

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniera Eléctrica*

**PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE SOCIAL:**

**“ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE ENERGÍA  
FOTOVOLTAICA PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA”**

**AUTORA:**

**KARINA JACQUELINE CHINDÓN LIVISACA**

**TUTOR:**

**ING. FREDDY FERNANDO CAMPOVERDE ARMIJOS, MSc.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2018**

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Karina Jacqueline Chindón Livisaca con documento de identificación N° 0704068246, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniera Eléctrica*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, junio del 2018



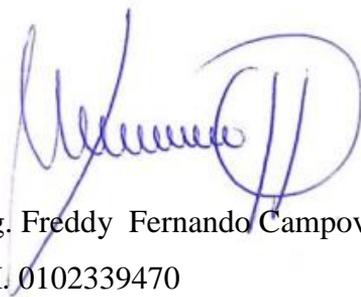
Karina Jacqueline Chindón Livisaca.

C.I. 0704068246

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA”**, realizado por Karina Jacqueline Chindón Livisaca, obteniendo el *Proyecto Técnico con enfoque social*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, junio del 2018



Ing. Freddy Fernando Campoverde Armijos  
C.I. 0102339470

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Karina Jacqueline Chindón Livisaca, con documento de identificación N° 0704068246, autora del trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico con enfoque social*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, junio del 2018



Karina Jacqueline Chindón Livisaca.

C.I. 0704068246

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento eterno a Dios, mis padres y a mi esposo quienes incondicionalmente me apoyaron en la terminación con éxito y satisfacción de este proyecto.

Agradecer también de manera especial y sincera al Ing. Freddy Campoverde MsC, quien ha dirigido acertada y prolíficamente el desarrollo del presente trabajo, facilitándome los medios adecuados para realizar las actividades propuestas durante la elaboración del mismo,

Agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana, sus docentes y todo su personal que han participado en mi formación profesional durante los años de estudio.

Karina Chindón Livisaca

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios quién ha guiado mi camino en toda mi vida estudiantil .

A mis padres con todo mi amor quienes siempre estuvieron pendientes para que esta meta se cumpla.

A mi esposo por su comprensión, confianza, paciencia y sacrificio que ha hecho que este logro sea posible.

A mi amado hijo Sebastián porque siempre fue mi inspiración y motivo de superación.

A todos ellos, les hago esta dedicatoria de todo corazón.

Karina Chindón Livisaca

## **RESUMEN**

En un entorno donde la eficiencia energética se vuelve imperativa, la tecnología busca satisfacer este requerimiento. Un gran avance involucra al ámbito de la iluminación, ofreciendo dispositivos de gran rendimiento con bajo consumo energético.

El presente trabajo hace un estudio de los temas energéticos y económicos para implementar sistemas fotovoltaicos autónomos, los que reemplazarían a los existentes sistemas de iluminación externa de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. Se analizan varias opciones donde se aprovechan los dispositivos necesarios para esta implementación, de acuerdo a la disponibilidad en el mercado local.

## **ABSTRACT**

Today, in an environment that energetic efficiency is imperative, technology tries to satisfy this requirement. A great progress involves to lighting, offering great performance devices with low energy consumption.

The document makes a study of the energy and economic issues to implement autonomous photovoltaic systems, which would replace those existing in the external lighting installations of the Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. This analyze many options when it takes advantage of necessary devices to make solar systems, according local market.

## **PALABRAS CLAVES TEMATICAS**

Paneles fotovoltaicos

Inversores Híbridos

Inversores conexión Red

Hora Solar pico

Energías renovables

Lúmenes

Luminarias LED

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>VI</b>
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
PALABRAS CLAVES TEMATICAS .....	VIII
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>XIV</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1:.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.    ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.    ILUMINACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.    ENERGÍAS RENOVABLES.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.    ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE RADIACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.5.    DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>18</b>
1.5.1. <i>Estimación de Consumo .....</i>	<i>18</i>
1.5.2. <i>Evaluación de la Fuente Solar. ....</i>	<i>19</i>
1.5.3. <i>Números de módulos del panel fotovoltaico.....</i>	<i>21</i>
1.5.4. <i>Dimensionamiento del banco de baterías. ....</i>	<i>24</i>
1.5.5. <i>Autonomía de las baterías. ....</i>	<i>25</i>
1.5.6. <i>Selección de regulador de carga. ....</i>	<i>26</i>

1.5.7.	<i>Selección de inversor DC/AC.....</i>	26
1.5.8.	<i>Sección de conductores.....</i>	27
<b>1.6.</b>	<b>ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>	<b>28</b>
1.6.1.	COSTOS PROGRAMADOS .....	28
1.6.2.	CÁLCULO DEL TIR Y VAN .....	29
<b>CAPÍTULO 2:</b>	<b>.....</b>	<b>31</b>
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....</b>	<b>.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1</b>	<b>SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA UPS SEDE CUENCA.....</b>	<b>31</b>
2.1.1.	<i>Levantamiento de cargas lumínicas instaladas.....</i>	31
2.1.2.	<i>Distribución y consumo de cargas de iluminación. ....</i>	33
2.1.3.	<i>Flujo luminoso de luminarias instaladas en UPS.....</i>	36
2.1.4.	<i>Nivel de Iluminación de la silla solar.....</i>	36
<b>2.2</b>	<b>SELECCIÓN Y CONSUMO DE LUMINARIAS LED PARA EL PROYECTO .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
<b>DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
3.1.	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PROPUESTOS .....	39
3.2.	CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO.....	41
3.2.1.	<i>Ubicación de componentes. ....</i>	41
3.2.2.	<i>Cuadro de Carga y consumos del sistema fotovoltaico ..</i>	43
3.3.	CÁLCULO DEL SISTEMA SOLAR.....	44
3.3.1.	<i>Selección de los componentes.....</i>	44
3.3.2.	<i>Cálculo de la hora solar pico HSP.....</i>	45
3.3.3.	<i>Criterio del mes crítico y amperios horas. ....</i>	48
3.4.	SIMULACIÓN EN SOFTWARE PVSYST .....	54

3.5.	MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS..	61
3.4.1.	<i>Mantenimiento preventivo.</i>	61
3.4.2.	<i>Mantenimiento correctivo.</i>	63
<b>CAPÍTULO 4 DISEÑO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA</b>		
<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....</b>		<b>64</b>
4.1.	CANTIDADES Y COSTOS DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL GENERADOR SOLAR.....	64
4.1.1.	<i>Especificación y cantidad de los materiales.</i>	64
4.1.2.	<i>Mano de obra y herramientas.</i>	66
4.2.	EQUIVALENCIA EN AHORRO POR CONCEPTO DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA.....	67
4.2.1.	<i>Implementación de sistema fotovoltaico.</i>	67
4.2.2.	<i>Implementación de luminarias led.</i>	69
4.3.	EQUIVALENCIA EN AHORRO POR CONCEPTO DE EMISIONES DE CO2 EN EL MEDIO AMBIENTE. ....	71
4.4.	ANÁLISIS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO .....	73
4.4.1.	<i>Tasa de inflación mensual.</i>	73
4.4.2.	<i>Análisis del VAN y TIR.</i>	74
<b>CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>78</b>
5.1.	CONCLUSIONES.....	78
5.2.	RECOMENDACIONES.....	85
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>87</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 . Grados de protección IP de las luminarias en zonas externas. Fuente: Ledbox.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2 Estructura básica del Sistema Fotovoltaico Aislado.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3 Estructura básica del sistema fotovoltaico híbrido.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4 Estructura básica del Panel Fotovoltaico. Fuente: CIEMAT.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 5. Universidad Politécnica Salesiana (sede Cuenca). ....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6. Facturación Anual de Energía de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. ....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 7. Porcentaje de energía total facturada vs calculada por cargas lumínica.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 8 a) Plano de medición dentro de DIALux, b) Simulación de luminosidad. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 9 Terminales de Servicio para y banca . Fuente: Sustenthabit. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 10 Modelo de Kits solares. Fuente: Sustenthabit.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 11 Promedio de radiación diaria del mes de Julio. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 12 Ventana general de ingreso de datos. Fuente: Pvsyst.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 13 Ingreso de datos del sistema. Fuente: Pvsyst.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 14 Autoconsumo. Fuente: Pvsyst.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 15 Almacenamiento. Fuente: Pvsyst.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 16 Características del sistema. Fuente: Pvsyst.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 17 Resultados del sistema.. Fuente: Pvsyst.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 18 Diagrama de perdidas. Fuente: Pvsyst.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 19 Sócalo Qualcomm QuicCharge 2.0.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 20 Costos por consumo de energía total vs costos de facturación de energía por luminarias externas.....</i>	<i>68</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Rendimiento Luminoso de las Fuentes de Luminosas .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2 Factor de Utilización y Rendimiento de luminarias y proyectores .....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3 Factor de Mantenimiento fm de las luminarias.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 4 Resistencia para 1 metro de longitud de un conductor de cobre (CONSTRUCCION, 2011).....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5 Características de los Transformadores UPS.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 6 Distribución de luminarias .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 7 Selección de Componentes.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 8 Radiación Global diaria UPS-INER.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 9 Cálculo de la Hora Solar Pico HSP.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 10 Costos de energía consumida por UPS sede Cuenca año 2017 .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 11 Distribución de luminarias led.....</i>	<i>70</i>
<b><i>Tabla 12 Reducción de emisiones de CO2 para el Sistema Fotovoltaico hibrido .....</i></b>	<b><i>72</i></b>
<i>Tabla 13 Reducción de emisiones CO2 con la sustitución de luminarias led.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 14 Resumen tasa de inflación en el Ecuador. ....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 15 Resultados TIR y VAN.....</i>	<i>75</i>

## LISTA DE ANEXOS

<i>ANEXO A: Detalle y ubicación actual de las luminarias.....</i>	<i>1</i>
<i>ANEXO B: Plano de detalle de luminarias existentes en las instalaciones de la universidad politécnica salesiana sede Cuenca .....</i>	<i>6</i>
<i>ANEXO C: Niveles de iluminación.....</i>	<i>7</i>
<i>ANEXO D: Flujo luminoso de las luminarias ACTUALES y su equivalente led. .</i>	<i>10</i>
<i>ANEXO E: Niveles de iluminación software dialux y luceco .....</i>	<i>13</i>
<i>ANEXO F: Software dialux silla solar. ....</i>	<i>41</i>
<i>ANEXO G: Plano eléctrico de luminarias led y ubicación del sistema fotovoltaico .....</i>	<i>44</i>
<i>ANEXO H: Dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico .....</i>	<i>45</i>
<i>ANEXO I: Esquema de conexión del sistema fotovoltaico.....</i>	<i>46</i>
<i>ANEXO J: Análisis financiero. ....</i>	<i>47</i>
<i>ANEXO K: simulación pvsyst.....</i>	<i>48</i>

## INTRODUCCIÓN

El uso de energía en un mundo activo demanda cada vez más de fuentes eficaces que satisfagan la creciente necesidad de energía eléctrica, con costos de inversión bajos y con altas rentabilidades para el distribuidor y el consumidor.

De los primeros usos prioritarios que se dio a la electricidad fue la iluminación la más importante. Actualmente este servicio requiere que sea eficiente y que posibilite el confort, cada vez más notorio debido a las tecnologías de desarrollo de alumbrado e iluminación.

En el Ecuador el estado promueve incentivos para acogernos a nuevas alternativas tecnológicas que, permitan el uso de fuentes energéticas puras, es por eso que se motivó a la investigación y desarrollo del presente proyecto técnico.

La iluminación LED permite crear ambientes lumínicos agradables con poco consumo de energía. Esta característica ha permitido el desarrollo de sistemas autónomos alimentados en su mayoría por energía solar, con lo cual se logra aliviar la carga en los sistemas convencionales actuales y aprovechar el recurso natural gratuito presente en muchas regiones del país y del mundo.

