



Diseño de Sistema Fotovoltaico y de Iluminación para el Laboratorio de Calibración y Ensayos de Medidores de la Empresa de Energía de Boyacá S.A ESP.

Fabio Leonardo Acuña Diaz

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Tunja, Colombia
2020

Diseño de Sistema Fotovoltaico y de Iluminación para el Laboratorio de Calibración y Ensayo de Medidores de la Empresa de Energía de Boyacá S.A ESP.

Fabio Leonardo Acuña Diaz

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electromecánico

Director:

Ingeniero Juan David Rivera Niquepa

Línea de Investigación:

Energías Renovables e Instalaciones Eléctricas.

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Tunja, Colombia

2020

A Dios, por permitirme cumplir cada una de las metas que me he planteado.

A mis padres por su dedicación, esfuerzo y por ser un ejemplo a seguir tanto en lo personal como en lo profesional.

A mi familia y amigos por brindarme siempre su apoyo incondicional en todo lo que me he propuesto.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme realizar este proyecto, a la Universidad Antonio Nariño y su Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica por generar los espacios necesarios para el desarrollo de esta investigación, a la Empresa de Energía de Boyacá por permitirme contar con su aval, al Director Ingeniero Juan David Rivera Niquepa por su acompañamiento, al Director encargado por la EBSA Ingeniero Cesar Hernando Rodríguez Fagua por su supervisión, y a los demás ingenieros y amigos que realizaron sus aportes de información.

Resumen

Con la elaboración de este proyecto se propone realizar un estudio y diagnóstico de la iluminación del Laboratorio de Ensayo y Calibraciones de Energía de la Empresa de Energía de Boyacá (EBSA), con el fin de diseñar un sistema de fotovoltaico para suministrar energía a las luminarias, dejando como respaldo la red eléctrica y la energía restante de generación de los paneles que es suministrada a la red de la empresa.

En el estudio y diseño de iluminación se realizan mediciones, para elaborar el diagnóstico que permita evidenciar como se encuentra la iluminación actual, esto con el fin de analizar su mejora cumpliendo con los requisitos establecidos por las normas y reglamentos técnicos.

Para el diseño fotovoltaico se tienen en cuenta tanto la selección de componentes, tales como: baterías, inversores, controladores y equipos de medidas, como los diferentes cálculos de instalación y generación, además del peso de estructura que soporta la cubierta superior del laboratorio.

Dado que la EBSA se encuentra interesada en involucrarse con el tema de energías renovables, buscando alinearse con las tendencias nacionales e internacionales, cabe resaltar que los sistemas fotovoltaicos contribuyen con el medio ambiente en reducción de la contaminación.

Mediante la elaboración de este proyecto se pretende mejorar la iluminación del laboratorio esto con el fin de no contar con riesgos de cortes de energía, ya que estos afectan los ensayos y calibraciones que son prestados como servicio a clientes particulares e internos de la Empresa de Energía de Boyacá.

Palabras clave: Empresa de Energía de Boyacá, Laboratorio de Medidores, Sistema Fotovoltaico, Ley 1415, Ensayo y Calibración, Iluminación, Retilap.

Abstract

With the elaboration of this project, it is proposed to carry out a study and diagnosis of the lighting of the Energy Testing and Calibration Laboratory of the Boyacá Energy Company (EBSA), in order to design a hybrid photovoltaic system to supply energy to the luminaires, leaving the electrical network as a backup and the remaining energy generated by the panels that is supplied to the company's network.

In the study and design of lighting, measurements are made to make the diagnosis that allows showing how the current lighting is, this in order to analyze its improvement, complying with the requirements established by the standards and technical regulations.

For the photovoltaic design, both the selection of components, such as: batteries, inverters, controllers and measurement equipment, as well as the different installation and generation calculations, in addition to the weight of the structure that supports the upper roof of the laboratory, are taken into account.

Given that EBSA is interested in getting involved with the issue of renewable energies, seeking to align with national and international trends, it should be noted that photovoltaic systems contribute to the environment by reducing pollution.

Through the elaboration of this project, it is intended to improve the lighting of the laboratory in order to avoid risks of power outages, since these affect the tests and calibrations that are provided as a service to private and internal customers of the Energy Company of Boyacá.

Keywords: Boyacá Energy Company, Meters Laboratory, Photovoltaic System, Law 1415, Testing and Calibration, Lighting, Retilap.

Contenido

Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas	XVI
Lista de planos	XVII
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	1
Introducción	2
1. Marco teórico.....	7
1.1 La iluminación: Definiciones y Clasificación.....	7
1.1.1 Iluminación natural.....	8
1.1.2 Iluminación lateral.....	8
1.1.3 Iluminación cenital	9
1.1.4 Iluminación combinada	10
1.2 Iluminación artificial.....	11
1.2.1 Lámparas incandescentes	12
1.2.2 Lámparas Fluorescentes	13
1.2.3 Lámparas halógenas	14
1.2.4 Lámparas led.....	16
1.3 Parámetros de las luminarias	17
1.4 Software Dialux	20
1.5 Luxómetro digital.....	21
1.6 Radiación solar	22
1.7 Sistemas Fotovoltaicos	24
1.8 Componentes fotovoltaicos	25
1.8.1 Paneles solares	26
1.8.2 Inversores.....	29
1.8.3 Medidor de energía.....	30
1.9 Modos de conexión de los sistemas fotovoltaicos	31
1.9.1 Conexión on grid.....	31
1.9.2 Conexión off grid.....	32
1.9.3 Conexión combinada	33

1.10	Telemedida	34
2.	Desarrollo Metodológico	37
2.1	Diagnóstico de iluminación	37
2.1.1	Entrevista con el jefe de la oficina de planeación y regulación	38
2.2	Caracterización de las instalaciones	38
2.2.1	Zona de calibración	39
2.2.2	Zona de alistamiento inicial	40
2.2.3	Área de bodega de sellos y cuarto de control	41
2.2.4	Bodega de alistamiento final.....	41
2.2.5	Bodega de recepción de medidores	42
2.2.6	Área de pasillo, oficinas, baños	43
2.3	Mediciones de iluminación	44
2.3.1	Mediciones área de calibración	44
2.3.2	Mediciones área de alistamiento	51
2.3.3	Mediciones área cuarto de control.....	52
2.3.4	Mediciones cuarto de sellos	53
2.3.5	Mediciones de pasillos baños.....	54
2.3.6	Mediciones de iluminación de oficinas.....	56
2.4	Análisis de iluminación.....	57
2.5	Criterios del diseño de iluminación.....	59
2.6	Criterios de diseño de sistema fotovoltaico	60
2.6.1	Ubicación de la instalación	61
2.6.2	Verificación de irradiación de la zona	62
2.6.3	Descripción de carga.....	65
2.6.4	Proceso de diseño de sistema fotovoltaico.....	67
2.6.5	Inversor	70
2.6.6	Equipo de medida	71
3.	Resultados de los diseños	72
3.1	Dimensionamiento del sistema de iluminación.....	72
3.2	Verificación y depuración del sistema	76
3.3	Cuadro de cargas propuesto.....	85
3.4	Análisis de estudios de irradiación	89
3.5	Resultado del dimensionamiento de paneles	94
3.6	Verificación de condiciones estructurales	106
3.7	Inversor.....	113
3.8	Medidor bidireccional	115
3.9	Selección del conductor	116
3.10	Planos.....	117
4.	Conclusiones y recomendaciones	125
4.1	Conclusiones	125
4.2	Recomendaciones	126
Glosario	245

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1 Iluminación Lateral. Laboratorio EBSA	9
Figura 1-2 Iluminación cenital. Terminal de Transporte Tunja (Boyacá)	10
Figura 1-3 Iluminación combinada	11
Figura 1-4 Partes de la bombilla	12
Figura 1-5 Incandescencia.....	13
Figura 1-6 Partes de la lámpara fluorescente	14
Figura 1-7 Ciclo del alógeno	15
Figura 1-8 Longitud de onda LED	16
Figura 1-9 Índice de reproducción cromática	18
Figura 1-10 Diseño en software Dialux	21
Figura 1-11 Luxómetro	22
Figura 1-12 Ondas electromagnéticas producidas por la radiación	23
Figura 1-13 Rotación de la tierra alrededor del sol	24
Figura 1-14 Elementos de un sistema fotovoltaico.....	26
Figura 1-15 Panel o modulo solar.....	27
Figura 1-16 Parámetros técnicos de los paneles	27
Figura 1-17 Tipos de inversores y su eficiencia	29
Figura 1- 18 Medidor de energía	31
Figura 1-19 Sistema fotovoltaico conectado a red	32
Figura 1-20 Sistema fotovoltaico no conectado a red	33
Figura 1-21 Sistema fotovoltaico combinado o hibrido.....	34
Figura 1-22 Tecnología AMI, o Smart grid	35
Figura 2-1 Área del laboratorio de medidores.....	38
Figura 2-2 Planta segundo piso	39
Figura 2-3 Área de calibración.....	39
Figura 2-4 Zona de alistamiento inicial	40
Figura 2-5 Bodega de sellos y cuarto de control.....	41
Figura 2-6 Bodega de alistamiento final.....	42
Figura 2-7 Bodega de recepción.....	42
Figura 2-8 Baños	43
Figura 2-9 Oficinas	43
Figura 2-10 Mediciones de iluminación.....	44

Figura 2-11 Mediciones en el área de calibración	45
Figura 2-12 Disposición de luminarias en la zona de alistamiento.....	52
Figura 2-13 Disposición de luminarias en zona ups	53
Figura 2-14 Disposición de iluminación cuarto de sellos	53
Figura 2-15 Disposición de iluminación en oficinas	56
Figura 2-16 Ubicación del proyecto	62
Figura 2-17 Página Atlas solar	63
Figura 2-18 Página pvgis	64
Figura 2-19 Disposición de las luminarias planta 1.....	66
Figura 2-20 Luminarias piso 2	66
Figura 2-21 Medidor de energía bidireccional	71
Figura 3-1 Dimensionamiento de los puestos de trabajo.....	73
Figura 3-2 Planta 1 laboratorio de medidores.....	76
Figura 3-3 Planta piso 2	76
Figura 3-4 Iluminación actual del laboratorio	78
Figura 3-5 Iluminación en nuevo diseño	79
Figura 3-6 Iluminación actual piso 2	79
Figura 3-7 Iluminación en diseño	80
Figura 3- 8 diagramas de bloques de comparación.....	88
Figura 3-9 Comportamiento de irradiación en el año	90
Figura 3-10 Comportamiento de irradiación en el año	92
Figura 3-11 Comportamiento de la irradiación anual	93
Figura 3- 12 Panel solar	95
Figura 3- 13 especificaciones del panel solar	95
Figura 3- 14 curva de tensión y corriente	96
Figura 3-15 Áreas de instalación de paneles.....	97
Figura 3-16 Distribución de los paneles.....	98
Figura 3-17 Inclinación y separación de los paneles	99
Figura 3-18 Diagrama de barras para irradiación	100
Figura 3-19 Mapa de calor sombreado.....	100
Figura 3-20 Vista desde el sureste	101
Figura 3-21 Vista desde el suroeste	102
Figura 3-22 Fuente de pérdidas del sistema	103
Figura 3-23 Conexionado de paneles.....	104
Figura 3- 24 conexionado de los paneles	105
Figura 3-25 Estructura de cubierta	106
Figura 3-26 Vista de la planta estructural	108
Figura 3-27 Verificación de correas.....	109
Figura 3-28 Propiedades del perfil estructural	110
Figura 3-29 Verificación de correas 300*150*5	111
Figura 3-30 Propiedades estructurales.....	111
Figura 3-31 Localización del reforzamiento	112
Figura 3- 32 inversor	113

Figura 3- 33 curva de eficiencia del inversor.....	114
Figura 3- 34 medidor de energía	115
Figura 3- 35 diagrama de conexión	116

Lista de tablas

Tabla 1-1 Parámetros de luminarias	17
Tabla 1-2 Comparación de luminarias	18
Tabla 2-1 Mediciones de iluminación zona calibración	46
Tabla 2-2 Mediciones de iluminación zona alistamiento	51
Tabla 2-3 Mediciones de cuarto de control	53
Tabla 2-4 Mediciones de iluminación cuarto de sellos	54
Tabla 2-5 Mediciones del área de pasillos baños	55
Tabla 2-6 Mediciones oficinas	57
Tabla 2-7 Factor de corrección	58
Tabla 2-8 Formula inclinación de paneles.....	60
Tabla 2-9 Ventajas y desventajas de la página Pvgis.	64
Tabla 2-10 Carga actual del laboratorio	65
Tabla 2-11 Carga eléctrica	67
Tabla 3-1 Valores de luxes según RETILAP.....	74
Tabla 3-2 Carga eléctrica de las luminarias en KWh.....	86
Tabla 3-3 Factores de pérdidas	87
Tabla 3-4 comparación de iluminación	88
Tabla 3-5 Irradiación diaria de la página atlas solar global	89
Tabla 3-6 Radiación mensual de la página atlas solar global.....	90
Tabla 3-7 Irradiación diaria de la página photovoltaic geographical information system .	91
Tabla 3-8 Irradiación mensual de página photovoltaic geographical information system	92
Tabla 3-9 Datos mensuales de irradiación	93
Tabla 3-10 Datos promedio de irradiación	99
Tabla 3-11 Sombreado por segmentos del campo	102
Tabla 3-12 Producción anual	104
Tabla 3-13 Especificación de conexionado.....	105
Tabla 3-14 Especificaciones de materiales.....	107
Tabla 3-15 Carga muerta sobre la cubierta.....	107
Tabla 3-16 Cargas vivas.....	107
Tabla 3-17 Especificaciones del inversor.....	114
Tabla 3-18 Selección de conductores.....	117

Lista de planos

Plano - 1 Distribución actual de luminarias	118
Plano - 2 Distribución de puntos de medición	120
Plano - 3 Distribución de luminarias rediseñado	121
Plano - 4 Unifilar del sistema fotovoltaico.....	123

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
<i>A</i>	Área	m ²	$\iint dx dy$
<i>A</i>	Amperio	Amp	$e=1.602\ 176\ 634 \cdot 10^{-19}$
<i>V</i>	Voltios	V	1
<i>KW</i>	Kilowatt	KWh	3600000

Introducción

La Empresa de Energía de Boyacá (EBSA), fue constituida el nueve de febrero de 1955 en la Notaria Quinta de Bogotá, recibiendo el nombre de Centrales Eléctricas de Tunja, mediante escritura pública número 0000268. Esta empresa se constituyó con el fin de encargarse de solucionar los problemas que se presentaban en el sector eléctrico de la ciudad y de los municipios cercanos.

En 1960, cambia su razón social en la Notaria Segunda recibiendo el nombre de Electrificadora de Boyacá mediante escritura 0001157.

Dos años más tarde, se funciona con la Empresa de Energía de Chiquinquirá, la Termoeléctrica de Paipa y la Hidroeléctrica de Pesca.

A mediados de 1995 decide cambiar su nombre por Empresa de Energía de Boyacá con escritura pública número 0000620 en la Notaria Tercera de la ciudad de Tunja.

Así, la EBSA cumple 65 años brindando iluminación a la comunidad boyacense, por medio de la distribución, comercialización y generación de este servicio.

Esta empresa también se encuentra comprometida con diferentes aportes valiosos para el departamento como lo son: la mejora de subestaciones, de líneas de transmisión y de distribuciones junto con las generadoras de energía eléctrica para así garantizar un excelente servicio.

Ahora bien, a mediados del año 1982 la EBSA, implementa un laboratorio de medidores de energía eléctrica, comenzando su funcionamiento en la calle 15 entre las carreras 10 y 11 de la ciudad de Tunja y centrando su aporte a la empresa en la confianza de la medición de los consumos de los clientes.

Actualmente este laboratorio se encuentra ubicado en la Planta Norte de la EBSA, en la avenida norte 50-02 de la ciudad.

En este momento, este laboratorio de medidores cuenta con una iluminación ineficiente en algunas áreas, aspecto que en ocasiones hace más difícil el cumplimiento de los objetivos que se deben lograr en los diferentes tipos de ensayos y calibraciones de los equipos de medida según el alcance de acreditación, razón por la cual se realizan mediciones que permitan limitar las áreas de acuerdo a su necesidad de iluminación, con el fin de garantizar las calibraciones y ensayos realizados.

Dichos ensayos y calibraciones son: funcionamiento sin carga, arranque, exactitud y verificación de la constante, estos se deben realizar por medio del método de conteo de impulsos, en el cual una cabeza receptora es la encargada de recibir los impulsos emitidos por el objeto bajo prueba, siendo en estos procesos en los que se debe contar con una iluminación satisfactoria, dado que al tener mucha iluminación o ciertos brillos el resultado puede verse afectado.

Ahora bien, la Empresa de Energía de Boyacá desde hace un tiempo ha buscado nuevas alternativas de generación como lo es la fotovoltaica, esto mediante la instalación de paneles en sus edificios administrativos, en las sedes: Tunja, Duitama y Sogamoso.

Desde el 5 de febrero de 2018, fue puesta en operación una capacidad instalada de 46.44Kwb y una capacidad nominal de 42.6Wp., conformada por: paneles de 270 Wp y seis inversores con una eficiencia instalada de 97.3%. Los equipos instalados son bifásicos y trifásicos, razón por la cual en 2019 se dejó de emitir 38.2 toneladas de CO₂ a la atmósfera y se generaron 101.24Mwh.

El área de influencia de los sistemas instalados aprovecha 4.6 horas al día para la producción de energía, es decir, una capacidad nominal por encima del 50% de la capacidad instalada.

En el año 2020 la Empresa de Energía de Boyacá, crea la gerencia de generación, en las cuales se va a ver involucrada la generación fotovoltaica, eólica, e hidroeléctrico, también se empieza a hacer la proyección por medio del laboratorio de medidores, para el aseguramiento metrológico de los equipos (pinzas amperimétricas, multímetros, megger etc.) que se utilizan por personal de EBSA, para así garantizar las mediciones realizadas.

También se está pensando en la implementación de la calibración de transformadores de tensión.

En este punto cabe resaltar que en muchos casos los proyectos fotovoltaicos se generan a largo plazo, esto con el fin de obtener el coste de la implementación del proyecto, dado que en el mercado existen equipos de alto costo, lo cual ocasiona que la recuperación económica se logre después de varios años de funcionamiento del proyecto.

Este estudio y diseño de iluminación se realiza con el fin que el laboratorio pueda contar con un sistema de iluminación satisfactorio, dado que el sistema fotovoltaico suministrara energía que permita el no tener percances en los momentos en que se den maniobras o problemas en las redes de energía.

La energía generada sobrante del alumbrado del laboratorio será enviada a las redes eléctricas de EBSA, de esta manera este será un proyecto híbrido, estando conectado a tanto a la red como a la batería, con lo cual se garantizará el constante y correcto alumbrado del laboratorio.

Por ello, este proyecto se encuentra basado en cuatro fases, iniciando con el diagnóstico de la iluminación, siguiendo con el diseño de un sistema que permita establecer acciones de mejora, para pasar al diseño de un sistema fotovoltaico en el techo del laboratorio, lo cual contribuirá con las mejoras de energías renovables y la eficiencia energética del país, y terminando con la elaboración de planos y memorias de cálculos que serán suministrados a EBSA con el fin de que la empresa tenga la disposición en el caso de que desee implementar el proyecto.

De esta manera, con la finalización de este proyecto y espera cumplir con los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Realizar un diseño fotovoltaico on grid y de iluminación para el laboratorio de medidores de la Empresa de Energía De Boyacá Sede Norte.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio y diagnóstico del sistema de iluminación actualmente instalado en el laboratorio de medidores (EBSA).

- Diseñar un sistema de iluminación adecuado para los requerimientos técnicos para el laboratorio de medidores de la Empresa de Energía De Boyacá.
- Desarrollar una propuesta de sistema de generación fotovoltaico on grid como fuente de respaldo del laboratorio.

Cabe resaltar que todo sitio de trabajo debe contar con buena iluminación ya que esto lograra que el personal se sienta satisfecho y por ende genere mayor rendimiento en la productividad, aspecto que se resalta haciendo hincapié en la importancia de que la empresa auné voluntades en evitar para sus trabajadores esfuerzos en la visión, accidentes de trabajo y discomfort visual.

1. Marco teórico

Basado en las necesidades presentadas en iluminación y sostenibilidad de la red eléctrica en el laboratorio de medidores de medidores de energía eléctrica de la empresa de Energía de Boyacá, se procede a describir a continuación los parámetros con enfoque RETILAP, CODIGO DE MEDIDA, LEY 1715 DEL 2014 y NTC 2050, de un estudio de iluminación y diseño de un sistema fotovoltaico, con lo cual se obtendrá la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

Todo esto, bajo estándares de alta calidad, obteniendo información de diferentes entes y confirmando mediante pruebas de laboratorio que aprueben o contradigan lo aportado por los reglamentos.

Resaltando que en todos los recintos ya sean abiertos o cerrados, se debe contar con una buena iluminación, ya que el 80% es requerida por la visión humana para la ejecución de diferentes actividades que se realizan en el entorno, ya que en los casos en que no existe una iluminación satisfactoria se pueden presentar accidentes, bajos rendimientos en la producción, agotamiento de la visión e incremento del esfuerzo mental.

1.1 La iluminación: Definiciones y Clasificación

Todo tipo de edificación ya sea residencial o comercial, debe ser adecuado con excelente iluminación, ya que esta acción permite un buen desempeño, tanto para las labores que en estos sitios se deban ejercer o desempeñar, como para que las personas sientan comodidad y gusto al permanecer en el lugar.

1.1.1 Iluminación natural

El sistema de iluminación natural está formado por la radiación que entra a un recinto interior por medio de las ventanas, puertas o espacios en el techo, todo esto depende de la ubicación y color de los elementos, es decir, si los vidrios se encuentran polarizados o tienen avisos de información, estos ya representan obstáculos que impiden el ingreso del sol.

En la mayoría de construcciones se utilizan ventanas laterales, esto con el fin de aprovechar de mejor manera la iluminación brindada por el sol. En muy pocos casos se utiliza la iluminación cenital, que es la que se ubica en la parte superior de los objetos o lugares donde se desea que exista más iluminación.

En otras edificaciones se utiliza la iluminación combinada, esto con el fin de obtener mayor satisfacción en la iluminación del hogar o empresa [1]. Encontrándose, en este sentido, que es en las zonas rurales, en donde se hayan más lugares que obtienen en este tipo de iluminación mayor privilegio, dado que en estos espacios no se cuenta con tantos obstáculos como en las ciudades.

1.1.2 Iluminación lateral.

La iluminación lateral, se ubica al lado de los objetos, en la mayoría de casos se produce por medio de las ventanas que se encuentran empotradas en los muros o paredes de las viviendas, es decir, dependiendo de la orientación del sol.

En muchos tipos de viviendas optan por este método de iluminación, ya que logra crear visualizaciones de fachada más complejas y hermosas, además de esto, con este tipo de iluminación no es necesario el tener mayor luz artificial para el interior.

Este método es mayormente empleado en las edificaciones que se encuentran en lugares aislados, dado que en este tipo de lugares no se presentan tantos obstáculos y se encuentra mayor privacidad, siendo el caso más típico de su empleo las viviendas de zona rural.

Cabe resaltar que en Colombia se cuenta con el privilegio de tener buena iluminación de sol en gran cantidad de horas al día.

Esta iluminación también se implementa en lugares que se encuentran con vista a parqueaderos, parques o lugares amplios, como se muestra en la **Figura 1-1**.

Figura 1-1 Iluminación Lateral. Laboratorio EBSA



Fuente: Elaboración propia.

1.1.3 Iluminación cenital

Esta forma de iluminación se ubica en los techos de las edificaciones con el fin de permitir una mayor entrada de luz a lugares cerrados. Siendo la más usada en viviendas con varias plantas, especialmente en espacios correspondientes a escaleras, patios, salas o propiedades horizontales de varios apartamentos.

También se utiliza en techos móviles o con porciones de vidrio para así obtener acceso o visión a la intemperie sin necesidad de salir del lugar o edificación. Con el fin de dar un mayor entendimiento, se muestra una imagen del Terminal de Transporte de la ciudad de Tunja, dado que en este caso en el techo se encuentran gran cantidad de vidrios

empotrados, para lograr una mejor iluminación interior, como se muestra en la siguiente **Figura 1-2**.

Figura 1-2 Iluminación cenital. Terminal de Transporte Tunja (Boyacá)



Fuente: Jenny Roció Angarita (RCN Radio).

1.1.4 Iluminación combinada

La Iluminación combinada es aquella en que se encuentra tanto la iluminación lateral como la iluminación cenital incluidas en la misma edificación. Este tipo de combinación se realiza en la búsqueda de obtener mayor satisfacción en términos de luminosidad.

Es mayormente utilizada en edificaciones con gran cantidad de área y que cuentan con una sola planta, ya que este tipo de construcción se presta para que la luz artificial sea empleada de manera muy mínima, convirtiéndose hasta en innecesaria en muchos de estos casos.

Este método se utiliza en lugares como casa lotes o sitios que no se encuentran muy descubiertos al sol y se emplea con el fin de mejorar la iluminación del recinto, tal como se muestra en la **Figura 1-3**.

Figura 1-3 Iluminación combinada



Fuente: <https://villasi.com/blog/?p=101>

1.2 Iluminación artificial

La iluminación artificial se convierte en esencial ya que ayuda a la iluminación natural dependiendo de los cambios presentados por el clima diariamente, es decir, esta puede ser utilizada en cualquier momento dadas las dificultades que se puedan presentar en términos de obtener luminosidad natural en las edificaciones.

Para su generación se necesita de un proceso físico – químico, en el cual con ayuda de otras energías se logra su transformación en energía lumínica, es decir, obteniéndose por medio de la rotación de un eje que genera una energía mecánica la cual se transforma a energía eléctrica por medio de un generador que rota y crea un campo magnético de electricidad, que es llevada a patios de elevación llamados subestaciones, los cuales

envían esta señal a través de líneas de distribución, por medio de las cuales se lleva a los usuarios.

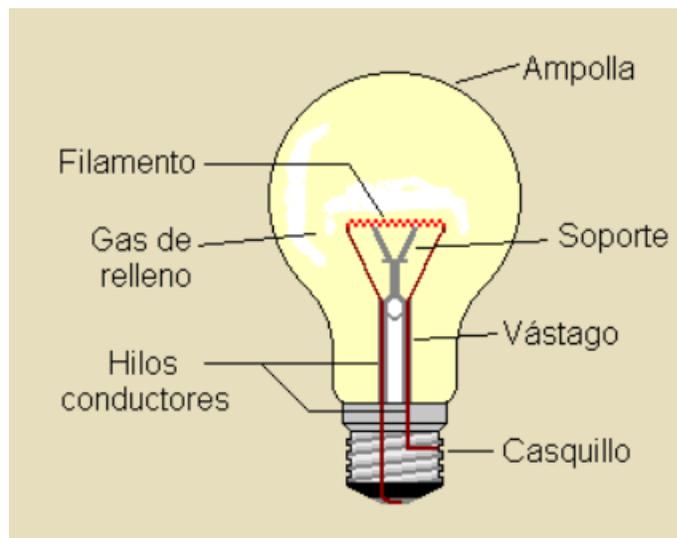
Para la iluminación artificial el mercado cuenta con varios tipos de lámparas, estas son:

1.2.1 Lámparas incandescentes

Este tipo de lámparas son las más antiguas, en estas se hace pasar una corriente a un filamento enrollado en forma de espiral muy delgado el cual al llegar a su máxima temperatura de incandescencia generando una luminosidad. El enrollado se da para tener una mayor compacidad y conservación del calor, este filamento se encuentra dentro una ampolla de vidrio que está llena de un gas inerte.

Estas luminarias dan la opción de percibir los colores con más perfección y su luz es más cálida, ver **Figura 1-4**.

Figura 1-4 Partes de la bombilla



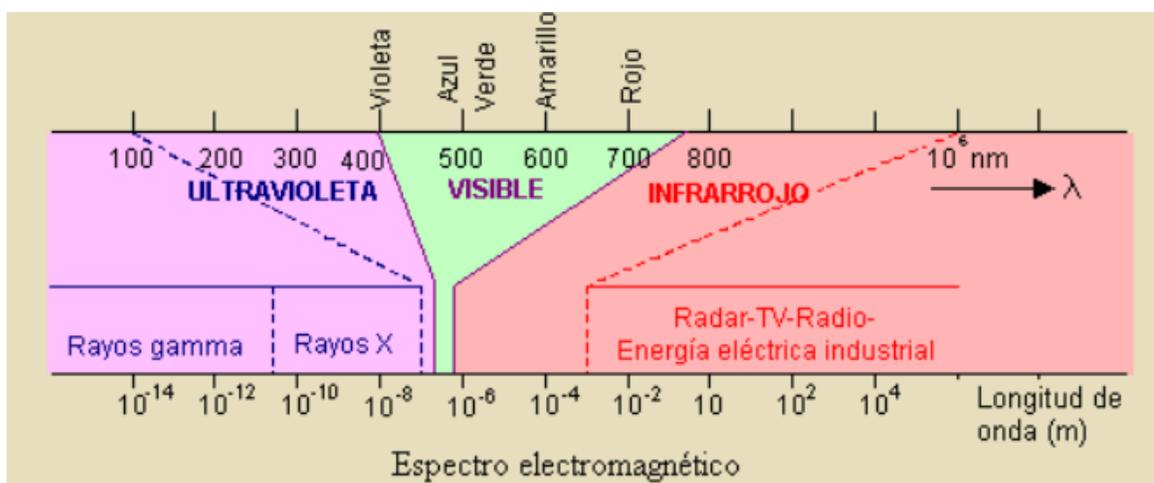
Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>

En la **Figura 1-4**, se muestran cada una de las partes de las bombillas incandescentes, observándose como se encuentra formada por una ampolla de vidrio que en su interior contiene los hilos conductores que al unirse en el filamento genera la luminosidad. Esta ampolla se encuentra rellena de un gas que hace ver fuerte o intensa la luminosidad

generada por el filamento que viene del soporte en el centro de la bombilla, el casquillo es aquel que sostiene y hace el primer contacto con la roseta, para permitir el paso de tensión.

Ahora bien, en este punto es necesario resaltar que todos los cuerpos calientes emiten energía en forma de radiación electromagnética, haciendo que entre más alta sea la temperatura mayor sea la energía emitida por este cuerpo, así las cosas, el efecto electromagnético que presenta cada cuerpo está constituido por ondas tan dispares como son los rayos cósmicos, los gamma o los ultravioleta, ver **Figura 1-5**.

Figura 1-5 Incandescencia



Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>

Las lámparas incandescentes consumen mucha energía, generando un 90 - 95% de calor y el restante en luminosidad.

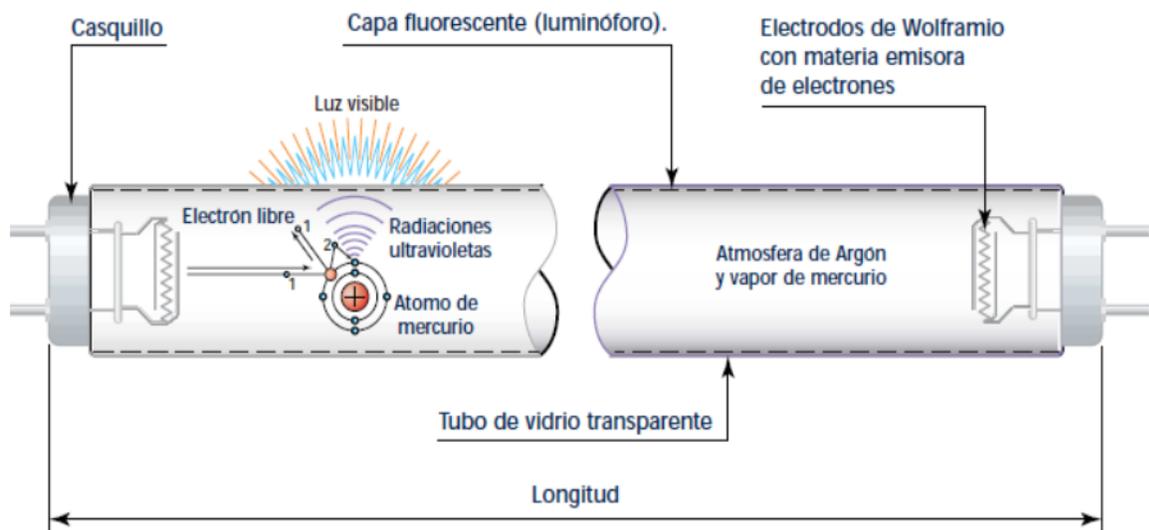
Existen varios tipos de lámparas, están las claras donde la luz es más brillante, la blanca y el esmerilado que son utilizadas para difundir mejor la luz, hallando en estas el problema de que observen una parte de luz para ellas [2].

1.2.2 Lámparas Fluorescentes

Las lámparas fluorescentes están compuestas por una ampolla o tubo de vidrio que se encuentra lleno de un gas inerte más conocido como argón, esta ampolla o tubo también contiene mercurio en forma líquida y en forma de vapor, en cada lado tiene un electrodo, que se sella herméticamente, al calentarse los electrodos liberan o generan electrones los cuales se empiezan a mover en el interior del tubo y son los encargados de ionizar el gas

(argón) convirtiéndolo en un plasma que se encarga de generar una luz ultravioleta, la cual mezclándose con un polvo que está recubriendo el interior del tubo se encarga de hacer más grandes las ondas de luz ultravioleta haciéndola más visible, ver **Figura 1-6**.

Figura 1-6 Partes de la lámpara fluorescente



Fuente: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-LamparasDeDescarga.php>

Actualmente, se encuentran en el mercado diferentes tipos de lámparas fluorescentes que emiten luz blanca cálida, blanca fría o tipo industrial.

El tipo luz día más conocida para el tipo de luz varía según el diámetro y el número de watts, las cuales son seleccionadas para ser usadas en diferentes lugares de los domicilios o de la industria.

1.2.3 Lámparas halógenas

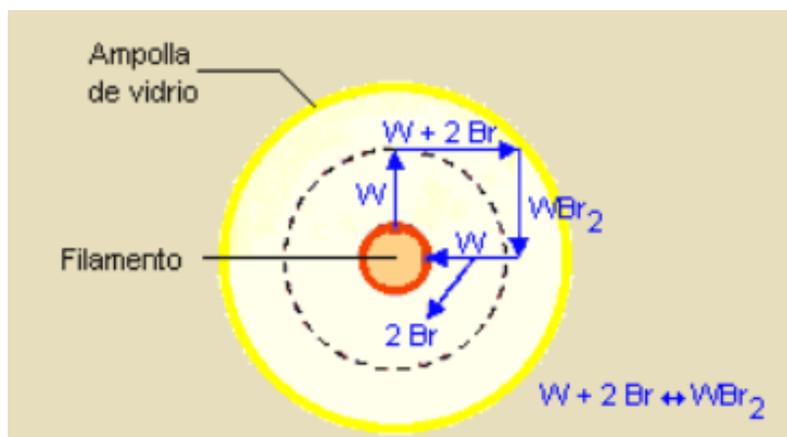
Las lámparas conocidas como halógenas son antiguas y su construcción es muy parecida a las luminarias incandescentes.

Se encuentra conformada con halógenos (bromo, cloro o yodo), siendo un tipo de gas que consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento (volver algo negro u oscuro).

Cuando el tungsteno se evapora se une con el bromo formando el bromuro de wolframio, en este paso del ciclo la temperatura de las paredes de la ampolla se encuentra a más de 200° Celsius, lo cual no permite que se deposite sobre ellas y permanece en estado gaseoso.

El bromuro de wolframio hace contacto con el filamento y este al encontrarse caliente, se descompone en tungsteno, que se queda pegado al filamento, el bromo que pasa al gas de la bombilla y así pasa el ciclo una y otra vez [3], ver **Figura 1-7**.

Figura 1-7 Ciclo del alógeno



Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>

Esta luz permite ver colores más reales, en comparación de la luminaria incandescente, mejorando su luminosidad entre un 10 o 15% y el resto en calor.

Estas luminarias son ideales para lugares fríos ya que aportan en el aumento de la temperatura ambiente.

Tienen una eficiencia luminosa de 22 lm/W, con una amplia gama de potencia de trabajo de un rango entre los 150 y 2000 W, según el uso del lugar donde se proceda a relazarse su instalación.

Estas luminarias son más usadas para alumbrados normalmente de proyección, así como también cada vez más en residencias domiciliarias.

1.2.4 Lámparas led

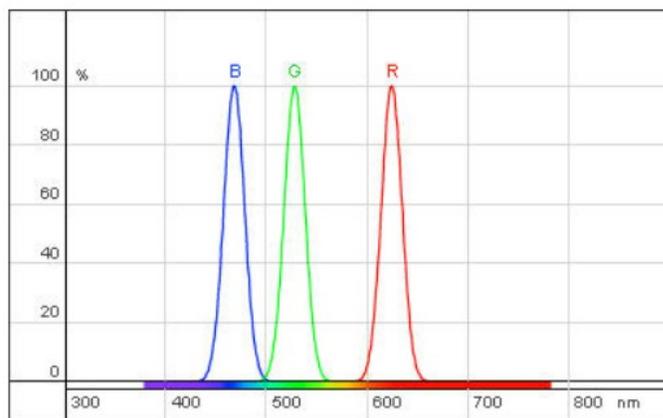
Estas luminarias se conocen como tecnología led o simplemente iluminación led, la cual se da en colores rojos, verdes y amarillos, los cuales se deben mezclar para formar una luz blanca cálida que da una mayor visualización de los colores. La cantidad de intensidad de cada led depende de la cantidad de corriente suministrada, una gran ventaja que tienen este tipo de luminarias es su eficiencia de hasta un 85% menos de energía consumida.

Tienen una larga durabilidad de vida útil, siendo en este aspecto muy superiores ante las iluminaciones anteriormente mencionadas, además de ser de bajo mantenimiento y baja emisión de calor [4].

El encapsulamiento del diodo con material que por lo general es sintético de este tipo de lámparas protege y a la vez sirve de lente. Su potencia radiación disminuye al aumentar la temperatura, por ello la mayoría de estas luminarias se fabrican con un disipador de calor integrado, con el fin de cumplir con la eficiencia requerida.

Cuando se aplica cierta cantidad de tensión al cátodo y al ánodo, el led emite una luz desde la capa de su barrera. Los electrodos cambian automáticamente su nivel energético y empiezan a ceder fotones. La onda producida depende de los materiales con los que se encuentra construida cada lámpara, ver **Figura 1-8**.

Figura 1-8 Longitud de onda LED



Fuente: https://www.erco.com/guide/lighting-technology/led-2621/es/?qclid=Cj0KQCQiAqdP9BRDVARIsAGSZ8Ak1VcZPZGQque5mwRsL1x_6_gsWd_dwmsAAmMy5Y2SZ45KWH24fSQCjUaAjV0EALw_wcB

1.3 Parámetros de las luminarias

A continuación, se relacionan parámetros a tener en cuenta en cada una de las luminarias que se encuentran en el mercado.

Los parámetros de estas lámparas son: Eficiencia luminosa, iluminación, índice de producción cromática (IRC) y temperatura.

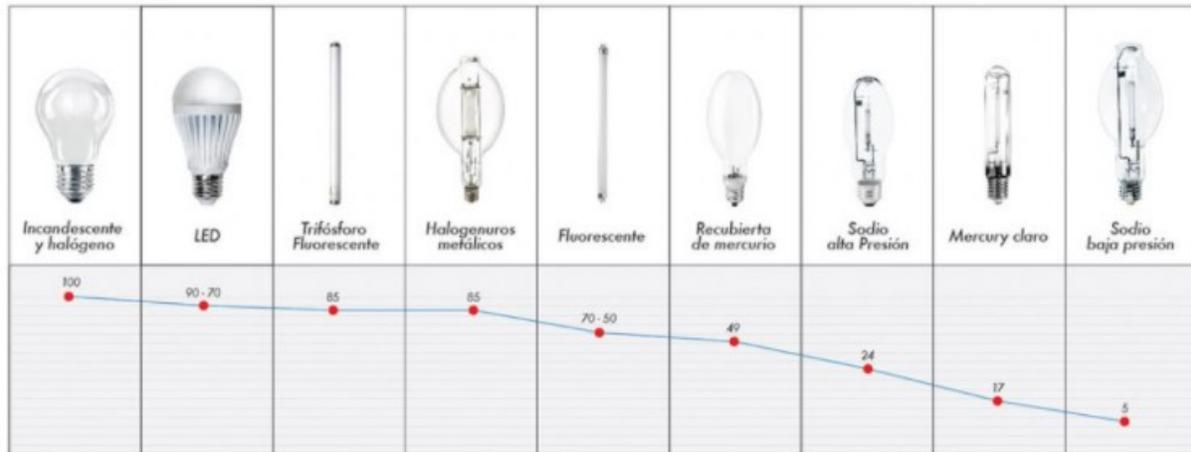
La eficiencia luminosa relaciona al flujo luminoso de una fuente de luz respecto al máximo teórico posible que en lo posible es de 683 lm/W.

Tabla 1-1 Parámetros de luminarias

TIPO LUMINARIA	EFICIENCIA LUMINOSA	EFICIENCIA LUMINOSA %
Luminaria incandescente	17lm/W	2.5%
Luminaria fluorescente	70lm/W	10%
Luminaria halógena	110lm/W	16%
Luminaria LED	160lm/W	23%

El índice de reproducción cromática (IRC) es una medida utilizada en la relación a una fuente de luz para medir su capacidad de mostrar los colores de un objeto o del interior y exterior de una construcción o edificación. Esta se toma como referencia de la luz natural, que su valor será 100 y el índice de cromática va ser de 0 a 100.

A mayor número de IRC será mejor la producción de color, la cual por lo general se mide en un rango de una escala que consta de ocho colores que aparecen en cada una de la lámpara ver **Figura 1-9**.

Figura 1-9 Índice de reproducción cromática.

Fuente: <http://www.prismaluz.es/indice-de-reproduccion-cromatica/#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20reproducci%C3%B3n%20crom%C3%A1tica,como%20referencia%20la%20iluminaci%C3%B3n%20natural.&text=A%20mayor%20n%C3%BAmero%20en%20el%20CRI%2C%20mejor%20reproducci%C3%B3n%20de%20color.>

La temperatura se emplea según la condición que se crea conveniente, es decir, dependiendo de la necesidad de luz cálida o fría y teniendo en cuenta también el entorno en que se vaya a manejar, para lo cual existen unos rangos que permiten definirlos:

- La luz cálida se encuentra en un rango de 1500 a 3700 grados kelvin.
- La luz neutra se encuentra en un rango de 3700 a 4500 grados kelvin.
- La luz fría se encuentra en un rango de 4600 a 7000 grados kelvin.

Tabla de comparación de diferentes luminarias

Tabla 1-2 Comparación de luminarias

Imagen	Tipo luminaria	Aplicación	Duración	Costo
		Son más utilizadas en lugares donde no sea necesario un mantenimiento	Por lo general estas lámparas son de	En el mercado se pueden conseguir desde mil,

Imagen	Tipo luminaria	Aplicación	Duración	Costo
	Lámparas incandescentes	Tan elevado ya que su vida es corta y es muy bajo el flujo luminoso	1.000 horas de uso	2.000 o 3.000 pesos. Son las más económicas
	Lámparas fluorescentes	Se utilizan en zonas comerciales e industrias, es decir, lugares donde no sea necesario un número elevado de encendidos	Aproximadamente 8.000 horas	Aproximadamente 20.000 pesos
	Lámparas halógenas	Estas luminarias tienen un amplio y eficiente empleo, sea para iluminación de hogares, oficinas, tiendas comerciales, faros delanteros de automóviles, coches o iluminación de avenidas, entre otros	Funcionamiento entre 2.000 y 4.000 horas	Su costo oscila entre 20.000 hasta 150.000 pesos dependiendo de los wattios de la luminaria

Imagen	Tipo luminaria	Aplicación	Duración	Costo
	Lámparas led	Es la nueva tecnología y es más usada en centros comerciales, concesionarios, ferias, gimnasios, hospitales, museos, iluminación pública, zonas deportivas, etc.	Estas luminarias superan las 15.000 horas de trabajo e incluso varias llegan a las 50.000 horas de su trabajo	Esta tecnología es un poco costosa de las tradicionales en el mercado se manejan en precios de 60.000 pesos en adelante

NOTA: las iluminarias anteriormente mencionadas están sujetas a cambios dependiendo marcas, y lugar donde se vaya a instalar, y el nivel de voltaje que designe el fabricante.

1.4 Software Dialux

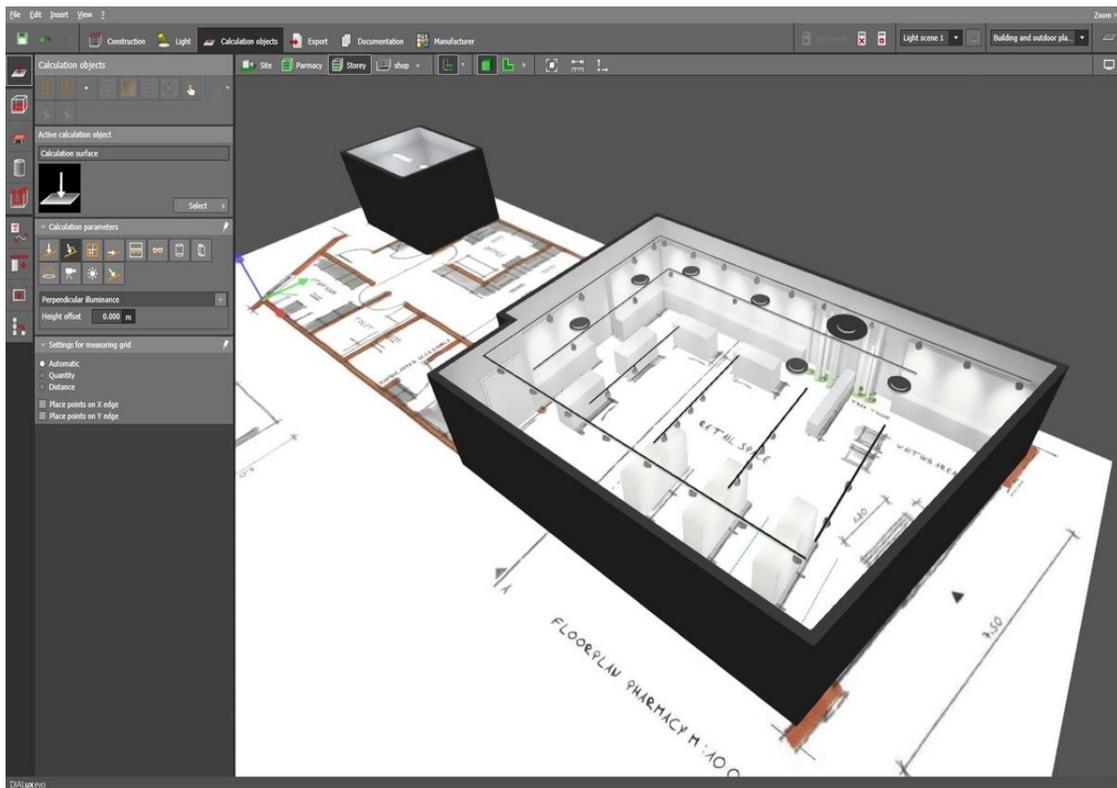
Es un software que tiene una circulación de forma gratuita y con el que se pueden diseñar proyectos de iluminación, ya sea de pequeña, mediana o gran escala.

Este software es muy práctico e intuitivo, lo cual posibilita su fácil manejo, contiene 25 idiomas lo que lo hace más completo.

Con este software se pueden realizar cálculos y visualizar interiores de áreas como lo son edificios de varias plantas, luz exterior de pasillos o estacionamientos.

Se mantiene actualizado con los últimos requerimientos internacionales de iluminación, también cuenta con los elementos necesarios para realizar de manera más ágil el diseño de proyectos, permitiendo crear la primera planta de un edificio en AutoCAD, e importando sobre las medidas establecidas con el fin de tomar el diseño y empezarlo a implementar en 3d.

También tiene en su biblioteca elementos como escritorios, equipos de cómputo, armarios, sillas, es decir, lo necesario para implementar ambientes como dormitorios, salas o cocinas entre otros, cómo se muestra en la **Figura 1-10**.

Figura 1-10 Diseño en software Dialux

Fuente: <https://www.dialux.com/de-DE/dialux#&gid=lightbox-group-1918&pid=0>

1.5 Luxómetro digital

Este es un instrumento empleado para la medición de iluminación interior y exterior dando un valor en lúmenes instantáneamente.

Contiene una fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos los cuales son representados numéricamente en un display. Estos valores se dan dependiendo de la escala que se esté utilizando en el instrumento.

Se cuenta con diferentes tipos y clases de luxómetros en el mercado.

Con el fin de garantizar las mediciones realizadas estos instrumentos se deben mandar a calibrar en cada uno de los rangos en que se van a utilizar para cada medición. El laboratorio que realice este proceso debe estar acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC, o contar con trazabilidad metrológica ante el

Physikalisch-Technische Bundesanstalt - PTB, ya que, de lo contrario las mediciones realizadas serán de dudosa procedencia. Ver **Figura 1-11**.

Figura 1-11 Luxómetro



Fuente: Elaboración propia.

1.6 Radiación solar

La radiación solar es emitida por el sol en todas las direcciones, constituyéndose como la fuente de energía más grande que se encuentra en el universo, se propaga a través de ondas electromagnéticas, que son proporcionadas por la reacción que genera el hidrogeno en el sol por fusión nuclear, siendo emitida por la superficie del sol, véase en **Figura 1-12**.

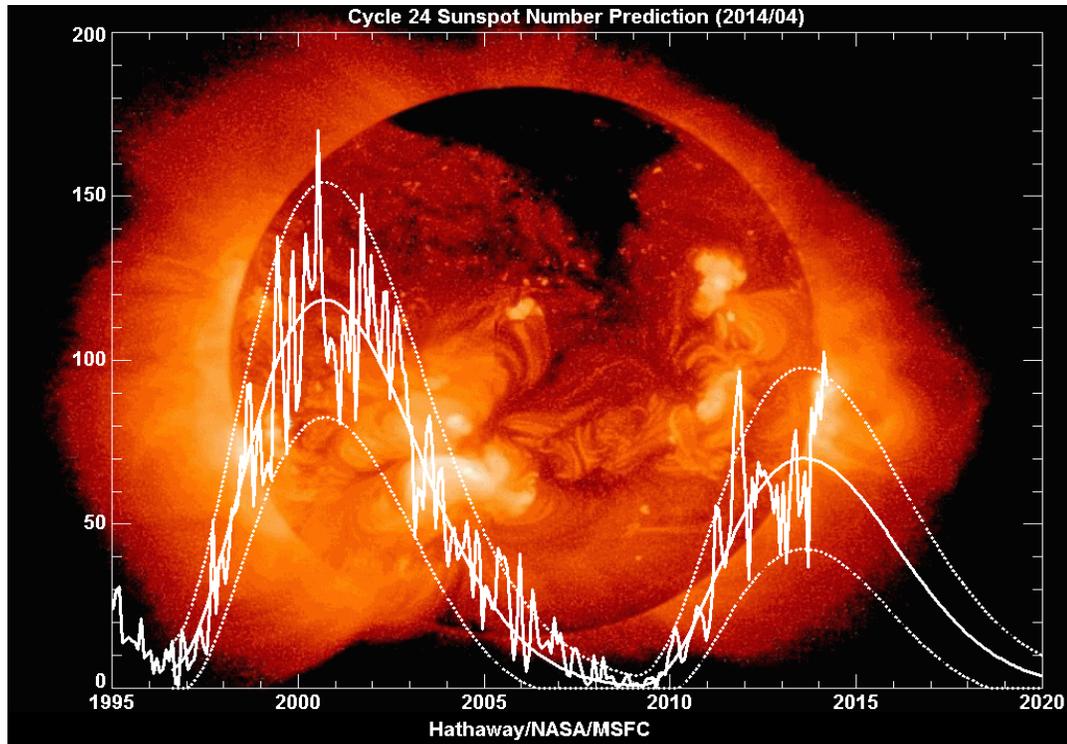
La energía solar suministra efectos fisiológicos positivos para el ser humano, estimulando la generación de vitamina D en el cuerpo, acción que previene algunas enfermedades tales como la osteoporosis y el raquitismo, además de esto, ayuda con la circulación de la sangre y la síntesis neurotransmisora cerebral, que es la responsable del estado de ánimo de las personas [7].

