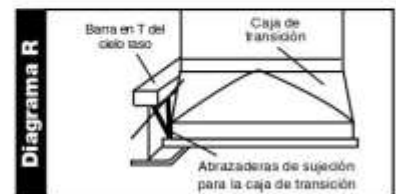
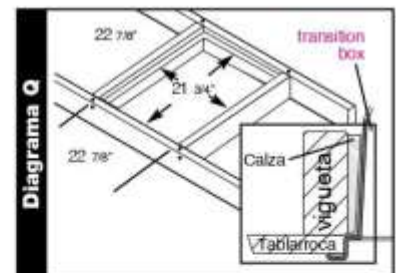
**Paso 1:** Corte una abertura cuadrada de 22 7/8 x 22 7/8 in (580 x 580 mm) a través del material del cielo raso. Agregue bloques a los extremos abiertos y a los lados de las calzas de la abertura para que mida 21 3/4 x 21 3/4 in (555 x 555 mm) (**Diagrama Q**).

#### INSTALACIÓN DE LA CAJA DE TRANSICIÓN

**Nota:** Gire los sujetadores en la caja de transición para retirar o reemplazar las lentes de efectos.

#### Cielos rasos suspendidos

**Paso 2:** Coloque la caja de transición en la rejilla del cielo raso suspendido. Sujete la caja de transición a la barra en T de la rejilla del cielo raso mediante cuatro sujetadores de transición en V (**Diagrama R**). Instale el sujetador sobre el cielo raso suspendido, a 2 in (50 mm) hacia dentro de cada esquina de la transición con el punto en "V" del sujetador haciendo presión hacia abajo contra la pared de la transición y con las patas contra la pared vertical de la barra en T. Empuje las patas del sujetador hacia abajo hasta que calcen bajo el reborde en la parte superior de la barra en T (**Diagrama R**).



**Step 3:** Retire el revestimiento protector del interior del tubo inferior y coloque el tubo sobre la sección redonda de la caja de transición (**Diagrama S**). Ajuste el ángulo del tubo inferior para alinearlo con la ubicación del tapajuntas del techo (**Diagrama T**).

**Cielos rasos duros**

**Paso 2:** Retire el revestimiento protector del interior del tubo inferior y deslice el tubo sobre la sección redonda de la caja de transición (**Diagrama S**). Inserte el ensamblaje de la caja de transición en la abertura con calzas del cielo raso desde la parte inferior.

**Paso 3:** Ajuste el ángulo del tubo inferior para alinearlo con el tapajuntas del techo (**Diagrama T**). Anclalo en su sitio usando cuatro (4) tornillos punta broca de 1 5/8 in (40 mm). Inserte un tornillo a través de cada lado de la caja de transición 1 1/2 in (40 mm) desde la parte inferior.

**INSTALACIÓN DE TUBERÍAS EN CIELOS RASOS CERRADOS**

**Nota:** El tubo superior puede ser un tubo superior con adaptador de ángulo o un tubo de extensión de 24 in (610 mm). Cada tubo cuenta con muescas para ensamblarlo al anillo del tubo.

**Paso 4:** Cuando utilice un adaptador de ángulo para el tubo superior, deslice el anillo del tubo sobre el extremo de éste y encaje las cuatro (4) pestañas del anillo del tubo a través de las muescas. Aplique cinta de aluminio al anillo y a la superficie del tubo (**Diagrama U**).

**Paso 5:** Si requiere más longitud de tubo vertical desde el tapajuntas para alinear el ángulo del tubo superior con el ángulo del tubo inferior, utilice un tubo de extensión como tubo superior (**Diagrama V**). Forme un tubo de extensión de diámetro grande entrelazando los extremos opuestos del tubo a través de las muescas superficiales y entrelazando la pestaña central (**Diagrama W**). Deslice el anillo del tubo sobre el extremo del tubo de extensión, alineando las pestañas del anillo del tubo en las muescas. Coloque cinta de aluminio en la unión vertical y una con ella el anillo del tubo y el tubo de extensión. Instale el adaptador de ángulo en el extremo del tubo superior de extensión de acuerdo con las instrucciones.