La ciudad de Cuenca goza de un clima bastante favorable para utilizar fuentes de energía solar fotovoltaica con el fin de obtener sistemas fotovoltaicos autónomos de iluminación (100W-200W como valores

típicos con aceptables rendimientos), puntos de acceso a energía eléctrica en DC o AC para cargas relativamente livianas (computadoras, teléfonos celulares, tabletas, relojes inteligentes, letreros en carreteras y autopistas, etc.).

En este trabajo se realiza el estudio técnico-económico para optimizar la iluminación externa de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Un primer análisis será el de remplazar las luminarias existentes por unas de mayor eficiencia, en otro remplazar los convencionales con sistemas autónomos alimentados por energía solar. Se analiza también el caso de ofrecer a los estudiantes puntos de acceso a energía eléctrica en 120VAC y 5VDC, con el fin de permitirles alimentar sus dispositivos electrónicos en áreas de uso común y agilizar sus actividades didácticas y/o de ocio. Estos servicios ya se han implementado en muchas instituciones educativas de Europa y han tenido gran acogida por parte de los estudiantes.

En un análisis final se verá el costo de inversión para implementar estos sistemas frente a los costos actuales de pago por concepto de energía y mantenimiento de las luminarias actuales. Además se traduce ese ahorro de energía al Sistema Nacional Interconectado, junto a su respectiva reducción de CO<sub>2</sub> en la atmósfera por concepto de generación y transmisión.

## Capítulo 1:

### 1.1. Estado del arte

La iluminación nocturna es muy importante puesto que se diferencia de la luz natural porque ésta ilumina todo en general, pero una edificación iluminada se ilumina así misma y brilla por sí sola, brindando confort visual.

El uso de energías alternativas ha ayudado al desarrollo económico de la población y se han convertido en opciones de aplicación como por ejemplo la inserción de luminarias y bancas solares que transforman la energía solar en energía eléctrica de tal manera que los estudiantes puedan conectar sus aparatos electrónicos. Esta innovación ha sido empleada en algunas Universidades de diferentes países, y ha tenido un gran uso puesto que es de mucha ayuda, ejemplo cuando las bibliotecas están muy llenas los estudiantes pueden acceder a estos sitios. (Yamin, Colombo, Rodríguez, & Pattini, 2016) (Solar Concentra, 2015)

Además el gobierno ecuatoriano propone incentivos estatales mediante la ley de Régimen del Sector Eléctrico Ecuatoriano en su Artículo 67 señala la *“exoneración del pago de aranceles, demás impuestos adicionales y gravámenes que afecten la importación de materiales y equipos no producidos en el país, para la investigación, producción, fabricación e instalación de sistemas destinados a la utilización de la energía solar”*, así como el Artículo. 63.- *“El Estado*

*fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las Universidades y las instituciones privadas”, con el fin de estimular estas inversiones. (República del Ecuador, 2013)*

La “banca solar” está construida con materiales sustentables e incorpora paneles solares para la alimentación de energía. Cada banca solar está constituida por dos paneles solares de 310 vatios, un controlador de carga, un inversor de corriente y un banco de baterías ubicado en la parte inferior que almacenarán la energía generada por los paneles solares. (Narvaez, 2015)

Las ventajas del uso de Sistemas fotovoltaicos: (SunFields, 2013)

- Ahorro económico y ahorro energético con una corta inversión.
- Más eficiente debido a la generación distribuida.
- Evita pérdidas y genera un ahorro energético.
- Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- Reduce la dependencia de combustibles fósiles.
- Evita los costos para el sistema eléctrico.

Además otra tecnología viable para el ahorro energético son las luminarias LED's de alta potencia que sobrepasan los 100 lum/watt, ha permitido la introducción de esta tecnología para la producción de luminarias de Alumbrado Público y exterior asimismo que contribuye en gran parte al ahorro energético. Su desventaja muy significativa es que sus costos todavía son elevados. (Chantera & Tobar, 2013)

## 1.2. Iluminación.

El tema de la iluminación es importante, ya que influye directamente con la visibilidad de cada entorno. Su estudio es una de las prioridades si se trata de centros de trabajo, estudio, industrias, lugares recreativos, etc. (Yamin, Colombo, Rodríguez, & Pattini, 2016)

### 1.2.1. Conceptos y unidades de medida.

- *Iluminación o Iluminancia:* Medida de la cantidad de luz incidente en una región, es decir, la luz que percibimos. Se mide en Lumen/m<sup>2</sup>=Lux (DCM Sistemas, 2012)
- *Intensidad luminosa:* cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Se mide en candelas (cd). (DCM Sistemas, 2012)
- *Flujo luminoso:* Cantidad de luz entregada por una fuente luminosa. Se mide en Lumen (lm) y se representa con la letra griega ( $\Phi$ ) (DCM Sistemas, 2012)

$$\Phi_{(lm)} = P_{(w)} \times \eta_{(lm/w)} \quad (1)$$

Donde:

- $\Phi_{(lm)}$ : *Flujo luminoso en lúmenes lm*
- $P_{(w)}$ : *Potencia en Vatios W*

- $\eta_{\left(\frac{lm}{w}\right)}$ : veces la eficacia luminosa en lúmenes por vatios ( $lm/w$ )
- *Eficacia o Rendimiento Luminoso*: Es la cantidad de flujo luminoso por unidad de potencia de la fuente luminosa, se simboliza con ( $\eta$ ). Se mide en ( $lm/w$ ). (DCM Sistemas, 2012)

**Tabla 1***Rendimiento Luminoso de las Fuentes de Luminosas*

<b>Sistema de alumbrado</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Incandescencia</b>		
Lámpara incandescente	1000 h	12-18 lm/W
Halógena	2000 h	18-22 lm/W
<b>Lámpara de descarga</b>		
Vapor de mercurio de baja presión	5000-15000 h	38-91 lm/W
Vapor de mercurio de alta presión (VMAP)	8000h	40-60 lm/W
VMAP- luz de mixta	6000h	20-60 lm/W
VMAP-Halogenuros metálicos	90000h	60-95 lm/W
Vapor de sodio de baja presión	600-800h	160-180 lm/W
Vapor de sodio de alta presión	800-12000h	130 lm/W
Lámpara fluorescente compacta	800h	60 lm/W
<b>Plasma</b>		
Plasma	30000h	85 lm/W
<b>Iluminación en estado Sólido</b>		
LEDs	$\geq 100000h$	$\geq 160 lm/W$

*Nota:* Tomada de Manual de Iluminación Vial. México (2015).

- *Luminancia*: Es la intensidad luminosa por unidad de área proyectada de la superficie. Se mide en  $cd/m^2$ . (DCM Sistemas, 2012)

- *Temperatura de color*: Es el color de la fuente luminosa medidos en °K, y viene en función de la apariencia de color ya sea fría, intermedia y cálida, para valores mayores de 5000 °K, entre 3300 y 5000 °K, y menores a 3300 según corresponda. (DCM Sistemas, 2012)
- *Índice de rendimiento en color (IRC)*: Se refiere a los colores de los cuerpos iluminados. (DCM Sistemas, 2012)
- *Duración*: Es el tiempo de vida de las lámparas afectados por la depreciación del flujo, la pérdida de la eficacia de las sustancias fluorescentes. (DCM Sistemas, 2012)

### ***1.2.2. Sistemas de iluminación-fuentes de luz.***

LÁMPARAS INCANDESCENTES: Están elaboradas por un filamento hecho de hilo de tungsteno, que al recibir corriente eléctrica se calienta, por efecto Joule, consiguiendo temperaturas tan elevadas que permiten emitir luz visible. (Forster, s.f.)

Existen dos tipos:

*Lámparas no halógenas*. Son las que contienen en su interior algún gas, o simplemente encierran al filamento en vacío. Su eficiencia es baja, entre 12 y 18 lm/W. (Forster, s.f.)

*Lámparas halógenas.* Contienen gas  $CR_2Br_2$  que, debido a las altas temperaturas, crean un ciclo de regeneración del halógeno, evitando el ennegrecimiento de la lámpara. Su rendimiento oscila los 20 lm/W. (Forster, s.f.)

#### LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A BAJA PRESIÓN.

Generalmente se fabrican en forma de tubos donde se coloca una pequeña cantidad de gas y vapor de mercurio. Pueden llegar a brindar 70 lm/W. (Miranda, Martínez, & Hernández, 2014)

LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO. Pueden ser a baja o alta presión. El tubo de la lámpara está encerrado en un envase exterior al vacío para que exista un buen aislante térmico. Su vida útil oscila las 8000 horas. Su principal uso es en alumbrado público. (Miranda, Martínez, & Hernández, 2014)

LÁMPARAS LED. Utilizan la emisión de fotones de los semiconductores para producir luz. Es, hasta ahora, la tecnología que mayor eficiencia presenta para el aprovechamiento de la energía eléctrica, 100-150 lm/W. (Herranz, Ollé, & Jáuregui, 2011)

### ***1.2.3. Niveles de iluminación.***

Los niveles de iluminación están en función del tamaño, brillo o contraste del color y velocidad de acuerdo a la actividad que realizan, en el anexo C se incluye la tabla de los niveles de iluminación según

las normas españolas tales como: EN 13201 junto a Real Decreto 1980/2008, para las vías y su uso como parqueos, parques, jardines, accesos peatonales y UNE-EN-12193 para iluminación en instalaciones deportivas, tomadas de la oficina técnica para la protección de calidad del cielo en virtud que la regulación no. CONELEC 008/11 emitida por el directorio del consejo nacional de electricidad quien establece las condiciones para el alumbrado en áreas exteriores, esta excluye los espacios de usos nocturnos como: parques, canchas deportivas, monumentos, fachadas en edificios público y delega a los municipios de cada localidad el estudio lumínico de estos sitios. (OFICINA TECNICA, 2014) (CONELEC, 2011)

#### ***1.2.4. Método del flujo luminoso o de los lúmenes***

El alumbrado en áreas exteriores públicas, se puede calcular mediante el método del flujo luminoso, entre la iluminancia por área y el flujo luminoso se obtiene un correcto funcionamiento de la lámpara, de tal forma evaluar el nivel de iluminancia empleada sea adecuado. (Castilla, Giménez, Martínez, & Pastor, s.f.)

- Para proyectores

$$\Phi_{(lm)} = \frac{E_m * S}{\eta} \quad (2)$$

Donde:

- $E_m$  = Iluminancia media recomendada [*lux*].
- $S$  = Superficie a iluminar en  $m^2$ .

- $\eta$  = Factor de utilización (0.25 – 0.35).
- $\Phi_{(lm)}$  = Flujo luminoso [lm]

- Para luminarias de alumbrado público

$$\Phi_{(lm)} = \frac{E_m * S}{\eta * f_m} \quad (3)$$

$f_m$  = Factor de mantenimiento 0.65 – 0.80

**Tabla 2**

*Factor de Utilización y Rendimiento de luminarias y proyectores*

	<b>ALUMBRADO</b>		<b>RESTO ALUMBRADOS (1)</b>	
	<b>VIAL</b>		<b>Proyectores</b>	<b>Luminarias</b>
	<b>Funcional</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Proyectores</b>	<b>Luminarias</b>
<b>Rendimiento</b>	$\geq 65\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 60\%$
<b>Factor de utilización</b>	(2)	(2)	$\geq 0,25$	$\geq 0,3$

*Nota: Tomada de R.D. 1980/2008*

El manual de Philips recomienda usualmente para proyectores el factor de utilización 0.3 para proceder a la realización del cálculo del flujo luminoso.

