



# **Diseño fotovoltaico y estructural de un kiosco inteligente para la UAN sede Duitama**

**Diego Fernando Márquez Torres**

**Juan Carlos Pérez García**

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

# **Diseño fotovoltaico y estructural de un kiosco inteligente para la UAN sede Duitama**

**Diego Fernando Márquez Torres**

**Juan Carlos Pérez García**

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

Director:

MSc. Juan David Rivera Niquepa

Línea de Investigación:

Generación de energía, diseño mecánico e instalaciones eléctricas

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Duitama, Colombia

2020

*“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”*

*Albert Einstein*

*“Dentro de veinte años estarás más decepcionado por las cosas que no hiciste que por las que hiciste, así que suelta las amarras, vela lejos del puerto seguro y captura de los vientos alisios en tus velas. Explora, sueña y descubre”.*

*Mark Twain*

## Resumen

La Universidad Antonio Nariño en la ciudad de Duitama-Boyacá, cuenta con una sede donde se puede encontrar una infraestructura de punta y espacios que brindan la oportunidad de llevar todos los conocimientos teóricos adquiridos a una parte práctica, por lo que en este documento se presenta el diseño de un proyecto en el cual se establece la implementación de paneles solares para poder ejecutar la recolección de energías renovables, los cuales, tienen como propósito generar energía a la instalación, a partir de irradiación solar, mediante un sistema off-grid (autónomo). Como propósito se busca transmitir la energía recolectada a un punto o lugar (kiosco), donde las personas se puedan acercar y usar este espacio agradable como zona de estudio o lugar de esparcimiento con nuevas tecnologías.

Como resultado se obtiene el diseño estructural, el diseño del sistema fotovoltaico y la instalación eléctrica interna, con su debida planimetría y memorias de cálculo, en los cuales se implementaron los softwares de dibujo AUTOCAD e INVENTOR, para la obtención de dichos diseños. En el documento se encuentran datos exactos, los cuales van a ayudar con la implementación del diseño a futuro.

Se debe resaltar que con este proyecto se incita a todos los miembros de la comunidad Antonio Nariño, a que se arriesguen con los grupos de investigación en temas de energías renovables, impulsando desarrollo sostenible y mitigación en el cambio climático, garantizando el uso adecuado de estas energías en la sociedad.

**Palabras clave:** Energía solar fotovoltaica, sistema off-grid, kiosco inteligente.

# Abstract

Antonio Nariño University in the city of Duitama-Boyacá, has a headquarters where you can find a state-of-the-art infrastructure and spaces that provide the opportunity to bring all the theoretical knowledge acquired to a practical part, so this document presents the design of a project which establishes the implementation of solar panels to run the collection of renewable energy, which are intended to generate energy to the facility, from solar irradiation, through an off-grid system (autonomous). The purpose is to transmit the collected energy to a point or place (kiosk), where people can approach and use this pleasant space as a study area or place of recreation with new technologies.

The result is the structural design, the design of the photovoltaic system and the internal electrical installation, with its due planimetry and calculation memories, in which the respective implementation of the drawing software AUTOCAD and INVENTOR was carried out, to obtain these designs. In the document you will find exact data, which will help with the implementation of the design in the future.

It should be noted that this project encourages all members of the Antonio Nariño community to take risks with research groups on renewable energy issues, promoting sustainable development and climate change mitigation, ensuring the appropriate use of these energies in society.

**Keywords:** Photovoltaic solar energy, off- grid system, Smart kiosk.

# Contenido

	Pág.
Resumen .....	IX
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas .....	XIII
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	XIV
Introducción .....	1
<b>1. Capítulo 1: Marco Teórico .....</b>	<b>4</b>
1.1 Panorama energético de energías renovables internacional .....	4
1.2 Panorama energético de energías renovables nacional .....	5
1.3 Marco normativo .....	7
1.3.1 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) .....	8
1.3.2 Norma Técnica Colombiana NTC 2050 .....	8
1.3.3 Norma Técnica Colombiana NTC 4405 .....	8
1.4 Condiciones climatológicas .....	9
1.5 Sistema solar fotovoltaico autónomo (Off-grid).....	11
1.5.1 El panel solar o módulo fotovoltaico.....	11
1.5.2 Regulador de voltaje.....	13
1.5.3 Banco de baterías.....	15
1.5.4 Inversor .....	16
1.6 Componentes de la estructura mecánica .....	16
1.6.1 Perfil estructural rectangular .....	17
1.6.2 Teja techolit colonial en polipropileno .....	18
<b>2. Capítulo 2: Desarrollo Metodológico .....</b>	<b>20</b>
2.1 Ubicación del proyecto .....	20
2.2 Dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico off-grid. ....	21
2.2.1 Estudio irradiación de la zona .....	21
2.2.2 Dimensionamiento y selección de los paneles solares.....	24
2.2.3 Dimensionamiento de regulador .....	26
2.2.4 Dimensionamiento inversor.....	27
2.2.5 Banco de baterías.....	27
<b>3. Capítulo 3: Resultados del diseño .....</b>	<b>29</b>
3.1 Cálculo dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico off-grid. ....	29
3.1.1 Cálculo dimensionamiento de carga suministrada al kiosco inteligente. ....	29

3.1.2	Cálculo demanda energética .....	30
3.1.3	Selección de los paneles solares .....	33
3.1.4	Selección de regulador.....	37
3.1.5	Selección de inversor .....	38
3.1.6	Cálculo banco de baterías.....	39
3.1.7	Costos instalación sistema fotovoltaico .....	41
3.2	Instalación eléctrica interna del kiosco .....	42
3.2.1	Dimensionamiento de carga instalada en el kiosco .....	44
3.2.2	Costo Instalación eléctrica interna.....	45
3.3	Diseños eléctricos y estructurales del sistema .....	46
3.3.1	Estructura del kiosco .....	50
	<b>Conclusiones .....</b>	<b>55</b>
	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>56</b>
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>92</b>

# Lista de figuras

Pág.

<b>Figura 1.1:</b> Evolución de las instalaciones fotovoltaicas mundiales anuales (Pasqualino et al., 2015) .....	1
<b>Figura 1.2:</b> La radiación solar (Schallenberg et al., 2008).....	10
<b>Figura 1.3:</b> Estructura básica de un sistema fotovoltaico autónomo (Lorenzo, 2012). ...	11
<b>Figura 1.4:</b> Estructura de la célula solar (Diaz & Carmona, 2010).....	12
<b>Figura 1.5:</b> Módulos fotovoltaicos (Diaz & Carmona, 2010). .....	13
<b>Figura 1.6:</b> Regulador de carga (Ruiz & Dolcet, 2015).....	14
<b>Figura 1.7:</b> Regulador de carga MPPT (Bauer Energy, s. f.).....	14
<b>Figura 1.8:</b> Perfil estructural rectangular (COLMENA, s. f.-b). .....	18
<b>Figura 1.9:</b> Techolit colonial en polipropileno (Eternit, 2019).....	19
<b>Figura 2.1:</b> Ubicación del proyecto (SOLARGIS, 2020). .....	20
<b>Figura 2.2:</b> Complementos plataforma Solargis (SOLARGIS, 2010).....	21
<b>Figura 2.3:</b> Estructura plataforma Solargis (SOLARGIS, 2010). .....	22
<b>Figura 3.1:</b> Radiación solar y parámetros meteorológicos (SOLARGIS, 2020) .....	31
<b>Figura 3.2:</b> Curvas características del panel solar .....	34
<b>Figura 3.3:</b> Distribución paneles solares .....	37
<b>Figura 3.4:</b> Datos característicos inversor phoenix de 3KVA .....	38
<b>Figura 3.5:</b> Distribución banco de baterías. ....	41
<b>Figura 3.6:</b> Cuadro de carga instalado en el Kiosco .....	44
<b>Figura 3.7:</b> Amperaje que soportan los cables de cobre .....	45
<b>Figura 3.8:</b> Diagrama unifilar del sistema.....	47
<b>Figura 3.9:</b> Diseño sistema fotovoltaico .....	48
<b>Figura 3.10:</b> Diagrama de circuitos eléctricos del kiosco .....	49
<b>Figura 3.11:</b> Ficha técnica, techolit colonial en polipropileno (Eternit, 2019). .....	50
<b>Figura 3.12:</b> Datos mecánicos panel .....	51
<b>Figura 3.13:</b> Diseño estructural del kiosco .....	52
<b>Figura 3.14:</b> Dimensiones del kiosco inteligente .....	52
<b>Figura 3.15:</b> Diseño estructural del kiosco .....	53
<b>Figura 3.16:</b> Diseño de la estructura del kiosco .....	53
<b>Figura 3.17:</b> Soporte paneles solares .....	54
<b>Figura 3.18:</b> Diseño estructura para tablero del sistema eléctrico.....	54



# Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.1:</b> Potencial solar .....	6
<b>Tabla 1.2:</b> Normatividad para uso e implementación de energías renovables .....	7
<b>Tabla 1.3:</b> propiedades mecánicas del perfil conformado .....	17
<b>Tabla 3.1:</b> Cuadro de demanda de cargas.....	29
<b>Tabla 3.2:</b> Tensión nominal del sistema.....	35
<b>Tabla 3.3:</b> Cuadro de costos sistema de la instalación fotovoltaica .....	42
<b>Tabla 3.4:</b> Costo Instalación eléctrica interna .....	46

# Lista de Símbolos y abreviaturas

## Abreviaturas

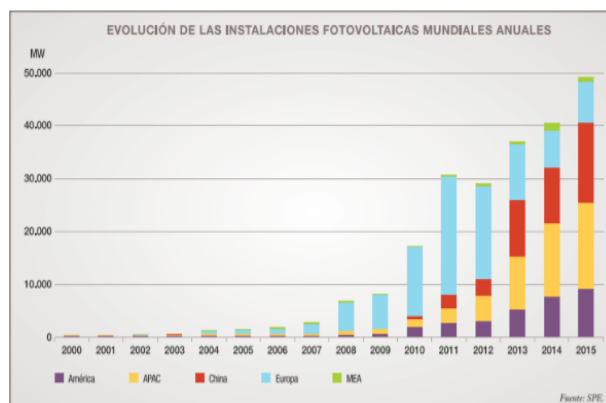
<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>HSP</i>	Hour solar pick
<i>EER</i>	Educacion en energías renovables
<i>ER</i>	Energías renovables
<i>FENOGÉ</i>	Fondo de energía No convencionales y gestión eficiente de la energía
<i>FNCE</i>	Fuentes no convencionales de energía
<i>SFV</i>	Sistema Fotovoltaico
<i>RETIE</i>	Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas

# Introducción

El aumento de los sistemas de generación eléctrica mediante energías renovables ha provocado la necesidad de formar profesionales en este campo. Uno de los sistemas con más prosperidad es la instalación solar fotovoltaica, debido que ha sido muy desarrollada recientemente (Diaz & Carmona, 2010). El sol es una fuente de energía en nuestro planeta, es lógico que la naturaleza la aproveche en todos los procesos que a ella corresponden, con el uso de paneles solares se puede convertir eficazmente la radiación solar en energía aprovechable (Carballo, 2016). Según el informe presentado por National Geographic (2018), la agencia Internacional de energías renovables cree que para el 2030, el sol puede convertirse en la fuente del 13% de la demanda energética mundial (Rendón López, 2018). Las energías alternativas siempre han existido en la vida diaria, aunque a menudo se desconoce la existencia de estas energías, ya que siempre se antepone la economía sobre los beneficios ambientales (Cruz et al., 2013).

La volubilidad de la tecnología fotovoltaica, en conjunto con la disminución de los costes, producen que el sector fotovoltaico sea competitivo, el cual demuestra cada vez más, que se adapta a las condiciones de cualquier país, como se puede observar en la Figura 1.1.

**Figura 1.1:** Evolución de las instalaciones fotovoltaicas mundiales anuales (Pasqualino et al., 2015)



Fuente: *El tiempo de la energía solar fotovoltaica* (UNEF)

Desde el punto de vista económico y energético, el uso de la energía solar fotovoltaica aporta una serie de ventajas. Por ejemplo, los paneles fotovoltaicos se pueden instalar en el techo de una casa o en una terraza, y pueden capturar la radiación solar. Convirtiendo esta, se puede proporcionar parte del consumo de la casa o lugar a instalar, es inagotable a escala humana, sin complicadas medidas de seguridad, el balance energético suele ser positivo del tercer al quinto año, los paneles son fáciles de mantener y los tamaños son diversos. Existen algunas deficiencias en la instalación de paneles solares debido a que la inversión inicial de la instalación posee un costo muy alto, para aumentar la capacidad se requiere más espacio, ya que se solicitan más módulos y la energía generada no se puede almacenar directamente (Pasqualino et al., 2015).

Actualmente contamos con dos tipos de sistemas los cuales son: el sistema on-grid que principalmente depende de la red y los sistemas off-grid (autónomos), son aquellos sistemas que no están conectados a la red de distribución, está conformado básicamente por paneles solares, regulador de cargas, inversor, banco de baterías y suelen estar ubicados en zonas remotas las cuales carecen del servicio de energía eléctrica. En los sistemas autónomos se permite que la energía se almacene a través de bancos de baterías, acatando los factores de los días de autonomía anhelado. Por lo que suele ser más económico implementar un sistema fotovoltaico que un sistema convencional (Vega-Carranza et al., 2019).

El ajuste del tamaño de los sistemas fotovoltaicos requiere una serie de conocimientos básicos que involucran variables de temperatura las cuales son un factor importante en el rendimiento del panel solar; la ubicación geográfica (latitud y longitud) del lugar de instalación es un dato primordial, debido a que esto da el concepto de radiación incidente dependiendo de la época del año, tamaño y otros parámetros es muy importante en este sentido (Serna-Ruiz et al., 2016).

El término "Hour Solar Pick (HSP)" es la energía absorbida por cada  $m^2$  de Photovoltaic Solar Panel (PSP) durante un día real, suponiendo la radiación constante del sol es de  $1 kW/m^2$ , equivalente a la cantidad de energía transferida por el sol. La radiación a lo largo del día es expresada en  $kWh/m^2$  (Pérez et al., 2017). El ángulo de inclinación se determina para garantizar la máxima captación de energía solar para los paneles solares, se debe determinar la rotación y traslación de la tierra en el sistema, donde, se comprende que la tierra dura un año para poder rodear el sol sobre una órbita elíptica, y paralelamente rota

sobre su propio eje durante un día. Además, el ángulo de inclinación de la tierra sobre su eje polar está definido por  $23,45^\circ$  en el plano orbital relativo al sol. Esta inclinación determina que el sol este más alto en el cielo en el verano que en el invierno (Paternina et al., 2012).

El diseño del kiosco inteligente se toma como área de estudio para la UAN sede Duitama, se adquiere datos sobre las energías renovables; en este caso la energía solar fotovoltaica, realizando el estudio de los sistemas off-grid, donde los factores de radiación solar son primordiales, se implementa memorias de cálculo de los diseños estructurales y eléctricos del sistema.

Los usuarios directos del kiosco inteligente son todos los estudiantes e integrantes que conformen la universidad Antonio Nariño.

La formulación de este proyecto está enfocada por medio de los siguientes objetivos:

Objetivos generales: Diseñar un sistema fotovoltaico off-grid y la estructura para un kiosco inteligente con suministro de energía solar para la UAN sede Duitama.

Objetivos específicos:

- Realizar cálculos estructurales y diseño ergonómico para el kiosco inteligente.
- Dimensionar un sistema solar fotovoltaico off-grid, considerando la demanda de energía requerida en el kiosco.
- Diseñar la instalación eléctrica interna considerando los lineamientos establecidos por el RETIE.

# **1. Capítulo 1: Marco Teórico**

## **1.1 Panorama energético de energías renovables internacional**

En todo el mundo, las personas son cada vez más conscientes de las energías renovables, no solo para combatir el cambio climático, sino también brindar el desarrollo económico y acceso a la energía de millones de personas que aún está en proceso de desarrollo, ya que viven una vida sin servicio energéticos modernos. Es por eso que los últimos diez años, el avance de la tecnología de energías renovables ha obtenido un aumento de capacidad global, donde se atrae la inversión y se disminuye los costos a través de la economía a escala (Altamonte, 2017).

Según el estudio de la agencia internacional de energía a nivel mundial, el consumo de energía renovable ha aumentado en promedio 2.3% desde el 2015, lo que ha generado que las emisiones de carbono a nivel global relacionado con el consumo de energía se mantuvieron un poco estable en el 2014, donde se le atribuye una mayor penetración y eficiencia a las ER (Algarin & Álvarez, 2018).

La Unión Europea lidera la implementación de energías renovables creando así una propuesta legislativa llamada “paquete de energía limpia” para todos los europeos, donde el objetivo es cambiar el sistema energético de la Unión Europea, avanzando hacia una economía competitiva y satisfacer las bajas emisiones de carbono, debido a que fue pactado en el acuerdo de París sobre el cambio climático en 2015, con esta idea se implementa el crecimiento en empleos e innovación (Baza, 2016).

El acuerdo de París establece un objetivo global, donde todas las naciones del mundo deben avanzar hacia el mismo objetivo, debido a mantener el aumento de las temperaturas por debajo de los 2 ° C, y hacerse todo lo posible para no superar los 1.5 ° C. Además, las partes tienen como objetivo hacer que las emisiones globales alcancen su punto máximo

lo antes posible, y luego disminuir rápidamente, se busca lograr un equilibrio en la segunda mitad de este siglo. Entre emisiones antropogénicas y emisiones capturadas por sumideros naturales como los bosques. Todas las medidas de mitigación deben llevarse a cabo de manera justa y equitativa. En la lucha por el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza (Arbeláez et al., 2016).

## **1.2 Panorama energético de energías renovables nacional**

Los logros del país siguen siendo modestos y el desarrollo actual no está al alcance de los países que van desarrollados con el tema de las energías renovables, pero de igual manera el país puede deshacer su tradicional dependencia de países extranjeros y realizar un desarrollo con tecnologías energéticas renovables, donde es de resaltar que no se ha perdido el tiempo debido a que en los años 80 se despertó la admiración de la gente, ya que se implementaba ciertos procesos los cuales integraban el proceso con energías renovables, como lo eran los calentadores solares (UPME, 2015).

Colombia es un país rico en recursos naturales, lo que hace que posea importantes recursos de generación de energía a través de centrales térmicas e hidroeléctricas. Hoy, Colombia está a la vanguardia de las fuentes de energía no convencionales en los países que generan electricidad a través de las energías limpias renovables. Si bien se trata de una política relativamente nueva y alineada con los intereses nacionales, su implementación se está desarrollando rápidamente, por lo que es importante destacar la energía solar fotovoltaica como una de las fuentes sociales y energéticas más importantes. Económica, por su facilidad de implementación y amplia cobertura, también es importante destacar sus desarrollos científicos, técnicos y legales en toda la geografía nacional colombiana (Muñoz & Calvache, 2019).

Según lo pactado por Colombia, teniendo en cuenta el acuerdo de París, el país busca por medio de su compromiso mitigar las emisiones del efecto invernadero en un 20% en comparación con las emisiones proyectadas en 2030 (Arbeláez et al., 2016).

Se debe tomar conciencia para obtener una mejora en la disminución de la huella de carbono debido a que no podemos ser egoístas con las generaciones futuras, ya que ellos tienen el mismo derecho de contar con un ambiente agradable. A veces se ve como algo insignificante los consumos de energía que realizamos diariamente, pero esto día tras día está generando un gran daño a nuestro medio, debemos concientizarnos hacer uso de

elementos, productos o implementos los cuales ayuden al ambiente, tomando en cuenta la implementación de las energías solares fotovoltaicas ya que son energías amigables con el medio ambiente.

La energía solar fotovoltaica es la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, este cambio ocurre en dispositivos llamados paneles solares (Giraldo et al., 2018). Según la UPME se publicó en 2005, la exposición al sol en Colombia en realidad está entre los  $(3.5 \text{ kWh}/\text{m}^2)/\text{días}$  y  $(6 \text{ kWh}/\text{m}^2)/\text{días}$ , valores consistentes con los datos extraídos en la Noticias de la Administración Nacional de aeronáutica y del espacio (NASA), donde también confirman que el país tiene un alto potencial fotovoltaico positivo (Erazo & Erazo, 2015).

**Tabla 1.1:** Potencial solar

REGIÓN	$(\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{año}$
Guajira	1980 – 2340
Costa Atlántica	1260 – 2340
Orinoquia	1440 - 2160
Amazonia	1440 - 1800
Andina	1080 - 1620
Costa Pacífica	1080 - 1440

Fuente: Evaluación de la energía solar fotovoltaica como solución a la dependencia energética de zonas rurales de Colombia

Colombia tiene un potencial energético solar a lo largo de todo el territorio nacional, con un promedio diario multianual cercano a  $4,5 \text{ kWh}/\text{m}^2$ . Boyacá se encuentra ubicada en la región andina y según datos tomados de la tabla 1.1,  $1080 - 1620(\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{año}$ , es el promedio de disponibilidad de energía solar que posee la región (Toledo, 2013). El departamento de Boyacá cuenta con una condición favorable en recursos renovables de energía involucrando el sol. La implementación de energías renovables en el departamento es de gran utilidad debido a que aun en estos tiempos varios sectores carecen del servicio de energía eléctrica por varios factores, con el aporte de los sistemas fotovoltaicos aislados serian de gran utilidad debido a que así se puede llevar energía a esos lugares, ayudando a esta población y al medio ambiente, debido a que con la implementación de estos recursos ayudan a mitigar la huella de carbono, además se ponen en práctica nuevas tecnologías.



Es de considerar que en varias zonas del departamento se están avanzando para apostarle a la implementación de módulos fotovoltaicos, para adquirir energía y así darle uso en varios sectores de su economía.

### 1.3 Marco normativo

**Tabla 1.2:** Normatividad para uso e implementación de energías renovables

Norma	Objetivo
Ley 1715 del 2014	Su objetivo es promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional.
Ley 2015 del 2008	Se adoptan medidas en materia de generación de energía eléctrica.
Ley 697 del 2001	La cual fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.
Ley 1665 del 2013	Se aprueba el 'Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena), el cual promueve el uso sostenible de las energías renovables.
Decreto 1283 del 2016	Establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía.
Decreto 1543 de 2017	Se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, FENOGE, tiene como objetivo financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía, a través de su fomento, promoción, estímulo e incentivo.
Resolución CREG 030 del 2018	Presenta regularidades en las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional.
Decreto 570 del 2018	Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de

---

	proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones.
--	---

Fuente: *Autores*

### **1.3.1 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)**

Establece medidas para garantizar la seguridad de la vida humana, protección del medio ambiente, animal y vegetal; alertando, minimizando o eliminando los peligros eléctricos. Sin perjuicio del cumplimiento de las normas civiles, mecánicas y Fabricación de equipos.

Además, determina las especificaciones y requerimientos que aseguren la seguridad en el óptimo funcionamiento de las instalaciones eléctricas; la confiabilidad, calidad y el debido uso de los equipos y productos, o sea, establece los requerimientos mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas (Colombia. Ministerio de Minas y Energía & Vélez, 2013).

### **1.3.2 Norma Técnica Colombiana NTC 2050**

El alcance de esta norma es salvaguardar la integridad de las personas y los bienes, derivado de los riesgos que pueden suceder por la implementación de energía eléctrica.

Esta norma se enfoca en los métodos necesarios que se deben tener en cuenta para la seguridad. El cumplimiento de estas y el mantenimiento adecuado darán como resultado una instalación casi libre de riesgos, pero no necesariamente efectiva, conveniente o suficiente para un buen servicio o expansión futura de las aplicaciones eléctricas. Este código no tiene la intención de marcar especificaciones de diseño ni de ser un manual de instrucciones para personal no calificado (ICONTEC, 1998).

### **1.3.3 Norma Técnica Colombiana NTC 4405**

Eficiencia energética. Evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos y sus componentes; La norma se refiere a un método para evaluar la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos, que se divide en tres etapas: Etapa de panel o módulo, etapa de ajuste y etapa de acumulación.

Por otro lado, existen algunas definiciones de sistemas de energía solar, tales como: área efectiva del panel, carga de la batería, eficiencia de células, paneles o módulos fotovoltaicos, energía consumida, irradiancia solar incidente, etc.

## 1.4 Condiciones climatológicas

El sol, directa o indirectamente, es el origen de toda energía renovable. La energía del sol se transporta por el medio través de radiación electromagnética, parte de esta energía llega a la atmósfera. Absorbido por la atmósfera y el suelo, además una fracción de esta es parcialmente reflejada directamente del piso al espacio. Por eso menos de la mitad la radiación solar realmente llega a la superficie de la tierra, esta parte es la que podemos usar Propósito energético en nuestro planeta (Schallenberg et al., 2008).

Se deben tener en claro ciertos factores los cuales intervienen en las instalaciones solares fotovoltaicas los cuales son (IDEAM, 2017):

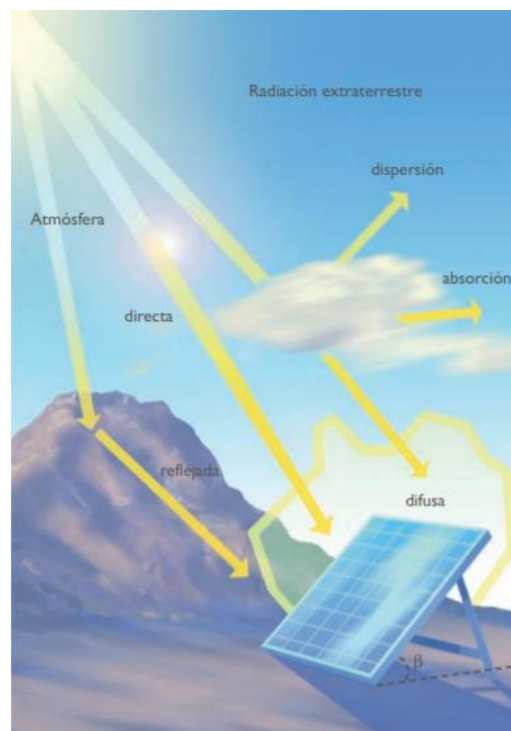
- **Irradiancia:** describe la magnitud de la radiación o la intensidad de la radiación solar que nos llega, en unidades de potencia instantánea por unidad de superficie, su unidad es  $W/m^2$ .
- **Irradiación:** es la cantidad de radiación recibida en un período de tiempo determinado, es decir, la potencia recibida por unidad de tiempo y por unidad de área. se mide en  $Wh/m^2$  o, en caso de un día, en  $(Wh/m^2)/día$ .
- **Constante solar:** se expresa como  $B_0$ , que es la irradiancia que recibe la superficie perpendicular al sol en la atmósfera. Su valor es de aproximadamente  $1.367 W/m^2$ . En el transcurso del día, la presencia de nubes, cambios en el ángulo de inclinación, el cual no aplica por ser fijo, dirección y suciedad reducirán la irradiancia que recibe el panel fotovoltaico.

También se encuentran los diferentes tipos de radiación que presenta el medio (Erazo & Erazo, 2015):

- **Radiación solar:** es la energía transferida por el sol en la manera de ondas electromagnéticas.

- **Radiación directa:** es aquella que se recibe directamente del sol, se ve afectada por la absorción, la nubosidad y también depende de la temporada del año en que se tome la medida.
- **Radiación difusa:** en el transcurso vía a la tierra choca con las nubes generando reflejo y además cambio de dirección, en días nublados es la que más se recibe.
- **Radiación reflejada o de albedo:** después de llegar a la tierra, parte de la radiación global. Es absorbido por la capa superior de agua o suelo y se convierte en calor. La otra parte refleja. La relación entre la radiación reflejada y la radiación incidente que se presenta en un plano inclinado se le denomina albedo y es expresado en porcentaje.
- **Radiación global:** Es la suma de todas las radiaciones que se presentan en la superficie donde inciden

**Figura 1.2:** La radiación solar (Schallenberg et al., 2008).



Fuente: *Energías renovables y eficiencia energética*

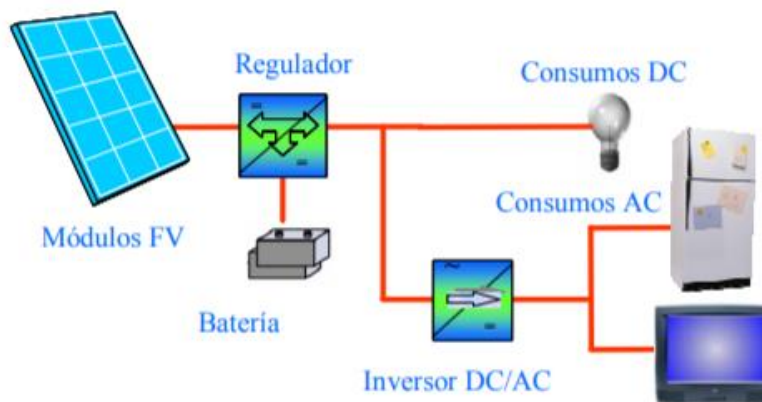
Para obtener sistemas fotovoltaicos óptimos es importante contar con datos claros sobre la potencia demandada por las cargas y la radiación solar brindada. En el parámetro de la

radiación es un factor importante debido a que si se desconoce este dato no se puede sobre dimensionar o sub-dimensionar el sistema, ya que se pueden presentar datos erróneos, se ocasionan pérdidas tanto económicas y del recurso solar (Sepúlveda, 2014).

## 1.5 Sistema solar fotovoltaico autónomo (Off-grid)

Un sistema solar fotovoltaico autónomo o también conocido sistema off-grid, es un sistema generador de energía eléctrica el cual lleva a cabo la tarea de suplir el consumo de cargas eléctricas aisladas de la red, es implementado para hacer un uso inmediato debido a su autogeneración, para su operación o funcionamiento solo depende de los componentes que lo conforman. Principalmente estos sistemas se pueden encontrar en lugares donde el servicio de energía es escaso (Lamigueiro, 2018).