Es una fuente de energía alternativa que ayuda a las convencionales, evitando seguir con las quemadas de combustibles o fósiles (carbón).

Esta energía no contamina, y al implementarla se contribuye con aspectos ambientalistas como la descontaminación del planeta.

En la **Figura 1-12** es posible observar las ondas electromagnéticas generadas por el hidrogeno.

Figura 1-12 Ondas electromagnéticas producidas por la radiación



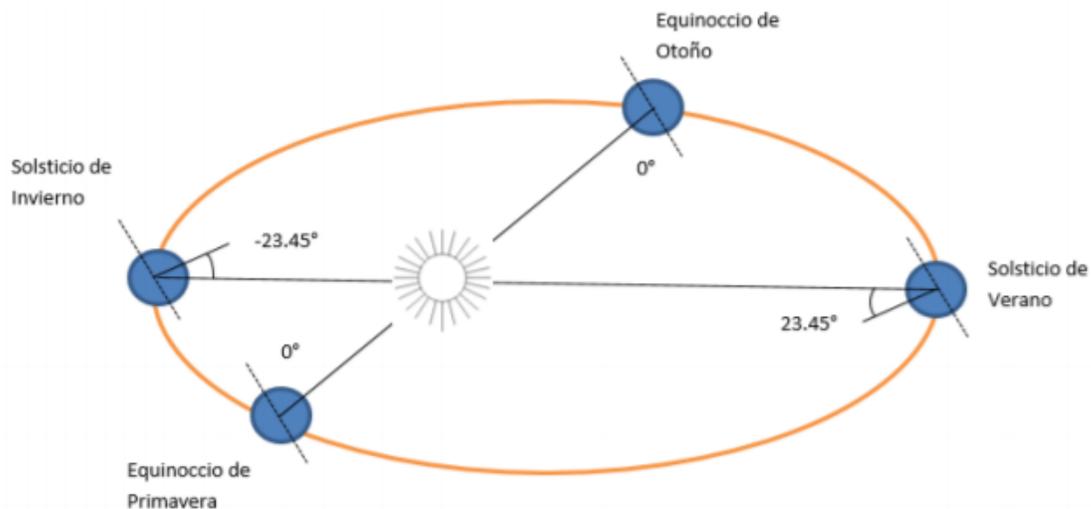
Fuente: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

Los parámetros a tener en cuenta para los sistemas eléctricos son:

- El sol, como fuente inagotable. Debido a las reacciones nucleares, la energía irradiada por el sol procede de una fusión de átomos de deuterio para dar átomos de helio. El sol irradia en un segundo más de la energía consumida por la humanidad en toda su historia. Es una esfera llena de gases a alta temperatura de $1.39 \cdot 10^9$ metro de diámetro y situado a una distancia media de $1.5 \cdot 10^{11}$ m de la tierra.
- La irradiación, que es la potencia de la radiación solar, es decir, la cantidad de potencia que se recibe sobre determinada área por metro cuadrado, se expresa en wm^2 .

- Posición del sol, a través de la bóveda celeste, a lo largo del día y del año, el planeta tierra hace su traslación alrededor del sol que sigue su rotación en forma de elipse, con una excentricidad del 3%, la línea imaginaria que representa la órbita descrita se llama eclíptica. Ver **Figura 1-13**

Figura 1-13 Rotación de la tierra alrededor del sol



Fuente:

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/791/1/Norma%20Rosario%20Oflores%20Rivera%2C%20Miguel%20%20C3%81ngel%20Dom%20C3%ADnquez%20Ram%20C3%ADrez%20Maestr%20C3%ADa%20en%20Energ%20C3%ADas%20Renovables.pdf>

- Angulo de incidencia, es la orientación de un captador, en el caso del sistema fotovoltaico serían los paneles, los cuales se deben instalar con una debida inclinación de tal forma que durante el periodo anual de utilización aprovechen al máximo la radiación solar, obteniendo así una mayor eficiencia en el sistema fotovoltaico.

1.7 Sistemas Fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos son una gran alternativa para generación de energía eléctrica en nuestro entorno ya que contamos con gran recurso natural de irradiación y con su uso

se contribuye con el medio ambiente, eliminando el monóxido de carbono generado por las calderas de generación que contaminan los ríos.

En la actualidad se han desarrollado diferentes estudios y diseños para implementar diferentes sistemas, ya que este tipo de proyectos deben desarrollarse a largo plazo.

Aunque pueden parecer una inversión inicialmente costosa con el tiempo se perciben y aprovechan los resultados.

Ahora bien, cabe resaltar que en el año 2015 se creó un acuerdo denominado “Acuerdo de París”, en el cual Colombia se comprometió a adoptar medidas que van desde la limitación de paramos hasta lograr que en el 100% del territorio nacional se cuenten con procedimientos que permitan ajustar el cambio climático.

Aunque el país entrega tan solo un 0.46% de emisión al planeta, valor que es catalogado como muy bajo, este porcentaje se debe controlar, tomando medidas que impidan su aumento a medida que pase el tiempo.

Con la implementación de dicho acuerdo, se propone reducir un 20% de la emisión, si se tiene toda la ayuda internacional se intentaría reducir un 30% con base a la proyección que se tiene calculada al año 2030 en un 50%. Siendo conscientes de que de desearse su cumplimiento es necesario que las compañías energéticas del país colaboren e implementen una búsqueda de nuevas maneras de generación de energía, esto con el fin de disminuir la emisión de residuos de contaminación [5].

Es importante resaltar que en Colombia, previamente se creó la Ley 1715 de 2014, enfocada en motivar a los empresarios y a la sociedad en general en hacer inversión en sistemas de energías renovables, otorgando incentivos como rebajas en declaraciones y exclusión del IVA de los equipos o elementos con que se debe contar, tema que lleva a una disminución de aranceles en un 30% [6].

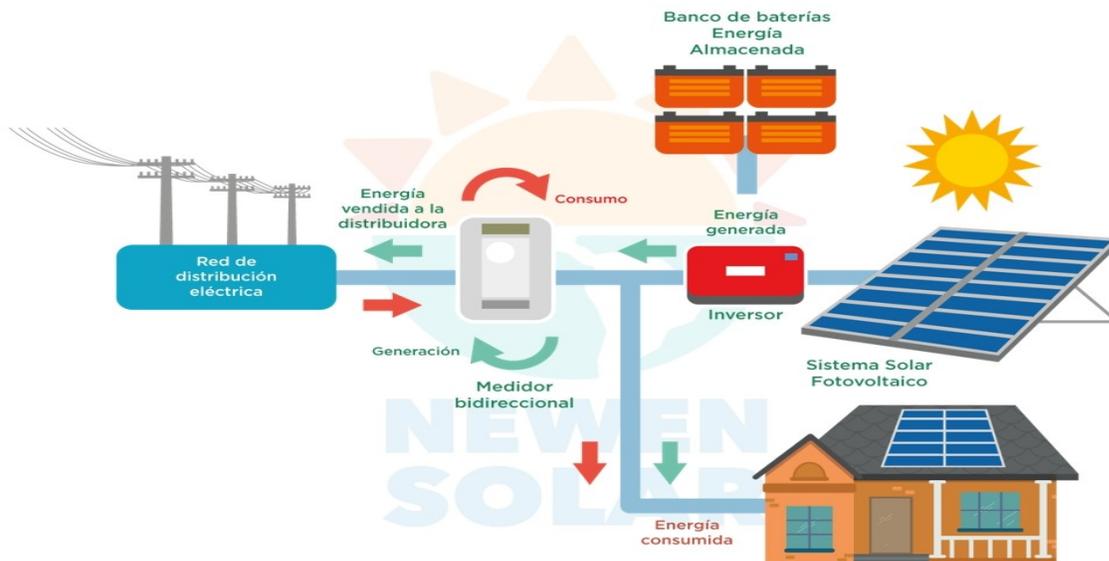
1.8 Componentes fotovoltaicos

Los componentes fotovoltaicos son las partes de los equipos que conforman el sistema fotovoltaico.

Desde estos se da comienzo a la generación y entrega de energía para el consumo de los usuarios, ayudando a mejorar y controlar el sistema, ver

Figura 1-14.

Figura 1-14 Elementos de un sistema fotovoltaico



Fuente: <https://www.newensolar.cl/proyectos-solares-fotovoltaicos-conectados-a-la-red-con-respaldo/>

1.8.1 Paneles solares

Los paneles solares son las placas o módulos encargados de recibir la radiación solar, capturarla y convertirla en energía eléctrica.

Están constituidos por gran número de celdas que convierten la radiación en energía. Dichas celdas están constituidas de silicio cristalino o arseniuro de galio.

Los paneles construidos de silicio son más económicos que los de arseniuro de galio y son los empleados en industrias de microelectrónica.

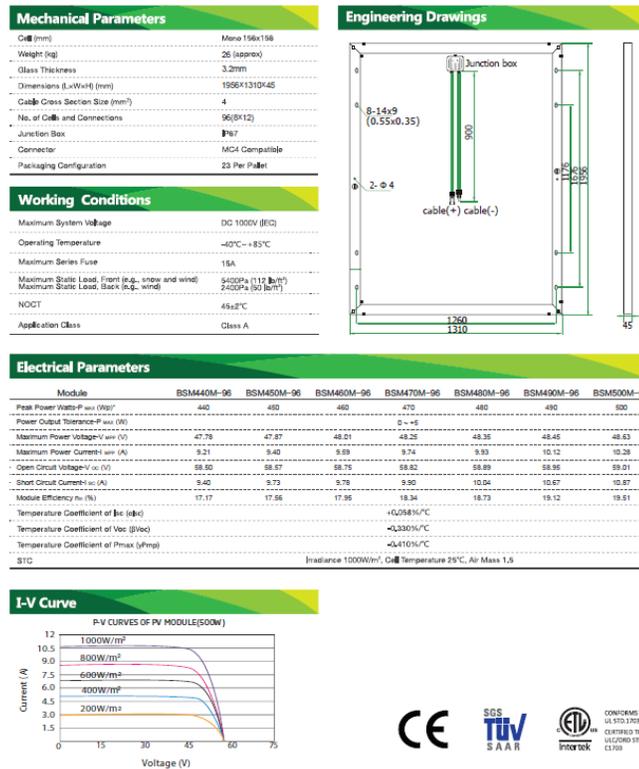
Figura 1-15 Panel o modulo solar



Fuente: <https://s3.amazonaws.com/w3-cache.content-blog/wp-content/uploads/2017/09/25112734/paneles-solares-640x424.jpg>

Las especificaciones técnicas de los paneles o módulos solares se encuentran en las fichas técnicas, ya que estas son las encargadas de detallar las dimensiones, tensiones y corrientes de generación, aspectos que pueden variar dependiendo del tipo de panel, con estas fichas también se puede determinar la degradación que puede sufrir el módulo.

Figura 1-16 Parámetros técnicos de los paneles



Fuente: Ficha técnica modelo.

Los paneles fabricados de arseniuro de galio son más eficientes, por ello son más costosos. Estos son fabricados principalmente para la generación de energía a través de los sistemas fotovoltaicos.

Los paneles de arseniuro de galio se dividen en monocristalino, policristalino y silicio amorfo, para su identificación se cuenta con el color ya que para el monocristalino las celdas son de un color azul oscuro uniforme, para los policristalinos o también llamados multicristalino las celdas son de color azul oscuro intenso que le monocristalino, este es menos eficiente del monocristalino, y los que están contruidos por silicio de amorfo son es un color negro claro, son los más económicos, dado que su eficiencia es minima y se emplean en relojes y calculadoras.

La capacidad de generación de los paneles depende tanto de la cantidad de celdas que contenga cada uno como del material en que está contruido, tomando el caso de un panel monocristalino de 60 celdas su generación se encuentra establecida en alrededor de 330 wp, trabajando al 100% y con un panel de 72 celdas es posible llegar a los 400 watts pico [8].

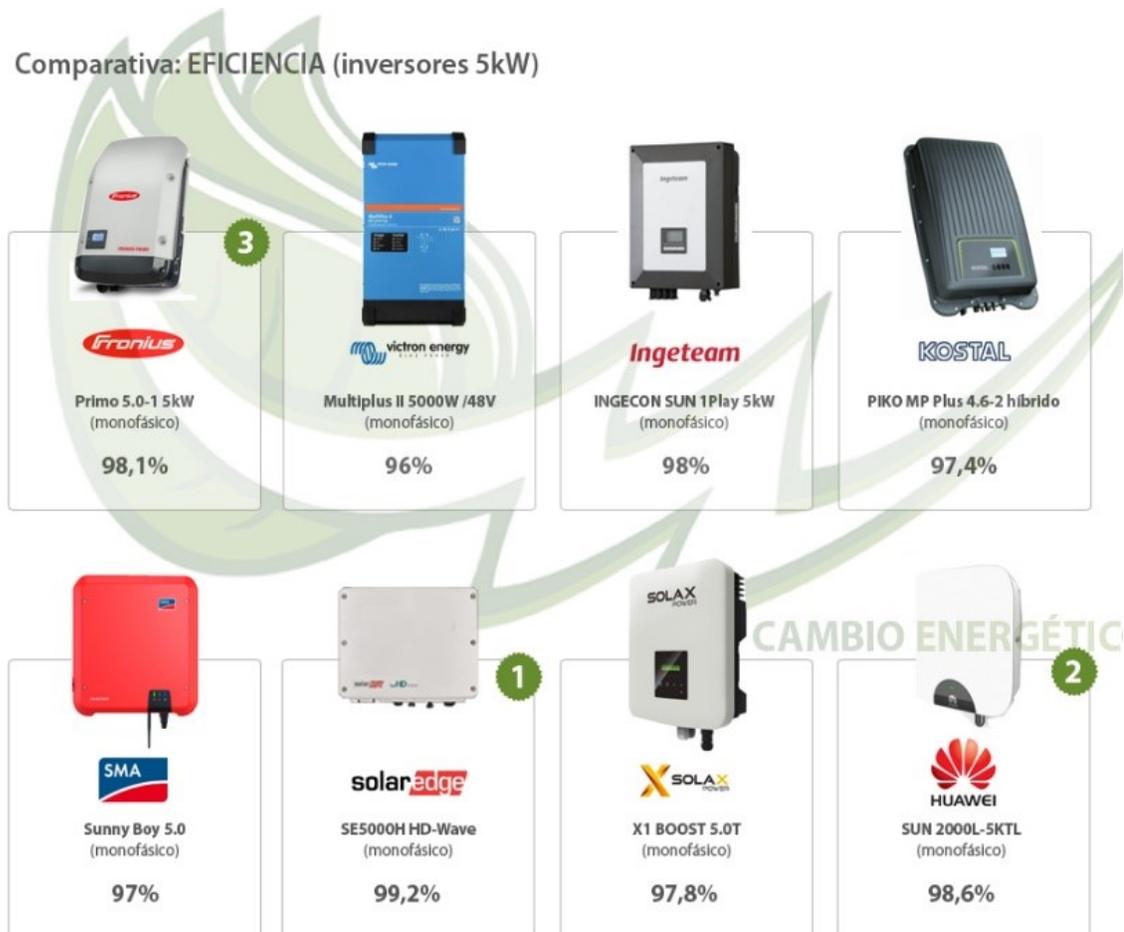
La eficiencia de los paneles se ve reflejada según la condición de fabricación o marca de este, cada diseño tiene una capacidad de generación dependiendo de la cantidad de celdas de las que está contruido, un ejemplo y a la vez una diferencia que se nombrara a continuación es entre paneles monocristalino y policristalinos, para ello se emplea un panel de 60 celdas en las cuales la eficiencia del monocristalino esta aproximadamente en 19,65% mientras el policristalino es de 17,55%.

Estos paneles tienen una durabilidad de trabajo de más o menos 10 diez años entregando el 100% de su capacidad de generación, después de este tiempo dicha capacidad se reduce a 75 - 80%. Para su mantenimiento todo depende del área donde se encuentre instalado, ya que en algunas áreas este podrá ser mínimo y dependerá de las condiciones de instalación.

1.8.2 Inversores

Este equipo se emplea en sistemas fotovoltaicos off grid, es el encargado de convertir la corriente continua en alterna, con el fin de que se puedan utilizar en diferentes electrodomésticos.

Figura 1-17 Tipos de inversores y su eficiencia



Fuente: <https://www.cambioenergetico.com/blog/comparativa-de-inversores-fotovoltaicos-para-autoconsumo-en-vivienda-actualizado-2019/>

Existen varios tipos de inversores, su selección se puede realizar dependiendo de la necesidad o de lo que se requiera, en el caso de una vivienda en la que se emplean aparatos electrónicos se requerirá de un inversor de onda sinusoidal, en el caso de motores o bombas se emplean los inversores de onda senoidal modificada o corregida, ya que con su modificación se adaptara de mejor manera a las especificaciones, otro tipo de

inversores son los de conexión de red y a baterías, estos son los encargados de sincronizar los niveles de energía que se generan para entregarlos a la red y a las baterías. Existen también, inversores monofásicos y trifásicos dependiendo del sistema, la diferencia de estos dos tipos de inversores es que el monofásico es para solo un conductor y maneja cargas pequeñas, mientras que el sistema trifásico emplea tres conductores y maneja cargas grandes, logrando que el sistema trabaje con una potencia constante.

1.8.3 Medidor de energía

Los medidores de energía o más conocidos como contadores de energía, son los encargados de medir los consumos en las edificaciones. En el mercado se encuentran de diferentes tipos, como lo son electromecánicos y electrónicos, encontrando también entre ellos los monofásicos, bifásicos, trifásicos y de diferentes clases de exactitud, con distintos niveles de tensión, corriente y variados tipos de conexión: directa, indirecta y semidirecta.

Por lo general los medidores electromecánicos son clase dos con corrientes de 0 a 120 Amperios y según el código de medida son permitidos en las instalaciones hasta 10 KWh, cargas superiores, en casos en que se emplean los equipos electrónicos o estáticos con clase de exactitud uno.

Estos equipos soportan grandes corrientes, los de 0.001 y 100/120 Amperios son de conexión directa, y los equipos de clase 0.5, 0.5s y 0.2 son de conexión indirecta y semidirecta. Van conectados por medio de transformadores de corriente, ya que las corrientes son 0 a 10 Amperios. Son instalados en grandes empresas o proyectos donde se manejan cargas altas.

Los medidores estáticos con clase 1, 0.5, 0.5s, 0.2, son bidireccionales estando contruidos para medidor de la energía activa y reactiva, en ambos sentidos importada y exportada, siendo empleados para sistemas fotovoltaicos on grid o hibrida, ya que permiten ver cuánto se entrega a la red eléctrica y cuando se utilizando de ella.

Estos equipos tienen otros tipos de ventajas ya que internamente cada uno trae memoria, lo cual permite guardar gran cantidad de datos y eventos, a los que se puede acceder mediante un software que es suministrado por cada fabricante. Estos medidores en su

mayoría contienen tres puertos de comunicación: rj45, rs485 y puerto óptico, tal como se puede observar en la siguiente **Figura 1- 18**.

Figura 1- 18 Medidor de energía



Fuente: Elaboración propia

1.9 Modos de conexión de los sistemas fotovoltaicos

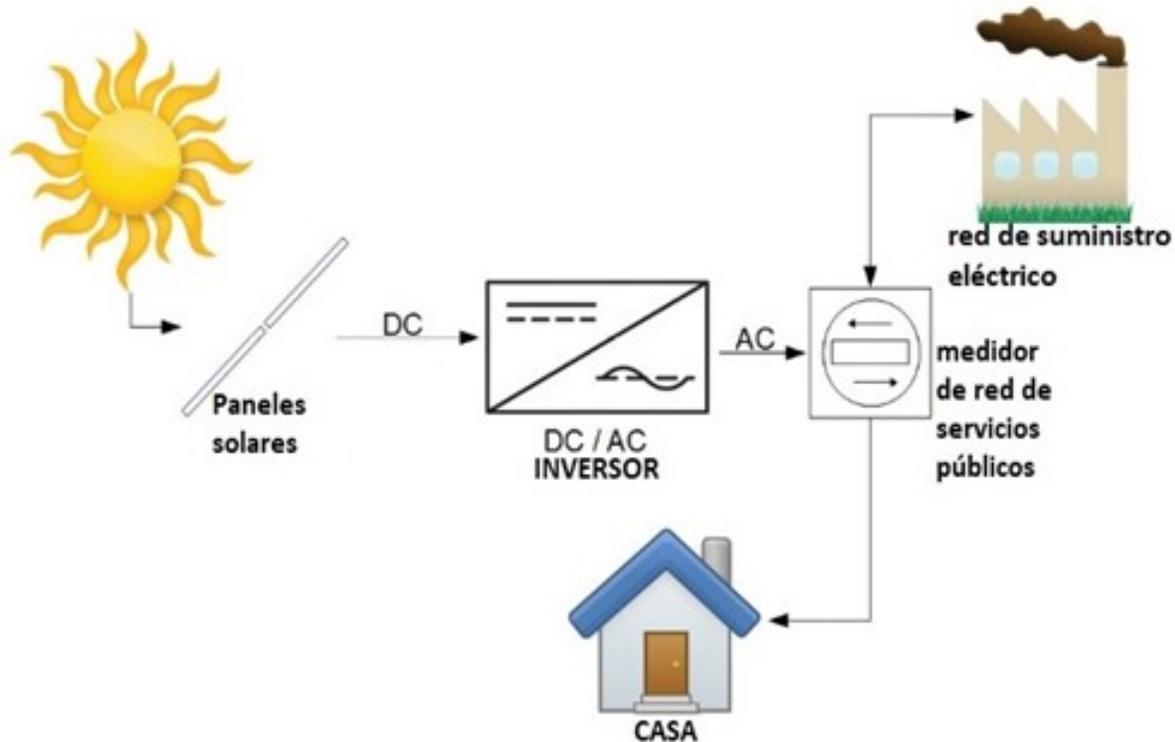
En los sistemas fotovoltaicos se cuentan con tres sistemas de conexión que se mencionan a continuación:

1.9.1 Conexión on grid

El sistema de conexión on grid es en el cual los paneles solares generan energía que se conecta directamente a la red eléctrica local o a la instalación eléctrica de la edificación

que necesita poco suministro de energía, ya que la energía generada va a ser consumida instantáneamente por las cargas instaladas tal como lo muestra la **Figura 1-19**.

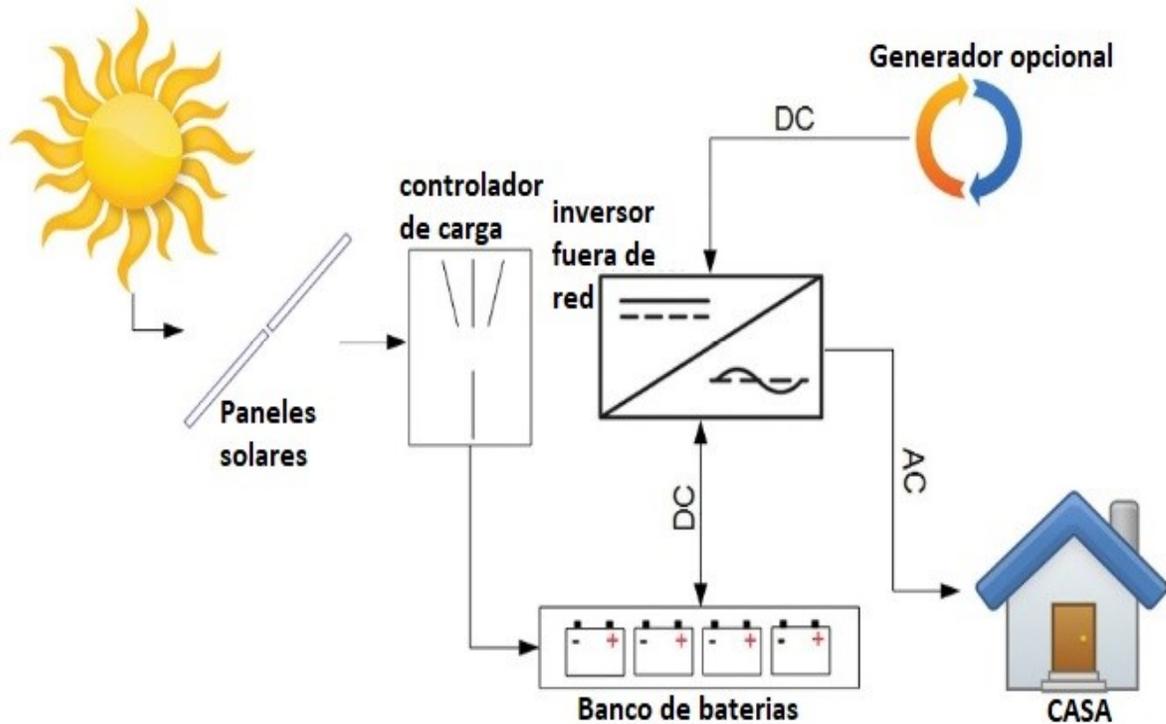
Figura 1-19 Sistema fotovoltaico conectado a red



Fuente: <https://www.panelessolares.energy/tipos-de-sistema-fotovoltaico/>

1.9.2 Conexión off grid

Este sistema es diferente al anteriormente mencionado, ya que en este caso se permite almacenar la energía por medio de baterías, siendo más efectivo y por lo tanto el más usado en edificaciones retiradas, es decir en sitios donde la red eléctrica no llega. Su instalación es más costosa también, por los elementos que se deben implementar, siendo estos los controladores que se encarga de distribuir la energía generada entre las baterías y la carga instalada, el inversor que se encarga de convertir la corriente directa en alterna para que equipos como lo son: celulares, televisores y neveras, entre otros, funcionen correctamente, véase la siguiente **Figura 1-20**.

Figura 1-20 Sistema fotovoltaico no conectado a red

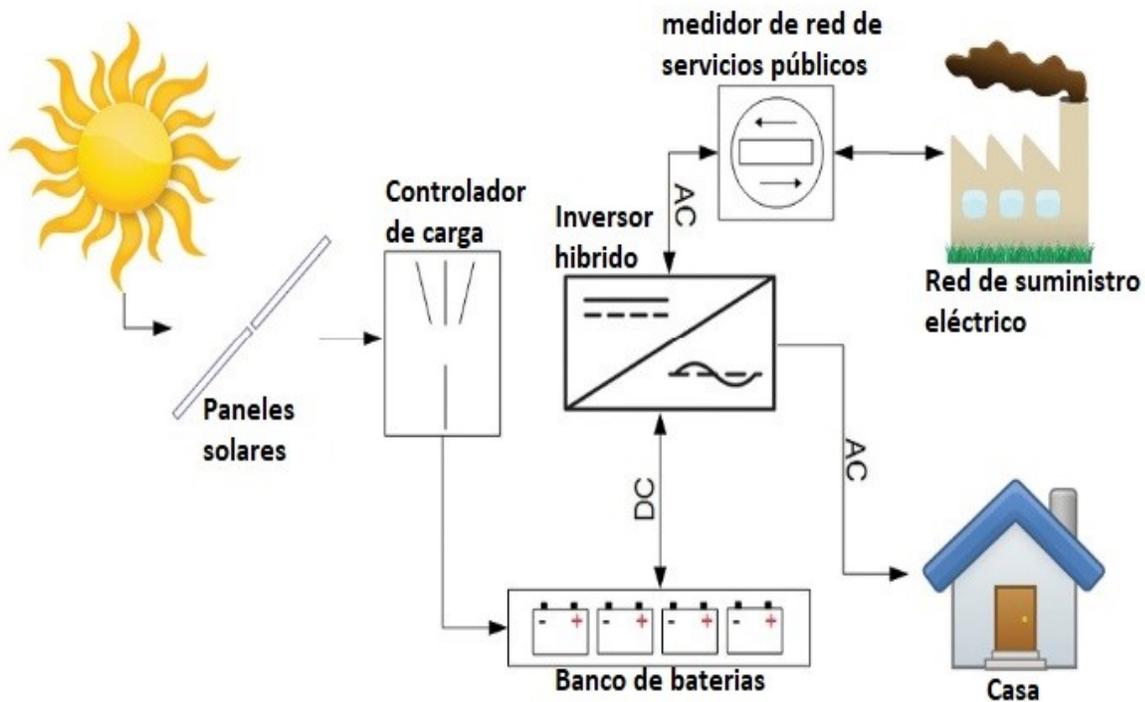
Fuente: <https://www.panelessolares.energy/tipos-de-sistema-fotovoltaico/>

1.9.3 Conexión combinada

Este tipo de conexión es utilizada en lugares donde se hace necesario el suplir o reducir consumos de energía.

Dado que, en muchos lugares las cargas instaladas son pequeñas y se genera mucha más energía de la que es demandada por la edificación, por medio de esta conexión se crea una unión a la red de energía con el fin de suplirla.

Esta conexión puede ser más costosa que las anteriormente mencionadas, dado que para su implementación se necesitan equipos como lo son: controladores, inversores, medidor bidireccional, cable, espacio en el área y errajería, tal como se muestra en **Figura 1-21**.

Figura 1-21 Sistema fotovoltaico combinado o híbrido

Fuente: <https://www.panelessolares.energy/tipos-de-sistema-fotovoltaico/>

1.10 Telemetria

Se refiere a la forma de medir remotamente los equipos de medida. En la mayoría de casos se utiliza un modem que se encarga de hacer la interfaz para ingresar y descargar los datos y enviarlos a una unidad de central, en la cual se pueden ver las energías tanto importadas como exportadas.

Esta comunicación se realiza por APN (Acceso Point Name) o VPN (Virtual Private Network), siendo APN la más utilizada, ya que con una simcard que cuente con plan de datos de cualquier operador, será posible acceder, dependiendo este aspecto también de la zona en que se quiera instalar la telemetria.

La mayoría de medidores de energía en que se piense instalar telemetria, deben tener puertos rs485 y rj45, dado que por medio de estos se establece la salida de comunicación

con el modem, el cual se encarga de enviar los datos por medio de internet al equipo central con el fin de poder visualizarlos.

Según la resolución 131 de 2020 de la CREG que se encuentra en estudio, en su título IV denominado Requisitos técnicos generales, se estipula que para el año 2030 se debe implementar la tecnología AMI [9]. La cual consiste en que los operadores de red o empresas de energía, centralicen su medida, mediante este método, con medidores de tecnología avanzada, es decir, exigiendo que para dicho año se debe tener el 95% del sector urbano y el 50% de las zonas rurales conectadas. Ver **Figura 1-22**.

Figura 1-22 Tecnología AMI, o Smart grid



Fuente: <https://www.ecointeligencia.com/2014/03/smart-grid-tecnologias/>

2. Desarrollo Metodológico

En este capítulo se analiza y describe la manera en que se desarrolló el proyecto teniendo en cuenta los diferentes criterios técnicos y documentación tanto teórica como de la Empresa de Energía de Boyacá.

2.1 Diagnóstico de iluminación

Se realiza diagnóstico en el laboratorio de medidores con el objetivo de evidenciar el estado en que se encuentra la iluminación actual, esto con el fin de analizar los resultados y poder diseñar la opción de mejoramiento.

Ya que en el sitio se encuentran diferentes tipos de iluminación instalada, para este proceso se hace necesario contratar un luxómetro digital serie 1D22389, propiedad del laboratorio ElgSís Colombia, para realizar las mediciones.

Ese proceso se llevó a cabo el 31 de agosto en horas de la tarde iniciando de 14:00 a las 16:00 y de las 18:30 a las 20:00, tomando las respectivas mediciones en los puestos de trabajo y puntos establecidos.

Para esto, se determinaron las diferentes áreas en que se encuentra distribuido el laboratorio y se determinaron también la cantidad de luxes según el RETILAP, ya que se encuentran pasillos, bodegas, oficinas y el área de calibración y ensayos, en la cual se determina que debe tener mejor iluminación.

Las mediciones de la zona de calibración se realizan con persianas cerradas, sin aprovechar la luz natural, ya que en la mayoría de los casos se ven afectados los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio.

Con los resultados de las mediciones se realiza un análisis con el fin de ver la determinación de luxes en cada punto determinado en el área del laboratorio.

2.1.1 Entrevista con el jefe de la oficina de planeación y regulación

Se entabla conversación con el jefe de la oficina de planeación y regulación, con el fin de informar sobre el contenido y desarrollo del proyecto, con sus diferentes componentes, informando las razones del porqué de la realización del análisis, del diseño de iluminación y del diseño del sistema fotovoltaico, haciendo especial hincapié en que este se encontraría alimentando el sistema de iluminación, y su sobrante de energía generada sería suministrada a la subestación Donato para luego ser distribuida en las redes de la empresa.

El jefe de la oficina de planeación manifiesta estar de acuerdo con el desarrollo del proyecto y otorga su aprobación para hacer las respectivas investigaciones de los temas respectivos. Basada en esta aprobación, se envía carta formal a la EBSA solicitando el permiso para la realización del proyecto, la cual encuentra también aprobación y en su respuesta específica que el ingeniero jefe de la oficina de planeación y regulación, estará encargado de dirigir este trabajo por parte de la organización.

2.2 Caracterización de las instalaciones

En este numeral se describen las diferentes zonas del laboratorio, su frecuencia de uso y que se realiza en cada zona.

Figura 2-1 Área del laboratorio de medidores



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-2 Planta segundo piso

Fuente: Elaboración propia

2.2.1 Zona de calibración

La zona de calibración es la zona más grande e importante del laboratorio de medidores de energía eléctrica, cuenta con un área de 192 M², en la cual se encuentran ubicados tres EPM (Equipos Probadores de Medidores) y diferentes puestos de trabajos cada uno con su respectivo equipo de cómputo.

Figura 2-3 Área de calibración

Fuente: Elaboración propia

Esta es la zona más importante para el laboratorio ya que allí se realizan, Ensayos y Calibraciones de los diferentes medidores que llegan de clientes tanto particulares como internos de la empresa. Los ensayos y calibraciones realizadas son: ensayo de funcionamiento sin carga, ensayo de arranque, exactitud o calibración, ensayo de verificación de la constante.

Esta área siempre debe estar en condiciones ambientales perfectas, ya que este es un requisito de la norma ISO 17025 denominada Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, mostrando en su capítulo 6.3. Instalaciones y condiciones ambientales, y en su numeral 6.3.1 la relevancia de que todas las instalaciones sean adecuadas para las actividades del laboratorio y que en ningún sentido afecten adversamente la validez de los resultados.

La zona de calibración es la más utilizada actualmente en el laboratorio de la empresa.

2.2.2 Zona de alistamiento inicial

La zona de alistamiento cuenta con 73 M², es otra de las zonas de gran importancia ya que en esta área se realiza una verificación visual de los equipos objetos de prueba, con el fin de verificar el estado en que se encuentran los diferentes elementos que los componen, determinando si se pueden llevar a los EPM, (Equipo probador de medidores). Esta zona es de mucho cuidado ya que por un descuido o una decisión puede verse afectado un operario o un EPM. El uso de esta área es frecuente.

Figura 2-4 Zona de alistamiento inicial



Fuente: Elaboración propia

Las dos zonas antes mencionadas son las utilizadas y críticas para el trabajo realizado en el laboratorio de medidores.

2.2.3 Área de bodega de sellos y cuarto de control

Estas son las áreas menos utilizadas del laboratorio, ya que solo se accede a ellas con previo aviso y orden, dado que allí se encuentran insumos como son los sellos, papelería y equipos utilizados anteriormente, tiene un área de 35 M².

Figura 2-5 Bodega de sellos y cuarto de control

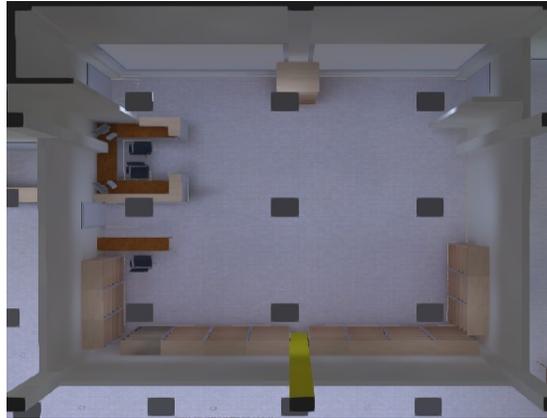


Fuente: Elaboración propia

Al cuarto de control se tiene acceso cuando se presenta alguna falla en el suministro de energía o telecomunicaciones, dado que en esta área se encuentra una unidad ups (Uninterruptible Power Supply), encargada de regular las tensiones y corrientes que alimentan los EPM, los equipos de cómputo y un Reuter que se encarga del sistema de comunicaciones, es el área más pequeña del laboratorio con 11.7 M².

2.2.4 Bodega de alistamiento final

Es el área donde se culmina el proceso con los medidores de energía eléctrica, es decir, en esta bodega se almacenan los equipos hasta el día en que el cliente lo recoge para su instalación o su disposición final, determinada por el usuario.

Figura 2-6 Bodega de alistamiento final

Fuente: Elaboración propia

Los equipos que se encuentran en esta área, son colocados en estantes debidamente marcados inequívocamente, esto para no tener confusiones de equipos o que se generen cambios en las entregas. Esta área es de 40.1 M².

2.2.5 Bodega de recepción de medidores

La zona de recepción es donde se recibe el equipo que el cliente hace llegar al laboratorio, para su proceso de ensayo y calibración, después de que se recibe se dispone para su debida marcación y se deja listo para pasar al área de alistamiento. Cuenta con un área de 71.1 M².

Figura 2-7 Bodega de recepción

Fuente: Elaboración propia

Cuando es cliente interno (EBSA), estos equipos llegan embalados con su respectivo sello de custodia el cual se debe verificar que no allá sido manipulado ni roto.

2.2.6 Área de pasillo, oficinas, baños

De las áreas mencionadas. Las oficinas se encuentran ubicadas en el segundo piso, contando con dos oficinas principales y una sala de juntas para reuniones o eventos que tengan que ver con el laboratorio de medidores. Esta área es de 122.2 M², en pasillos son 91.5 M², y en baños son 19.5 M².

Figura 2-8 Baños



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9 Oficinas



Fuente: Elaboración propia

2.3 Mediciones de iluminación

Se realizan las mediciones con un equipo luxómetro MALUX 5032B, con identificación número 1D22389, con certificado de calibración número CC200318-97056 con fecha de calibración 2020-03-18 del laboratorio de ElgSís. Donde la calibración tiene una trazabilidad a la candela, unidad base del SI a través del patrón nacional de intensidad luminosa mantenido por el CENAM.

Este equipo tiene una resolución de 0,01 lx hasta 100 lx la cual se adecua automáticamente dependiendo el rango de trabajo, manejando cuatro rangos de medición, que van de 0,01 lx hasta 19,990 lx, el error que se maneja es $\pm 3\%$ del valor de medición, +4 dígitos para luz de bombilla (luz normalizada clase A).

Se realiza la distribución de puntos tomando las mediciones de luminosidad en las distintas áreas del laboratorio, a una altura de un metro del piso, y sobre los diferentes puestos de trabajo. Se toman cinco mediciones por punto, se debe tener en cuenta que el equipo debe ser soportado sobre algún objeto, o de lo contrario no se debe hacer sombra sobre el sensor de luz, ya que esto puede arrojar datos erróneos o disminuir la luz.

2.3.1 Mediciones área de calibración

En esta zona se realizan 69 puntos de calibración, siendo marcados inequívocamente, a estas mediciones se les debe hacer una corrección, con el fin de hallar el error verdadero, por ello, es necesario hacer una validación del certificado ante la norma de CENAM, con el fin de obtener datos sobre la corrección que se debe realizar.

Figura 2-10 Mediciones de iluminación

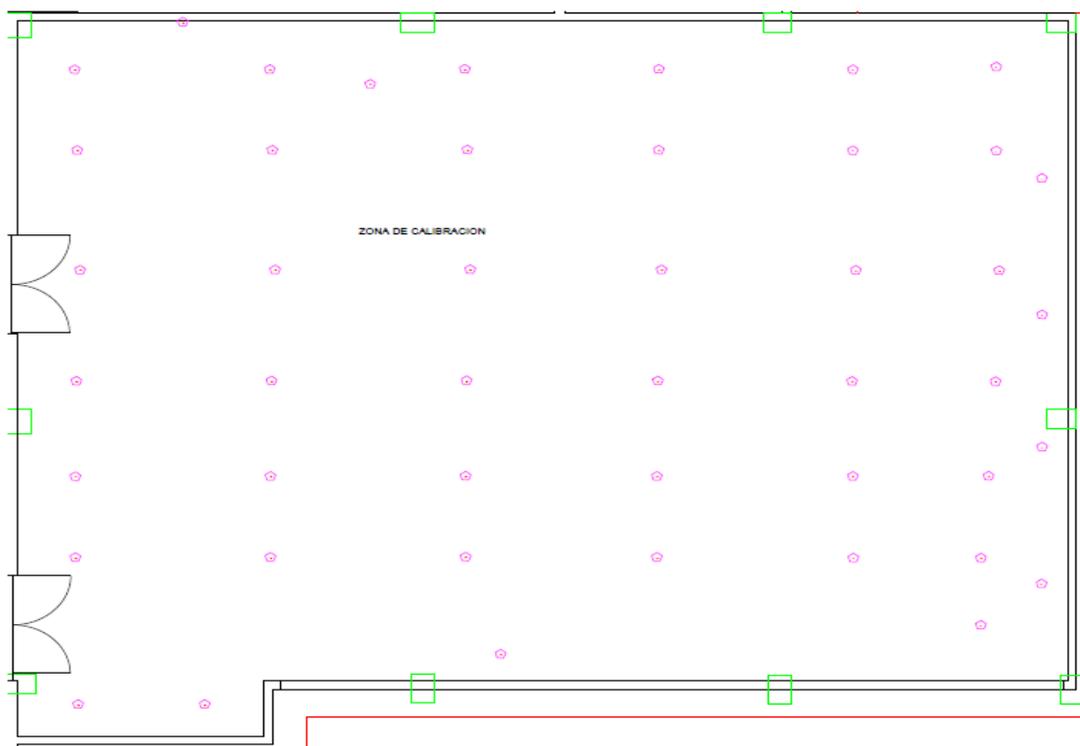


Fuente: Elaboración propia

Para la designación de los puntos en que se tomaron las mediciones de iluminación, se dibujan rectángulos de 1.5 metros por 1.5 metros en las áreas en que no se encuentran puestos de trabajos, en este caso los puestos de trabajo se encuentran en los bordes de la sala mencionada, de igual manera a cada puesto de trabajo se le realiza su respectiva medición, a una altura de 0.8 metros del piso, siguiendo la disposición del numeral 490.1 de RETILAP, correspondiente a medición de iluminación general en espacio cerrado.

En la **Figura 2-11** se muestran los diferentes datos tanto de las mediciones tomadas como de su marcación, esto con el fin de no tener confusión alguna.

Figura 2-11 Mediciones en el área de calibración



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, tomando como referencia la **Tabla 2-1** se evidencia que la validación del criterio no cumple, ya que los valores de luxes son inferiores a los estipulados por RETILAP, en cada punto de medición.

Tabla 2-1 Mediciones de iluminación zona calibración

														Limite de aceptación según RETILAB 300 lx < ILUM < 750 lx	
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
1	MED 1	313	0,960	300,48	362	16,6	3,8	17	34	-3,7	0,01%	22,8	1,0	99,99%	Cumple
	MED 2	399	0,960	383,04											
	MED 3	394	0,960	378,24											
	MED 4	379	0,960	363,84											
	MED 5	402	0,960	385,92											
2	MED 1	366	0,960	351,36	370	7,6	3,9	8	17	-8,2	0,00%	44,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	371	0,960	356,16											
	MED 3	390	0,960	374,40											
	MED 4	391	0,960	375,36											
	MED 5	408	0,960	391,68											
3	MED 1	383	0,960	367,68	362	6,6	3,8	8	15	-8,1	0,00%	51,3	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	353	0,960	338,88											
	MED 3	374	0,960	359,04											
	MED 4	381	0,960	365,76											
	MED 5	392	0,960	376,32											
4	MED 1	381	0,960	365,76	366	0,2	3,8	3,8	7,6	-17	0,00%	100,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	380	0,960	364,80											
	MED 3	381	0,960	365,76											
	MED 4	381	0,960	365,76											
	MED 5	381	0,960	365,76											
5	MED 1	380	0,960	364,80	365	0,2	3,8	3,8	7,6	-17	0,00%	101,0	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	381	0,960	365,76											
	MED 3	380	0,960	364,80											
	MED 4	380	0,960	364,80											
	MED 5	381	0,960	365,76											
6	MED 1	380	0,960	364,80	365	0,2	3,8	3,8	7,6	-17	0,00%	100,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	381	0,960	365,76											
	MED 3	381	0,960	365,76											
	MED 4	381	0,960	365,76											
	MED 5	380	0,960	364,80											
7	MED 1	351	0,960	336,96	337	0,2	3,5	3,5	7,0	-11	0,00%	117,4	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	351	0,960	336,96											
	MED 3	351	0,960	336,96											
	MED 4	352	0,960	337,92											
	MED 5	351	0,960	336,96											
8	MED 1	351	0,960	336,96	337	0,2	3,5	3,5	7,0	-11	0,00%	117,1	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	352	0,960	337,92											
	MED 3	351	0,960	336,96											
	MED 4	352	0,960	337,92											
	MED 5	351	0,960	336,96											
9	MED 1	351	0,960	336,96	337	0,2	3,5	3,5	7,0	-10	0,00%	117,6	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	350	0,960	336,00											
	MED 3	351	0,960	336,96											
	MED 4	351	0,960	336,96											
	MED 5	351	0,960	336,96											
10	MED 1	197,6	0,977	193,06	193,1	0,0	2,0	2,0	4,0	54,1	100,00%	281,8	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	197,7	0,977	193,15											
	MED 3	197,5	0,977	192,96											
	MED 4	197,7	0,977	193,15											
	MED 5	197,6	0,977	193,06											

														Limite de aceptación según RETILAB 300 lx < ILUM < 750 lx	
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
11	MED 1	197,4	0,977	192,86	157,8	36,0	1,6	36,0	72,0	3,95	100,00%	16,4	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	197,3	0,977	192,76											
	MED 3	197,6	0,977	193,06											
	MED 4	197,7	0,977	193,15											
	MED 5	17,6	0,977	17,20											
12	MED 1	196,6	0,977	192,08	192,9	0,2	2,0	2,0	4,0	54	100,00%	280,7	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	197,5	0,977	192,96											
	MED 3	197,8	0,977	193,25											
	MED 4	197,6	0,977	193,06											
	MED 5	197,5	0,977	192,96											
13	MED 1	205	0,977	200,29	200,1	0,2	2,0	2,1	4,1	48,6	100,00%	267,2	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	204	0,977	199,31											
	MED 3	205	0,977	200,29											
	MED 4	205	0,977	200,29											
	MED 5	205	0,977	200,29											
14	MED 1	205	0,977	200,29	200,3	0,0	2,1	2,1	4,1	48,6	100,00%	268,2	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	205	0,977	200,29											
	MED 3	205	0,977	200,29											
	MED 4	205	0,977	200,29											
	MED 5	205	0,977	200,29											
15	MED 1	205	0,977	200,29	200,3	0,0	2,1	2,1	4,1	48,6	100,00%	268,2	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	205	0,977	200,29											
	MED 3	205	0,977	200,29											
	MED 4	205	0,977	200,29											
	MED 5	205	0,977	200,29											
16	MED 1	391	0,960	375,36	374,0	1,2	3,9	4,1	8,2	-18	0,00%	92,2	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	392	0,960	376,32											
	MED 3	390	0,960	374,40											
	MED 4	385	0,960	369,60											
	MED 5	390	0,960	374,40											
17	MED 1	392	0,960	376,32	375,2	0,4	3,9	3,9	7,9	-19	0,00%	95,5	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	390	0,960	374,40											
	MED 3	391	0,960	375,36											
	MED 4	390	0,960	374,40											
	MED 5	391	0,960	375,36											
18	MED 1	391	0,960	375,36	373,2	1,7	3,9	4,2	8,5	-17	0,00%	88,7	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	390	0,960	374,40											
	MED 3	390	0,960	374,40											
	MED 4	382	0,960	366,72											
	MED 5	391	0,960	375,36											
19	MED 1	399	0,960	383,04	383,4	0,2	4,0	4,0	8,0	-21	0,00%	91,6	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	399	0,960	383,04											
	MED 3	399	0,960	383,04											
	MED 4	400	0,960	384,00											
	MED 5	400	0,960	384,00											
20	MED 1	399	0,960	383,04	383,2	0,2	4,0	4,0	8,0	-21	0,00%	91,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	399	0,960	383,04											
	MED 3	400	0,960	384,00											
	MED 4	399	0,960	383,04											
	MED 5	399	0,960	383,04											
21	MED 1	399	0,960	383,04	383,2	0,2	4,0	4,0	8,0	-21	0,00%	91,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	399	0,960	383,04											
	MED 3	399	0,960	383,04											
	MED 4	399	0,960	383,04											
	MED 5	400	0,960	384,00											
22	MED 1	240	0,977	234,48	241,3	1,8	2,5	3,0	6,1	19,3	100,00%	167,7	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	249	0,977	243,27											
	MED 3	249	0,977	243,27											
	MED 4	248	0,977	242,30											
	MED 5	249	0,977	243,27											
23	MED 1	249	0,977	243,27	243,7	0,2	2,5	2,5	5,0	22,5	100,00%	202,0	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	250	0,977	244,25											
	MED 3	249	0,977	243,27											
	MED 4	250	0,977	244,25											
	MED 5	249	0,977	243,27											
24	MED 1	250	0,977	244,25	243,7	0,4	2,5	2,5	5,1	22,3	100,00%	200,5	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	250	0,977	244,25											
	MED 3	249	0,977	243,27											
	MED 4	248	0,977	242,30											
	MED 5	250	0,977	244,25											
25	MED 1	362	0,960	347,52	348,1	0,2	3,6	3,6	7,3	-13	0,00%	110,6	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	363	0,960	348,48											
	MED 3	362	0,960	347,52											
	MED 4	363	0,960	348,48											
	MED 5	363	0,960	348,48											
26	MED 1	363	0,960	348,48	349,6	0,4	3,6	3,7	7,3	-14	0,00%	109,4	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	364	0,960	349,44											
	MED 3	364	0,960	349,44											
	MED 4	365	0,960	350,40											
	MED 5	365	0,960	350,40											

PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Límite de aceptación según RETILAB 300 lx < ILUM < 750 lx Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
27	MED 1	363	0,960	348,48	350,0	0,5	3,6	3,7	7,4	-14	0,00%	108,6	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	365	0,960	350,40											
	MED 3	365	0,960	350,40											
	MED 4	364	0,960	349,44											
	MED 5	366	0,960	351,36											
28	MED 1	309	0,960	296,64	297,4	0,2	3,1	3,1	6,2	0,83	79,81%	145,8	1,0	20,19%	No Cumple
	MED 2	310	0,960	297,60											
	MED 3	310	0,960	297,60											
	MED 4	310	0,960	297,60											
	MED 5	310	0,960	297,60											
29	MED 1	310	0,960	297,60	297,8	0,2	3,1	3,1	6,2	0,71	76,12%	145,5	1,0	23,88%	No Cumple
	MED 2	311	0,960	298,56											
	MED 3	310	0,960	297,60											
	MED 4	310	0,960	297,60											
	MED 5	310	0,960	297,60											
30	MED 1	311	0,960	298,56	297,8	0,4	3,1	3,1	6,2	0,71	76,01%	144,7	1,0	23,99%	No Cumple
	MED 2	309	0,960	296,64											
	MED 3	311	0,960	298,56											
	MED 4	310	0,960	297,60											
	MED 5	310	0,960	297,60											
31	MED 1	368	0,960	353,28	353,3	0,0	3,7	3,7	7,4	-14	0,00%	107,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	368	0,960	353,28											
	MED 3	368	0,960	353,28											
	MED 4	368	0,960	353,28											
	MED 5	368	0,960	353,28											
32	MED 1	368	0,960	353,28	353,5	0,2	3,7	3,7	7,4	-15	0,00%	107,5	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	368	0,960	353,28											
	MED 3	368	0,960	353,28											
	MED 4	368	0,960	353,28											
	MED 5	369	0,960	354,24											
33	MED 1	368	0,960	353,28	354,0	0,2	3,7	3,7	7,4	-15	0,00%	107,2	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	369	0,960	354,24											
	MED 3	369	0,960	354,24											
	MED 4	369	0,960	354,24											
	MED 5	369	0,960	354,24											
34	MED 1	313	0,960	300,48	303,9	0,9	3,2	3,3	6,6	-1,2	11,64%	135,2	1,0	88,36%	No Cumple
	MED 2	317	0,960	304,32											
	MED 3	317	0,960	304,32											
	MED 4	318	0,960	305,28											
	MED 5	318	0,960	305,28											
35	MED 1	318	0,960	305,28	305,1	0,2	3,2	3,2	6,4	-1,6	5,50%	139,7	1,0	94,50%	No Cumple
	MED 2	318	0,960	305,28											
	MED 3	318	0,960	305,28											
	MED 4	318	0,960	305,28											
	MED 5	317	0,960	304,32											
36	MED 1	318	0,960	305,28	305,3	0,0	3,2	3,2	6,4	-1,7	4,84%	139,8	1,0	95,16%	Cumple
	MED 2	318	0,960	305,28											
	MED 3	318	0,960	305,28											
	MED 4	318	0,960	305,28											
	MED 5	318	0,960	305,28											
37	MED 1	318	0,960	305,28	304,5	0,4	3,2	3,2	6,4	-1,4	7,89%	139,5	1,0	92,11%	No Cumple
	MED 2	317	0,960	304,32											
	MED 3	317	0,960	304,32											
	MED 4	318	0,960	305,28											
	MED 5	316	0,960	303,36											
38	MED 1	317	0,960	304,32	303,7	0,2	3,2	3,2	6,3	-1,2	11,90%	140,6	1,0	88,10%	No Cumple
	MED 2	316	0,960	303,36											
	MED 3	316	0,960	303,36											
	MED 4	317	0,960	304,32											
	MED 5	316	0,960	303,36											
39	MED 1	316	0,960	303,36	303,6	0,2	3,2	3,2	6,3	-1,1	13,11%	140,9	1,0	86,89%	No Cumple
	MED 2	316	0,960	303,36											
	MED 3	316	0,960	303,36											
	MED 4	317	0,960	304,32											
	MED 5	316	0,960	303,36											
40	MED 1	338	0,960	324,48	324,7	0,2	3,4	3,4	6,8	-7,3	0,00%	125,5	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	338	0,960	324,48											
	MED 3	339	0,960	325,44											
	MED 4	338	0,960	324,48											
	MED 5	338	0,960	324,48											
41	MED 1	338	0,960	324,48	323,1	0,4	3,4	3,4	6,8	-6,8	0,00%	125,9	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	337	0,960	323,52											
	MED 3	336	0,960	322,56											
	MED 4	336	0,960	322,56											
	MED 5	336	0,960	322,56											
42	MED 1	336	0,960	322,56	323,1	0,9	3,4	3,5	7,0	-6,7	0,00%	122,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	336	0,960	322,56											
	MED 3	335	0,960	321,60											
	MED 4	336	0,960	322,56											
	MED 5	340	0,960	326,40											

															Limite de aceptación según RETILAB 300 lx < ILUM < 750 lx
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
43	MED 1	482	0,960	462,72	457,9	1,3	4,8	4,9	9,9	-32	0,00%	59,2	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	476	0,960	456,96											
	MED 3	476	0,960	456,96											
	MED 4	476	0,960	456,96											
	MED 5	475	0,960	456,00											
44	MED 1	475	0,960	456,00	454,7	0,4	4,7	4,8	9,5	-33	0,00%	62,1	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	474	0,960	455,04											
	MED 3	473	0,960	454,08											
	MED 4	473	0,960	454,08											
	MED 5	473	0,960	454,08											
45	MED 1	472	0,960	453,12	448,5	1,3	4,7	4,9	9,7	-31	0,00%	62,1	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	468	0,960	449,28											
	MED 3	466	0,960	447,36											
	MED 4	465	0,960	446,40											
	MED 5	465	0,960	446,40											
46	MED 1	245	0,977	239,37	238,8	0,4	2,4	2,5	5,0	24,7	100,00%	206,4	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	244	0,977	238,39											
	MED 3	245	0,977	239,37											
	MED 4	245	0,977	239,37											
	MED 5	243	0,977	237,41											
47	MED 1	243	0,977	237,41	237,0	0,2	2,4	2,4	4,9	25,8	100,00%	210,4	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	243	0,977	237,41											
	MED 3	243	0,977	237,41											
	MED 4	242	0,977	236,43											
	MED 5	242	0,977	236,43											
48	MED 1	243	0,977	237,41	236,8	0,2	2,4	2,4	4,9	25,9	100,00%	210,6	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	242	0,977	236,43											
	MED 3	242	0,977	236,43											
	MED 4	243	0,977	237,41											
	MED 5	242	0,977	236,43											
49	MED 1	208	0,977	203,22	202,8	0,4	2,1	2,1	4,2	46	100,00%	258,8	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	206	0,977	201,26											
	MED 3	208	0,977	203,22											
	MED 4	208	0,977	203,22											
	MED 5	208	0,977	203,22											
50	MED 1	206	0,977	201,26	202,0	0,4	2,1	2,1	4,2	46,6	100,00%	260,7	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	207	0,977	202,24											
	MED 3	207	0,977	202,24											
	MED 4	206	0,977	201,26											
	MED 5	208	0,977	203,22											
51	MED 1	208	0,977	203,22	202,4	0,5	2,1	2,1	4,3	45,8	100,00%	257,2	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	208	0,977	203,22											
	MED 3	206	0,977	201,26											
	MED 4	208	0,977	203,22											
	MED 5	206	0,977	201,26											
52	MED 1	298	0,977	291,15	289,0	0,5	3,0	3,0	6,1	3,6	99,98%	151,2	1,0	0,02%	No Cumple
	MED 2	300	0,960	288,00											
	MED 3	300	0,960	288,00											
	MED 4	301	0,960	288,96											
	MED 5	301	0,960	288,96											
53	MED 1	302	0,960	289,92	290,1	0,2	3,0	3,0	6,1	3,26	99,95%	151,8	1,0	0,05%	No Cumple
	MED 2	302	0,960	289,92											
	MED 3	302	0,960	289,92											
	MED 4	302	0,960	289,92											
	MED 5	303	0,960	290,88											
54	MED 1	303	0,960	290,88	291,8	0,7	3,0	3,1	6,2	2,61	99,55%	146,8	1,0	0,45%	No Cumple
	MED 2	304	0,960	291,84											
	MED 3	302	0,960	289,92											
	MED 4	305	0,960	292,80											
	MED 5	306	0,960	293,76											
55	MED 1	251	0,977	245,23	244,6	0,4	2,5	2,5	5,1	21,8	100,00%	199,3	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	250	0,977	244,25											
	MED 3	251	0,977	245,23											
	MED 4	249	0,977	243,27											
	MED 5	251	0,977	245,23											
56	MED 1	250	0,977	244,25	243,7	0,9	2,5	2,7	5,3	21,2	100,00%	190,3	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	251	0,977	245,23											
	MED 3	251	0,977	245,23											
	MED 4	249	0,977	243,27											
	MED 5	246	0,977	240,34											
57	MED 1	250	0,977	244,25	242,3	0,7	2,5	2,6	5,2	22,4	100,00%	196,9	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	249	0,977	243,27											
	MED 3	248	0,977	242,30											
	MED 4	247	0,977	241,32											
	MED 5	246	0,977	240,34											
58	MED 1	570	0,960	547,20	553,7	2,6	5,8	6,3	12,7	-40	0,00%	31,0	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	574	0,960	551,04											
	MED 3	585	0,960	561,60											
	MED 4	580	0,960	556,80											
	MED 5	575	0,960	552,00											

															Limite de aceptación según RETILAB 300 lx < ILUM < 750 lx
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
59	MED 1	569	0,960	546,24	543,7	1,9	5,7	6,0	11,9	-41	0,00%	34,5	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	561	0,960	538,56											
	MED 3	563	0,960	540,48											
	MED 4	568	0,960	545,28											
	MED 5	571	0,960	548,16											
60	MED 1	576	0,960	552,96	552,4	0,7	5,8	5,8	11,6	-43	0,00%	34,1	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	574	0,960	551,04											
	MED 3	574	0,960	551,04											
	MED 4	575	0,960	552,00											
	MED 5	578	0,960	554,88											
61	MED 1	354	0,960	339,84	337,9	0,9	3,5	3,6	7,3	-10	0,00%	113,0	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	349	0,960	335,04											
	MED 3	351	0,960	336,96											
	MED 4	352	0,960	337,92											
	MED 5	354	0,960	339,84											
62	MED 1	353	0,960	338,88	338,9	0,0	3,5	3,5	7,1	-11	0,00%	116,5	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	353	0,960	338,88											
	MED 3	353	0,960	338,88											
	MED 4	353	0,960	338,88											
	MED 5	353	0,960	338,88											
63	MED 1	351	0,960	336,96	337,5	0,4	3,5	3,5	7,1	-11	0,00%	116,6	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	352	0,960	337,92											
	MED 3	351	0,960	336,96											
	MED 4	353	0,960	338,88											
	MED 5	351	0,960	336,96											
64	MED 1	489	0,960	469,44	476,4	1,8	5,0	5,3	10,6	-33	0,00%	51,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	498	0,960	478,08											
	MED 3	498	0,960	478,08											
	MED 4	498	0,960	478,08											
	MED 5	498	0,960	478,08											
65	MED 1	498	0,960	478,08	478,5	0,2	5,0	5,0	10,0	-36	0,00%	54,4	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	499	0,960	479,04											
	MED 3	499	0,960	479,04											
	MED 4	498	0,960	478,08											
	MED 5	498	0,960	478,08											
66	MED 1	497	0,960	477,12	478,5	0,4	5,0	5,0	10,0	-36	0,00%	54,3	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	499	0,960	479,04											
	MED 3	499	0,960	479,04											
	MED 4	498	0,960	478,08											
	MED 5	499	0,960	479,04											
67	MED 1	522	0,960	501,12	500,5	0,2	5,2	5,2	10,4	-38	0,00%	47,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	521	0,960	500,16											
	MED 3	521	0,960	500,16											
	MED 4	521	0,960	500,16											
	MED 5	522	0,960	501,12											
68	MED 1	520	0,960	499,20	500,0	0,4	5,2	5,2	10,4	-38	0,00%	47,9	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	521	0,960	500,16											
	MED 3	520	0,960	499,20											
	MED 4	521	0,960	500,16											
	MED 5	522	0,960	501,12											
69	MED 1	520	0,960	499,20	498,8	0,2	5,2	5,2	10,4	-38	0,00%	48,3	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	520	0,960	499,20											
	MED 3	519	0,960	498,24											
	MED 4	520	0,960	499,20											
	MED 5	519	0,960	498,24											

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra los resultados de las mediciones de calibración donde cada medida se encuentra con incertidumbre, la verificación contra RETILAP en los puntos que no cumplen son aquellos que no se encuentran dentro del criterio de 300 a 750 luxes.

2.3.2 Mediciones área de alistamiento

Se toman mediciones en la zona de alistamiento de medidores, se realizan 12 mediciones en los puestos de trabajo, cada medición cuenta con cinco resultados, los cuales se promedian y se realiza la validación del certificado con el fin de obtener el valor verdadero de las medidas.

Tabla 2-2 Mediciones de iluminación zona alistamiento

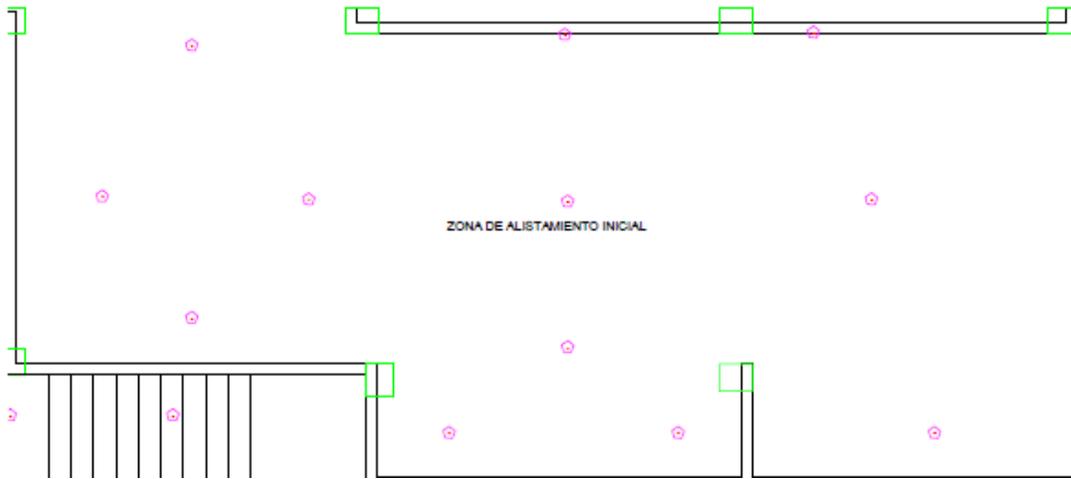
														Limite de aceptación según RETILAB 300 lx < ILUM < 750 lx	
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
75	MED 1	384	0,960	368,64	351	9,4	3,7	10	20	-5,0491997	0,00%	39,5	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	344	0,960	330,24											
	MED 3	354	0,960	339,84											
	MED 4	392	0,960	376,32											
	MED 5	354	0,960	339,84											
76	MED 1	354	0,960	339,84	359	14,2	3,7	15	29	-4,0420095	0,00%	26,7	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	360	0,960	345,60											
	MED 3	411	0,960	394,56											
	MED 4	341	0,960	327,36											
	MED 5	405	0,960	388,80											
77	MED 1	411	0,960	394,56	391	1,4	4,1	4	9	-21,112009	0,00%	83,6	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	407	0,960	390,72											
	MED 3	404	0,960	387,84											
	MED 4	404	0,960	387,84											
	MED 5	409	0,960	392,64											
78	MED 1	429	0,960	411,84	410	0,8	4,3	4,3	8,7	-25,2693869	0,00%	78,4	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	428	0,960	410,88											
	MED 3	427	0,960	409,92											
	MED 4	425	0,960	408,00											
	MED 5	425	0,960	408,00											
79	MED 1	425	0,960	408,00	408	0,2	4,3	4,3	8,5	-25,4168658	0,00%	80,3	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	425	0,960	408,00											
	MED 3	426	0,960	408,96											
	MED 4	425	0,960	408,00											
	MED 5	425	0,960	408,00											
80	MED 1	425	0,960	408,00	408	0,5	4,3	4,3	8,6	-25,2093257	0,00%	79,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	426	0,960	408,96											
	MED 3	426	0,960	408,96											
	MED 4	425	0,960	408,00											
	MED 5	423	0,960	406,08											
81	MED 1	1012	0,960	971,52	979	2,5	10,2	10,5	21,0	-64,5998209	0,00%	-21,8	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	1016	0,960	975,36											
	MED 3	1020	0,960	979,20											
	MED 4	1025	0,960	984,00											
	MED 5	1025	0,960	984,00											
82	MED 1	1026	0,960	984,96	989	2,7	10,3	10,6	21,3	-64,7658711	0,00%	-22,5	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	1030	0,960	988,80											
	MED 3	1025	0,960	984,00											
	MED 4	1030	0,960	988,80											
	MED 5	1040	0,960	998,40											
83	MED 1	1020	0,960	979,20	978	1,8	10,2	10,4	20,7	-65,5201336	0,00%	-22,1	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	1024	0,960	983,04											
	MED 3	1015	0,960	974,40											
	MED 4	1015	0,960	974,40											
	MED 5	1022	0,960	981,12											
84	MED 1	2,02	0,977	1,97	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14675,3244	100,00%	36833,8	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	2,02	0,977	1,97											
	MED 3	2,02	0,977	1,97											
	MED 4	2,01	0,977	1,96											
	MED 5	2,01	0,977	1,96											

PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
85	MED 1	2,00	0,977	1,95	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14399,5261	100,00%	36140,8	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	2,01	0,977	1,96											
	MED 3	2,02	0,977	1,97											
	MED 4	1,99	0,977	1,94											
	MED 5	2,01	0,977	1,96											
86	MED 1	1448	0,977	1414,70	1412,0	0,9	14,5	14,5	29,0	-76,805685	0,00%	-45,7	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	1445	0,977	1411,77											
	MED 3	1446	0,977	1412,74											
	MED 4	1443	0,977	1409,81											
	MED 5	1444	0,977	1410,79											

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se identifica la ubicación de las luminarias que se encuentran en esta área de trabajo

Figura 2-12 Disposición de luminarias en la zona de alistamiento



Fuente: Elaboración propia

Las dos zonas anteriormente mencionadas son las más críticas del laboratorio de medidores de energía.

2.3.3 Mediciones área cuarto de control

Según RETILAP para los cuartos de control se determina un rango de 300 a 750 luxes de iluminación, según los resultados hallados es posible observar que este cuarto cumple con los criterios establecidos.

Tabla 2-3 Mediciones de cuarto de control

															Limite de aceptación según RETILAB 300 lx < ILUM < 750 lx
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
47	MED 1	396	0,960	380,16	370	6,4	3,9	7	15	-9,4	0,00%	50,9	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	398	0,960	382,08											
	MED 3	385	0,960	369,60											
	MED 4	386	0,960	370,56											
	MED 5	362	0,960	347,52											
48	MED 1	366	0,960	351,36	354	5,4	3,7	7	13	-8,2	0,00%	60,4	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	364	0,960	349,44											
	MED 3	380	0,960	364,80											
	MED 4	381	0,960	365,76											
	MED 5	352	0,960	337,92											

Fuente: Elaboración propia

Esta corresponde al área más pequeña del laboratorio

Figura 2-13 Disposición de luminarias en zona ups

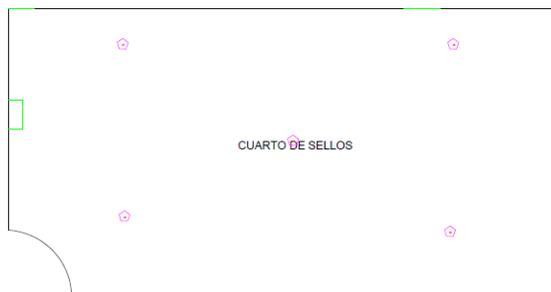


Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Mediciones cuarto de sellos

El cuarto de sellos recibe luz natural, razón por la cual sus mediciones son altas, ya que uno de sus laterales tiene vidrio, por lo cual se aprovecha la iluminación al máximo.

Figura 2-14 Disposición de iluminación cuarto de sellos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-4 Mediciones de iluminación cuarto de sellos

PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z100	P100	z200	P200	Pc	
49	MED 1	395	0,977	385,92	387	0,2	4,0	4	8	123	100,00%	148,0	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	396	0,977	386,89											
	MED 3	396	0,977	386,89											
	MED 4	396	0,977	386,89											
	MED 5	396	0,977	386,89											
50	MED 1	395	0,977	385,92	387	0,4	4,0	4,0	8,0	122	100,00%	147,5	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	396	0,977	386,89											
	MED 3	397	0,977	387,87											
	MED 4	397	0,977	387,87											
	MED 5	396	0,977	386,89											
51	MED 1	396	0,977	386,89	388	0,2	4,0	4,0	7,9	123	100,00%	147,9	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	397	0,977	387,87											
	MED 3	397	0,977	387,87											
	MED 4	397	0,977	387,87											
	MED 5	397	0,977	387,87											
52	MED 1	487	0,977	475,80	483	1,8	4,9	5,3	10,5	111	100,00%	129,8	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	496	0,977	484,59											
	MED 3	496	0,977	484,59											
	MED 4	496	0,977	484,59											
	MED 5	496	0,977	484,59											
53	MED 1	496	0,977	484,59	484	0,4	5,0	5,0	9,9	118	100,00%	137,6	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	497	0,977	485,57											
	MED 3	496	0,977	484,59											
	MED 4	495	0,977	483,62											
	MED 5	495	0,977	483,62											

Fuente: Elaboración propia

2.3.5 Mediciones de pasillos baños

Las mediciones de los pasillos según el criterio de RETILAP, indica que el rango debe ser de 50 a 150 luxes, en este caso, las mediciones tomadas dan resultados de más de 700 luxes.

Estos resultados se dan porque un lado del corredor está construido en su totalidad en vidrio, razón por la cual tiene disponible toda la iluminación natural.

En el análisis de los baños según el criterio se deben encontrar entre 100 y 200 luxes, hallando resultados para este caso de más de 300 luxes.

Las escaleras no cumplen ya que en el frente se encuentra todo en vidrio, aspecto que es positivo en términos de aprovechar la luz natural.

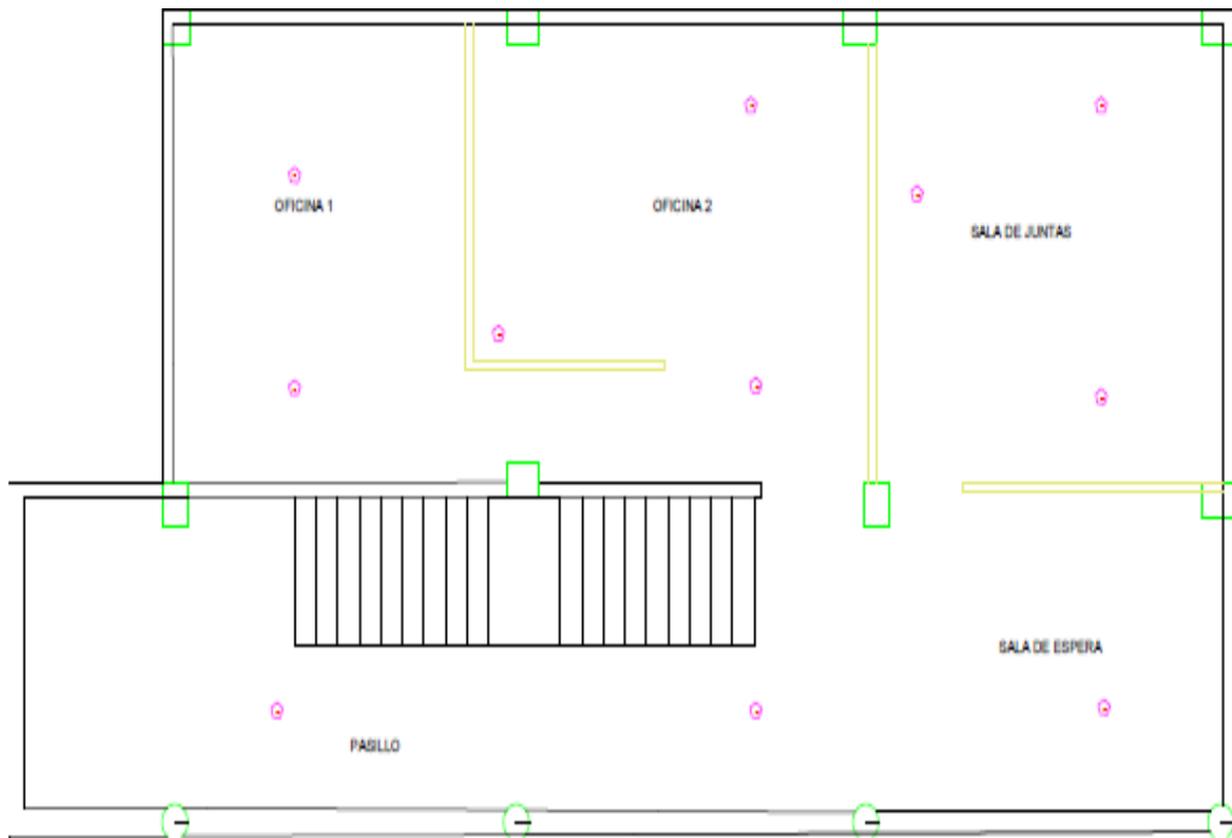
Tabla 2-5 Mediciones del área de pasillos baños

															Limite de aceptación según RETILAB 50 lx < ILUM < 150 lx
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z50	P50	z150	P150	Pc	
87	MED 1	808	0,977	789,42	797	5,0	8,3	10	19	-77	0,00%	-66,8	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	829	0,960	795,84											
	MED 3	838	0,960	804,48											
	MED 4	831	0,960	797,76											
	MED 5	829	0,960	795,84											
88	MED 1	831	0,960	797,76	801	1,1	8,3	8	17	-89	0,00%	-77,3	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	832	0,960	798,72											
	MED 3	836	0,960	802,56											
	MED 4	836	0,960	802,56											
	MED 5	836	0,960	802,56											
89	MED 1	726	0,977	709,30	701	4,1	7,2	8	17	-79	0,00%	-66,7	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	728	0,977	711,26											
	MED 3	708	0,977	691,72											
	MED 4	711	0,977	694,65											
	MED 5	713	0,977	696,60											
90	MED 1	733	0,977	716,14	723	5,0	7,4	8,9	17,9	-75	0,00%	-64,1	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	735	0,977	718,10											
	MED 3	735	0,977	718,10											
	MED 4	738	0,977	721,03											
	MED 5	760	0,977	742,52											
91	MED 1	738	0,977	721,03	706	7,4	7,2	10,3	20,6	-64	0,00%	-53,9	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	731	0,977	714,19											
	MED 3	735	0,977	718,10											
	MED 4	704	0,977	687,81											
	MED 5	706	0,977	689,76											
															Limite de aceptación según RETILAB 100 lx < ILUM < 200 lx
PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z100	P100	z200	P200	Pc	
92	MED 1	459	0,977	448,44	448	0,0	4,6	4,6	9,2	119	100,00%	141,3	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	459	0,977	448,44											
	MED 3	459	0,977	448,44											
	MED 4	459	0,977	448,44											
	MED 5	459	0,977	448,44											
93	MED 1	459	0,977	448,44	447	0,5	4,6	4,6	9,2	119	100,00%	140,5	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	458	0,977	447,47											
	MED 3	458	0,977	447,47											
	MED 4	457	0,977	446,49											
	MED 5	456	0,977	445,51											
94	MED 1	459	0,977	448,44	448	0,2	4,6	4,6	9,2	119	100,00%	141,1	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	458	0,977	447,47											
	MED 3	458	0,977	447,47											
	MED 4	459	0,977	448,44											
	MED 5	459	0,977	448,44											
95	MED 1	1032	0,977	1008,26	991	5,7	10,1	11,6	23,2	93,9	100,00%	102,5	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	1023	0,977	999,47											
	MED 3	1011	0,977	987,75											
	MED 4	1008	0,977	984,82											
	MED 5	1000	0,977	977,00											
96	MED 1	301	0,977	294,08	301,9	4,0	3,1	5,0	10,0	80	100,00%	99,9	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	299	0,977	292,12											
	MED 3	310	0,977	302,87											
	MED 4	316	0,977	308,73											
	MED 5	319	0,977	311,66											
97	MED 1	332	0,977	324,36	312,2	4,2	3,2	5,3	10,6	77,5	100,00%	96,3	1,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	325	0,977	317,53											
	MED 3	320	0,977	312,64											
	MED 4	313	0,977	305,80											
	MED 5	308	0,977	300,92											

2.3.6 Mediciones de iluminación de oficinas

Las oficinas de trabajo son amplias y se encuentran en el segundo piso, aspecto que logra gran iluminación natural, dado que tanto la cara frontal y como la posterior tienen extensos vidrios.

Figura 2-15 Disposición de iluminación en oficinas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-6 Mediciones oficinas

PUNTOS	NUMERO MEDICIONES	VALOR MEDIDO	CORRECCION	VALOR VERDADERO	PROMEDIO	INCERTIDUMBRE				REGLA DE DECISION					Evaluación de cumplimiento criterio RETILAB
						UA	UEQU	Uc	Uexp	z300	P300	z750	P750	Pc	
98	MED 1	694	0,960	666,24	667,2	1,5	7,0	7,1	14,2	-52	0,00%	11,7	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	690	0,960	662,40											
	MED 3	698	0,960	670,08											
	MED 4	698	0,960	670,08											
	MED 5	695	0,960	667,20											
99	MED 1	675	0,960	648,00	659,5	4,9	6,9	8,4	16,9	-43	0,00%	10,7	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	675	0,960	648,00											
	MED 3	695	0,960	667,20											
	MED 4	695	0,960	667,20											
	MED 5	695	0,960	667,20											
100	MED 1	569	0,960	546,24	540,3	1,6	5,6	5,9	11,7	-41	0,00%	35,8	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	563	0,960	540,48											
	MED 3	561	0,960	538,56											
	MED 4	561	0,960	538,56											
	MED 5	560	0,960	537,60											
101	MED 1	455	0,960	436,80	426,4	2,9	4,4	5,3	10,6	-24	0,00%	61,1	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	438	0,960	420,48											
	MED 3	441	0,960	423,36											
	MED 4	443	0,960	425,28											
	MED 5	444	0,960	426,24											
102	MED 1	380	0,960	364,80	368,8	1,5	3,8	4,1	8,3	-17	0,00%	92,2	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	381	0,960	365,76											
	MED 3	386	0,960	370,56											
	MED 4	387	0,960	371,52											
	MED 5	387	0,960	371,52											
103	MED 1	387	0,960	371,52	370,9	0,2	3,9	3,9	7,7	-18	0,00%	97,9	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	386	0,960	370,56											
	MED 3	386	0,960	370,56											
	MED 4	387	0,960	371,52											
	MED 5	386	0,960	370,56											
104	MED 1	878	0,960	842,88	841,2	0,7	8,8	8,8	17,6	-62	0,00%	-10,4	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	876	0,960	840,96											
	MED 3	876	0,960	840,96											
	MED 4	877	0,960	841,92											
	MED 5	874	0,960	839,04											
105	MED 1	875	0,960	840,00	836,7	1,3	8,7	8,8	17,6	-61	0,00%	-9,8	0,0	0,00%	No Cumple
	MED 2	872	0,960	837,12											
	MED 3	873	0,960	838,08											
	MED 4	871	0,960	836,16											
	MED 5	867	0,960	832,32											
106	MED 1	369	0,960	354,24	353,5	0,2	3,7	3,7	7,4	-15	0,00%	107,5	1,0	100,00%	Cumple
	MED 2	368	0,960	353,28											
	MED 3	368	0,960	353,28											
	MED 4	368	0,960	353,28											
	MED 5	368	0,960	353,28											

2.4 Análisis de iluminación

El análisis de iluminación se realiza teniendo en cuenta las mediciones tomadas en cada punto, respaldado en la norma del CENAM (calibración de luxómetros), razón por la cual se debe tener en cuenta la siguiente tabla con el fin de hallar el error de corrección en los puntos en que se realicen las mediciones del laboratorio.

En el caso del luxómetro con el cual se tomaron las mediciones, se revisa su certificado de calibración, ya que en este documento se especifican los rangos con los cuales se calibra, dato con que se realiza la determinación del factor de corrección, calculado mediante la siguiente tabla.

Tabla 2-7 Factor de corrección

Iluminancia Nominal O_j (lx)	Iluminancia Referencia E_{v, O_j} (lx)	Iluminancia Promedio \bar{E}_{v, O_j} (lx)	Error Absoluto ε_{O_j} (lx)	Error Relativo ε_{r, O_j} (%)	Factor de Corrección FC_{O_j} (1)
200	200	201.4	1.4	0.7	0.993
300	300	301.9	1.9	0.6	0.994
500	501	504.3	3.3	0.7	0.993
750	746	750.6	4.6	0.6	0.994
Factor de Corrección para la Escala 1x:					0.9935

Fuente: CENAM

Para el caso del luxómetro multirango identificado con serie 1D22389, fue calibrado en 1,00, 2,00, 5,00, 10, 80, 100, 200, 300, 500, 1000 y 5009, donde cada rango contiene un error, una incertidumbre y un factor de cobertura que debe ser tenido en cuenta para cada medición que se realice con este instrumento.

Para hallar el factor de corrección de este instrumento se emplea la siguiente ecuación

$$FC = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left(\frac{E_{v, O_j}}{E_{v, O_j}} \right)$$

Ejemplo para cuatro mediciones

$$FC = \left(\frac{1}{4} \right) * (FC_{200} + FC_{300} + FC_{500} + FC_{750})$$

$$= \left(\frac{0.993 + 0.994 + 0.993 + 0.994}{4} \right) = 0.9935$$

Ya obteniendo el factor de corrección se procede a corregir las lecturas dadas por el instrumento. Para hacer la prueba del factor de corrección se realiza mediante la siguiente formula:

$$E_{vc,200} = FC * E_{V,200} =$$

Como ejemplo,

Se realiza una medición donde el factor de corrección es de 0.9935 y la lectura de la medición fue de 201.4, se puede decir que

$$E_{vc,200} = FC * E_{V,200} = 0.9935 * 201.4 = 200 \text{ luxes}$$

Se elabora una tabla para hallar el factor de corrección, para el luxómetro, el cual se puede definir por rangos.

A cada dato de medición se le realiza su respectiva corrección, esto para hallar su error verdadero. De las cinco mediciones se halla el promedio, dato que se toma como el de iluminación para ese punto.

Ya obtenido el valor del punto medido se procede a sacar la incertidumbre combinada, haciendo una declaración con distribución normal con el fin de obtener el resultado en porcentaje, identificando el error, esta acción se realiza en los extremos del rango de medición.

Teniendo los datos anteriores se realiza la evaluación del criterio de RETILAP, verificando si la declaración cumple o no.

2.5 Criterios del diseño de iluminación

En la determinación de los valores de iluminación se hace referencia de la Resolución 180540 del 30 de marzo de 2010 (RETILAP), en su sección 4.10.1 denominada Niveles de iluminación y distribución de luminancias, donde también se encuentra un valor máximo para el deslumbramiento (UGR). Estableciendo que en ningún momento de la vida útil del sistema de iluminación el promedio puede sobrepasar los valores mínimos o máximos establecidos por RETILAP.

En el caso del laboratorio sus niveles mínimos serían 300 luxes y los máximos 750 luxes.

Se asociará la zona de calibración, alistamiento inicial, cuarto de control, dado que, con estos valores, y las demás partes, se relacionan las bodegas, ya que estas tienen acceso de luz natural.

Los procesos que se realizan no son tan estrictos como las zonas antes mencionadas.

En la zona de bodega de recepción, bodega de alistamiento final, cuarto de sellos, pasillos y baños, el nivel de luxes sería mínimo de 100 luxes, medio de 150 luxes y máximo de 200 luxes, para las oficinas su rango de límite será mínimo de 300 luxes, medio de 500 luxes y máximo de 750 luxes.

Las oficinas 1 y 2, como indica el plano, son las que aprovechan la iluminación natural.

2.6 Criterios de diseño de sistema fotovoltaico

Los diseños fotovoltaicos son sistemas que dependen de muchas variables como lo son: climáticas, técnicas, arquitectónicas y económicas.

Para realizar un diseño fotovoltaico se debe obtener como primer aspecto la detección de potencia total en todos paneles instalados en el sistema, esto con el fin de ver si cumple o no con lo exigido por la empresa u operador de red eléctrica.

También se debe tener clara la potencia nominal que cada panel entrega, la cual se mide en KWp (kilovatios pico).

Para la orientación e instalación de los paneles, se debe contar con personal calificado, ya que estos deben tener una cierta inclinación, que en este caso debe darse al sur, porque si se ubican hacia el sudeste o suroeste se verá afectada la generación de energía.

Tabla 2-8 Formula inclinación de paneles

PERIODO DE USO	INCLINACIÓN OPTIMA
SOLAMENTE VERANO	$\beta = \phi - 20^{\circ}$
SOLAMENTE INVIERNO	$\beta = \phi + 15^{\circ}$
ANUAL CONSTANTE	$\beta = \phi + 10^{\circ}$
ANUAL CONSTANTE CON NEVADAS FRECIENTES	$\beta = 65^{\circ}$

Dependiendo del área y del uso, se selecciona la formula donde $\phi = \text{latitud}$

Para tener un mejor aprovechamiento los paneles solares no deben hacerse sombra entre ellos, para hallar el distanciamiento se ejecutará la siguiente ecuación.

$$D = \frac{h}{\text{tag}(61 - \phi)}$$

- Estimación y producción de energía, para hacer una estimación de la producción de energía se debe correlacionar con los datos suministrados por la paginas de irradiación solar, complementando con los elementos instalados para así tener una mayor cantidad de energía la cual será expresada en KWh.
- Eficiencia de los paneles, el rendimiento de cada módulo o panel del sistema depende de su fabricación y tecnología implementada que va de los 6-10% de los valores de silicio amorfo. Ya para el caso de los paneles policristalinos de silicio es más grande este porcentaje que va de 10-15%.
- Eficiencia de conversión, consiste en hacer un balance del sistema donde no se tienen en cuenta los paneles, pero si los demás elementos como lo son: baterías, inversor, regulador y cable del sistema, el valor de este balance debe ser de un 85% y se tendrá que corregir el potencial anual estimado de los datos obtenidos por la irradiación solar.
- Dimensionamiento del sistema conectado a red, no necesariamente debe suplir todas las cargas instaladas por el usuario ya que este cuenta con un respaldo de la red eléctrica, así el cliente nunca quedara sin servicio.

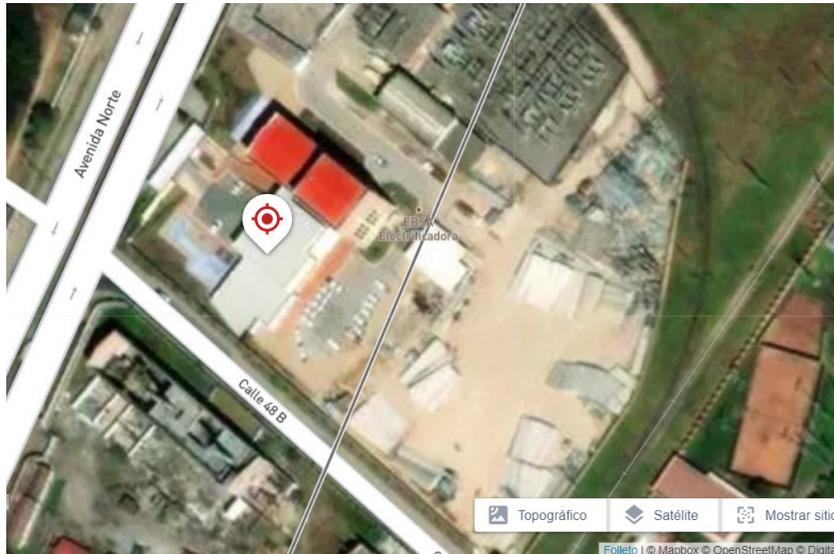
2.6.1 Ubicación de la instalación

Los datos de irradiación se pueden descargar de páginas como: PVGIS o ATLAS SOLAR, ya que estas facilitan su obtención en cualquier hora del día.

El laboratorio de medidores esta ubica en la planta norte de EBSA, (avenida norte 50-02) ciudad de Tunja como lo muestra la **Figura 2-16**.

Latitud: 5,557461

Longitud: -73,349141

Figura 2-16 Ubicación del proyecto

Fuente: <https://globalsolaratlas.info/map?c=5.557461,-73.349141,19&s=5.557372,-73.349491&m=site>

2.6.2 Verificación de irradiación de la zona

Dado que la tecnología cada vez otorga más novedades y facilidad en la obtención de datos, se implementarán dos páginas web que almacenan datos de irradiación de todo el mundo.

Las bases de los datos de radiación solar son esenciales para diseñar e implementar correctamente el diseño o instalación de un sistema fotovoltaico.

- Atlas Solar Global, cuenta con bases de datos que se van actualizando cada vez que se recolecta información, Consta de un mapa por año en donde se encuentra el potencial energético en mundo.

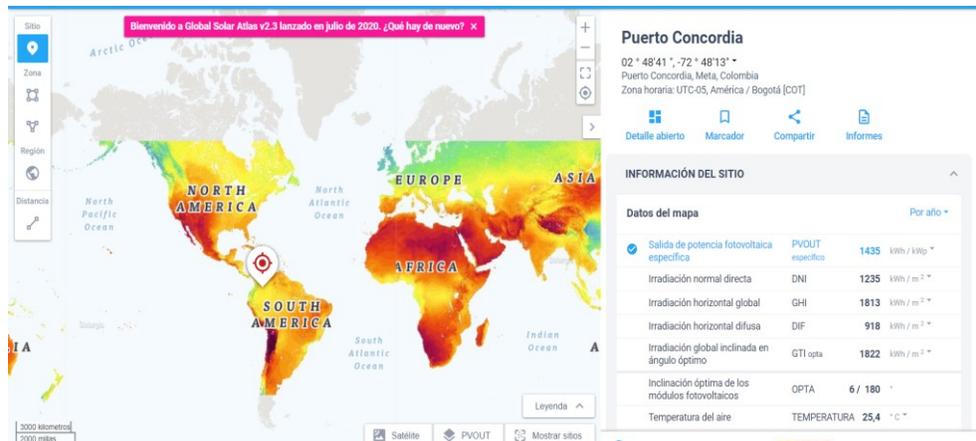
Esta página proporciona acceso para obtener:

- ✓ Potencial fotovoltaico para nuevas tecnologías.
- ✓ Irradiación y temperatura, promedio mensuales o diarios.
- ✓ Datos típicos meteorológico para variables climáticas.

✓ Mapas de las diferentes regiones del mundo.

En este caso se utilizará la radiación solar.

Figura 2-17 Página Atlas solar



Fuente: <https://globalsolaratlas.info/map?c=26.74561,-50.097656,2&s=2.811371,-72.803654&m=site>

- Pvgis, esta base de datos puede medir ciertos números de datos del clima alrededor de la tierra, antes de ser publicados en las bases de datos, realiza un estudio por climatólogos, para así dar una información cierta y veraz.

En algunos de los casos la información es recogida por bases de datos pequeñas, pero la mayoría de los datos están en la red ya que se consideran como una necesidad para la industria y el desarrollo de investigaciones.

Con el fin de obtener datos exactos de las medidas climatológicas, se realizan con técnica de interpolación, que en muchos de los casos son reforzadas con datos de satélites geoestacionarios.

La página web de esta base de datos cuenta con una serie de mapas de todos los países, tiene un sistema de precisión de rastreo de 1 km², también tiene la inclinación del Angulo para la instalación de los paneles solares capten la mayoría de eficiente energética.

Esta página cuenta con dos lazos uno de ellos es permitir encontrar las condiciones climáticas preguntando los valores actuales en determinado punto del mundo, para lo cual se utiliza como referencia la latitud y la longitud, los datos recolectados los expresa mensuales o anuales, y el otro un cálculo aproximado del potencial fotovoltaico.

En esta página se encuentra como gran alternativa en la web para obtener información, lo cual tiene tanto sus ventajas como desventajas.

Tabla 2-9 Ventajas y desventajas de la página Pvgis.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • El idioma, se encuentran la mayoría de idiomas del mundo. • Es muy fácil de manejar o acceder a ella. • Está siendo optimizada continuamente con datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hace el análisis de pérdidas del sistema. • Los informes que genera los da siempre con un mismo panel, no permite introducir datos de los paneles utilizados en la instalación.

A continuación, se muestra la

Figura 2-18 que es la primera vista que muestra la página, evidenciando las diferentes alternativas que se tienen para descargar los datos, ya sea en formato de PDF, Excel u otros.

Figura 2-18 Página pvgis



Fuente: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR

2.6.3 Descripción de carga

La descripción se realiza área por área contemplando el tipo y número de luminarias instaladas actualmente en el laboratorio.

En el área de calibración se cuenta con 25 luminarias de las cuales 6 son led de 40 watts y las 19 restante de 80 watts, están conectadas a una tensión de 120 voltios.

En el área de cuarto de sellos, ups se encuentran 8 luminarias cada una de 68 watts, conectadas a través de balastos.

En el área de bodega de alistamiento final son 12 luminarias de 68 watts.

En la bodega de recepción se encuentran 12 luminarias de 68 watts.

En el área de alistamiento inicial, existen 24 luminarias y 3 de mercurio de 125 watts, y las restantes a 68 watts.

Los pasillos tanto el de calibración como el de salida o paso a los baños cuentan con 6 luminarias de 68 watts.

Los baños tienen 4 luminarias de 68 watts.

Y, por último, las oficinas del segundo piso cuentan con 18 luminarias de 68 watts.

Tabla 2-10 Carga actual del laboratorio

AREAS	CANTIDAD	LUMINARIA	TENSION (V)	CORRIENTE (AMP)	POTENCIA (W)	TOTAL (W)
CALIBRACION	19	FLUORESCENTE	120	0,666	79,9	1518,5
	6	LED	120	0,333	40,0	239,8
CUARTO DE SELLOS, UPS	8	FLUORESCENTE	120	0,566	68	544
ALISTAMIENTO INICIAL	24	FLUORESCENTE	120	0,566	68	1632
	3	MERCURIO	240	0,52	125	374,4
BODEGA DE RECEPCION	12	FLUORESCENTE	120	0,566	68	816
BODEGA DE ALISTA FINAL	12	FLUORESCENTE	120	0,566	68	816
BAÑOS	4	FLUORESCENTE	120	0,566	68	272
PASILLO	12	FLUORESCENTE	120	0,566	68	816
SEGUNDO PISO (OFICINA)	18	FLUORESCENTE	120	0,566	68	1224
118						
SUMATORIA DEL LABORATORIO (Watts)						8252,6

Así las cosas, el laboratorio de medidores cuenta con 118 luminarias, que equivalen a un total de 8252.6 watts.

En este sitio se trabaja actualmente de lunes a viernes, siendo las luminarias más utilizadas las de la zona de calibración y alistamiento.

A continuación, se muestra la disposición de luminarias en el laboratorio de medidores, que hace relación con la carga eléctrica de la **Figura 2-19**

Figura 2-19 Disposición de las luminarias planta 1



Fuente: Elaboración propia

Distribución de luminarias planta 2

Figura 2-20 Luminarias piso 2



Fuente: Elaboración propia

2.6.4 Proceso de diseño de sistema fotovoltaico

Para realizar el sistema fotovoltaico, de este proyecto se realizó el siguiente proceso:

Dimensionamiento del sistema

El objeto con el que se realiza este proyecto es generar energía eléctrica que será suministrada al alumbrado del laboratorio de medidores de EBSA, teniendo en cuenta que, si la generación es superior al consumo que se necesita en el laboratorio, esta energía se exportara a la subestación Donato de 115 KV, la cual está encargada de la distribución por las redes eléctricas.

Según el rediseño de iluminación nos da una carga consumida por la iluminación del laboratorio, la cual va ser suplida por el sistema fotovoltaico, también se puede observar que se hace una reducir de luminarias en la instalación.

Tabla 2-11 Carga eléctrica

ZONAS	CANTIDAD	LUMINARIA	TENSION (V)	POTENCIA(W) C/U	CORRIENTE (AMP)	POTENCIA (W)	TOTAL (W)	CANTIDAD DE HORAS	TOTAL(W) TRABAJO DÍA
CALIBRACION	16	LED	220	150	0,682	150,0	2400,0	9	21600
BODEGA DE SELLOS, CUARTO DE CONTROL	6	LED	220	40	0,182	40	240	0,2	48
PASILLOS	10	LED	220	40	0,182	4	40	0,2	8
BODEGAS DE RECEPCION Y ALISTA FINAL	21	LED	220	40	0,182	40	840	0,4	336
ALISTAMIENTO Y BAÑOS	13	LED	220	40	0,182	40	520	2	1040
OFICINAS	13	LED	220	150	0,682	150	1950	9	17550
SUMATORIA DEL LABORATORIO							5990	21	40582

En la **Tabla 2-11** se muestra la carga generada durante un día de trabajo normal en el laboratorio de medidores de la EBSA, evidenciando un total del sistema de iluminación de 40.5 KW, siendo esta la carga total consumida día.

Es necesario hacer la revisión de espacios donde se va a instalar el sistema, esto con el fin de definir los criterios técnicos, económicos y constructivos.

Evaluando si el sistema que se espera construir es rentable y teniendo en cuenta que su vida útil es de más o menos 25 años.

Recursos energéticos

Como en el proyecto la fuente de energía potencial es el sol, con su irradiación, se tomarán datos de irradiación en las bases de datos para el lugar donde se encuentra el laboratorio de medidores, ya que el diseño fotovoltaico se va a diseñar para su cubierta.

La hora solar pico es la unidad de las mediciones de irradiación, la cual marca 1000 W/m^2 , los valores diarios son los que se implementaran para la realización de este proyecto, estos valores están expresados en KWh/m^2 .

Tipos de perdidas

Las pérdidas se pueden producir por la inclinación de los paneles, por los equipos que no tienen las características indicadas, si se presentan sombras en el lugar donde se va instalar el sistema o por las distancias de los conductores.

Para este tema se define dar una tolerancia en los valores nominales de un 3% y 5%, es decir, puede ser tanto positiva como negativa, también se presenta degradación de los elementos instalados, como por ejemplo en los módulos fotovoltaicos, baterías o en los conductores.

Determinación del número de paneles

Para la determinación del número de paneles se va a tener en cuenta el área de la cubierta del laboratorio, está cubierta tiene en total 537 metros cuadrados, en los cuales se determina dejar un área hacia los extremos, los paneles estarán ubicados por filas, dejando una distancia pertinente entre estas con el fin de no generar sombras a los demás sistemas instalados.

Determinación de paneles y tipo de conexión

Para determinar el tipo de panel fotovoltaico, se realizará búsqueda en el mercado de los siguientes criterios: que contenga buena eficiencia, que la degradación sea mínima, que sea de una marca reconocida y que el fabricante otorgue buena garantía.

Para hallar la cantidad de irradiación para el sistema se emplea la siguiente formula:

$$HSP = \frac{\left[\frac{Kwh}{\frac{m^2}{dia}} \right]}{\frac{kw}{m^2}}$$

Donde:

$HSP = \text{promedio de irradiacion anual}$

Para hallar la eficiencia del panel se empleará la siguiente ecuación

$$\eta = \frac{P_p}{A * 1000 \left(\frac{W}{m^2} \right)}$$

Donde:

$\eta = \text{eficiencia del panel}$

$A = \text{area del panel}$

$P_p = \text{potencia del panel}$

$$I_{rr} = 1000 \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

Para hallar la cantidad de paneles en el sistema fotovoltaico se emplea la siguiente formula, donde se deben tener datos de la ficha técnica, dado que en un sistema fotovoltaico se deben emplear todos los paneles de las mismas características para no tener afectaciones en el sistema.

$$N^o = \frac{E * fs}{P_{modulo} * HSP * \eta}$$

Donde

$E = \text{carga de watts}$

$fs = \text{factor de seguridad}$

$P_{modulo} = \text{potencia del panel}$

$HSP = \text{promedio de irradiacion anual}$

$\eta m = \text{rendimiento en \% del panel}$

El conexionado se realizará dependiendo del nivel de voltaje y la corriente de las luminarias instaladas en el laboratorio de medidores de la EBSA.