Factor de mantenimiento es la relación entre iluminancia media en servicio de la instalación y la iluminancia de la instalación nueva, siendo  $< 1$ . (EFIENER, 2009)

**Tabla 3**

*Factor de Mantenimiento  $f_m$  de las luminarias*

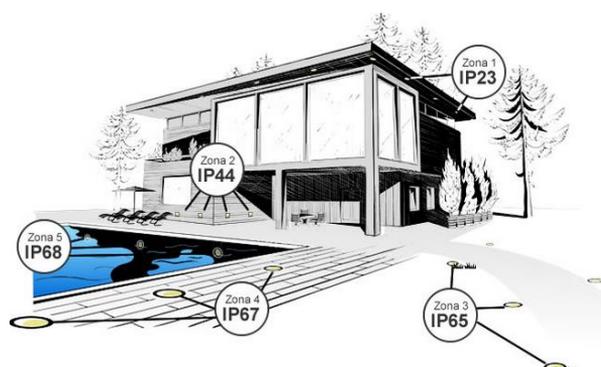
<b>Vía</b>	<b>Luminaria abierta</b>	<b>Luminaria cerrada</b>
------------	--------------------------	--------------------------

Limpia	0,75	0,8
Media	0,68	0,7
Sucia	0,65	0,68

*Nota:* Tomada de Harper (2013).

### ***1.2.5. Grados de protección IP en exteriores.***

La instalación de alumbrado en el exterior se exponen a condiciones ambientales adversas ante el polvo y la humedad otras consideraciones para la elección de luminarias es el grado de protección IP , la Figura 1 muestra los grados necesarios en diferentes zonas externas de una vivienda.3



**Figura 1 .** Grados de protección IP de las luminarias en zonas externas. Fuente: Ledbox.

### **1.3. Energías renovables.**

El cambio climático orienta a las Naciones Unidas (UN) a promover iniciativas de implementación de fuentes de energía renovables y tecnologías energéticas eficientes para impulsar el desarrollo sostenible, en vista de que el sector eléctrico representa alrededor del

50% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, las UN implantó un objetivo para el desarrollo sostenible de tres espacios: económico, social y ambiental; el cual dice: “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.” (Lykketoft, 2015) (de las Heras, 2015)

### ***1.3.1. Ventajas.***

- La fuente primaria de energía es inagotable. (Galeano, 2014)
- Es amigable con el medio ambiente. (Galeano, 2014)
- Ahorro en los costos por concepto de venta de energía. (Universidad de Alicante, s.f.)
- Reducción de pérdidas por transporte de energía. (Universidad de Alicante, s.f.)
- Pueden operar como sistemas autónomos.

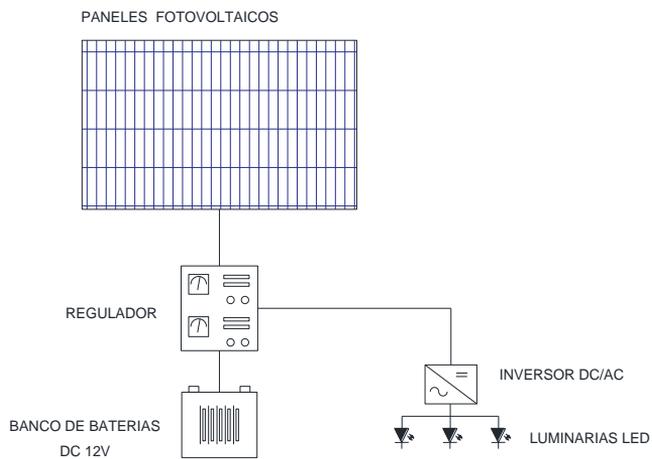
### ***1.3.2. Desventajas.***

- El alto costo de inversión inicial. (Galeano, 2014)
- Considerable extensión de terreno. (Universidad de Alicante, s.f.)

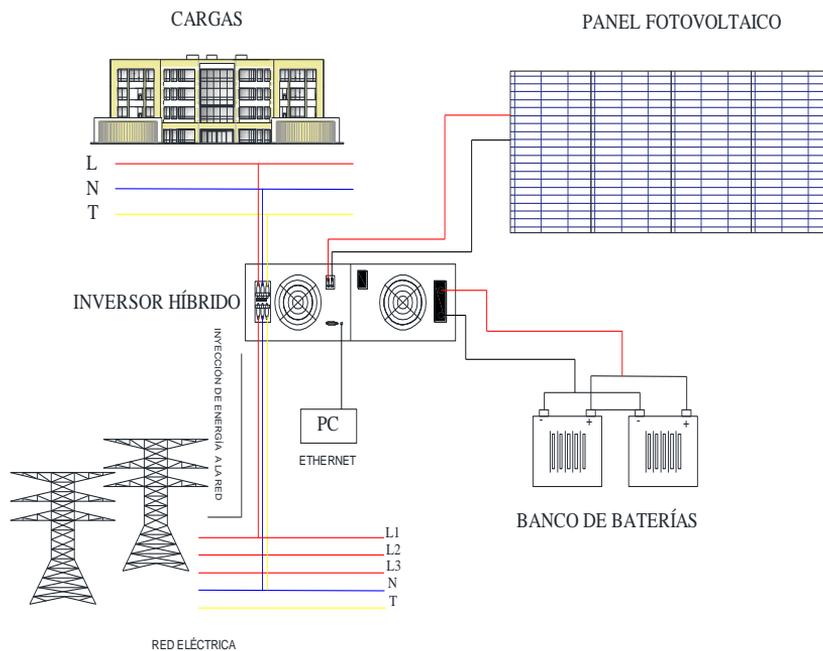
### ***1.3.3. Sistemas autónomos.***

Las luminarias Led son dispositivos que consumen poca energía, son ideales para operar como sistemas aislados (ver Figura 2), los mismos que son capaces de recargar sus baterías durante las horas de radiación solar y abastecer energía suficiente para que las lámparas permanezcan encendidas durante el tiempo programado. (Cáceres, Morales, & Chillin, 2013)

Ahora bien los sistemas fotovoltaicos se adaptan a sistemas híbridos esto es un método que se acopla tanto al almacenamiento de energía como inyectar energía a la red en la Figura 3 se expone el mecanismo de conexión.



**Figura 2** Estructura básica del Sistema Fotovoltaico Aislado



**Figura 3** Estructura básica del sistema fotovoltaico híbrido

### ***1.3.4. Beneficios al medio ambiente, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera***

La elección del uso de energías renovables nace de la necesidad de aprovechar las fuentes abundantes de este tipo, cuyo costo de extracción es casi nulo, una vez instalado el sistema de generación. (Schallenberg, y otros, 2008) (Buri, y otros, 2013)

Otro aspecto, y de gran importancia, es el de reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, producto del proceso de combustión u otros métodos utilizados en la generación de energía por métodos tradicionales.

Si se relaciona cierta cantidad de CO<sub>2</sub> por cada kWh de energía procesada, dependiendo del tipo de combustible que se utilice, se puede observar claramente el beneficio que se hace al medio ambiente al utilizar las fuentes de energías renovables.

## **1.4. Análisis del potencial de radiación para la implementación de un sistema fotovoltaico.**

### ***1.4.1. Conceptos***

- *La radiación solar* es el haz de radiaciones electromagnéticas emanadas por el sol. Esta radiación es constante; sin embargo, al llegar a la superficie de la tierra lo hace de manera variable, debido a numerosos fenómenos que la bloquean o dispersan. (Aparicio, 2015)
- *La constante solar* 1367 W/m<sup>2</sup> es la que llega al planeta, pero no es la que llega a la superficie debido a factores atmosféricos, contaminación, horas nocturnas, etc. (Aparicio, 2015)
- *Irradiación*: Densidad de energía solar recibida en un determinado periodo de tiempo, medido en Wh/m<sup>2</sup>, o si es por día, Wh/m<sup>2</sup>/día. (López, 2015)
- *Irradiancia*: Densidad de potencia instantánea recibida, se mide en W/m<sup>2</sup>. La irradiancia que recibirán los paneles solares dependerá de los factores climáticos, ángulo de inclinación de los paneles, horas de oscuridad, etc. (López, 2015)

### ***1.4.2. Tipos de radiación***

De acuerdo a la forma de incidencia de la radiación solar sobre una superficie, se la puede clasificar en tres tipos: (López, 2015)

- *Directa*: Cuando la radiación solar llega directamente desde el sol.
- *Difusa*: Cuando la radiación solar ha sufrido desviaciones y atenuaciones en la atmósfera, por polución y/o contaminación.
- *Albedo*: La radiación que se refleja en alguna superficie, como el piso, por ejemplo.

### ***1.4.3. Componentes.***

A continuación se detallan cada elemento de un sistema fotovoltaico:

- Paneles solares. Son dispositivos semiconductores que transforman la radiación solar en corriente directa por el fenómeno conocido como efecto fotovoltaico. La eficiencia de éstos está en un rango de 11% a 18% dependiendo del arreglo cristalino de las células solares. (Coz & Sánchez, 2004)
- Baterías. Colección de celdas electroquímicas conectadas para producir un voltaje deseado. (Coz & Sánchez, 2004)

Poseen las siguientes especificaciones:

- ✓ Capacidad: Cantidad de energía que puede almacenar. Se expresa en amperios-hora o Watts-hora . (Coz & Sánchez, 2004)
  
- ✓ Descarga: Se denomina a la fracción de la capacidad total que se descarga la batería por hora. Poseen un coeficiente conocido como descarga máxima permitida el cual especifica el máximo porcentaje que la batería puede entregar de su capacidad. (Coz & Sánchez, 2004)
  
- ✓ Carga: Es importante tener en cuenta que al momento de cargarse, la batería debe tener un menor voltaje que el arreglo solar y de esta manera favorecer la diferencia de potencial entre los dos componentes. (Coz & Sánchez, 2004)
  
- ✓ Gravedad específica o densidad relativa: Es la relación entre la densidad del electrolito y densidad del agua. (Coz & Sánchez, 2004)
  
- Controlador de Carga. Regula la carga eléctrica de la batería y mantiene la máxima carga posible en las baterías protegiéndolas de sobrecargas y sobre-descarga y otros fenómenos dañinos. (Coz & Sánchez, 2004)
  
- Cableado. El cableado y los conectores eléctricos varían de acuerdo a las condiciones de cada sistema de paneles solares. Se clasifican por los números AWG (American Wire Gauge). Por regla,

la ampacidad o máxima corriente que el conductor puede resistir debe ser como mínimo un 156% de la corriente generada por el sistema solar. (Coz & Sánchez, 2004)

- Inversor.
- Regulador de voltaje.

## 1.5. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico

### 1.5.1. Estimación de Consumo

El Consumo medio diario ( $L_{md}$ ) expresa la energía del sistema en un día, una vez determinada la demanda diaria tanto en alterna (ac) adicionando la eficiencia del inversor y continua (cc) según sea el caso, se considera los rendimientos de la batería y de los conductores por las pérdidas de potencia. (España Patente nº Todos los derechos reservados., 2015)

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{INV}}}{\eta_{BAT} * \eta_{CON}} \quad (4)$$

Donde:

- $L_{md}$ : Consumo medio diario.
- $L_{md,AC}$ : Consumo medio diario por cargas de corriente alterna.
- $L_{md,CC}$ : Consumo medio diario por cargas de corriente continua.
- $\eta_{inv}$ : Eficiencia media del inversor.

- $\eta_{BAT}$ : Rendimiento de la batería
- $\eta_{COND}$ : Rendimiento de los conductores por pérdidas de potencia.