**Figura 1.3:** Estructura básica de un sistema fotovoltaico autónomo (Lorenzo, 2012).



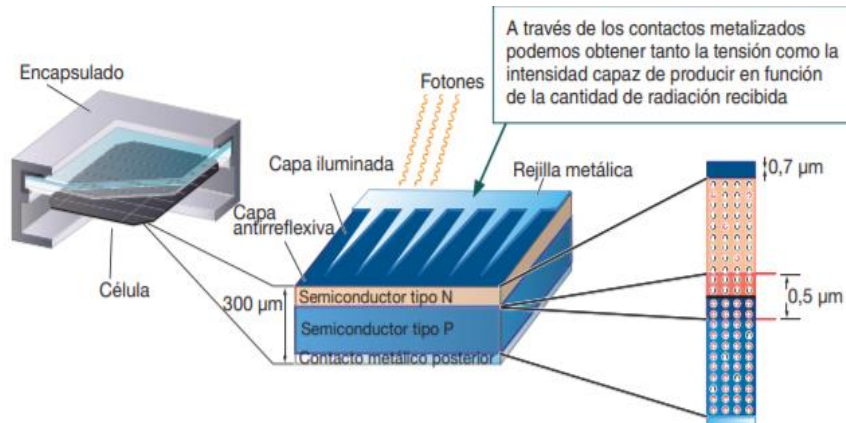
Fuente: *Manual para Instalaciones Fotovoltaicas Autónomas*

### 1.5.1 El panel solar o módulo fotovoltaico

Es un rectángulo plano sin partes móviles y una estructura simple porque en realidad está compuesto solo por células fotovoltaicas interconectadas adecuadamente, que pueden proporcionar un suministro de energía ininterrumpido y permanente sin desgaste o casi sin envejecimiento, diferencia de potencial o voltaje, según los estudios tienen un tiempo de duración entre 20 a 25 años. La única necesidad de estar expuesto a radiación electromagnética entre longitudes de onda específicas, especialmente la luz solar (PROGENSA, 2009). Un módulo solar típico consta de unas 50 células, las cuales se conectan bajo un modelo que permite obtener una tensión de unos 15 voltios, dicha

tensión es suficiente para cargar una batería de 12 voltios y la potencia tienen un rango entre 10 y 200 vatios (Gómez-Ramírez et al., s. f.).

**Figura 1.4:** Estructura de la célula solar (Díaz & Carmona, 2010).

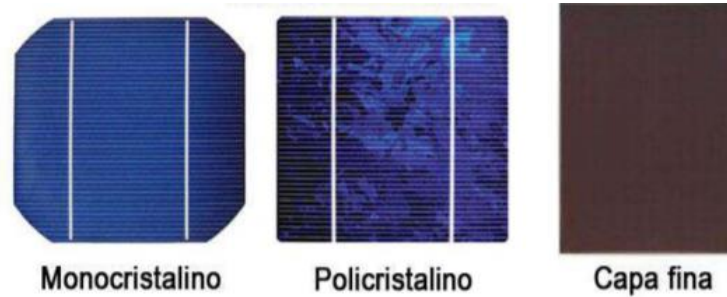


Fuente: *Instalaciones Solares Fotovoltaica*

Los módulos fotovoltaicos se clasifican en:

- Células de silicio monocristalino, las cuales están fabricadas en lingotes cilíndricos de silicio y dopados con boro, se pueden encontrar en color negro o azules homogéneos y sus células están conectadas en forma individual, su rendimiento directo está entre el 15 al 18 %.
- Células de silicio policristalino también usan parte de silicio para su sustrato, están compuestas por células cuyo silicio no procede de un único cristal de silicio, sino de muchos pequeños fundidos en grupo, su estructura se basa en cristales, pero a diferencia de los monocristalinos esta presenta un menor rendimiento debido a que se encuentra entre el 12 al 14%, contiene distintos tonos azules.
- Células de silicio amorfo poseen una capa muy fina, es depositada en forma de capas delgadas sobre diversos sustratos flexibles, como lo es el metal, vidrio o plástico. Estas células son menos eficientes que las anteriores ya que no hace uso de metales tóxicos como lo es el cadmio o el plomo, por eso son considerados una de las tecnologías fotovoltaicas más ecológicas, su rendimiento está más o menos entre el 10% (Díaz & Carmona, 2010).

**Figura 1.5:** Módulos fotovoltaicos (Diaz & Carmona, 2010).



Fuente: *Instalaciones Solares Fotovoltaica*

### 1.5.2 Regulador de voltaje

Es aquel componente que fija el valor de tensión nominal con el que trabaja la instalación, este equipo es el encargado de controlar y regular la corriente que pasa del módulo fotovoltaico a la batería. Estos dispositivos funcionan como cargadores de batería a valores apropiados, mientras que limitan la tensión de la batería a un valor apropiado para su funcionamiento, evitando que se generen las sobrecargas (Orellana & Vergara, 2016).

Cuando ocurre una sobrecarga, el regulador detectara de forma inmediata generando una señal la cual desconecta la carga, dejando el circuito abierto mientras se establece un circuito normal. El regulador debe mantener los valores preestablecidos para que no genere daño alguno a las baterías. para un óptimo rendimiento de la instalación ciertos reguladores modifican el voltaje que reciben de los módulos fotovoltaicos y así ser transferido a las baterías, con este sistema existen dos tipos (Riveros, 2016).

- **Regulador PWM:** (Modulación de ancho de pulsos) es un regulador simple que puede actuar como interruptor entre el módulo y la batería. Estos reguladores obligan al módulo a operar a voltaje de la batería sin ninguna instalación adicional. Cuando la carga de la batería alcanza su valor máximo de carga, el regulador modifica la intensidad del pulso y desconectara el contacto entre modulo y batería varias veces por segundo para evitar una sobrecarga en la batería y así se generen daños en esta (Riveros, 2016).

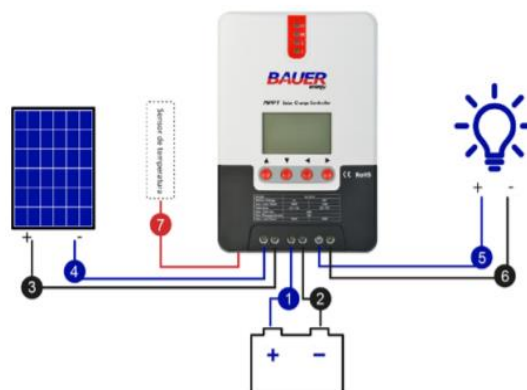
**Figura 1.6:** Regulador de carga (Ruiz & Dolcet, 2015).



Fuente: diseño de una instalación solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica de una vivienda aislada.

- Regulador MPPT:** la tecnología MPPT ("Seguimiento del punto de máxima potencia") es una tecnología avanzada de carga ya que puede hacer que los PSP extraigan más electricidad modificando la curva eléctrica con la que funciona el módulo. Debido a la no linealidad de producción del generador solar, posee un punto de máxima energía. los reguladores tradicionales hacen funcionar el panel solar bajo el voltaje de la batería, por lo que no concuerda con el punto de mayor de generación de corriente del módulo. una de las ventajas del regulador MPPT es que hace seguimiento frecuentemente del punto de máxima potencia del generador solar para adquirir el máximo potencial de carga para la batería (Bauer Energy, s. f.).

**Figura 1.7:** Regulador de carga MPPT (Bauer Energy, s. f.).





Fuente: *Manual regulador de carga MPPT*

### 1.5.3 Banco de baterías

La batería o acumulador es un elemento esencial en el sistema off-grid, es el encargado de almacenar la energía eléctrica cuando se posee radiación solar y hacer un respectivo retorno cuando no lo hay o cuando la radiación es escasa y no permite que los paneles solares suministren suficiente energía a las cargas que tiene el sistema (Riveros, 2016).

Una batería es un dispositivo que puede convertir energía química en energía eléctrica. Los objetivos primordiales de las baterías en el SFV son:

- Implementar la tensión de trabajo en la instalación.
- Suministrar una potencia instantánea elevada.
- Acumular energía en un preciso número de días.

Para realizar la selección de un acumulador o batería se debe tener en cuenta varios factores pero primordialmente la capacidad, ya que se entiende que es la cantidad de electricidad que se puede alcanzar en una descarga completa del acumulador iniciando de un condición de carga total del mismo (Diaz & Carmona, 2010).

La batería de un sistema fotovoltaico suele estar en un ciclo profundo, lo que significa pueden relevar mucha energía cargada antes de que necesiten cargarse nuevamente. Por el contrario, las baterías de los automóviles están diseñadas específicamente para resistir descargas a corto plazo, las baterías fotovoltaicas están integradas especialmente para proporcionar una corriente moderada durante muchas horas (BUN-CA, 2002).

Hay dos tipos de baterías según su ciclo:

- **Baterías de ciclo bajo:** Las baterías de ciclo bajo están diseñadas para proporcionar una cierta cantidad de corriente en un periodo corto de tiempo y soportar pequeñas sobretensiones sin perder electrolito, como los automóviles. Sin embargo, estas baterías no pueden soportar una descarga profunda. Si se descargan repetidamente por debajo del 20% la vida útil se acortará considerablemente. Por tanto, estas baterías no son ideales para sistemas solares fotovoltaicos.

- **Baterías de ciclo profundo:** están diseñadas para descargar repetidamente hasta un 80% de su capacidad, desde cualquier punto de vista esta es la mejor opción para un sistema de energía solar (EVE, 2000).

Es importante que los componentes que conforman el sistema las de baterías deben estar en un lugar que esté restringido el acceso a personal ajeno al mantenimiento para evitar el contacto accidental con personas u objetos, independientemente de la tensión o tipo de batería (Orellana & Vergara, 2016).

#### 1.5.4 Inversor

Proporcionar suficiente energía no solo significa funcionar de manera eficiente, contar con instalaciones segura y personal; esto también significa proporcionar energía en cantidad, calidad y tipo que se necesita (BUN-CA, 2002).

La tarea de los inversores en las instalaciones autónomas es proporcionar corriente alterna, así como de la red para que puedan conectarse a los mismos electrodomésticos que se suelen utilizar en los hogares. En este caso, los posibles cambios de corriente no son tan importantes como cuando se utilizan inversores en equipos conectados a la red.

Para la selección de un inversor DC-AC se debe tener en cuenta ciertos parámetros los cuales son (Diaz & Carmona, 2010):

- Alta fiabilidad
- Seguridad
- Alta eficiencia
- Bajo consumo en vacío
- Buena regulación de la tensión y frecuencia de salida
- Protección contra cortocircuitos.

### 1.6 Componentes de la estructura mecánica

Se evidencia que el kiosco cumple características propias de construcciones inteligentes y construcciones autosuficientes, debido a que se cumplen factores como optimización del consumo, ahorros en costos de mantenimiento y personal, estructuras flexibles para adaptarse a otras utilidades, ergonomía (Sierra et al., 2005). Además de generar su propia

energía mediante energías renovables sin depender de combustibles fósiles (Lorenzo, 2012).

Para la estructura mecánica en el diseño del kiosco inteligente se tienen en cuenta el tipo de material el cual se requiere implementar en la ejecución de este, por lo que es muy importante hacer un estudio exhaustivo de los componentes que van a complementar la estructura.

La resistencia es aquel parámetro que se opone a la ruptura y la rigidez es aquel que se opone a las deformaciones, estos son dos factores que se deben tener en cuenta para la implementación de una estructura ya que esta nos garantiza diseños seguros y funcionales (Trujillo, 2007).

### 1.6.1 Perfil estructural rectangular

Son alternativas industriales diseñadas para obtener una construcción de forma rápida y sencilla en los que se basa en sistemas estructurales metálicos de alta resistencia. Se pueden utilizar como pilares, vigas (COLMENA, s. f.-b).

Los perfiles estructurales se fabrican partiendo de bandas de acero laminado en caliente, que al pasar por una serie de rodillos sufren un proceso de formado en frío dando la geometría de cada perfil. Donde se establecen las normas AISI / SAE 1008, 1010, 1015 estándar de bajo contenido de carbono, alta soldabilidad y ductilidad; donde se tienen en cuenta los aceros que contengan un equivalente máximo en composición química, los cuales son (COLMENA, s. f.-a):

- Carbono: 0.27% máximo
- Manganeso: 1.40% máximo
- Fosforo: 0.045% máximo
- Azufre: 0.045% máximo

**Tabla 1.3:** propiedades mecánicas del perfil conformado

Esfuerzos	Cuadrados y rectangulares ASTM-A 500 grado C
Fluencia $F_y$	3.500 $kg/cm^2$
Ultima fluencia $F_u$	4.340 $kg/cm^2$
Elongación en 2"	21%

Fuente: *Línea Estructural "Perfiles cerrados (ASTM A 500 GRADO C) NTC 4526"*

**Figura 1.8:** Perfil estructural rectangular (COLMENA, s. f.-b).



Fuente: *Perfil estructural tubular negro y galvanizado ASTM a500*

### 1.6.2 Teja techolit colonial en polipropileno

El polipropileno es un plástico de ejecución respectivamente nuevo el cual ha llegado a superar las deficiencias que presentaba en sus comienzos, debido a que era muy sensible a la luz y al frío, es un plástico resistente, opaco, duro y posee alta resistencia al calor, ya que se ablanda a una temperatura igual o superior a los 150 °C. es un material el cual se puede doblar y hacer numerosos doblados, resiste golpes, aunque cuenta con poca densidad. Es generado a partir del propileno sustraído del gas del petróleo, es por esto que el propileno se crea por medio de la polimerización del propileno (López et al., 2016).

La teja techolit colonial en polipropileno cuenta con varias características que son importes en la implementación del kiosco y estas son las siguientes (Eternit, 2019):

- Para evitar la degradación ocasionada por la radiación, poseen filtros UV.
- Posee una capacidad de absorción de energía de impacto o choque superior a los 16 Joules.
- Alta resistencia al ataque químico.
- En parte monetaria son muy económicas.
- Su diseño presenta un agradable acabado.
- Son livianas e impermeables.

**Figura 1.9:** Techolit colonial en polipropileno (Eternit, 2019).



Fuente: *Tejas plásticas livianit, premium, techolit y techolit colonial*

## 2. Capítulo 2: Desarrollo Metodológico

Para el diseño del kiosco se tienen en cuenta una serie de fases las cuales están enfocadas a la realización del estudio adecuado de los factores que dependen en el desarrollo del diseño estructural, el diseño del sistema fotovoltaico y la instalación eléctrica interna, con su debida planimetría y memorias de cálculo.

### 2.1 Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza en la ciudad de Duitama – Boyacá, donde la universidad Antonio Nariño cuenta con una sede, que se beneficia de la infraestructura de punta más relevante de la región, la cual se ubica en la dirección transversal 29 # 9C – 46 / 56, con ayuda de la plataforma SOLARGIS se obtiene las coordenadas geográficas la cual tiene latitud 5.827706 con longitud -73.033894, perteneciente al continente de América del Sur.

**Figura 2.1:** Ubicación del proyecto (SOLARGIS, 2020).

## Proyecto: Duitama (Colombia)

Coordenadas geográficas	5.827706, -73.033894 (05°49'40", -73°02'02")
Número de informe	P-sg2 20516-2020-10-08-2026
Informe generado	2020-10-08
Generado por	Solargis

Fuente: *Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica*

## 2.2 Dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico off-grid.

En esta fase se obtiene el diseño general del sistema solar fotovoltaico off-grid, teniendo en cuenta los factores principales que lo conforman, para alcanzar este dimensionamiento se elaboran las siguientes actividades.

### 2.2.1 Estudio irradiación de la zona

En el estudio de irradiación de la zona se logra recolectar información con ayuda de la plataforma SOLARGIS, donde dicha plataforma tiene cobertura global y se encarga de evaluar la mayor eficiencia y productividad de la energía solar, posee ciertos enfoques que ayudan a ubicar y evaluar sistemas solares fotovoltaicos. En el cual con esta se puede determinar el mes de menos radiación solar, las horas pico, el ángulo de inclinación de los paneles, donde todo esto se realiza para obtener un óptimo rendimiento del sistema fotovoltaico.

En el siguiente enlace <https://apps.solargis.com/prospect>, se puede encontrar la información de la plataforma con sus respectivas especificaciones, como se ve en la siguiente figura.

**Figura 2.2:** Complementos plataforma Solargis (SOLARGIS, 2010).



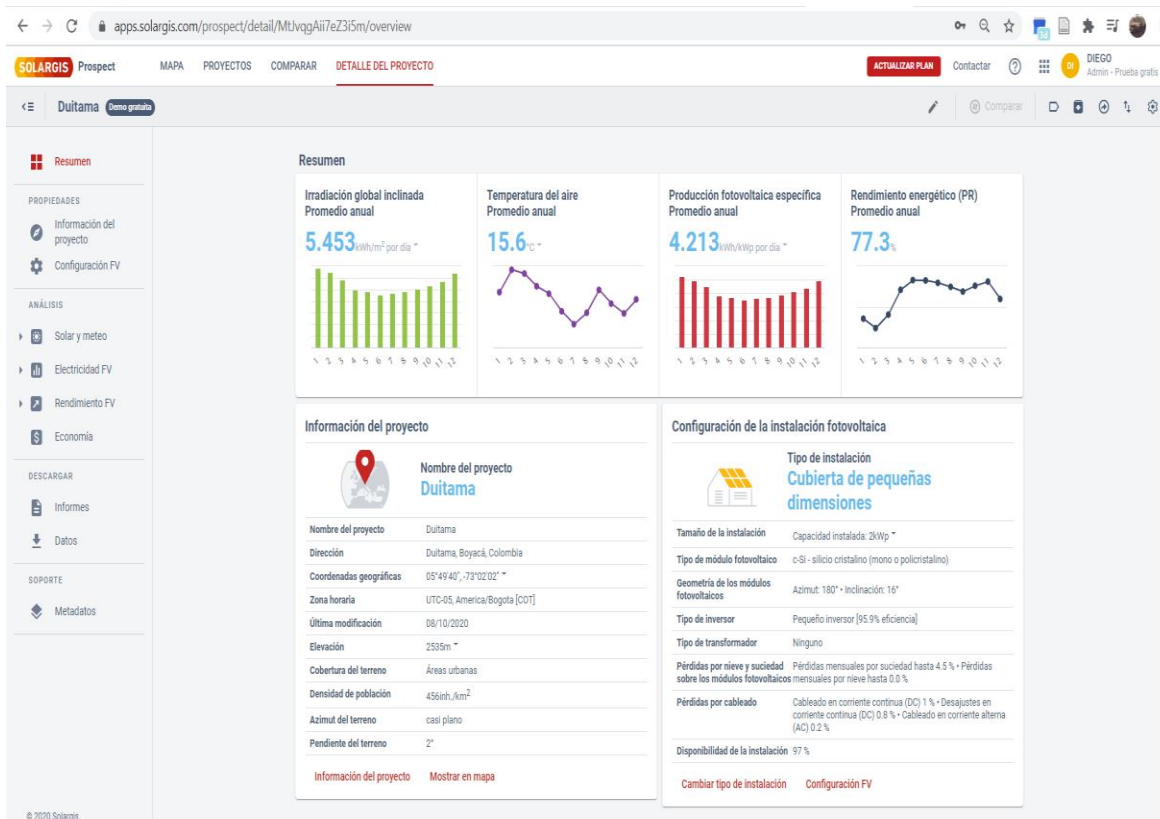
Fuente: Solargis

Además, en esta plataforma se puede observar los distintos tipos de mapas que se pueden llegar a utilizar como lo es la elevación, pendiente del terreno, azimut del terreno, producción fotovoltaica, irradiación global horizontal y entre otros.

Se pueden crear proyectos alusivos al tema fotovoltaico donde se realiza estudios de la radiación solar y parámetros meteorológicos a lo largo de todo el año, se comparan datos mes a mes, generando sus respectivos gráficos, también brindan el análisis de datos en la parte de economía, solar, electricidad fotovoltaica, rendimiento fotovoltaico, se pueden generar informes tanto en formato PDF o EXCEL, los datos anteriores pueden variar según los cálculos que se realicen para generar el proyecto que se desee.

En la siguiente figura se puede verificar la estructura que maneja la plataforma SOLARGIS.

**Figura 2.3:** Estructura plataforma Solargis (SOLARGIS, 2010).



Fuente: Solargis



- **Mes de menos irradiación solar:** según los datos obtenidos de la plataforma SOLARGIS, se toma los valores de la irradiación global horizontal (GHI), en la cual el mes como el menor valor de irradiación solar es con el que se trabaja el proyecto.
- **Horas solar pico:** Este factor es fundamental para la ejecución de los cálculos que presentan los sistemas fotovoltaicos, debido a que es la energía que se recibe en el día, es de resaltar que estos valores varían dependiendo de la localización que se presenta y de la época del año. Según para el sistema que se implementa para el kiosco se realiza los siguientes cálculos aplicando la (ecuación 2.1):

$$HSP\beta = \frac{G_{\beta}}{I_{\beta} (Stc)} \quad (2.1)$$

Donde se especifica que:

HSP: Es la hora solar pico [h]

$G_{\beta}$  : Valor de irradiación global presente en el mes [ $Wh/m^2$ ]

$I_{\beta}$  (Stc): Irradiación en condición estándar de medición, siendo un valor de [ $1000W/m^2$ ].

- **Ángulo óptimo  $\beta$ :** En la instalación fotovoltaica se tiene en cuenta la localización del kiosco, así obteniendo los grados de latitud del lugar, debido que para Colombia, por lo que se encuentra en el hemisferio norte y los paneles estáticos en zonas tropicales o para zonas cercanas al ecuador se tiene en cuenta la constante de  $10^{\circ}$ . Al sumar  $10^{\circ}$  a la latitud, se optimiza la instalación para los meses de invierno [1].

Para realizar la ejecución del cálculo del ángulo óptimo fijo que se aplica a los paneles, dichos datos se ejecutan en la (ecuación 2.2).

$$\beta = \emptyset + 10^{\circ} \quad (2.2)$$

Donde:

$\emptyset$  : Es la latitud

La Separación de los paneles según la estructura o edificación de la universidad se obtiene aplicando la (ecuación 2.3), Donde el seno del ángulo de inclinación fija ( $\sin \beta$ ), es igual a la altura ( $h$ ) en metros[m] sobre el área ( $a$ ) en metros[m].

$$\sin \beta = \frac{h}{a} \quad (2.3)$$

Siguiendo las fórmulas estipuladas, tomamos el valor de la altura hallada y con el valor de la latitud para poder obtener la distancia adecuada en la implementación de los paneles con la estructura de la universidad, dicha distancia se calcula aplicando la (ecuación 2.4).

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \phi)} \quad (2.4)$$

### 2.2.2 Dimensionamiento y selección de los paneles solares

Con el estudio realizado para el dimensionamiento y selección de los paneles solares, se tiene en cuenta los parámetros que caracterizan el panel seleccionado, donde la comercialización, la eficiencia, coeficiente de temperatura, vida útil son algunos de los factores más importantes que se tienen en cuenta. Resaltando que la vida útil de la mayoría de los paneles puede estar entre los 20 a 30 años.

Para el dimensionamiento se tiene en cuenta que la energía media diaria ( $E_{md}$ ) dada en  $[Wh]$  es igual a las horas solar pico (HSP) por la potencia del panel ( $P_p$ ) dada en watt (W) y la eficiencia del panel ( $\eta_p$ ) en la cual se obtiene con la (ecuación 2.5).

$$E_{md} = HSP * P_p * \eta_p \quad (2.5)$$

Para hallar el número total de paneles que se requieren en el kiosco se logra con la (ecuación 2.6).

$$Nt = \frac{E}{P_p * HSP * \eta_p} \quad (2.6)$$

Donde la E, es la energía del sistema demandada en  $[Wh/dia]$ .

La potencia pico de los paneles instalados ( $P_{pp}$ ), se calcula tomando el número de paneles ( $Nt$ ) por el valor de potencia ( $P_p$ ) que posee cada uno de los paneles (ecuación 2.7).

$$P_{pp} = Nt * P_p \quad (2.7)$$

Para seleccionar el modo de referencia de conexión del conjunto de paneles se tiene en cuenta la variedad de configuraciones que se poseen como lo es en serie, paralelo o mixto. Para la configuración en serie ( $N_s$ ) se debe contar con la aplicación de la (ecuación 2.8), donde se toman los valores de tensión del sistema y el voltaje máximo de potencia del panel solar.

$$N_s = \frac{Vsist - bat}{Vm} \quad (2.8)$$

En la configuración en paralelo se aplica la (ecuación 2.9), donde se divide el número total de paneles ( $Nt$ ) entre la configuración en serie ( $N_s$ )

$$N_p = \frac{Nt}{N_s} \quad (2.9)$$

Para hallar la corriente de cortocircuito del conjunto de paneles ( $I_{Gsc}$ ) dada en amperios [A], se requiere de información suministrada por el data sheet del panel, en la cual se toma la corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) y el número de paneles del sistema ( $Np$ ); para la ejecución de este se aplica la (ecuación 2.10).

$$I_{Gsc} = N_p * I_{sc} \quad (2.10)$$

El voltaje máximo generado ( $V_G$ ) por el conjunto de paneles solares se halla aplicando la (ecuación 2.11), donde se requiere la conexión de paneles en serie ( $N_s$ ) por el voltaje máximo de potencia del panel ( $U_{MPP}$ ) dado en voltios[V].

$$V_G = N_s * U_{MPP} \quad (2.11)$$

La corriente máxima producida por el conjunto de paneles solares ( $I_G$ ), se obtiene multiplicando la conexión de paneles en paralelo ( $N_p$ ) por la Corriente máxima de potencia del panel ( $I_{MPP}$ ) dada en amperios [A], se puede observar en la (ecuación 2.12).

$$I_G = N_p * I_{MPP} \quad (2.12)$$

### 2.2.3 Dimensionamiento de regulador

En esta actividad se realiza el estudio sobre los datos técnicos e información general del regulador, este se selecciona buscando aquel que genere más confiabilidad y seguridad en la instalación, ya que lo importante es que este dispositivo sea apto para soportar una sobrecarga sin que se genere un daño, algunos de los parámetros importantes que se necesitan para la selección del regulador son:

- Corriente o intensidad nominal de entrada
- Corriente o intensidad nominal de salida
- Rendimiento
- Porcentaje de sobrecarga
- Tensión nominal

La corriente de entrada del regulador se obtiene con la (ecuación 2.13).

$$IR = 1,20 * N_p * I_{SC} \quad (2.13)$$

Para hallar la corriente de salida, se toma la (ecuación 2.14).

$$I_{ccmax} = \frac{P_{ccmax} + \frac{P_{inv}}{\eta_{inv}}}{V_{CC}} \quad (2.14)$$

$I_{ccmax}$  : Corriente continua máxima de carga [A]

$P_{ccmax}$  : Potencia continua máxima de carga

$P_{inv}$  : Potencia del inversor [W]

$\eta_{Inv}$  : Eficiencia del inversor

$V_{cc}$  : Voltaje corriente continua [V]

## 2.2.4 Dimensionamiento inversor

Los parámetros principales que se tienen en cuenta para que el inversor brinde garantías a la instalación son los siguientes:

- Forma de onda: Onda sinusoidal Pura u onda cuadrada
- Tensión de entrada
- Que permita sobrecarga
- Frecuencia 60 Hz
- Eficiencia >90%

El cálculo que se realiza para dimensionar el inversor se establece por medio de los criterios de la (ecuación 2.15), donde  $P_{CA}$  es la potencia de demanda máxima generada por el kiosco [W].

$$P_{inv} = 1.1 * P_{CA} \quad (2.15)$$

## 2.2.5 Banco de baterías

La función principal de la batería es acumular la energía del sistema de generación. Su vida útil depende de la profundidad de descarga, velocidad de descarga, temperatura y otras variables. Por tanto, es importante conocer sus características técnicas para dimensionar correctamente el sistema y evitar errores a corto o largo plazo. La capacidad de sistema de baterías (*C. Sis. Bat*) se determina con la (ecuación 2.16).

$$C. Sis. Bat = \frac{E * N}{V_{cc} * Pd} \quad (2.16)$$

Donde (E) es la energía del sistema demandada [*Wh/dia*], N son los días de autonomía, ( $V_{cc}$ ) es el voltaje del sistema [V] y Pd es el porcentaje de descarga de la batería.

Para que el banco de baterías brinde un mejor servicio se debe contar con baterías de contengan las mismas características nominales, tipo de fabricante y especificaciones.

---

Para determinar la conexión en paralelo de las baterías tomamos la (ecuación 2.17), donde determina que la capacidad de sistema de las baterías ( $C.Sis.Bat$ ) es igual al número de baterías en paralelo ( $N_p$ ) por la capacidad de la batería ( $C.Bat$ ).

$$C.Sis.Bat = N_p * C.Bat \quad (2.17)$$

Realizando un respectivo despeje de la (ecuación 2.17) obtenemos que el número de baterías en paralelo es igual a la capacidad del sistema de baterías sobre la capacidad de la batería.

$$N_p = \frac{C.Sis.Bat}{C.Bat}$$

Para el número de baterías en serie se toma la (ecuación 2.18), donde el voltaje del sistema de las baterías ( $V.Sis.Bat$ ) es igual al número de baterías en serie ( $N_s$ ) por el voltaje de la batería ( $V.Bat$ ).

$$V.Sis.Bat = N_s * V.Bat \quad (2.18)$$

Realizando el despeje de esta ecuación se obtiene que el número de baterías en serie es igual al voltaje del sistema de las baterías sobre voltaje de la batería.

$$N_s = \frac{V.Sis.Bat}{V.Bat}$$

## 3. Capítulo 3: Resultados del diseño

### 3.1 Cálculo dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico off-grid.

En esta fase se obtiene el diseño general del sistema solar fotovoltaico off-grid, teniendo en cuenta los factores principales que lo conforman, para alcanzar este dimensionamiento se ejecutaron las siguientes actividades.

#### 3.1.1 Cálculo dimensionamiento de carga suministrada al kiosco inteligente.

Aplicando datos técnicos de los equipos que ejecutan funciones en el kiosco, se tiene en cuenta la cantidad de equipos, potencia requerida, horas de uso y consumo diario, los cuales son importantes para hallar la demandada máxima de carga requerida por el kiosco.

**Tabla 3.1:** Cuadro de demanda de cargas.

CUADRO DE DEMANDA DE CARGAS						
CARGA	CANTIDAD	POTENCIA W	TENSIÓN V	HORAS USO h	CONSUMO DIARIO Wh/día	DEMANDA MÁXIMA W
CELULAR	8	30	120	4	960	240
LUMINARIAS	6	24	120	8	1152	144
PC(PORTÁTIL)	8	200	120	4	6400	1600
		CONSUMO DIARIO			8512	
		TOTAL, CONSUMO DIARIO			10214.4	
		TOTAL, DEMANDA MÁXIMA				1984

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta el consumo diario se toma un factor de protección del 20% para ayudar a compensar las pérdidas de energía generadas por los elementos que conforman el sistema fotovoltaico.

$$8512 \text{ Wh/dia} * 0.20 = 1702.4 \text{ Wh/dia}$$

En la cual con este resultado se elabora el cálculo total del consumo diario, realizando la suma del consumo diario con el total generado por el factor de protección que se le implementa al sistema.

$$8512 \text{ Wh/dia} + 1702.4 \text{ Wh/dia} = 10214.4 \text{ Wh/dia}$$

### 3.1.2 Cálculo demanda energética

En el estudio de la demanda energética se logra recolectar información con ayuda de la plataforma SOLARGIS, en el cual se determinan el mes de menos radiación solar, las horas pico, el ángulo de inclinación fijo de los paneles, todo esto se realiza para obtener un óptimo rendimiento del sistema fotovoltaico.