**Paso 6:** Inserte el ensamblaje del tubo superior en el tapajuntas y gire el adaptador de ángulo para que el tubo superior se alinee con el tubo inferior. Mida la distancia entre los tubos. Las longitudes del tubo superior y del tubo inferior ("A" y "B") deben ser iguales (**Diagrama X**). El adaptador interior de ángulo también puede ajustarse para lograr esta medida. Registre esta longitud para usarla posteriormente para determinar los requisitos de extensión del tubo.

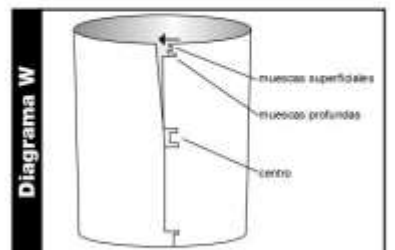
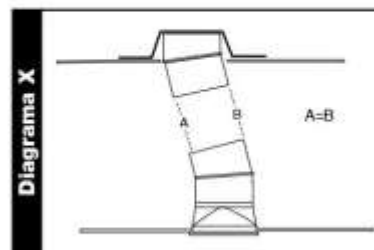
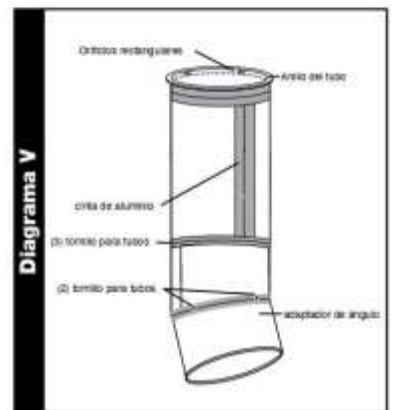
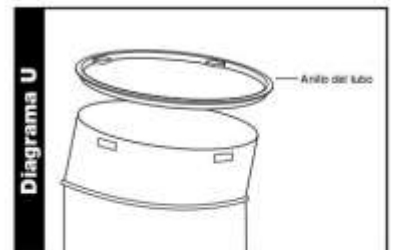
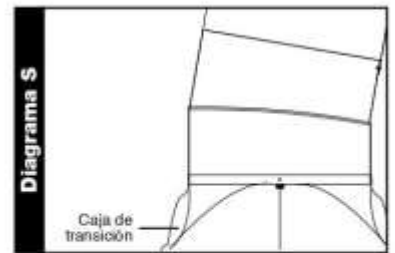
**Paso 7:** Retire el ensamblaje del tubo superior. Si no requiere tubos de extensión, una con cinta la junta del adaptador de ángulo y la unión del tubo. Coloque dos (2) tornillos para tubos de 3/8 in (10 mm) en la junta adaptadora del ángulo. Si requiere tubos de extensión, lleve el ensamblaje del tubo superior a un área nivelada donde pueda hacerlos.

**Nota:** Si va a aislar el tapajuntas, coloque aislamiento de batán de fibra de vidrio alrededor de las paredes interiores del tapajuntas antes de insertar el ensamblaje del tubo superior.

**ENSAMBLAJE DEL TUBO DE EXTENSIÓN**

**Paso 10:** Agregue 4 in (100 mm) a la medida que tomó en el Paso 7. Esto toma en consideración 2 in (50 mm) de tubo de extensión que se inserta en el tubo inferior y en el superior. Determine la cantidad de tubos de extensión necesarios; cada tubo de extensión debe tener un empalme de 1 1/2 in (40 mm).

**Paso 11:** Los tubos de extensión tienen muescas profundas y superficiales en ambos extremos. Forme tubos con un diámetro pequeño en el extremo superior (usando las muescas profundas) y un diámetro grande en el extremo inferior (usando las muescas superficiales) entrelazando la pestaña central (**Diagrama W**). Después de formar el tubo, aplique firmemente cinta de aluminio a la unión vertical aplanando todas las aristas. Retire el revestimiento protector de la parte interior del tubo antes de instalarlo. Puede cortar los tubos a la longitud que requiera. Si los corta, utilice siempre el extremo con el corte de fábrica cuando una el tubo de extensión al tubo superior.