El consumo medio total anual ( $L_T$ ) medido en [Wh], es el consumo medio diario por el número de días de funcionamiento durante el año ( $N_d$ ).

$$L_T = L_{md} * N_d \quad (5)$$

### 1.5.2. Evaluación de la Fuente Solar.

Las horas de sol pico o HPS que se define como el número de horas de irradiancia solar constante de 1000 W/m<sup>2</sup>. Lo que señala, que una hora solar pico (HPS) corresponde a 1Kwh/m<sup>2</sup>. Es decir, contabiliza la energía emanada por el sol en cada hora de 1000 watts/m<sup>2</sup>. (Martin-Pérez, 2015)

$$E_{panel} = V_{panel} \times I_{panel} \times HSP \times 0.9 \quad (6)$$

Para calcular la energía que genera un panel solar fotovoltaico en un día, se parte de la siguiente ecuación:

Donde :

- $E_{panel}$ : Energía que suministra el panel (Whd).
- $V_{panel}$ : Tensión del panel (V)
- $I_{panel}$ : Corriente máxima de operación del panel (A)
- HSP: Hora solar pico de la localidad en estudio.

- 0.9: Coeficiente de rendimiento del panel (Se expresa en porcentaje).

De esta ecuación, se conoce la cantidad de energía requerida, la tensión del panel y la HSP. Por lo tanto, se debe buscar un panel que entregue la corriente máxima necesaria. (Martin-Pérez, 2015)

**La declinación** solar  $\delta$  se calcula para cada mes del año. Se estimará para el día central de cada mes, y cada día se numerará desde 1 a 365. La ecuación a utilizarse es:

$$\delta = 23.45 \cdot \text{sen} \left( 360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right) \quad (7)$$

Donde:

- $\delta$ =Declinación (grados)
- $\delta_n$ =Día del año.

Luego se calcula la inclinación óptima  $\beta$

$$\beta = \varphi - \delta \quad (8)$$

Donde:

- $\varphi$ =Latitud.

La Radiación Global Horizontal  $G_{dm}$  para cada mes del año se obtiene de las estaciones meteorológicas, con este dato se procede a calcular la Radiación Global Diaria  $G_\alpha$  sobre una superficie inclinada:

$$G_\alpha(\beta_{opt}) = \frac{G_{dm}(0)}{1 - 4.46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1.19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2} [kWhd] \quad (9)$$

Donde:

- $\beta_{opt}$ =Inclinación óptima
- $G\alpha$ =Radiación diaria.

Con este valor se encuentra el factor de irradiancia FI. Luego se multiplica este dato por la radiación global diaria para la inclinación óptima y se consigue los valores de HSP para cada mes.

$$FI = 1 - [1.2 \cdot 10^{-4}(\beta - \beta_{opt})^2] \quad (10)$$

De los valores HSP para cada mes, se obtiene el menor, así se garantiza la continuidad del servicio durante todo el año, obedeciendo al criterio de selección por el método del mes crítico.

### **1.5.3. Números de módulos del panel fotovoltaico**

Antes de diseñar un sistema de generación solar, se recopilarán hojas técnicas de elementos requeridos, y que sean de fácil adquisición en el mercado local. (SunFields, 2013)

Es imprescindible considerar las pérdidas energéticas asociadas a la temperatura, polución, no disposición de un seguidor de máxima potencia, etc. , conocido como factor de Rendimiento Global del sistema (PR) normalmente oscila entre valores de 90% y 65% dependiendo de los tipos de paneles sean de silicio amorfo o monocristalino a este se le acredita un valor de 90%. (MADRID, 2016) (CONSTRUCCION, 2011)

Cálculo del número de paneles.

- Número total de módulos ( $N_T$ )

$$N_T = \frac{L_{md}}{P_{MPP} * HSP * PR} \quad (11)$$

Donde:

- PMPP = Potencia pico del módulo
- PR= Rendimiento del generador (0,65 – 0,9).
- Número de paneles en Serie  $N_S$ :

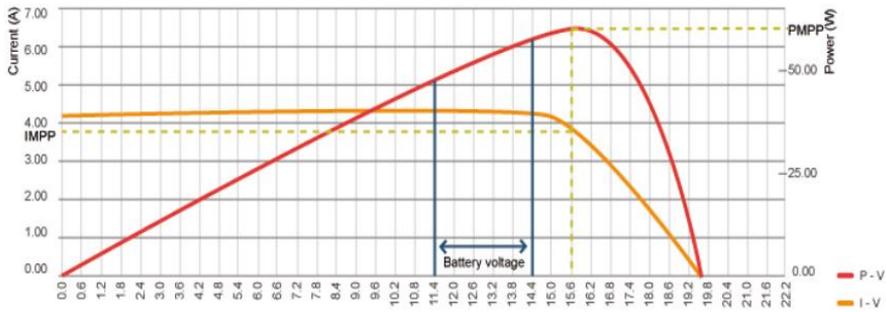
$$N_S = \frac{V_{BAT}}{V_{MPP}} \quad (12)$$

Donde:

- VBAT = Tensión nominal de la batería.
- VMPP = Tensión nominal del módulo en el punto de máxima potencia.
- Número de paneles en paralelo  $N_p$ :

$$N_p = \frac{N_T}{N_S} \quad (13)$$

Si no se dispone de un seguidor de máxima potencia (MPPT), se exhorta utilizar el método amperios hora puesto que el generador aporta una tensión muy cercana a la de la batería proporcionando una corriente muy cercana a la corriente de máxima potencia ( $I_{MPP}$ ) del generador fotovoltaico.



**Figura 4** Estructura básica del Panel Fotovoltaico. Fuente: CIEMAT

Por lo tanto la potencia del generador fotovoltaico ( $P_{GFV}$ ) se obtiene:

$$P_{GFV} = I_{MPP} * V_{BAT} \quad (14)$$

- Consumo de energía medio  $Q_{Ah}$  en [Ah/día].

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}} \quad (15)$$

- Corriente total pico del generador fotovoltaico  $I_{GFV,MPP}$ .

$$I_{GFV,MPP} = \frac{Q_{Ah}}{HSP} \quad (16)$$

- Número total de módulos ( $N_T$ )

$$N_T = N_p * N_s \quad (17)$$

- Número de paneles en paralelo  $N_p$ :

$$N_p = \frac{I_{GFV,MPP}}{I_{MOD,MPP}} \quad (18)$$

#### 1.5.4. Dimensionamiento del banco de baterías.

La capacidad de las baterías es la cantidad de energía almacenada para funcionamiento del sistema, existe profundidad de descarga máxima diaria y estacional. Un ciclo diario corresponde a la carga diaria de la batería y la descarga durante la noche, el ciclado estacional se analiza por la cantidad de radiación disponible en los días nublados. Las capacidades se expresan en Wh (Vatios – Hora ) o Ah (Amperios - Hora) para el caso de máxima captación de energía anual.

La Profundidad de descarga máxima diaria ( $DoD_D$ ) comprende entre 0,3 y 0,6 pero puede llegar a 0.8 en baterías tipo gel, con un número de días de Autonomía ( $N$ ) = 3 o 5 dependiendo si el lugar es seco o nubloso (MADRID, 2016).

Cálculo de la capacidad nominal diaria del banco de baterías:

$$C_{nd}[Wh] = \frac{L_{md}}{P_{Dmaxd} * F_{CT}} \quad (19)$$

$$C_{nd}[Ah] = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}} \quad (20)$$

Capacidad nominal estacional de la batería:

$$C_{ne}[Wh] = \frac{L_{md} * N}{P_{Dmaxe} * F_{CT}} \quad (21)$$

$$C_{ne} [Ah] = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}} \quad (22)$$

Donde:

- $F_{CT}$  = Factor de corrección por temperatura según la norma UNE 20460-5-2004 a temperatura ambiente 40 °C será igual a 1.
- $N$  = Número de máximo de días de autonomía
- $C_{nd}$  = Capacidad nominal diaria Wh o Ah
- $C_{ne}$  = Capacidad nominal estacional Wh o Ah
- $L_{md}$  = Consumo diario medio [Wh/día]
- $P_{Dmaxd}$  = Profundidad de descarga máxima diaria [%]
- $P_{Dmaxe}$  =

Profundidad de descarga máxima estacional [%] en el rango de 50 a 80.

Los valores establecidos son de acuerdo al tipo de material que son elaboradas las baterías determinados así:

- 0.6 baterías de plomo ácido estacionaria.
- 0.5 baterías plomo ácido sin mantenimiento.
- 0.4 baterías plomo ácido arranque
- 1 baterías de alcalina Cadmio Níquel.

### **1.5.5. Autonomía de las baterías.**

Para los días de autonomía, se considera las condiciones climáticas no favorables para el abastecimiento del sistema. Según la norma técnica universal para sistemas fotovoltaicos domésticos, la capacidad útil de la batería esta entre 3 en lugares donde existan pocos períodos nublados y 5 para grandes períodos nublados, veces la energía de una vivienda. De tal manera aseguramos que la

profundidad de descarga en un ciclo diario comprenda valores entre 0,06 y 0,2, lo que alarga la vida útil de la batería y disminuye el mantenimiento, a pesar que esta condición incrementa el costo de las baterías por el sobredimensionamiento se llega a un consenso entre costo y confiabilidad. (Castejón & Santamaría, 2011)

### **1.5.6. Selección de regulador de carga.**

Una vez dimensionadas las baterías, se debe escoger el regulador de carga que satisfaga las necesidades del sistema, esto es, que aporte la corriente de carga a la batería, sin sobrecargarla, mantenga el nivel de tensión constante, de manera que prolongue la vida útil del sistema y evite daños en las baterías. Para el dimensionamiento del regulador considerar un margen del 10% entre la potencia máxima del generador fotovoltaico y del regulador, para el cálculo del número de reguladores aplicar la siguiente expresión (MADRID, 2016):

$$N_r = N_p * I_{pm} + \frac{(N_p * I_{pm} * 0.1)}{I_r} \quad (23)$$

Siendo:

- $I_r$ : Corriente del regulador seleccionado
- $N_r$ : Número de reguladores.

### **1.5.7. Selección de inversor DC/AC.**

Para el cálculo del inversor, se usa las sumas de potencia de cargas alternas, aplicando un margen de seguridad de 25%.

$$P_{inv} = 1.25 * P_{AC} [W] \quad (24)$$

Donde:

- $P_{inv}$ : Potencia del inversor.
- $P_{AC}$ : Potencia de cargas alternas.

### 1.5.8. Sección de conductores.

Los conductores a emplearse son de cobre tipo TW, ideal para instalaciones de alumbrado público, se seleccionan de acuerdo al amperaje que soportan los cables de cobre esta clasificación es el primer paso para seleccionar los conductores adecuados. A continuación, la ecuación para calcular las pérdidas debido al efecto joule. (CONSTRUCCION, 2011)

$$Pérdidas = I^2 R \quad (25)$$

Donde:

- I: corriente [A].
- R: Resistencia en ohmios [ $\Omega$ ].

Primero se establece el valor de la resistencia de los conductores a partir de la siguiente ecuación:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad (26)$$

Donde:

- $\rho$ : Es la constante de resistividad del material. Cobre (0.0172 ohm.mm<sup>2</sup>/m).
- L: Longitud del conductor en metros

- S: Área del conductor en mm<sup>2</sup>

La siguiente tabla muestra los valores de resistencia de cada conductor para 1 metro de longitud.

**Tabla 4**

*Resistencia para 1 metro de longitud de un conductor de cobre (CONSTRUCCION, 2011)*

	AWG 6	AWG 8	AWG 10	AWG 12	AWG14
DIAMETRO mm	4.116	3.26	2,588	2,053	1,628
SECCION mm <sup>2</sup>	13.31	8.34	5,260	3,310	2,082
AMPACIDAD 60°	55A	40A	30A	20A	15A
RESISTENCIA 1m [Ω]	0.0013	0.0021	0.0033	0.0052	0.0083

## 1.6. Análisis Financiero

### 1.6.1. Costos programados

Concerniente a lo analizado, se requiere, al menos, 1 reposiciones de baterías para satisfacer la demanda en 30 años; además se reemplazará al menos una vez las luminarias e inversore se repondrán 5 veces el terminal de servicio En cada análisis del cambio de componentes se incluye a este costo el 20% adicional de mano de obra. (MADRID, 2016).