- **Mes de menos irradiación solar:** según la gráfica obtenida del informe generado en la plataforma SOLARGIS, (Anexo A), se toma los valores de la irradiación global horizontal (GHI), en la cual se encuentra que el mes con mayor irradiación es enero con un valor del  $6.121 \text{ KWh/m}^2 \text{ por dia}$ , y el mes de octubre, es el mes como el menor valor de irradiación solar obteniendo  $5.140 \text{ KWh/m}^2 \text{ por dia}$ , dicho mes fue con el que se llevó a cabo los cálculos respectivos para la elaboración del proyecto.



**Figura 3.1:** Radiación solar y parámetros meteorológicos (SOLARGIS, 2020)

Mes	GHI kWh/m <sup>2</sup> por día	DNI kWh/m <sup>2</sup> por día	DIF kWh/m <sup>2</sup> por día	D2G	TEMP °C	WS m/s	CDD Grados día	HDD Grados día
Ene	6.121	6.494	1.756	0.29	15.7	1.4	3	136
Feb	6.115	5.758	2.033	0.33	16.0	1.4	3	123
Mar	5.894	4.606	2.473	0.42	15.9	1.4	2	128
Abr	5.247	3.740	2.518	0.48	15.8	1.4	1	118
May	5.364	4.119	2.463	0.46	15.7	1.6	1	119
Jun	5.234	4.243	2.392	0.46	15.4	2.0	0	130
Jul	5.308	4.284	2.406	0.45	15.3	2.2	0	145
Ago	5.196	3.902	2.528	0.49	15.4	2.1	0	145
Sep	5.180	3.832	2.517	0.49	15.7	1.8	1	137
Oct	5.140	3.872	2.377	0.46	15.5	1.3	0	134
Nov	5.233	4.542	2.154	0.41	15.4	1.2	0	125
Dic	5.686	5.905	1.852	0.33	15.6	1.3	1	131
<b>Anual</b>	<b>5.474</b>	<b>4.604</b>	<b>2.290</b>	<b>0.42</b>	<b>15.6</b>	<b>1.6</b>	<b>14</b>	<b>1570</b>

Fuente: *Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica*

- **Horas solar pico:** tomando el capítulo anterior, el sistema que se implementa para el kiosco se obtiene del siguiente cálculo aplicando la (ecuación 2.1). Este factor es fundamental para la ejecución de los cálculos que presentan los sistemas fotovoltaicos, debido a que es la energía que se recibe en el día.

$$HSP\beta = \frac{5140Wh/m^2}{1000W/m^2} = 5,140h \tag{2.1}$$

- **Ángulo óptimo  $\beta$ :** En la instalación fotovoltaica se tiene en cuenta la localización del kiosco, así obteniendo datos verídicos para la ejecución del cálculo del ángulo óptimo que se aplica a los paneles, los cuales dichos datos se ejecutan en la (ecuación 2.2), en la cual se obtiene uno de los cálculos primordiales en la instalación tomando como latitud ( $\phi$ ) = 5.82°:

$$\beta = 5.82^\circ + 10^\circ \tag{2.2}$$

$$\beta = 15.82^\circ \rightarrow 16^\circ$$

- La Separación de los paneles según la estructura o edificación de la universidad se obtiene tomando los siguientes datos y de igual manera aplicando la pertinente (ecuación 2.3):

$$\sin \beta = \frac{h}{a} \tag{2.3}$$

Realizando el despeje de la ecuación para obtener la altura ( $h$ ) se obtiene que, la altura ( $h$ ) es igual al área ( $a$ ) por el seno del ángulo de inclinación fijo ( $\sin \beta$ ).

$$h = a * \sin \beta$$

$$h = 15m * \sin 16^\circ$$

$$h = 3.7303m$$

Siguiendo las fórmulas estipuladas en capítulo 2, tomamos el valor de la altura hallada y con el valor de la latitud para poder obtener la distancia adecuada en la implementación de los paneles con la estructura de la universidad, dicha distancia se calcula aplicando la (ecuación 2.4).

$$d = \frac{h}{\tan(61 - 5.8)} \quad (2.4)$$

$$d = \frac{3.7303m}{1.1783} = 3.1658m$$

De igual manera se realiza los mismos cálculos para poder hallar la distancia que se posee entre cada panel instalados en el kiosco, hallando la altura donde se aplica nuevamente la (ecuación 2.3) con su respectivo despeje de la altura ( $h$ ).

$$h = a * \sin \beta$$

$$h = 200cm * \sin 16^\circ$$

$$h = 49.737cm$$

así relativamente se realiza para hallar la distancia usando la (ecuación 2.4).

$$d = \frac{h}{\tan(61 - 5.8)}$$

$$d = \frac{49.73}{1.1783}$$

$$d = 42.21cm$$

### 3.1.3 Selección de los paneles solares

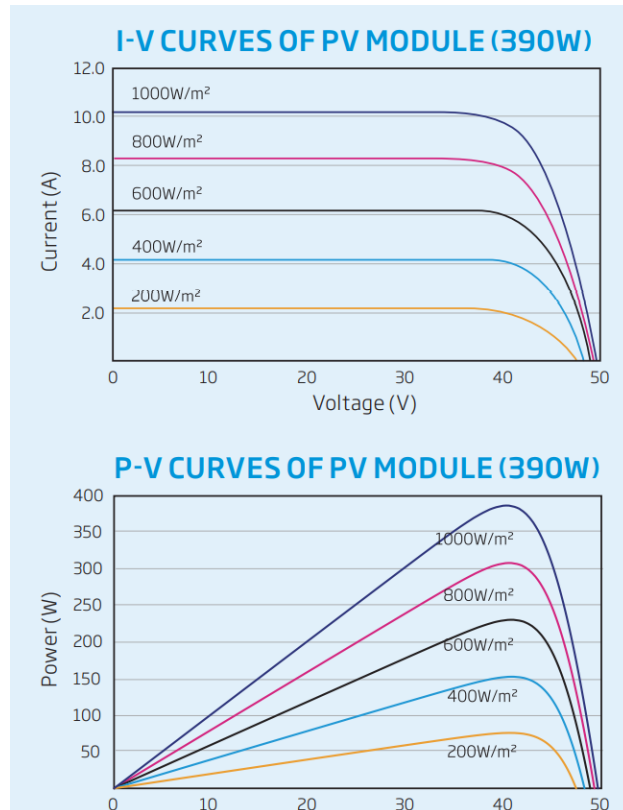
Con el estudio realizado para el dimensionamiento y selección de los paneles solares, se tiene en cuenta varios parámetros que caracterizan el panel seleccionado, en este caso el panel TALLMAX TSM-DE15H que posee un rango de potencia de salida de 400 W; donde la eficiencia, coeficiente de temperatura, vida útil son algunos de los factores más importantes que se encuentran. Resaltando que la vida útil de este panel puede estar entre los 20 a 30 años.

En la siguiente gráfica se puede observar las curvas características entre corriente -voltaje y potencia - voltaje, que presenta el panel solar, dicha información además se encuentra en el (Anexo B).

Se aplica la (ecuación 2.5) para obtener los datos del dimensionamiento de los paneles.

$$\begin{aligned} E_{md} &= 5,140h * 400W * 1 - 0.19 & (2.5) \\ E_{md} &= 5,140h * 400W * 0.81 \\ E_{md} &= 1665.36 Wh \end{aligned}$$

Este es el valor de energía generada por un solo panel.

**Figura 3.2:** Curvas características del panel solar

Fuente: *Datasheet modulo fotovoltaico TALLMAX TSM-DE15H*

El número total de paneles que se requieren en el kiosco se logra con la (ecuación 2.6).

$$Nt = \frac{10214.4 \text{ Wh/dia}}{400W * 5.140h * 0.81} \quad (2.6)$$

$$Nt = 6.1334 \text{ paneles}$$

Con la (ecuación 2.7) se halla la potencia pico de los paneles instalados.

$$P_{pp} = 6 * 400W \quad (2.7)$$

$$P_{pp} = 2400 \text{ W}$$

**Tabla 3.2:** Tensión nominal del sistema

Potencia	Tensión del sistema en DC
0 – 1KW	12V
1 KW – 2,5KW	24V
2,5KW – 5KW	48V
MAYOR A 5KW	120V

Fuente: *Instalaciones solares Fotovoltaicas*

Basados en la Tabla 3.2, se dice que el sistema se encuentra en el nivel 2 donde rango de valores es de:

Potencia desde 1 KW hasta 2.5 KW igual a una tensión del sistema en DC de 24 V, siendo la potencia pico de los paneles instalados de 2400W equivalente a un valor 2.4 KW.

Con base de la data sheet del panel solar TALLMAX TSM-DE15H, se obtiene la siguiente información, la cual es muy necesaria para la elaboración de los cálculos a ejecutar.

- Potencia del panel = 400 W
- Voltaje máximo de Potencia -  $U_{MPP} = 41,1V$
- Corriente máxima de potencia -  $I_{MPP} = 9,74 A$
- Corriente cortocircuito -  $I_{sc} = 10.18 A$
- Voltaje circuito abierto -  $U_{oc} = 50.4 V$

Para seleccionar el modo de referencia de conexión del conjunto de paneles se tiene en cuenta la variedad de configuraciones que se poseen como lo es en serie, paralelo o mixto.

Para la configuración en serie de los paneles se aplica la (ecuación 2.8).

$$N_s = \frac{Vsist - bat}{Vm} \quad (2.8)$$

$$N_s = \frac{24V}{41.1 V} = 0.583$$

$$N_s = 1 \text{ panel}$$

En la configuración en paralelo de los paneles se aplica la (ecuación 2.9).

$$N_p = \frac{6}{1} = 6 \text{ paneles} \quad (2.9)$$

Para hallar la corriente de cortocircuito del conjunto de paneles ( $I_{Gsc}$ ), se aplica la (ecuación 2.10).

$$\begin{aligned} I_{Gsc} &= 6 * 10,18A \\ I_{Gsc} &= 61,08A \end{aligned} \quad (2.10)$$

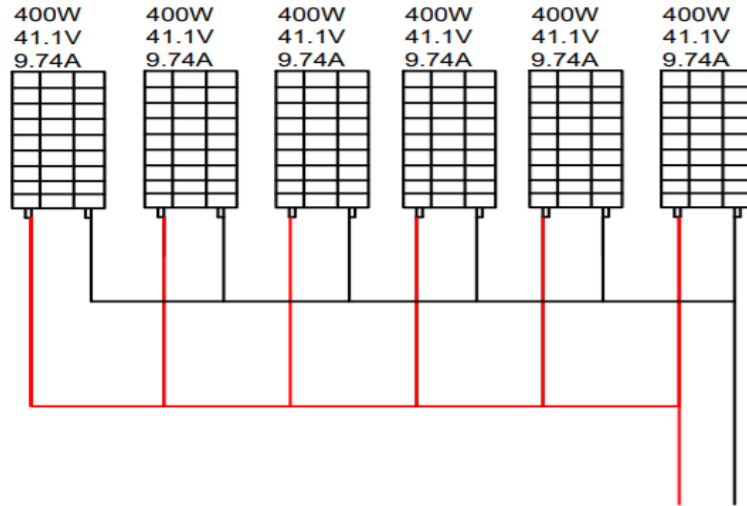
Tomando la (ecuación 2,11) se genera el voltaje máximo generado por el conjunto de paneles solares.

$$\begin{aligned} V_G &= 1 * 41,1V \\ V_G &= 41,1V \end{aligned} \quad (2.11)$$

La (ecuación 2.12) nos produce la corriente máxima generada por el conjunto de paneles solares.

$$\begin{aligned} I_G &= N_p * I_{MPP} \\ I_G &= 6 * 9,74A \\ I_G &= 58,44A \end{aligned} \quad (2.12)$$

**Figura 3.3:** Distribución paneles solares



Fuente: *Autores*

En el anterior gráfico se puede observar que la instalación cuenta con la conexión de seis (6) paneles en paralelo con una capacidad de 400W, un voltaje máximo de potencia de 41.1 V y la corriente máxima de 9.74 A por cada panel solar fotovoltaico.

### 3.1.4 Selección de regulador

Se realiza el estudio sobre los datos técnicos e información general del regulador, donde se implementa el Blue solar charger controller MPPT 150/60 este genera más confiabilidad y seguridad en la instalación, los complementos se encuentran en el (Anexo C).

Se le aplica la (ecuación 2.13), para obtener la intensidad que genera el regulador.

$$IR = 1,20 * 6 * 10,18 A \tag{2.13}$$

$$IR = 73,296 A$$

Para hallar la corriente de salida se toma la (ecuación 2.14).

$$I_{ccmax} = \frac{0 + \frac{2400W}{0.90}}{24v} \quad (2.14)$$

$$I_{ccmax} = \frac{2666.66W}{24v}$$

$$I_{ccmax} = 111.11A$$

### 3.1.5 Selección de inversor

Se establece por medio de la (ecuación 2.15), el cálculo para dimensionar el inversor, a pesar de que es un cálculo básico se toma datos del Datasheet del inversor phoenix de 3KVA en el cual se puede encontrar en el (Anexo D), donde nos determina que está en un rango de potencia de salida de 3000VA o 2400W a una temperatura de 25°C / 77 °F.

**Figura 3.4:** Datos característicos inversor phoenix de 3KVA

Rango de tensión de entrada (VDC)	9.5 - 17V	19 - 33V
Salida	Salida: 120V ± 2% / 60Hz ± 0.1% (1)	
Potencia cont. de salida 25°C / 77°F (VA) (2)	3000	3000
Potencia cont. de salida 25°C / 77°F (W)	2400	2400
Potencia cont. de salida 40°C / 104°F (W)	2200	2200
Potencia cont. de salida 65°C / 150°F (W)	1700	1700
Pico de potencia (W)	6000	6000
Eficacia máx. 12/ 24 /48 V (%)	93	94
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	20	20
Consumo en vacío en modo AES (W)	15	15
Consumo en vacío modo Search (W)	8	10

Fuente: *Datasheet del inversor phoenix de 3KVA (Anexo D)*

$$P_{inv} = 1.1 * 1984 W \quad (2.15)$$

$$P_{inv} = 2182.4 W$$



### 3.1.6 Cálculo banco de baterías

La batería seleccionada es la AGM sellada con referencia Battery Terminal T5 12V 300Ah, su diseño es para una vida útil de 10 años a 20 grados Celsius (°C), para aplicaciones flotantes de alrededor de 1.200 ciclos de 30% de profundidad de descarga por ciclo.

Las características generales que posee esta batería son tomadas del (Anexo E), las cuales son las siguientes:

- Voltaje: 12 V
- Capacidad: 300 Amperios hora [Ah]
- Resistencia Interna: Aprox. 2,5 mΩ
- Rango de Temperatura:
  - Descarga: -15 a 50 °C (5 a 122 °F)
  - Carga: 5 a 35 °C (41 a 95 °F)
  - Almacenamiento: 0 a 40 °C (32 a 104 °F)
- Tensión de Carga Flotante: 13.50 a 13.80 V
- Tensión de Carga Cíclica: 14.50 a 14.90 V
- Corriente de Carga Máxima: 90A

La capacidad de sistema de baterías se determina con la (ecuación 2.16).

$$C.Sis.Bat = \frac{10214.4 Wh/dia * 2 dias}{24V * 0.50} \quad (2.16)$$

$$C.Sis.Bat = 1702.4Ah$$

Aplicando la (ecuación 2.17), se realiza el despeje del número de baterías en paralelo ( $N_p$ ), donde se obtiene que es igual a la capacidad del sistema de batería sobre la capacidad de la batería.

$$C.Sis.Bat = N_p * C.Bat \quad (2.17)$$

$$N_p = \frac{C.Sis.Bat}{C.bat}$$

$$N_p = \frac{1702.4 Ah}{300Ah}$$
$$N_p = 5.6746 \text{ aprox } 6$$

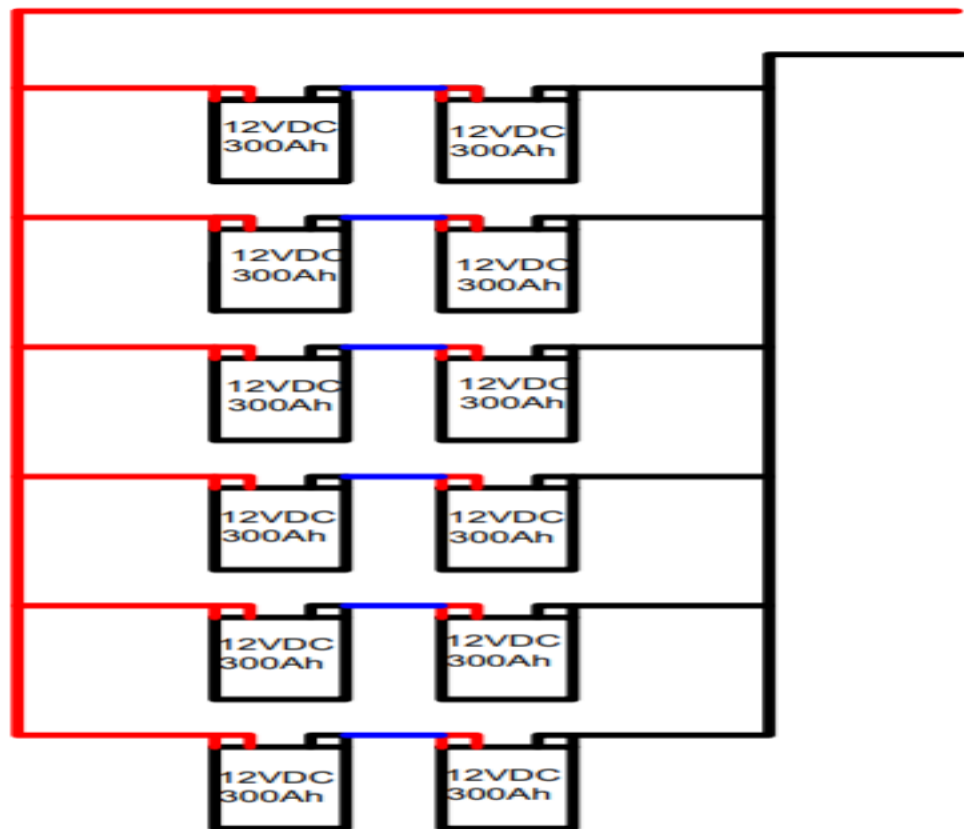
Tomando el voltaje de sistema de batería de  $24 V_{dc}$  y aplicando como base la (ecuación 2.18), se puede decir que con el despeje de número de baterías en serie ( $N_s$ ) es igual al voltaje de sistema de baterías sobre el voltaje de la batería.

$$V.Sis.Bat = N_s * V.Bat \quad (2.18)$$

$$N_s = \frac{V.Sis.Bat}{V.Bat}$$

$$N_s = \frac{24Vdc}{12 Vdc}$$

$$N_s = 2$$

**Figura 3.5:** Distribución banco de baterías.

Fuente: *Autores*

En la anterior figura se cuenta con un banco de baterías que está configurado por dos (2) baterías en serie y seis (6) en paralelo, cada batería tiene un voltaje de 12 V y una capacidad de 300 amperios hora (Ah).

### 3.1.7 Costos instalación sistema fotovoltaico

Se ejecuta un cuadro de costos donde se especifica los materiales a usar para la implementación de la instalación del sistema fotovoltaico donde se da detalladamente los valores de los componentes.

**Tabla 3.3:** Cuadro de costos sistema de la instalación fotovoltaica

<b>Cuadro de costos sistema de la instalación fotovoltaica</b>			
<b>componente</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Precio total</b>
Panel solar	6	\$ 520.000	\$ 3.120.000
Batería	12	\$ 1.710.000	\$ 20.520.000
Regulador	1	\$ 2.147.454	\$ 2.147.454
Inversor	1	\$ 4.398.454	\$ 4.398.454
		Total	\$ 30.185.908

Fuente: Autores

### **3.2 Instalación eléctrica interna del kiosco**

El Dimensionamiento de la instalación eléctrica y la distribución de esta en el kiosco inteligente, se tiene en cuenta el dimensionamiento de la carga suministrada y componentes a utilizar.

### 3.2.1 Dimensionamiento de carga instalada en el kiosco

Figura 3.6: Cuadro de carga instalado en el Kiosco

CUADRO DE CARGA INSTALADA KIOSCO														
TABLERO	CTO	ILUMINACIÓN LED 24W	TOMAS 30 (C.C)-200W (P.C.)		CARGA (W)	F.P.	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	PROTECCIÓN	CONDUCTOR THW (AWG)	CARGA (KVA)	HORAS DE USO (h)	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	DESCRIPCIÓN
			C.CELULAR	COMPUTADOR										
TD1	C1	6	0	0	144	0.9	120	1,33	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,16	8	1152	ILUMINACIÓN
	C2	0	0	5	1000	0.9	120	9,25	1 X 12A	12F + 12N + 12T	1,11	4	4000	TOMAS P.C. 1
	C3	0	0	3	600	0.9	120	5,55	1 X 7A	12F + 12N + 12T	0,66	4	2400	TOMAS P.C. 2
	C4	0	4	0	120	0.9	120	1,11	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,13	4	480	TOMAS C.CELULAR 1
	C5	0	4	0	120	0.9	120	1,11	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,13	4	480	TOMAS C. CELULAR 2
TOTAL		6	8	8	1984	0,9	120	18,35	1 X 30A	8F + 8N + 8T	2,19	/	8512	ACOMETIDA PRINCIPAL TD1

Fuente: Autores

Para la realización de esta actividad se basó en el área general de la estructura, los requerimientos del proyecto (cargas) y reglamentación RETIE , además se tuvo en cuenta la potencia de los equipos, las horas de uso y otros factores que se pueden observar en la anterior gráfica.

Para la selección del conductor se basó en el amperaje máximo de los circuitos, tensión de cada equipo a usar seguido de la normatividad del RETIE, en la distribución de los ductos se verifico las rutas de distribución interna en la estructura, la cantidad de circuitos por ducto y el calibre del conductor.

**Figura 3.7:** Amperaje que soportan los cables de cobre

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A	18 AWG	10 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A	16 AWG	13 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	14 AWG	18 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A	12 AWG	25 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Fuente: <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>

La selección de protecciones eléctricas se contempló cargas máximas por circuitos, dimensionamientos de conductores y accesibilidad en el mercado, teniendo en cuenta cargas en AC y DC.

### 3.2.2 Costo Instalación eléctrica interna

Los costos que se tienen para la implementación de la instalación eléctrica interna se desarrollan a base de la tabla 3.4, donde se estipulan los materiales a utilizar el costo unitario y el costo total de los componentes que se requieren para esta.

**Tabla 3.4:** Costo Instalación eléctrica interna

<b>Costo Instalación eléctrica interna</b>			
<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Precio total</b>
Interruptores sencillos dobles	2	\$ 5.900	\$ 11.800
Cajas octogonales plásticas (t7502)	6	\$ 6.800	\$ 40.800
Conectores PVC 1/2" (adaptadores)	18	\$ 2.550	\$ 45.900
Curvas 90 *1/2" Conduit propack	4	\$ 570	\$ 2.280
Cajas ratwelt 5800 salida 3/4 "	9	\$ 10.000	\$ 90.000
Adaptadores 3/4" EMT terminal	20	\$ 3.150	\$ 63.000
Curvas EMT 3/4"	4	\$ 7.800	\$ 31.200
Tubos Conduit 3/4" EMT * 3M	10	\$ 18.990	\$ 189.900
Uniones 3/4" EMT	12	\$ 3.200	\$ 38.400
Propack cable : tres rollos, Blanco, negro y verde distribución interna	300 mts	\$ 515.900	\$ 515.900
Pares conectores mc4 solares hembra y macho	12	\$ 10.000	\$ 120.000
Tubería 1" EMT	2	\$25.000	\$ 50.000
Caja ratwelt 2400 con tapa ciega	2	\$20.000	\$ 40.000
Cable 3*6 THW -AWG encauchado	10 mts	\$20.000	\$ 200.000
<b>Total</b>			<b>\$1.439.180</b>

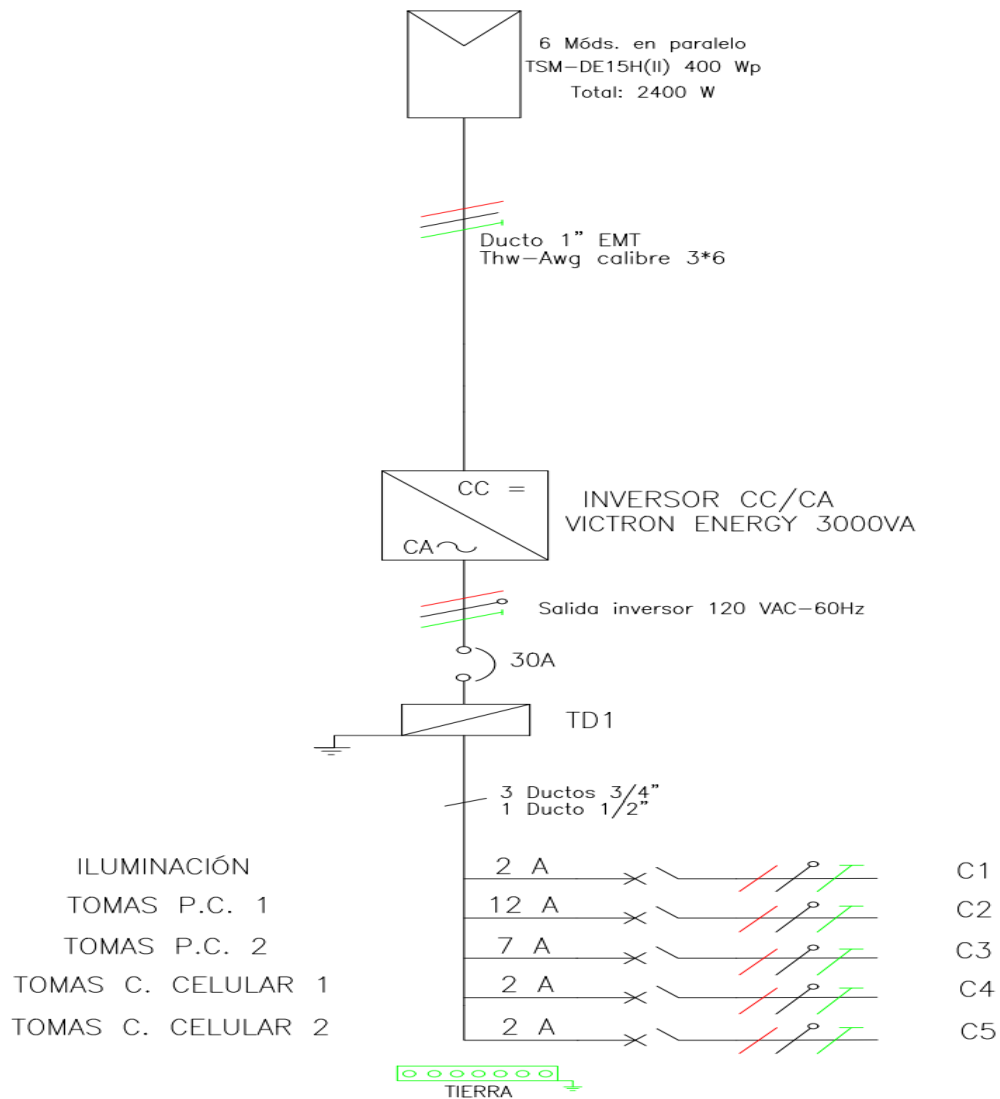
Fuente: *Autores*

### 3.3 Diseños eléctricos y estructurales del sistema

En los diseños eléctricos y estructurales del sistema del kiosco inteligente, se manejaron los programas de dibujo como lo fue el AUTOCAD y el INVENTOR, dos herramientas muy útiles para el diseño.

En la figura 3.8 se puede observar el diagrama unifilar en el cual representa los diferentes elementos que componen el sistema, donde se encuentran las líneas que conducen la electricidad, los dispositivos de control, protección y los circuitos que se contemplan en el kiosco.