En la mayoría de los casos en los sistemas fotovoltaicos se realizan conexionado mixto, es decir, en serie y paralelo, para así suplir la necesidad del cliente.

2.6.5 Inversor

Los inversores en un sistema fotovoltaico son los que se encargan de transformar la energía continua a energía alterna, dependiendo de la demanda solicitada por el cliente y los equipos que se deseen conectar a la red.

Se encuentra inversores monofásicos que son los que la corriente fluye por una sola línea en sistema a estos se le da un sobredimensionamiento de 10%.

Se deben tener en cuenta ciertos parámetros para su selección, como lo son: la potencia nominal y tensión nominal de entrada.

En la mayoría de los casos estos equipos son de 12, 24, 48 voltios. La potencia en vacío es la que consume el inversor, su capacidad de sobrecarga es mayor a la nominal y frecuencia de la señal, estos datos se encuentran en la ficha técnica correspondiente al equipo. Para hallar la potencia del inversor se emplea la siguiente ecuación:

$$P_{inv} = 1.1 * P_{CA}$$

Donde se considera un factor de simultaneidad aplicando una para la carga alta en 1 y las demás en 0.7, en este caso las cargas son iguales ya que se trata de un sistema de iluminación y las luminarias que están conectadas en paralelo.

$$P_{CA} = 1 * (\text{carga mas elevada}) * 0.7 * (\text{demas cargas})$$

Entonces obteniendo el valor de P_{CA} se multiplica por el factor del inversor (1.1).

2.6.6 Equipo de medida

Se instalará un equipo trifásico clase 1, de conexión bidireccional, que contenga conexión a modem, esto con el fin de realizar la telemetria a diario, evidenciando cuanta energía se está entregando a la red de la EBSA o cuanta energía de las redes están ingresando a las luminarias del laboratorio.

El equipo debe ser multirango en su nivel de tensión, que sea de corriente alta, en el mayor de los casos que sea de conexión directa, que contenga puerto de comunicación ya sea rs232, rj45, rs485 o en general el óptico para su configuración.

El fabricante o comercializador debe estar dispuesto a dar soporte para cualquier inquietud ya sea del equipo o del software.

El equipo debe tener buena memoria y duración de batería por si en algún caso el modem de telemetria no sirve o presente alguna falla.

Figura 2-21 Medidor de energía bidireccional



Fuente: ficha técnica

3. Resultados de los diseños

En este capítulo se darán a conocer todos los resultados dispuestos la elaboración del proyecto.

3.1 Dimensionamiento del sistema de iluminación

El cálculo de iluminación de las instalaciones internas del laboratorio de medidores se empleará un método de los lúmenes, ya que se necesita mayor precisión o se necesita conocer la iluminación en los puntos más críticos que es la zona de calibración y alistamiento inicial.

Método de los lúmenes

Este método es sencillo y su finalidad se centra en hallar el valor medio de la iluminancia en el laboratorio de medidores de la EBSA, es uno de los métodos más utilizados en los proyectos de iluminación interior.

Para hacer más sencillo el método, se explicará mediante el siguiente diagrama

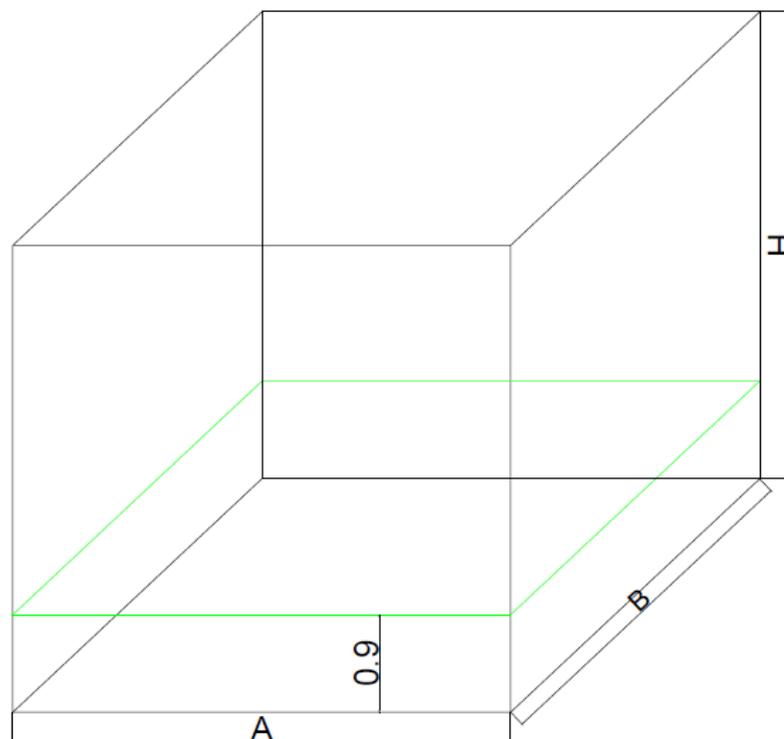


Fuente: Elaboración propia

Los datos de entrada en el caso del laboratorio de medidores, serían las dimensiones de cada área y la altura del plano de trabajo, ya que por lo general los puestos de trabajos son de 0.85 metro hasta 1 metro, para el laboratorio se aplicará de 0.9 metro.

En la **Figura 3-1** se muestra h como la altura del área, b como lo largo del área y a lo ancho del área, la línea verde nos da la presentación del puesto de trabajo que está a 0.9 metros y donde se tomaron los puntos de mediciones.

Figura 3-1 Dimensionamiento de los puestos de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

Determinación de iluminancia.

Se analiza la toma de iluminancia dependiendo del RETILAP, que en su capítulo 4, denominado Diseño y cálculos de iluminación interior, específica para cada zona un cierto valor de luxes.

Tabla 3-1 Valores de luxes según RETILAP.

TIPOS DE RECINTO Y ACTIVIDAD	AREA	NIVELES DE ILUMINANCIA (LUXES)			
		UGR1	MINIMO	MEDIO	MAXIMO
LABORATORIO	CALIBRACION	19	300	500	750
	ALISTAMIENTO	19	300	500	750
CUARTO DE CONTROL	CUARTO DE CONTROL	19	300	500	750
ALMACENES, BODEGA	BODEGA DE SELLOS	25	100	150	200
	ALISTAMIENTO FINAL	25	100	150	200
	RECEPCION	25	100	150	200
OFICINAS	SEGUNDPO PISO	19	300	500	750
ARERA DE CIRCULACION, CORREDORES	PASILO DE INGRESO	28	50	100	150
VESTIDORES Y BAÑOS	BAÑOS	25	100	150	200

En la tabla de **Tabla 3-1** se demuestran los valores para cada zona según el reglamento RETILAP.

Determinar la luminaria

La luminaria debe tener una excelente eficiencia, es decir, que no presente brillos.

Para obtener la mejor luminaria se procede a realizar pruebas en el software Dialux, con varios tipos de luminarias donde la que mejor se desempeña es un panel de 60*60 de 40 watts, con tecnología LED. Con esta luminaria se escogieron tres luminarias más de la marca Sylvania que es la más comercial que se maneja en Colombia, la referencia de las tres luminarias fue:

Start flat ugr19 600 4000k Dalí luminaria de las mismas dimensiones de 33 watts y de 103 lm/W, referencia 0047753.



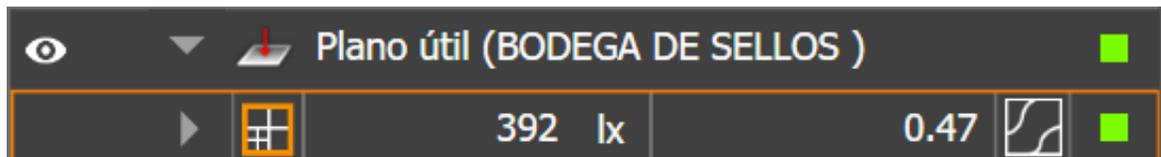
Start flat ugr19 600 4000k Dalí luminaria de las mismas dimensiones de 33 watts y de 103 lm/W, referencia 3036795



Start flat ugr19 600 4000k Dalí luminaria de las mismas dimensiones de 39 watts y de 145 lm/W, referencia 2059501



Start flat ugr19 600 4000k Dalí luminaria de las mismas dimensiones de 39 watts y de 103 lm/W, referencia 0047751.



Se decide por la luminaria de referencia 0047751, ya que da mejor uniformidad y cumple con las indicaciones de Retilap.

Las luminarias se deben instalar suspendidas, en las áreas del laboratorio de medidores de energía.

Se decide realizar el montaje de otra luminaria para las áreas de calibración y de oficinas ya que en estos sitios la cantidad de luxes es mayor que las demás áreas del laboratorio.

Allí se decide tomar una de 150 watts, ya que instalaron de la referencia anterior y no alcanzaban la cantidad de luxes establecidos por Retilap, esta luminaria es de 15000 lm.

En el área de calibración se deben instalar 16 luminarias para dar lo requerido por Retilap.

3.2 Verificación y depuración del sistema

Para realizar la validación y depuración del sistema instalado se realiza el diseño instalado actualmente en el software Diales con lo requerido por Retilap, el cual evidencia que en unas áreas no se cumple con los criterios.

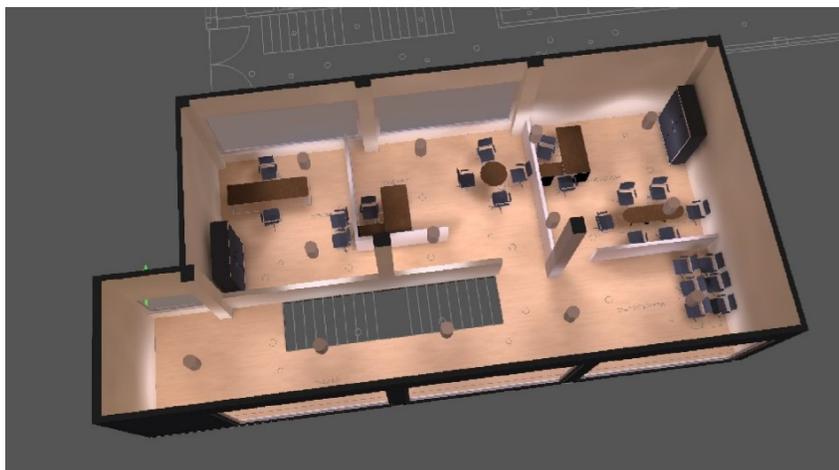
Figura 3-2 Planta 1 laboratorio de medidores



Fuente: Elaboración propia

Planta segundo piso, solo para oficinas

Figura 3-3 Planta piso 2



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se mostrará la cantidad de luminarias instaladas actualmente y las que se utilizarán en el caso en que se decida cambiar el diseño

Φ_{total} 308093 lm		P_{total} 7994.0 W		Rendimiento lumínico 38.5 lm/W		
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	SYLVANIA	0039200	ILIAH SHP-S ALU WIDE 250W IP23 SET	250.0 W	14911 lm	59.6 lm/W
1	SYLVANIA	0039200	ILIAH SHP-S ALU WIDE 250W IP23 SET	250.0 W	14911 lm	59.6 lm/W
18	SYLVANIA	0039200	ILIAH SHP-S ALU WIDE 250W IP23 SET	85.0 W	2617 lm	30.8 lm/W
6	SYLVANIA	0039200	ILIAH SHP-S ALU WIDE 250W IP23 SET	85.0 W	2617 lm	30.8 lm/W
2	SYLVANIA	0039200	ILIAH SHP-S ALU WIDE 250W IP23 SET	40.0 W	67 lm	1.7 lm/W
68	SYLVANIA	0059022	Sylvania Octa BRIGHT Louvre 4x18W T8 (600x600)	72.0 W	2802 lm	38.9 lm/W
3	SYLVANIA	0059022	Sylvania Octa BRIGHT Louvre 4x18W T8 (600x600)	76.0 W	3294 lm	43.3 lm/W

Luminarias instaladas con el nuevo diseño

Φ_{total} 540843 lm		P_{total} 6300.0 W		Rendimiento lumínico 85.8 lm/W		
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
29	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W
50	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

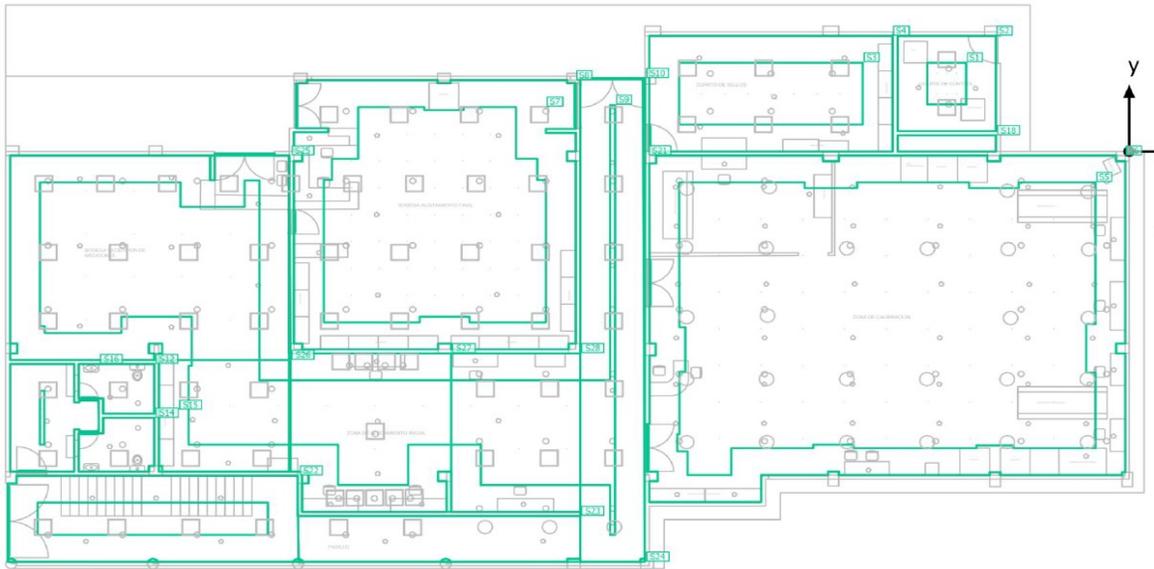
Como se puede evidenciar en el cambio de luminarias, se pasa de tener 118 a 67 luminarias, la carga total de luxes en el diseño es mucho mayor que la actualmente existente en el laboratorio.

La potencia total se disminuye aproximadamente en 1700 watts, y en rendimiento lumínico se pasa de 38.5% a 85.8%, también se van a tener solo dos referencias de luminarias instaladas.

Se describirán algunas de las diferencias en áreas comparando la iluminación contra la iluminación diseñada para la misma área.

Iluminación actual, en la siguiente imagen se muestra el plano con la distribución de las diferentes áreas y la distribución de las diferentes luminarias en cada una de ellas.

Figura 3-4 Iluminación actual del laboratorio

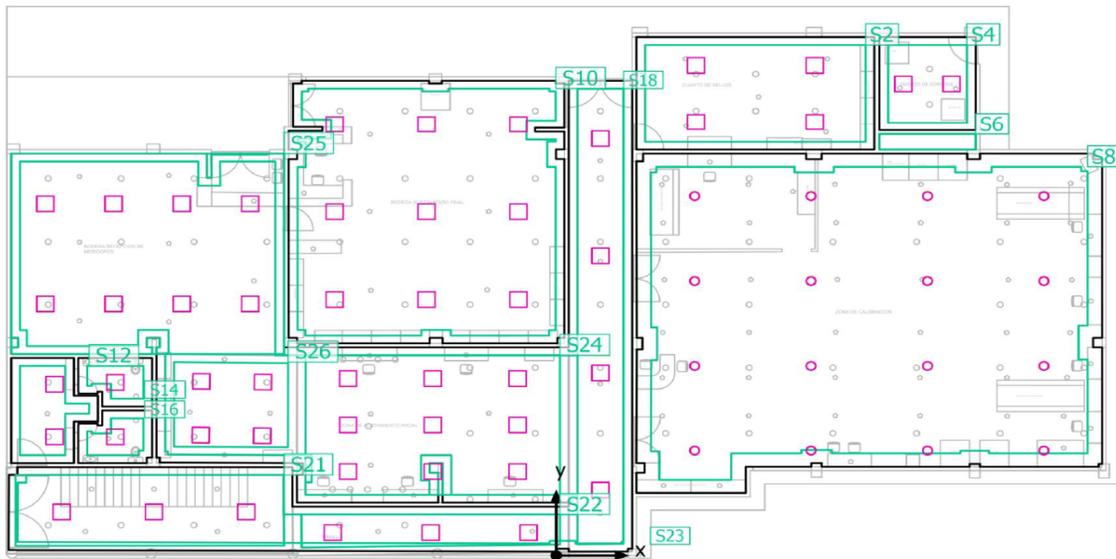


Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se puede observar la cantidad de luminarias instaladas en cada área.

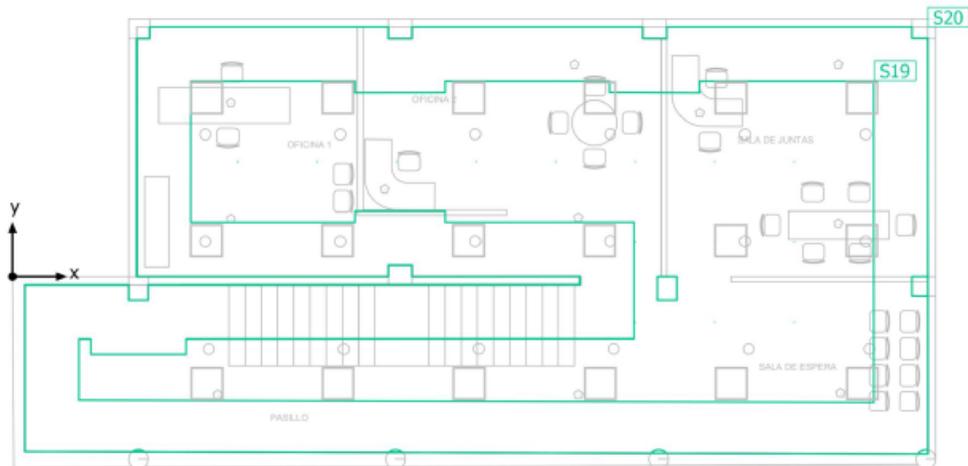
Zona	Numero de luminarias actual	Numero de luminarias en nuevo diseño
Calibración	26	16
Bodega de sellos y cuarto de control	8	6
Pasillos	15	10
Bodegas de recepción y alista final	32	21
Alistamiento y baños	18	13

Ya se obtiene una idea del cambio que asumiría el laboratorio de medidores en la planta del primer piso.

Figura 3-5 Iluminación en nuevo diseño

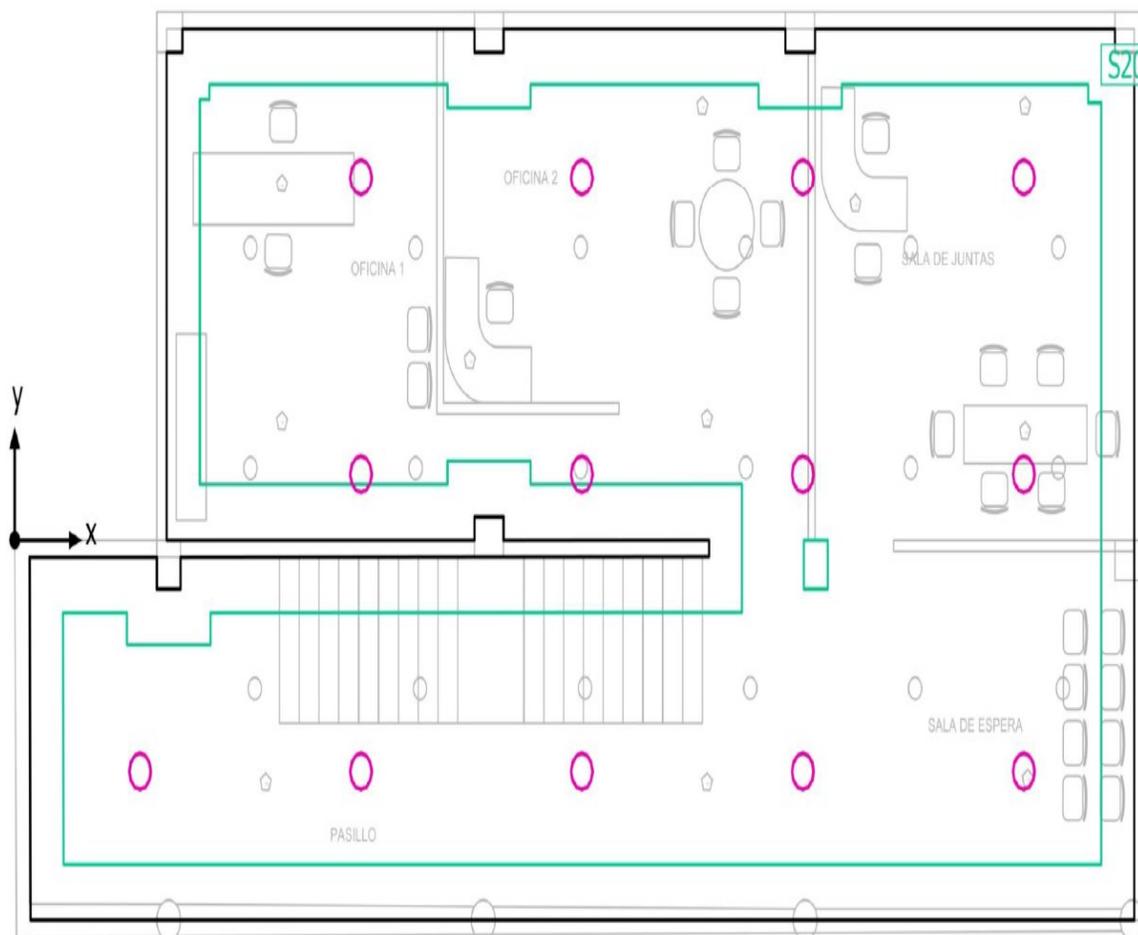
Fuente: Elaboración propia

Para el área de las oficinas que están en la planta del segundo

Figura 3-6 Iluminación actual piso 2

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en las dos figuras que el cambio de la cantidad de luminarias es de cinco menos. Las luminarias actualmente instaladas están a una distancia del piso de 4 metros, en el diseño se propone dejarlas a 3 metros.

Figura 3-7 Iluminación en diseño

Fuente: Elaboración propia

Se mostrará una tabla extraída del software Dialux de los dos sistemas con la cantidad de luxes que cuenta cada uno de ellos.

En cada área el software realizó las mediciones de luxes dependiendo de los parámetros requeridos por RETILAP, y dando su validación a cada iluminación instalada.

Aparece el dato de un local 1, donde no demuestra ningún dato el cual es un ducto que se encuentra sellado.

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	E/E _{min}	E _{max} /E _{min}	Índice
Plano útil (Local 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.915 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	52
Plano útil (Local 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	943 lx (≥ 150 lx) ✓	35.2 lx	3164 lx	26.8	89.9	54
Plano útil (Local 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.915 m, Zona marginal: 0.000 m	2845 lx (≥ 500 lx) ✓	379 lx	44093 lx	7.51	116	56
Plano útil (Local 4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	589 lx (≥ 150 lx) ✓	31.5 lx	3050 lx	18.7	96.8	58
Plano útil (Local 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	5174 lx (≥ 150 lx) ✓	12.3 lx	44407 lx	421	3610	510
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 150 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	512
Plano útil (Local 7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 150 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	514
Plano útil (Local 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 150 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	516
Plano útil (Local 9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 300 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	518
Plano útil (Área 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	15327 lx (≥ 300 lx) ✓	1314 lx	40229 lx	11.7	30.6	522
Plano útil (Área 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	30948 lx (≥ 150 lx) ✓	3505 lx	44704 lx	8.83	12.8	523

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{máx}	E/E _{min}	E _{máx} /E _{min}	Índice
Plano útil (Área 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	4119 lx (≥ 150 lx) ✓	285 lx	43067 lx	14.5	151	S24
Plano útil (Área 4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	185 lx (≥ 150 lx) ✓	89.0 lx	330 lx	2.08	3.71	S25
Plano útil (Área 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	469 lx (≥ 150 lx) ✓	4.58 lx	907 lx	102	198	S26
Plano útil (Área 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.915 m, Zona marginal: 0.000 m	514 lx (≥ 500 lx) ✓	258 lx	922 lx	1.99	3.57	S27
Plano útil (Área 7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.915 m, Zona marginal: 0.000 m	1444 lx (≥ 500 lx) ✓	1012 lx	2798 lx	1.43	2.76	S28

Superficies

Propiedades	Ø	mín	máx	E/E _{min}	E _{máx} /E _{min}	Índice
Objeto de resultado de superficies 1 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	2940 lx	56.5 lx	40172 lx	52.0	711	S21
Objeto de resultado de superficies 1 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	775 cd/m ²	14.9 cd/m ²	10585 cd/m ²	52.0	710	S21

Luz diurna

Propiedades	D _m	D _{min}	D _{máx}	E/E _{min}	E _{máx} /E _{min}	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 1) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S1

Propiedades	D_m	D_{min}	D_{max}	E/E_{min}	E_{max}/E_{min}	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 2) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	5.665 %	2.628 %	10.387 %	-	-	S3
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 3) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.420 %	0.549 %	9.215 %	-	-	S5
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 4) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.752 %	0.631 %	9.151 %	-	-	S7
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 5) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.782 %	0.250 %	8.581 %	-	-	S9
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 8) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S15

Propiedades	E (Nominal)	E_{min}	E_{max}	E/E_{min}	E_{max}/E_{min}	Índice
Plano útil (Local 10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.760 m, Zona marginal: 0.000 m	9730 lx (≥ 500 lx) ✓	368 lx	43955 lx	26.4	119	S20

Se realiza el mismo procedimiento para el diseño propuesto con las luminarias seleccionadas e instaladas en las diferentes áreas del laboratorio.

En los diferentes datos aparece un área como local 3 en el diseño, arrojando un resultado que no cumple, ese local es un ducto que se encuentra sellado.

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{mín}	E _{máx}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (BODEGA DE SELLOS) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	392 lx (≥ 200 lx) ✓	183 lx	598 lx	0.47	0.31	S2
Plano útil (CUARTO DE CONTROL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	659 lx (≥ 500 lx) ✓	481 lx	801 lx	0.73	0.60	S4
Plano útil (Local 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	S6
Plano útil (CALIBRACION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	891 lx (≥ 500 lx) ✓	7.72 lx	1237 lx	0.009	0.006	S8
Plano útil (ALISTA FINAL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	357 lx (≥ 200 lx) ✓	52.4 lx	480 lx	0.15	0.11	S10
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	555 lx (≥ 200 lx) ✓	326 lx	663 lx	0.59	0.49	S12
Plano útil (BAÑO 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	590 lx (≥ 200 lx) ✓	436 lx	668 lx	0.74	0.65	S14
Plano útil (Local 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	558 lx (≥ 200 lx) ✓	416 lx	630 lx	0.75	0.66	S16
Plano útil (RECEPCION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	452 lx (≥ 150 lx) ✓	6.76 lx	692 lx	0.015	0.010	S18
Plano útil (PASILLO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	270 lx (≥ 150 lx) ✓	50.0 lx	424 lx	0.19	0.12	S21
Plano útil (PASILLO2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	230 lx (≥ 150 lx) ✓	219 lx	247 lx	0.95	0.89	S22

Propiedades	E (Nominal)	E _{mín}	E _{máx}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	320 lx (≥ 150 lx) ✓	222 lx	463 lx	0.69	0.48	S23
Plano útil (ALISTAMIENTO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	655 lx (≥ 500 lx) ✓	291 lx	774 lx	0.44	0.38	S24
Plano útil (Área 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	3.70 lx	643 lx	0.007	0.006	S25
Plano útil (BODEGA 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	603 lx (≥ 150 lx) ✓	454 lx	672 lx	0.75	0.68	S26

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{mín}	E _{máx}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (Área 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	3.70 lx	643 lx	0.007	0.006	S25

Para el diseño se estipula mantenimiento cada dos años de las luminarias, analizando el sistema por desgaste, este se puede realizar mediante mediciones con el luxómetro calibrado por un laboratorio acreditado, dichas mediciones darán el desgaste de las luminarias para así tener un sistema de iluminación efectivo.

3.3 Cuadro de cargas propuesto

La iluminación en su totalidad es con energía continua, se analizará la carga diaria del laboratorio, aplicando los factores de pérdidas.

Las luminarias instaladas son de energía continua (DC), a continuación, se especifica la carga que se generaría en las 79 luminarias instaladas en las diferentes zonas del laboratorio.

Tabla 3-2 Carga eléctrica de las luminarias en KWh.

ZONAS	CANTIDAD	LUMINARIA	TENSION (V)	POTENCIA(W) C/U	CORRIENTE (AMP)	POTENCIA (W)	TOTAL (W)
CALIBRACION	16	LED	220	150	0,682	150,0	2400,0
BODEGA DE SELLOS, CUARTO DE CONTROL	6	LED	220	40	0,182	40	240
PASILLOS	10	LED	220	40	0,182	4	40
BODEGAS DE RECEPCION Y ALISTA FINAL	21	LED	220	40	0,182	40	840
ALISTAMIENTO Y BAÑOS	13	LED	220	40	0,182	40	520
OFICINAS	13		220	150	0,682	150	1950
SUMATORIA DEL LABORATORIO							5990

Teniendo una carga 5990 Watts/hora, se procede a hallar la carga real, incluyendo factores de pérdidas que se encuentran estipulados en la **Tabla 3-2**.

$$E_T = 5990 \text{ Watts}$$

$$E_{diaria} = \frac{E_{total}}{R}$$

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \left(1 - \frac{N * k_a}{P_d}\right)$$

Como se puede observar en la tabla 2-2, el K_b , K_c , K_v , son constantes de un valor aproximado

$R \rightarrow$ es el parámetro de rendimiento global de la instalación

$$R = (1 - 0,1 - 0,1 - 0,1) \left(1 - \frac{0,005 * 3}{0,7}\right) = 0,778$$

Se reemplaza la fórmula de energía diaria

$$E_{diaria} = \frac{E_{total}}{R} = \frac{5990}{0,778} = 7.699 \text{ Kwh/dia}$$

Factores de pérdidas que se pueden presentar en instalación o circuito se debe tener en cuenta para cualquier caso posible, para que el trabajo sea más confiable.

Tabla 3-3 Factores de pérdidas

FACTOR	DESCRIPCIÓN	VALOR APROX
K_b	Factor de pérdidas en conjunto de baterías y regulador	0,1
K_c	Factor de pérdidas de inversor	0,1
K_v	Factor de perdidas varias (efecto joule, caídas de tensión, etc.)	0,1
K_a	Coefficiente de autod-escarga diaria de baterías	0,005
N	Número de días de autonomía	3-10
P_d	Profundidad de descarga de las baterías	0,7

La carga real del laboratorio es de 7.399 KWh/día.

A continuación, se realiza una tabla donde se especifica la carga que se genera en un día en el laboratorio de medidores.

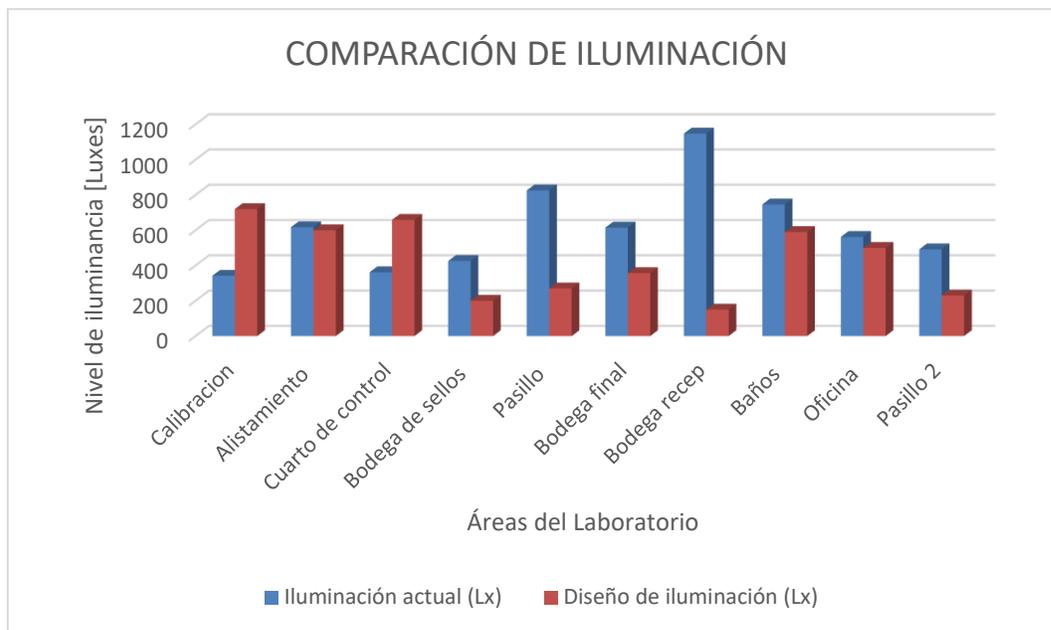
La carga total generada por el laboratorio es de 40.5 KWh (ver **Tabla 2-11**), las horas de trabajo son nueve horas. En la mayoría de zonas del laboratorio se aprovecha la luz natural ya que la estructura cuenta con grandes ventanales en vidrio.

La zona que no se utiliza es la zona de calibración ya que, por la sensibilidad de las fotoceldas, en muchas ocasiones puede haber brillos, lo que ocasiona resultados no confiables en los ensayos y calibraciones.

Se realiza la comparación de los dos sistemas para así determinar las diferencias que se presenta en el sistema se realiza obteniendo los promedios por cada área, y se grafica mediante un diagrama de bloques.

Tabla 3- 4 comparación de iluminación

Area	Iluminación actual (Lx)	Diseño de iluminación (Lx)	Nivel minimo (Lx)	Nivel maximo (Lx)	Cumplimiento Retilap
Calibracion	342	720	300	750	CUMPLE
Alistamiento	617	600	300	750	CUMPLE
Cuarto de control	362	659	300	750	CUMPLE
Bodega de sellos	426	200	100	200	CUMPLE
Pasillo	826	270	100	200	CUMPLE
Bodega final	615	357	100	200	CUMPLE
Bodega recep	1148	150	100	200	CUMPLE
Baños	746	590	100	200	CUMPLE
Oficina	562	500	300	700	CUMPLE
Pasillo 2	492	230	100	200	CUMPLE

Figura 3- 8 diagramas de bloques de comparación

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 3- 8** se puede evidenciar el comportamiento que se presenta en la iluminación actual, y el diseño de iluminación, y se puede verificar que se encuentra cumpliendo ante Retilap.

3.4 Análisis de estudios de irradiación

Se realiza investigación y descarga de datos de irradiación, de las paginas mencionadas anteriormente, para así realizar un análisis de cuál de las paginas es más eficiente para los proyectos fotovoltaicos.

Tabla 3-5 Irradiación diaria de la página atlas solar global

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 - 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 - 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - 6	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0
6 - 7	126	99	93	136	190	201	188	179	213	211	216	178
7 - 8	410	342	242	236	284	280	282	282	328	321	335	385
8 - 9	540	469	351	298	337	313	314	314	373	379	426	500
9 - 10	635	562	438	332	340	306	307	301	377	389	445	569
10 - 11	693	626	508	365	360	329	323	300	374	409	445	584
11 - 12	719	657	541	437	454	450	463	392	387	431	433	604
12 - 13	720	666	546	410	403	373	382	358	403	443	467	615
13 - 14	682	629	522	404	397	352	357	355	411	431	468	585
14 - 15	632	572	474	372	391	365	349	344	382	381	425	543
15 - 16	579	514	405	341	377	361	356	356	388	345	358	498
16 - 17	491	445	325	296	329	327	333	351	337	276	301	426
17 - 18	172	169	126	116	132	143	152	149	118	50	0	76
18 - 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 - 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 - 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 - 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 - 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	6399	5750	4571	3743	4004	3810	3806	3681	4091	4066	4319	5563

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 3-5** se muestran los datos de las horas del día, y la irradiación solar que se genera y la que estaría recibiendo el sistema fotovoltaico para la generación de energía.

Según la tabla se está mostrando que en mayor parte del año se empieza a captar la radiación desde la seis de la mañana y termina a las seis de la tarde.

Se toma el total de los meses en Wh/m² que es la totalidad generada en el mes, en la tabla anterior.

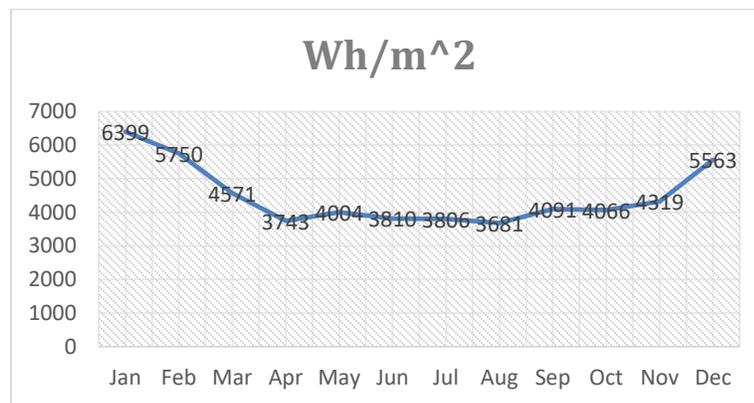
Tabla 3-6 Radiación mensual de la página atlas solar global

MESES	Wh/m ²
Jan	6399
Feb	5750
Mar	4571
Apr	3743
May	4004
Jun	3810
Jul	3806
Aug	3681
Sep	4091
Oct	4066
Nov	4319
Dec	5563

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 3-6** Radiación mensual de la página atlas solar global se muestra el promedio de irradiación de mes a mes, y se plasma en un diagrama para así poder concluir el comportamiento de la irradiación y determinar en qué meses será más efectiva la generación del sistema.

Figura 3-9 Comportamiento de irradiación en el año



Fuente: Elaboración propia

Con la **Figura 3-9** es posible inferir que los meses con más irradiación son enero, seguido de febrero y el tercero sería diciembre, en el mes de abril la irradiación es muy baja por lo tanto la generación será inferior a la que se hallará en los otros meses del año.

- **Photovoltaic geographical information system**

Tabla 3-7 Irradiación diaria de la página photovoltaic geographical information system

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 - 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 - 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 - 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 - 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 - 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 - 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 - 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 - 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 - 12	0	0	0	0	0	0	0	0	2,95	6,17	0	0
12 - 13	82,72	66,63	44,95	44,78	52,55	47,97	42,72	48,8	79,33	91,99	98,02	115,58
13 - 14	244,19	242,82	157,92	142,16	152,86	124,44	124,69	150,43	201,39	215,67	235,48	283,27
14 - 15	453,79	431,31	291,18	215,3	202,22	183,86	174,02	186,75	239,04	301,32	353,14	481,27
15 - 16	596,3	567,45	371,98	262,15	223,39	178,87	201,46	179,85	249,1	305,4	365,34	548,08
16 - 17	641,6	599,49	421,62	280,77	233,89	225,52	209,65	191,63	251,77	292,16	349,05	580,25
17 - 18	642,21	611,03	406,91	310,42	253,85	242,13	236,86	208,98	277,01	284,13	316,71	554,88
18 - 19	604,41	569,08	405,65	338,59	286,14	248,88	255,67	248,77	302,22	310,77	388,68	521,13
19 - 20	541,3	524,31	397,48	288,2	277,35	256,09	252,09	247,64	286,11	301,0	327,43	479,43
20 - 21	440,73	416,69	307,7	230,09	226,63	194,03	231,63	213,3	269,19	226,46	252,85	373,34
21 - 22	295,08	283,53	177,14	135,75	147,07	131,46	151,55	161,43	159,12	138,63	150,14	239,06
22 - 23	412,18	125,41	83,71	50,16	46,77	50,24	69,01	71,07	67,26	42,9	48,55	110,27
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	4954,51	4437,75	3066,24	2298,37	2102,72	1883,49	1949,35	1908,65	2384,49	2516,6	2885,39	4286,56

Fuente: Elaboración propia

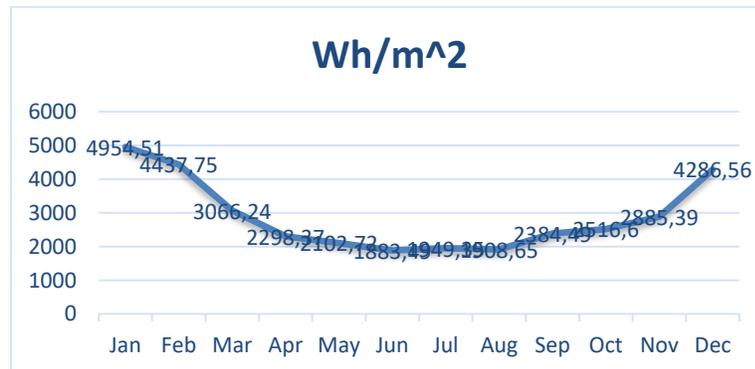
En la **Tabla 3-7** se muestra la irradiación del año en las diferentes horas del día, obteniendo el promedio de las horas generadas a diario.

Tabla 3-8 Irradiación mensual de página photovoltaic geographical information system

MESES	Wh/m ²
Jan	4954,51
Feb	4437,75
Mar	3066,24
Apr	2298,37
May	2102,72
Jun	1883,49
Jul	1949,35
Aug	1908,65
Sep	2384,49
Oct	2516,6
Nov	2885,39
Dec	4286,56

Fuente: Elaboración propia

Con la **Tabla 3-8** se puede observar la irradiación mes a mes la cual es un poco parecida a la de la **Tabla 3-6**. Se precede a realizar un grafica para ver en qué mes se emite la irradiación solar

Figura 3-10 Comportamiento de irradiación en el año

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 3-10** se puede deducir que el mes de enero, febrero y diciembre son los meses que más nos beneficiarían para la generación de energía eléctrica.

- **Análisis de la descarga de datos de irradiación**

Se realiza una comparación en la **Tabla 3-9** de los datos promedios mensuales de las dos páginas para representarlos en un diagrama y así concluir con cuál de las páginas dará mejor eficiencia de la irradiación.

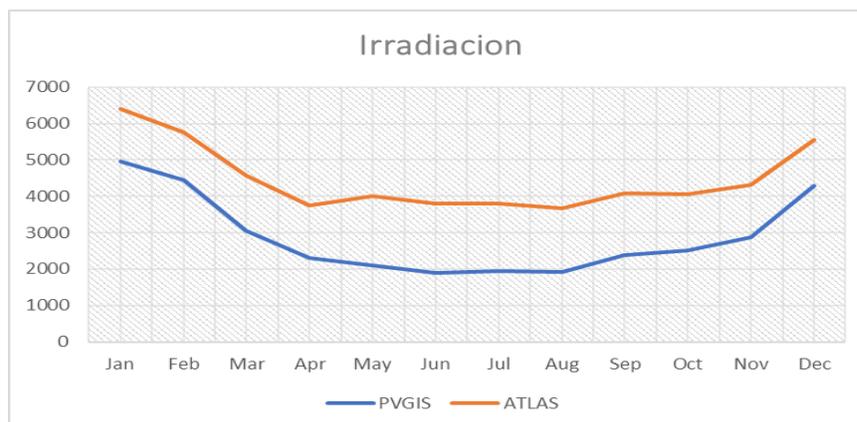
Tabla 3-9 Datos mensuales de irradiación

MESES	Wh/m ²	
	PVGIS	ATLAS
Jan	4954,51	6399
Feb	4437,75	5750
Mar	3066,24	4571
Apr	2298,37	3743
May	2102,72	4004
Jun	1883,49	3810
Jul	1949,35	3806
Aug	1908,65	3681
Sep	2384,49	4091
Oct	2516,6	4066
Nov	2885,39	4319
Dec	4286,56	5563

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 3-9** para obtener el promedio anual de irradiación (HSP), se saca el promedio de los datos recolectados mes a mes.

Figura 3-11 Comportamiento de la irradiación anual



Fuente: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en la figura anterior **Figura 3-11**, se representa la tendencia del comportamiento de la irradiación anual para la generación de energía, observando que la eficiente en este caso para la zona de Tunja es la página de Atlas.

3.5 Resultado del dimensionamiento de paneles

El resultado de la selección de los paneles depende de la potencia pico instalada esta hace referencia a la cantidad de energía entregada en watts por los paneles instalados en el panel para este sistema.

Se llega a la conclusión que los paneles que se van a instalar son de 450 watts pico, como lo indica la ficha técnica del equipo, ver **Figura 3- 13** de 41 Voltios y una corriente de 10.98 Amperios, con una eficiencia de 20.6%.

Se instalarán 128 paneles los cuales tendrán una generación de 57.6 KWp, con lo que se suplirá la carga instalada en el alumbrado del laboratorio.

La carga instalada es de 40.5 KW, se puede denotar que la generación es superior, el restante de la energía será distribuida entre las baterías del sistema y la demás será enviada a la subestación para así entregarla a los usuarios de la ciudad de Tunja.

El panel seleccionado es monocristalino con dimensiones de 2102*1040*35 mm, con un peso de 24 kg y una eficiencia de 20.6%, dando una generación de 57.6 KWp y una temperatura de operación entre -40~+85° C.

Figura 3- 12 Panel solar

Fuente: [https://www.google.com/search?q=Trina+Solar,+TSM-DE17+M\(II\)+450&sxsrf=ALeKk014seTLX7Yh2WIViAW9XEA8RapLYw:1606435070006&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjI4c79tKHtAhU3GVkFHQIsBjsQ_AUoAXoECAUQAw&biw=1536&bih=698#imgrc=OsQDSNtyL3vMhM](https://www.google.com/search?q=Trina+Solar,+TSM-DE17+M(II)+450&sxsrf=ALeKk014seTLX7Yh2WIViAW9XEA8RapLYw:1606435070006&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjI4c79tKHtAhU3GVkFHQIsBjsQ_AUoAXoECAUQAw&biw=1536&bih=698#imgrc=OsQDSNtyL3vMhM)

En la **Figura 3- 13** se muestran las especificaciones principales del panel o módulo fotovoltaicos, se va a trabajar con un panel de watts y una tensión de 41 Voltios y una corriente de 10.98 Amperios, con una eficiencia de 20.6%.

Figura 3- 13 especificaciones del panel solar

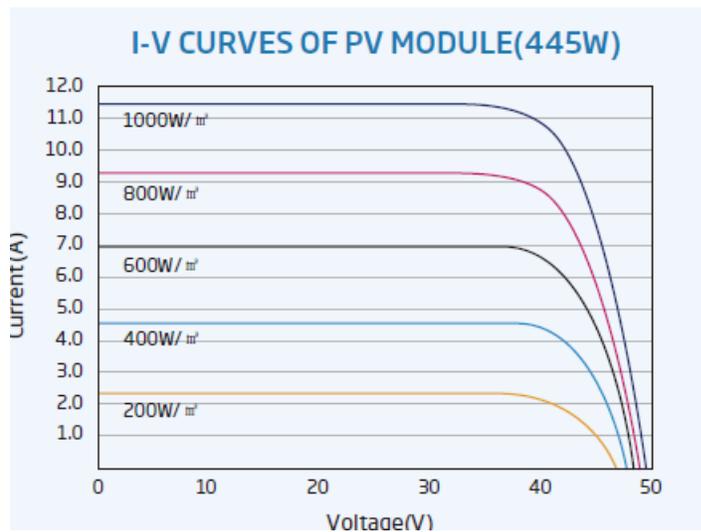
Peak Power Watts- P_{MPP} (Wp)*	430	435	440	445	450
Power Output Tolerance- P_{MPP} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	40.3	40.5	40.7	40.8	41.0
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	10.67	10.74	10.82	10.90	10.98
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	48.7	49.0	49.2	49.4	49.6
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	11.22	11.31	11.39	11.46	11.53
Module Efficiency η_m (%)	19.7	19.9	20.1	20.4	20.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

Fuente: Ficha técnica

A continuación, en la **Figura 3- 14** se muestra el comportamiento de la corriente sobre la tensión en el panel.

Figura 3- 14 curva de tensión y corriente

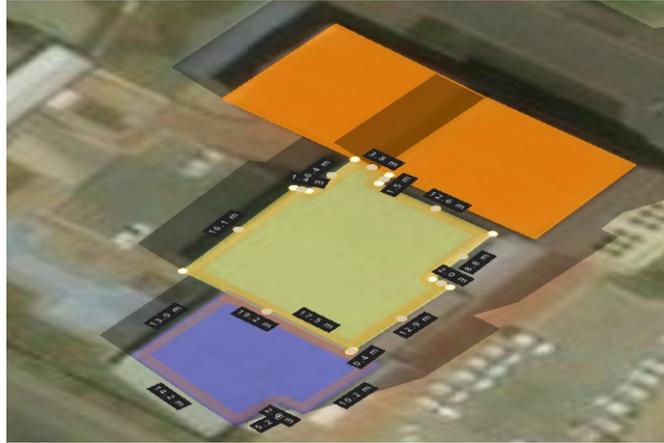


Fuente: ficha técnica.

El sistema fotovoltaico se diseña mediante el software Helioscope, donde se realizan los diferentes cálculos, de generación y estudio de sombras, inversores se debe emplear y calibre de conductores.

El diseño se implementará en dos áreas diferentes ya que una en su diseño es más alta que la otra, en las cuales:

El área de color azul en la **Figura 3-15** tiene una altura de 6 metros de altura, y la otra área tiene una altura de 8 metros, el área que está de color naranja son edificaciones que generaran sombras.

Figura 3-15 Áreas de instalación de paneles

Fuente: Elaboración propia

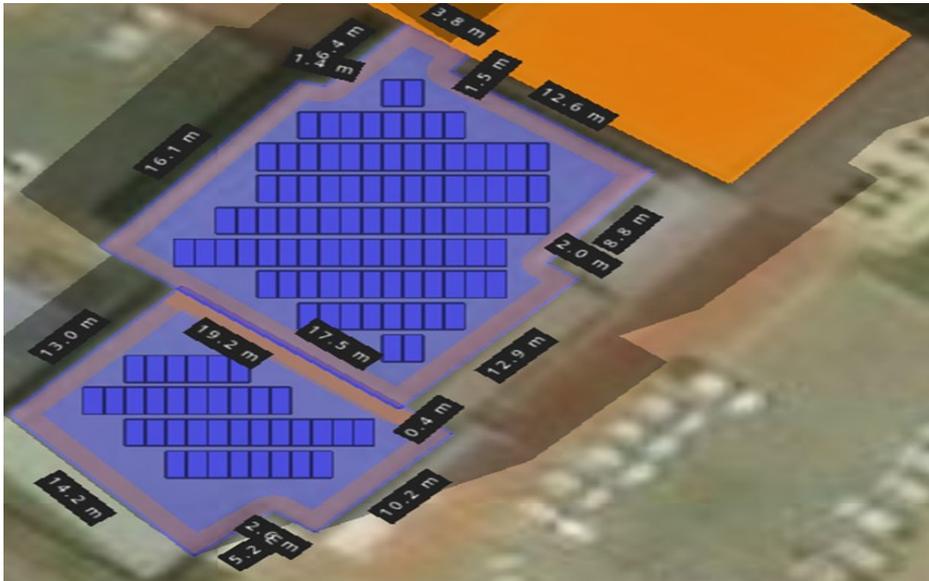
Se analiza la Inclinación de paneles, teniendo en cuenta la **Tabla 2-8**, donde se dan unos criterios para hallar la inclinación de los paneles que se van a instalar mediante la formula

$$\beta = \phi + 10^{\circ} = 5.557461 + 10^{\circ} = 15,5571^{\circ}$$

La inclinación de los paneles para este proyecto es de 15.5571°.