De acuerdo a los datos de inflación, se va a calcular los costos de estos ítems siguiendo la fórmula:

$$C = C_0(1 + r) \quad (27)$$

Donde:

- C=Costo proyectado del artículo.
- C0= Costo inicial del ítem (costo actual).
- r=Tasa de interés anual estimada.

### 1.6.2. Cálculo del Tir y Van

El VAN, o Valor Actual Neto, es el indicador económico que permite analizar los costos del proyecto, traídos a valor presente, verificando su viabilidad (COLOM, 2009).

La fórmula a utilizarse para el cálculo del VAN es:

$$VAN = I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{C_n}{(1+r)^n} \quad (28)$$

Donde:

- I0: Valor inicial de inversión. Se considera como valor negativo, ya que es un desembolso de dinero.
- r: Es la tasa de interés o inflación referencial.
- Cn: Es el rubro correspondiente a cada periodo considerado. Si es utilidad, se considera positivo, caso contrario, negativo.
- n: Es el número de cada periodo (año)

Los criterios de análisis del VAN son:

- Si  $VAN > 0$ , el proyecto es económicamente viable.
- Si  $VAN = 0$ , el proyecto no genera utilidades.
- Si  $VAN < 0$ , el proyecto no es económicamente viable.

El TIR (Tasa interna de retorno) representa la rentabilidad del proyecto. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que genera una inversión. Para calcular este indicador, simplemente hay que utilizar la fórmula de cálculo del VAN y modificar el valor de la tasa de interés o inflación, hasta que el resultado sea 0. (COLOM, 2009)

En otras palabras:

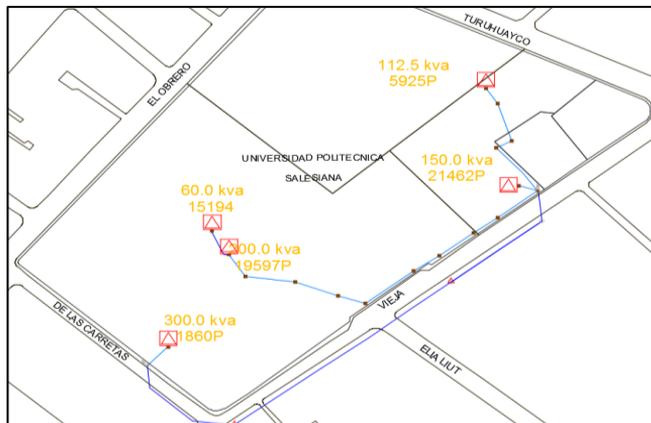
$$0 = I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{C_n}{(1+TIR)^n} \quad (29)$$

## Capítulo 2: Características Técnicas y Diseño Del Sistema De Iluminación

### 2.1 Sistema De Iluminación Exterior De La Ups Sede Cuenca

#### 2.1.1. Levantamiento de cargas lumínicas instaladas.

La Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca ubicada en las Calles, Vieja 12-30 y Elia Liut con un área aproximada de 0.06 km<sup>2</sup> cuenta con los siguientes espacios: Edificio Cornelio Merchán, Edificio Guillermo Menssi, Edificio Mario Rizzini, Polideportivo, Coliseo, Centro Parroquial, Áreas Comunes, Biblioteca, Tecniclub, Patio de Comidas, Talleres Automotrices CIMA.



**Figura 5.** Universidad Politécnica Salesiana (sede Cuenca).

El sistema eléctrico de la Universidad es alimentado por cinco transformadores distribuidos como se observa en la Figura 5, la

característica de cada uno de ellos se exponen en la Tabla 5, sus consumos energéticos son medidos por un único contador de energía Nro. 14626418 con una tarifa comercial con registrador de demanda horaria de media tensión.

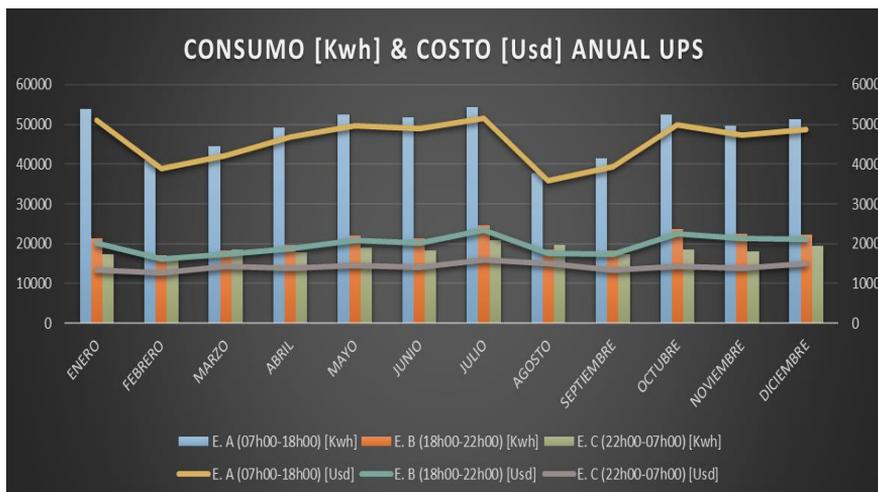
Parte del trabajo a realizar es conocer el estado físico de las instalaciones de alumbrado exterior en la UPS sede cuenca, mediante un levantamiento de las luminarias exteriores existentes, haciendo un recorrido con personal técnico de la institución. Los sistemas de iluminación actuales se encuentran repartidos por pabellones y por áreas comunes, en los cuales se ubican las luminarias en la parte superior para brindar la iluminación de la edificación y el paso peatonal (ver ANEXO A).

**Tabla 5**

*Características de los Transformadores UPS*

<b>Transformador</b>	<b>Potencia</b>	<b>Tensión Primaria/ Secundaria</b>	<b>Código EERCS</b>
Transformador 1	300 kva	22/0.22 kv	1860P
Transformador 2	200 kva	22/0.22 kv	1957P
Transformador 3	60 kva	22/0.22 kv	15194P
Transformador 4	150 kva	22/0.22 kv	21462P
Transformador 5	112.5 kva	22/0.22 kv	5925P

La facturación y los consumos mensuales durante un año están representados en la siguiente figura nótese que la demanda eléctrica de la UPS es aproximadamente constante en horarios de la noche, siendo el mes de Febrero de menor y Julio de mayor consumo cuya relación entre ambos meses no es significativa.



**Figura 6.** Facturación Anual de Energía de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

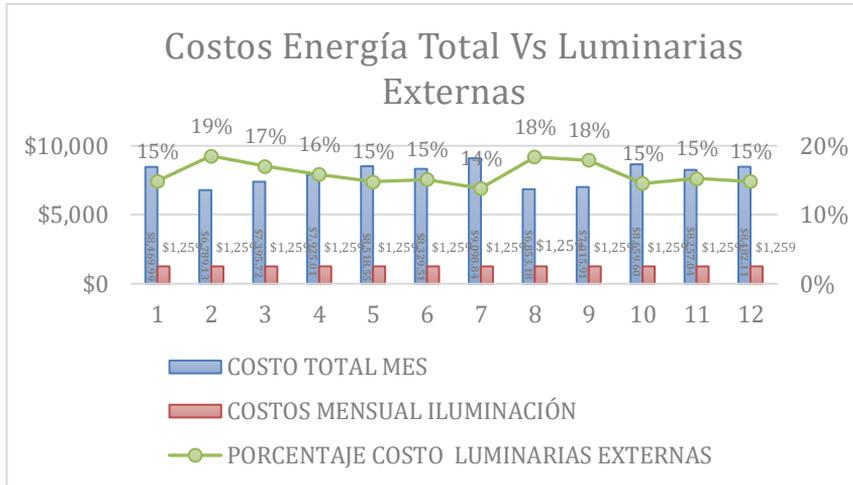
### 2.1.2. Distribución y consumo de cargas de iluminación.

Realizado el inventario de las luminarias externas de la institución, se conoce la cantidad y potencia instalada de las mismas cuyo propósito es calcular la energía eléctrica consumida en horarios de la noche.

En vista de que la universidad no posee planos eléctricos y no tiene un tablero de distribución específicamente para el sistema de alumbrado externo se efectuara auditorías del consumo de cada luminaria con la finalidad de calcular la demanda de potencia instalada en iluminación exterior.

Como orientación se exponen los datos recopilados en la Tabla 6 (ver plano anexo B), para ejecutar la estimación de la energía consumida por las luminarias habrá de conocerse la potencia nominal de cada

una y el número de horas de funcionamiento diario con ello reemplazamos en la Ec. (1), basta el cálculo del consumo de un mes como muestra ya que es un sistema periódico.



**Figura 7.** Porcentaje de energía total facturada vs calculada por cargas lumínica.

$$E_{consumida} = P_{nominal} \times \text{hora de uso} \quad (30)$$

Donde:

- $E_{CONSUMIDA}$ : Energía consumida.
- $P_{nominal}$ : Potencia nominal.

Esta Figura 7 indica que el consumo total de las luminarias externas representa un promedio del 15,91% anual con respecto al total de Energía consumida por año, es decir un posible ahorro que aportaría este proyecto mediante la planilla eléctrica de 15240,92 dólares americanos lo que permite la ejecución del análisis.

**Tabla 6**  
*Distribución de luminarias*

Código	Detalle			Energía [Kwh]/día		Costo Energía [USD]/día	
	Potencia [W]	Unidad	Potencia Total [W]	18h30 - 22h00	22h00 - 8h00	18h30 - 22h00	22h00 - 8h00
L1	400	24	9600	33.6	14.4	3.19	1.11
L1*	400	2	800	2.8	7.2	0.27	0.55
L2	23	11	253	0.8855	0.3795	0.08	0.03
L3	50	14	700	2.45	1.05	0.23	0.08
L4	150	35	5250	18.375	7.875	1.75	0.61
L4*	150	2	300	1.05	2.7	0.10	0.21
L5	70	26	1820	6.37	2.73	0.61	0.21
L7	150	12	1800	6.3	2.7	0.60	0.21
L8	50	10	500	1.75	0.75	0.17	0.06
L9	60	2	120	0.42	0.18	0.04	0.01
L10	150	35	5250	18.375	7.875	1.75	0.61
L11	10	3	30	0.105	0.045	0.01	0.00
L12	18	12	216	0.756	0.324	0.07	0.02
L13	2000	25	50000	16.5	-	1.57	-
L13	2000	35	70000	245	-	23.28	-
L14	150	14	2100	7.35	3.15	0.70	0.24
L15	110	26	2860	10.01	4.29	0.95	0.33
L16	1500	3	4500	15.75	6.75	1.50	0.52
L17	10	4	40	0.14	0.06	0.01	0.00
L18	20	1	20	0.07	0.03	0.01	0.00
L19	30	7	210	0.735	0.315	0.07	0.02
L20	150	12	1800	6.3	2.7	0.60	0.21
L21	150	28	4200	14.7	6.3	1.40	0.49
L22*	150	3	450	1.575	4.05	0.15	0.31
L23	150	2	300	1.05	0.45	0.10	0.03
L24	150	1	150	0.525	0.225	0.05	0.02
L25	60	1	60	0.21	0.09	0.02	0.01
L26	60	2	120	0.42	0.18	0.04	0.01
<b>TOTAL</b>			<b>163449</b>	<b>413.57</b>	<b>76.80</b>	<b>39.29</b>	<b>5.91</b>

*Nota:* L1\* Techo del rectorado, L4\* y L22\* Patio de Comidas, encendida 12,5h

Según el pliego tarifario de las empresas eléctricas la UPS pertenece a tarifa comercial con registrador de demanda horaria es decir el consumidor pagará cargos por comercialización, por demanda facturable y por energía según la tarifa en periodos de punta, media y base.