**Figura 3.8:** Diagrama unifilar del sistema

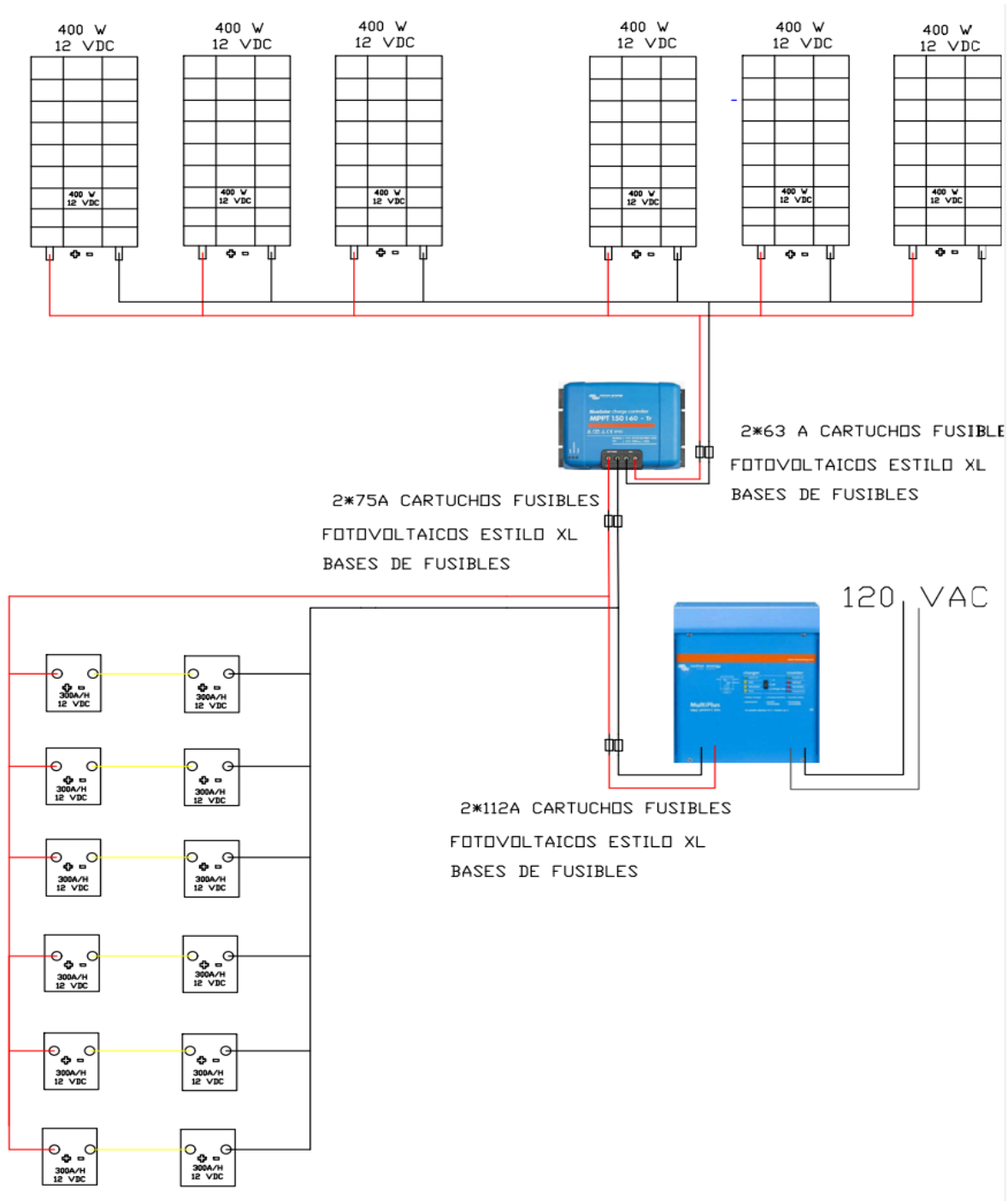


Fuente: *Autores*

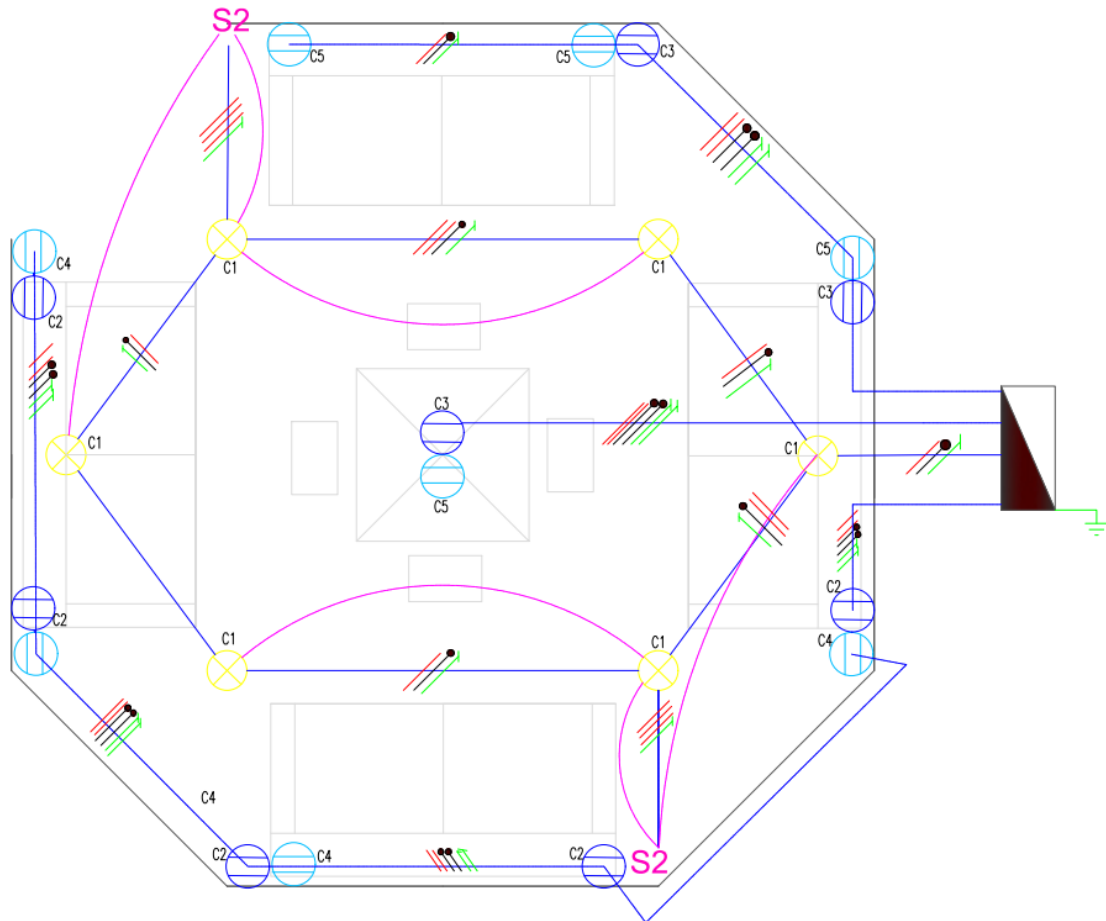
En el diagrama del diseño del sistema fotovoltaico, se encuentra con seis (6) paneles solares en paralelo con una potencia de 400 W, un voltaje máximo de potencia de 41.1 V y la corriente máxima de 9.74 A, un regulador, un inductor, dos (2) baterías en serie y seis (6) en paralelo, cada batería tiene un voltaje de 12V y una capacidad de 300 amperios hora (Ah).



Figura 3.9: Diseño sistema fotovoltaico



Fuente: Autores

**Figura 3.10:** Diagrama de circuitos eléctricos del kiosco

Fuente: *Autores*

En la anterior gráfica se observan la serie de circuitos que se distribuyen en la estructura general del kiosco en la cual se componen por:

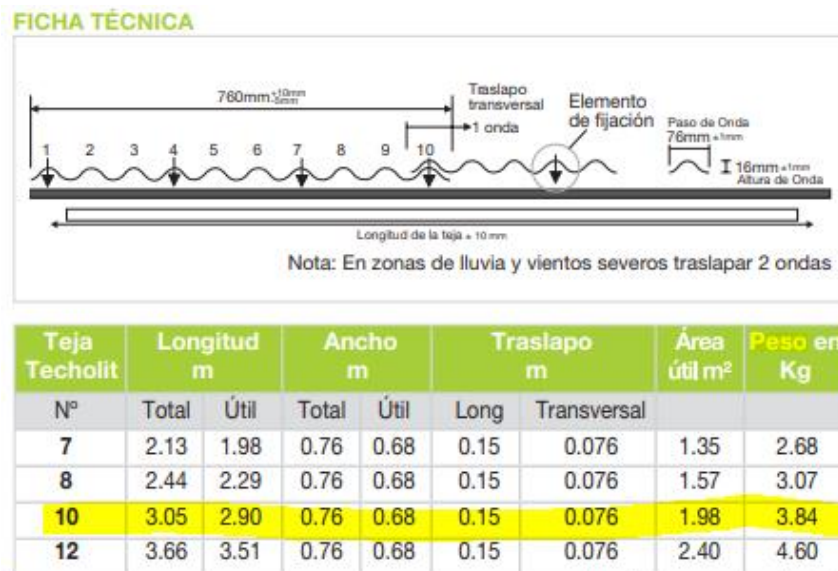
- Circuito 1: iluminación (C1)
- Circuito 2: Tomas para equipos de cómputo (portátiles) 1 (C2)
- Circuito 3: Tomas para equipos de cómputo (portátiles) 2 (C3)
- Circuito 4: Tomas de carga para celular 1 (C4)
- Circuito 5: Tomas de carga para celular 2 (C5)

### 3.3.1 Estructura del kiosco

Para el diseño de la estructura del kiosco se ejecutó su dimensionamiento con ayuda del programa AUTOCAD y la elaboración del diseño se manejó el programa INVENTOR. En este diseño se contempló pesos aproximados de tejado, paneles, personal de mantenimiento y un 20% de valor agregado por el diseñador de la siguiente manera:

- Peso tejado basado en dimensiones de área útil de la teja

**Figura 3.11:** Ficha técnica, techolit colonial en polipropileno (Eternit, 2019).



Fuente: *Tejas plásticas livianit, premium, techolit y techolit colonial*

Peso teja aproximado: 3,84 Kg c/u

Total, peso tejado:

$$3,84 * 16 = 61,44 \text{ Kg}$$

- Peso paneles solares: 22,8Kg c/u

**Figura 3.12:** Datos mecánicos panel

MECHANICAL DATA	
Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 x 24)
Module Dimensions	2024 x 1004 x 35 mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm, High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Cable 4.0mm <sup>2</sup> , Portrait: N 140mm/P 285mm, Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm
Connector	TS4

Fuente: *Datasheet modulo fotovoltaico TALLMAX TSM-DE15H*

Tomando información del datasheet del módulo fotovoltaico TALLMAX TSM-DE15H, se obtiene el peso promedio del panel utilizado el cual su valor es de 22.8kg por cada módulo.

Peso total paneles  $22,8 * 6 = 136,8 \text{ kg}$

- Peso personal de mantenimiento: 100 Kg
- 20% de diseñador: 59,648 Kg
- peso total, a soportar por estructura en parte superior(tejado)

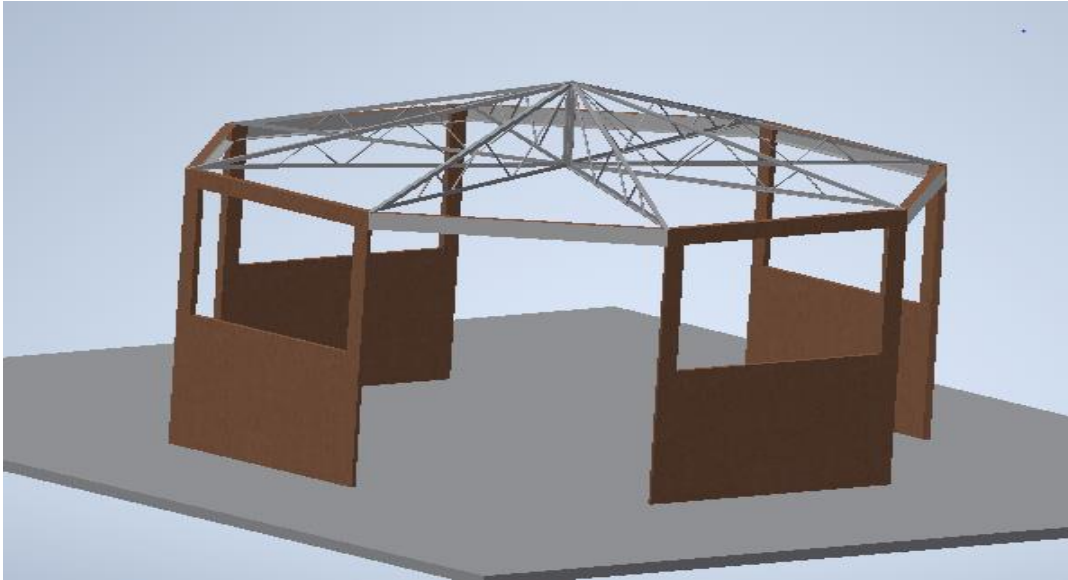
$$61,44Kg + 136,8Kg + 100Kg + 59,648Kg = 357,88 \text{ Kg}$$

$$F = m * a$$

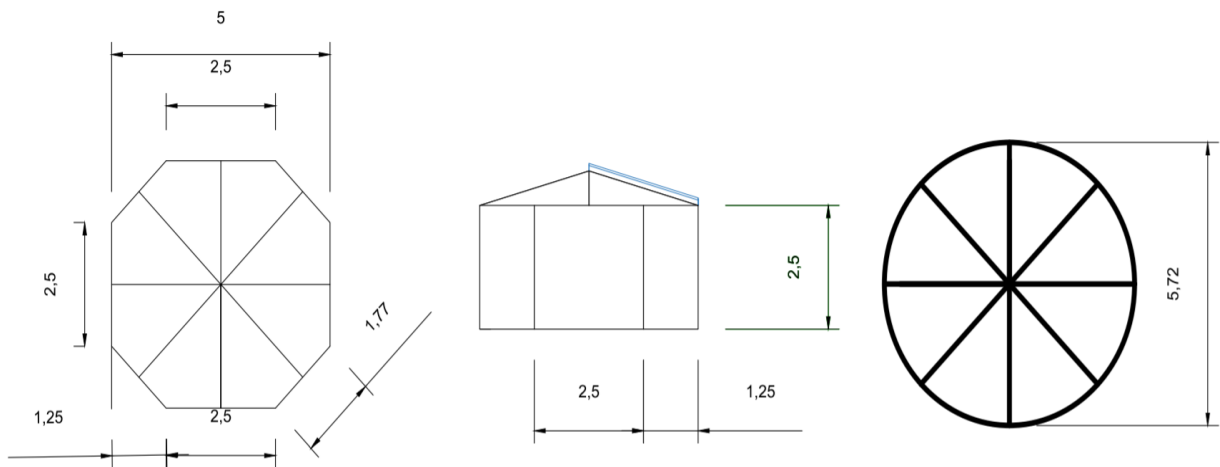
$$F = 357,88Kg * 9,80m/s^2$$

$$F = 3507,224 \text{ Newton (N)}$$

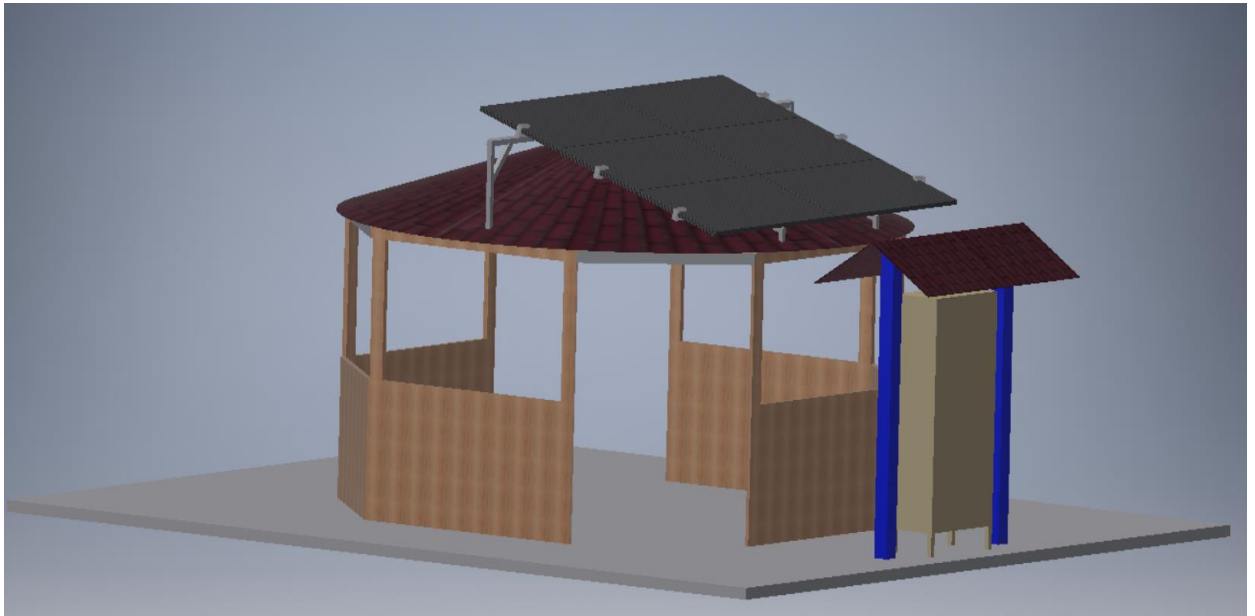
Fuerza que soporta la estructura será de 3,5 KN distribuida a través de toda la estructura

**Figura 3.13:** Diseño estructural del kiosco

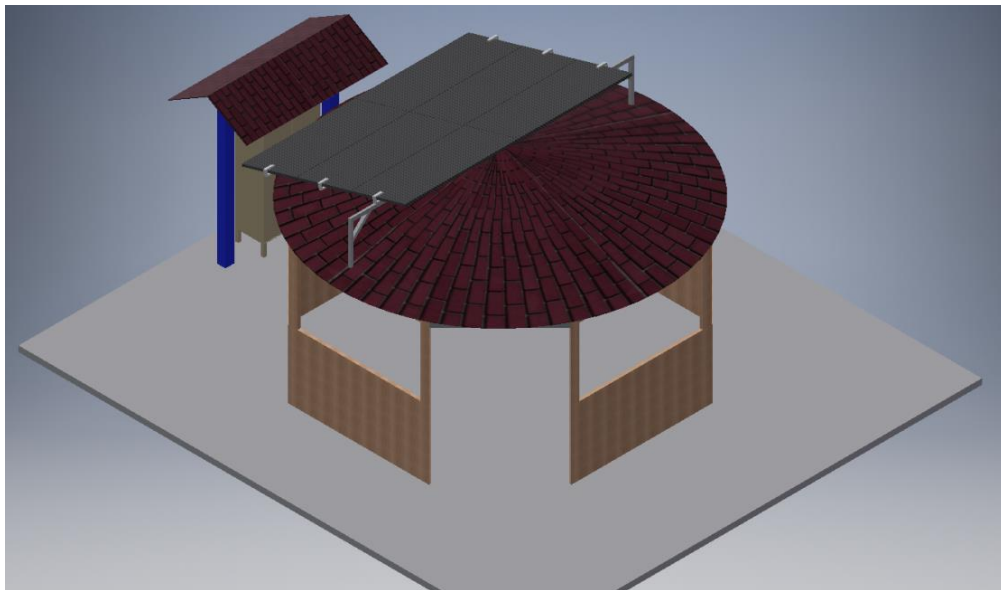
Fuente: *Autores*

**Figura 3.14:** Dimensiones del kiosco inteligente

Fuente: *Autores*

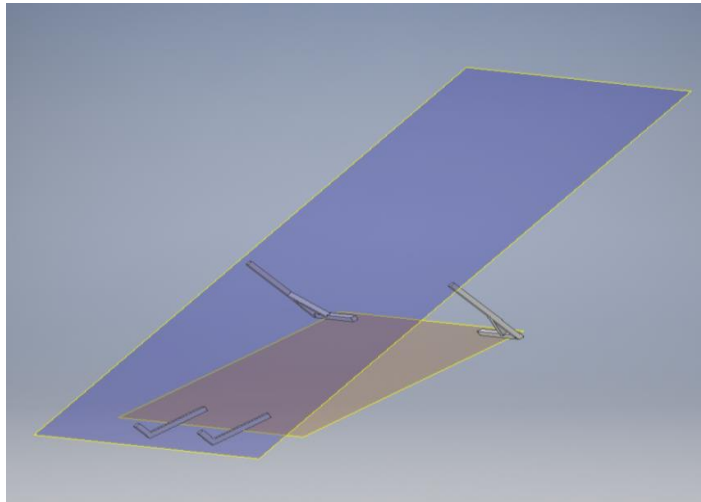
**Figura 3.15:** Diseño estructural del kiosco

Fuente: *Autores*

**Figura 3.16:** Diseño de la estructura del kiosco

Fuente: *Autores*

Para los paneles solares se obtiene un soporte el cual ayuda con la ubicación de los paneles de una manera óptima, el cual posee el ángulo adecuado para la debida captación de la irradiación solar.

**Figura 3.17:** Soporte paneles solares

Fuente: *Autores*

La estructura del kiosco cuenta con un espacio extra el cual es utilizado para adecuar el tablero del sistema eléctrico perteneciente al kiosco.

**Figura 3.18:** Diseño estructura para tablero del sistema eléctrico

Fuente: *Autores*

## Conclusiones

- Se realizaron cálculos y diseños de la estructura en INVENTOR optimizando el área a usar y los materiales necesarios, junto con una vista preliminar de su posible ejecución.
- Se dimensionó el sistema solar fotovoltaico off-grid con la carga requerida y el tiempo de suministro energético planteado.
- Se diseñó la distribución eléctrica interna en AUTOCAD siguiendo los planteamientos establecidos en el retie y formato EBSA en cuanto a normatividad y ejecución.

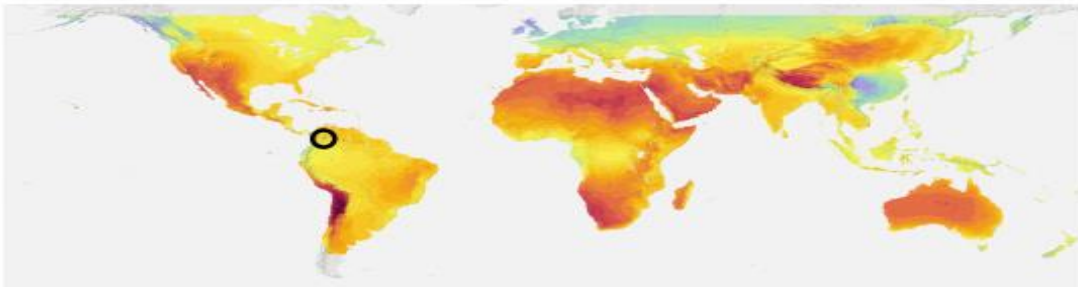


## Recomendaciones

- Se recomienda limpieza de los paneles solares con agua y estopa suave como mínimo cada 6 meses, se debe realizar a primera hora de la mañana o a última hora en la tarde para evitar posibles descargas eléctricas o choques térmicos.
- Se recomienda revisión de conexiones eléctricas, ajuste de puntos eléctricos, revisión de cableado y conectores con el fin de evitar puntos calientes y corrosión por mal contacto y el deterioro de equipos claves en el sistema fotovoltaico por personal capacitado en esta área.
- Luego de realizar una revisión exhaustiva de los resultados consideramos que el kiosco es autosostenible pero no inteligente, para que el kiosco pueda considerarse inteligente se debe considerar la implementación a futuro de un sistema de iluminación automatizado, en el cual se recomienda el uso de sensores de movimiento fijos, con el fin de encender las zonas deseadas, para optimizar el consumo energético y además las luminarias funcionarían de manera autónoma, por lo que se evitaría depender de intervenciones adicionales para operarlas.

# A. Anexo: Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica, SOLARGIS.

**SOLARGIS** PROSPECT



## Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica

### Proyecto: Duitama (Colombia)

Coordenadas geográficas	5.827706, -73.033894 (05°49'40", -73°02'02")
Número de informe	P-sg2 20516-2020-10-08-2026
Informe generado	2020-10-08
Generado por	Solargis
Ciente	DIEGO

## Contenidos

1	Resumen .....	1
2	Información del proyecto .....	2
3	Configuración de la instalación fotovoltaica .....	4
4	Solar y meteo: Estadísticas mensuales .....	5
5	Electricidad FV: Estadísticas mensuales .....	9
6	Electricidad FV: Perfiles horarios .....	11
7	Rendimiento FV: Conversión energética y pérdidas de la instalación .....	13
8	Rendimiento FV: Rendimiento durante la vida útil .....	15
9	Acrónimos y glosario .....	16
10	Metadatos .....	18
11	Descargo de responsabilidad e información legal .....	19

## 1 Resumen

Tabla 1.1: Promedio anual

<b>Producción fotovoltaica específica</b>	PVOUT_specific	4.213 kWh/kWp por día
<b>Producción fotovoltaica total</b>	PVOUT_total	3.075 MWh
<b>Irradiación global inclinada</b>	GTI	5.453 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Rendimiento energético (PR)</b>	PR	77.3 %
<b>Irradiación global horizontal</b>	GHI	5.474 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Irradiación directa normal</b>	DNI	4.604 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Irradiación difusa horizontal</b>	DIF	2.290 kWh/m <sup>2</sup> por día
<b>Temperatura del aire</b>	TEMP	15.6 °C

Figura 2.1: Localización del proyecto



Figura 2.2: Vista de mapa en detalle



Figura 2.3: Horizonte y trayectoria solar en el sitio

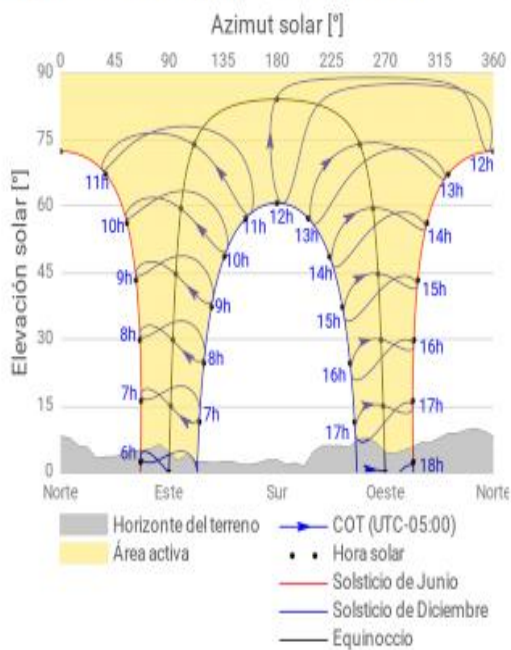
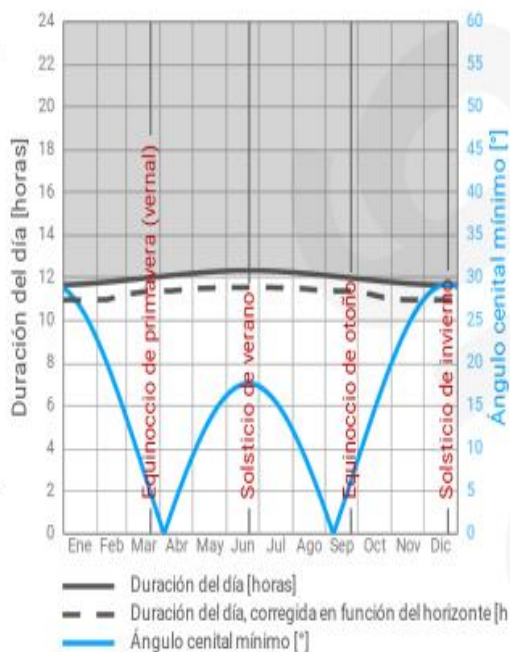


Figura 2.4: Duración del día y ángulo cenital solar





## 4 Solar y meteo: Estadísticas mensuales

El parámetro meteorológico local más importante que determina la producción eléctrica es la radiación solar, la cual alimenta la instalación fotovoltaica. La producción eléctrica también está influenciada por la temperatura del aire. Otros parámetros meteorológicos también afectan al rendimiento, disponibilidad y envejecimiento de la instalación.

**Tabla 4.1:** Radiación solar y parámetros meteorológicos

Mes	GHI kWh/m <sup>2</sup> por día	DNI kWh/m <sup>2</sup> por día	DIF kWh/m <sup>2</sup> por día	D2G	TEMP °C	WS m/s	CDD Grados día	HDD Grados día
Ene	6.121	6.494	1.756	0.29	15.7	1.4	3	136
Feb	6.115	5.758	2.033	0.33	16.0	1.4	3	123
Mar	5.894	4.606	2.473	0.42	15.9	1.4	2	128
Abr	5.247	3.740	2.518	0.48	15.8	1.4	1	118
May	5.364	4.119	2.463	0.46	15.7	1.6	1	119
Jun	5.234	4.243	2.392	0.46	15.4	2.0	0	130
Jul	5.308	4.284	2.406	0.45	15.3	2.2	0	145
Ago	5.196	3.902	2.528	0.49	15.4	2.1	0	145
Sep	5.180	3.832	2.517	0.49	15.7	1.8	1	137
Oct	5.140	3.872	2.377	0.46	15.5	1.3	0	134
Nov	5.233	4.542	2.154	0.41	15.4	1.2	0	125
Dic	5.686	5.905	1.852	0.33	15.6	1.3	1	131
<b>Anual</b>	<b>5.474</b>	<b>4.604</b>	<b>2.290</b>	<b>0.42</b>	<b>15.6</b>	<b>1.6</b>	<b>14</b>	<b>1570</b>

**Tabla 4.2:** Otros parámetros meteorológicos

Mes	ALB	RH %	PWAT kg/m <sup>2</sup>	PREC mm
Ene	0.16	83	15	69
Feb	0.16	82	16	98
Mar	0.16	83	18	144
Abr	0.16	86	20	194
May	0.16	86	21	180
Jun	0.16	85	19	106
Jul	0.17	84	18	86
Ago	0.16	83	18	88
Sep	0.17	83	18	126
Oct	0.17	86	20	214
Nov	0.16	88	20	187
Dic	0.16	86	17	105
<b>Anual</b>	<b>0.16</b>	<b>85</b>	<b>18</b>	<b>1597</b>



Duitama (Colombia)