Para disponer de las instrucciones de instalación más actuales, visite [www.solatube.com/instructions](http://www.solatube.com/instructions)

Solatube International, Inc. © Copyright 2008

2210 Oak Ridge Way, Vista, CA 92081-6341

[www.solatube.com](http://www.solatube.com)

Part No. 950160 v1.0



**Paso 12:** Retire el revestimiento protector del interior del tubo superior. Inserte el extremo de menor diámetro del tubo de extensión en el tubo superior con un mínimo de 1 ½ in (40 mm) de empalme. Una los tubos de extensión en montaje telescópico hasta alcanzar la longitud de tubo requerida. El extremo de diámetro mayor del tubo siempre debe estar orientado hacia abajo. Aplique cinta de aluminio firmemente alrededor de cada junta de tubo y coloque tres (3) tornillos para tubos de 3/8 in (10 mm) a través de cada junta de tubo empalmado (**Diagrama Y**).

#### INSTALACIÓN DE ENSAMBLAJES DE TUBOS

**Paso 13:** Lleve el ensamblaje de tubos a la ubicación del tapajuntas en el techo. Insértelos a través del tapajuntas y bájelos por encima del tubo inferior. Ajuste el tubo superior de forma que el anillo del tubo descansen sobre el tapajuntas de manera uniforme. Fije las marcas correspondientes al anillo del tubo y al tapajuntas para realinear el ensamblaje cuando lo vuelva a insertar (**Diagrama Z**). Retire el ensamblaje y coloque cinta de aluminio en la junta del ángulo y en la unión del remache del tubo. Coloque dos (2) tornillos para tubos de 3/8 in (10 mm) en la junta adaptadora del ángulo. Vuelva a insertar el ensamblaje en el tapajuntas y alinee las marcas.

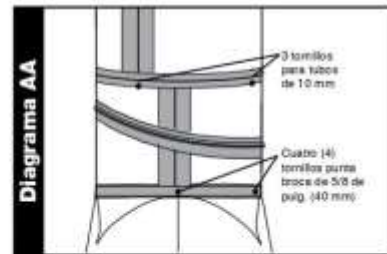
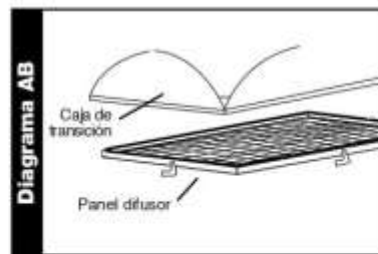
#### TERMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA CAJA DE TRANSICIÓN

**Paso 14:** Coloque cinta de aluminio en el adaptador de ángulo del tubo inferior y en las juntas del tubo de extensión. Coloque cinta de aluminio para unir la caja de transición al tubo inferior. Coloque tres (3) tornillos para tubos de 3/8 in (10 mm) en la junta del tubo empalmado. Coloque cuatro (4) tornillos punta broca de 5/8 in (40 mm) en el tubo empalmado y la caja de transición (**Diagrama AA**).

#### INSTALACIÓN DEL PANEL DIFUSOR

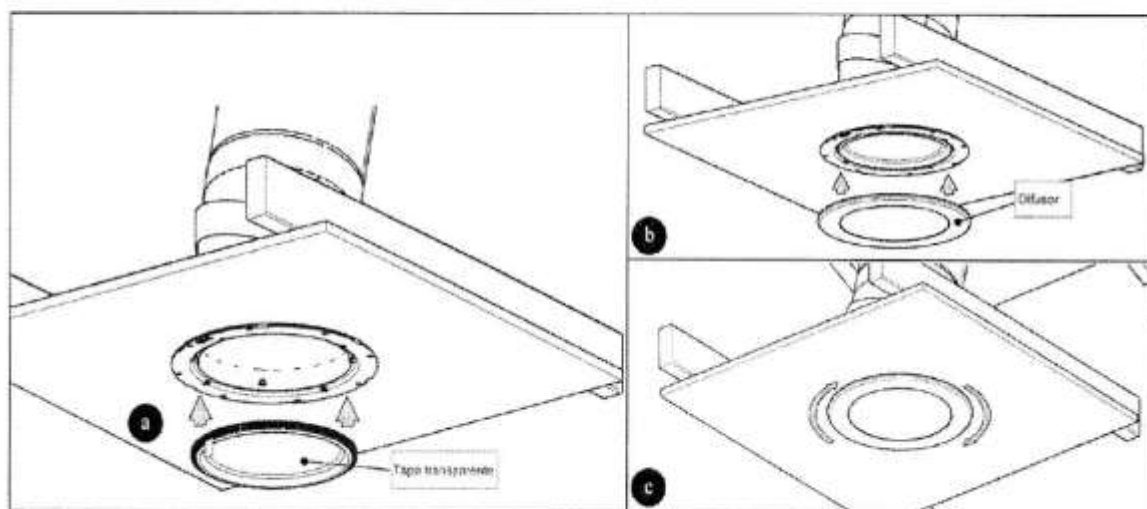
**Paso 15:** Coloque el panel difusor en la caja de transición y asegúrelo empujando los sujetadores en las muescas proporcionadas (**Diagrama AB**).