Teniendo el panel seleccionado se realiza la distribución, teniendo en cuenta la inclinación, donde se ve que para el área (azul), se instalaran 36 paneles los cuales generaran 16 KWp.

Y la otra zona 92 paneles para una generación de 41 KWp, para así obtener un total en el sistema fotovoltaico de 128 paneles y una generación de 57.6 KWp, como se muestra en **Figura 3-16**.

Figura 3-16 Distribución de los paneles

Fuente: Elaboración Propia

En la distribución de los paneles se debe dejar un área que se denomina área de retraso la cual es de 1.20 metros, que se dejar libre por seguridad, se realiza el cálculo de la separación entre paneles, para que entre ellos no haya sombra y así lograr no generar pérdidas de generación en el sistema fotovoltaico.

$$D = \frac{h}{\text{tag}(61 - \emptyset)}$$

Donde

$D = \text{medida horizontal}$

$\emptyset = \text{latitud}$

$h = \text{longitud de panel} * \text{seno de angulo de inclinacion}$

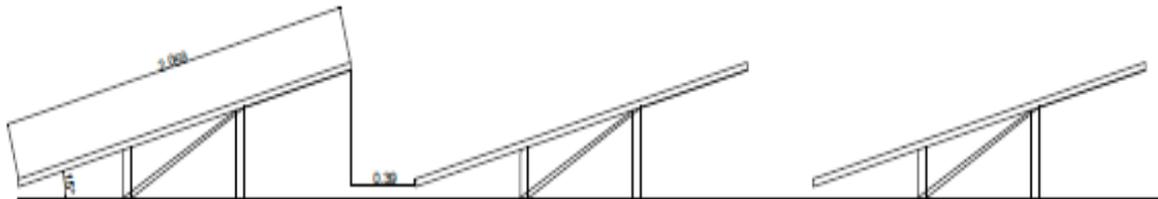
se reemplaza la formula

$$D = \frac{h}{\text{tg}(61 - \emptyset)} = \frac{2.102m * \text{sen}(15,5571^\circ)}{\text{tag}(61 - 5,557461^\circ)} = 0.388m$$

La distancia entre paneles es de 0.38.8 metros, se aproxima a 0.39 metros, entre filas. Con esta separación se garantiza que un panel no hará sombra al otro panel que se encontrará en la siguiente fila, ver **Figura 3-17**.

También se crea el paso para que el operario pueda realizar mantenimientos.

Figura 3-17 Inclinación y separación de los paneles



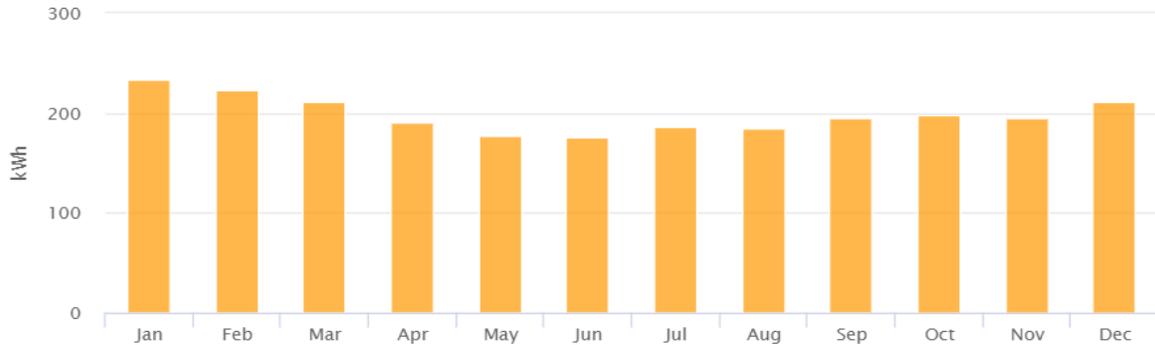
Fuente: Elaboración propia

Se obtiene los datos de irradiación media diaria con la que se trabajó el proyecto, generando los 57,6 KWh. Estos datos se muestran en la **Tabla 3-10**, y luego se disponen en un gráfico de barras para así observar de mejor manera los niveles de irradiación.

Tabla 3-10 Datos promedio de irradiación

Mes	GHI (kWh / m ²)	POA (kWh / m ²)	Sombreado (kWh / m ²)	Placa de identificación (promedio kWh)	Red (kWh promedio)
enero	159,7	157,2	151,8	267,4	234,1
febrero	140,9	138,8	133,3	260,6	223,6
marzo	149,3	147,2	140,5	248,7	211,6
abril	134,2	131,8	124,1	226,8	190,7
Mayo	129,0	127,2	117,5	207,3	177,0
junio	126,1	124,5	113,6	207,2	175,4
julio	137,7	136,0	124,0	219,3	186,3
agosto	134,7	133,0	123,2	217,6	185,4
septiembre	135,9	134,1	126,2	230,4	194,9
octubre	138,3	136,5	130,3	230,4	198,3
noviembre	129,4	127,3	122,0	222,5	194,5
diciembre	144,1	142,2	137,1	241,4	211,7

En la **Figura 3-18** se establece un diagrama de barra para ver el comportamiento de los datos de irradiación mes a mes durante un año.

Figura 3-18 Diagrama de barras para irradiación

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 3-18** se puede observar que los meses de enero, febrero y diciembre son meses más productivos de irradiación para el sistema fotovoltaico ya que hay más irradiación solar.

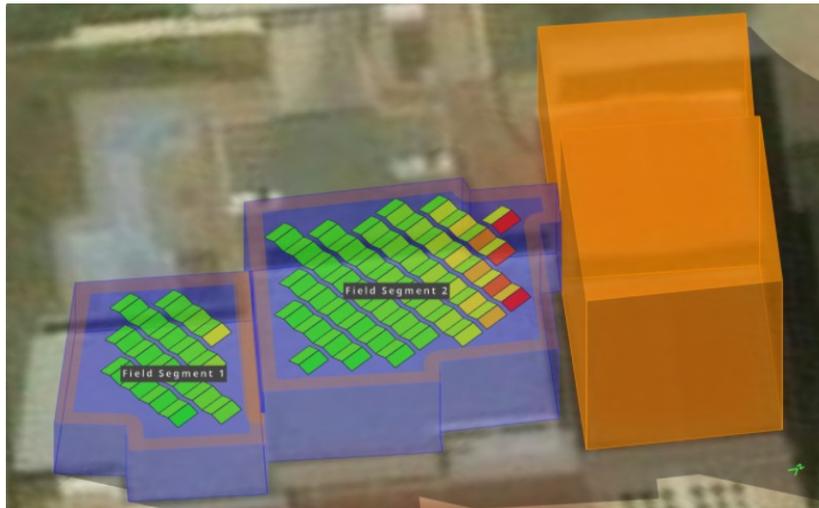
En el estudio de sombras se pueden observar, teniendo en cuenta que ahí sombras por los dos edificios que se encuentran ubicados al lado del laboratorio y tienen una altura de 15 metros y la otra área de 8 metros.

Figura 3-19 Mapa de calor sombreado

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 3-19** se determinan las sombras creadas por los diferentes obstáculos, presentados en el área donde se instaló el sistema fotovoltaico.

Figura 3-20 Vista desde el sureste

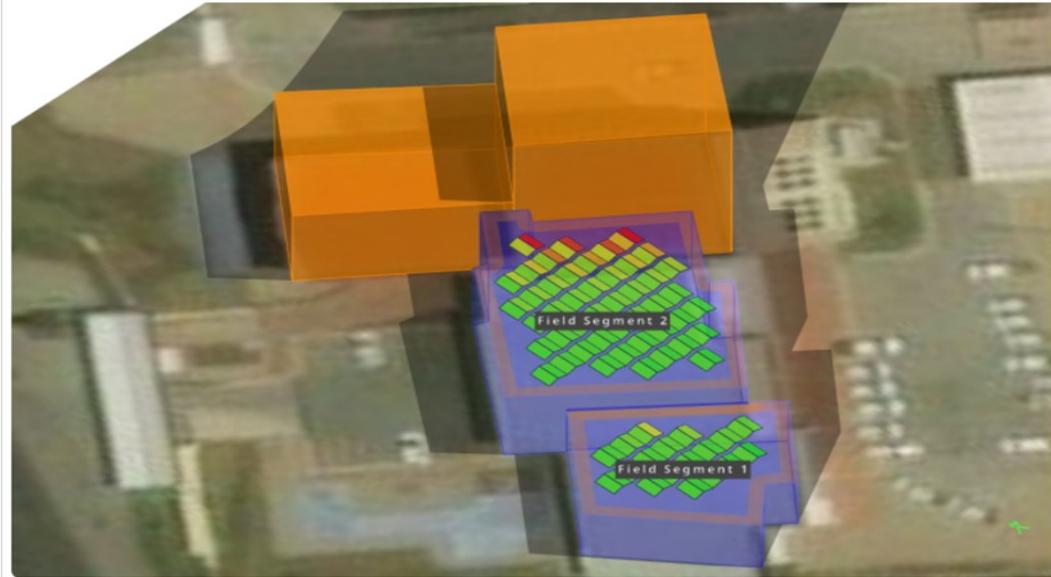


Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 3-20** se observa una vista tomada del sureste donde se puede evidenciar el área del edificio que genera sombras hacia el sistema fotovoltaico y se pueden apreciar los diferentes paneles que generan pérdidas por sombras.

En la **Figura 3-21** se toma desde el suroeste de la planta del laboratorio de medidores.

Se pueden contemplar las dos vistas que detalladamente muestran las diferentes afectaciones por sombra, que generan pérdidas en este sistema, haciendo visible que la mayor afectación es de los paneles que están instalados en el lado del edificio.

Figura 3-21 Vista desde el suroeste

Fuente: Elaboración propia

También se pueden detallar en la **Tabla 3-11**, las afectaciones por áreas presentadas por las sombras presentadas tenemos cada zona detalladamente, donde nos indica el porcentaje de acceso solar a cada panel instalado, su inclinación, cuantos módulos se encuentran en el área y la generación de energía por zona.

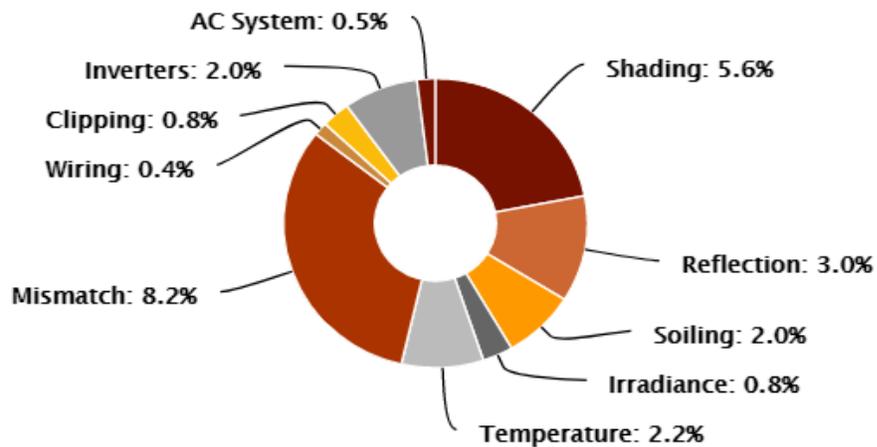
Tabla 3-11 Sombreado por segmentos del campo

Descripción	Inclinación	Azimut	Módulos	Placa de nombre	Irradiancia sombreada	Energía AC	TOF ²	Acceso solar	TSRF promedio ²
Segmento de campo 1	15,5°	180,0°	36	16,2 kWp	1.584,9 kWh / m ²	20,9 MWh ¹	97,8%	96,9%	94,8%
»Subarreglo 1	15,5°	90,0°	18	8,10 kWp	1.587,6 kWh / m ²	10,5 MWh ¹	99,7%	95,2%	94,9%
»Subarreglo 2	15,5°	270,0°	18	8,10 kWp	1.582,3 kWh / m ²	10,4 MWh ¹	95,9%	98,7%	94,6%
Segmento de campo 2	15,5°	180,0°	92	41,4 kWp	1.527,5 kWh / m ²	51,6 MWh ¹	97,8%	93,4%	91,3%
»Subarreglo 1	15,5°	90,0°	46	20,7 kWp	1.503,2 kWh / m ²	25,5 MWh ¹	99,7%	90,1%	89,9%
»Subarreglo 2	15,5°	270,0°	46	20,7 kWp	1.551,8 kWh / m ²	26,1 MWh ¹	95,9%	96,8%	92,8%
Totales, ponderados por kWp			128	0p	1.543,6 kWh / m ²	72,5 MWh	97,8%	94,4%	92,3%

¹ aproximado, varía según el rendimiento del inversor² según la ubicación Irradiancia óptima del POA de 1672,5 kWh / m² con una inclinación de 8,8° y un azimut de 181,0°

A continuación, se muestran las diferentes pérdidas generadas en el sistema fotovoltaico que se encuentran expresadas en porcentaje, como se muestra a continuación en la **Figura 3-22**.

Figura 3-22 Fuente de pérdidas del sistema



Fuente: Elaboración propia

La producción anual que generara el sistema instalado, teniendo en cuenta las pérdidas por sombras, y cuanta energía le entrega a la red y la irradiación con la que se cuenta en el proyecto ver **Tabla 3-12**.

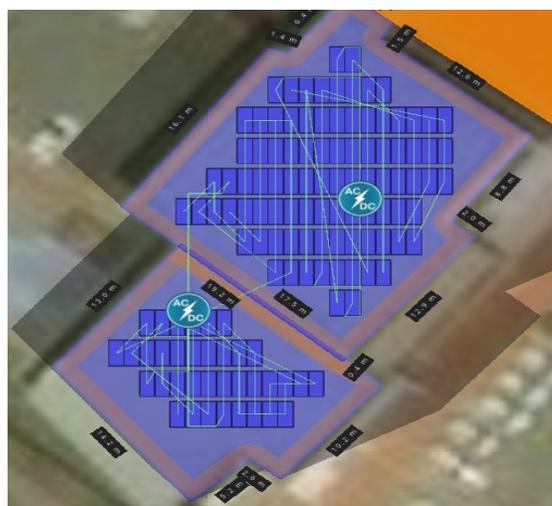
Tabla 3-12 Producción anual

	Descripción	Salida	% Delta
Irradiancia (kWh / m ²)	Irradiancia horizontal global anual	1.659,4	
	Irradiancia POA	1.635,8	-1,4%
	Irradiancia sombreada	1.543,6	-5,6%
	Irradiancia después de la reflexión	1.496,6	-3,0%
	Irradiancia después de ensuciar	1.466,7	-2,0%
	Irradiancia total del colector	1.466,6	0,0%
Energía (kWh)	Placa de nombre	84.499,1	
	Salida a niveles de irradiancia	83.795,2	-0,8%
	Salida a reducción de temperatura de celda	81.925,5	-2,2%
	Salida después de discrepancia	75.208,9	-8,2%
	Salida CC óptima	74.922,6	-0,4%
	Salida CC restringida	74.339,6	-0,8%
	Salida del inversor	72.824,2	-2,0%
Energía a la red	72.460,1	-0,5%	
Métricas de temperatura			
	Promedio Temperatura ambiente de funcionamiento		13,3 ° C
	Promedio Temperatura de funcionamiento de la celda		21,8 ° C
Métricas de simulación			
	Horas de funcionamiento		4561
	Horas resueltas		4561

Fuente: Elaboración propia

Conexión de paneles

Para el conexionado de los 128 paneles se realizan 8 string de conexión de 16 paneles, como se muestra en la **Figura 3-23**.

Figura 3-23 Conexionado de paneles

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la **Figura 3- 13** se especifican cada una de las string seleccionados con la cantidad de paneles en cada una de las ramas especificadas.

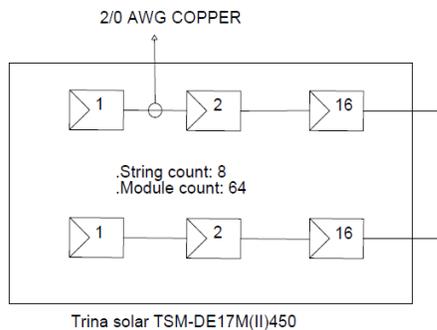
Tabla 3-13 Especificación de conexionado

SELECCIÓN DE CONDUCTORES									
ORIGEN	DESTINO	NUMERO DE PANELES CONECTADOS	% ADMISIBLE	% RECOMENDA	DISTANCIA (M)	TENSION (V)	CORRIENTE (A)	TENSION TOTAL DE LA RAMA	CORRIENTE TOTAL DE LA RAMA
MODULOS A REGULADOR	STRING 1	16	0,1	1	20	41	10,98	656	10,98
	STRING 2	16	0,1	1	20	41	10,98	656	10,98
	STRING 3	16	0,1	1	20	41	10,98	656	10,98
	STRING 4	16	0,1	1	18	41	10,98	656	10,98
	STRING 5	16	0,1	1	12	41	10,98	656	10,98
	STRING 6	16	0,1	1	12	41	10,98	656	10,98
	STRING 7	16	0,1	1	12	41	10,98	656	10,98
	STRING 8	16	0,1	1	12	41	10,98	656	10,98

En la **Tabla 3-13** se muestra que se instalan 16 paneles por string.

En sistema fotovoltaico se compone de ocho string cada uno de ellos, cuenta con 16 paneles conectados en paralelo como se muestra en la **Figura 3- 24**, para así tener un resultado de 128 paneles de 450 W, y tener una generación de 57.6 KWp, la cual se estará entregando a red y al sistema de iluminación del laboratorio de medidores.

Figura 3- 24 conexionado de los paneles



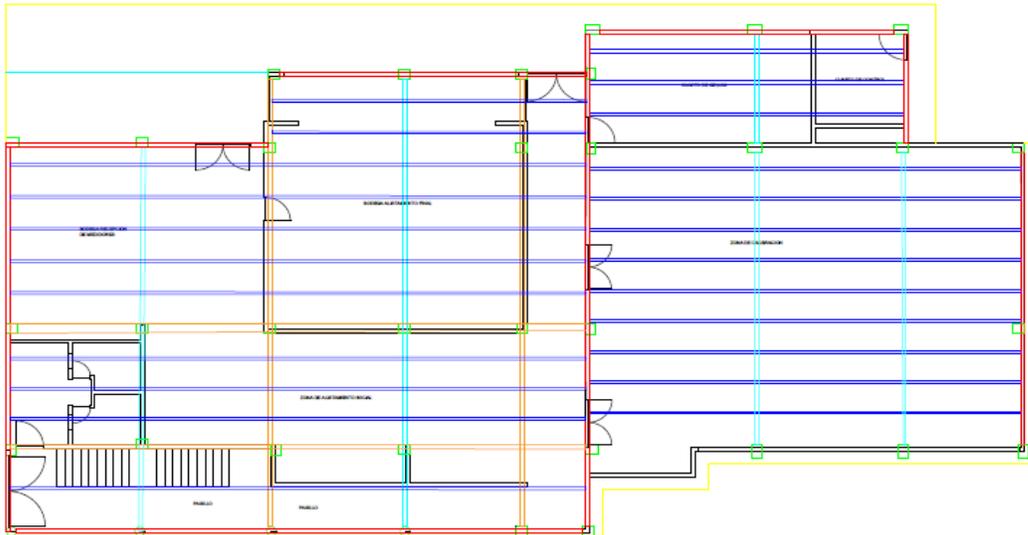
Especificaciones del Modulo	
128*Trina solar TSM-DE17M(II)450	
STC Rating	450 W
Vmp	41 V
Imp	10.98 A
Voc	49.6 V
Isc	11.53 A

Fuente: Elaboración propia

3.6 Verificación de condiciones estructurales

La cubierta del laboratorio de medidores está construida por perfilería rectangular (300*150*5 y 150*100*3) la cual soporta teja en lámina termo acústica la cual tiene un pendiente de 5% y 7% en la misma dirección, la cubierta descansa sobre columnas de geometría (36*56) está cubierta distribuida en dos áreas de diferente altura, con área de 244 Metros², y la otra de 356 metros².

Figura 3-25 Estructura de cubierta



Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 3-25** se muestra como está construida la cubierta, donde los colores azules son perfiles de 150*100*3 y los de azul marino son 300*150*5, las de color rojo son muros y las de amarillo son vigas aéreas.

El análisis se realiza teniendo presente la normativa vigente del reglamento de Colombia sismo resistente, la estructura que soporta la estructura está hecha en concreto reforzado, y se han asignado a los concretos un módulo de elasticidad, donde se permite el uso de la siguiente ecuación:

$$E_c = w_c^2 * 0.034 \sqrt{t_c^1} = \text{Mpa} \text{ o } E_c = 3900 \sqrt{t_c^1} \text{ en Mpa}$$

A continuación, en la **Tabla 3-14** se mostrará la especificación del material concreto

Tabla 3-14 Especificaciones de materiales

Concreto de Cimentación	f'c= 21 MPa	E= 17.872,04 Mpa
Concreto de Columnas	f'c= 21 MPa	E= 19106,01 Mpa
Concreto Placas y vigas aéreas	f'c= 21 MPa	E= 17.872,04 Mpa
Concreto Escaleras	f'c= 21 MPa	E= 17.872,04 Mpa

Los perfiles que se encuentran instalados son en acero al frio cuyo espesor se comercializa entre 1.5mm y 9.0 mm donde su uso está regulado por el reglamento colombiano, estos perfiles son ideales en las edificaciones de gran altura como estructura secundaria vinculándose con el concreto o acero y sirviendo de soporte a la estructura.

Se realiza una estimación de carga sobre la estructura donde se le da un valor máximo del peso del panel, el valor del peso de la teja en lámina, más accesorios, entre otros, ver

Tabla 3-15.

Tabla 3-15 Carga muerta sobre la cubierta

Teja en lamina thermoacustica	0,042 kN/m2
Accesorios de conexion	0,008 kN/m2
Elementos no Estructurales	0,050 kN/m2
Instalación Panel	0,300 kN/m2
CARGA TOTAL MUERTA SOBRE CUBIERTA	0,400 kN/m2

La carga neta estipulada en la tabla anterior de 0.400 KN/m².

Se toman otras variables que se conocen como cargas vivas, las cuales se nombraran a continuación, se muestra en la **Tabla 3-16**.

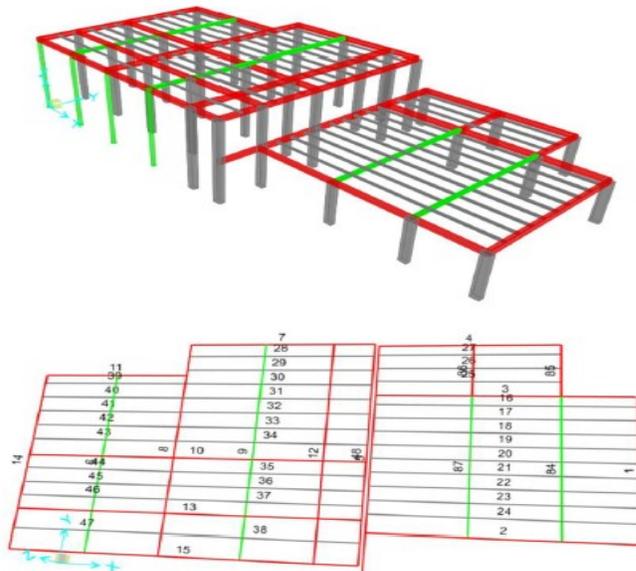
Tabla 3-16 Cargas vivas

Lc	Carga Viva Cubiertas, Azoteas y Terrazas	0,50 kN/m2
Le	Carga Empozamiento de Agua y de Granizo	1,00 kN/m2

Geometría del área

Es preciso definir las características geométricas de la estructura de cubierta como (dimensiones, elementos horizontales, luz de cálculo y longitud total de las mismas), en el modelo computacional se define la estructura de conformidad con las dimensiones establecidas en la geometría a un prodesionamiento de elementos, se muestra **Figura 3-26**.

Figura 3-26 Vista de la planta estructural



Fuente: Elaboración propia

La obtención de fuerzas internas, solicitaciones y esfuerzos, en las distintas secciones de las estructuras, es realizada por software empleado mediante un modelo tridimensional, tipo frame, shell y nudos, asignado de la siguiente manera:

Perfil Estructural 300x150x5 (Demarcación Color Verde) Labels: 6,9,87,84

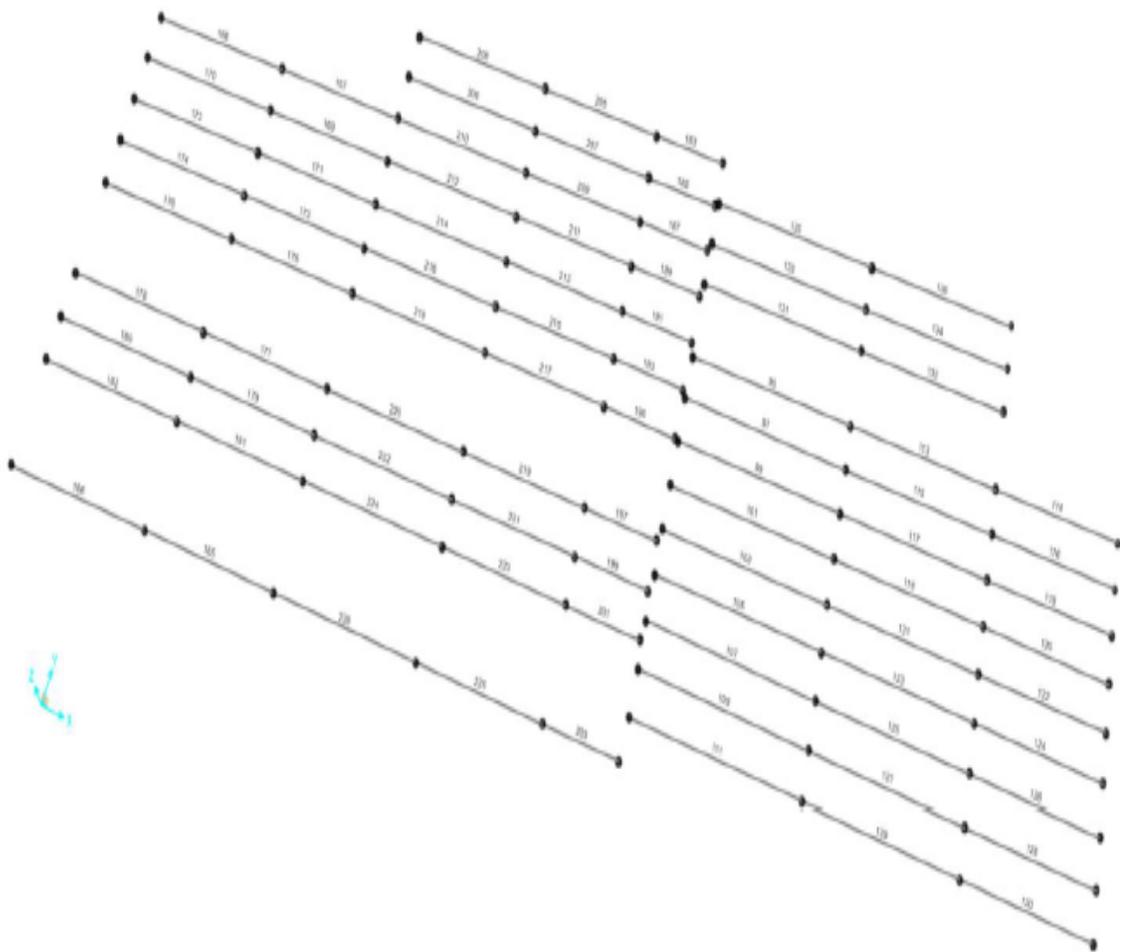
Perfil Estructural 150x100x3 (Demarcación Color Gris) Labels: 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47.

Vigas Predimension 40x25 (Demarcación Color Rojo)

Verificación de perfiles 150*100*3

Esta verificación se realiza teniendo en cuenta los criterios de la Norma sismo resistente colombiana del 2010, implementando el capítulo F2.6 donde se evalúa a fluencia (F), pande local de la aleta (Pla) y pandeo local del alma (Pla), ver **Figura 3-27**.

Figura 3-27 Verificación de correas



Las propiedades mecánicas del perfil rectangular se basan en el manual técnico de AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. Se hace verificación del perfil de dimensiones 150*100-3 mm es de grado C, ver **Figura 3-28**.

Figura 3-28 Propiedades del perfil estructural

Espesor	t=	3 mm
Alto	L=	150 mm
Ancho	B=	100 mm
Area	As=	1438,7068 mm ²
Momento de Inercia X-X	Ixx=	4745038,25 mm ⁴
Modulo Sección X-X	Sxx=	62434,7138 mm ³
Radio de Giro X-X	Rxx=	57,404 mm
Momento de Inercia Y-Y	Iyy=	2559823,27 mm ⁴
Modulo Sección Y-Y	Syy=	50472,1571 mm ³
Radio de Griro Y-Y	Ryy=	42,164 mm
Modulo Plastico	Zx=	74725,0118 mm ³
Modulo Elastico	Zy=	56699,2414 mm ³
Momento Inercia Torsional	J=	5244515,96 mm ⁴
Modulo Elastico Torsional	B=	86851,4392 mm ³
Esfuerzo a Fluencia	Fy=	350,00 MPa
Esfuerzo a Rotura	Fu=	420.00 MPa
Modulo Elastico del Acero	Es=	200000 MPa

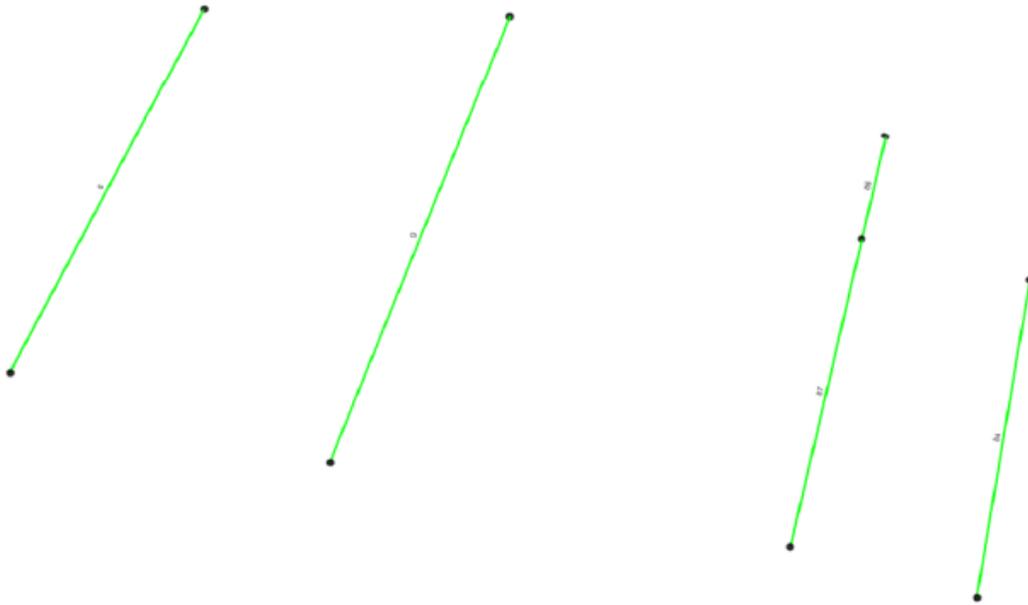
Cuando se posee una alma compacta o aleta compacta según la norma NSR-10 no se aplica el estado límite de pandeo local de alma y ala, no se tiene en cuenta, pero es mencionado como procedimiento requerido.

La cortante para el diseño se determina mediante la siguiente formula y se le da un factor de cortante de alma de 1.0 w.

$$V_n = 0.60F_y A_w * C_w = 802.13 \text{ KN}$$

Verificación de perfiles 300*150*5

Para la verificación de los perfiles se realiza con la antes mencionada en la verificación del perfil 300*150*5 véase **Figura 3-29** Verificación de correas 300*150*5 **Figura 3-29**.

Figura 3-29 Verificación de correas 300*150*5

Las propiedades mecánicas de los perfiles rectangulares se basan del manual técnico antes mencionado, ver **Figura 3-30**.

Figura 3-30 Propiedades estructurales

Espesor	t=	5,0 mm
Alto	L=	300,0 mm
Ancho	B=	150,0 mm
Area	As=	3909,7 mm ²
Momento de Inercia X-X	I _{xx} =	48282845,4 mm ⁴
Modulo Sección X-X	S _{xx} =	317909,0 mm ³
Radio de Giro X-X	R _{xx} =	111,3 mm
Momento de Inercia Y-Y	I _{yy} =	16649257,0 mm ⁴
Modulo Sección Y-Y	S _{yy} =	217948,0 mm ³
Radio de Giro Y-Y	R _{yy} =	65,3 mm
Modulo Plastico	Z _x =	388373,4 mm ³
Modulo Elastico	Z _y =	240889,8 mm ³
Momento Inercia Torsional	J=	39375492,9 mm ⁴
Modulo Elastico Torsional	B=	393289,5 mm ³
Esfuerzo a Fluencia	F _y =	350,00 MPa
Esfuerzo a Rotura	F _u =	420,00 MPa
Modulo Elastico del Acero	E _s =	200000 MPa

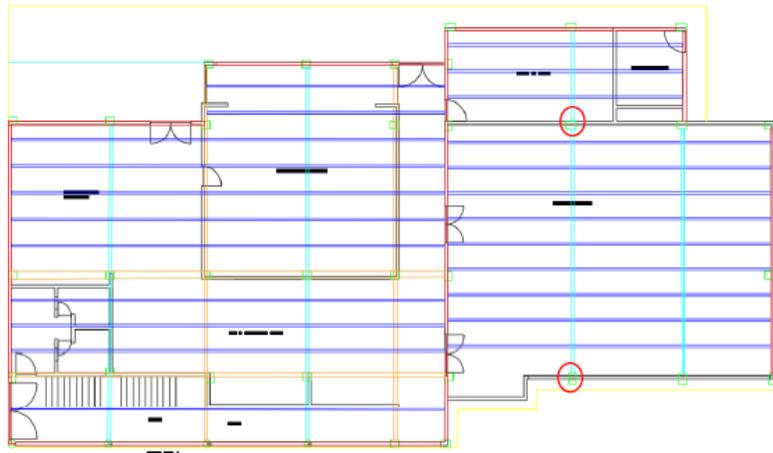
Cuando se posee una alma compacta o aleta compacta según la norma NSR-10 no se aplica el estado límite de pandeo local de alma y ala, no se tiene en cuenta, pero es mencionado como procedimiento requerido.

El cortante del diseño se determina a partir de la expresión, con un factor coeficiente de cortante de alma de 1.0 w.

$$V_n = 0.60F_y A_w * C_w = 821.03KN$$

Con los análisis anteriormente realizados nos da la determinación de que uno de los perfiles rectangulares 300*150*5 necesita ser reforzado en los extremos a una distancia de 0.50 metros desde la columna, esto con el fin de solicitudes a la columna de apoyo, para soportar la carga que se va instalar, de los paneles y los diferentes componentes.

Figura 3-31 Localización del reforzamiento



Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 3-31** se muestra los puntos donde se debe instalar el refuerzo en la estructura si llegara ser el caso.

A la estructura se analizó con la capacidad ultima que tiene la estructura metálica de la cubierta, todos los perfiles están soldados entre ellos.

3.7 Inversor

El inversor seleccionado va de acuerdo con la cantidad de la carga, para este caso se necesita un equipo que cobije una carga de 40.5 KW, y se un dimensionamiento de un 10%.

$$P_{inv} = 1.1 * P_{CA}$$

$$P_{inv} = 1.1 * 40.5KW = 44.05 KW$$

Para el diseño se necesitaría un inversor que soporte la carga de 44.05 KW.

Figura 3- 32 inversor



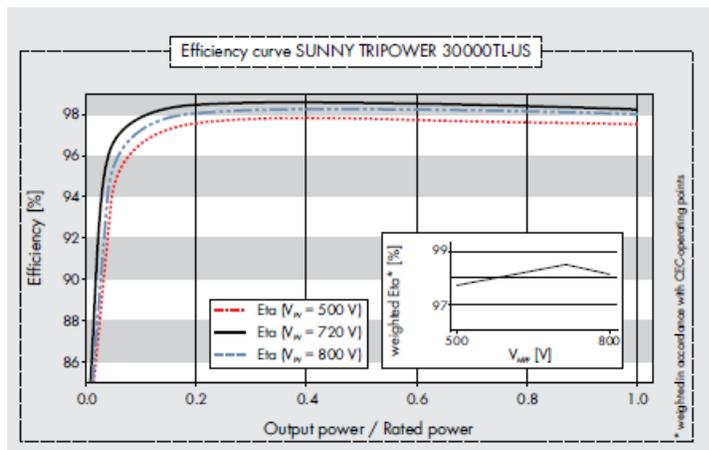
Fuente: Ficha técnica

En la **Tabla 3- 17** se muestra las especificaciones del inversor, donde el inversor seleccionado tiene una potencia nominal de 24000 W, por lo cual se decide implementar 2 inversores, de las mismas características los cuales van a estar conectados en paralelo, y entre los dos asumir una potencia de 48000 W, con esto se estaría dando cumplimiento a la necesidad de la carga y el dimensionamiento seleccionado del inversor del 10%, para así asegurar el funcionamiento de estos equipos.

Tabla 3- 17 Especificaciones del inversor

Technical data	
Input (DC)	
Max. usable DC power (@ $\cos \varphi = 1$)	24500W
Max. DC voltage	*1000V
Rated MPPT voltage range	450V...800V
MPPT operating voltage range	150V...1000V
Min. DC voltage / start voltage	150V / 188V
Number of MPP tracker inputs	2
Max. input current / per MPP tracker input	66A / 33A
Output (AC)	
AC nominal power	24000W
Max. AC apparent power	24000W
Max. output current	29A
Efficiency	
Max. efficiency / CEC efficiency	98.5% / 98.0%

La eficiencia del inversor es de 98.5 % como lo muestra la **Figura 3- 33**.

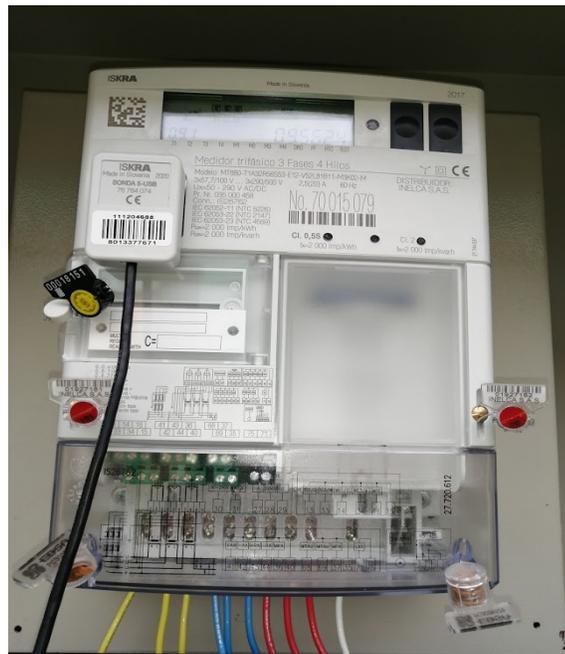
Figura 3- 33 curva de eficiencia del inversor

Fuente: Ficha técnica

3.8 Medidor bidireccional

Se selecciona un medidor marca iskra bidireccional, clase 0.5s, modelo MT880, de conexión semidirecta, es un medidor multirango de 57.7 / 100...240 / 480 voltios. corrientes 2.5 / 20 Amperios, con una constante de 2000 imp/KWh.

Figura 3- 34 medidor de energía



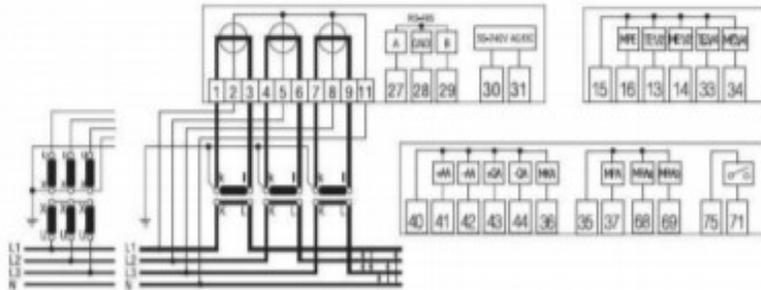
Fuente: Elaboración propia

Medidor e cuatro cuadrantes, para mediciones de energía activa importada, exportada, energía reactiva importada, exportada, se parametriza su display automático con fecha, hora, las energía importadas y exportadas, factor de potencia, el display hará cambio de cada una de esta cada cinco segundos. También se realiza la configuración de display manual donde se activa lo anterior mencionado, tensión en cada fase, y corriente en cada fase, también el medidor tiene un libro de eventos donde registra cada evento que se realiza también guarda información de los posibles fraudes y desenergizadas que se pueden presentar, este medidor tiene la opción de programación por puerto óptico, rs 485, y rs232, los cuales se utilizan para la descarga de datos, también se configura el perfil de

carga donde cada 15 minutos guardara datos de energías, la capacidad de almacenamiento depende de las configuración de carga, también cuenta con una batería que es el soporte de display y el base de datos que él cuenta. Estos medidores hacen la suma de energía cada cinco segundo.

En la **Figura 3- 35** se muestra el plano de conexión eléctrica y los puertos de conexión de telecomunicación.

Figura 3- 35 diagrama de conexión



Fuente: Elaboración propia

3.9 Selección del conductor

El conductor seleccionado para nuestro sistema debe cumplir con características especiales como resistencia al agua, aceites, al calor, químicos, ácidos, ser resistente a los rayos ultravioleta, temperatura de 90°celsius y contar con retardante a las llamas, entre otras.

En el conexionado de los paneles se toma la decisión de conectar 8 string cada una de 16 paneles, para así tener un total de 128 paneles, conectados en serie.

Tabla 3-18 Selección de conductores

SELECCIÓN DE CONDUCTORES										
ORIGEN	DESTINO	NUMERO DE PANELES CONECTADOS	% ADMISIBLE	% RECOMENDA	DISTANCIA (M)	TENSION (V)	CORRIENTE (A)	CAPACIDADE CORRIENTE (%)	CORRIENTE CONDUCTOR	CALIBRE CONDUCTOR AWG
MODULOS A REGULADOR	STRING 1	16	0,1	1	20	41	10,98	1,25	219,60	2/0
	STRING 2	16	0,1	1	20	41	10,98	1,25	219,60	2/0
	STRING 3	16	0,1	1	20	41	10,98	1,25	219,60	2/0
	STRING 4	16	0,1	1	18	41	10,98	1,25	219,60	2/0
	STRING 5	16	0,1	1	12	41	10,98	1,25	219,60	2/0
	STRING 6	16	0,1	1	12	41	10,98	1,25	219,60	2/0
	STRING 7	16	0,1	1	12	41	10,98	1,25	219,60	2/0
	STRING 8	16	0,1	1	12	41	10,98	1,25	219,60	2/0

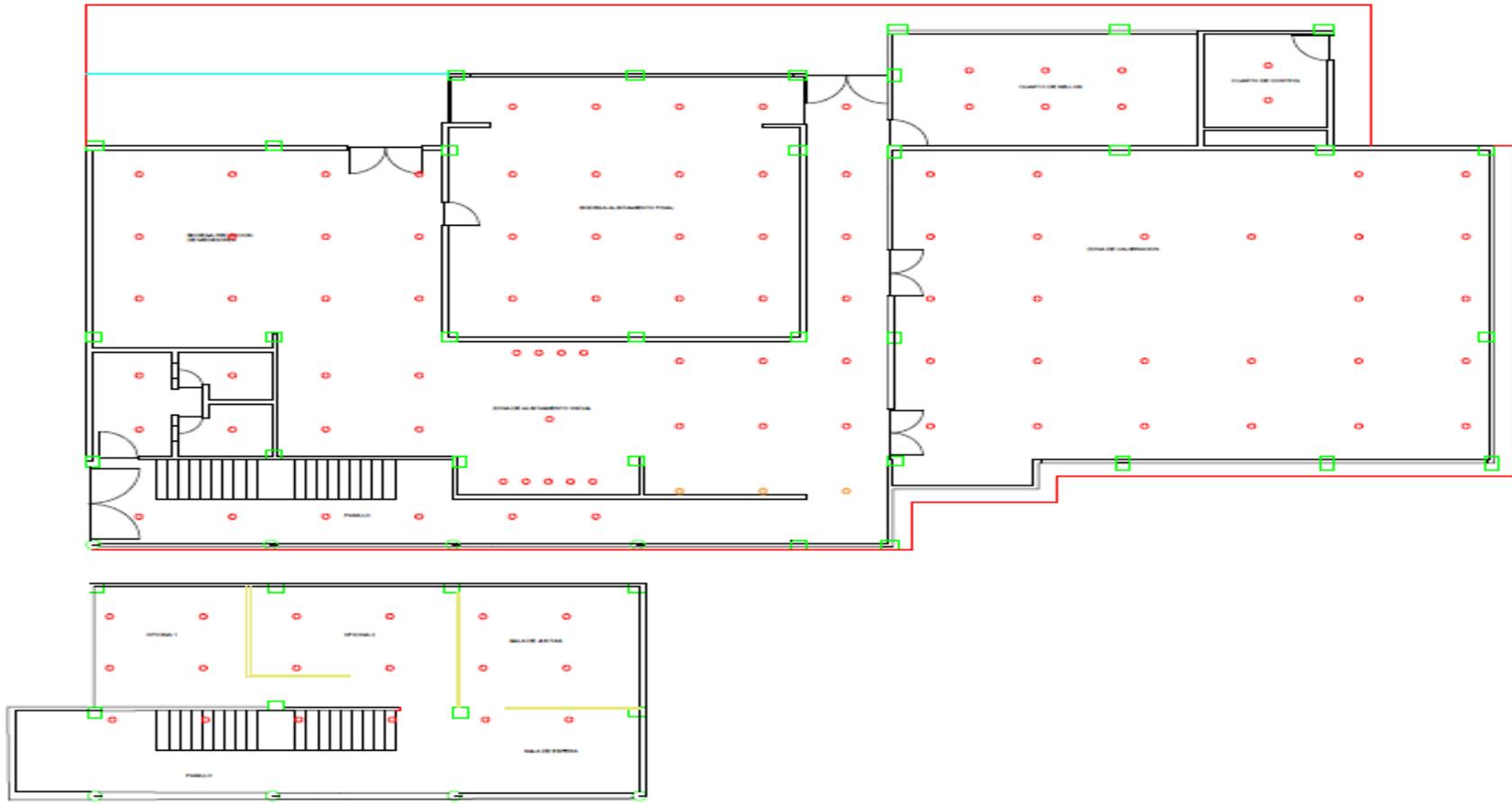
El calibre de conductor se da teniendo en cuenta el criterio de la norma NTC 2050, en la tabla 310-17, que se encuentra como anexo.

3.10 Planos

Simbología en planos

La simbología implementada en los diferentes planos, es la emitida por el software Dialux, en los anexos se encuentran planos como, el plano estructural, disposición de los puntos donde se tomaron mediciones y disposición de luminarias.

Plano - 1 Distribución actual de luminarias



Fuente: Elaboración propia

En el plano anterior se muestra la distribución de las luminarias instaladas actualmente, en el laboratorio de medidores, en el cual se ven reflejada la cantidad de luminarias que se encuentran instaladas, y entre ellas se encuentran 6 luminarias led de 40 Watts, y las demás son fluorescentes de 80 Watts de las cuales se encuentran en el área de calibración, y alistamiento inicial, bodega de sellos y cuarto de control a 3 metros las demás áreas están a cinco metros con una conexión a 120 Voltios, de las lámparas de mercurio de 150 Watts se encuentran 3 las cuales están a una altura de 5 metros y conexión es a 220 Voltios.