Figura 4.1: Irradiación + irradiación difusa horizontal

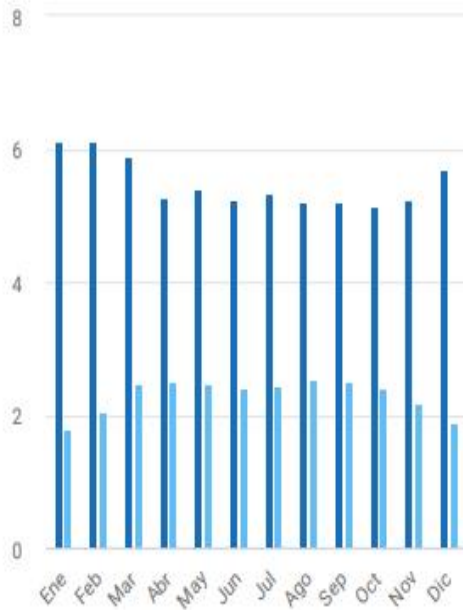


Figura 4.2: Irradiación directa normal

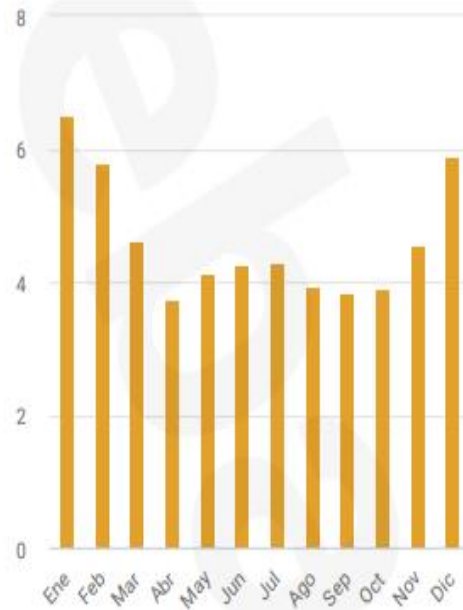


Figura 4.3: Ratio entre irradiación difusa y global

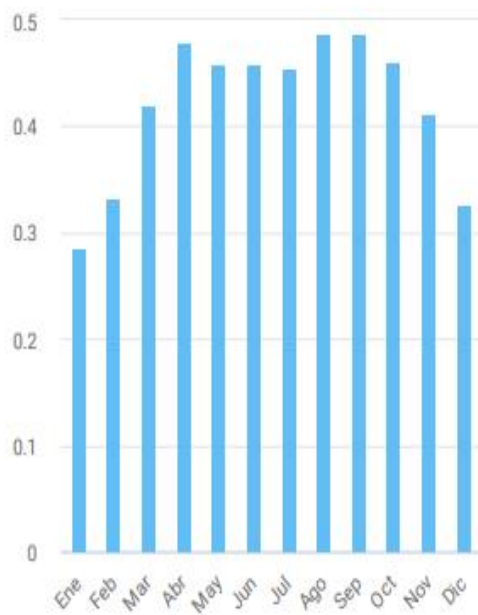
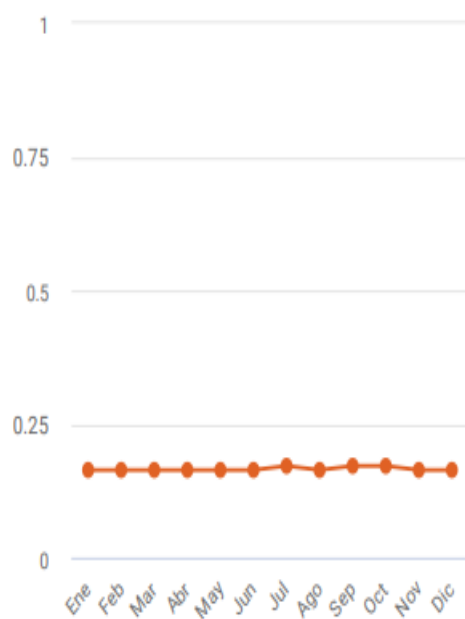
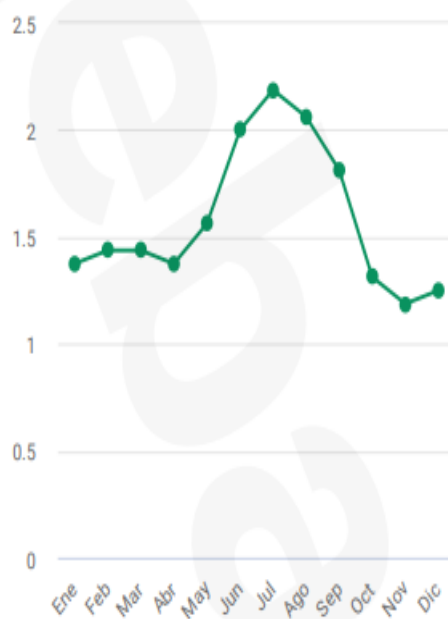
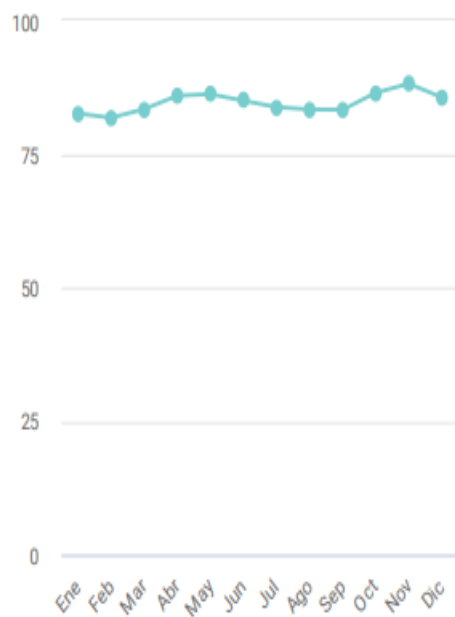
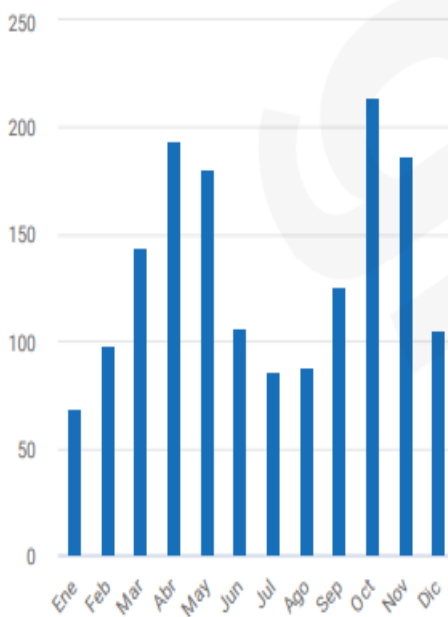


Figura 4.4: Temperatura del aire



**SOLARGIS**

Duitama (Colombia)

**Figura 4.5: Albedo de superficie**

**Figura 4.6: Velocidad del viento**

**Figura 4.7: Humedad relativa**

**Figura 4.8: Precipitación (lluvia)**






Duitama (Colombia)

Figura 4.9: Agua precipitable

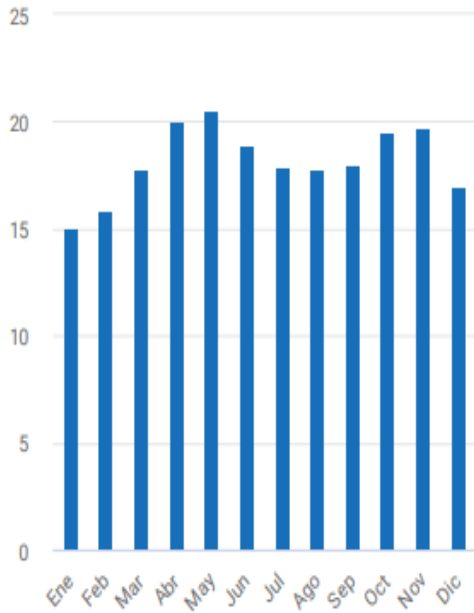


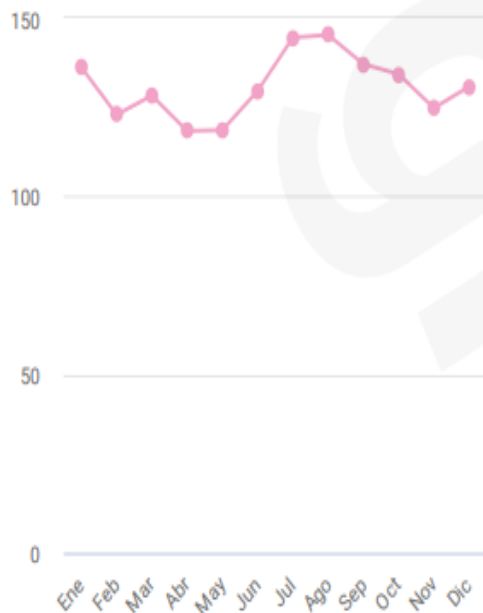
Figura 4.10: Días de nieve



Figura 4.11: Grados día de refrigeración



Figura 4.12: Grados día de calefacción



## 5 Electricidad FV: Estadísticas mensuales

Estimación teórica de la producción solar eléctrica generada por una instalación fotovoltaica, sin consideración del envejecimiento y degradación del rendimiento a largo plazo de los módulos fotovoltaicos y otros componentes de la instalación.

**Tabla 5.1:** Producción fotovoltaica – promedios a largo plazo

Mes	GTI Sumas mensuales kWh/m <sup>2</sup> por día	GTI Promedios diarios Wh/m <sup>2</sup>	PVOUT specific Sumas mensuales kWh/kWp por día	PVOUT specific Promedios diarios Wh/kWp	PVOUT total Sumas mensuales MWh	PVOUT total Promedios diarios kWh	PR %
Ene	6.821	6821	5.232	5232	0.324	10.464	76.7
Feb	6.492	6492	4.965	4965	0.278	9.930	76.5
Mar	5.881	5881	4.517	4517	0.280	9.035	76.8
Abr	4.953	4953	3.834	3834	0.230	7.669	77.4
May	4.815	4815	3.739	3739	0.232	7.479	77.7
Jun	4.574	4574	3.552	3552	0.213	7.104	77.6
Jul	4.693	4693	3.641	3641	0.226	7.283	77.6
Ago	4.801	4801	3.720	3720	0.231	7.441	77.5
Sep	5.054	5054	3.910	3910	0.235	7.820	77.4
Oct	5.309	5309	4.115	4115	0.255	8.231	77.5
Nov	5.687	5687	4.414	4414	0.265	8.828	77.6
Dic	6.408	6408	4.946	4946	0.307	9.893	77.2
<b>Anual</b>	<b>5.453</b>	<b>5457</b>	<b>4.213</b>	<b>4216</b>	<b>3.075</b>	<b>8.431</b>	<b>77.3</b>



Duitama (Colombia)

Figura 5.1: Producción fotovoltaica específica

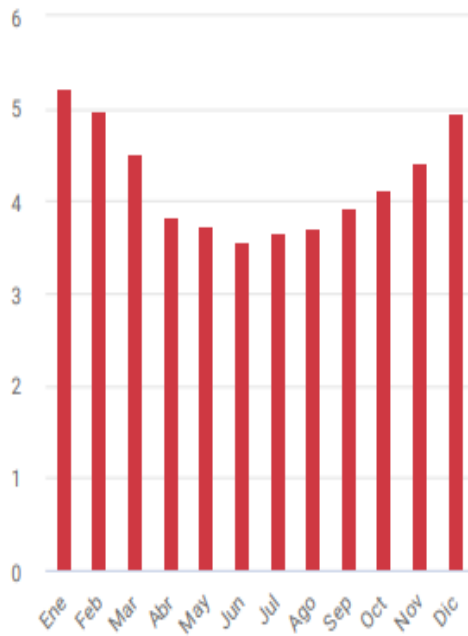


Figura 5.2: Irradiación global inclinada

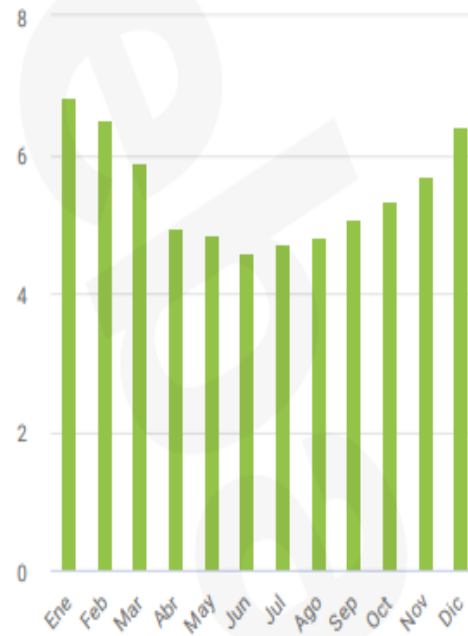
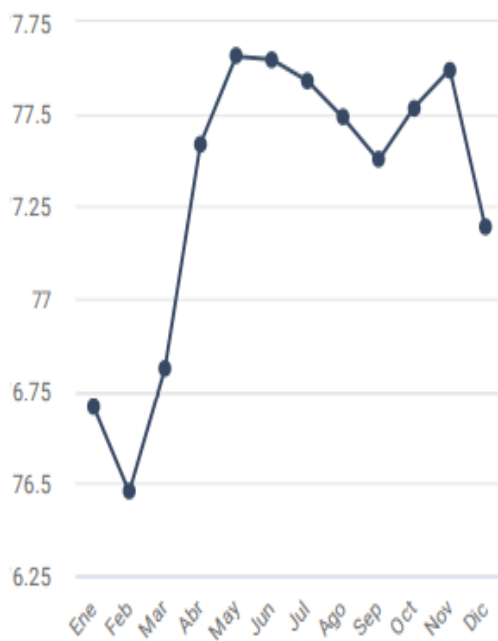


Figura 5.3: Rendimiento energético (PR)



## 6 Electricidad FV: Perfiles horarios

Los perfiles de generación eléctrica fotovoltaica, mostrados abajo, se calculan como el valor promedio de todas los datos horarios para cada mes. Los perfiles dan una indicación de los patrones de cambio en la producción eléctrica a causa del tiempo atmosférico y la configuración seleccionada para la instalación fotovoltaica durante el curso de un día. Nótese que el "perfil diario promedio" es un concepto teórico ya que, en la mayoría de casos, el perfil es específico para cada día del año debido a la variabilidad del tiempo atmosférico.

Figura 6.1: Producción eléctrica fotovoltaica específica – promedios horarios





Duitama (Colombia)

Tabla 6.1: Producción eléctrica fotovoltaica específica – promedios horarios [Wh/kWp]

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	-	-	-	-	1	0	-	-	0	2	0	-
6-7	48	37	45	57	60	51	44	51	75	97	100	76
7-8	239	219	209	203	200	181	175	197	237	264	275	265
8-9	449	425	399	363	354	323	324	351	397	430	455	464
9-10	624	594	548	471	447	409	409	436	490	543	574	620
10-11	712	682	627	520	493	455	452	462	508	571	617	690
11-12	735	699	644	542	535	512	529	511	502	553	608	687
12-13	700	667	604	485	468	446	461	454	469	508	554	637
13-14	618	579	519	418	424	409	419	414	425	430	475	551
14-15	492	459	410	350	355	350	362	364	361	343	367	438
15-16	364	340	296	257	253	255	277	283	270	245	256	317
16-17	214	209	170	140	127	134	153	162	150	123	128	180
17-18	37	55	46	30	24	27	35	36	25	8	4	22
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Suma</b>	<b>5232</b>	<b>4965</b>	<b>4517</b>	<b>3834</b>	<b>3739</b>	<b>3552</b>	<b>3641</b>	<b>3720</b>	<b>3910</b>	<b>4115</b>	<b>4414</b>	<b>4946</b>

## 7 Rendimiento FV: Conversión energética y pérdidas de la instalación

Estimación específica teórica de la producción eléctrica anual generada por una instalación fotovoltaica sin considerar envejecimiento y degradación de los módulos y otros componentes. Valor promedio a largo plazo del rendimiento energético (PR) calculado para el inicio o puesta en marcha de la instalación.

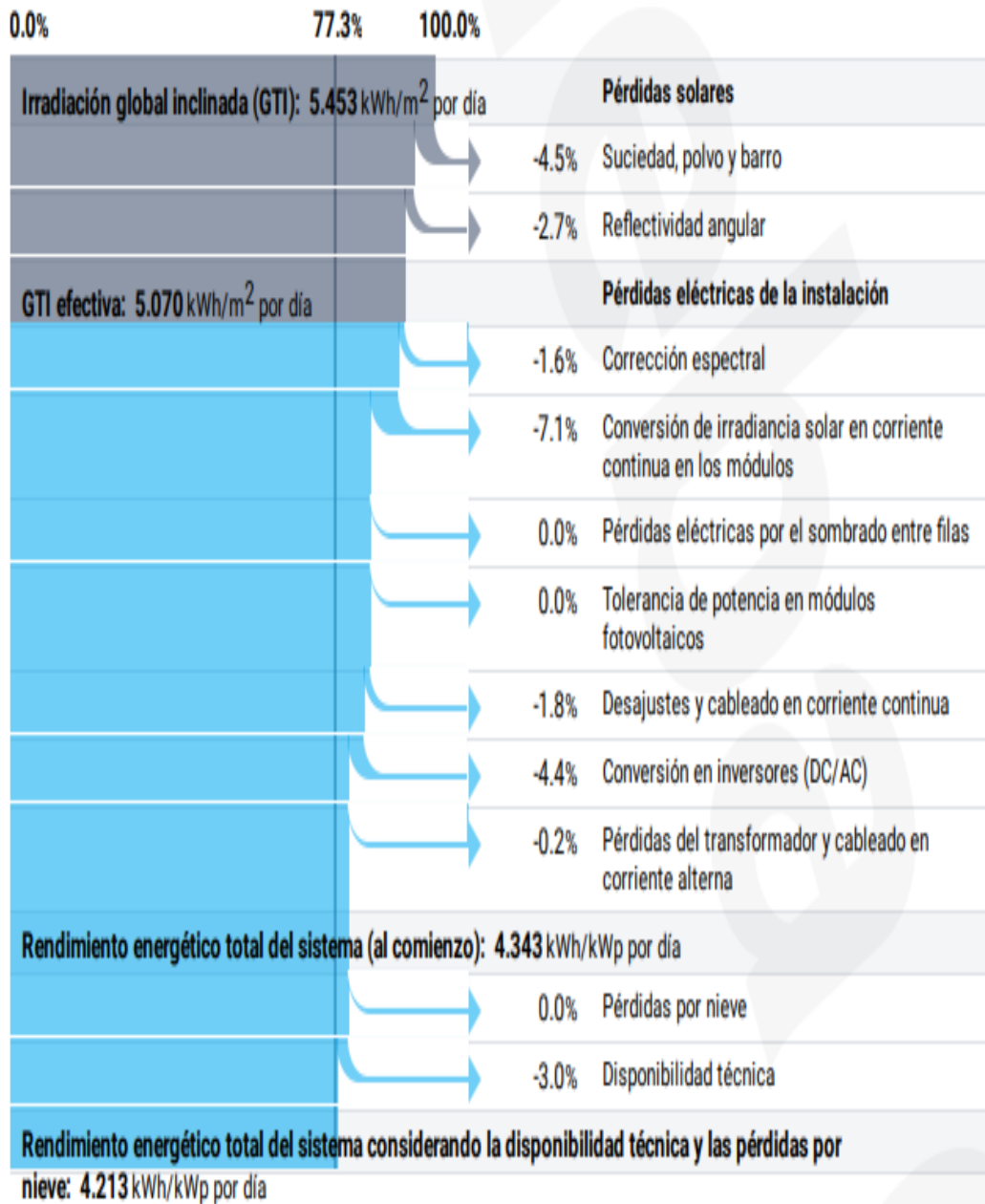
**Tabla 7.1:** Conversión energética y pérdidas relacionadas

	Entrada de energía kWh/m <sup>2</sup> por día	Pérdida/ganancia de energía kWh/m <sup>2</sup> por día	Energía PVOUT específico kWh/kWp por día	Pérdida/ganancia de energía kWh/kWp por día	Pérdida de energía %	PR %
<b>Irradiación global horizontal (GHI) teórica</b>	<b>5.485</b>	-			-	
Sombreado del horizonte (terreno + objetos en el horizonte)	5.474	-0.011			-0.2	
<b>Irradiación global horizontal específica del sitio</b>	<b>5.474</b>	<b>-0.011</b>			<b>-0.2</b>	
Conversión a la superficie de los módulos fotovoltaicos	5.453	-0.021			-0.4	
<b>Irradiación global inclinada (GTI)</b>	<b>5.453</b>					<b>100.0</b>
Suciedad, polvo y barro	5.208	-0.245			-4.5	95.5
Reflectividad angular	5.070	-0.138			-2.7	93.0
<b>GTI efectiva</b>	<b>5.070</b>	<b>-0.383</b>			<b>-7.0</b>	<b>93.0</b>
Corrección espectral			4.991	-0.079	-1.6	91.5
Conversión de irradiancia solar en corriente continua en los módulos			4.637	-0.354	-7.1	85.0
Pérdidas eléctricas por el sombreado entre filas			4.637	0.000	0.0	85.0
Tolerancia de potencia en módulos fotovoltaicos			4.637	0.000	0.0	85.0
Desajustes y cableado en corriente continua			4.554	-0.083	-1.8	83.5
Conversión en inversores (DC/AC)			4.352	-0.202	-4.4	79.8
Pérdidas del transformador y cableado en corriente alterna			4.343	-0.009	-0.2	79.6
<b>Rendimiento energético total del sistema (al comienzo)</b>			<b>4.343</b>	<b>-0.727</b>	<b>-14.3</b>	<b>79.6</b>
Pérdidas por nieve			4.343	0.000	0.0	79.6
Disponibilidad técnica			4.213	-0.130	-3.0	77.3
<b>Rendimiento energético total del sistema considerando la disponibilidad técnica y las pérdidas por nieve</b>			<b>4.213</b>	<b>-0.130</b>	<b>-3.0</b>	<b>77.3</b>
<b>Factor de capacidad</b>				<b>17.6%</b>		

**SOLARGIS**

Duitama (Colombia)

Tabla 7.2: Diagrama de pérdidas



El diagrama muestra las pérdidas teóricas debidas a la conversión de energía en la instalación fotovoltaica

## 8 Rendimiento FV: Rendimiento durante la vida útil

Estimación del valor promedio anual de la producción eléctrica generada por una instalación fotovoltaica. Este valor considera la configuración de la instalación y tiene en cuenta además la disminución del rendimiento debido al envejecimiento y degradación de los módulos fotovoltaicos y otros componentes. La producción eléctrica específica es útil para comparar diferentes sitios o configuraciones. El rendimiento energético (PR) muestra el valor promedio de la eficiencia a lo largo de la vida útil de la instalación, teniendo en cuenta la disminución de su rendimiento.

**Tabla 8.1:** Producción eléctrica fotovoltaica durante la vida útil

Final de año	Tasa de degradación %	PVOUT specific kWh/kWp por día	PVOUT total kWh	PR %
<b>Teórico</b>	-	<b>4.213</b>	<b>3,075.20</b>	<b>77.3</b>
1	0.8	4.179	3,050.60	76.6
2	0.5	4.158	3,035.35	76.3
3	0.5	4.137	3,020.17	75.9
4	0.5	4.117	3,005.07	75.5
5	0.5	4.096	2,990.05	75.1
6	0.5	4.075	2,975.10	74.7
7	0.5	4.055	2,960.22	74.4
8	0.5	4.035	2,945.42	74.0
9	0.5	4.015	2,930.69	73.6
10	0.5	3.995	2,916.04	73.3
11	0.5	3.975	2,901.46	72.9
12	0.5	3.955	2,886.95	72.5
13	0.5	3.935	2,872.52	72.2
14	0.5	3.915	2,858.15	71.8
15	0.5	3.896	2,843.86	71.4
16	0.5	3.876	2,829.64	71.1
17	0.5	3.857	2,815.50	70.7
18	0.5	3.838	2,801.42	70.4
19	0.5	3.818	2,787.41	70.0
20	0.5	3.799	2,773.47	69.7
21	0.5	3.780	2,759.61	69.3
22	0.5	3.761	2,745.81	69.0
23	0.5	3.743	2,732.08	68.6
24	0.5	3.724	2,718.42	68.3
25	0.5	3.705	2,704.83	67.9
<b>Promedio</b>	<b>0.5</b>	<b>3.938</b>	<b>2,874.39</b>	<b>72.2</b>
<b>Acumulado</b>	<b>12.8</b>	-	<b>71,859.84</b>	-



## 9 Acrónimos y glosario

Tabla 9.1: Acrónimos y glosario

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
GHI	Irradiación global horizontal	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global horizontal (© 2019 Solargis)
DNI	Irradiación directa normal	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación directa normal (© 2019 Solargis)
DIF	Irradiación difusa horizontal	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación difusa horizontal (© 2019 Solargis)
D2G	Ratio entre irradiación difusa y global		Ratio entre la irradiación difusa horizontal e irradiación global horizontal ((DIF/GHI). Valores promedio anuales y mensuales calculados por Solargis
GHI season	Estacionalidad de la irradiación global horizontal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación global horizontal (GHI_month_max/GHI_month_min)
DNI season	Estacionalidad de la irradiación directa normal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación directa normal (DNI_month_max/DNI_month_min)
ALB	Albedo de superficie		Fración de la irradiancia solar que es reflejada por la superficie. Relación entre el flujo radiativo que asciende de la superficie y el descendente que incide sobre dicha superficie (GHI). (Derivado a partir de NASA MODIS y ECMWF ERA-5)
GTI theoretical	Irradiación global inclinada (teórica)	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada sin considerar sombras del terreno (© 2019 Solargis)
TEMP	Temperatura del aire	°C	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo. Calculada a partir de la salida del modelo ERA-5 (© 2019 ECMWF)
WS	Velocidad del viento	m/s	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la velocidad del viento a 10 metros sobre el suelo. Calculada a partir de la salida del modelos MERRA-2 and CFSv2 (© 2019 NOAA y NASA)
RH	Humedad relativa	%	Valores anuales y mensuales promedio de humedad relativa a 2 m sobre el suelo. Calculada a partir de la salida del modelos MERRA-2 and CFSv2 (© 2019 NASA y NOAA)
PWAT	Agua precipitable	kg/m <sup>2</sup>	Agua precipitable es la profundidad que alcanzaría el vapor de agua contenido en una columna atmosférica si toda esa agua se condensara y precipitase en forma de lluvia. Es un indicador de la cantidad de humedad presente sobre la superficie del suelo. Calculada a partir de la salida del modelos CFSR y CFSv2 (© 2019 NOAA)

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
PREC	Precipitación (lluvia)	mm	Promedios de las sumas anual y mensual de precipitación, derivados de la base de datos Global Precipitation Climatology (© 2019 DWD)
SNOWD	Días de nieve	días	Los días de nieve se calculan como días con una profundidad (acumulación) de nieve igual o mayor a 5 mm. Calculados a partir de las salidas del modelos CFSR y CFSv2 (© 2019 NOAA)
CDD	Grados día de refrigeración	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para enfriar un edificio. Los "grados día de refrigeración" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más alta que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios. Calculado por Solargis a partir de los datos de temperatura del aire
HDD	Grados día de calefacción	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para calefactar un edificio. Los "grados día de calefacción" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más baja que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios. Calculado por Solargis a partir de los datos de temperatura del aire
PVOUT especific	Producción fotovoltaica específica	kWh/kWp por día	Valores anuales y mensuales promedio de producción de energía eléctrica fotovoltaica (corriente alterna) entregada por la instalación fotovoltaica normalizada para 1 kWp de capacidad instalada (© 2019 Solargis)
PVOUT total	Producción fotovoltaica total	kWh	Valores anuales y mensuales promedio de producción de energía eléctrica fotovoltaica (corriente alterna) entregada por el total de la capacidad instalada de la instalación fotovoltaica (© 2019 Solargis)
PR	Rendimiento energético (PR)	%	Ratio entre la producción fotovoltaica específica (en corriente alterna, AC) y la irradiación global inclinada recibida por la superficie de los módulos de la instalación (PVOUTspecific/GTI)
GTI	Irradiación global inclinada	kWh/m <sup>2</sup> por día	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada (© 2019 Solargis)
CF	Factor de capacidad	%	El ratio entre la producción real de energía eléctrica durante un año y la producción máxima posible de energía eléctrica durante un año expresada en %. La producción máxima posible es la capacidad instalada en alterna multiplicada por el número de horas del año, mientras que la producción real es la cantidad de energía entregada anualmente por el proyecto.

## 10 Metadatos

Este informe está basado en bases de datos solares y meteorológicas desarrolladas y operadas por Solargis. Los parámetros de datos presentados en este informe están computados por modelos y algoritmos de Solargis. Los datos usados como entrada a los modelos vienen de diferentes fuentes. Las características de los datos están explicadas abajo.

Representación temporal: 1999 a 2018 (20 años de calendario)  
Intervalos de tiempo: Estadísticas mensuales y anuales a largo plazo  
Las estimaciones asumen que un año tiene 365 días  
Versión de la base de datos Solargis 2.5.0

Grupo de datos	Fuente de datos de entrada	Organización	Método Solargis
GHI, DNI, DIF, GTI, D2G	Satélites GOES East y GOES-R Aerosoles de los modelos MERRA-2 y MACC-II/CAMS Vapor de agua de modelos CSFR y GFS ELE	NOAA NASA, ECMWF NOAA CGIAR CSI	Modelo solar
TEMP	Modelo ERA-5	ECMWF	Procesado de datos
RH, WS, WD	Modelo ERA-5	NASA, NOAA	Procesado de datos
SNOWD	Modelos CFSR y CFSv2	NOAA	Procesado de datos
PREC	Base de datos GPCC	DWD	Procesado de datos
PWAT	Modelos CFSR y CFSv2	NOAA	Procesado de datos
ALB	Bases de datos MODIS y ERA-5	NASA, ECMWF	Combinación, limpiado y procesado datos
LANDC	Cobertura de terreno CCI, v2.0.7	ESA CCI	Post-procesado
POPUL	Datos reticulares de población mundial, Version 4 (GPWv4)	CIESIN	Procesado de datos
ELE, SLO, AZI	SRTM	CGIAR CSI	Combinación, limpiado y procesado datos
PVOUT, OPTA	GTI, TEMP, ELE	Solargis	Modelo de simulación fotovoltaica
HDD, CDD	TEMP	Solargis	Procesado de datos

### Documentación

Incertidumbre de datos <https://solargis.com/docs/accuracy-and-comparisons/combined-uncertainty/>

Metodología <https://solargis.com/docs/methodology/solar-radiation-modeling/>

Simulación de producción fotovoltaica <https://solargis.com/docs/methodology/pv-energy-modeling/>

## 11 Descargo de responsabilidad e información legal

Considerando la incertidumbre de los datos y los cálculos, Solargis s.r.o. no garantiza la exactitud de las estimaciones. Se ha hecho lo máximo posible para la evaluación de los parámetros meteorológicos y la evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica basada en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no es responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente, indirecto o punitivo relacionado o que se alegue como relacionado del uso del informe proporcionado.

Este informe muestra la estimación de la producción eléctrica solar de una instalación fotovoltaica en su fase inicial, así como durante toda su vida útil. Las estimaciones tienen la exactitud suficiente para una evaluación preliminar de proyectos fotovoltaicos. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información: 1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar 2. Especificaciones detalladas de la instalación fotovoltaica 3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción fotovoltaica 4. Producción de energía durante la vida útil considerando la degradación de los componentes de la instalación fotovoltaica.

Puede encontrarse más información sobre la evaluación completa de la producción fotovoltaica en:  
<https://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/overview/>

Copyright de este informe © 2020 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.  
Solargis® es una marca comercial de Solargis s.r.o.

Vea el texto completo de los TÉRMINOS GENERALES DEL CONTRATO PARA SERVICIOS DE PAGO en:  
<https://solargis.com/legal/general-contractual-terms/>

### Validación de autenticidad

Este informe PDF está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

### Proveedor de servicios


Solargis s.r.o., Mýtna 48, 811 07 Bratislava, Eslovaquia  
ID de registro: 45 354 766  
Número IVA: SK2022962766  
Teléfono: +421 2 4319 1708  
Correo electrónico: [contact@solargis.com](mailto:contact@solargis.com)  
URL: [solargis.com](https://solargis.com)

## B. Anexo: Datasheet modulo fotovoltaico TALLMAX TSM-DE15H

Mono   Multi   Solutions

# TALLMAX<sup>M</sup>

## TSM-DE15H(II)



**144 HALF-CUT MONOCRYSTALLINE CELLS**

**380-400W POWER OUTPUT RANGE**




**19.7% MAXIMUM EFFICIENCY**




**0/+5W POSITIVE POWER TOLERANCE**


Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading comprehensive solutions provider for solar energy. We believe close cooperation with our partners is critical to success. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and supplement our innovative, reliable products with the backing of Trina Solar as a strong, bankable partner. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners.