**\*Nota:** Para las zonas de huracanes de alta velocidad, aplique sello al anillo del tubo. Retire el revestimiento adhesivo e instale el sello del anillo del tubo en el lado inferior del anillo del tubo (**Diagrama P**).





### Quitar y poner el difusor de un Solatube para cambiar la bombilla



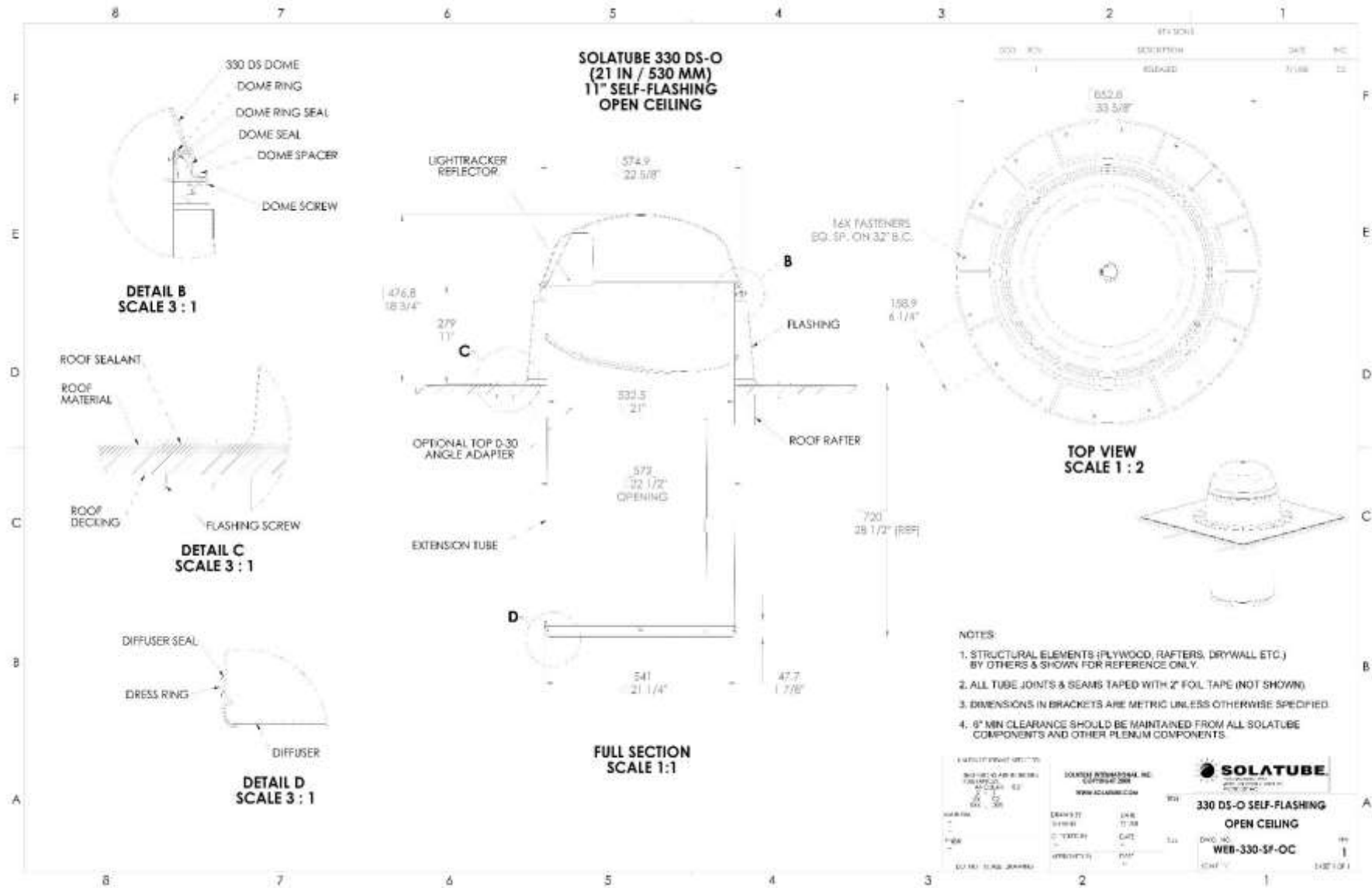
**Quitar el difusor:**

- C Gire el difusor en sentido contrario de las agujas de reloj, hasta que haga tope,
- B Saque el difusor hacia abajo
- A Quite la tapa transparente del Solatube, tirando la pestaña transparente hacia abajo.
- Cambie la bombilla con rosca E27

**Poner el difusor:**

- A Pon la tapa transparente del Solatube, con la pestaña transparente hacia abajo.
- B Pon el difusor de manera que coinciden sus pestañas con las mellas en el anillo de techo.
- C Gire el difusor en sentido de las agujas de reloj, hasta que haga tope,

**ANEXOS 22: FICHA TECNICA 3- ESQUEMAS SOLATUBE 330DS TECHO ABIERTO**





Certificados y homologaciones

		Normas CE	Normas EEUU
<b>E S T A N Q U E I D A D</b>	Al agua		ICBO AC16 y ASTM E-331-93, con una diferencia de presión de 29,3kg/m <sup>3</sup> y un flujo de agua de 203,7V/m <sup>3</sup>
	A la nieve	Según el certificado del BBA, cumple con la norma británica BS 6399-2: 1997 y BS 6399-3: 1988. Según el informe de las pruebas CSTB nº BV 07-367 del 8 de junio de 2007, los valores de carga de nieve soportados están clasificados como factor de seguridad 3 (48,9 kg/m <sup>2</sup> )	
	Al viento	Según el certificado del BBA cumple con la norma británica BS 6399-2: 1997. Supera las pruebas realizadas por el CSTB, informe nº BV 07-367 del 8 de junio de 2007.	Test conforme protocolo PA203 para ver la resistencia del domo frente a los huracanes y ASTM E-330
	Al ruido	Aislamiento acústico, cumple con los requisitos de las normas EN ISO 140 5 1996 y UNI EN 12354 según pruebas realizadas con el procedimiento de UNI EN ISO 717-1, 140-1: 2006	Modelo DS 160 ≥ 68dB Modelo DS 290 ≥ 65dB Modelo DS 330 ≥ 49dB
<b>DURABILIDAD</b>	Pruebas de 4000h, realizadas por el CSTB en octubre y noviembre de 2007 para cumplir con la NF ISO 9227	2006 International Building codes ® (IBC) 2006 International Residential codes ® (IRC)	