De acuerdo al pliego tarifario aplicable para la Universidad, se toman en cuenta las siguientes tarifas: (ARCONEL, 2017) (ARC)

- 0.095 USD/kWh en el horario 07H00-18H00
- 0.095 USD/kWh en el horario 18H00-22H00
- 0.077 USD/kWh en el horario 22H00-07H00

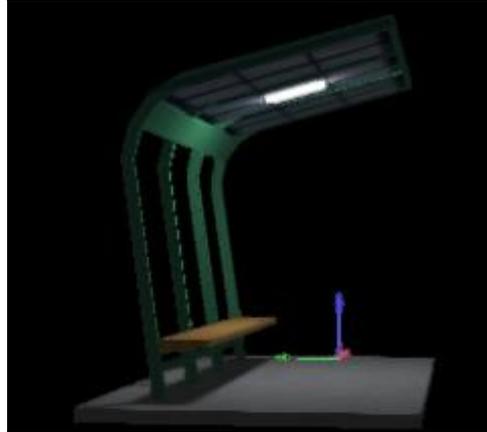
### **2.1.3. Flujo luminoso de luminarias instaladas en UPS.**

Una vez realizado el levantamiento de las luminarias instaladas en los exteriores de las instalaciones de la Universidad, se las clasifica de acuerdo al flujo luminoso mediante el cálculo de los lúmenes usando la ecuación (2) y (3) según sea el caso que se establecen en el ANEXO D, y para validar resultados se lo ha diseñado en el software dialux presente en ANEXO E: Niveles de iluminación software dialux.

### **2.1.4. Nivel de Iluminación de la silla solar**

Para simular la cantidad de iluminancia(luxes) en la silla lo realizamos en el programa Dialux (ANEXO A) insertamos el modelo

mostrado a continuación en donde se realizaron las mediciones en el plano con las flechas verticales.



**Figura 8** a) Simulación de luminosidad.

Del programa se pudo obtener que la intensidad lumínica está en 89 luxes en el centro de la silla con lo cual se cumple la regla que debe tener hasta un máximo de 100 luxes. (OFICINA TECNICA, 2014)

## **2.2 Selección y consumo de luminarias led para el proyecto**

Según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE Inen 069 “Alumbrado Público” dice: *En todos los proyectos de iluminación, se deben elegir las fuentes luminosas teniendo en cuenta, la eficacia lumínica, flujo luminoso, características fotométricas, duración y vida útil de la fuente, en función de las actividades y objetivos de uso de los espacios a iluminar; así como de consideraciones arquitectónicas y económicas.* (Cox, 2011)

En el levantamiento de cargas realizado en los espacios públicos y sociales de la UPS, se observan distintos niveles de flujo luminoso de luminarias, desde 1800 lm hasta 18000 lm por unidad de iluminación según el rendimiento de cada una encontrando en el mercado luminarias equivalentes adecuadas desde 327 lm hasta 120000 lm para que estos lugares tengan como mínimo el mismo nivel de iluminación actual.

Con base a los antecedentes expuestos anteriormente, deben seleccionarse las lámparas de acuerdo a las prestaciones, tanto de iluminación, como de potencia, sin embargo, también se deben tomar en cuenta otros detalles, como precio, diseño, tiempo de vida útil, etc., en el ANEXO H (hoja 1) ubicamos las luminarias seleccionadas.

## CAPÍTULO 3

### Diseño del Sistema Fotovoltaico

#### 3.1. Sistemas de iluminación propuestos

Hoy en día la iluminación es posible crear ambientes adecuados para ejecutar los diversos trabajos de manera eficiente y con garantía de seguridad, además consigue destacar atributos funcionales y decorativos de los espacios.

Se consideran tres casos de diseño:

- ***Sistema de iluminación implementando paneles fotovoltaicos:*** en las terrazas o los techos con varias luminarias conectadas al sistema, sin necesidad de que éstas se encuentren juntas.

El sistema consta de los siguientes elementos:

- ✓ Panel solar
- ✓ Regulador de carga
- ✓ Baterías 12VDC
- ✓ Inversor DC/AC 120V

- ***Sistema de iluminación fotovoltaicos con terminales de carga:*** en espacios comunes de frecuente acceso éstos incluyen luminaria en la parte superior del techo para la silla solar con terminales de servicio USB a 5V en la banca, para conexión y carga de aparatos electrónicos como celulares, tabletas, cámaras, etc. Además de

tomacorrientes a 110V para uso de computadores portátiles y otros dispositivos de baja potencia, el modelo sugerido, en Figura 9.

El sistema consta de los siguientes elementos:

- ✓ Panel solar
- ✓ Regulador de carga a 12V
- ✓ Baterías 12VDC
- ✓ Inversor DC/AC a 120V
- ✓ Punto de conexión a 120VAC
- ✓ Punto de conexión a 5VDC



**Figura 9** Terminales de Servicio para y banca . Fuente: Sustenthabit.

- **Sistema de iluminación con kit solares:** Se reemplaza ciertas luminarias por kits solares, para evitar el cableado.

El sistema consta de los siguientes elementos:

- ✓ Panel solar
- ✓ Regulador de carga a 12V
- ✓ Baterías 12VDC



**Figura 10** Modelo de Kits solares. Fuente: Sustenthabit.

## **3.2. Criterios técnicos de diseño**

### **3.2.1. Ubicación de componentes.**

Una vez identificadas todas las luminarias que se van a sustituir para la implementación sistemas fotovoltaicos, es necesario establecer las pautas a seguir para colocar cada uno de los componentes. Antes de realizar los planos de ubicación o reubicación de los sistemas, se debe resolver los siguientes aspectos:

- La ubicación del panel solar será en una zona completamente despejada, de manera que, sin considerar condiciones ambientales, reciba radiación solar directa la mayor cantidad de tiempo.
- Los conductores estarán en la capacidad de transportar la corriente del sistema a plena carga, y deben soportar un eventual cortocircuito.

- Los elementos reguladores, inversores y baterías estarán, en una caseta elaboradora en la parte central donde se ubicaran los paneles solares del sistema combinado y para la silla solar los componentes se ubicaran debajo de la silla o en su defecto en una caja metálica, jamás se colocarán a menos de 30 cm de altura desde el piso para evitar salpicaduras de agua durante la lluvia, así se aíslan de la humedad, pero que permita la disipación del calor generado durante su funcionamiento.
- Los conectores terminales para los usuarios se ubicarán en zonas accesibles para ellos, sugerencia a nivel del respaldo de la silla.
- Las sillas solares se colocarán los paneles en la parte superior que sirvan de techo para la luminaria a emplearse.
- Los paneles solares se ubicaran en el edificio Mario Rizzini y se deberá acoplar los soportes de los paneles desde la estructura metálica de los techos. Se requieren obras adicionales de impermeabilización de los mismos una vez terminada la colocación de los paneles.
- Colocación sistemas con kits solares para luminarias que se encuentre a gran distancia para evitar pérdidas por conductividad.

### **3.2.2. Cuadro de Carga y consumos del sistema fotovoltaico**

En nuestro estudio consideramos la sustitución de lámparas convencionales por luminarias led expuestas de la siguiente manera:

- Las luminarias tipo LED (L11, L12, L17, L18 y L25) no se harán modificaciones, puesto que son ideales para el uso.
- Los reflectores de alta potencia instalados en las canchas del polideportivo (L13) no se modificarán, pues son cargas especiales y el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos requieren de espacios adicionales, sin embargo se pueden reemplazar por luminarias tipo led de bajo consumo de potencia que mantienen la eficiencia según la actividad y que justifique el ahorro o gastos recuperables a largo plazo.

El cuadro de carga y el plano eléctrico (ANEXO G), identificados con la nomenclatura de las lámparas existentes, a excepción de luminarias L1 y L4 que por su ubicación y estudio lumínico se le ha asignado letras a su equivalente led quedando de la siguiente manera (L1A, L1B, L1C, L1D, L1E, L1F, L1G, L1H, L1I, L4A, L4B, L4C ).

Los consumos previstos (anexo H hoja 1) para el dimensionamiento del sistema autosustentable, se consideran el consumo medio diario en vatios hora [Wh] y amperios hora [Ah], fundamentado con los rendimiento de la batería, el inversor, los conductores y el voltaje del

arreglo para el sistema híbrido y el sistema de conexión a red no se considera el rendimiento de la batería.

### 3.3. Cálculo del Sistema Solar

En el análisis de la implantación de un sistema fotovoltaico para las luminarias externas de la UPS sede Cuenca, se localizaron cinco escenarios (ANEXO H: hoja 2) entre los cuales existen generadores autosustentables con almacenamiento y conexión a la red interna de la institución, además de optar por el cambio de luminarias convencionales a led para que el método sea eficaz.

#### 3.3.1. Selección de los componentes

De la disponibilidad en el mercado ecuatoriano, y que se apegan a los requerimientos de las demandas calculadas en las tablas anteriores, se han escogido los siguientes componentes: (SOLERGY, 2017) (RENOVA, 2017)

**Tabla 7**

*Selección de Componentes*

Componente	Marca	Potencia [W]
Panel Solar	AE SOLAR	310
Inversor	Ingecom red SUN play	20000/40000
Inversor	Ingecom red SUN power	60000/70000/100000
Inversor	Must híbrido	9000
Inversor	Victron energy- Phoenix	175
Regulador	Morning Star - 20A	-
Batería	Ritar Power OPzV2 3000Ah	-
Batería	Sunbright Power -150 Ah	-

### 3.3.2. Cálculo de la hora solar pico HSP.

La HSP se calcula de acuerdo a la superficie inclinada para la ubicación geográfica de la UPS, a partir de los siguientes datos: (Aparicio, 2015)

- Inclinación óptima con respecto a la horizontal de los paneles solares:  $16^{\circ}$  (Álvarez, 2017)
- Orientación de  $30^{\circ}$  respecto al norte (NNE) (Álvarez, 2017)
- Latitud del área:  $-2.8861911^{\circ}$
- Longitud:  $-78.98858^{\circ}$
- Reporte de estación meteorológica UPS-INER
- La Radiación Global Horizontal Gdm para cada mes del año obtenida de UPS-INER .

El mes que representa la menor radiación solar se sitúa en Julio con 3,284 hora solar pico en una superficie horizontal, los paneles deben estar a cierta inclinación para aproximar a la inclinación óptima donde puedan recibir los rayos del sol en forma perpendicular en el caso de que no se disponga de seguidores solares.

La nueva hora solar pico será en base a la superficie inclinada de  $16^{\circ}$  para el proyecto en estudio, de acuerdo a las ecuaciones planteadas los cálculos, se resumen en la tabla 9.

Para este estudio se usará el correspondiente al mes de Julio 3.284 h.

**Tabla 8**  
*Radiación Global promedio diaria UPS-INNER*

<b>MES</b>	<b>KWh/m<sup>2</sup></b>
Enero	5.47216897
Febrero	4.58046221
Marzo	4.32269206
Abril	4.48376667
Mayo	4.42519355
Junio	3.82236667
Julio	3.72116129
Agosto	4.8073871
Septiembre	4.76493333
Octubre	5.73125806
Noviembre	5.75
Diciembre	5.24270968

*Julio tiene menor radiación.*

**Tabla 9**  
*Cálculo de la Hora Solar Pico HSP*

MES	DIA	$\delta$	$(\varphi)$	$\beta_{opt}$	$\beta$	Gdm(0)	Gd/día	FI	HSP
Enero	15	-21,27	-2,886	-24,16	16	4,995	5,190	0,775	4,022
Febrero	45	-13,62	-2,886	-16,51	16	5,145	5,346	0,842	4,500
Marzo	76	-2,02	-2,886	-4,90	16	4,270	4,436	0,916	4,064
Abril	106	9,78	-2,886	6,90	16	4,512	4,689	0,959	4,494
Mayo	137	19,26	-2,886	16,38	16	4,111	4,272	0,968	4,137
Junio	167	23,35	-2,886	-26,24	16	4,570	4,749	0,754	3,583
Julio	198	21,18	-2,886	-24,07	16	4,073	4,232	0,776	3,284
Agosto	229	13,12	-2,886	-16,01	16	4,618	4,799	0,846	4,058
Septiembre	259	1,81	-2,886	-4,70	16	4,505	4,681	0,917	4,293
Octubre	290	-10,33	-2,886	7,44	16	4,954	5,147	0,960	4,940
Noviembre	320	-19,38	-2,886	16,49	16	5,603	5,822	0,968	5,638
Diciembre	351	-23,40	-2,886	20,51	16	5,254	5,459	0,966	5,274
<b>Hora Solar Pico</b>								<b>Julio</b>	<b>3,284</b>

### 3.3.3. Criterio del mes crítico y amperios horas.

Para nuestro diseño emplearemos el método de funcionamiento en punto de máxima potencia, basado en el mes crítico de menor radiación, y los días máximos de autonomía.