**Comprehensive Product And System Certificates**

IEC61215/IEC61730/UL1709  
IEC61701 - Salt Mist Corrosion  
IEC61705 - Ammonia Corrosion  
IEC60068 - Blowing Sand  
ISO9001, ISO14001, ISO45001











**Higher power for large scale installations**

- High performance mono PERC cells
- Reduced BOS costs with higher power bins and 1,500V system voltage
- Consistently high bankability ratings by BNEF, banks and investors




**Half-cut cell design brings higher efficiency**

- Optimized power output under inter-row shading conditions
- Integrated LRF for increased performance
- Low thermal coefficients for higher energy yield at elevated operating temperatures
- Reduced interconnection losses



**Highly reliable due to stringent quality control**

- Over 30 in-house tests (UV, TC, HF, and many more)
- In-house testing goes well beyond certification requirements
- PID resistant
- 2x 100% inline EL inspection




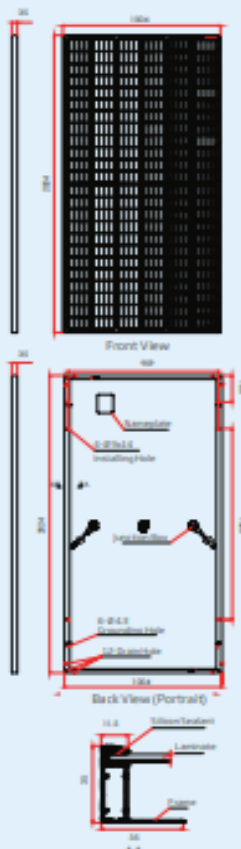
**Certified to withstand challenging environmental conditions**

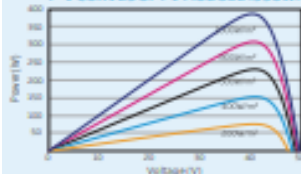
- Salt Mist Corrosion
- Ammonia Corrosion
- Blowing Sand

**LINEAR PERFORMANCE WARRANTY**

10 Year Product Warranty - 25 Year Linear Power Warranty



**DIMENSIONS OF PV MODULE**  
**TSM-DE15H(II) (unit: mm)**

**I-V CURVES OF PV MODULE (390W)**

**P-V CURVES OF PV MODULE (390W)**


ELECTRICAL DATA @ STC	TSM-380 DE15H(II)	TSM-385 DE15H(II)	TSM-390 DE15H(II)	TSM-395 DE15H(II)	TSM-400 DE15H(II)
Peak Power Watts- $P_{max}$ (W)*	380	385	390	395	400
Power Output Tolerance- $P_{max}$ (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Maximum Power Voltage- $U_{mp}$ (V)	39.6	40.1	40.5	40.8	41.1
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	9.59	9.61	9.64	9.69	9.74
Open Circuit Voltage- $U_{oc}$ (V)	48.1	48.5	49.7	50.1	50.4
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	9.99	10.03	10.08	10.13	10.18
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	18.7	18.9	19.2	19.4	19.7

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5  
 \* Measuring tolerance: ±0%

ELECTRICAL DATA @ NMOT	TSM-380 DE15H(II)	TSM-385 DE15H(II)	TSM-390 DE15H(II)	TSM-395 DE15H(II)	TSM-400 DE15H(II)
Maximum Power- $P_{max}$ (W)	287	291	295	298	302
Maximum Power Voltage- $U_{mp}$ (V)	37.4	37.9	38.4	38.7	38.9
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	7.66	7.67	7.68	7.71	7.76
Open Circuit Voltage- $U_{oc}$ (V)	44.4	45.6	46.8	47.2	47.4
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	8.05	8.09	8.13	8.17	8.21

NMOT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 x 24)
Module Dimensions	2024 x 1004 x 35 mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm, High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Cable 4.0mm <sup>2</sup> , Portrait: N 140mm/P 285mm, Landscape: N 1400 mm/P 1400mm
Connector	TS4

**TEMPERATURE RATINGS**

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	42°C (±3K)
Temperature Coefficient of $P_{max}$	-0.37%/K
Temperature Coefficient of $U_{oc}$	-0.29%/K
Temperature Coefficient of $I_{sc}$	0.05%/K

**MAXIMUM RATINGS**

Operational Temperature	-40 to +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20 A
Snow Load	5400Pa (3600Pa*)
Wind Load	2400Pa (1600Pa*)

\*Design load with safety factor 1.5  
 (DO NOT connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

**PACKAGING CONFIGURATION**

Modules per box:	30 pieces
Modules per 40' container:	650 pieces

**WARRANTY**


10-year Product Workmanship Warranty
25-year Linear Performance Warranty

(Please refer to product warranty for details)




TSM\_DE15H\_2019\_A

# C. Anexo: Datasheet regulator BlueSolar Charge Controllers MPPT 150/60.



victron energy  
BLUE FORCE

BlueSolar Charge Controllers with screw- or MC4 PV connection  
 MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100


www.victronenergy.com



**Solar Charge Controller  
MPPT 150/100-Tr**



**Solar Charge Controller  
MPPT 150/100-MC4**



**Solar Charge Controller  
MPPT 150/100-MC4**

**Ultra-fast Maximum Power Point Tracking (MPPT)**  
 Especially in case of a clouded sky, when light intensity is changing continuously, an ultra-fast MPPT controller will improve energy harvest by up to 30% compared to PWM charge controllers and by up to 10% compared to slower MPPT controllers.

**Advanced Maximum Power Point Detection in case of partial shading conditions**  
 If partial shading occurs, two or more maximum power points may be present on the power-voltage curve. Conventional MPPTs tend to lock to a local MPP, which may not be the optimum MPP. The innovative BlueSolar algorithm will always maximize energy harvest by locking to the optimum MPP.

**Outstanding conversion efficiency**  
 No cooling fan. Maximum efficiency exceeds 98%.

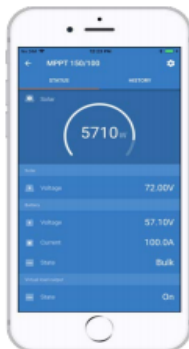
**Flexible charge algorithm**  
 Fully programmable charge algorithm (see the software page on our website), and eight pre-programmed algorithms, selectable with a rotary switch (see manual for details).

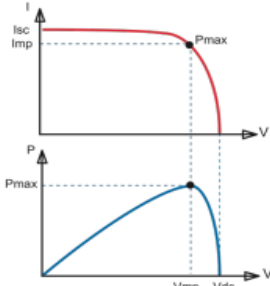
**Extensive electronic protection**  
 Over-temperature protection and power derating when temperature is high. PV short circuit and PV reverse polarity protection. PV reverse current protection.

**Internal temperature sensor**  
 Compensates absorption and float charge voltage for temperature.

**Real-time data display options**

- Color Control GX or other GX devices: see the **Venus** documents on our website.
- **A smartphone or other Bluetooth-enabled device:** VE.Direct Bluetooth Smart dongle needed.





**Maximum Power Point Tracking**


**Upper curve:**  
 Output current (I) of a solar panel as function of output voltage (V). The Maximum Power Point (MPP) is the point P<sub>max</sub> along the curve where the product I x V reaches its peak.

**Lower curve:**  
 Output power P = I x V as function of output voltage. When using a PWM (not MPPT) controller the output voltage of the solar panel will be nearly equal to the voltage of the battery, and will be lower than V<sub>mp</sub>.

BlueSolar Charge Controller	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Battery voltage	12 / 24 / 48V Auto Select (software tool needed to select 36V)				
Rated charge current	45A	60A	70A	85A	100A
Nominal PV power, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Nominal PV power, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Nominal PV power, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Max. PV short circuit current 2)	50A	50A	50A	70A	70A
Maximum PV open circuit voltage	150V absolute maximum coldest conditions 145V start-up and operating maximum				
Maximum efficiency	98%				
Self-consumption	10 mA				
Charge voltage 'absorption'	Default setting: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (adjustable)				
Charge voltage 'float'	Default setting: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (adjustable)				
Charge algorithm	multi-stage adaptive				
Temperature compensation	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protection	Battery reverse polarity (fuse, not user accessible) PV reverse polarity / Output short circuit / Over temperature				
Operating temperature	-30 to +60°C (full rated output up to 40°C)				
Humidity	95%, non-condensing				
Data communication port and remote on-off	VE.Direct (see the data communication whitepaper on our website)				
Parallel operation	Yes (not synchronized)				
<b>ENCLOSURE</b>					
Colour	Blue (RAL 5012)				
PV terminals 3)	35 mm <sup>2</sup> / AWG2 (Tr models) Two sets of MC4 connectors (MC4 models up to 150/70) Three sets of MC4 connectors (MC4 models 150/85 and 150/100)				
Battery terminals	35 mm <sup>2</sup> / AWG2				
Protection category	IP43 (electronic components), IP22 (connection area)				
Weight	3kg			4,5kg	
Dimensions (h x w x d) in mm	Tr models: 185 x 250 x 95 MC4 models: 215 x 250 x 95			Tr models: 216 x 295 x 103 MC4 models: 246 x 295 x 103	
<b>STANDARDS</b>					
Safety	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				

1a) If more PV power is connected, the controller will limit input power.  
 1b) PV voltage must exceed V<sub>bat</sub> + 5V for the controller to start.  
 Thereafter minimum PV voltage is V<sub>bat</sub> + 1V.  
 2) A PV array with a higher short circuit current may damage the controller.  
 3) MC4 models: several splitter pairs may be needed to parallel the strings of solar panels.  
 Maximum current per MC4 connector: 30A (the MC4 connectors are parallel connected to one MPPT tracker)

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | The Netherlands



## D. Anexo: Datasheet inverter phoenix 3KVA.

### Inversores Phoenix 3kVA

(120V/60Hz)

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)



Phoenix Inverter  
24/3000

#### SinusMax – Diseño superior

Desarrollado para uso profesional, la gama de inversores Phoenix es ideal para innumerables aplicaciones. El criterio utilizado en su diseño fue el de producir un verdadero inverter sinusoidal con una eficiencia optimizada pero sin comprometer su rendimiento. Al utilizar tecnología híbrida de alta frecuencia, obtenemos como resultado un producto de la máxima calidad, de dimensiones compactas, ligero y capaz de suministrar potencia, sin problemas, a cualquier carga.

#### Potencia de arranque adicional

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como frigoríficos, compresores, motores eléctricos y aparatos similares.

#### Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo y trifásico.

Hasta 6 unidades del inverter pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/3000, por ejemplo, proporcionarán 15 kW / 18 kVA de potencia de salida. También es posible su configuración para funcionamiento trifásico.

#### Transferencia de la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

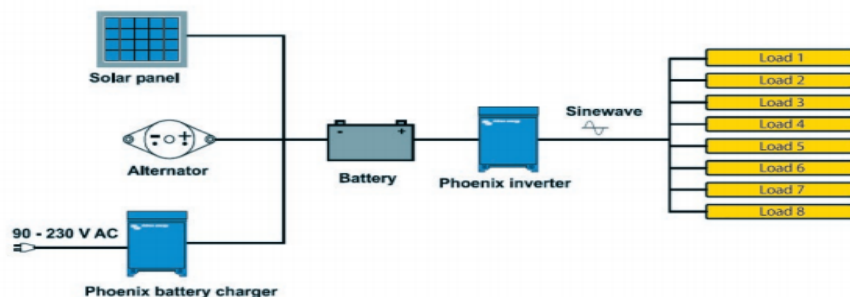
Si se requiere un conmutador de transferencia automático, recomendamos usar el inverter/cargador MultiPlus en vez de este. El conmutador está incluido en este producto y la función de cargador del MultiPlus puede deshabilitarse. Los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción, ya que el MultiPlus dispone de un tiempo de conmutación muy corto (menos de 20 milisegundos).

#### Interfaz de comunicaciones

Estos modelos más grandes de inverter Phoenix vienen con un puerto VE.Bus. Todo lo que necesita conectar a su PC es nuestro interfaz MK3-USB VE.Bus a USB (ver el apartado "Accesorios"). Junto con VictronConnect o el software VEConfigure, que puede descargarse gratuitamente desde nuestro sitio web, se pueden personalizar todos los parámetros de los inversores. Esto incluye la tensión y la frecuencia de salida, los ajustes de sobretensión o subtensión y la programación del relé. Este relé puede, por ejemplo, utilizarse para señalar varias condiciones de alarma distintas o para arrancar un generador. Los inversores también pueden conectarse a un dispositivo GX (como Cerbo GX) para seguimiento y control.

#### Nuevas aplicaciones para inversores de alta potencia

Las posibilidades que ofrecen los inversores de alta potencia conectados en paralelo son realmente asombrosas. Para obtener ideas, ejemplos y cálculos de capacidad de baterías, le rogamos consulte nuestro libro "Electricity on board" (electricidad a bordo), disponible gratuitamente en Victron Energy y descargable desde [www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com).





Inversor Phoenix	12/3000	24/3000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Sí	
<b>INVERSOR</b>		
Rango de tensión de entrada (V DC)	9.5 - 17V	19 - 33V
Salida	Salida: 120V ± 2% / 60Hz ± 0.1% (1)	
Potencia cont. de salida 25°C / 77°F (VA) (2)	3000	3000
Potencia cont. de salida 25°C / 77°F (W)	2400	2400
Potencia cont. de salida 40°C / 104°F (W)	2200	2200
Potencia cont. de salida 65°C / 150°F (W)	1700	1700
Pico de potencia (W)	6000	6000
Eficacia máx. 12/ 24 / 48 V (%)	93	94
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	20	20
Consumo en vacío en modo AES (W)	15	15
Consumo en vacío modo Search (W)	8	10
<b>GENERAL</b>		
Relé programable (3)	Sí	
Protección (4)	a - g	
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema	
On/Off remoto	Sí	
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -40 a +65°C (-40 - 150°F) Humedad (sin condensación): Máx. 95%	
<b>CARCASA</b>		
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21	
Conexiones de la batería	2+2 Pernos M8	
Conexiones 120 V CA	Bornes atornillados	
Peso (kg)	18 kg 38 lbs	
Dimensiones (al x an x p en mm.)	352 x 258 x 218 mm 14.3 x 10.2 x 8.6 inch	
<b>NORMATIVAS</b>		
Seguridad	EN 60335-1	
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2	
1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V. 2) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, sustitución de CD o como señal de arranque de un generador (se necesita el interfaz MK2 y el software VECconfigure) Capacidad nominal CA 120V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC	4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 120 V CA en la salida del inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta	



#### Panel de Control para Inversor Phoenix

También puede utilizarse en un inversor/cargador MultiPlus cuando se desea disponer de un conmutador de transferencia automático, pero no de la función como cargador. La luminosidad de los LED se reduce automáticamente durante la noche.

#### Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



#### Color Control GX

Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).



#### Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VECconfigure](#)).



#### Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marina NMEA2000. Consulte o [guía de integración NMEA2000 e MED](#).



#### Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

## E. Anexo: Datasheet batería AGM T5 12V 300Ah

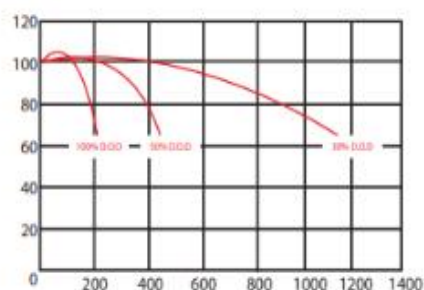


### Battery Terminal T5 12V 300Ah



#### Características Eléctricas y de Descarga

Capacidad 25°C (77°F)	20 Hour Rate (15.8A)	
	10 Hour Rate (30.0A)	
	5 Hour Rate (53.2A)	
	1 Hour Rate (179A)	
Resistencia Interna	Totalmente Cargada a 25°C - 77°F	2.5mΩ
Capacidad Afectada por Temperatura (20 Horas)	40°C (104°F)	102%
	25°C (77°F)	100%
	0°C (32°F)	85%
	-15°C (5°F)	65%
Auto Descarga a 25°C (77°F)	Capacidad después de 3 Meses	91%
	Capacidad después de 6 Meses	82%
	Capacidad después de 12 Meses	64%
Terminal	T5	
Carga (Voltaje Constante)	Ciclo	Voltaje 14.40-14.80 V Tiempo 14-16 h
	Flot.	Voltaje 13.50 - 13.80 V
Alto Total	242mm	Ancho 269mm
Alto	220mm	Peso Aprox 73Kg
Largo	521mm	



## F. Anexo: Análisis de tensión cercha 3,5KN



Archivo analizado:	CERCHA.ipt
Versión de Autodesk Inventor:	2021 (Build 250183000, 183)
Fecha de creación:	19/11/2020, 4:58 p. m.
Autor del estudio:	PROYECTO KIOSCO
Resumen:	ANALISIS TENSION 3.5KN, LA FUERZA REAL A SOPORTAR SERA DE 437N APROX.

### ☐ Información de proyecto (iProperties)

#### ☐ Propiedades físicas

Material	Acero, carbono
Densidad	7,85 g/cm <sup>3</sup>
Masa	25,7355 kg
Área	1070380 mm <sup>2</sup>
Volumen	3278410 mm <sup>3</sup>
Centro de gravedad	x=1569,28 mm y=230,984 mm z=-12,7468 mm

## ▣ **Análisis estático:CERCHA 3,5KN**

### Objetivo general y configuración:

Objetivo del diseño	Punto único
Tipo de estudio	Análisis estático
Fecha de la última modificación	19/11/2020, 4:52 p. m.
Detectar y eliminar modos de cuerpo rígido	No

### Configuración de malla:

Tamaño medio de elemento (fracción del diámetro del modelo)	0,1
Tamaño mínimo de elemento (fracción del tamaño medio)	0,2
Factor de modificación	1,5
Ángulo máximo de giro	60 gr
Crear elementos de malla curva	Sí

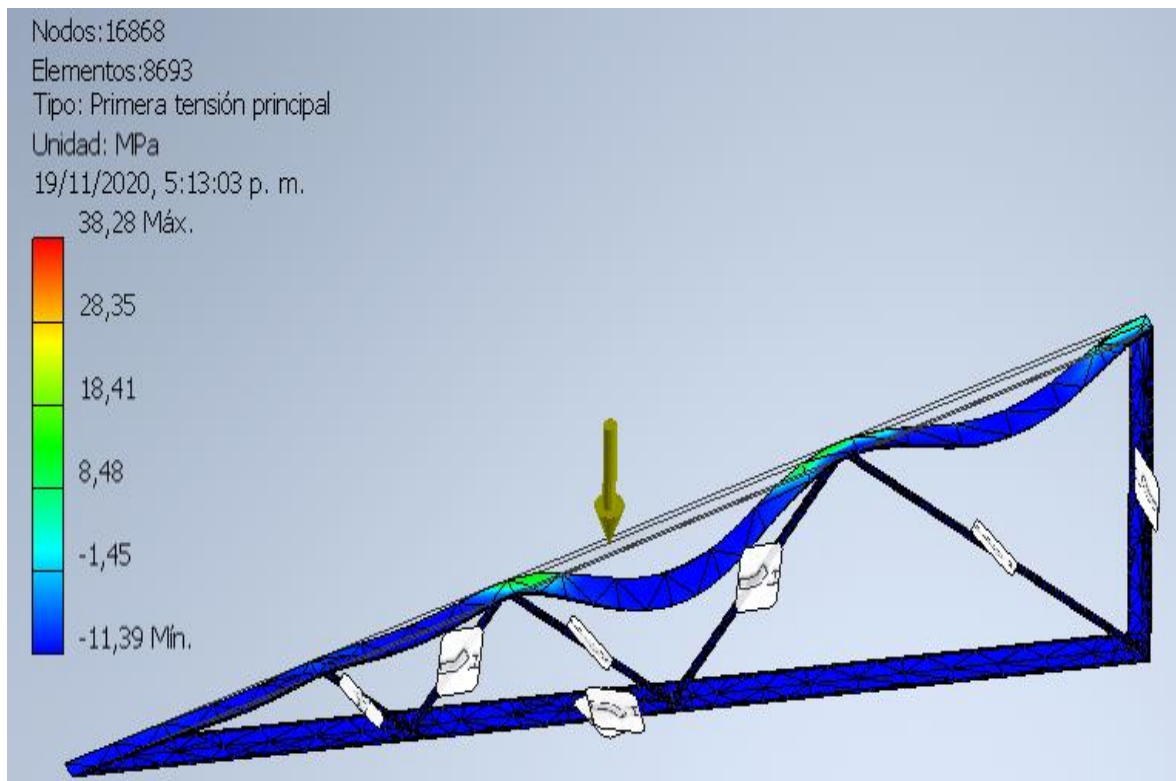
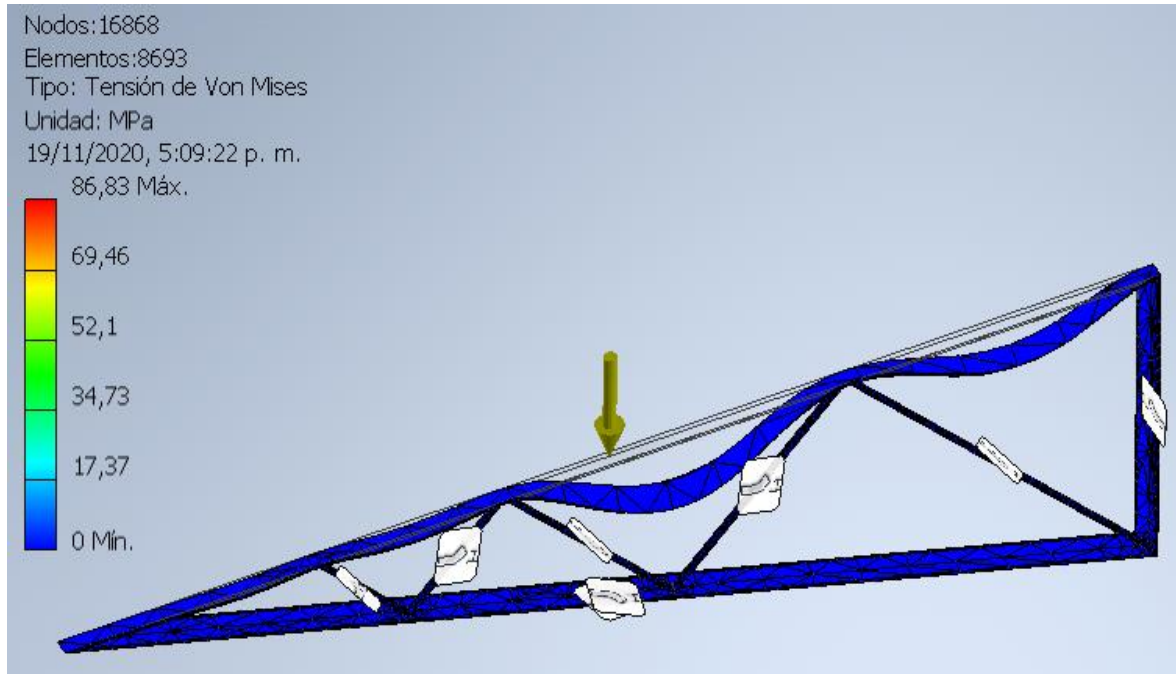
## ▣ **Material(es)**

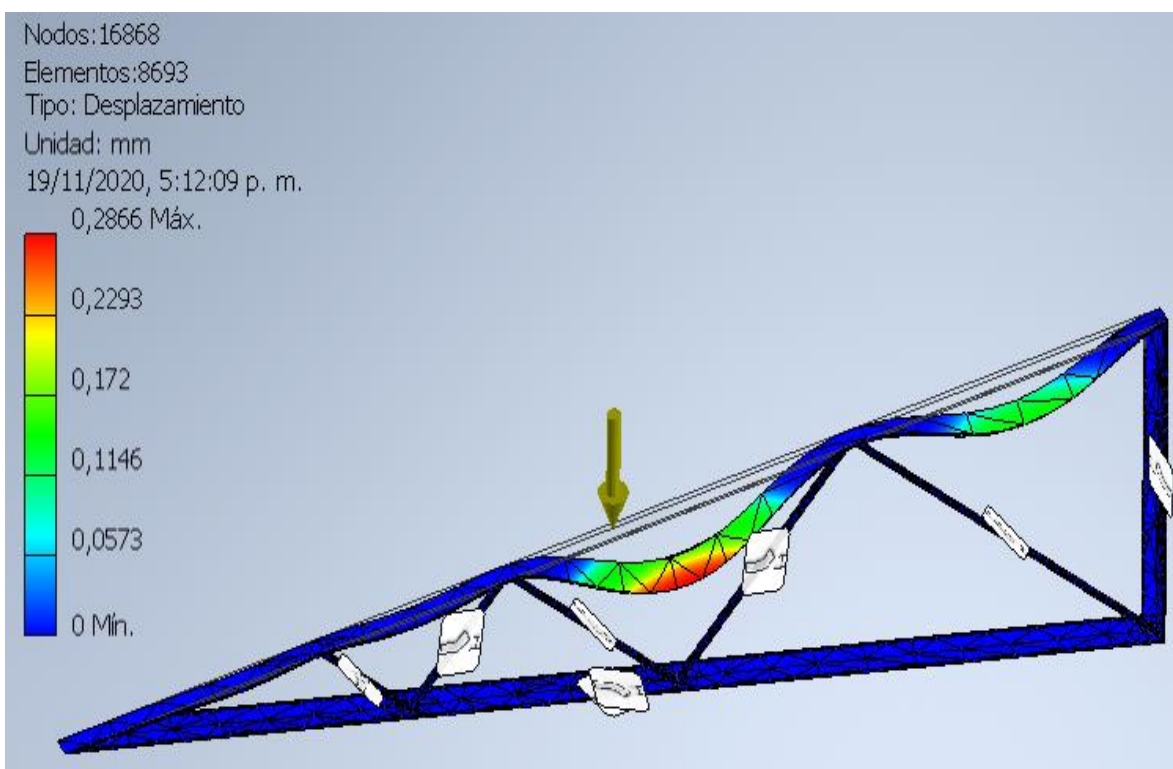
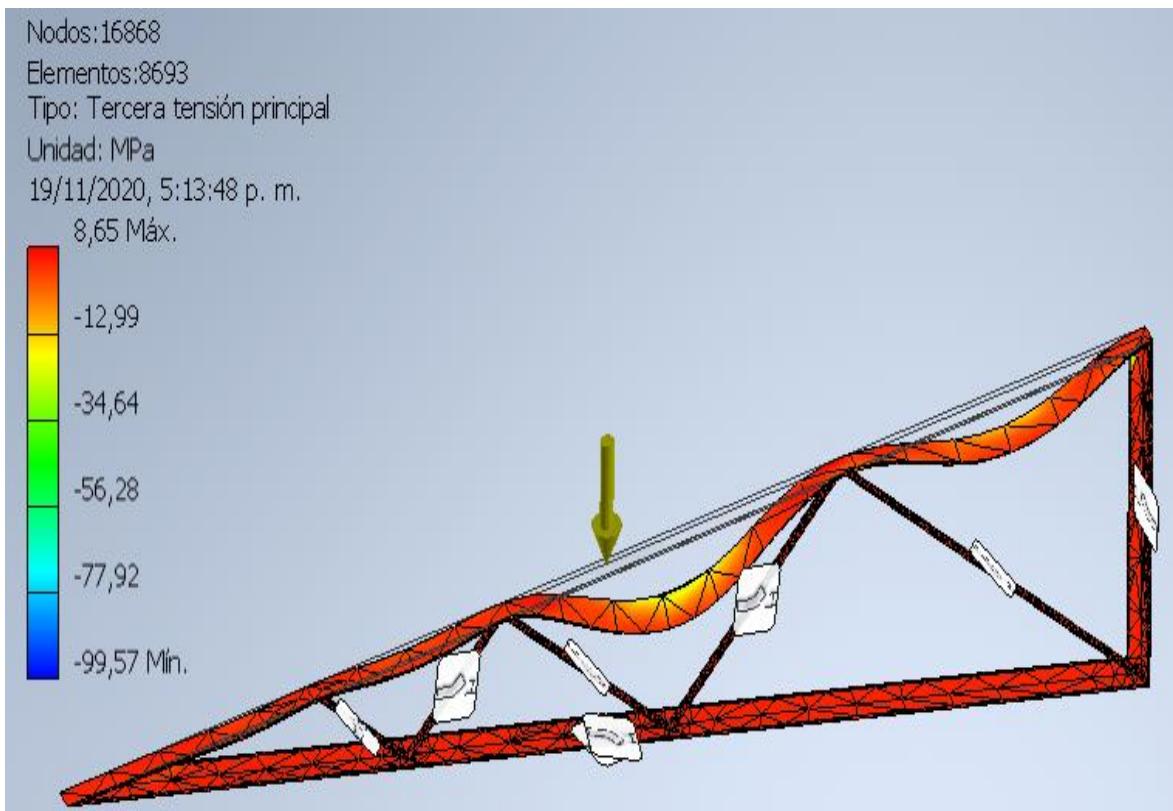
Nombre	Acero, carbono	
General	Densidad de masa	7,85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	350 MPa
	Resistencia máxima a tracción	420 MPa
Tensión	Módulo de Young	200 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,29 su
	Módulo cortante	77,5194 GPa
Nombre(s) de pieza	CERCHA.ipt	