<b>TRANSMISIÓN DE CALOR</b>	Valor U de 2,2 W/m <sup>2</sup> K, según las pruebas realizadas por el BBA, que cumplen los requisitos de los BS EN ISO 10211-1: 1996 y BS EN ISO 10211-2: 2001		
<b>PROTECCIÓN UV</b>	Medición de transmisión del espectro de radiación ultravioleta realizada por Shimadzu UV-160 UV—visible grabación con espectrómetro. Domo acrílico y difusor acrílico.	UV transmisión 0,3% por debajo de 375 nm. 3% a 350 nm. 2,4% a 316 nm. 1,1% a 267 nm.	
<b>INDICE NATURAL DE COLOR</b>	Tomando como referencia y estándar color Visto por la luz natural: 99,8°0.		
<b>RESISTENCIA AL IMPACTO</b>	Pruebas de resistencia del domo a los impactos. Informe del CSTB nº BV07-734B del 23 de octubre 2007	Test conforme protocolo PA201 con una velocidad del misil de 15,5 m/s.	
<b>CARACTERÍSTICAS FRENTE AL FUEGO</b>	Características de los materiales frente al fuego. Tubos de extensión "Spectralight Infinity®", categoría M1 según informe CSTB nº RA07-0482 del noviembre 2007. Domo en acrílico categoría M4 según informe CSTB nº RA08-0096 de 11 de marzo 2008. Difusor categoría M3 y M4, según informe CSTB nº RA08-0097 del 11 de marzo 2008.	a) Clase B—una cerilla encendida en contacto con el domo se apaga sin transferir el fuego al domo según ASTM E 108 y UL 790. b) Punto de inflamación superior a 350°C según ASTM D-1929-68 (1975) c) Densidad de humo, o bien < 75 según UBC standard 26-5 ASTM D-2943 70 o bien, <450 según UBC 8.1 ASTM standard E84-91 A. d) Velocidad de quema <64 mm/minuto clasificación CC2 según UBC standard 26-7 ASTM D-635-74.	
<b>APROBACIONES DEL PRODUCTO</b>	Cumple los requisitos las Building Regulations 2000 (Gran Bretaña) certificado del BBA nº 08/4597 y Avis Technique del CSTB 06/06-1768	ICBO ES Report 5057 UL E170664, E169572 Ciudad de Los Angeles (RR) 25251	
<b>CERTIFICACIONES DE CALIDAD Y PRODUCTO ECOLOGICO</b>	Directiva 2001/95/EC conforme TÜV Rheinland con certificación nº 30782899.001	Puntúa en los apartados de la certificación de edificación verde, LEED: por la luz Natural; por la optimización del Uso Energético; por el Reciclado de materiales; por el Nivel de Control de los sistemas instalados; y por Innovación en el diseño.	