En el dimensionamiento del panel fotovoltaico es recomendable evitar el sobredimensionamiento, de tal forma que no eleve los costos de inversión, sin embargo esta es una de las desventajas de este método por el contrario garantiza la energía constantemente en el transcurso del año, además que alarga la vida útil de las baterías.

Los resultados expuestos en el ANEXO H detallan dos métodos: por amperios hora y con seguidores de máxima potencia, este último nos permite optimizar espacio y capital; sin embargo existen otros factores que pierden credibilidad debido a que se consideran los datos del inversor tales como la corriente de entrada y los voltajes mínimo-máximo en el punto de máxima potencia que estén dentro de los rangos establecidos para no exista pérdidas por sobrecarga y reste la vida del sistema fotovoltaico.

El nuevo planteamiento de cálculo se lo expresa por las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \textit{Tension del arreglo} & & (31) \\ & = \# \textit{ serie paneles} * \textit{Tensión Voc, MOD} \end{aligned}$$

$$\# \text{ Paralelosmáx} = \frac{\text{CorrienteMáximaInversor}}{\text{CorrienteIscMódulo}} \quad (32)$$

Donde:

- Tensión del arreglo = Voltaje de cada cadena de paneles.
- Tensión Voc, MOD= Voltaje del módulo.
- Corriente Isc Módulo= Corriente de cortocircuito.
- # Paralelosmáx= Números de paneles en paralelo.
- #Serie paneles= Números de paneles en serie.

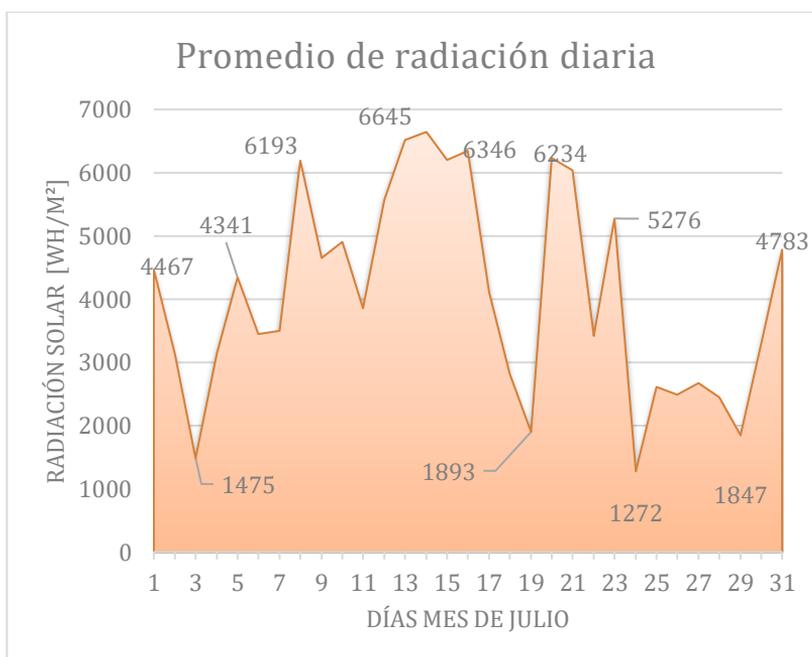
En el ANEXO H hoja 6 se detallan los cálculos del dimensionamiento de la silla solar y del sistema solar autosustentable a este se implementó este análisis.

### **3.3.3.1. Dimensionamiento del Inversor**

Para escoger el inversor se tiene en cuenta la potencia pico de la carga si fuere el caso, al momento de conectar un receptor que contenga potencias de arranque estos elevan 5 hasta 8 veces la potencia nominal, para ello sería necesario sobredimensionar debido al margen de crecimiento del sistema, cabe recalcar que nuestro sistema es únicamente para iluminación de luminarias e inyección a la red, por lo que se usara el inmediato superior de la potencia nominal instalada o el número total de paneles por la potencia máxima del módulo fotovoltaico (ANEXO H hoja 2).

### 3.3.3.2. Dimensionamiento del banco de baterías

Debido a las condiciones variables del clima en la ciudad de Cuenca, es preciso analizar el mes de menor captación solar, los datos proporcionados por la estación meteorológica Iner (ver figura 15) establece que el día 24 es el día de menor radiación con 1272 Wh/m<sup>2</sup> equivalente a 1.272 HSP horas de sol correspondiente a un 38.78% de sol diario que necesitamos, es decir en este día nuestras baterías no se cargan lo suficiente para abastecer el consumo por la noche.



**Figura 11** Promedio de radiación diaria del mes de Julio.

El tiempo de carga de la batería es un indicador más que aporta en el análisis para los días de autonomía, la siguiente tabla indica que el tiempo de carga inicial de la batería es de 1,52 días con 3,28 horas

de sol y una corriente máxima de carga de 1200 A, la profundidad de descarga para el diseño es de 0,6 por lo que la capacidad de suministro diario es de 3600Ah con un tiempo de carga a partir de la primera carga de la batería es de 0,91 día.

Como se sabe, la profundidad de descarga de las baterías debe ser en menor proporción para asegurar la vida útil de la misma y la confiabilidad del sistema. Reglamentariamente se dispone de 3 a 5 días de autonomía, en la ciudad de Cuenca existen pocas prolongaciones de días de nubosidad por lo que utilizaremos para nuestro diseño 3 días de autonomía (Corporación para la Investigación Energética, 2008).

De este modo la profundidad de descarga diaria estaría en 0.2 lo que garantiza lo expuesto por la tecnología OPzV a relación del ciclo de vida de 15.07 años.

Los resultados del dimensionamiento del banco de baterías (ANEXO H hoja 5) con 3 días de autonomía, 15% y 60% de profundidad de descarga máxima diaria y estacional respectivamente, obteniendo un total de 48 baterías de 2V.

### ***3.3.3.3. Dimensionamiento de los cables conductores.***

Los cables se han dimensionado de acuerdo a los requerimientos eléctricos establecido por el código NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) referente a energías renovables entre estos:

- Los cables internos deberán cumplir al menos unas de las siguientes normas: Código eléctrico ecuatoriano, NEC 2008/ / UL Type PV, UL 4703, USE-2, UNE 21123, UNE 20.460-5-52, UTE C 32-502.
- Los cables externos tendrán que acatarse según el Código Eléctrico Ecuatoriano, o la norma internacional IEC 60811.
- La caída de tensión de los conductores: arreglo fotovoltaico y regulador inferior a 3%, batería y regulador inferior a 1% y regulador y carga inferior al 3%.

### ***3.3.3.4. Energía generada por el sistema fotovoltaico.***

Partiendo de la Ec. (1) se calcula la energía que genera cada panel fotovoltaico en los cinco escenarios propuestos.

En el primer escenario realizamos una combinación de un sistema autónomo con banco de baterías y un sistema de conexión a red usando dos tipos de inversores: híbrido y red los mismos que se utilizan en patios externos y polideportivo respectivamente. En el ANEXO H hoja 7 se exponen los resultados para los sistemas

combinados. La energía fotovoltaica generada por el inversor híbrido es de 35810,79 [Kwh/año], este sistema posee un almacenamiento que alimenta las luminarias ubicadas en patios externos por lo que nos queda una energía sobrante de 13513,65 [Kwh/año] que se inyectara junto a la energía generada por el sistema de conexión a red de 58766,43 [Kwh/año] aportando a la red interna de la UPS un total de 72280,08 [Kwh/año].

El segundo escenario se crea un sistema fotovoltaico de conexión a red con cambio de luminarias a led en patios exteriores y se mantienen las luminarias HQI del polideportivo, esta alternativa se ejecutó con el objetivo de minimizar gastos al no reemplazar las luminarias del estadio ya que son muy costosas pero al necesitar más potencia eleva el número de paneles a 380 para generar 173816,35 [Kwh/año].

Por otra parte dando seguimiento al escenario anterior se crea uno nuevo con cambio total a luminarias led es decir todas las luminarias externas incluyendo el polideportivo, y conexión a red interna para suplir los cargas de la noche por las cargas durante el día, este tercer escenario genera 95141,58 [Kwh/año], utilizando 208 paneles.

Después de esto se considera establecer un cuarto escenario, un sistema fotovoltaico de conexión a red para alimentar las luminarias actuales en patios externos es decir no incluye polideportivo, necesitando 266 para generar 121671,45[Kwh/año].

Por consiguiente se muestra el quinto escenario para dar terminación a todos los posibles actos se implementa un sistema fotovoltaico de conexión a red interna con cambio de luminarias led en patios externos requiriendo 76 paneles para generar 35520,56 [Kwh/año].

### **3.4. Simulación en software PVSYST**

Teniendo en cuenta los cálculos por métodos analíticos de los diversos sistemas fotovoltaicos presentes en este proyecto se valida resultados con el software PVSyst de procedencia Suizo, el cual es muy útil en el dimensionamiento de un generador fotovoltaico ya sea de conexión a red, autónomo o independiente además que permite el ingreso de las demandas ya sea por día, mes o año en efecto nos muestra cuanta electricidad almacenamos, la energía sobrante que podríamos inyectar a la red o cuanta potencia genera nuestro sistema.

La Figura 12 nos enseña los datos que debemos ingresar inicialmente como nombre del proyecto, nombre del cliente y los datos meteorológicos en esta ocasión la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca cuenta con una estación meteorológica INER la cual nos proporciona datos más reales del recurso solar que tenemos en el punto exacto, además permite el ingreso de los ángulos de inclinación y azimut.

The screenshot displays the Pvsyst software interface. At the top, there is a 'Proyecto' section with a menu bar containing 'Nuevo', 'Carga', 'Guardar', 'Configuración del proyecto', 'Eliminar', and 'Cliente'. Below this, the project details are shown: 'Nombre del proyecto' is 'IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LPS SEDE CUENCA', 'Nombre del cliente' is 'UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA', 'Archivo del sitio' is 'Totoracocha.SIT', 'ESTACION METEOROLOGICA INER-LPS', and 'Ecuador'. The 'Archivo meteo' section shows 'Totoracocha\_MN72\_STN.MET' and 'Meteonorm 7.2 (1991-2010)'. A blue banner indicates 'Simulación realizada (versión 7.1.7, fecha 10/04/21)'. The 'Variante' section shows 'Variante nº' as 'VCO : ESCENARIO 1'. On the left, there are two columns of settings: 'Parámetros principales' (Orientation, System, Detailed Losses, Self-consumption, Storage) and 'Opcional' (Horizon, Nearby Shading, Module Design, Energy Management, Economic Evaluation). The 'Simulación' section has buttons for 'Ejecutar simulación', 'Simulación avanzada', 'Informe', and 'Resultados detallados'. On the right, a 'Resumen de resultados' table shows the following data:

Tipo de sistema	Sin escena 3D definida, sin sombras
Producción del sistema	92.0 MWh/año
Producción específica	1353 kWh/kwp/año
Proporción de rendimiento	0.773
Producción normalizada	3.60 kWh/kwp/día
Pérdidas del conjunto	0.80 kWh/kwp/día
Pérdidas del sistema	0.26 kWh/kwp/día

**Figura 12** Ventana general de ingreso de datos. Fuente: Pvsyst

En el primer escenario tenemos dos tipos de subconjuntos lo llamamos almacenamiento y conexión a red-estadio (Figura 13 Figura 13 Ingreso de datos del sistema. Fuente: Pvsyst), para el sistema independiente escogemos el módulo fotovoltaico y el inversor (incluye regulador) que escogimos según la existencia en el mercado, por consiguiente basta ingresar la potencia planeada y nos calcula la cantidad de paneles a usar y la disposición en serie-paralelo así evitamos perdidas por sobrecargas manteniéndonos dentro de las condiciones de operación como la corriente de cortocircuito y la tensión nominal del sistema.