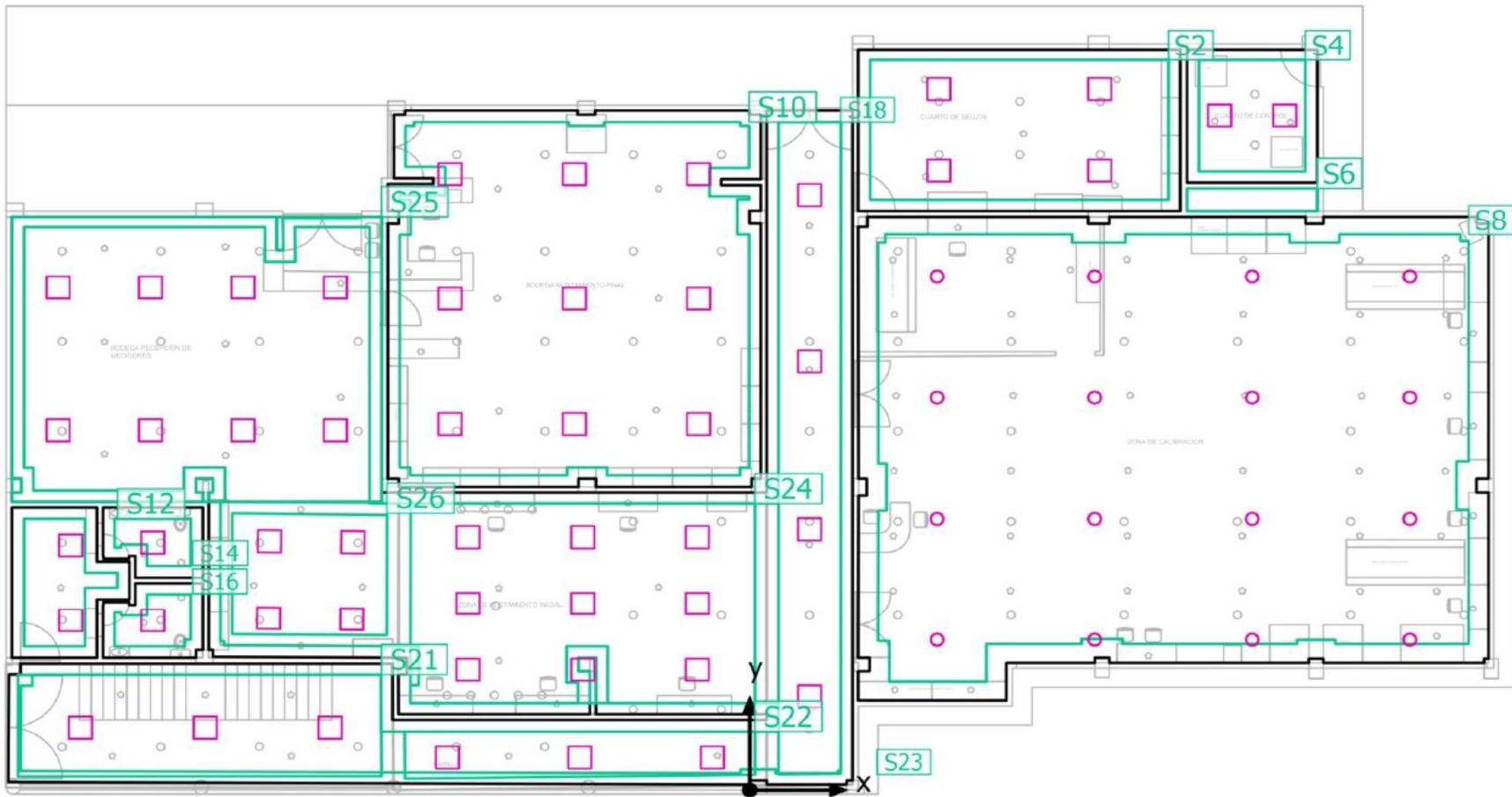
Plano - 2 Distribución de puntos de medición

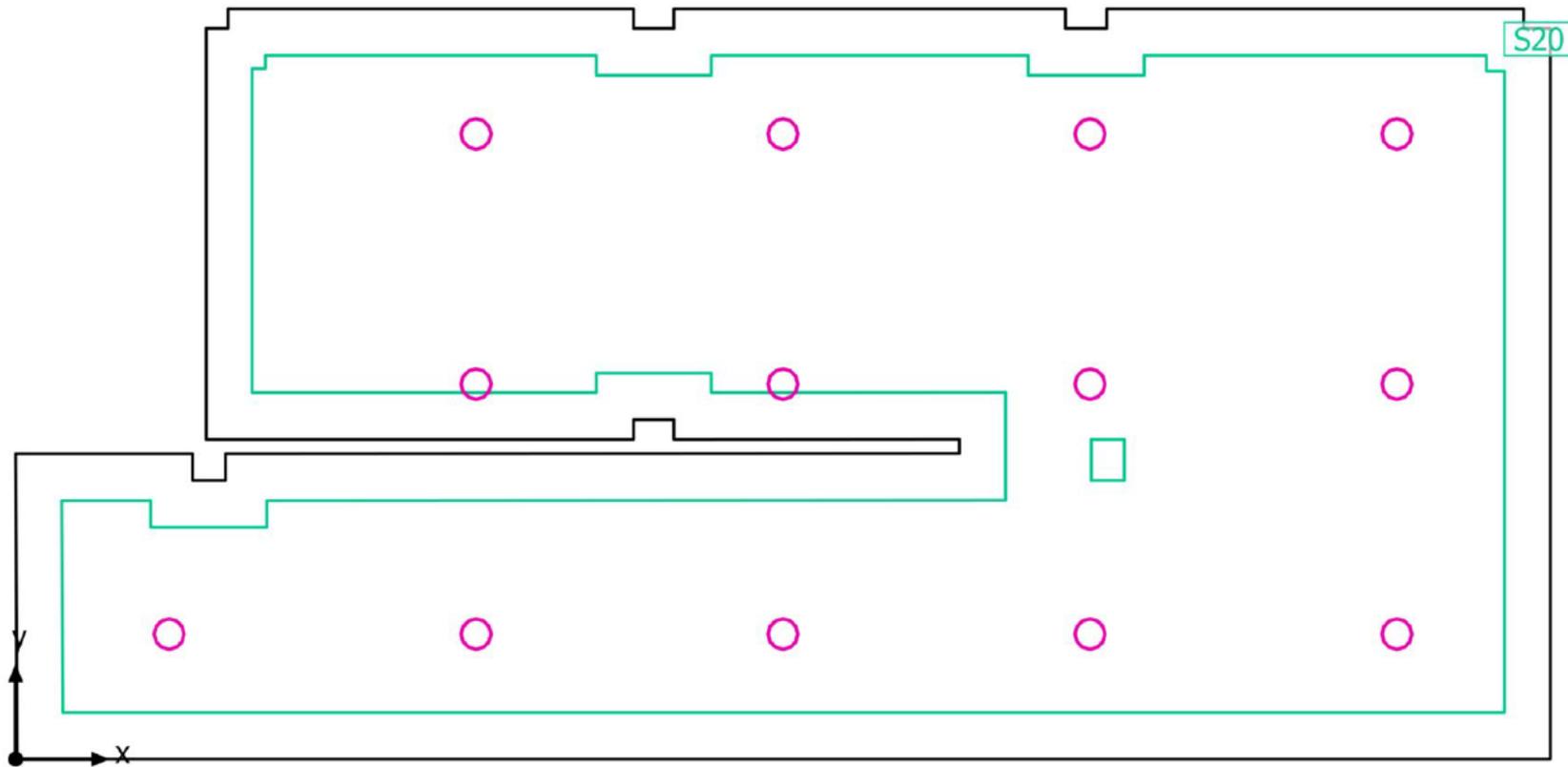


Fuente: Elaboración propia

En plano se muestra la ubicación de cada uno de los puntos donde se tomaron las mediciones para así realizar la verificación según RETILAP, teniendo en cuenta que se realizaron mediciones en cada puesto de trabajo, en los cuales se toman 108 puntos de medición.

Plano - 3 Distribución de luminarias rediseñado

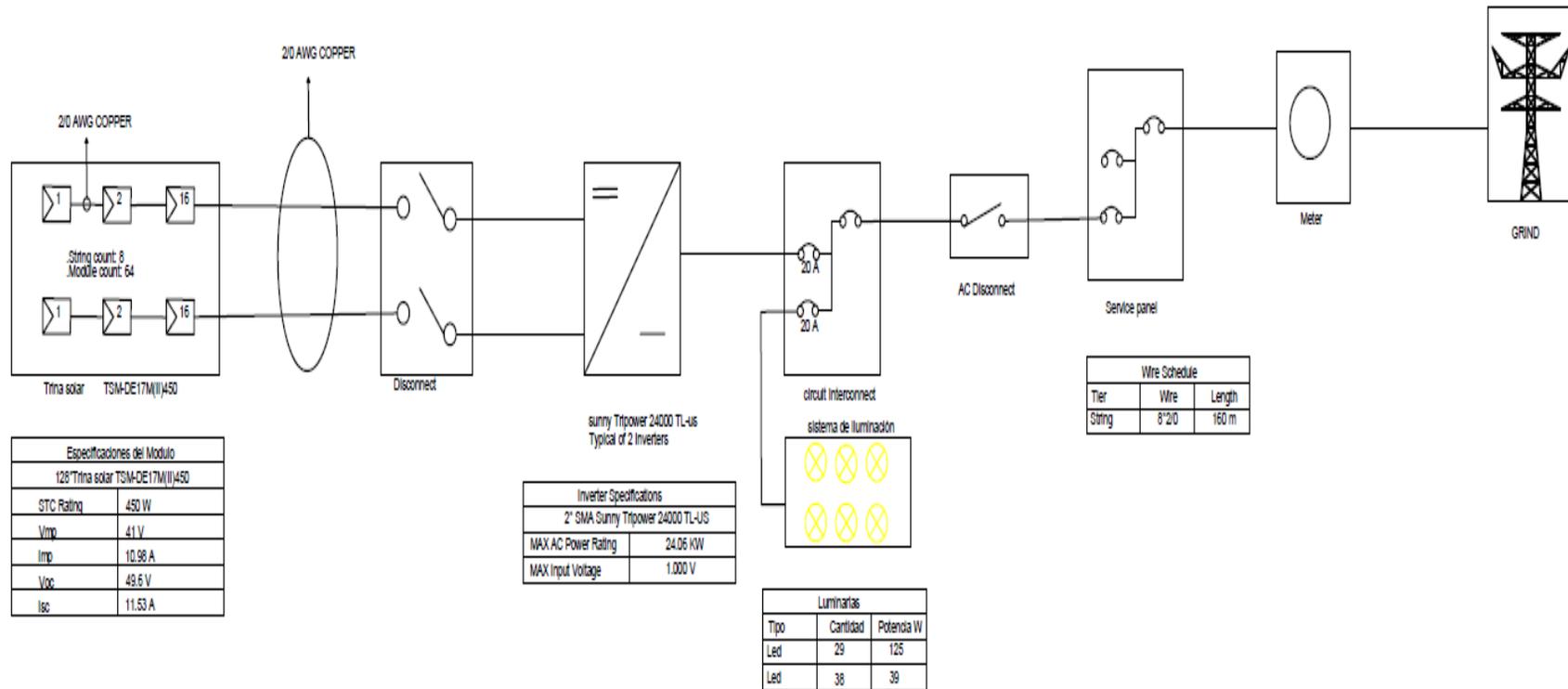




Fuente: Elaboración propia

Se puede observar la ubicación de las luminarias con el diseño creado, mediante el software Dialux, donde se puede observar que ahí 29 lámparas de 150 watts, las cuales se instalaron en las áreas críticas del laboratorio, y en las demás zonas se instalaron lámparas de 39 Watts estas lámparas son de 60*60 las cuales van suspendidas del techo a una altura de 3 metros en las diferentes áreas. se ha reducido el número de luminarias, y el laboratorio de medidores quedaría con mayor eficacia en su iluminación.

Plano - 4 Unifilar del sistema fotovoltaico



Fuente: Elaboración propia

El sistema unifilar del sistema muestra el conexionado de los elementos utilizados de una manera sencilla, donde se puede observar que el sistema de 128 paneles de 450 Watts, con tensión de referencia de 41 Voltios, y una corriente de 10.98 Amperios, se encuentra conectado a reguladores de voltaje de 40 Amperios, con sus debidas protecciones como lo son fusibles de 15 Amperios, y 5 inversores de un tensión de referencia de 24 Voltios, y cada uno de 10 KW, que va conectado a las luminarias. la carga que es consumida es enviada la red eléctrica siendo medida por un medidor bidireccional.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Con el análisis que se realizó del alumbrado del laboratorio de medidores se puede evidenciar que cambiando las luminarias se puede mejorar el alumbrado y así se estaría cumpliendo por los numerales de condiciones ambientales de las diferentes normas.

Este proyecto genera mensualmente 6624 KWh, con los 128 paneles, siendo la carga que consume de alumbrado de 1215 KWh mensuales, así las cosas, se le proporcionaría a la red eléctrica aproximadamente 5409 KWh, para el suministro de diferentes usuarios de la ciudad de Tunja.

La iluminación del laboratorio de medidores de la empresa de EBSA, trabajaría con energía solar, y ya se evitarían las diferentes fallas tanto del sistema de alumbrado, como las presentadas por los datos erróneos de ensayo y calibración.

Con la realización del sistema fotovoltaico se estarían adquiriendo beneficios establecidos de acuerdo a la ley 1715 del 2014, ya sea en la reducción anual de su retención o por los cinco años siguientes al año gravable del año en el que se realice la inversión en un 50%.

Con el sistema de iluminación satisfactorio mejora el ambiente laboral y la producción en el laboratorio de medidores.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda especial cuidado en que la estructura que soporta el techo no puede soportar más de 30 kg/m², si se desea superar este peso se debe reforzar toda la estructura.

El análisis de iluminación se diseñó con una altura de las luminarias en la mayoría de las áreas de tres metros y en la zona de bodegas a cuatro metros.

Para el mantenimiento de las luminarias, se pueden hacer mediciones intermedias y así observar la trazabilidad de desgaste.

Es necesario realizar un análisis del edificio de la zona centro y exteriores e implementar la energía generada por el sistema fotovoltaico.

Se deben analizar las cargas en corriente alterna en el laboratorio y conectarlas al sistema fotovoltaico, así se obtendría un mayor ahorro de energía.

Para el mantenimiento de los paneles se debe establecer fechas mínimo cada tres veces, ya que por suciedad o almacenamiento de partículas, se nos va ver afectada la eficiencia de generación.

A. Anexo: Certificado de calibración Luxómetro

Elgama Sistemas de Colombia S.A.S.
ElgSis S.A.S.

Calle 161 A No. 19 A - 43 Barrio Orquídeas
Tel: (57+1) 672 4804
Bogotá, D.C. - Colombia
e-mail: info@elgais.com.co
Web: www.elgais.com.co



NIT. 830.508.410-5



ISO/IEC 17025:2017
10-LAC-047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.
Certificate of Calibration

CC 200318-97056

MP-F-31 08-1005

Laboratorio de Calibración de ElgSis S.A.S.
Laboratory of calibration

Código de Acreditación: 10-LAC-047
Accreditation code

Instrumento: Instrument	LUXÓMETRO		
Modelo: Model	MAVCLUX 5032B USB		
Numero de serie: Serial Number	1D22309		
Fabricante: Manufacturer	GOSSEN		
Solicitante: Customer	Elgama Sistemas de Colombia S.A.S		
Dirección: Address	Calle 161A # 19A-40		
Fecha de Calibración: Calibration Date	2020-03-18	Fecha de emisión: Date of issue	2020-03-18
Fecha de Recepción: Reception Date	2020/03/04		
Numero de paginas incluyendo anexos: Number of pages and documents attached	2		
Resultados: Results	Los resultados se indican en el reporte de calibración No. CC 200318-97056 Results are stated on Calibration report No. CC 200318-97056		

Aprobó:

Nombre: Omar Bohórquez
Cargo: Jefe Laboratorio
Código: JL-0801

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se hayan obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
This certificate faithfully expresses the result of the made measurements. It could not partially or totally reproduced, except when they have previously obtained permission in writing of the laboratory that has created it.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio de metrología que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
The results of this certificate refer of the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing Laboratory assumes no responsibility for damages ensuing due to misuse of the calibrated instruments.

Elgama Sistemas de Colombia S.A.S.
ElgSis S.A.S.

Calle 161 A No. 19 A - 43 Barrio Orquídeas
 Tel: (57+1) 672 4804
 Bogotá, D.C. - Colombia
 e-mail: info@elgisis.com.co
 Web: www.elgisis.com.co



NIT. 830.508.419-5



ISO/IEC 17025:2017
 10-LAC-047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. CC 200318-97056

MP F-31 RB 1905

Procedimiento:

Publicación Técnica CENAM CNM-MFC-PT-004:2010 Capítulo 2 y 3 "Calibración de Luxómetros y sus uso en la medición de niveles de iluminación"

Patrones de referencia y otros instrumentos utilizados:

- Lámpara Patrón Modelo FEL, Serie CENAM FEL-07/11 operada a 2856 K, Certificados: CNM-CC-520-207/017 Incandumbre 1.00 %
 CNM-CC-520-197/2017, Incandumbre 12.3 K
- Fuente de alimentación marca Optonica Labs, modelo 83A, Serie 11221318
- Cinta métrica (0-3m) Serie: NA, Certificado L9418
- Regla Graduada (0-500mm) Serie:1007, Certificado L5378
- Filtro óptico

Desarrollo:

La iluminación se determinó utilizando una fuente luminosa calibrada colocada en un extremo del banco fotométrico y midiendo a diversas distancias. Se realizan series de mediciones con el instrumento a prueba y se reportan únicamente los promedios obtenidos indicando el error encontrado.

Trazabilidad:

La calibración realizada tiene trazabilidad a la candela, unidad base del SI, a través del Patrón Nacional de Intensidad Luminosa mantenido por el CENAM.

Incandumbre:

La incandumbre reportada se ha determinado multiplicando la incandumbre estándar combinado por el factor de cobertura k reportado, con el cual se logra un nivel de confianza del 95-95% para una distribución normal.

Condiciones Ambientales:

Temperatura ambiente promedio de 22.6°C, variación máxima $\pm 0.55^\circ\text{C}$
 Humedad relativa de 43.7%, variación máxima $\pm 1.15\%$

Resultados:

Iluminancia de Referencia (lux)	Iluminancia Promedio Luxómetro (lux)	Error (lux)	Error (%)	U (%) k=2	Factor de Corrección (FC)
5,009	5,220	211	4.2%	1.0%	0.980
1,000	1,049	43	4.3%	1.0%	0.959
500	521	21	4.2%	1.0%	0.950
300	312	13	4.2%	1.0%	0.980
100,0	103,1	3,2	3,2%	1,0%	0,969
40,0	41,2	1,2	1,8%	1,0%	0,985
10,00	9,96	-0,04	-0,4%	1,0%	1,004
5,00	4,95	-0,05	-0,9%	1,0%	1,009
2,00	2,02	0,02	1,0%	1,1%	0,990
1,00	1,05	0,05	4,8%	1,3%	0,954

Observaciones Generales:

- Multiplicar las lecturas obtenidas con el instrumento, por un factor de corrección (FC) de, para reducir el error en el resto específico
- Estampilla de calibración asignada número: 200318-97056
- El plano de detección se toma en la cúspide del corrector coaxial.

Fin del Informe

Número de Páginas: 2

Página 2 de 2

B. Anexo: Ficha Técnica de LUMINARIA

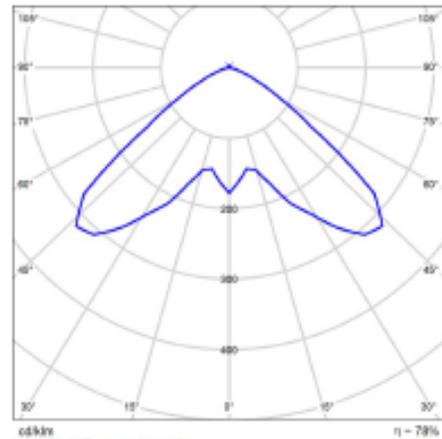
Ficha de producto

SYLVANIA Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector



Nº de artículo	0039103 + 5039121
P	150.0 W
Φ Lámpara	15000 lm
Φ Luminaria	11667 lm
η	77.78 %
Rendimiento lumínico	77.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	90

- Silver powder coated pendant RAL 9006
- Complete with 5mm toughened glass mandatory for metal halide versions
- Includes 3m suspension and electrical cables
- Empty version without gear but E27 socket suitable for mains halogen tubular 100/150W or Hi-Spot lamps



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR										
h Techo	75	30	30	30	30	30	75	30	30	30
h Paredes	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Temperatura del local X Y	Módulo en perpendicular al eje de lámpara					Módulo longitudinalmente al eje de lámpara				
	200	201	212	225	215	229	202	205	219	209
300	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
400	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
500	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
600	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
700	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
800	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
900	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
1000	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
1200	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
1400	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
1600	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
1800	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
2000	201	213	226	216	230	202	205	219	209	204
Verificación de la posición del espectador para ecuaciones 3 entre luminarias										
S = 1.001	+1.2 / -1.1					+1.2 / -1.1				
S = 1.501	+2.4 / -3.5					+2.4 / -3.5				
S = 2.001	+4.0 / -5.5					+4.0 / -5.5				
Tabla estándar	EN61					EN61				
Número de conexión	8.7					8.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 100000 lux: máximo 0.9										

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

C. Anexo: Ficha Técnica LUMINARIA

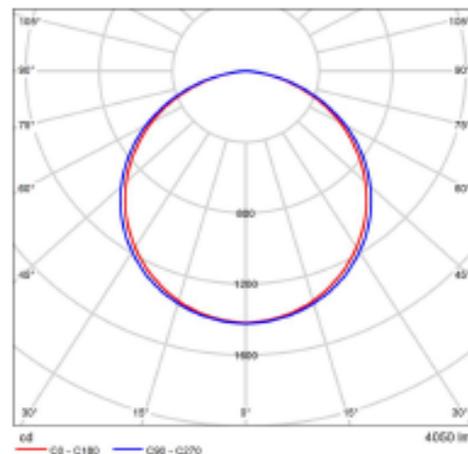
Ficha de producto

SYLVANIA START FLAT 600 4000K



Nº de artículo	0047751
P	39.0 W
Φ _{Luminaria}	4050 lm
Rendimiento lumínico	103.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

START FLAT 600 4000K



CDL polar

Tiempo	75	30	30	30	30	75	30	30	30	30	
Planchas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
¿Banco	20	30	20	20	30	20	20	20	20	30	
Tamaño del haz X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
20	20	11.2	19.5	17.5	18.9	19.6	17.4	19.7	17.7	19.9	19.2
30	30	15.6	19.9	18.0	20.1	20.4	18.0	20.1	18.2	20.4	20.7
40	40	19.2	20.3	18.5	20.6	20.9	18.5	20.6	18.8	20.9	21.2
60	60	19.5	20.8	18.8	20.9	21.2	18.8	20.8	20.2	21.2	21.3
80	80	19.5	20.8	18.9	20.9	21.2	18.9	20.8	20.3	21.3	21.6
120	120	19.9	20.6	18.9	20.9	21.2	19.0	20.8	20.3	21.3	21.6
40	20	17.8	19.1	18.2	19.3	19.6	18.0	19.2	18.4	19.5	19.8
30	30	19.3	20.3	18.9	20.8	21.2	19.7	20.7	20.1	21.1	21.4
40	40	20.2	21.1	20.6	21.4	21.8	20.4	21.3	20.8	21.7	22.0
60	60	20.9	21.4	21.0	21.9	22.3	20.9	21.7	21.3	22.0	22.4
80	80	20.7	21.4	21.1	21.9	22.3	21.0	21.7	21.4	22.1	22.5
120	120	20.7	21.4	21.2	21.9	22.3	21.1	21.7	21.8	22.1	22.8
80	40	20.5	21.2	20.9	21.8	22.6	20.7	21.4	21.1	21.8	22.2
60	30	21.0	21.8	21.5	22.0	22.5	21.2	21.8	21.7	22.3	22.7
40	30	21.1	21.7	21.6	22.1	22.6	21.4	22.0	21.9	22.4	22.9
120	120	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.5	22.0	22.0	22.4	22.9
120	40	20.8	21.1	20.9	21.8	22.6	20.7	21.3	21.1	21.8	22.2
80	30	21.0	21.8	21.5	22.0	22.5	21.3	21.8	21.8	22.3	22.7
40	30	21.2	21.7	21.7	22.1	22.6	21.5	21.9	22.0	22.4	22.9

Verificación de la posición del espejador para iluminaciones 0° sobre luminarias		
S = 1.00	40.1 / 0.1	40.1 / 0.1
S = 1.50	+0.5 / 0.4	+0.2 / 0.4
S = 2.00	+0.4 / 0.8	+0.4 / 0.7
Tamaño estándar	B400	B400
Número de conexiones	3.7	4.0

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4000K Plus luminaria total

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

D. Anexo: Resultado DIALUX

final final

DIALUX

Observaciones preliminares

Indicaciones para planificación:

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Contenido

Portada	1
Observaciones preliminares	2
Contenido	3
Descripción	8
Imágenes	9
Lista de luminarias	10

Fichas de producto

SYLVANIA - Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector (1x CMI-T 150W/WDL)	11
SYLVANIA - START FLAT 600 4000K (1x START FLAT 600 4000K)	12

Terreno 1

Edificación 1

Lista de luminarias	13
---------------------------	----

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 1

Lista de locales	14
Lista de luminarias	20
Objetos de cálculo	21

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

BODEGA DE SELLOS

Resumen	24
Plano de situación de luminarias	26
Lista de luminarias	28
Objetos de cálculo	29
Plano útil (BODEGA DE SELLOS) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	31

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

CUARTO DE CONTROL

Resumen	32
Plano de situación de luminarias	34
Lista de luminarias	36
Objetos de cálculo	37

Contenido

Plano útil (CUARTO DE CONTROL) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	39
--	----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

CALIBRACION

Resumen	40
Plano de situación de luminarias	42
Lista de luminarias	45
Objetos de cálculo	46
Plano útil (CALIBRACION) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	48

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

ALISTA FINAL

Resumen	49
Plano de situación de luminarias	51
Lista de luminarias	53
Objetos de cálculo	54
Plano útil (ALISTA FINAL) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	56

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 6

Resumen	57
Plano de situación de luminarias	59
Lista de luminarias	61
Objetos de cálculo	62
Plano útil (Local 6) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	64

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

BAÑO 1

Resumen	65
Plano de situación de luminarias	67
Lista de luminarias	69
Objetos de cálculo	70
Plano útil (BAÑO 1) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	72

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 8

Resumen	73
Plano de situación de luminarias	75
Lista de luminarias	77
Objetos de cálculo	78
Plano útil (Local 8) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	80

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

RECEPCION

Resumen	81
Objetos de cálculo	83
Plano útil (RECEPCION) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	85

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

PASILLO

Resumen	86
Plano de situación de luminarias	88
Lista de luminarias	90
Objetos de cálculo	91
Plano útil (PASILLO) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	93

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

PASILLO2

Resumen	94
Plano de situación de luminarias	96
Lista de luminarias	98
Objetos de cálculo	99
Plano útil (PASILLO2) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	101

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

PASILLO3

Resumen	102
Plano de situación de luminarias	104
Lista de luminarias	106
Objetos de cálculo	107

Contenido

Plano útil (PASILLO3) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	109
---	-----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

ALISTAMIENTO

Resumen	110
Plano de situación de luminarias	112
Lista de luminarias	114
Objetos de cálculo	115
Plano útil (ALISTAMIENTO) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	117

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Área 5

Resumen	118
Plano de situación de luminarias	120
Lista de luminarias	122
Objetos de cálculo	123
Plano útil (Área 5) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	125

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

BODEGA 2

Resumen	126
Plano de situación de luminarias	128
Lista de luminarias	130
Objetos de cálculo	131
Plano útil (BODEGA 2) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	133

Terreno 1

Edificación 2

Lista de luminarias	134
---------------------------	-----

Terreno 1 - Edificación 2

Planta (nivel) 1

Lista de locales	135
Lista de luminarias	137
Objetos de cálculo	138

Contenido

Terreno 1 - Edificación 2 - Planta (nivel) 1

OFICINAS

Resumen	140
Plano de situación de luminarias	142
Lista de luminarias	144
Objetos de cálculo	145
Plano útil (OFICINAS) / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	147
Glosario	148

Lista de luminarias

Φ_{total} 540843 lm	P_{total} 6300.0 W	Rendimiento lumínico 85.8 lm/W
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
29	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W
50	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final



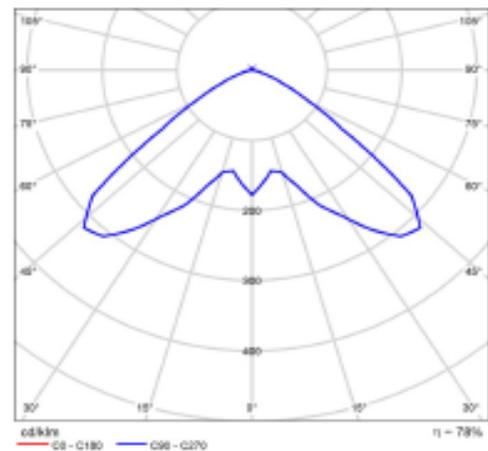
Ficha de producto

SYLVANIA Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector



Nº de artículo	0039103 + 5039121
P	150.0 W
Φ _{Lámpara}	15000 lm
Φ _{Luminaria}	11667 lm
η	77.78 %
Rendimiento lumínico	77.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	90

- Silver powder coated pendant RAL 9006
- Complete with 5mm toughened glass mandatory for metal halide versions
- Includes 3m suspension and electrical cables
- Empty version without gear but E27 socket suitable for mains halogen tubular 100/150W or Hi-Spot lamps



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR										
α (grados)	75	70	60	50	30	75	70	60	50	30
α (grados)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
α (grados)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del focal X Y	Medio en perpendicular al eje de lámpara					Medio longitudinalmente al eje de lámpara				
200	201	212	225	215	22.8	22.6	21.2	22.5	21.5	22.8
300	213	228	215	22.7	22.6	22.5	22.5	21.4	22.7	22.6
400	213	228	215	22.6	22.6	22.5	21.3	22.4	21.4	22.6
500	212	222	215	22.5	22.6	22.5	21.2	22.2	21.4	22.5
600	212	221	215	22.5	22.6	22.5	21.2	22.1	21.5	22.5
1200	211	221	215	22.4	22.7	22.5	21.1	22.1	21.5	22.4
400	201	213	224	215	22.6	22.6	21.3	22.4	21.4	22.6
500	204	214	222	21.8	22.6	22.6	21.4	22.2	21.8	22.6
600	214	221	215	22.5	22.6	22.5	21.4	22.1	21.8	22.5
800	214	220	215	22.4	22.6	22.4	21.4	22.0	21.8	22.4
1200	213	217	215	22.3	22.6	22.3	21.3	21.9	21.8	22.3
800	401	214	220	21.8	22.4	22.4	21.4	22.0	21.8	22.4
500	504	213	217	21.8	22.3	22.3	21.3	21.9	21.8	22.3
600	604	213	217	21.8	22.2	22.2	21.3	21.8	21.8	22.2
1200	1204	213	217	21.8	22.2	22.1	21.3	21.7	21.8	22.1
1200	1804	213	217	21.8	22.3	22.3	21.3	21.8	21.8	22.3
500	504	213	217	21.8	22.2	22.1	21.3	21.8	21.8	22.2
600	604	213	217	21.8	22.2	22.1	21.3	21.7	21.8	22.1
Variación de la posición del espectador para exposiciones 3 entre luminarias										
S = 1.001	+1.0 / -1.1					+1.0 / -1.1				
S = 1.004	+2.4 / -2.5					+2.4 / -2.5				
S = 2.004	+4.0 / -4.0					+4.0 / -4.0				
Tamaño estándar	EN61					EN61				
Número de conexión	8.1					8.1				
Índice de deslumbramiento calculado en relación a 1000000 Flux luminous per										

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

final final

DIALUX

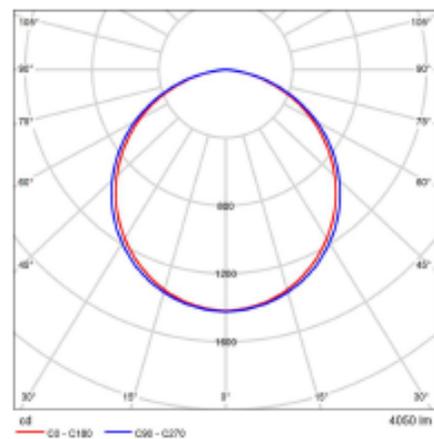
Ficha de producto

SYLVANIA START FLAT 600 4000K



N° de artículo	0047751
P	39.0 W
ΦLuminaria	4050 lm
Rendimiento lumínico	103.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

START FLAT 600 4000K



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR											
Distancia	70	50	30	20	10	50	70	50	30	20	10
Alturas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Ángulo	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del focal X Y	Medido en perpendicular al eje de lámpara					Medido longitudinalmente al eje de lámpara					
200	201	11.2	18.5	17.5	18.9	18.6	17.4	19.7	17.7	19.9	19.2
300	301	10.6	18.9	18.0	20.1	20.4	18.9	20.1	18.2	20.4	20.7
400	401	10.2	20.2	19.5	20.8	20.9	19.5	20.8	18.8	20.9	21.2
500	501	10.0	20.8	19.8	20.9	21.2	19.8	20.9	20.2	21.2	21.3
600	601	10.5	20.8	19.9	20.9	21.2	19.9	20.9	20.3	21.3	21.8
1200	1201	10.8	20.8	19.9	20.9	21.2	19.9	20.9	20.3	21.3	21.8
400	401	17.9	19.1	18.2	19.5	19.6	18.0	19.2	18.4	19.5	19.8
300	301	10.0	20.9	19.9	20.8	21.2	19.7	20.7	20.1	21.1	21.4
400	401	20.2	21.1	20.6	21.6	21.8	20.4	21.3	20.8	21.7	22.0
500	501	20.8	21.4	21.0	21.9	22.1	20.9	21.7	21.3	22.0	22.4
600	601	20.7	21.4	21.1	21.9	22.1	21.0	21.7	21.4	22.1	22.5
1200	1201	20.7	21.4	21.2	21.9	22.1	21.1	21.7	21.6	22.1	22.4
400	401	20.9	21.2	20.9	21.8	22.0	20.7	21.4	21.1	21.8	22.2
500	501	21.0	21.8	21.5	22.0	22.0	21.2	21.8	21.7	22.3	22.7
600	601	21.1	21.7	21.6	22.1	22.0	21.4	22.0	21.9	22.4	22.8
1200	1201	21.2	21.7	21.7	22.1	22.0	21.5	22.0	22.0	22.4	22.8
400	401	20.9	21.1	20.9	21.8	22.0	20.7	21.3	21.1	21.8	22.2
500	501	21.0	21.8	21.5	22.0	22.0	21.3	21.8	21.8	22.3	22.7
600	601	21.2	21.7	21.7	22.1	22.0	21.5	21.9	22.0	22.4	22.8

Valoración de la posición del espectador para exposiciones 3: entre luminarias		
S = 1.501	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.501	+0.3 / -0.4	+0.2 / -0.4
S = 2.001	+0.4 / -0.6	+0.4 / -0.7
Tamaño estándar	B600	B600
Número de conexión	3.7	4.0

Índice de deslumbramiento según el estándar de 4000K para luminaria base

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

final final

DIALux

Edificación 1

Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
Φtotal		Ptotal		Rendimiento lumínico		
389172 lm		4350.0 W		89.5 lm/W		
16	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W
50	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Lista de locales

final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Lista de locales

ALISTA FINAL

P_{total} 351.0 W	A_{local} 93.40 m ²	Potencia específica de conexión 3.76 W/m ² (Local) 4.37 W/m ² = 1.22 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$E_{horizontal}$ (Plano útil) 357 lx		
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
9	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

ALISTAMIENTO

P_{total} 351.0 W	A_{local} 55.02 m ²	Potencia específica de conexión 6.38 W/m ² (Local) 7.59 W/m ² = 1.16 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$E_{horizontal}$ (Plano útil) 655 lx		
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
9	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

Área 5

P_{total} 312.0 W	A_{local} 71.14 m ²	Potencia específica de conexión 4.39 W/m ² = 0.87 W/m ² /100 lx (Local)	$E_{horizontal}$ (Plano útil) 503 lx		
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
8	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Lista de locales

BAÑO 1

P_{total} 39.0 W	A_{local} 4.26 m ²	Potencia específica de conexión 9.15 W/m ² (Local) 19.94 W/m ² = 3.38 W/m ² /100 lx (Plano útil)		$E_{horizontal}$ (Plano útil) 590 lx	
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

BODEGA 2

P_{total} 156.0 W	A_{local} 17.21 m ²	Potencia específica de conexión 9.07 W/m ² (Local) 12.41 W/m ² = 2.06 W/m ² /100 lx (Plano útil)		$E_{horizontal}$ (Plano útil) 603 lx	
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

BODEGA DE SELLOS

P_{total} 156.0 W	A_{local} 35.09 m ²	Potencia específica de conexión 4.45 W/m ² (Local) 5.58 W/m ² = 1.42 W/m ² /100 lx (Plano útil)		$E_{horizontal}$ (Plano útil) 392 lx	
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Lista de locales

CALIBRACION

P_{total} 2400.0 W	A_{local} 192.71 m ²	Potencia específica de conexión 12.45 W/m ² (Local) 14.65 W/m ² = 1.64 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{horizontal (Plano útil)} 891 lx
--------------------------------------	---	---	--

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
16	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm

CUARTO DE CONTROL

P_{total} 78.0 W	A_{local} 11.72 m ²	Potencia específica de conexión 6.66 W/m ² (Local) 9.79 W/m ² = 1.49 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{horizontal (Plano útil)} 659 lx
------------------------------------	--	---	--

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
2	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

Local 6

P_{total} 78.0 W	A_{local} 9.42 m ²	Potencia específica de conexión 8.28 W/m ² (Local) 13.94 W/m ² = 2.51 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{horizontal (Plano útil)} 555 lx
------------------------------------	---	--	--

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
2	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Lista de locales

Local 8

P_{total} 39.0 W	A_{local} 4.60 m ²	Potencia específica de conexión 8.48 W/m ² (Local) 17.62 W/m ² = 3.16 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$E_{horizontal}$ (Plano útil) 558 lx
-----------------------	------------------------------------	---	---

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

PASILLO2

P_{total} 117.0 W	A_{local} 16.96 m ²	Potencia específica de conexión 6.90 W/m ² (Local) 11.08 W/m ² = 4.82 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$E_{horizontal}$ (Plano útil) 230 lx
------------------------	-------------------------------------	---	---

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

PASILLO3

P_{total} 156.0 W	A_{local} 38.94 m ²	Potencia específica de conexión 4.01 W/m ² (Local) 5.73 W/m ² = 1.79 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$E_{horizontal}$ (Plano útil) 320 lx
------------------------	-------------------------------------	--	---

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Lista de locales

PASILLO

P_{total} 117.0 W	A_{local} 32.14 m ²	Potencia específica de conexión 3.64 W/m ² (Local) 4.75 W/m ² = 1.76 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{horizontal} (Plano útil) 270 lx
-------------------------------------	--	---	--

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

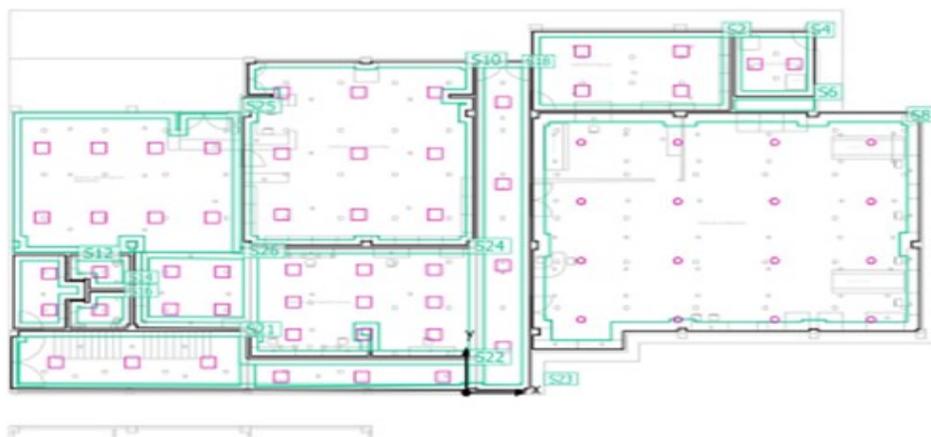
Lista de luminarias

Φ_{total} 389172 lm	P_{total} 4350.0 W	Rendimiento lumínico 89.5 lm/W
---------------------------------------	--------------------------------------	--

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
16	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W
50	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Objetos de cálculo



final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (BODEGA DE SELLOS) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	392 lx (≥ 200 lx) ✓	183 lx	598 lx	0.47	0.31	S2
Plano útil (CUARTO DE CONTROL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	659 lx (≥ 500 lx) ✓	481 lx	801 lx	0.73	0.60	S4
Plano útil (Local 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx) ✗	0.00 lx	0.00 lx	-	-	S6
Plano útil (CALIBRACION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	891 lx (≥ 500 lx) ✓	7.72 lx	1237 lx	0.009	0.006	S8
Plano útil (ALISTA FINAL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	357 lx (≥ 200 lx) ✓	52.4 lx	480 lx	0.15	0.11	S10
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	555 lx (≥ 200 lx) ✓	326 lx	663 lx	0.59	0.49	S12
Plano útil (BAÑO 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	590 lx (≥ 200 lx) ✓	436 lx	668 lx	0.74	0.65	S14
Plano útil (Local 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	558 lx (≥ 200 lx) ✓	416 lx	630 lx	0.75	0.66	S16
Plano útil (RECEPCION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	452 lx (≥ 150 lx) ✓	6.76 lx	692 lx	0.015	0.010	S18
Plano útil (PASILLO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	270 lx (≥ 150 lx) ✓	50.0 lx	424 lx	0.19	0.12	S21
Plano útil (PASILLO2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	230 lx (≥ 150 lx) ✓	219 lx	247 lx	0.95	0.89	S22

final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

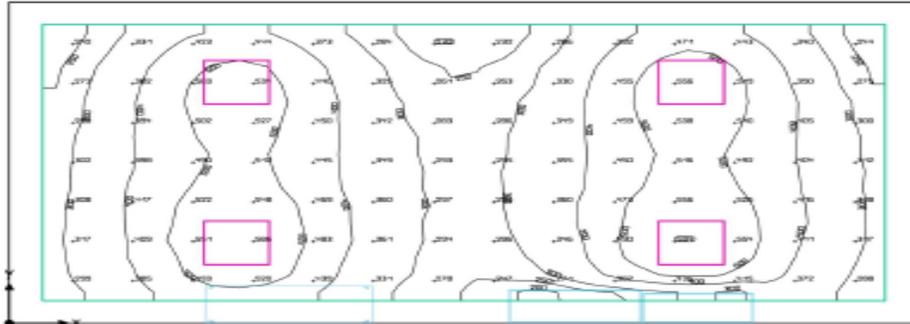
Objetos de cálculo

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	320 lx (≥ 150 lx) ✓	222 lx	463 lx	0.69	0.48	S23
Plano útil (ALISTAMIENTO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	655 lx (≥ 500 lx) ✓	291 lx	774 lx	0.44	0.38	S24
Plano útil (Área 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	3.70 lx	643 lx	0.007	0.006	S25
Plano útil (BODEGA 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	603 lx (≥ 150 lx) ✓	454 lx	672 lx	0.75	0.68	S26

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA DE SELLOS

Resumen

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA DE SELLOS

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	É	392 lx	≥ 200 lx	✓
	g ₁	0.47	-	-
Valores de consumo	Consumo	[16 - 26] kWh/a	máx. 1250 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	4.45 W/m ²	-	-
		Plano útil	5.58 W/m ²	-
			1.42 W/m ² /100 lx	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Frente de estanterías altas

Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · BODEGA DE SELLOS
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · BODEGA DE SELLOS
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

4 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	2.040 m, 1.075 m, 2.500 m	2.040 m	1.075 m	2.500 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 4.080 m	6.120 m	1.075 m	2.500 m	2
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.150 m	2.040 m	3.225 m	2.500 m	3
		6.120 m	3.225 m	2.500 m	4
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA DE SELLOS

Lista de luminarias

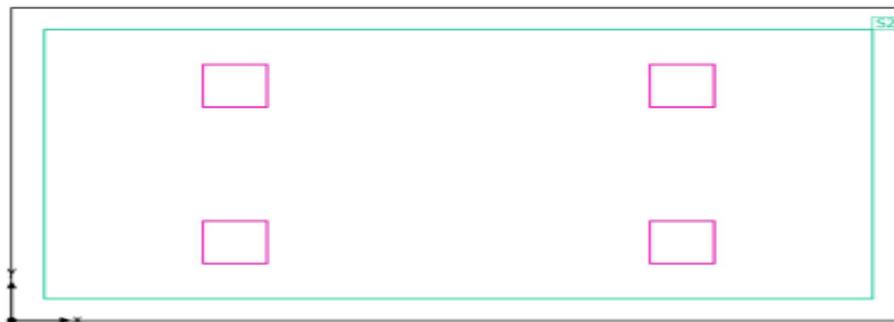
Φ_{total} 16200 lm	P _{total} 156.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
----------------------------	-------------------------------	------------------------------------

UnL	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA DE SELLOS

Objetos de cálculo

final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA DE SELLOS

Objetos de cálculo

Planos útiles

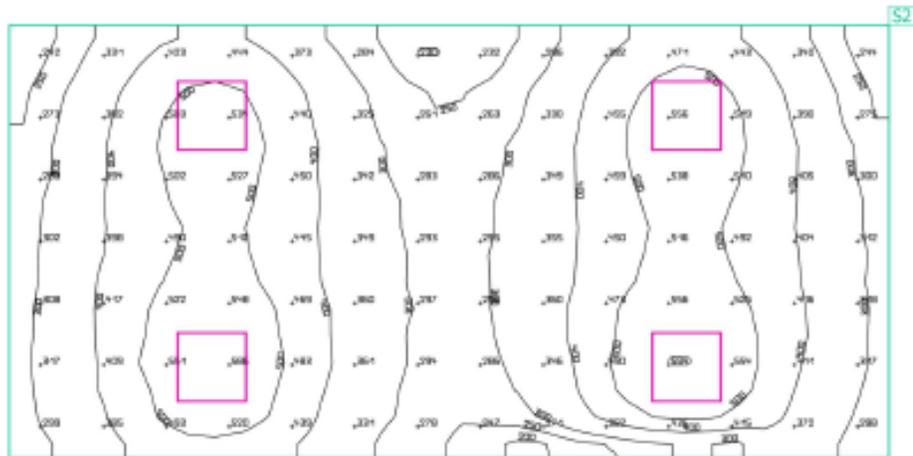
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (BODEGA DE SELLOS) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	392 lx (≥ 200 lx) ✓	183 lx	598 lx	0.47	0.31	S2

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Frente de estanterías altas

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA DE SELLOS

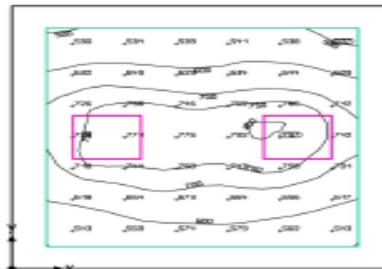
Plano útil (BODEGA DE SELLOS)

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (BODEGA DE SELLOS) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	392 lx (≥ 200 lx) ✓	183 lx	598 lx	0.47	0.31	S2

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Frente de estanterías altas

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CUARTO DE CONTROL

Resumen



final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CUARTO DE CONTROL

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	659 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.73	-	-
Valores de consumo	Consumo	13 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	6.66 W/m ²	-	-
		Plano útil	9.79 W/m ²	-
			1.49 W/m ² /100 lx	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control, Salas de télex y correos, teléfonos y centrales telefónicas

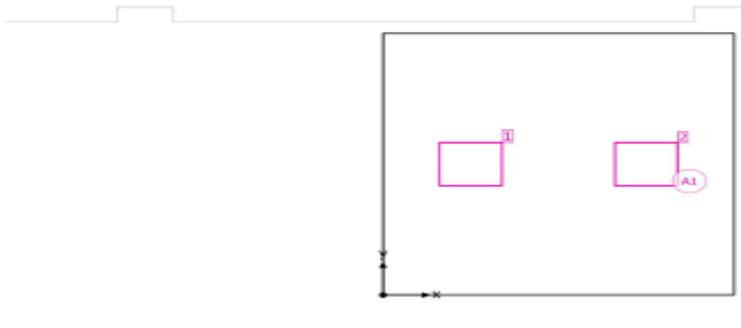
Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CUARTO DE CONTROL

Plano de situación de luminarias

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CUARTO DE CONTROL

Plano de situación de luminarias

Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

2 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	0.825 m, 1.775 m, 2.500 m	0.825 m	1.775 m	2.500 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 1.650 m	2.475 m	1.775 m	2.500 m	2
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 3.550 m				
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CUARTO DE CONTROL

Lista de luminarias

Φ_{total} 8100 lm	P_{total} 78.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
---------------------------	-----------------------	------------------------------------

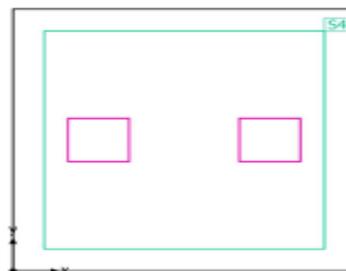
Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CUARTO DE CONTROL

Objetos de cálculo



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CUARTO DE CONTROL

Objetos de cálculo

Planos útiles

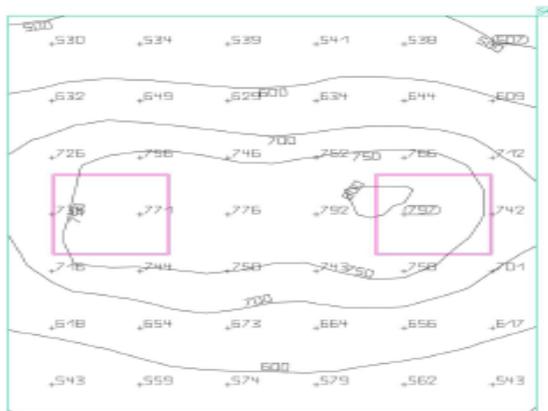
Propiedades	E (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (CUARTO DE CONTROL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	659 lx (≥ 500 lx) ✓	481 lx	801 lx	0.73	0.60	54

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control, Salas de télex y correos, teléfonos y centrales telefónicas

final final



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CUARTO DE CONTROL
Plano útil (CUARTO DE CONTROL)



Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (CUARTO DE CONTROL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	659 lx (≥ 500 lx) ✓	481 lx	801 lx	0.73	0.60	S4

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de control, Salas de télex y correos, teléfonos y centrales telefónicas

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CALIBRACION

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	891 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.009	-	-
Valores de consumo	Consumo	[6100 - 8650] kWh/a	máx. 6750 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	12.45 W/m ²	-	-
	Plano útil	14.65 W/m ²	-	-
		1.64 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Instalaciones de sanidad - Laboratorios y farmacias, Iluminación general

Lista de luminarias

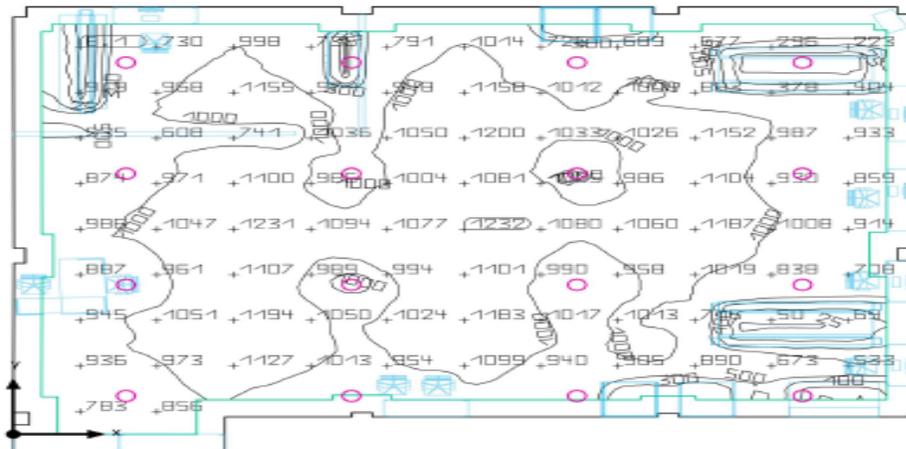
Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
16	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W

final final

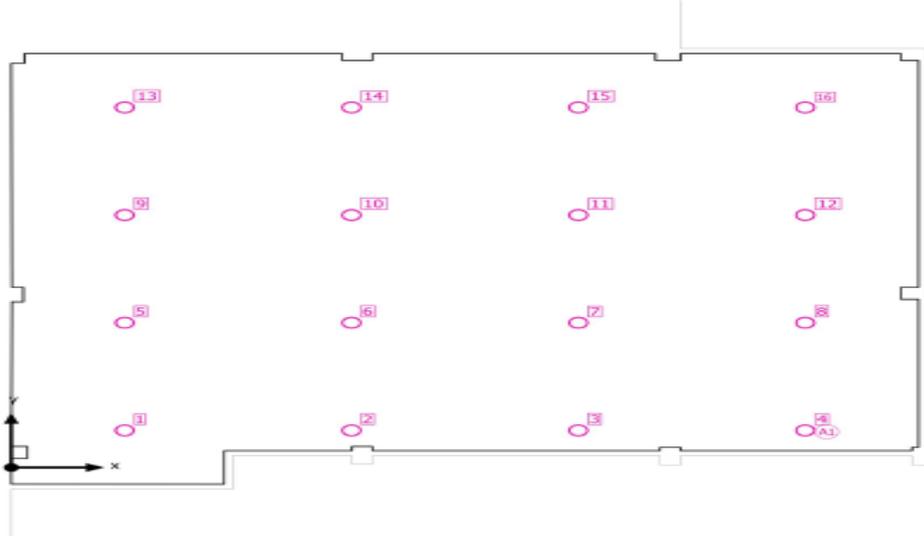
DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CALIBRACION

Resumen



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CALIBRACION
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CALIBRACION

Plano de situación de luminarias

Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0039103 + 5039121
Nombre del artículo	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector

16 x SYLVANIA Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.996 m, 1.109 m, 4.000 m	1.996 m	1.109 m	4.000 m	1
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 3.992 m	5.989 m	1.109 m	4.000 m	2
		9.981 m	1.109 m	4.000 m	3
Dirección Y	4 Uni., Centro - centro, 3.221 m	13.974 m	1.109 m	4.000 m	4
Organización	A1	1.996 m	4.330 m	4.000 m	5
		5.989 m	4.330 m	4.000 m	6
		9.981 m	4.330 m	4.000 m	7
		13.974 m	4.330 m	4.000 m	8
		1.996 m	7.551 m	4.000 m	9
		5.989 m	7.551 m	4.000 m	10
		9.981 m	7.551 m	4.000 m	11
		13.974 m	7.551 m	4.000 m	12
		1.996 m	10.772 m	4.000 m	13