Emisiones agentes contaminantes

Modelo Solatube	Producción de luz	Emisión de CO2 a la atmosfera	Emisión de NOX a la atmosfera	Emisión de SOX a la atmosfera	TOTAL AÑO
DS 160 (25 CM.)	3.750 lumen	3,06 kg.	0,31 kg	0,31 kg	3,68 kg.
DS 290 ( 35 CM.)	6.500 lumen	5,30 kg.	0,53 kg.	0,53 kg	6,35 kg.
DS 330 (53 CM.)	12.000 lumen	9,81 kg.	0,98 kg.	0,98 kg.	11,77 kg.

www.solatubelevante.com

**El Peruano**  
Formado Digitalmente por:  
EDITORIA PERU  
Fecha: 12/03/2019 04:35:11

---

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

  
**El Peruano**  
FUNDADO EL 27 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMON BOLIVAR

---

AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD

Martes 12 de marzo de 2019



**RESOLUCIÓN MINISTERIAL**  
**N° 083-2019-VIVIENDA**

**NORMA TÉCNICA EM.010**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS**  
**INTERIORES DEL REGLAMENTO**  
**NACIONAL DE EDIFICACIONES**

**NORMAS LEGALES**

**SEPARATA ESPECIAL**

- a) El trabajo visual es crítico,  
 b) Los errores son costosos de rectificar,  
 c) La exactitud, la mayor productividad o la concentración incrementada son de gran importancia,  
 d) Los detalles de la tarea son de tamaño inusualmente pequeño o de bajo contraste,  
 e) La tarea es realizada durante un tiempo inusualmente largo, o  
 f) La capacidad visual del trabajador está por debajo de lo normal.

**Columna 4:** Proporciona los límites de UGR máximos (límite de Índice de Deslumbramiento Unificado,  $UGR_L$ ) que son aplicables a la situación recogida en la columna 2.

**Columna 5:** Proporciona la uniformidad de iluminancia mínima  $U_o$  sobre la superficie de referencia para la iluminancia mantenida dada en la columna 3.

**Columna 6:** Proporciona los índices de reproducción cromática ( $R_a$ ) para la situación recogida en la columna 2.

**Columna 7:** Proporciona los requisitos específicos para las situaciones recogidas en la columna 2.

#### REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	$E_m$ lux	$UGR_L$	$U_o$	$R_a$	Requisitos específicos
1.1	<b>Zona privada</b>					
	Dormitorio	50				
	Baño	100				
	Baño (zona de espejo)	500				
	Cocina	300				
	Sala, Sala de estar	100				
	Comedor	100				
	Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares)	500				
	Pacios, zonas abiertas	20				
	Estacionamientos bajo techo	50				
1.2	<b>Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)</b>					
	Vestíbulos de entrada	100	22		60	
	Salas de estar (pública)	200	22		80	
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	1 Iluminancia al nivel del suelo 2 $R_a$ y UGR similares a áreas adyacentes 3 150 lux si hay vehículos en el recorrido 4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche 5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones
	Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)	150	25	0,40	40	Requiere contraste mejorado sobre los escalones
	Ascensores, montacargas	100	25	0,40	40	El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos $E_m = 200$ lx
	Rampas/andenes/pacios de carga	150	25	0,40	40	