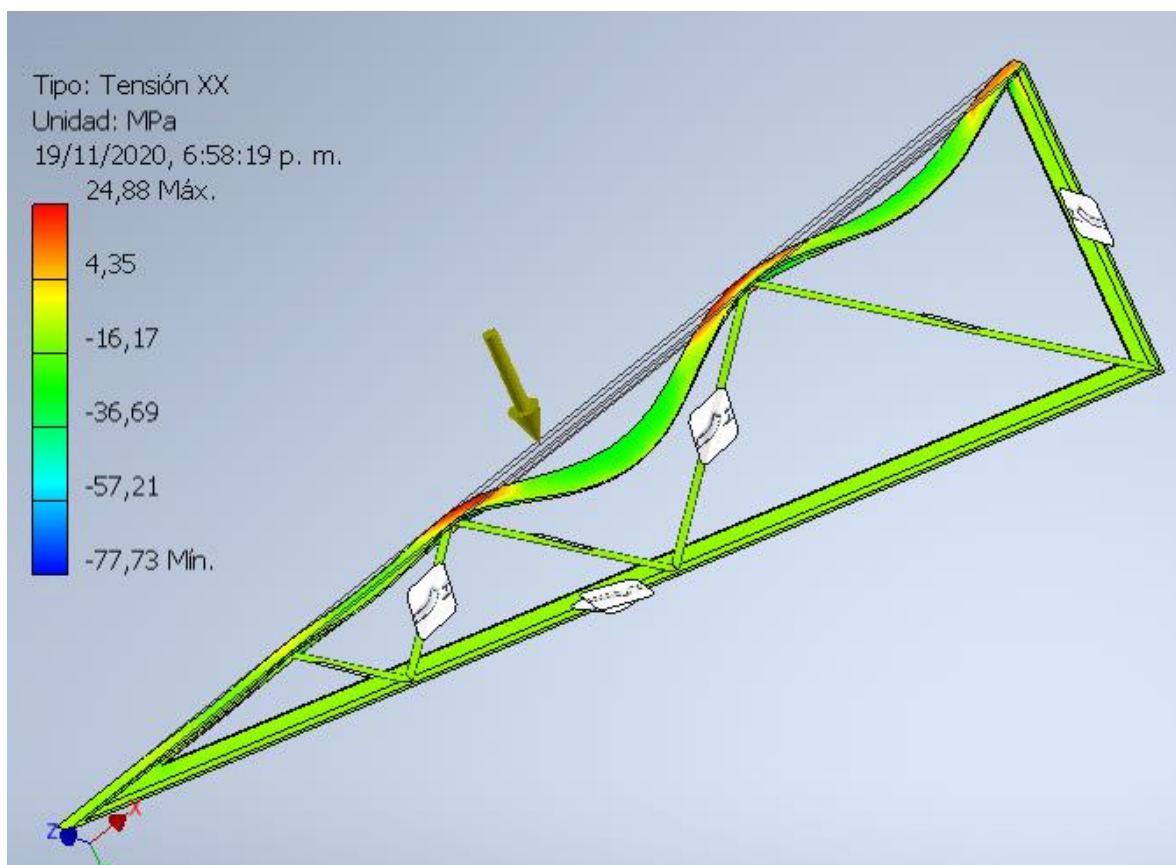
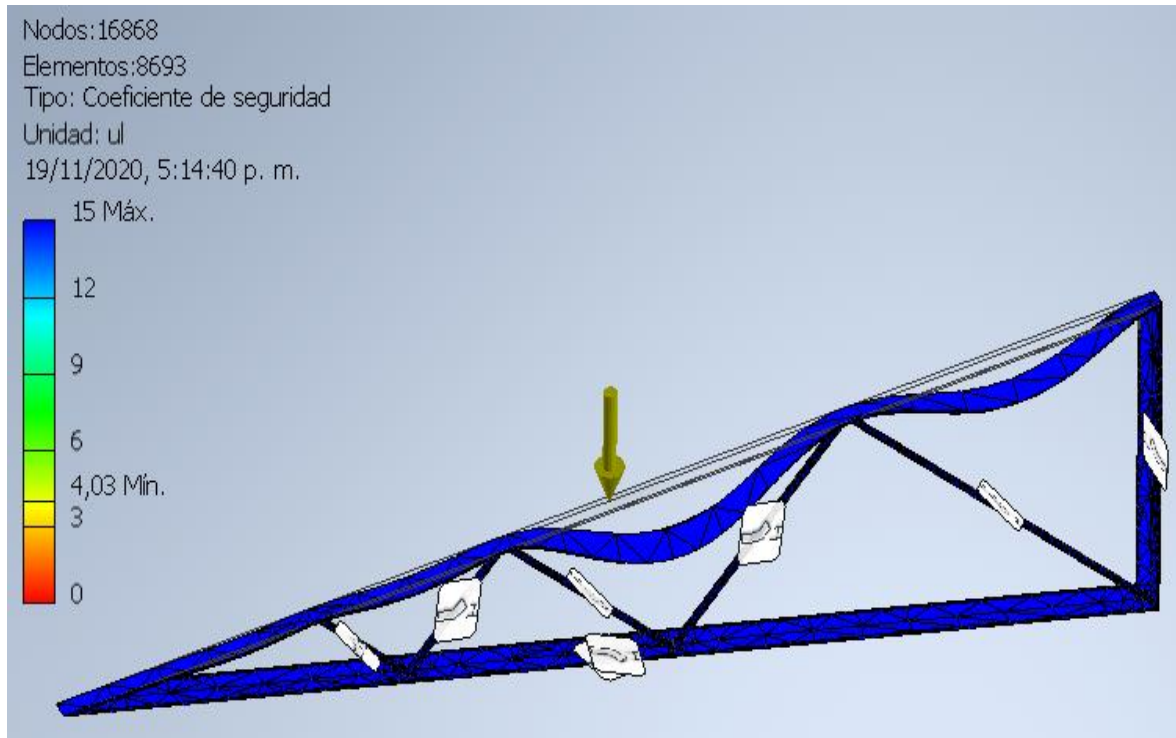
## ▣ **Condiciones de funcionamiento**

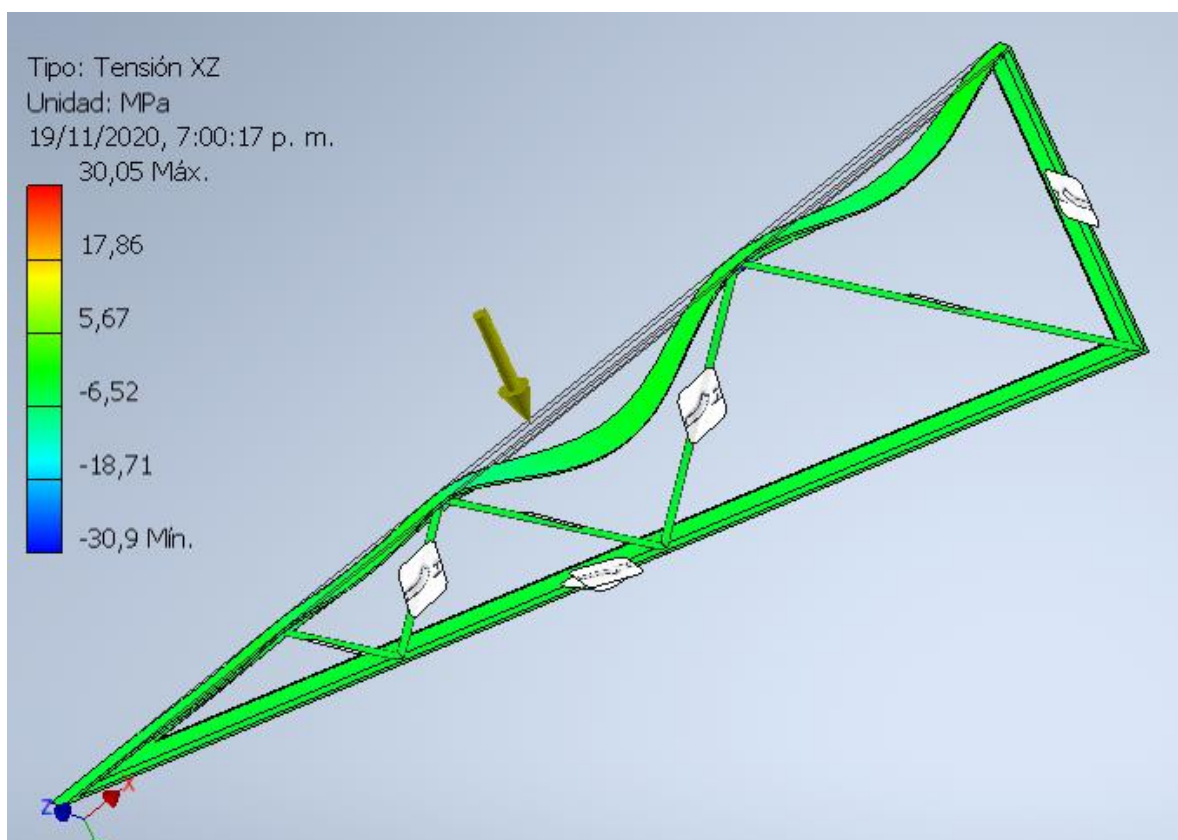
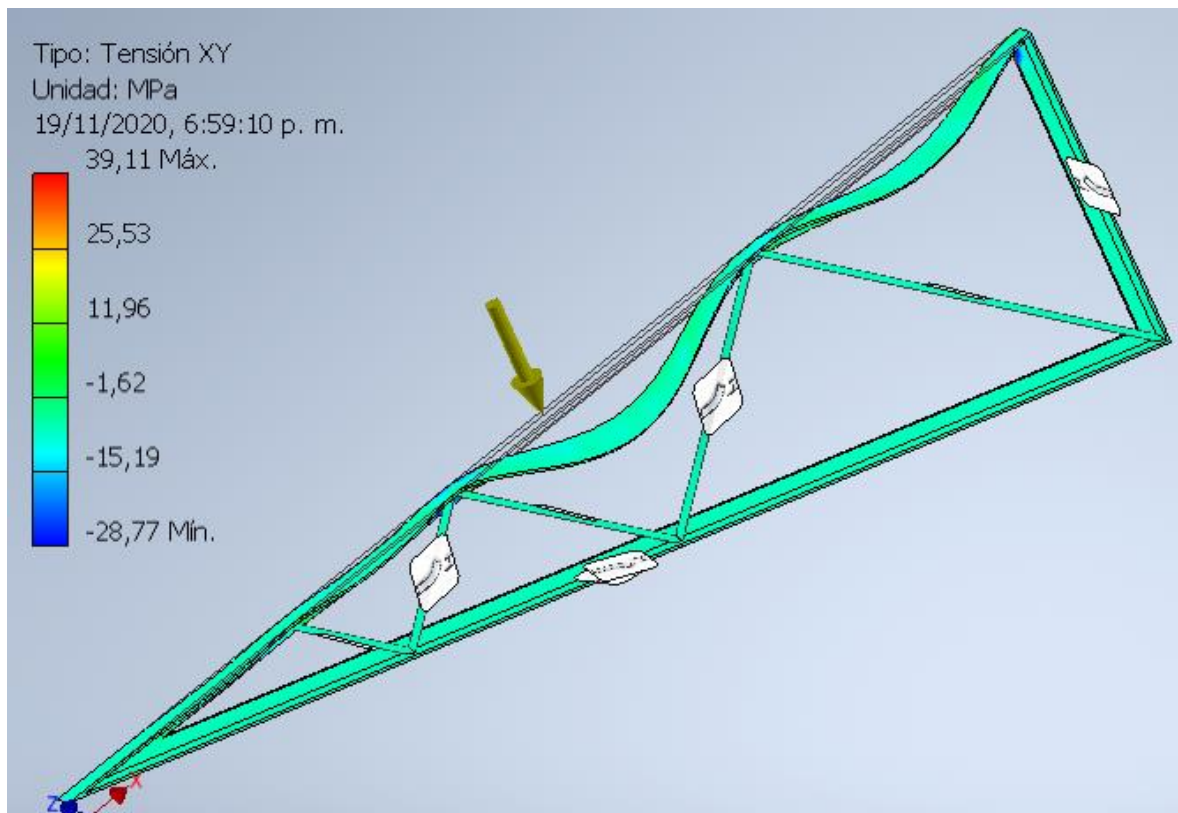
### ▣ Fuerza:1

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	3500,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	3500,000 N
Vector Z	0,000 N

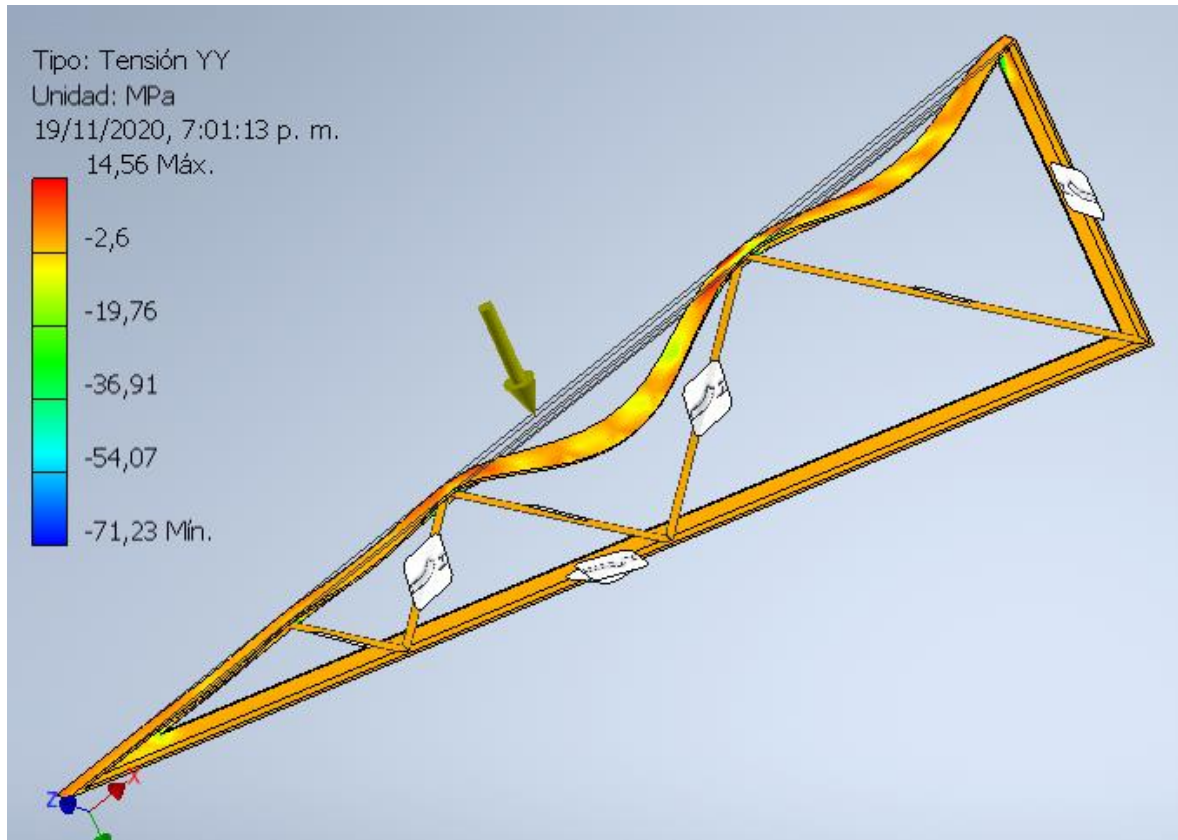


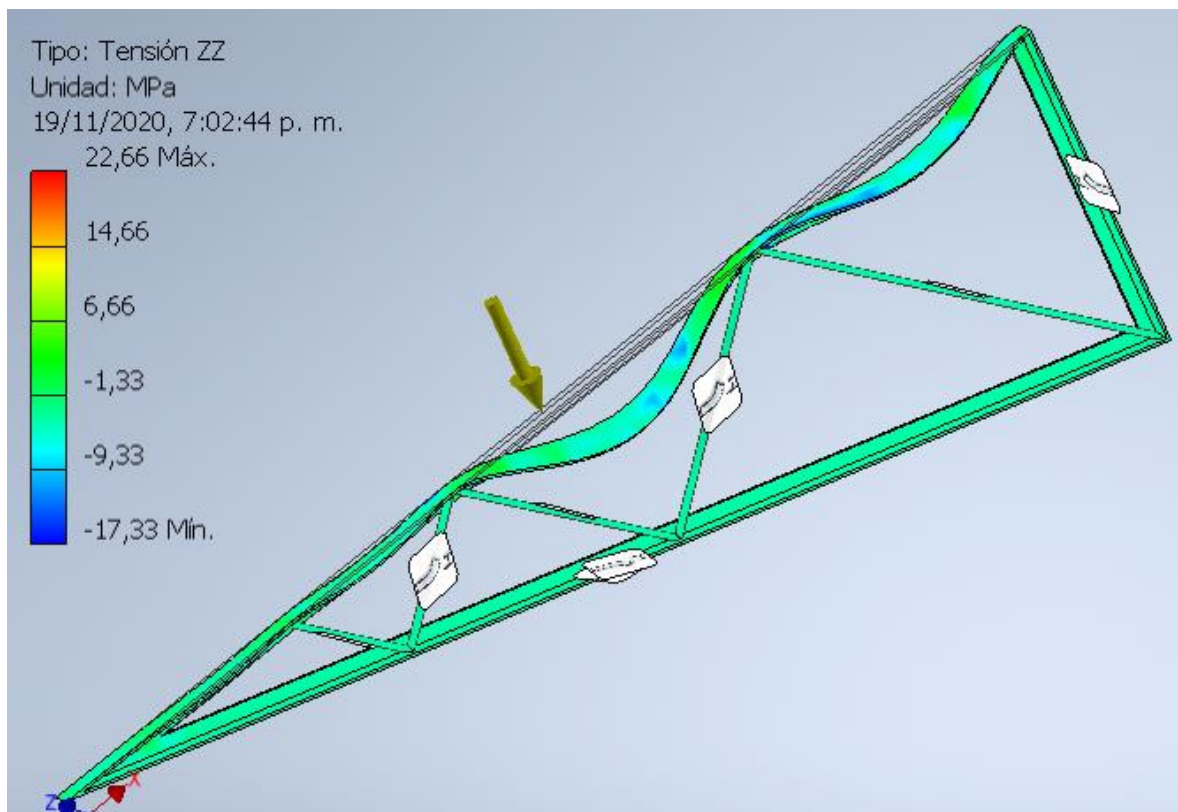
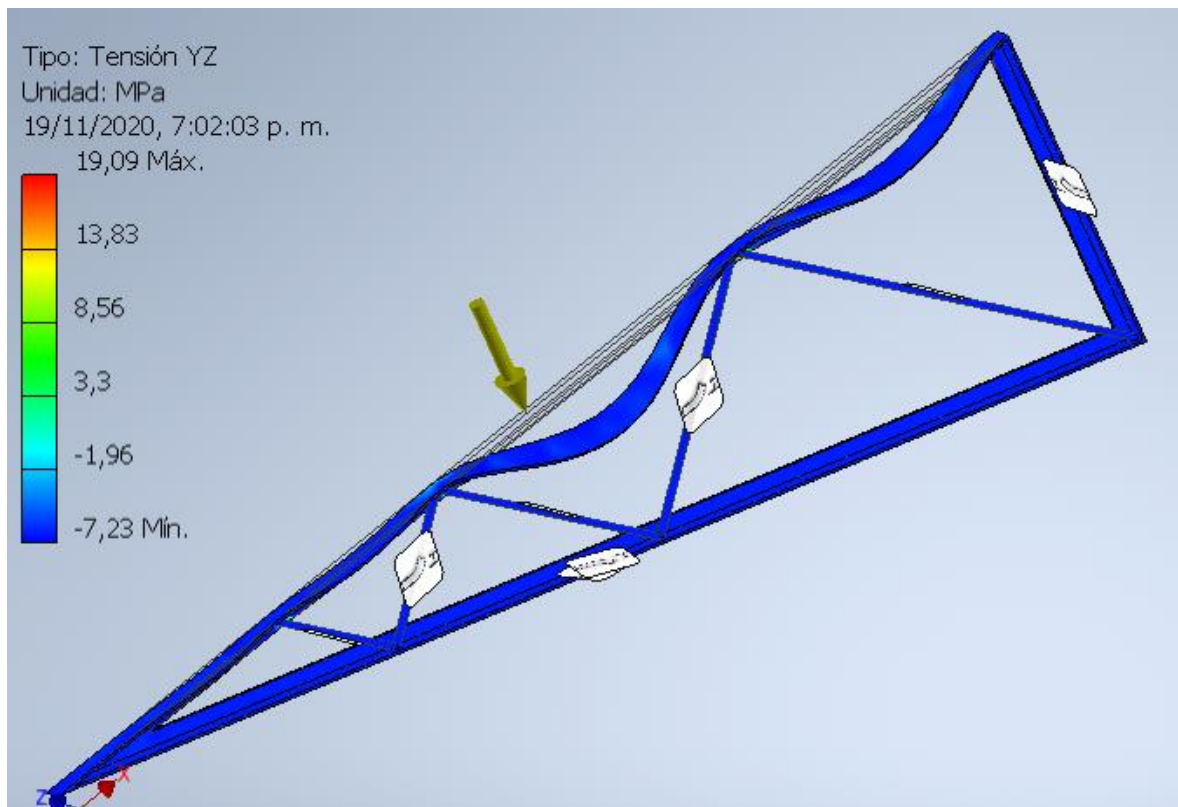


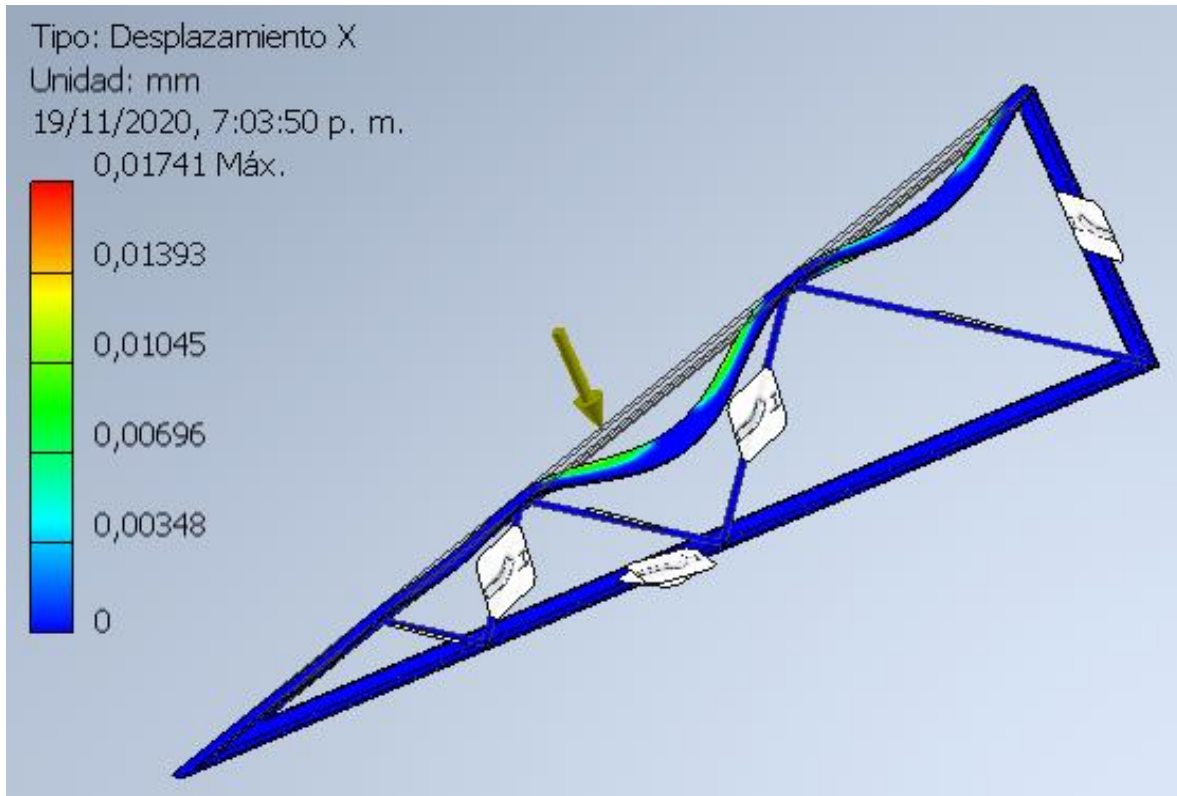


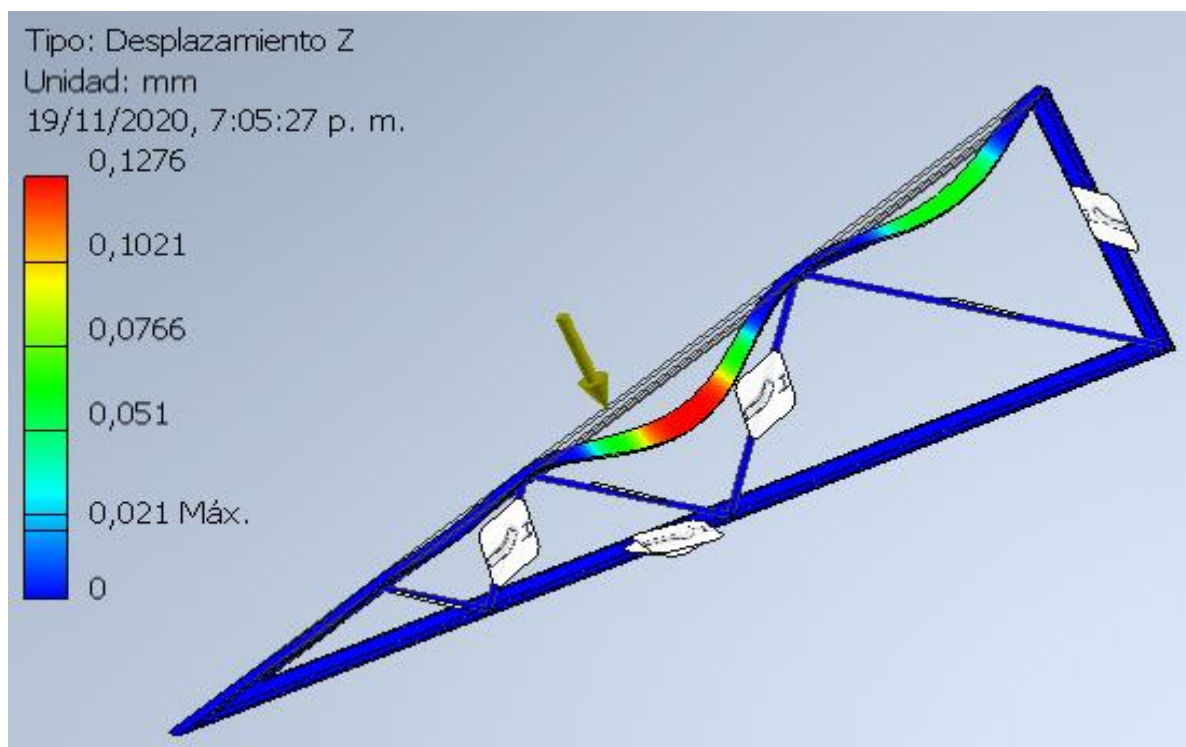
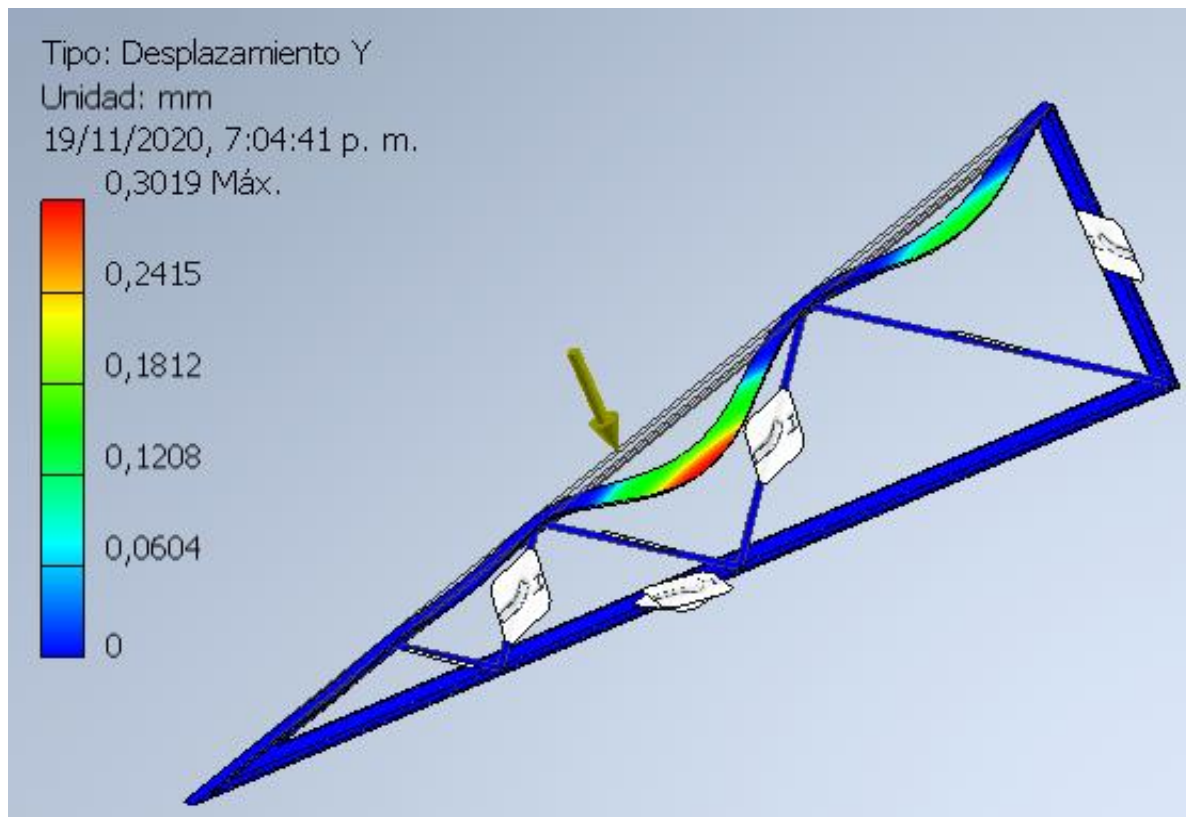










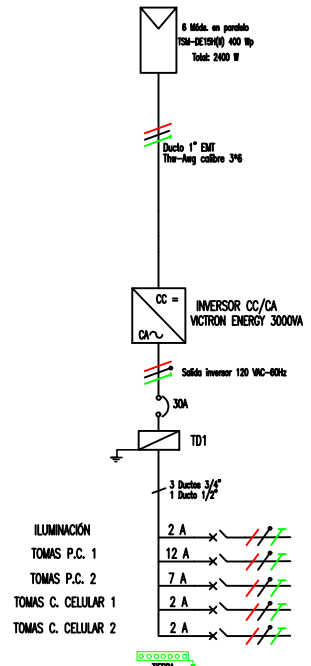
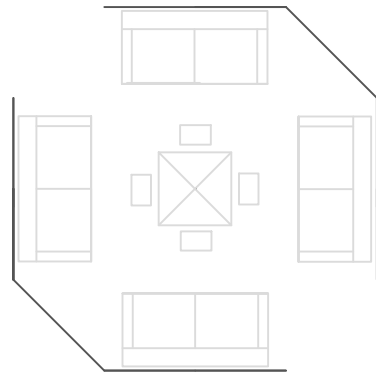
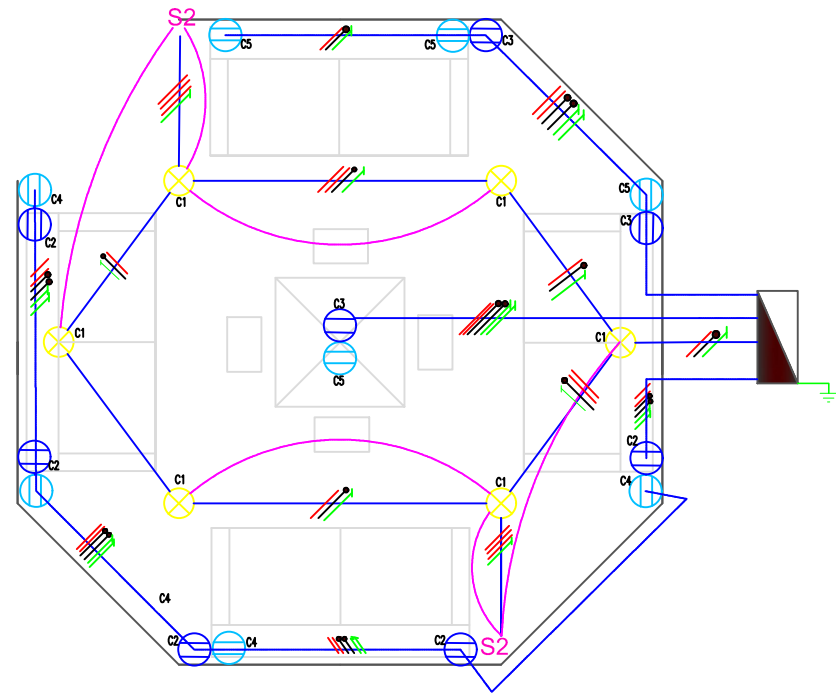


## Bibliografía

- Algarin, C. R., & Álvarez, O. R. (2018). *Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia*. 39(4), 16.
- Altamonte, H. (2017). *Las energías renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica*. Copyrigh.
- Arbeláez, C. G., Cabal, L. F. L., Carrasco, J. N., López, G. V., Higgins, M. L., Escobar, E. M., Castaño, R. S., Gómez, R. L., Rey, X. B., & Arjona, P. G. (2016). *EL ACUERDO DE PARÍS ASÍ ACTUARÁ COLOMBIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO*. 1, 60.
- Bauer Energy. (s. f.). *Manual regulador de carga MPPT*.
- Baza, A. L.-N. (2016). *El liderazgo de la Unión Europea en Energías Renovables: El Paquete de Energía Limpia de la Comisión Europea*. 6.
- BUN-CA. (2002). *Manual sobre Energía renovables. SOLAR FOTOVOLTAICA* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1). Copyrigh.
- Carballo, G. (2016). *La importancia del uso de paneles solares en la generación*. 17(6), 5.
- COLMENA. (s. f.-a). *Línea Estructural «PERFILES CERRADOS (ASTM A 500 GRADO C) NTC 4526 Grado C»*.
- COLMENA. (s. f.-b). *PERFIL ESTRUCTURAL TUBULAR Negro y Galvanizado ASTM A500 (NTC 4526)*.
- Colombia. Ministerio de Minas y Energía, & Vélez, R. (2013). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE versión 2013*. Norvisa Comunicaciones.
- Cruz, J. C., Cardona, J. C., & Hernández, D. (2013). *Aplicación electrónica para el ahorro de energía eléctrica utilizando una energía alternativa*. 9(2), 234-248.
- Diaz, T., & Carmona, G. (2010). *«Instalaciones Solares Fotovoltaica»* (1.<sup>a</sup> ed.). McGraw Hill.
- Erazo, F., & Erazo, O. (2015). *Potencial Natural para el Desarrollo Fotovoltaico en Colombia*. 8.
- Eternit. (2019). *TEJAS PLÁSTICAS LIVIANIT, PREMIUM, TECHOLIT Y TECHOLIT COLONIAL* (p. 15).
- EVE. (2000). *La energía solar fotovoltaica en el País Vasco*.