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CALIBRACION
Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
5.989 m	10.772 m	4.000 m	14
9.981 m	10.772 m	4.000 m	15
13.974 m	10.772 m	4.000 m	16

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CALIBRACION
Lista de luminarias

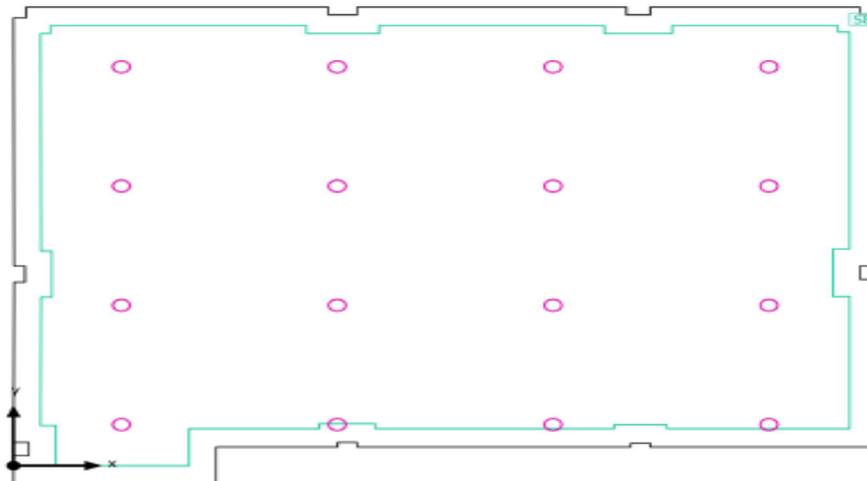
Φ_{total} 186672 lm	P_{total} 2400.0 W	Rendimiento lumínico 77.8 lm/W
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

UnL	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
16	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - CALIBRACION
Objetos de cálculo



final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CALIBRACION

Objetos de cálculo

Planos útiles

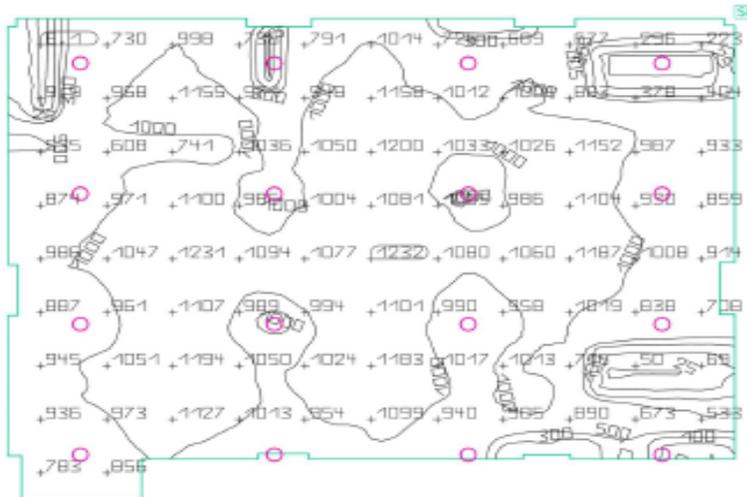
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (CALIBRACION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	891 lx (≥ 500 lx) ✓	7.72 lx	1237 lx	0.009	0.006	S8

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · CALIBRACION

Plano útil (CALIBRACION)



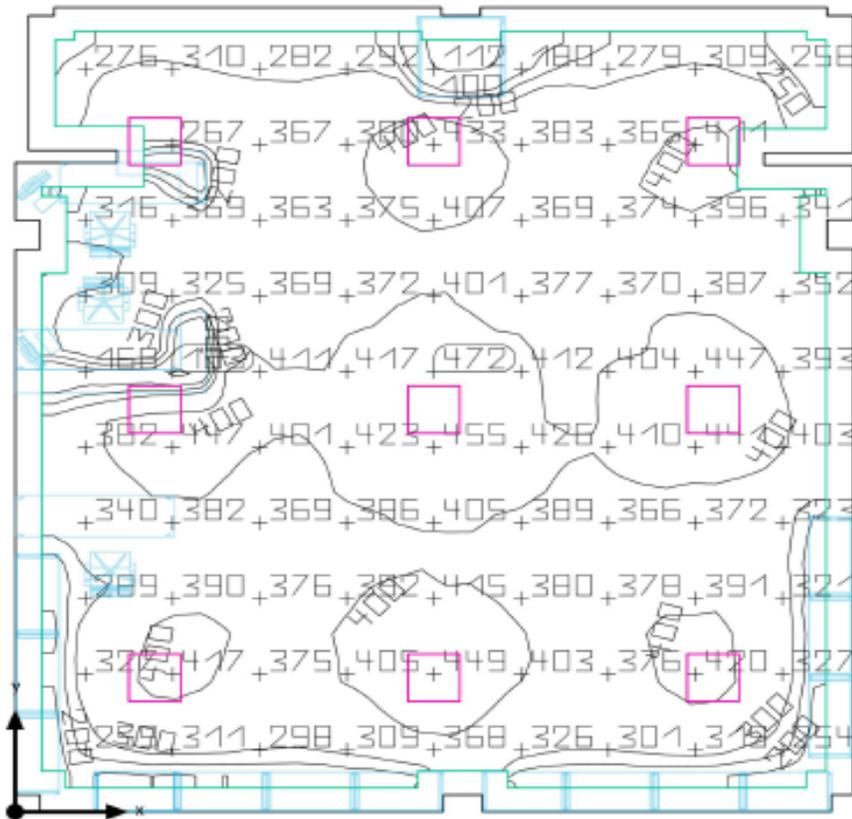
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (CALIBRACION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	891 lx (≥ 500 lx) ✓	7.72 lx	1237 lx	0.009	0.006	S8

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTA FINAL

Resumen



final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTA FINAL

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	357 lx	≥ 200 lx	✓
	g ₁	0.15	-	-
Valores de consumo	Consumo	[36 - 58] kWh/a	máx. 3300 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	3.76 W/m ²	-	-
	Plano útil	4.37 W/m ²	-	-
		1.22 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Frente de estanterías altas

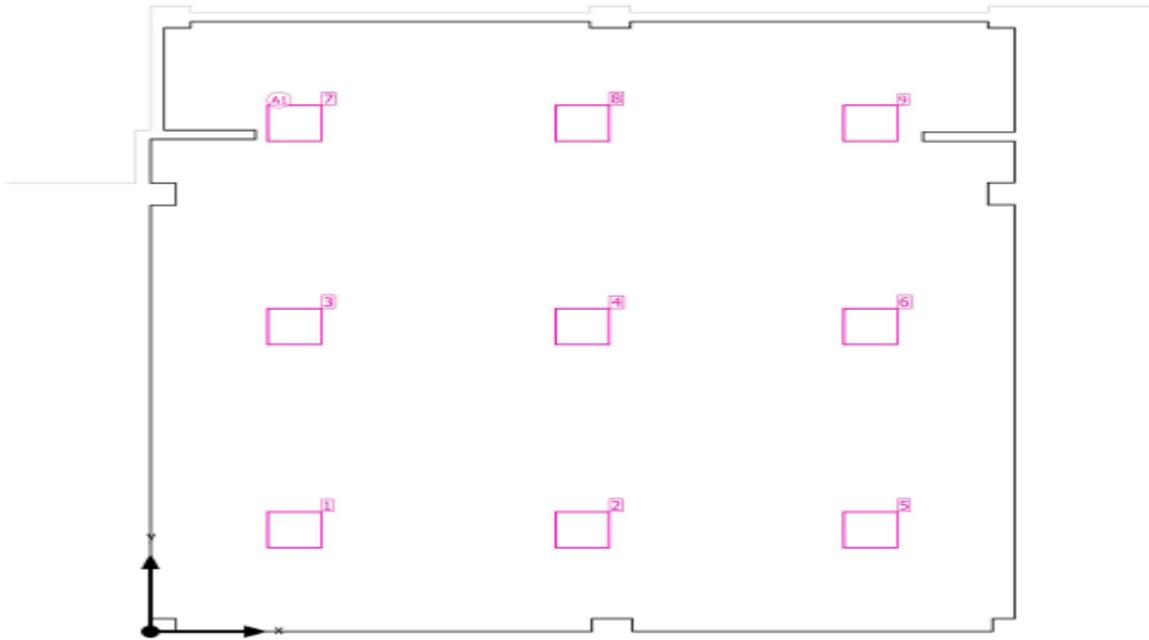
Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
9	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTA FINAL
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTA FINAL

Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

9 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.575 m, 1.667 m, 3.000 m	1.575 m	1.667 m	3.000 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 3.150 m	4.725 m	1.667 m	3.000 m	2
		1.575 m	5.000 m	3.000 m	3
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 3.333 m	4.725 m	5.000 m	3.000 m	4
		7.875 m	1.667 m	3.000 m	5
		7.875 m	5.000 m	3.000 m	6
		1.575 m	8.333 m	3.000 m	7
		4.725 m	8.333 m	3.000 m	8
		7.875 m	8.333 m	3.000 m	9

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTA FINAL

Lista de luminarias

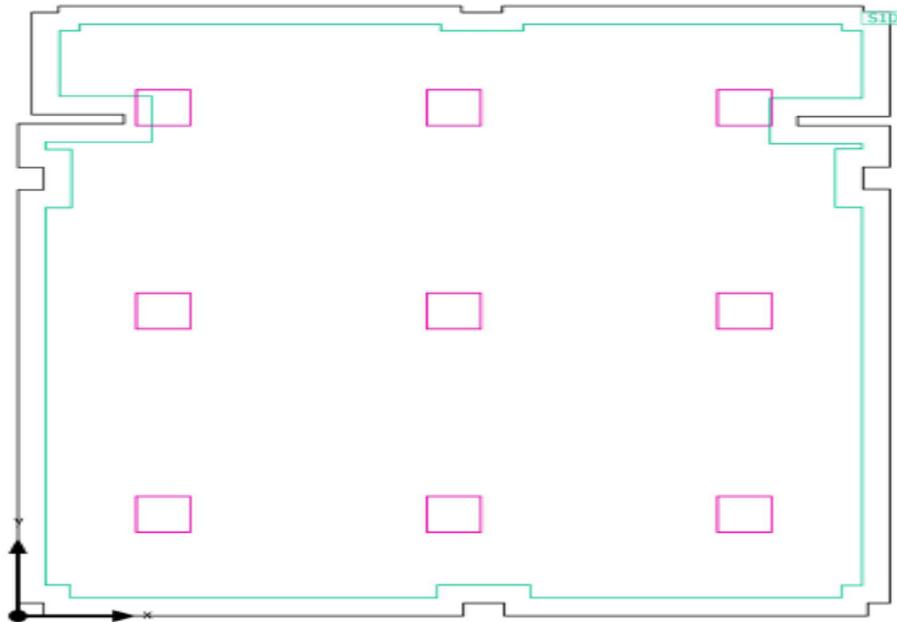
Φ_{total} 36450 lm	P_{total} 351.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
9	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTA FINAL

Objetos de cálculo

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTA FINAL

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (ALISTA FINAL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	357 lx ✓ (≥ 200 lx)	52.4 lx	480 lx	0.15	0.11	S10

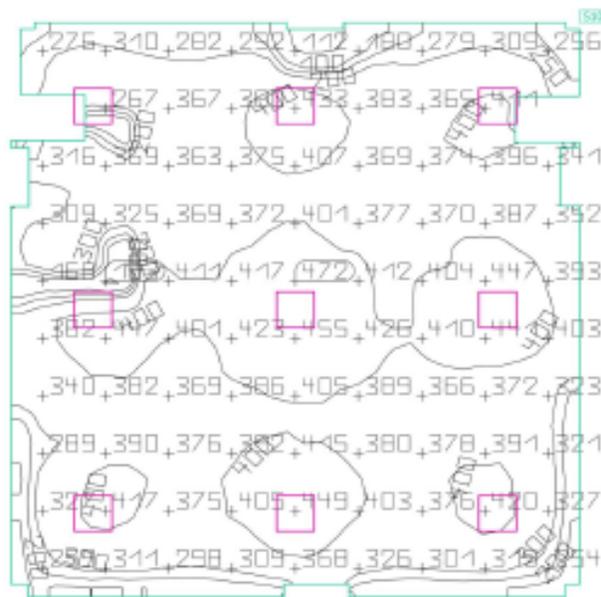
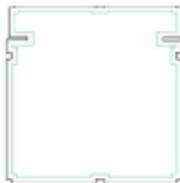
Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Frente de estanterías altas

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · ALISTA FINAL

Plano útil (ALISTA FINAL)



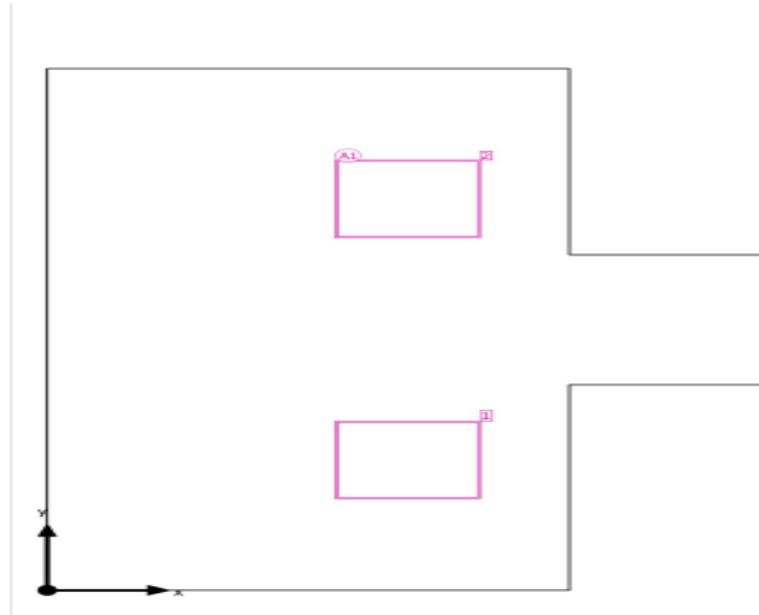
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (ALISTA FINAL) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	357 lx (≥ 200 lx) ✓	52.4 lx	480 lx	0.15	0.11	510

final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 6

Plano de situación de luminarias



final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 6

Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

2 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1,485 m, 1,000 m, 2,500 m	1,485 m	1,000 m	2,500 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 2,970 m	1,485 m	3,000 m	2,500 m	2
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2,000 m				
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 6

Lista de luminarias

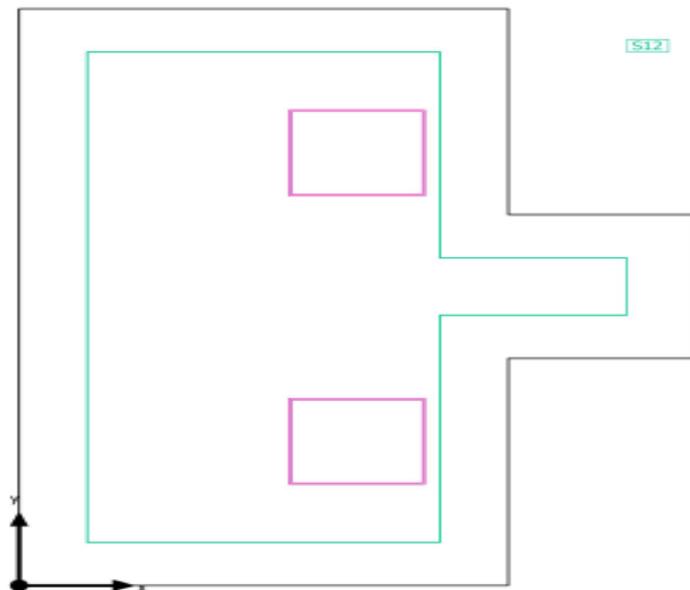
Φ_{total} 8100 lm	P_{total} 78.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
---------------------------	-----------------------	------------------------------------

UnL.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 6

Objetos de cálculo

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6
Objetos de cálculo

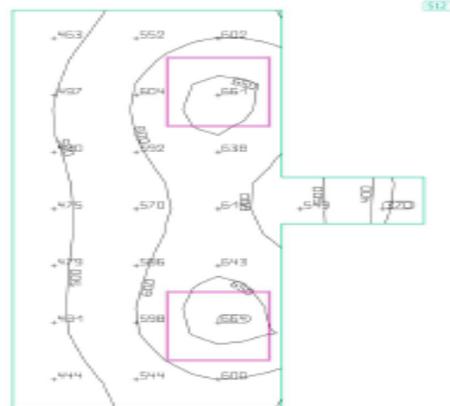
Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	555 lx (≥ 200 lx) ✓	326 lx	663 lx	0.59	0.49	S12

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6
Plano útil (Local 6)

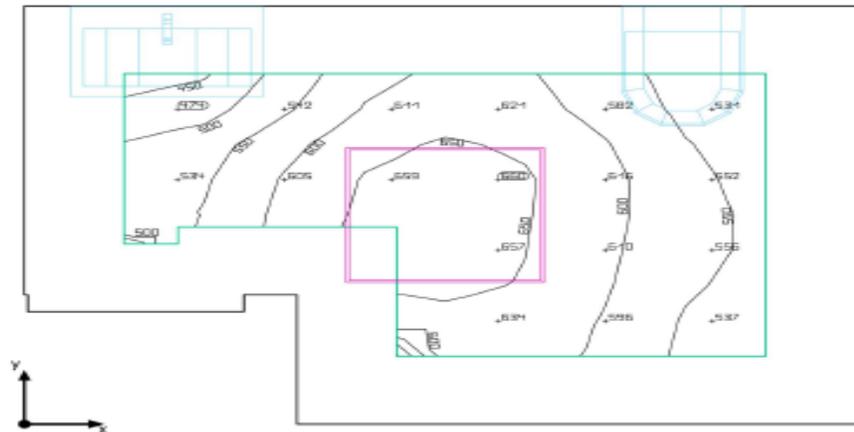


Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	555 lx (≥ 200 lx) ✓	326 lx	663 lx	0.59	0.49	S12

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1

Resumen

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	590 lx	≥ 200 lx	✓
	g ₁	0.74	-	-
Valores de consumo	Consumo	32 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	9.15 W/m ²	-	-
		Plano útil	19.94 W/m ²	-
		3.38 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

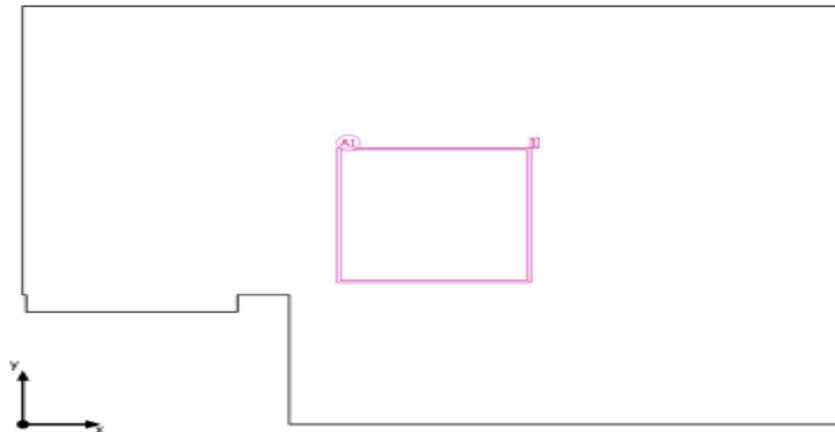
Lista de luminarias

UnL	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

1 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.265 m, 0.925 m, 2.500 m	1.265 m	0.925 m	2.500 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 2.530 m				
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 1.850 m				
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1

Lista de luminarias

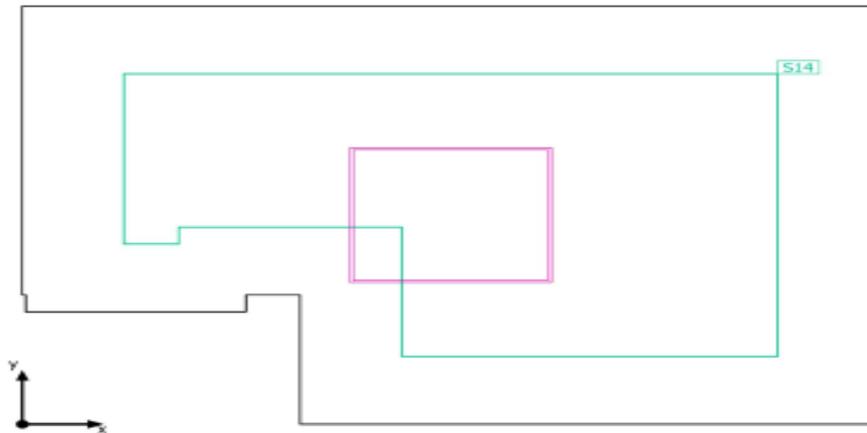
Φ_{total} 4050 lm	P_{total} 39.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
---------------------------	-----------------------	------------------------------------

Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1

Objetos de cálculo

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1

Objetos de cálculo

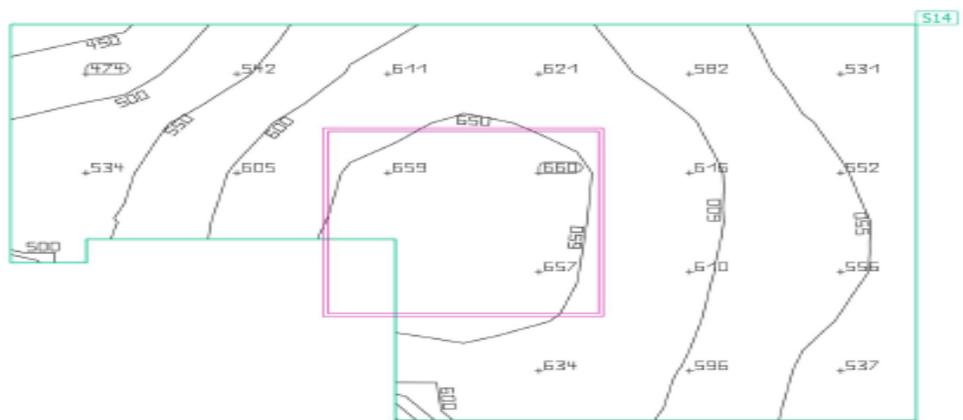
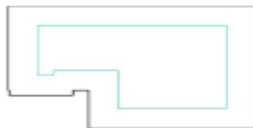
Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (BAÑO 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	590 lx (≥ 200 lx) ✓	436 lx	668 lx	0.74	0.65	S14

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BAÑO 1
Plano útil (BAÑO 1)

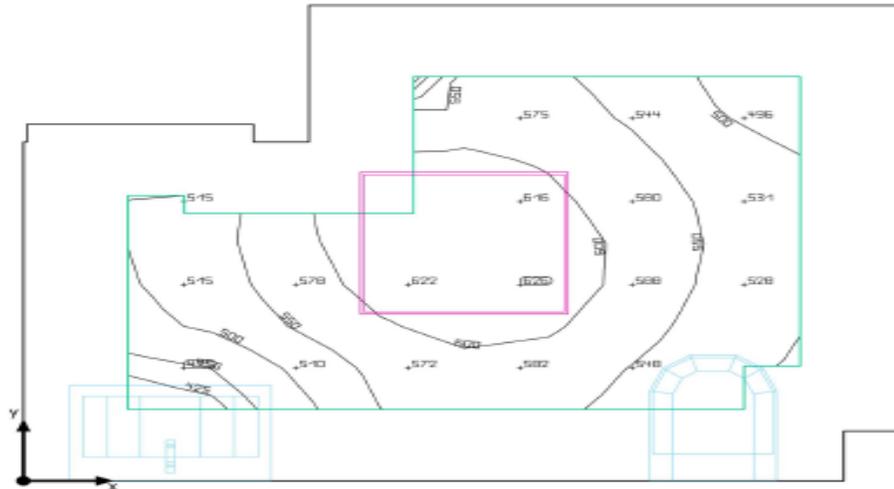


Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (BAÑO 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	590 lx (≥ 200 lx) ✓	436 lx	668 lx	0.74	0.65	S14

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 8

Resumen

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 8

Resumen**Resultados**

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	558 lx	≥ 200 lx	✓
	g ₁	0.75	-	-
Valores de consumo	Consumo	32 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	8.48 W/m ²	-	-
	Plano útil	17.62 W/m ²	-	-
		3.16 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

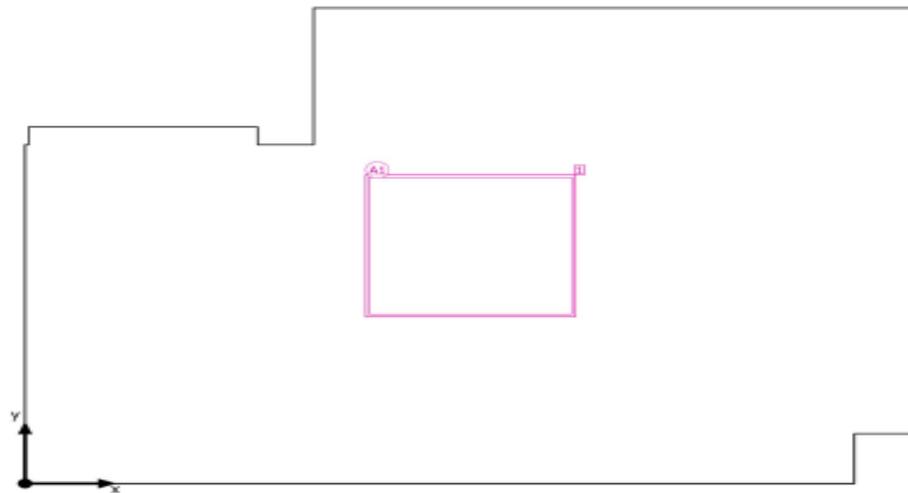
Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 8
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 8

Plano de situación de luminarias

Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

1 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.265 m, 1.000 m, 2.500 m	1.265 m	1.000 m	2.500 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 2.530 m				
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 2.000 m				
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 8

Lista de luminarias

Φ_{total} 4050 lm	P_{total} 39.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
---------------------------	-----------------------	------------------------------------

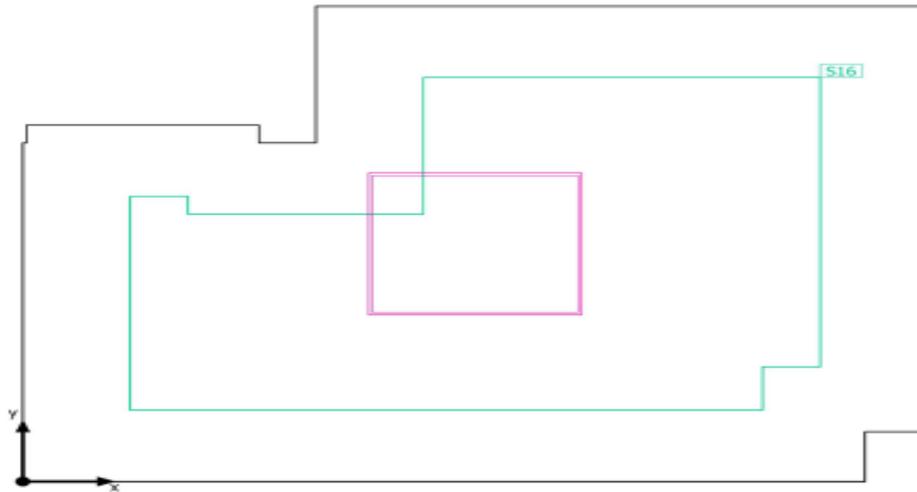
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 8

Objetos de cálculo



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 8

Objetos de cálculo

Planos útiles

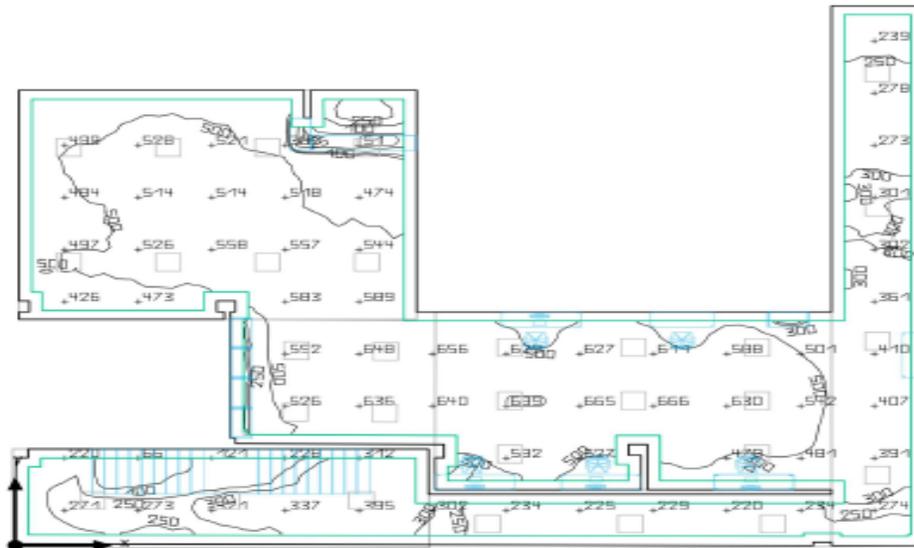
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (Local 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	558 lx (≥ 200 lx) ✓	416 lx	630 lx	0.75	0.66	S16

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - RECEPCION

Resumen



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - RECEPCION

Resumen

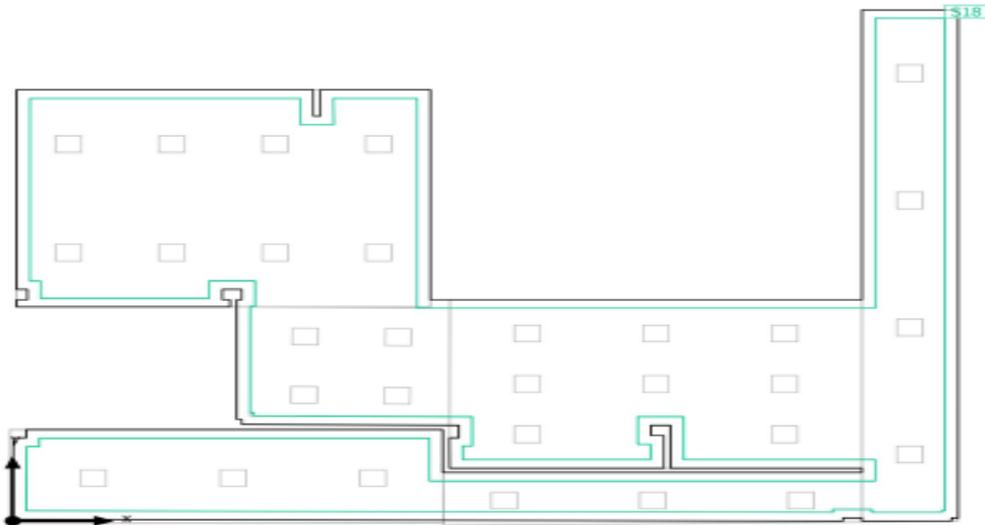
Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	452 lx	≥ 150 lx	✓
	g ₁	0.015	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 8100 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-
	Plano útil	0.00 W/m ²	-	-
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - RECEPCION

Objetos de cálculo

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - RECEPCION

Objetos de cálculo

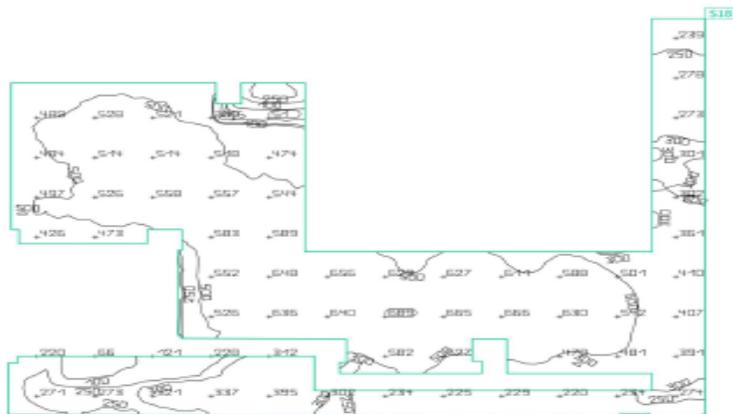
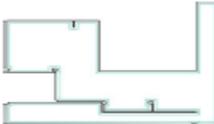
Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (RECEPCION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	452 lx (≥ 150 lx) ✓	6.76 lx	692 lx	0.015	0.010	S18

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · RECEPCION
Plano útil (RECEPCION)



Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (RECEPCION) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	452 lx (≥ 150 lx)	6.76 lx	692 lx	0.015	0.010	S18

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO
Resumen



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	270 lx	≥ 150 lx	✓
	g ₁	0.19	-	-
Valores de consumo	Consumo	130 kWh/a	máx. 1150 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	3.64 W/m ²	-	-
		Plano útil	4.75 W/m ²	-
		1.76 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Vías de circulación con tránsito de personas

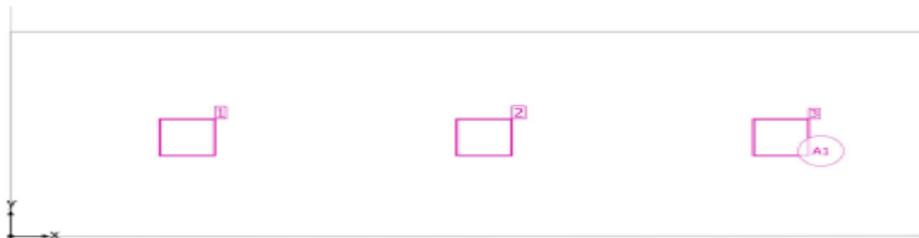
Lista de luminarias

UnL	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO

Plano de situación de luminarias

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

3 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.882 m, 1.586 m, 2.500 m	1.882 m	1.586 m	2.500 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 3.163 m	5.045 m	1.586 m	2.500 m	2
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 2.796 m	8.208 m	1.586 m	2.500 m	3
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO
Lista de luminarias

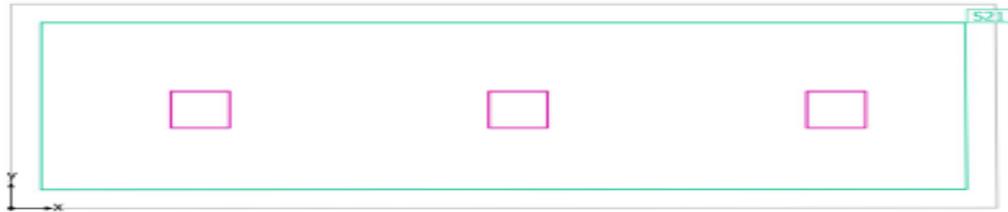
Φ_{total} 12150 lm	P_{total} 117.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO

Objetos de cálculo

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	270 lx (≥ 150 lx) ✓	50.0 lx	424 lx	0.19	0.12	521

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO
Plano útil (PASILLO)

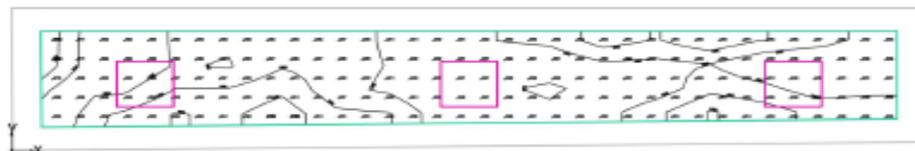


Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	270 lx (≥ 150 lx) ✓	50.0 lx	424 lx	0.19	0.12	S21

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO2
Resumen



final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO2

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	230 lx	≥ 150 lx	✓
	g ₁	0.95	-	-
Valores de consumo	Consumo	[97 - 130] kWh/a	máx. 600 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	6.90 W/m ²	-	-
		Plano útil	11.08 W/m ²	-
		4.82 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Vías de circulación con tránsito de personas

Lista de luminarias

UnL	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO2

Plano de situación de luminarias

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO2
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

3 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
Tera Luminaria (X/Y/Z)	1.380 m, 0.863 m, 4.000 m	1.380 m	0.863 m	4.000 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 3.356 m	4.736 m	0.863 m	4.000 m	2
Dirección Y	1 Uni., Centro - centro, 1.371 m	8.093 m	0.863 m	4.000 m	3
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO2
Lista de luminarias

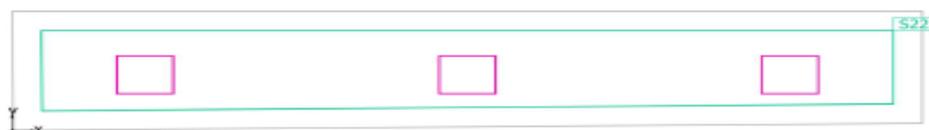
Φtotal 12150 lm	Ptotal 117.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
--------------------	-------------------	------------------------------------

UnL	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO2
Objetos de cálculo



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO2

Objetos de cálculo

Planos útiles

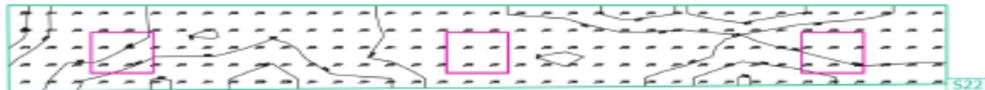
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	230 lx (≥ 150 lx) ✓	219 lx	247 lx	0.95	0.89	S22

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO2

Plano útil (PASILLO2)



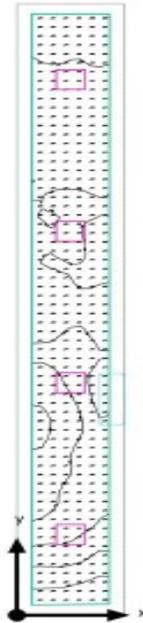
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	230 lx (≥ 150 lx) ✓	219 lx	247 lx	0.95	0.89	S22

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO3

Resumen



Final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO3

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	320 lx	≥ 150 lx	✓
	g ₁	0.69	-	-
Valores de consumo	Consumo	[110 - 170] kWh/a	máx. 1400 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	4.01 W/m ²	-	-
	Plano útil	5.73 W/m ²	-	-
		1.79 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Vías de circulación con tránsito de personas

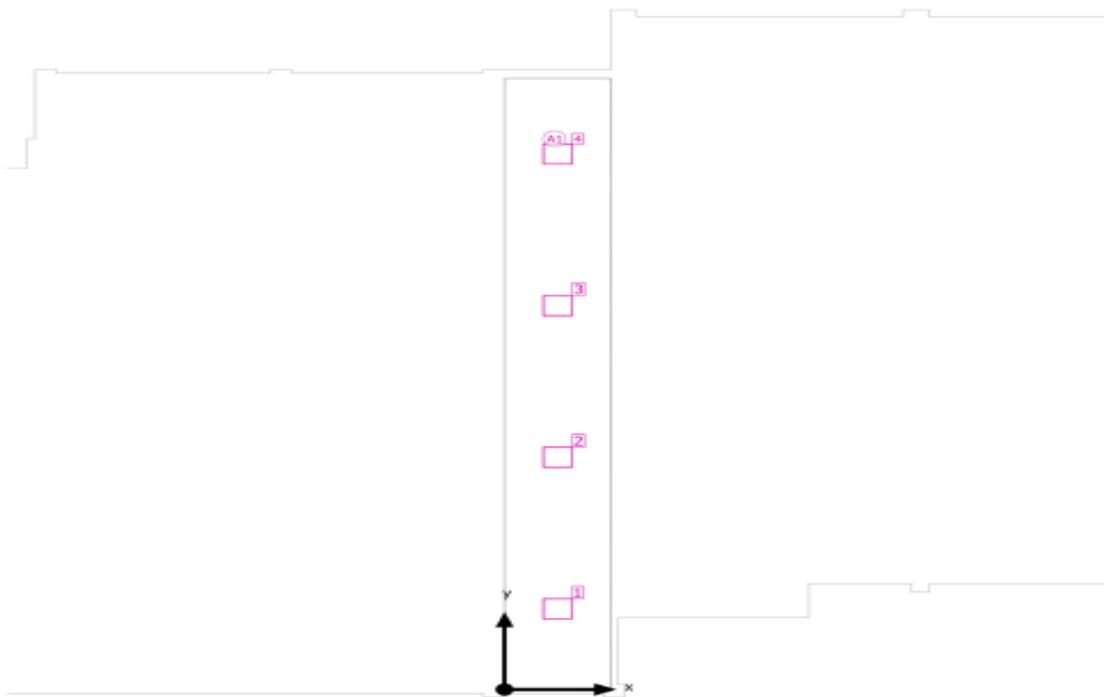
Lista de luminarias

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO3
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO3

Plano de situación de luminarias

Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

4 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.088 m, 2.365 m, 4.000 m	1.088 m	2.365 m	4.000 m	1
Dirección X	1 Uni., Centro - centro, 2.176 m	1.088 m	6.813 m	4.000 m	2
Dirección Y	4 Uni., Centro - centro, 4.449 m	1.088 m	11.262 m	4.000 m	3
		1.088 m	15.710 m	4.000 m	4
Organización	A1				

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO3

Lista de luminarias

Φ_{total} 16200 lm	P_{total} 156.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

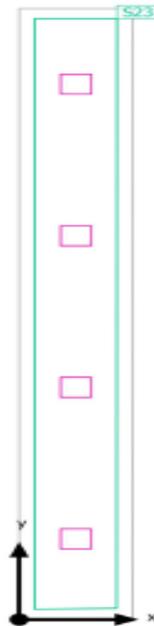
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO3

Objetos de cálculo



final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · PASILLO3

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	320 lx (≥ 150 lx)	222 lx	463 lx	0.69	0.48	S23

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - PASILLO3
Plano útil (PASILLO3)



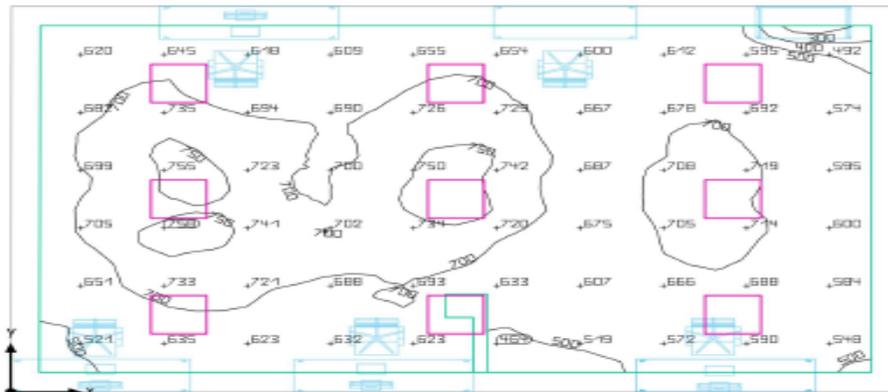
Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (PASILLO3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	320 lx (≥ 150 lx) ✓	222 lx	463 lx	0.69	0.48	523

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO

Resumen



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	655 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.44	-	-
Valores de consumo	Consumo	1250 kWh/a	máx. 1950 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	6.38 W/m ²	-	-
	Plano útil	7.59 W/m ²	-	-
		1.16 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Instalaciones de sanidad - Laboratorios y farmacias, Iluminación general

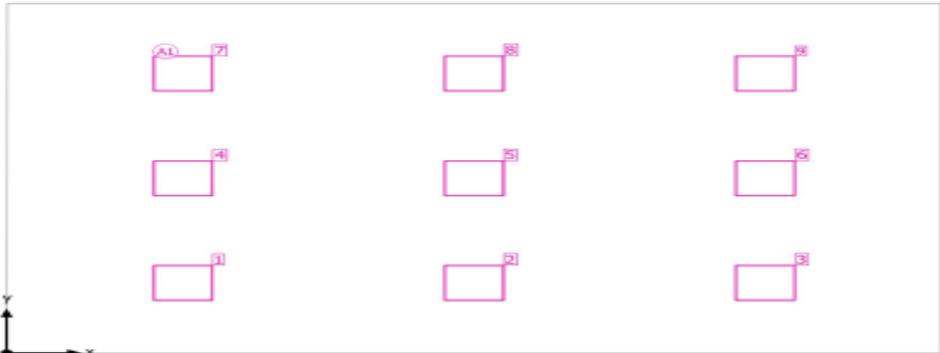
Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
9	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO
Plano de situación de luminarias



final final

DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO
Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

9 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.763 m, 1.183 m, 3.000 m	1.763 m	1.183 m	3.000 m	1
Dirección X	3 Uni., Centro - centro, 2.907 m	4.670 m	1.183 m	3.000 m	2
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 1.767 m	7.577 m	1.183 m	3.000 m	3
Organización	A1	1.763 m	2.950 m	3.000 m	4
		4.670 m	2.950 m	3.000 m	5
		7.577 m	2.950 m	3.000 m	6
		1.763 m	4.717 m	3.000 m	7
		4.670 m	4.717 m	3.000 m	8
		7.577 m	4.717 m	3.000 m	9

final final

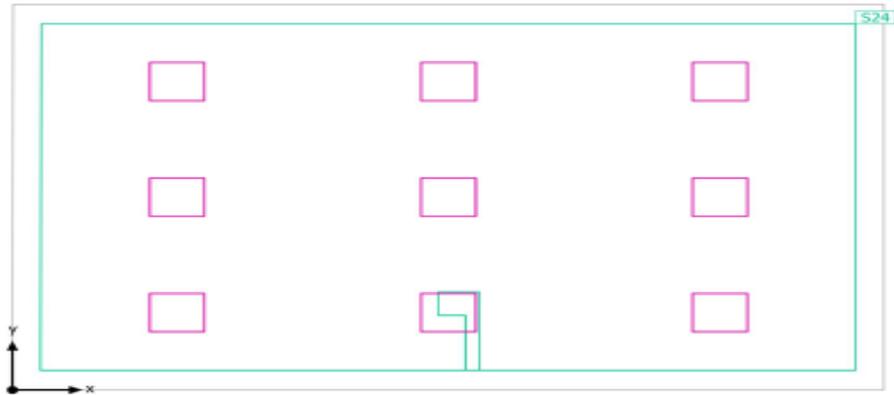
DIALUX

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO
Lista de luminarias

Φ _{total} 36450 lm	P _{total} 351.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
--------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
9	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO

Objetos de cálculo

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO

Objetos de cálculo

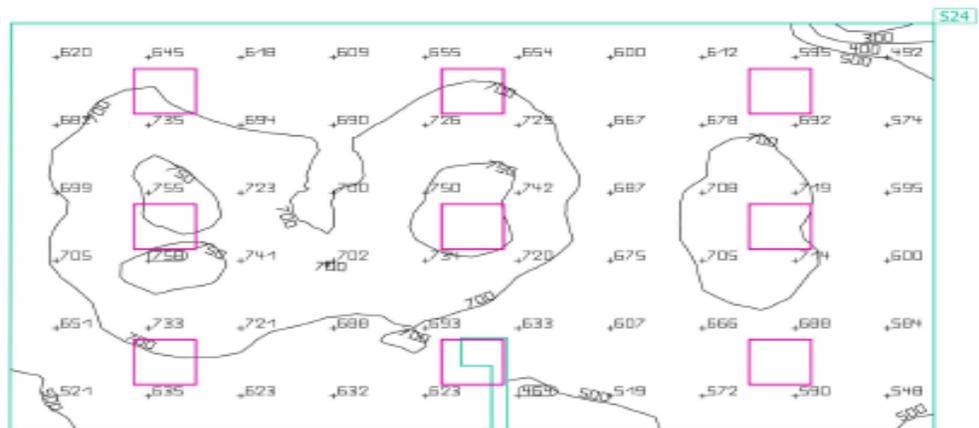
Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (ALISTAMIENTO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	655 lx (≥ 500 lx) ✓	291 lx	774 lx	0.44	0.38	S24

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - ALISTAMIENTO
Plano útil (ALISTAMIENTO)

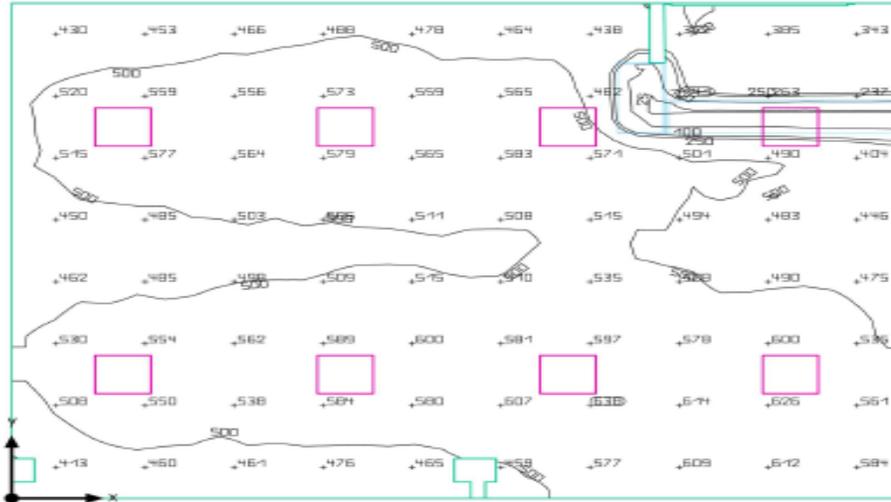


Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (ALISTAMIENTO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.300 m	655 lx (≥ 500 lx) ✓	291 lx	774 lx	0.44	0.38	524

final final



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Área 5
Resumen



final final

DIALUX

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área 5

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	503 lx	≥ 500 lx	✓
	G ₁	0.007	-	-
Valores de consumo	Consumo	860 kWh/a	máx. 2500 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	4.39 W/m ²	-	-
		0.87 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

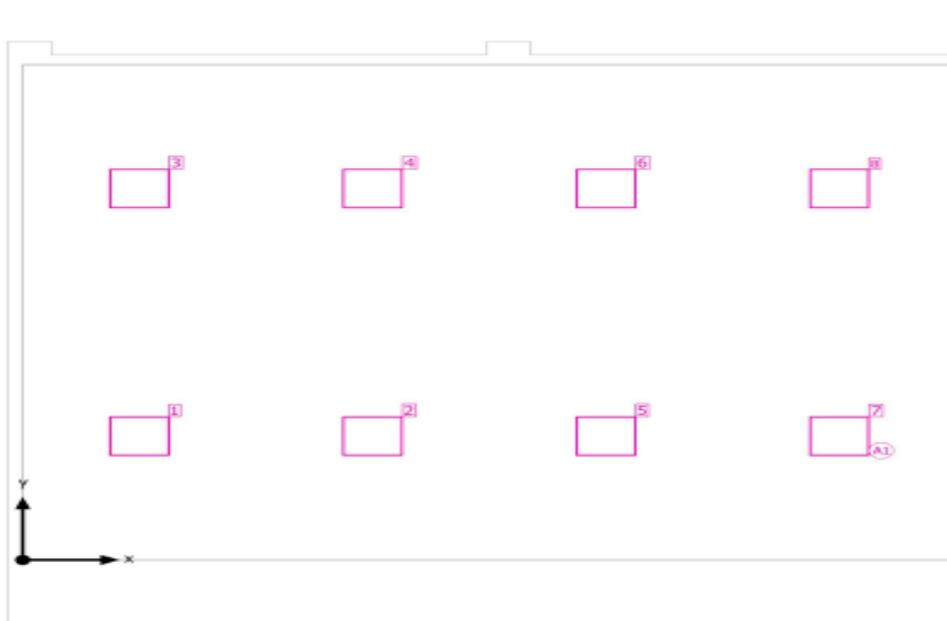
Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Área 5
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Área 5

Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

8 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.170 m, 1.900 m, 3.000 m	1.170 m	1.900 m	3.000 m	1
Dirección X	4 Uni., Centro - centro, 2.340 m	3.510 m	1.900 m	3.000 m	2
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 3.800 m	1.170 m	5.700 m	3.000 m	3
		3.510 m	5.700 m	3.000 m	4
Organización	A1	5.850 m	1.900 m	3.000 m	5
		5.850 m	5.700 m	3.000 m	6
		8.190 m	1.900 m	3.000 m	7
		8.190 m	5.700 m	3.000 m	8

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Área 5

Lista de luminarias

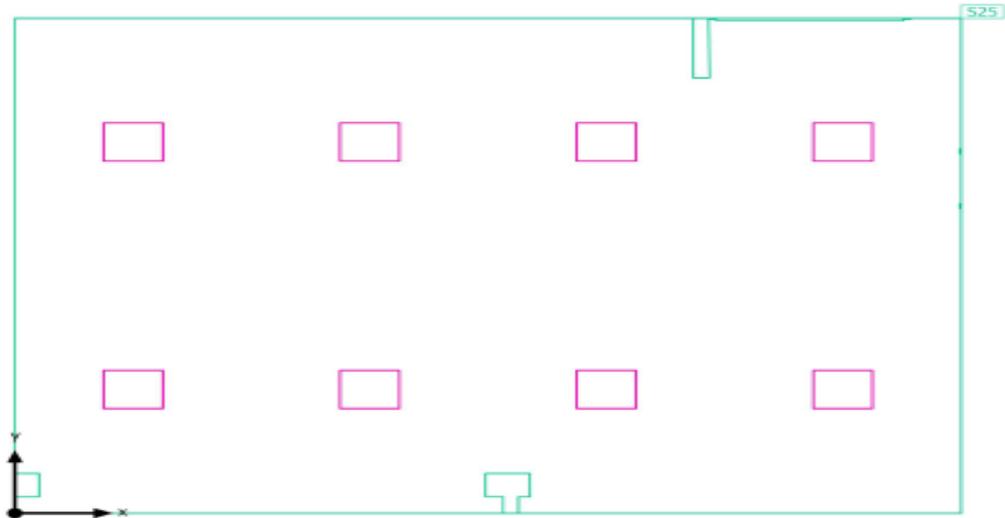
Φ _{total} 32400 lm	P _{total} 312.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
--------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Área 5

Objetos de cálculo

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Área 5

Objetos de cálculo

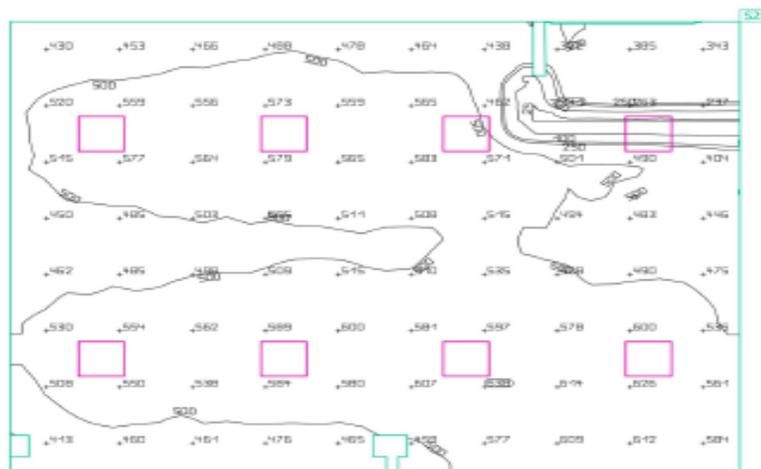
Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (Área 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	3.70 lx	643 lx	0.007	0.006	525

final final

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área 5
Plano útil (Área 5)

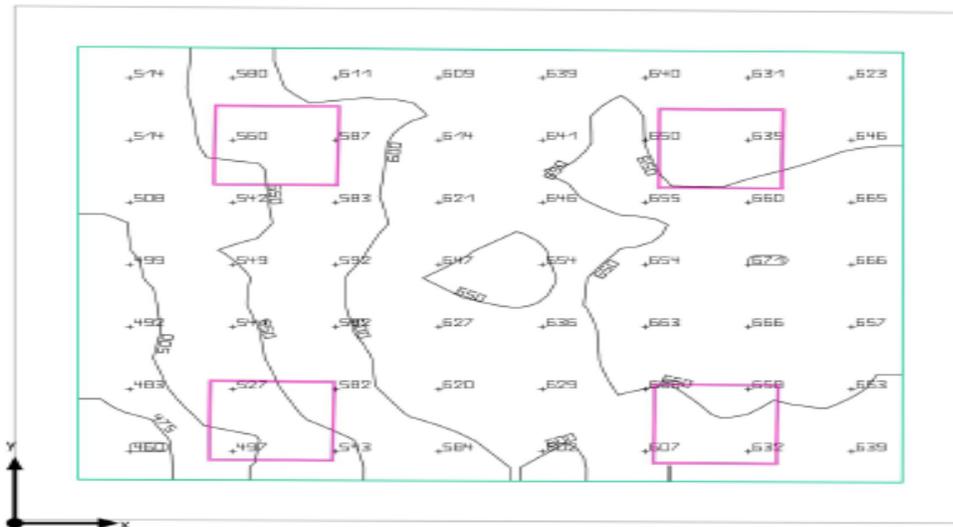


Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (Área 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	3.70 lx	643 lx	0.007	0.006	S25

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2

Resumen

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	603 lx	≥ 150 lx	✓
	g ₁	0.75	-	-
Valores de consumo	Consumo	170 kWh/a	máx. 650 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	9.07 W/m ²	-	-
	Plano útil	12.41 W/m ²	-	-
		2.06 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Almacén de estantes (alto), Vías de circulación con tránsito de personas

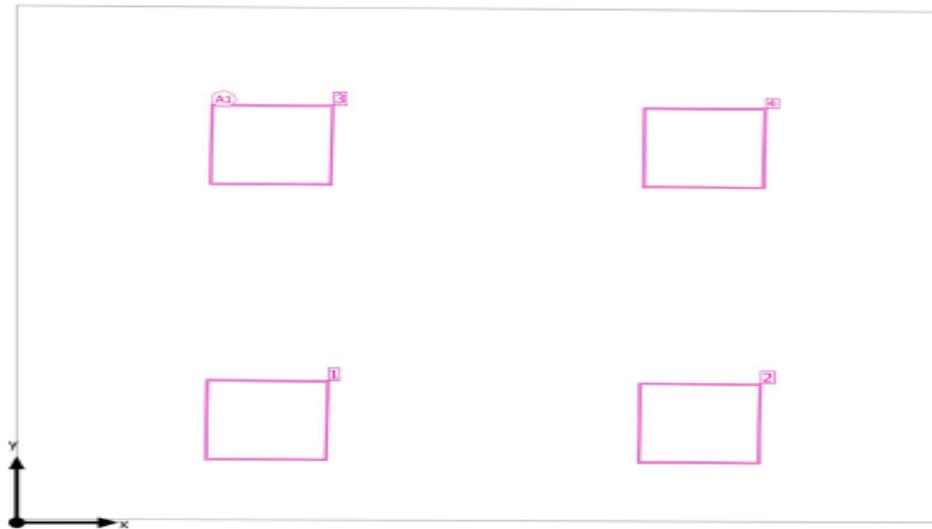
Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2
Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2

Plano de situación de luminarias

Fabricante	SYLVANIA
Nº de artículo	0047751
Nombre del artículo	START FLAT 600 4000K

4 x SYLVANIA START FLAT 600 4000K

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.218 m, 0.763 m, 3.000 m	1.218 m	0.763 m	3.000 m	1
Dirección X	2 Uni., Centro - centro, 2.110 m	3.328 m	0.738 m	3.000 m	2
Dirección Y	2 Uni., Centro - centro, 2.049 m	1.243 m	2.812 m	3.000 m	3
Organización	A1	3.352 m	2.787 m	3.000 m	4

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2

Lista de luminarias

Φ_{total} 16200 lm	P_{total} 156.0 W	Rendimiento lumínico 103.8 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

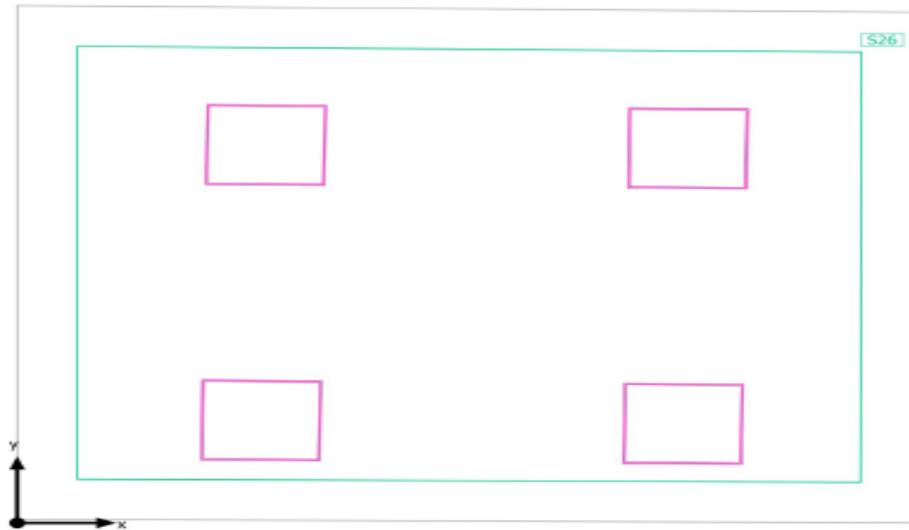
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SYLVANIA	0047751	START FLAT 600 4000K	39.0 W	4050 lm	103.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2

Objetos de cálculo



Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2

Objetos de cálculo

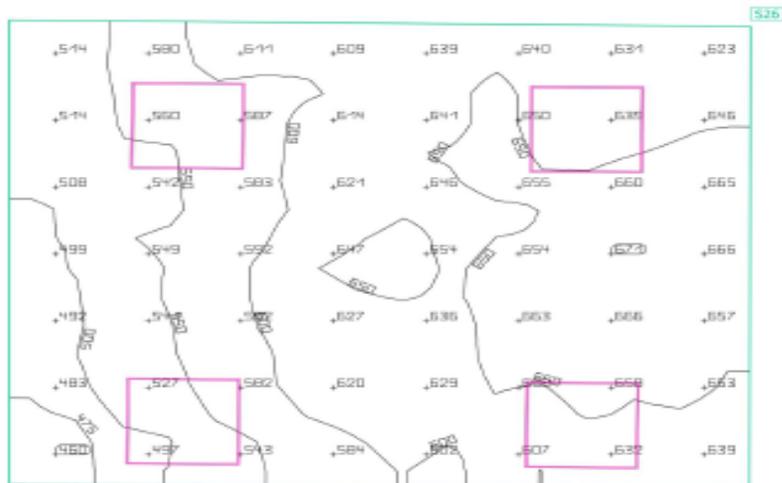
Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (BODEGA 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	603 lx (≥ 150 lx) ✓	454 lx	672 lx	0.75	0.68	S26

final final

DIALux

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - BODEGA 2

Plano útil (BODEGA 2)

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (BODEGA 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.300 m	603 lx (≥ 150 lx) ✓	454 lx	672 lx	0.75	0.68	S26

Edificación 2

Lista de luminarias

Φ _{total} 151671 lm	P _{total} 1950.0 W	Rendimiento lumínico 77.8 lm/W
---------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

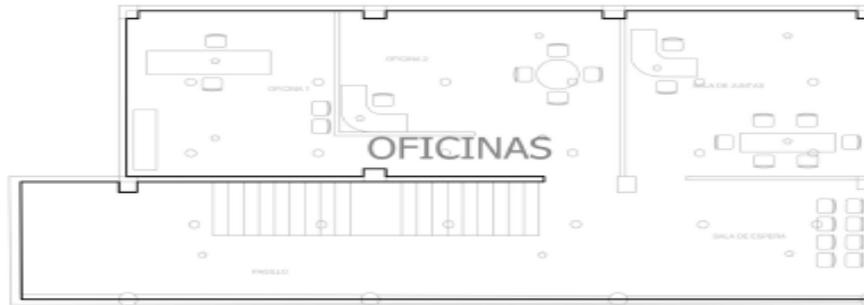
Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
13	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 2 - Planta (nivel) 1

Lista de locales



Edificación 2 - Planta (nivel) 1

Lista de locales

OFICINAS

P_{total} 1950.0 W	A_{local} 122.65 m ²	Potencia específica de conexión 15.90 W/m ² (Local) 21.67 W/m ² = 1.81 W/m ² /100 lx (Plano útil)	E_{horizontal} (Plano útil) 1199 lx
--------------------------------------	---	---	---

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
13	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm

Edificación 2 - Planta (nivel) 1

Lista de luminarias

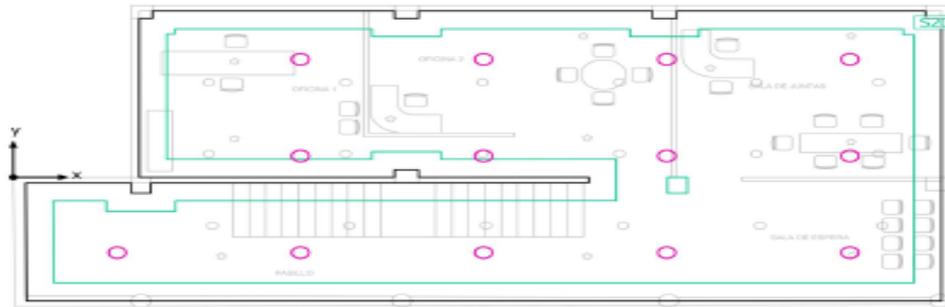
Φ_{total} 151671 lm	P_{total} 1950.0 W	Rendimiento lumínico 77.8 lm/W
---------------------------------------	--------------------------------------	--

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
13	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W

final final

DIALux

Edificación 2 - Planta (nivel) 1
Objetos de cálculo

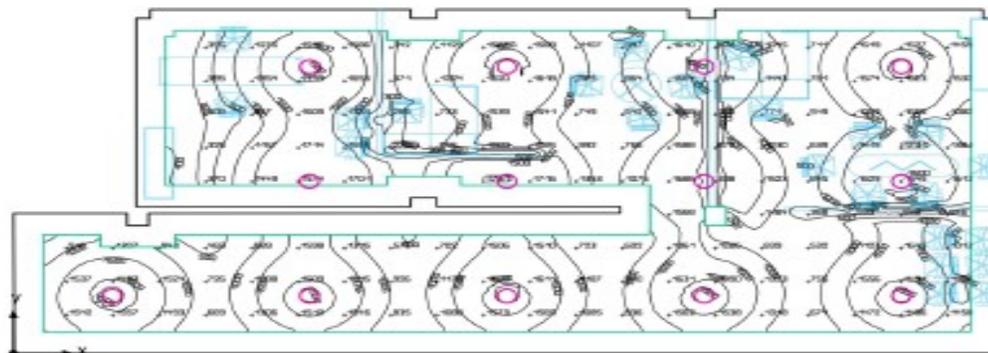


Edificación 2 - Planta (nivel) 1
Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (OFICINAS) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	1199 lx ✓	33.7 lx	1828 lx	0.028	0.018	S20

Edificación 2 - Planta (nivel) 1 - OFICINAS
Resumen



Edificación 2 - Planta (nivel) 1 - OFICINAS

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	1199 lx	≥ 500 lx	✓
	g _v	0.028	-	-
Valores de consumo	Consumo	[2700 - 3750] kWh/a	máx. 4300 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	15.90 W/m ²	-	-
	Plano útil	21.67 W/m ²	-	-
		1.81 W/m ² /100 lx	-	-

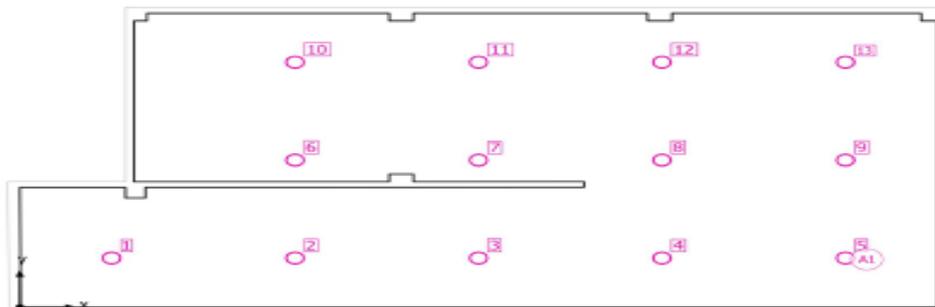
Perfil de uso: Oficinas, Salas de conferencias y reuniones

Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
13	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W

Edificación 2 - Planta (nivel) 1 - OFICINAS

Plano de situación de luminarias



final final

DIALux

Edificación 2 · Planta (nivel) 1 · OFICINAS

Plano de situación de luminarias

Fabricante	SYLVANIA
N° de artículo	0039103 + 5039121
Nombre del artículo	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector

13 x SYLVANIA Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.671 m, 1.339 m, 2.500 m	1.671 m	1.339 m	2.500 m	1
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 3.343 m	5.014 m	1.339 m	2.500 m	2
		8.357 m	1.339 m	2.500 m	3
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 2.678 m	11.700 m	1.339 m	2.500 m	4
Organización	A1	15.043 m	1.339 m	2.500 m	5
		5.014 m	4.017 m	2.500 m	6
		8.357 m	4.017 m	2.500 m	7
		11.700 m	4.017 m	2.500 m	8
		15.043 m	4.017 m	2.500 m	9
		5.014 m	6.696 m	2.500 m	10
		8.357 m	6.696 m	2.500 m	11
		11.700 m	6.696 m	2.500 m	12
		15.043 m	6.696 m	2.500 m	13

Edificación 2 · Planta (nivel) 1 · OFICINAS

Lista de luminarias

Φ_{total} 151671 lm	P_{total} 1950.0 W	Rendimiento lumínico 77.8 lm/W
-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

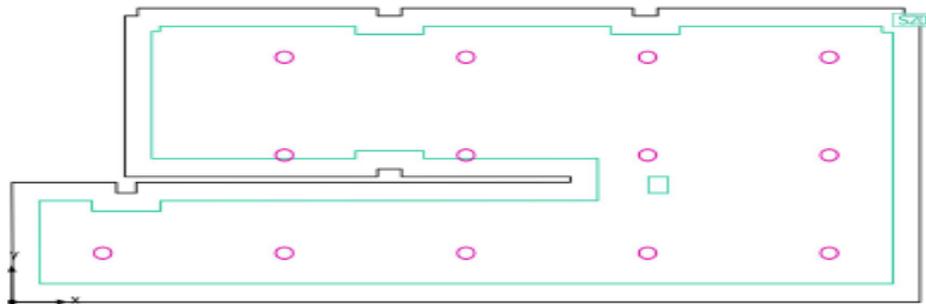
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
13	SYLVANIA	0039103 + 5039121	Mirach 150W CMI-T Aluminium Reflector	150.0 W	11667 lm	77.8 lm/W

final final

DIALUX

Edificación 2 - Planta (nivel) 1 - OFICINAS

Objetos de cálculo



Edificación 2 - Planta (nivel) 1 - OFICINAS

Objetos de cálculo

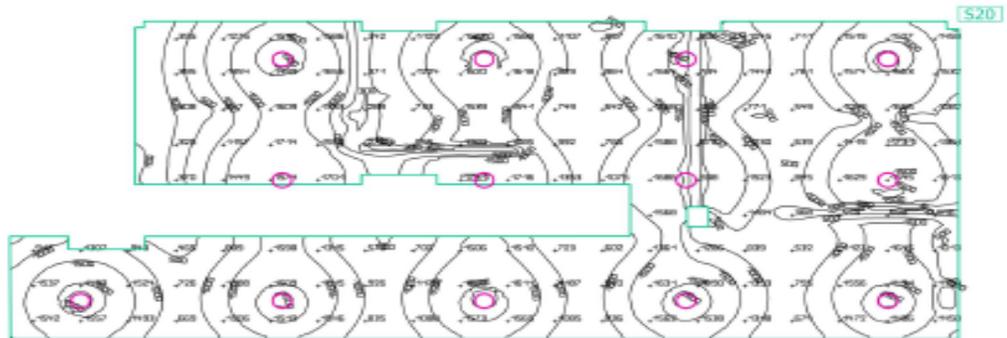
Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (OFICINAS) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	1199 lx (≥ 500 lx) ✓	33.7 lx	1828 lx	0.028	0.018	S20

final final

DIALux

Edificación 2 - Planta (nivel) 1 - OFICINAS

Plano útil (OFICINAS)

Propiedades	E (Nominal)	E _{min}	E _{max}	g ₁	g ₂	Índice
Plano útil (OFICINAS) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	1199 lx ✓	33.7 lx	1828 lx	0.028	0.018	S20

final final

DIALUX

Glosario

A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).

Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

C

CCT	<p>(ingl. correlated colour temperature)</p> <p>Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada".</p> <p>Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464-1:</p> <p>Color de luz - temperatura de color [K] blanco cálido (ww) < 3.300 K blanco neutro (nw) ≥ 3.300 - 5.300 K blanco luz diurna (tw) > 5.300 K</p>
Cociente de luz diurna	<p>Relación entre la iluminancia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto.</p> <p>Símbolo: D (ingl. daylight factor) Unidad: %</p>

final final

DIALux

Glosario

<p>CRI</p>	<p>(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o. CIE 13.3: 1995.</p> <p>El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de emisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).</p>
D	
<p>Densidad luminica</p>	<p>Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir.</p> <p>Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m² Símbolo: L</p>
E	
<p>Eta (η)</p>	<p>(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada.</p> <p>Unidad: %</p>
F	
<p>Factor de degradación</p>	<p>Véase MF</p>
<p>Flujo luminoso</p>	<p>Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria.</p> <p>Unidad: Lumen Abreviatura: lm Símbolo: Φ</p>

final final

DIALUX

Glosario

G

g1	Con frecuencia también U _o (ingl. overall uniformity) Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de E _{min} y Ē y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.
g2	Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre E _{min} y E _{max} y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.
Grado de reflexión	El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.

I

Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras E _h .
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras E _v .
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso Φ , entregado en un ángulo determinado Ω del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI. Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I

final final

DIALux

Glosario

Intensidad lumínica

Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia.

Unidad: Lux
Abreviatura: lx
Símbolo: E

L

LENI

(ingl. lighting energy numeric indicator)
Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193

Unidad: kWh/m² año

LLMF

(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005
Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).

LMF

(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005
Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).

LSF

(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005
Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).

final final

DIALUX

Glosario

Intensidad lumínica	Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia. Unidad: Lux Abreviatura: lx Símbolo: E
<hr/>	
L	
LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193 Unidad: kWh/m^2 año
<hr/>	
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
<hr/>	
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
<hr/>	
LSF	(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005 Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).
<hr/>	

final final

DIALux

Glosario

M

MF

(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005

Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz.

El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula $RMF \times LMF \times LLMF \times LSF$.

O

Observador UGR

Punto de cálculo en el espacio, para el cual el DIALux determina el valor UGR. La posición y altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición del observador típico (posición y altura de los ojos del usuario).

P

P

(ingl. power)

Consumo de potencia eléctrica

Unidad: Vatio

Abreviatura: W

Plano útil

Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.

R

Rendimiento lumínico

Relación entre la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W.

Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la luminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).

final final

DIALUX

Glosario

RMF

(ingl. room surface maintenance factor)/según CIE 97: 2005

Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).

S**Superficie útil - Cociente de luz diurna**Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.

U**UGR (max)**

(ingl. unified glare rating)

Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento de un espacio interior. Además de la luminancia de la luminaria, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. Entre otras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos lugares de trabajo en espacios interiores.

Z**Zona marginal**Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.

E. Anexo: Ficha Técnica Panel

Mono Multi Solutions

THE
TALLMAX^M
FRAMED 144 LAYOUT MODULE



144 LAYOUT
MONOCRYSTALLINE MODULE

430-450W
POWER OUTPUT RANGE

20.6%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS | POWER RANGE
TSM-DE17M(0) | 430-450W

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System



High power mono perc

- Up to 450W front power and 20.6% module efficiency with half-cut and MBB (Multi Busbar) technology bringing more BOS savings
- Lower resistance of half-cut and good reflection effect of MBB ensure high power



High reliability

- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to salt, acid and ammonia
- Certified to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

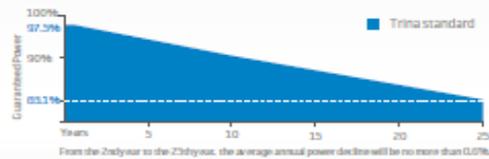


High energy generation

- Excellent IAM and low light performance validated by 3rd party with cell process and module material optimization
- Lower temp coefficient (-0.36%) and NMOT bring more energy leading to lower LCOE
- Better anti-shading performance and lower operating temperature

PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty - 25 Year Power Warranty



F. Anexo: Ficha Técnica del inversor

SUNNY TRIPOWER 12000TL-US / 15000TL-US / 20000TL-US / 24000TL-US / 30000TL-US



Design flexibility

- 1000 V DC or 600 V DC
- Two independent DC inputs
- 15° to 90° mounting angle range
- Detachable DC Connection Unit

System efficiency

- 98.0% CEC, 98.6% Peak
- 1000 V DC increases system efficiency
- OptiTrac Global Peak MPPT

Enhanced safety

- Integrated DC AFCI
- Floating system with all-pole sensitive ground fault protection
- Reverse polarity indicator in combination with Connection Unit

Future-proof

- Complete grid management feature set
- Integrated Speedwire, WebConnect, ModBus interface
- Bi-directional Ethernet communications
- Utility-interactive controls for active and reactive power

SUNNY TRIPOWER 12000TL-US / 15000TL-US / 20000TL-US / 24000TL-US / 30000TL-US

The ultimate solution for decentralized PV plants, now up to 30 kilowatts

The world's best-selling three-phase PV inverter, the SMA Sunny Tripower TL-US, is raising the bar for decentralized commercial PV systems. This three-phase, transformerless inverter is UL listed for up to 1000 V DC maximum system voltage and has a peak efficiency above 98 percent, while OptiTrac Global Peak minimizes the effects of shade for maximum energy production. The Sunny Tripower delivers a future-proof solution with full grid management functionality, cutting edge communications and advanced monitoring. The Sunny Tripower is also equipped with all-pole ground fault protection and integrated AFCI for a safe, reliable solution. It offers unmatched flexibility with a wide input voltage range and two independent MPPT trackers. Suitable for both 600 V DC and 1,000 V DC applications, the Sunny Tripower allows for flexible design and a lower levelized cost of energy.

www.SMA-America.com



Technical data	Sunny Tripower 12000TL-US	Sunny Tripower 15000TL-US	Sunny Tripower 20000TL-US	Sunny Tripower 24000TL-US	Sunny Tripower 30000TL-US
Input (DC)					
Max. usable DC power ($\cos \phi = 1$)	12250 W	15300 W	20400 W	24500 W	30800 W
Max. DC voltage	*1000 V	*1000 V	*1000 V	*1000 V	1000 V
Rated MPPT voltage range	300 V...800 V	300 V...800 V	380 V...800 V	450 V...800 V	500 V...800 V
MPPT operating voltage range	150 V...1000 V	150 V...1000 V	150 V...1000 V	150 V...1000 V	150 V...1000 V
Min. DC voltage / start voltage	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Number of MPPT tracker inputs	2	2	2	2	2
Max. input current / per MPPT tracker input	66 A / 33 A	66 A / 33 A	66 A / 33 A	66 A / 33 A	66 A / 33 A
Output (AC)					
AC nominal power	12000 W	15000 W	20000 W	24000 W	30000 W
Max. AC apparent power	12000 VA	15000 VA	20000 VA	24000 VA	30000 VA
Output phases / line connections	3 / 3-NPE				3 / 3-NPE, 3-PE
Nominal AC voltage	480 / 277 V WYE				480 / 277 V WYE, 480 V Delta
AC voltage range	244 V...305 V				
Rated AC grid frequency	60 Hz				
AC grid frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -6 Hz...+5 Hz				
Max. output current	14.4 A	18 A	24 A	29 A	36.2 A
Power factor at rated power / adjustable displacement	1 / 0.0 leading...0.0 lagging				
Harmonics	< 3%				
Efficiency					
Max. efficiency / CEC efficiency	98.2% / 97.5%	98.2% / 97.5%	98.5% / 97.5%	98.5% / 98.0%	98.6% / 98.0%
Protection devices					
DC reverse polarity protection	●	●	●	●	●
Ground fault monitoring / grid monitoring	●	●	●	●	●
All-pole sensitive residual current monitoring unit	●	●	●	●	●
DC AFCI compliant to UL 1699B	●	●	●	●	●
AC short circuit protection	●	●	●	●	●
Protection class / overvoltage category	I / IV	I / IV	I / IV	I / IV	I / IV
General data					
Dimensions (W / H / D) in mm (in)	665 / 650 / 265 (26.2 / 25.6 / 10.4)				
Packing dimensions (W / H / D) in mm (in)	780 / 790 / 380 (30.7 / 31.1 / 15.0)				
Weight	55 kg (121 lbs)				
Packing weight	61 kg (134.5 lbs)				
Operating temperature range	-25°C...+60°C				
Noise emission (typical) / internal consumption at night	51 dB(A) / 1 W				
Topology	Transformerless				
Cooling concept / electronics protection rating	OptiCool / NEMA 3R				
Features					
Display / LED indication (Status / Fault / Communication)	- / ●				
Interface: RS485 / Speedwire, WebConnect	○ / ●				
Data interface: SMA Modbus / SunSpec ModBus	● / ●				
Mounting angle range	15°...90°				
Warranty: 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○				
Certifications and approvals	UL 1741, UL 1998, UL 1699B, IEEE 1547, FCC Part 15 (Class A & B), CAN/CSA C22.2 107.1-1				
NOTE: US inverters ship with gray lids. Data at nominal conditions. * Suitable for 600 V DC max. systems					
● Standard features ○ Optional features - Not available					
Type designation	STP 12000TL-US-10	STP 15000TL-US-10	STP 20000TL-US-10	STP 24000TL-US-10	STP 30000TL-US-10

Accessories



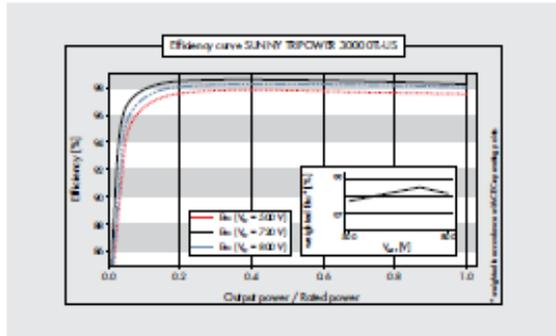
SMA-485 interface
SMA-485CB-US-10



Connection Unit
CU 1000-US-10



SMA Cluster Controller
CUC04-10



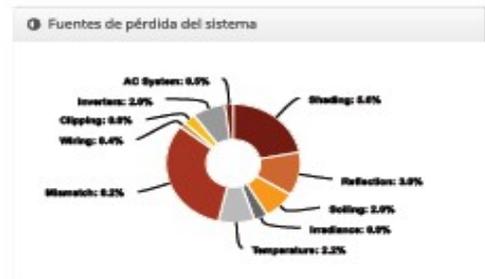
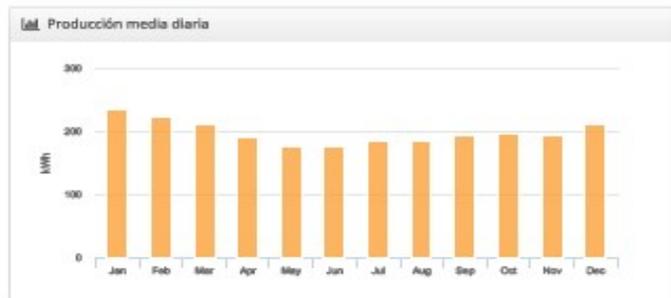
STP12000TL-US-10: 51dB(A) noise emission (typical) and 1W internal consumption at night. * Suitable for 600 V DC max. systems. All products and services described in this manual are subject to change without notice. SMA reserves the right to modify or discontinue the products and services described in this manual without notice.

G. Anexo: Resultado Sistema Fotovoltaico

entrega EBSA, 5.557461 -73.349141

Reporte	
Número del proyecto	EBSA
Dirección del proyecto	5.557461 -73.349141
Preparado por	Fabio Acuña Díaz fabiodiaz99@gmail.com

Métricas del sistema	
Diseño	entrega
Placa de identificación de CC del módulo	57,6 kW
Placa de identificación de CA del inversor	48,1 kW Relación de carga: 1,20
Producción anual	72,46 MWh
Relación calidad	76,9%
kWh / kWp	1.258,0
Conjunto de datos meteorológicos	TMV, cuadrícula de 10 km, meteonorm (meteonorm)
Versión del simulador	49ed8c19ab-798bd3d087-a95a2f161a-23dccccf36



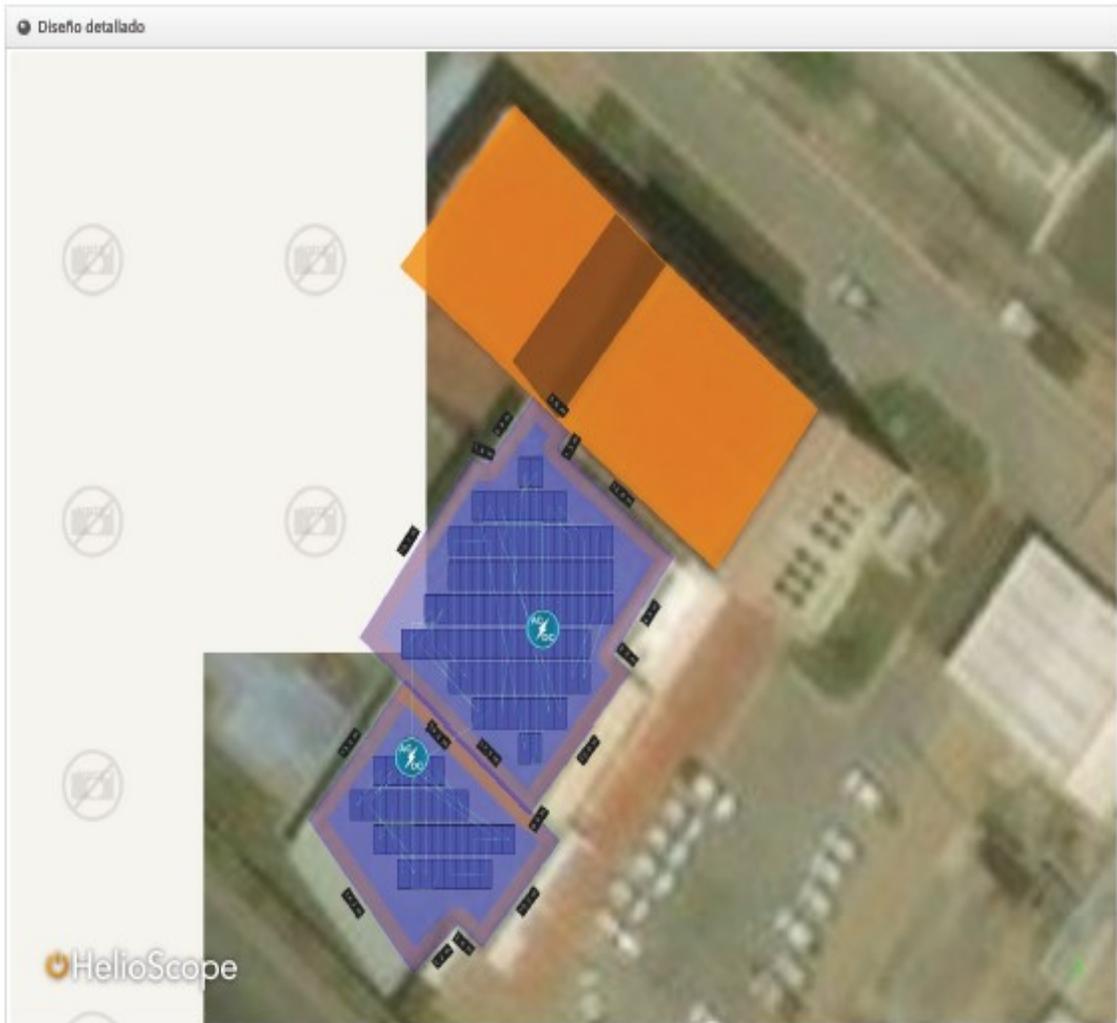
Producción anual			
	Descripción	Salida	% Delta
Irradiancia (kWh / m ²)	Irradiancia horizontal global anual	1.659,4	
	Irradiancia POA	1.635,8	-1,4%
	Irradiancia sombreada	1.543,6	-5,6%
	Irradiancia después de la reflexión	1.496,6	-3,0%
	Irradiancia después de ensuciar	1.466,7	-2,0%
	Irradiancia total del colector	1.466,6	0,0%
Energía (kWh)	Placa de nombre	84.499,1	
	Salida a niveles de irradiación	83.795,2	-0,8%
	Salida a reducción de temperatura de celda	81.925,5	-2,2%
	Salida después de discrepancia	75.268,9	-8,2%
	Salida CC óptima	74.922,6	-0,4%
	Salida CC restringida	74.339,6	-0,8%
	Salida del inversor	72.824,2	-2,0%
	Energía a la red	72.460,1	-0,5%
Métricas de temperatura			
	Promedio Temperatura ambiente de funcionamiento	13,3 °C	
	Promedio Temperatura de funcionamiento de la celda	21,8 °C	
Métricas de simulación			
	Horas de funcionamiento	4561	
	Horas resueñas	4561	

Conjunto de condiciones				
Descripción	Conjunto de condiciones 1			
Conjunto de datos meteorológicos	TMY, cuadrícula de 10 km, meteorom (meteorom)			
Ubicación del ángulo solar	Meteo Lat / Long			
Modelo de transposición	Modelo Pérez			
Modelo de temperatura	Modelo Sandia			
Parámetros del modelo de temperatura	Tipo de rack:	una	segunda	Delta de temperatura
	Inclinación fija	-3,56	-0,075	3 °C
	Montaje empotrado	-2,81	-0,0455	0 °C
Sudiedad (%)	J	F	METRO	UNA
	J	J	UNA	S
Varianza de la irradiación	J	J	J	J
	J	J	J	J
Preparación de la temperatura de la celda	4 °C			
Rango de agrupación de módulos	-2,5% a 2,5%			
Reducción de potencia del sistema de CA	0,50%			
Caracterizaciones de módulos	Módulo	Subida per	Caracterización	
	TSM-DE17M (II) 450 (Trina Solar)	Laboratorios Folsom	Caracterización de hoja de especificaciones, PAN	
Caracterizaciones de componentes	Dispositivo	Subida per	Caracterización	
	Sunny Tripower 24000TL-US (SMA)	Laboratorios Folsom	CCA modificada	

Componentes		
Componente	Nombre	Cantidad
Inversores	Sunny Tripower 24000TL-US (SMA)	2 (48,1 kW)
Instrumentos de cuerda	10 AWG (cobre)	8 (161,8 m)
Módulo	Trina Solar, TSM-DE17M (II) 450 (450W)	128 (57,6 kW)

Zonas de cableado			
Descripción	Polos combinador	Tamaño de cadena	Estrategia de encendido
Zona de cableado	12	4-18	A lo largo de Racking

Segmentos de campo									
Descripción	Atraz	Orientación	Inclinación	Azmut	Espaciado entre líneas	Tamaño del marco	Marcos	Módulos	Poder
Segmento de campo 1	Este	Paisaje (horizontal)	15,5 °	180 °	0,0 m	1x1	18	36	16,2 kW
Segmento de campo 2	Este	Paisaje (horizontal)	15,5 °	180 °	0,0 m	1x1	46	92	41,4 kW



H. Ficha técnica Medidor de energía

ISKRAEMECO + -

ICG

MT880-M y MT880-I

Medidores de alta precisión modular e integrado

- EWA EWA EWA Energías Activa, Reactiva y Aparente
- DIN DIN Caja DIN
- Y V I Múltiples tipos de conexión
- P14 Clase de Protección
- MW Perfil de carga
- D Puerto óptico
- RTC Reloj calendario RTC
- E Bitácora de eventos
- RS232 RS485 Interfaz RS232 y RS485
- M Registros para múltiples tarifas
- CL CL Clase de precisión
- M Detección de campo magnético
- PV Apto para la medición fotovoltaica
- D Demanda máxima
- E E Medición en 4 cuadrantes
- A Alarmas
- M M Comunicación (MT880-M)
- M Comunicación M - Bus
- P14 Protección contra ingreso de polvo y agua
- DLMS Conformidad DLMS-COSEM
- C Control de carga
- D Conexión directa o a transformadores de corriente
- G Calidad de potencia de acuerdo con EN 50160
- SCADA M SCADA tiempo real, Modbus (MT880-M)

ISKRAEMECO MT880 es un medidor de precisión multifuncional, ideal para aplicaciones industriales y comerciales grandes y medianas. Diseñado para proporcionar a sus usuarios un conjunto completo de funcionalidades:

- "Lectura sin tensión", opcional, via puerto óptico.
- Detección de cortes de tensión, "sags" y "swells".
- Fuentes de alimentación, interna y externa.
- Extensas características antifraude.
- Monitoreo calidad potencia integrada (opcional).
- Libros de eventos múltiples variables.
- Diseño fotovoltaico amigable.
- Protocolo DLMS/COSEM para fácil integración.
- Planes tarifarios ampliados.

Diagrama de conexiones

- "Lectura sin tensión", opcional, via puerto óptico.
- Detección de cortes de tensión, "sags" y "swells".
- Fuentes de alimentación, interna y externa.
- Extensas características antifraude.
- Monitoreo calidad potencia integrada (opcional).
- Libros de eventos múltiples variables.
- Diseño fotovoltaico amigable.
- Protocolo DLMS/COSEM para fácil integración.
- Planes tarifarios ampliados.

Dimensiones del medidor (mm)



ICG MT880-M y MT880-I Medidores de alta precisión modular e integrado

Resumen del tipo		MT880-M	MT880-I
		conexiones semidirecto e indirecto	
Red	Media tensión	•	•
	Baja tensión	•	•
Tipo de conexión	3F-4H	•	•
	3F-3H	•	•
	3F-3H (dos sistemas)	•	•
Comunicación en la board	RS232	•	•
	RS485 (RJ45)	•	•
Comunicación en módulos	3G modem - RS485	•	
	MODBUS TCP/IP & RTU - módulo análogo	•	
	Edinet - RS485	•	
Opciones entrada/salida	5 entradas, 8 salidas OPTOMOS + relé bistable 5 A	•	
	3 entradas, 5 salidas OPTOMOS + relé bistable 5 A		•

Especificaciones técnicas

Tensión nominal	Un	3x57,7/100 V ... 3x290/500
Rango de tensión		0,8 - 1,15 Un
Frecuencia de referencia		60 Hz ± 2%
Corriente	Corriente nominal In	2,5 A
	Corriente máxima Imax	20 A
Clase de precisión	Energía activa	Cl 0,5B (IEC 62053-22 NTC 2147)
	Energía reactiva	Clase 1 (IEC 62053-24 NTC)
	Energía aparente	Cl 2, calibrado al 1%
Reloj calendario	Precisión	Cristal: $\pm 5 \text{ ppm}$ ± 3 min/año, 25°C
	Alimentación respaldo	Supercapacitor: > 15 días, tiempo carga 250 h + pila litio: 10 años
Alimentación externa	Valor	57,7 - 240 V AC/DC
	Tolerancia	0,8 - 1,15 Un
Rango temp. IEC 62052-11	Operación	-40°C ... +70°C
	Almacenamiento	-40°C ... +85°C
Protección ingreso polvo y agua		IP54
Pantalla de cristal líquido		

Funcionalidades básicas:

Características de medición

- Energía Activa (importada/exportada) y Reactiva (importada/exportada), Reactiva 4Q, Aparente y demandas.
- Mediciones por fase y trifásicas de energía/demanda.
- Demanda máxima con período de integración programable.

Funcionalidades tarifarias:

- Esquemas tarifarios (TOU) en planes complejos.
- Control de tarifas vía RTC o entradas externas.

Perfiles de carga:

- Dos perfiles de carga independientes.
- Periodos de los perfiles de carga programables e independientes.
- Ocho bitácoras de eventos separadas.

Comunicación:

- IEC 62056-46 (DLMS) e IEC 62056-21, para el puerto óptico.
- IEC 62056-46 (DLMS), para otras interfaces de comunicación.
- MODBUS RTU y MODBUS TCP/IP (sólo MT880-M).
- Canales de comunicación independiente.

Calidad de la energía:

- Medición de corriente RMS por fase.
- Tensión RMS por fase.
- Factor de potencia.
- Frecuencia de la red.
- Ángulos de fase.
- Interrupciones de tensión.

Funcionalidades específicas:

- Pantalla LCD con luz de fondo.
- Detección de apertura de tapa principal y tapa cubrebombas.
- Detector de campo magnético externo.
- Medición fotovoltaica.
- Canales de comunicación con seguridad.
- Detección de anomalías en la red.

Opcional:

- Características de medición de calidad de la energía ampliada (componentes armónicos, factor de distorsión armónica total, sags y swells de la tensión).
- Módulos de comunicación (ver tabla resumen del tipo MT880-M).
- Control de carga.
- Funcionalidad de llamada con envío de mensaje de texto SMS.
- RTC (batería de litio + supercapacitor).



INELCA

INELCA S.A.S.
Calle 15 No. 22 - 207 Autopista Cali - Yumbo
Terminal logístico Valle del Pacífico, Bodega No. 4C
PBX: (57 2) 381 5000 Fax: (57 2) 380 8573
Email: servicioalcliente@inelca.com.co
ventas@inelca.com.co

Distribuidor:

I. ANEXO. TABLA 310-17

Tabla 310-17 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2 000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30 °C

Sección transv. mm ²	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre AWG kcmils
	60 °C TIPOS TW*, UP*	75 °C TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW*	90 °C TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	60 °C TIPOS TW*, UP	75 °C TIPOS RH*, RHW, THHW, THW, THWN*, XHHW, USE*	90 °C TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0,82	—	—	18	—	—	—	18
1,31	—	—	24	—	—	—	16
2,08	25*	30*	35*	—	—	—	14
3,30	30*	35*	40*	25*	30*	35*	12
5,25	40	50*	55*	35*	40*	40*	10
8,36	60	70	80	45	55	60	8
13,29	80	95	105	60	75	80	6
21,14	105	125	140	80	100	110	4
26,66	120	145	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,20	165	195	220	130	155	175	1
53,50	195	230	260	150	180	205	1/0
67,44	225	265	300	175	210	235	2/0
85,02	260	310	350	200	240	275	3/0
107,21	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	700
380,02	655	785	855	515	620	700	750
405,36	680	815	920	535	645	725	800
456,03	730	870	985	580	700	785	900
506,70	780	935	1.055	625	750	845	1000
633,38	890	1.065	1.200	710	855	960	1250
760,05	990	1.175	1.325	795	950	1075	1500
886,73	1070	1.280	1.445	875	1050	1185	1750
1 013,40	1155	1.385	1560	960	1150	1335	2000
FACTORES DE CORRECCION							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	—	0,58	0,71	—	0,58	0,71	56-60
61-70	—	0,33	0,58	—	0,33	0,58	61-70
71-80	—	—	0,41	—	—	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 A para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre.

Glosario

Modular solar (panel solar) fotovoltaico: componente encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica, a través del fotovoltaico del efecto fotoeléctrico. Están contruidos principalmente por semiconductores (silicio) monocristalino policristalino, estas son características por su potencia nominal en el mercado industrial, o potencia máxima que pueden generar este panel en condiciones ideales (radiación de $1\text{W}/\text{m}^2$ y temperatura de 25°C).

Regulador de carga: Este componente del sistema administra de forma eficiente la energía hacia las baterías prologando su vida útil protegiendo el sistema de sobrecarga y sobre descargas.

Batería (acumulador): la energía eléctrica de los paneles, una vez regulada va a las baterías. Están almacenan la electricidad para poder usarla en otro momento, su comercialización es basada en la capacidad de almacenar energía y es medida en Amperios hora (Ah).,

Inversor: este componente la corriente continua en y bajo voltaje (12v o 24v típicamente) proveniente de las baterías o controlador en corriente alterna, pero el caso de Colombia 12v, de forma simplificada se puede decir que transforma la corriente continua en un toma corriente convencional.

Soporte: este es un componente pasivo de los sistemas de energía solar. Encargado de mantener en su lugar los módulos fotovoltaicos y debe estar proyectado para soportar a la intemperie contante por unos 25 años.

Cableado eléctrico: este elemento que transporta la energía eléctrica desde su generación, para su posterior distribución y transporte. Su dimensionamiento viene determinado por el criterio más restrictivo entre la máxima diferencial de potencial y la intensidad máxima admisible.

Corriente de iluminación: la corriente generada cuando incide la radiación solar sobre la célula.

Corriente de oscuridad: es debida a la recombinación de los partes electrón-hueco que se produce en interior del semiconductor.

Tensión de circuito abierto: la máxima tensión que se obtiene en los extremos de la célula solar, que se da cuando no está conectada a ninguna carga. Es una característica del material con el que está construida la célula.

Corriente de cortocircuito: máximo valor de la corriente que puede circular por la célula solar. Se da cuando sus terminales están cortocircuitadas.

Conectores prensados macho y hembra: Estos son panel solar mc4, conector compatible con ce, tuv, ul, etc conector de cable solar mc4 compatible con este estilo de serie conjunto de conexión solar de paneles múltiples juntos en un campo de energía solar.

A final del documento es opcional incluir índices o glosarios. Éstos son listas detalladas y especializadas de los términos, nombres, autores, temas, etc., que aparecen en el trabajo. Sirven para facilitar su localización en el texto. Los índices pueden ser alfabéticos, cronológicos, numéricos, analíticos, entre otros. Luego de cada palabra, término, etc., se pone coma y el número de la página donde aparece esta información.

Bibliografía

- [1] A. C. G. López y Y. A. T. Bautista, «ESTUDIO DE ILUMINACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO ADMINISTRATIVOS DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL VERDE AZUL S.A.S», p. 113.
- [2] «2.1.- Lámparas Incandescentes. | IEI03.- Análisis de las instalaciones de alumbrado.»
https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI03/es_IEA_IEI03_Contenidos/website_21_Imparas_incandescentes.html (accedido ago. 24, 2020).
- [3] «Lámparas incandescentes.»
<https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html> (accedido nov. 18, 2020).
- [4] P. Santamaria, «¿Qué es la iluminación LED? Especial: Iluminación LED», *Xataka Smart Home*, oct. 17, 2012. <https://www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/ques-la-iluminacion-led-especial-iluminacion-led> (accedido ago. 24, 2020).
- [5] «spanish_paris_agreenebt_pdf». .
- [6] «Leyes desde 1992 - Vigencia expresa y control de constitucionalidad [LEY_1715_2014]».
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html (accedido ago. 25, 2020).
- [7] «RADIACIÓN SOLAR - IDEAM». <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar> (accedido sep. 07, 2020).
- [8] «TIPOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS», *Tritec Intervento*, ago. 18, 2017.
<https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/> (accedido sep. 14, 2020).
- [9] «Infraestructura de Medición Avanzada (Resolución CREG 131 de 2020). Bogotá, 03 de agosto de 2020a», *CREG*, ago. 03, 2020.
<https://www.creg.gov.co/comunicaciones/presentaciones/presentaciones-2020/infraestructura-de-medicion-avanzada-resolucion-creg-131-de-2020-bogota-03-de-agosto-de-2020a> (accedido sep. 24, 2020).