2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	$E_m$ lux	$UGR_L$	$U_o$	$R_a$	Requisitos específicos
	Sala de juegos	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas



2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>s</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Guarderías	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas
	Sala de manualidades	300	19	0,60	80	
	Aulas de profesores	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Salas de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias AV necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares. El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
	Locales de artes y oficios	500	19	0,60	80	
	Locales de artes (en escuelas de arte)	750	19	0,70	90	5 000 K ≤ T <sub>CP</sub> < 6 500 K
	Salas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
	Locales de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
	Aulas de manualidades	500	19	0,60	80	
	Taller de enseñanza	500	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de música	300	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de computación	300	19	0,60	80	
	Laboratorio de idiomas	300	19	0,60	80	
	Locales y talleres de preparación	500	22	0,60	80	
	Vestíbulo de entrada	200	22	0,40	80	
	Áreas de circulación, pasillos	100	25	0,40	80	
	Escañeras	150	25	0,40	80	
	Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	22	0,40	80	
	Locales de maestros	300	19	0,60	80	
	Biblioteca: estanterías	200	19	0,60	80	
	Biblioteca: áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Almacenes de material de profesores	100	25	0,40	80	
	Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	0,60	80	En caso de no existir norma internacional véase la Norma EN 12193 para las condiciones de entrenamiento
	Cocina	500	22	0,60	80	

3. SALUD						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>s</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
3.1	<b>Salas de uso general</b>					
	Salas de espera	200	22	0,40	80	Deben impedirse luminancias demasiado elevadas en el campo de visión de los pacientes
	Corredores: durante el día	100	22	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
	Corredores: durante la noche	50	22	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
	Ambientes para curaciones	500	19	0,60	80	
	Salas para consulta médica	500	16	0,60	90	T <sub>cp</sub> 4 000 k, como mínimo
	Ascensores para personas y visitantes	100	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo



3. SALUD						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>s</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Ascensores de servicio y montacargas	200	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo
3.2	<b>Salas de personal</b>					
	Oficina del personal	500	19	0,60	80	
3.3	<b>Salas de guardia, salas de maternidad</b>					
	Iluminación general	100	19	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
	Iluminación para la lectura	300	19	0,70	80	
	Exámenes generales	300	19	0,60	80	
	Exámenes específicos y tratamiento de maternidad	1 000	19	0,70	90	
	Iluminación nocturna, iluminación de observación	5	-	-	80	
	Baños y tocadores para pacientes	200	22	0,40	80	
3.4	<b>Salas de exámenes generales</b>					
	Alumbrado general (Salas de examen)	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 5 000 K
	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	
3.5	<b>Salas de examen ocular</b>					
	Alumbrado general	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 5 000 K
	Exámenes ocular	1 000	-	-	90	
	Prueba de lectura y visión cromática con diagrama de visión.	500	16	0,70	90	
3.6	<b>Salas de examen auditivo</b>					
	Alumbrado general	300	19	0,60	80	
	Examen auditivo	1 000		-	90	
3.7	<b>Salas de escáner</b>					
	Alumbrado general	300	19	0,60	80	
	Escáners con aumentadores de imágenes y sistemas de TV	50	19	-	80	
3.8	<b>Salas de parto</b>					
	Alumbrado general	300	19	0,60	90	
	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	
	<b>Salas de tratamiento (general)</b>					
	Salas de diálisis	500	19	0,60	80	
	Salas de dermatología	500	19	0,60	90	
	Salas de endoscopias	300	19	0,60	80	
	Salas de enyesar	500	19	0,60	80	
	Baños de médicos	300	19	0,60	80	
	Masaje y radioterapia	300	19	0,60	80	
3.9	<b>Áreas de operación</b>					
	Salas pre-operatorias y de recuperación	500	19	0,60	90	
	Sala de operaciones	1000	19	0,60	90	
	Quirófano			-		E <sub>m</sub> : 10 000 lx a 100 000 lx
3.10	<b>Unidad de cuidados intensivos</b>					
	Iluminación general	100	19	0,60	90	Iluminancia a nivel del suelo
	Exámenes sencillos	300	19	0,60	90	Iluminancia a nivel del suelo