- Giraldo, M., Vacca Ramírez, R., & Urrego Quintanilla, A. (2018). LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS ¿UNA OPORTUNIDAD PARA COLOMBIA? *Punto de vista*, 9(13). <https://doi.org/10.15765/pdv.v9i13.1117>
- Gómez-Ramírez, J., Murcia-Murcia, J. D., & Cabeza-Rojas, I. (s. f.). *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA: POTENCIALES, ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS*. 19.
- ICONTEC. (1998). *Norma Técnica Colombiana NTC 2050*.
- IDEAM. (2017). *Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia* (IMPRENTA) [Map].
- Lamigueiro, O. P. (2018). *Energía Solar Fotovoltaica*. Creative Commons. <http://oscarperpinan.github.io/esf/>.
- López, A., Caleffi, C., Domínguez, N., & Diaz, G. (2016). *Polipropileno* (p. 16). Universidad José Antonio Páez.
- Lorenzo, J. A. A. (2012). *Manual para Instalaciones Fotovoltaicas Autónomas*. *Boletín Solar Fotovoltaica Autónoma SunFields Europe*.
- Muñoz, Á. V., & Calvache, Ó. S. (2019). *Evolución De La Generación De Energía Solar Fotovoltaica En Colombia*. 16.
- Orellana, J. F., & Vergara, L. V. (2016). *Estudio de factibilidad técnica y económica de suministro eléctrico a través de ERNC, (Energías Renovables no Convencionales), específicamente fotovoltaica, para sector agrícola en la VII región (parral)*. universidad BIO-BIO.
- Pasqualino, J., Cabrera, C., & Vanegas Chamorro, M. (2015). Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano. *Prospectiva*, 13(1), 68. <https://doi.org/10.15665/rp.v13i1.361>
- Paternina, M. A., Villalba, L. C. O., Núñez, J. L. I., & López, R. A. Á. (2012). *Diseño de prototipo de sistema solar fotovoltaico optimizando el ángulo de inclinación de los paneles solares*. 10(1), 11.
- Pérez, M., Morales, I., & Castro, E. (2017). *The hour equivalent solar pick, definition and interpretation*. 38(2), 124-131.
- PROGENSA. (2009). *La energía solar. Aplicaciones prácticas* (5.<sup>a</sup> ed.). Copyright. <https://www.soltuyo.com/libros/laenergia-imatco-4.pdf>
- Rendón López, L. M. (2018). Un llamado para apostar por energías renovables. *Producción + Limpia*, 13(1), 6. <https://doi.org/10.22507/pml.v13n1a13>

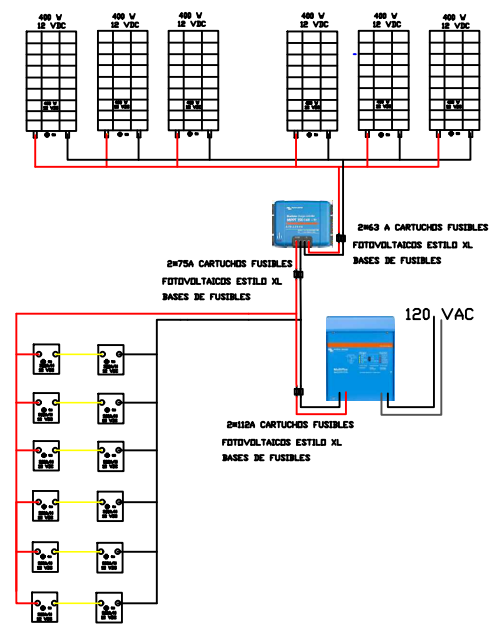
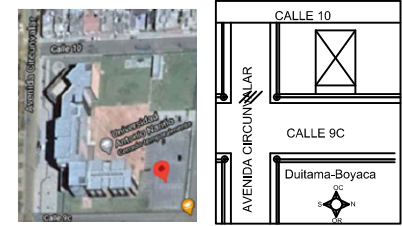
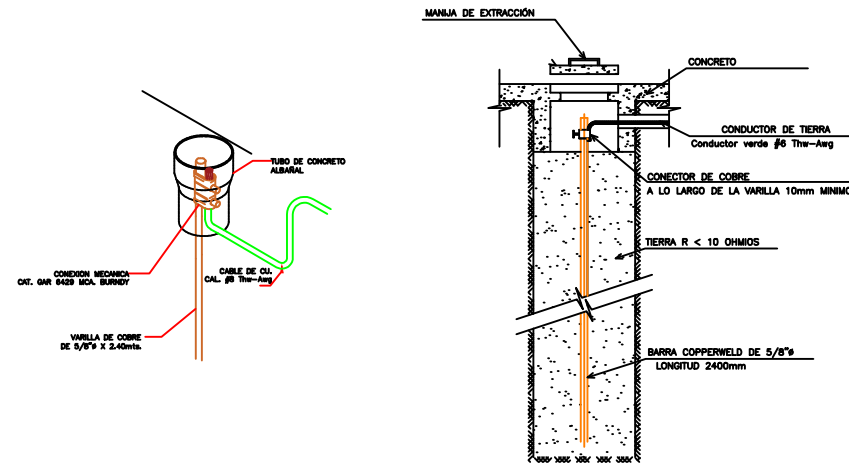
- Riveros, A. R. T. (2016). *Evaluación del sistema de suministro de energía con paneles solares fotovoltaicos para el edificio de posgrados de la universidad libre sede el bosque*. UNIVERSIDAD LIBRE.
- Ruiz, P. L., & Dolcet, E. G. I. (2015). *DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA AISLADA*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería.
- Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., Cabrera, D., Martel, G., Pardilla, J., & Subiela, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética* (1er ed.). Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- Sepúlveda, S. (2014). *Radiación solar: Factor clave para el diseño de sistemas fotovoltaicos*. 8, 60-65.
- Serna-Ruiz, A. F., Marín-García, E. J., & Alzate-Plaza, S. L. (2016). Herramienta para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados. *Lámpsakos*, 1(16), 61. <https://doi.org/10.21501/21454086.1936>
- Sierra, E. A., Hossian, A. A., & Martínez, R. G. (2005). *Sistema experto para control inteligente de las variables ambientales de un edificio energéticamente eficiente*. 7.
- SOLARGIS. (2010). *Plataforma Solargis*. <https://apps.solargis.com/prospect/detail/MtJvqgAii7eZ3i5m/overview?s=>
- SOLARGIS. (2020). *Evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica*.
- Toledo, C. (2013). *Evaluación de la energía solar fotovoltaica como solución a la dependencia energética de zonas rurales de Colombia*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Trujillo, J. E. S. (2007). *RESISTENCIA DE MATERIALES BÁSICA PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA* (1.ª ed., Vol. 1). Universidad Nacional de Colombia.
- UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*.
- Vega-Carranza, K., Piedra-Segura, J. F., & Richmond-Navarro, G. (2019). Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos mediante una interfaz gráfica. *Revista Tecnología en Marcha*, 32, 13.



- ILUMINACIÓN
- TOMAS P.C. 1
- TOMAS P.C. 2
- TOMAS C. CELULAR 1
- TOMAS C. CELULAR 2

CUADRO DE CARGA INSTALADA KIOSCO														
TABLERO	CTO	ILUMINACIÓN LED 24W	TOMAS 30 (C.C)-200W (P.C.)		CARGA (W)	F.P.	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	PROTECCIÓN	CONDUCTOR THW (AWG)	CARGA (KVA)	HORAS DE USO (h)	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	DESCRIPCIÓN
			C.CELULAR	COMPUTADOR										
TD1	C1	6	0	0	144	0.9	120	1,33	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,16	8	1152	ILUMINACIÓN
	C2	0	0	5	1000	0.9	120	9,25	1 X 12A	12F + 12N + 12T	1,11	4	4000	TOMAS P.C. 1
	C3	0	0	3	600	0.9	120	5,55	1 X 7A	12F + 12N + 12T	0,66	4	2400	TOMAS P.C. 2
	C4	0	4	0	120	0.9	120	1,11	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,13	4	480	TOMAS C.CELULAR 1
	C5	0	4	0	120	0.9	120	1,11	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,13	4	480	TOMAS C.CELULAR 2
TOTAL		6	8	8	1984	0,9	120	18,35	1 X 30A	8F + 8N + 8T	2,19	/	8512	ACOMETIDA PRINCIPAL TD1

SISTEMA PUESTA A TIERRA



**CONVENCIONES REDES INTERNAS**

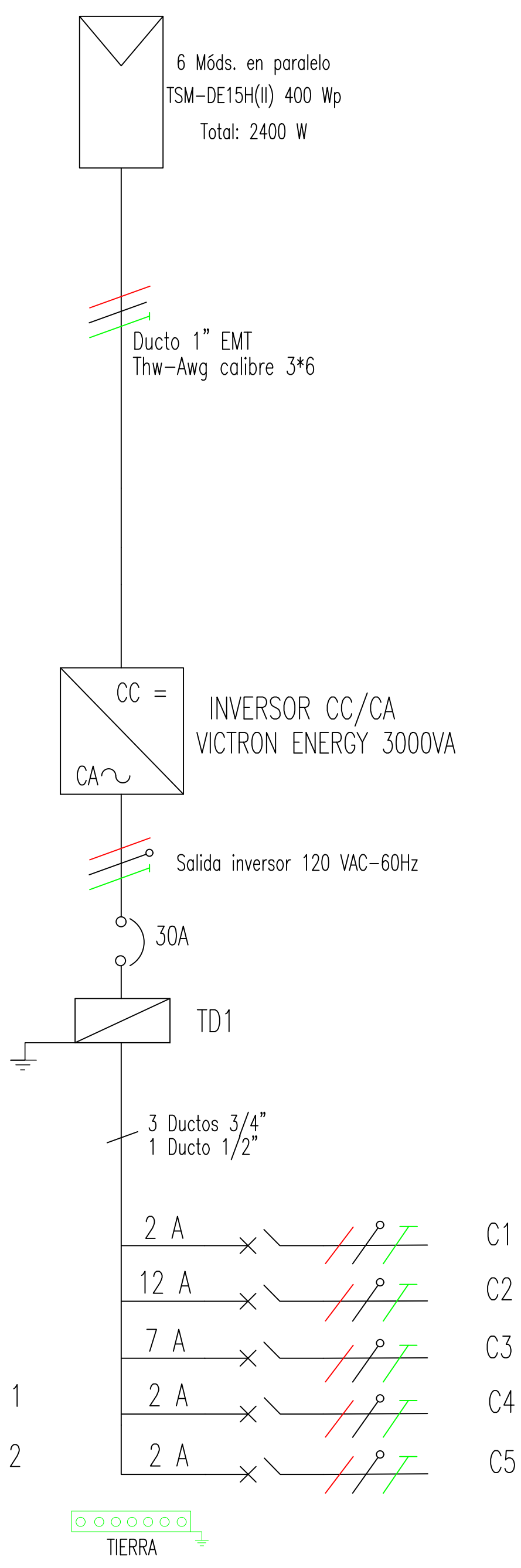
- DUCTO QUE BAJA
- DUCTO QUE SUBE
- CONDUCTORES DE FASE
- CONDUCTORES DE NEUTRO
- CONDUCTORES PUESTA A TIERRA
- S INTERRUPCIÓN UNIPOLAR
- S INTERRUPCIÓN DOBLE
- S INTERRUPCIÓN COMUTABLE
- S SECCIONADOR DE CORTE
- DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRETENSION
- DPS TIPO ROESTOR
- FUSIBLE
- INTERRUPCIÓN TERMOMAGNETICO
- LAMPARA INCANDESCENTE EMPOTRADA EN TECHO
- LAMPARA TIPO BALA
- LAMPARA INCANDESCENTE DE APLOQUE
- LINEA A TIERRA
- TABLERO GENERAL
- TABLERO DE DISTRIBUCION
- TOMACORRIENTE MONOFASICO CON PUESTA A TIERRA
- TOMACORRIENTE MONOFASICO GFCCI
- TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- TOMACORRIENTE TRIFASICO
- TOMACORRIENTE BFASICO

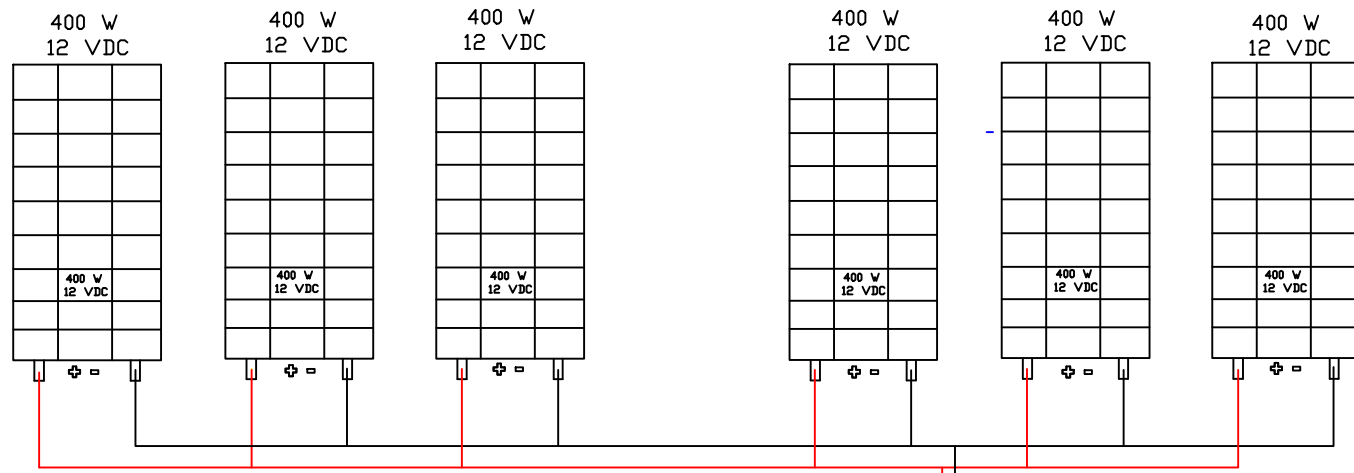
- NOTAS:**
- IMPORTANTE SEGUIR LOS LINEAMIENTOS INDICADOS EN RETE.
  - LA ALTURA NO ESPECIFICADA PARA LOS TOMACORRIENTES, ES DE 30 CM DE PISO TERMINADO
  - EL CALIBRE DEL CABLE A UTILIZAR PARA CADA CIRCUITO DE TOMACORRIENTES E ILUMINACIÓN ES DE N° 12 THW-AWG CONVENCIONES QUE SE UTILIZAN EN EL PROYECTO.
  - LOS DUCTOS DE ILUMINACION SERAN EN TUBERIA DE 1/2"
  - LOS DUCTOS DE DISTRIBUCION TOMACORRIENTES SERAN EN TUBERIA DE 3/4"

PROYECTO: <b>DISEÑO KIOSCO FOTOVOLTAICO</b>	PL. N°: <b>1</b>	CONTENIDO: SISTEMA PUESTA A TIERRA DIAGRAMA UNIFILAR Y MULTIFILAR KIOSCO CUADRO DE CARGA INSTALADA UBICACIÓN GEOGRÁFICA CONEXIONADO SISTEMA FOTOVOLTAICO	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE DUITAMA INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	JUAN CARLOS PÉREZ GARCIA DIEGO FERNANDO MARQUEZ	RESUMEN DEL PROYECTO: NUMERO DE USUARIOS: _____ CAPACIDAD INSTALADA: _____ KVA NUMERO DE TRANSFORMADORES: _____ LONGITUD RED MEDIA TENSION: _____ KIL. LONGITUD RED BAJA TENSION: _____ KIL. CARGA TOTAL INSTALADA: 2.19 KVA	MODIFICACIONES: FECHA DESCRIPCION FIRMA	PROPIETARIO: DIRECCION PROYECTO: DUITAMA-BOYACA ESCALA: 1:1 FECHA: 27-10-2020 RADIADO: DISEÑADO: JUAN CARLOS PEREZ REVISADO: _____ N° 1
--	---------------------	---	--	--	--	--	--

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

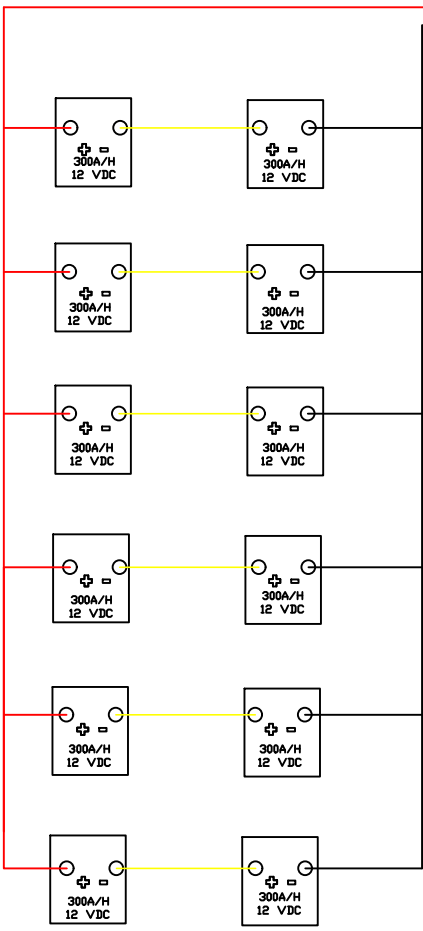






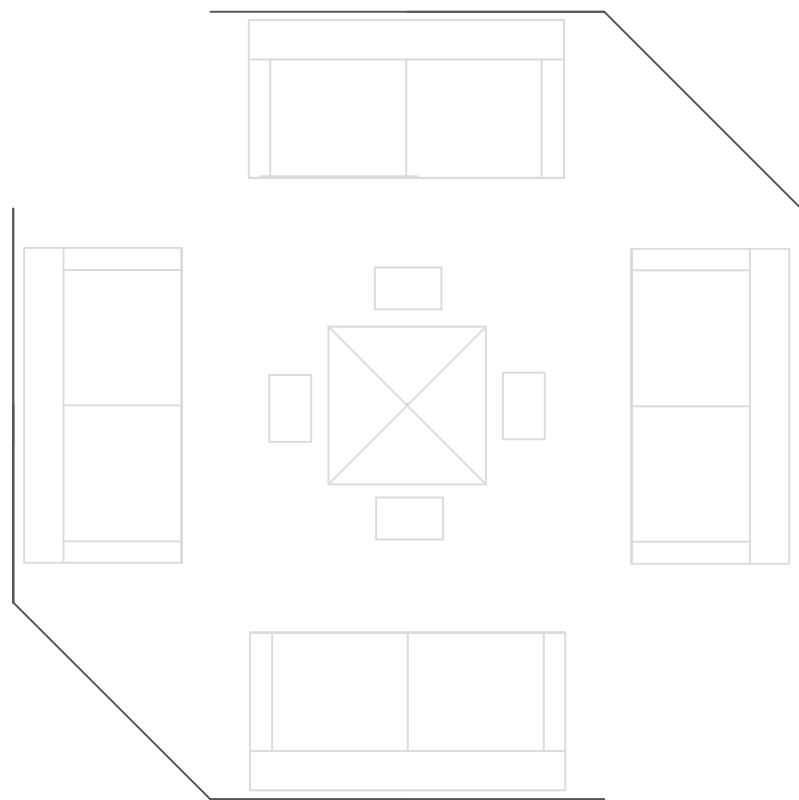
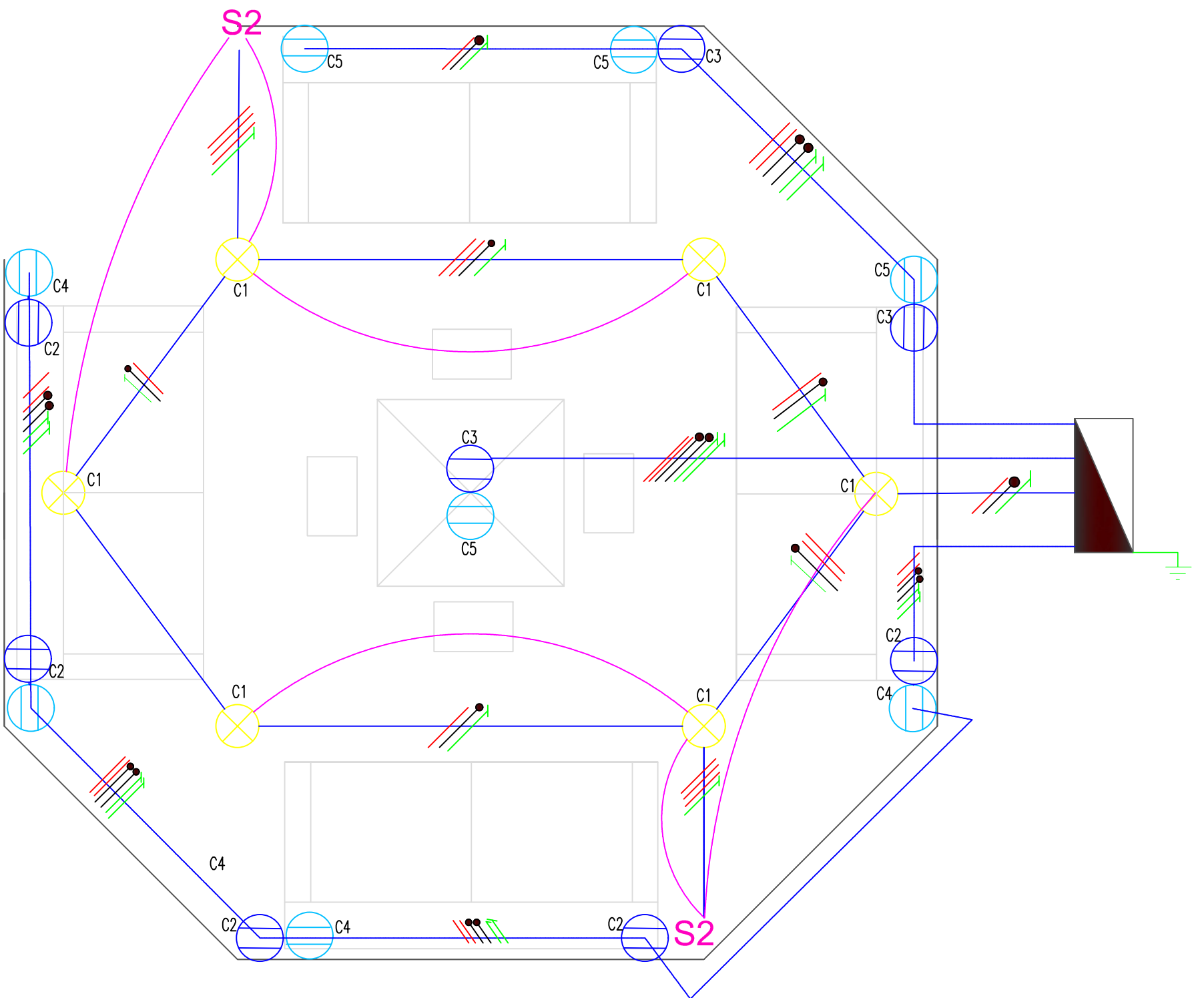
2\*63 A CARTUCHOS FUSIBLES  
FOTOVOLTAICOS ESTILO XL  
BASES DE FUSIBLES

2\*75A CARTUCHOS FUSIBLES  
FOTOVOLTAICOS ESTILO XL  
BASES DE FUSIBLES

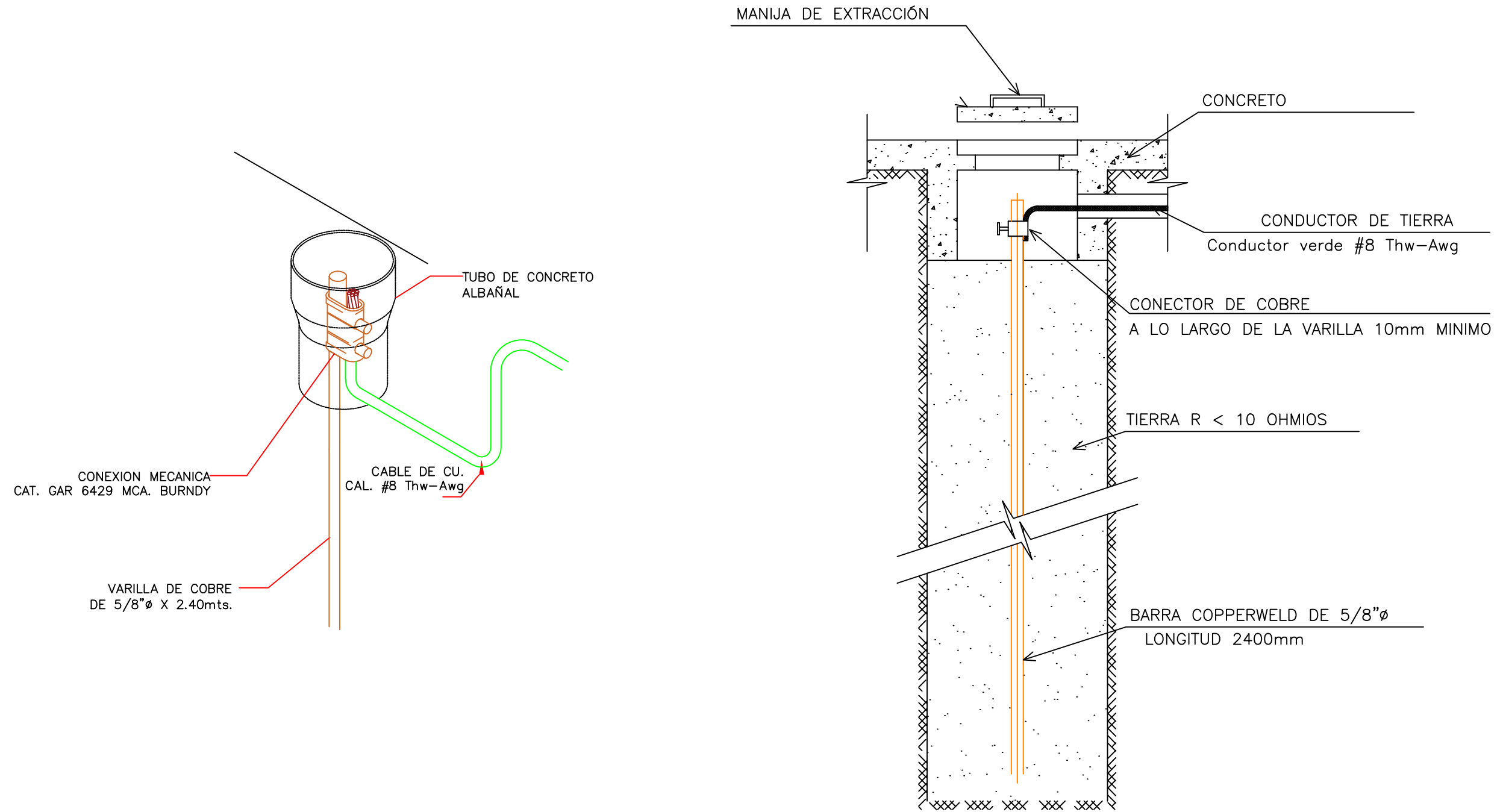


120 VAC

2\*112A CARTUCHOS FUSIBLES  
FOTOVOLTAICOS ESTILO XL  
BASES DE FUSIBLES



# SISTEMA PUESTA A TIERRA



### CUADRO DE CARGA INSTALADA KIOSCO

TABLERO	CTO	ILUMINACIÓN LED 24W	TOMAS 30 (C.C)-200W (P.C.)		CARGA (W)	F.P.	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	PROTECCIÓN	CONDUCTOR THW (AWG)	CARGA (KVA)	HORAS DE USO (h)	CONSUMO DIARIO (Wh/día)	DESCRIPCIÓN
			C.CELULAR	COMPUTADOR										
TD1	C1	6	0	0	144	0.9	120	1,33	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,16	8	1152	ILUMINACIÓN
	C2	0	0	5	1000	0.9	120	9,25	1 X 12A	12F + 12N + 12T	1,11	4	4000	TOMAS P.C. 1
	C3	0	0	3	600	0.9	120	5,55	1 X 7A	12F + 12N + 12T	0,66	4	2400	TOMAS P.C. 2
	C4	0	4	0	120	0.9	120	1,11	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,13	4	480	TOMAS C.CELULAR 1
	C5	0	4	0	120	0.9	120	1,11	1 X 2A	12F + 12N + 12T	0,13	4	480	TOMAS C. CELULAR 2
TOTAL		6	8	8	1984	0,9	120	18,35	1 X 30A	8F + 8N + 8T	2,19	/	8512	ACOMETIDA PRINCIPAL TD1