**Subconjunto**

**Nombre y orientación del subconjunto**  
 Nombre: ALMACENAMIENTO Orden: 1 Inclinación: 16° Azimut: 30°  
 Oriente: Plano inclinado fijo

**Ayuda de pre-dimensionamiento**  
 Sin dimensionamiento Ingrese potencia planeada: 25.7 kWp  
 Redimens. ... o área disponible(módulos) 155 m²

**Seleccione el módulo FV**  
 Disponible ahora: [dropdown] Filtro: Todos los módulos F Módulos necesarios aprox. 78  
 AE Solar 330 Wp 33V Si-mono AE 330DGLM6-60 (1000) Desde 2017 Manufacturer 2020 [Abrir]  
 Usar optimizador  
 Voltajes de dimensionamiento: Vmpp (60°C) 33.4 V Voc (-10°C) 51.3 V

**Seleccione el inversor**  
 Disponible ahora: [dropdown] Voltaje de salida 400 V Tri 50Hz  
 Trannergy 9.0 kW 35 - 145 V TL 50/60Hz TRB9000TL Desde 2014 [Abrir]  
 Núm. de inversores: 3 Voltaje de funcionamiento: 35-145 V Poder global inversor 27.0 kWca  
 Utilizar característica multi-MPPT Voltaje máximo de entrada: 1000 V **inversor con 3 MPPT**

**Diseñe el conjunto**

**Núm. de módulos y cadenas**  
 Mód. en serie: 3 entre 2 y 3  
 Núm. de cadenas: 26 única posibilidad 27  
 Pérdida sobrecarga: 0.0 %  
 Proporción Pnom: 0.95 [Mostrar dimensionamiento]

**Condiciones de operación**  
 Vmpp (60°C) 100 V  
 Vmpp (20°C) 117 V  
 Voc (-10°C) 154 V

**La potencia del inversor está ligeramente sobredimensionada.**

Irradia. plano: 1000 W/m²  
 Imp (STC) 224 A  
 Isc (STC) 244 A  
 Isc (en STC) 244 A

Máx. en datos  STC  
 Potencia de funcionamiento máx. 23.4 kW (en 1000 W/m² y 50°C)  
**Potencia nom. conjunto (STC) 25.7 kWp**

**Núm. de módulos 78 Área 155 m²**

Figura 13 Ingreso de datos del sistema. Fuente: Pvsyst

El software permite el ingreso de la demanda ya sea por perfiles diarios, mensuales o anuales (Figura 14), con la intención de calcular la energía sobrante en este caso para conocer cuanto energía se inyecta a la red interna de la UPS.

Comentario: CONSUMO DE LAS LUMINARIAS EN PATIOS

**Características generales**

**Tipo de perfil de carga**

Sin autoconsumo  
 Consumo constante fijo  
 Valores mensuales  
 Perfiles diarios  
 Perfiles de probabilidad  
 Consumidores domésticos  
 Cargar valores de un archivo CSV por hora/diario

**Consumo constante fijo**

Consumo fijo: 2.55  kW  kWh/año  MWh/año

**Info sistema: Conjunto FV definido**

Potencia FV nominal: 68.0 kWp  
 Rendimiento estimado del sistema: 57.5 MWh/año  
 Pnom FV / PCarga promedio: 10.36 Proporción Pnom

**Se ha definido un autoconsumo con un promedio de 61.1 kWh/día**

Figura 14 Autoconsumo. Fuente: Pvsyst

**Tipo de sistema - Estrategia de almacenamiento**

Autoconsumo

Paquete de almacenamiento: Autoconsumo

**Especifique el conjunto de batería**

Ordenar baterías por:  voltaje  capacidad  fabricante

OPzV RTAR | 2 V | 3000 Ah | Pb Sealed Gel | OPzV 3000 AH |

Plomo-ácido

<input type="text" value="24"/>	<input type="checkbox"/> baterías en serie	Número de baterías	<b>48</b>	Voltaje paquete de baterías	<b>48 V</b>
<input type="text" value="2"/>	<input type="checkbox"/> baterías en paralelo	Número de elementos	<b>48</b>	Capacidad global (C10)	<b>6000 Ah</b>
<input type="text" value="100.0"/>	% Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos)			Energía almacenada (80% DOD)	<b>230 kWh</b>
<input type="text" value="100.0"/>	% Estado inicial de desgaste (estático)			Peso total	<b>8400 kg</b>
				Núm. de ciclos a 50% DOD	<b>2411</b>
				Energía total almacenada durante la vida útil de la batería	<b>386.3 MWh</b>

**Temperatura de funcionamiento de la batería**

Modo de temperatura: Temperatura ambiente exterior

La temperatura de la batería es importante para el envejecimiento de la batería.  
Un aumento de 10 ° C divide la vida útil de la batería "estática" por un factor de dos

**Información del sistema**

Pnom del conjunto FV	<b>68.0 kWp</b>
Potencia del usuario máx.	<b>2.5 kW</b>

Este paquete de baterías representan alrededor :

Tiempo de carga en condiciones de pleno sol.	<b>3.4 horas</b>
Descarga bajo carga media	<b>90.5 horas</b>
Descarga bajo carga máxima	<b>90.5 horas</b>

**Figura 15** Almacenamiento. Fuente: Pvsyst

A la vez que seleccionamos el autoconsumo o la demanda propuesta y la batería que usaremos automáticamente calcula el número de baterías y la disposición en serie-paralelo (Figura 15).

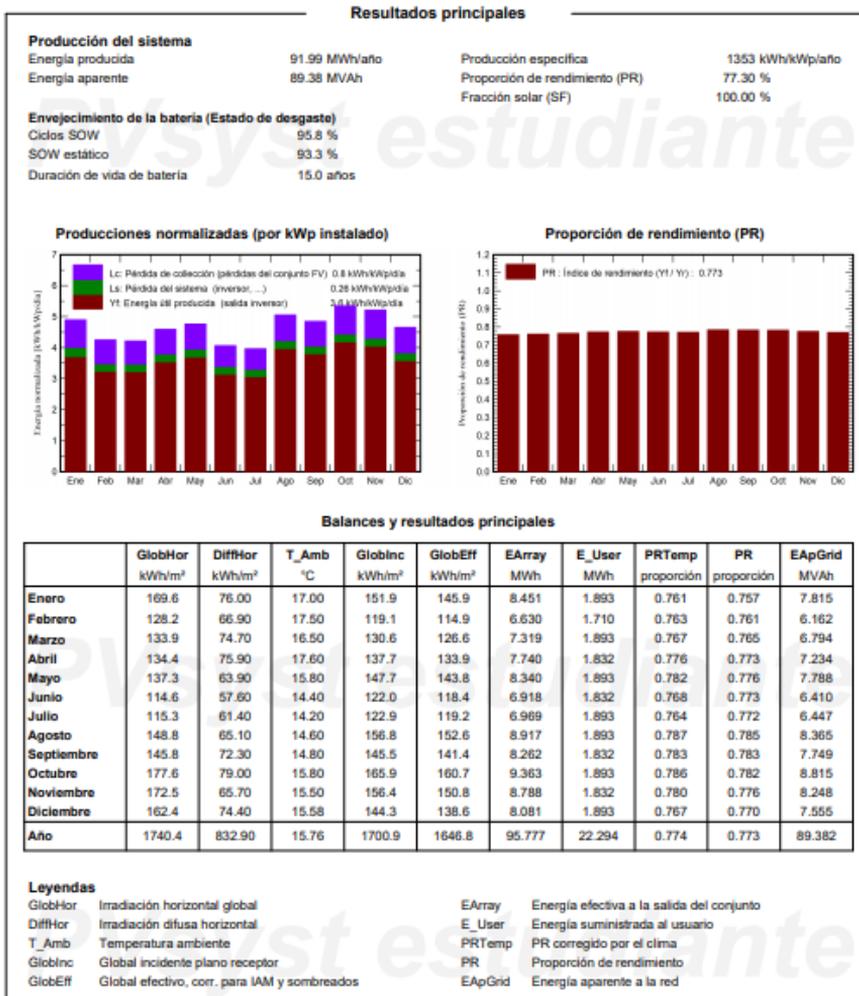
En la siguiente Figura 16 *Características del sistema*. Fuente: Pvsyst se verifica los datos calculados según los métodos expuestos en el ANEXO H hoja 2 y el simulado por el PVsyst los cuales son iguales, la misma cantidad y disposición de paneles y baterías.

Parámetros generales			
<b>Sistema conectado a la red</b>		Sin escena 3D definida, sin sombras	
<b>Orientación campo FV</b>			
<b>Orientación</b>		<b>Configuración de cobertizos</b>	<b>Modelos usados</b>
Plano fijo		No 3D scene defined	Transposición Perez
Inclinación/Azimut 16 / 30 °			Difuso Perez, Meteonorm
			Circunsolar separado
<b>Horizonte</b>		<b>Sombreados cercanos</b>	<b>Necesidades del usuario</b>
Horizonte libre		Sin sombreados	Carga constante fija
			2545 W
			Global
			22.29 MWh/Año
<b>Almacenamiento</b>			
Tipo Autoconsumo			
<b>Estrategia de carga</b>		<b>Estrategia de descarga</b>	
Cuando hay un exceso de potencia solar		Tan pronto como se necesite potencia	
<b>Punto de inyección de red</b>			
<b>Factor de potencia</b>			
Cos(phi) (principal) 1.000			

Características del conjunto FV			
<b>Conjunto #1 - ALMACENAMIENTO</b>			
<b>Módulo FV</b>		<b>Inversor</b>	
Fabricante Generic		Fabricante Generic	
Modelo AE 330DGLM6-60 (1000)		Modelo TRB9000TL	
(Definición de parámetros personalizados)			
Unidad Nom. Potencia 330 Wp		Unidad Nom. Potencia 9.00 kWca	
Número de módulos FV 78 unidades		Número de inversores 3 unidades	
Nominal (STC) 25.74 kWp		Potencia total 27.0 kWca	
Módulos 26 Cadenas x 3 En series		Voltaje de funcionamiento 35-145 V	
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA) 0.95	
Pmpp 23.36 kWp			
U mpp 104 V			
I mpp 224 A			
<b>Conjunto #2 - CONEXION A RED - ESTADIO</b>			
<b>Módulo FV</b>		<b>Inversor</b>	
Fabricante Generic		Fabricante Generic	
Modelo AE 330DGLM6-60 (1000)		Modelo Ingecon Sun 40TL M480	
(Definición de parámetros personalizados)			
Unidad Nom. Potencia 330 Wp		Unidad Nom. Potencia 40.0 kWca	
Número de módulos FV 128 unidades		Número de inversores 1 * MPPT 0.50 1 unidades	
Nominal (STC) 42.2 kWp		Potencia total 40.0 kWca	
Módulos 8 Cadenas x 16 En series		Voltaje de funcionamiento 200-820 V	
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA) 1.06	
Pmpp 38.3 kWp			
U mpp 556 V			
I mpp 69 A			

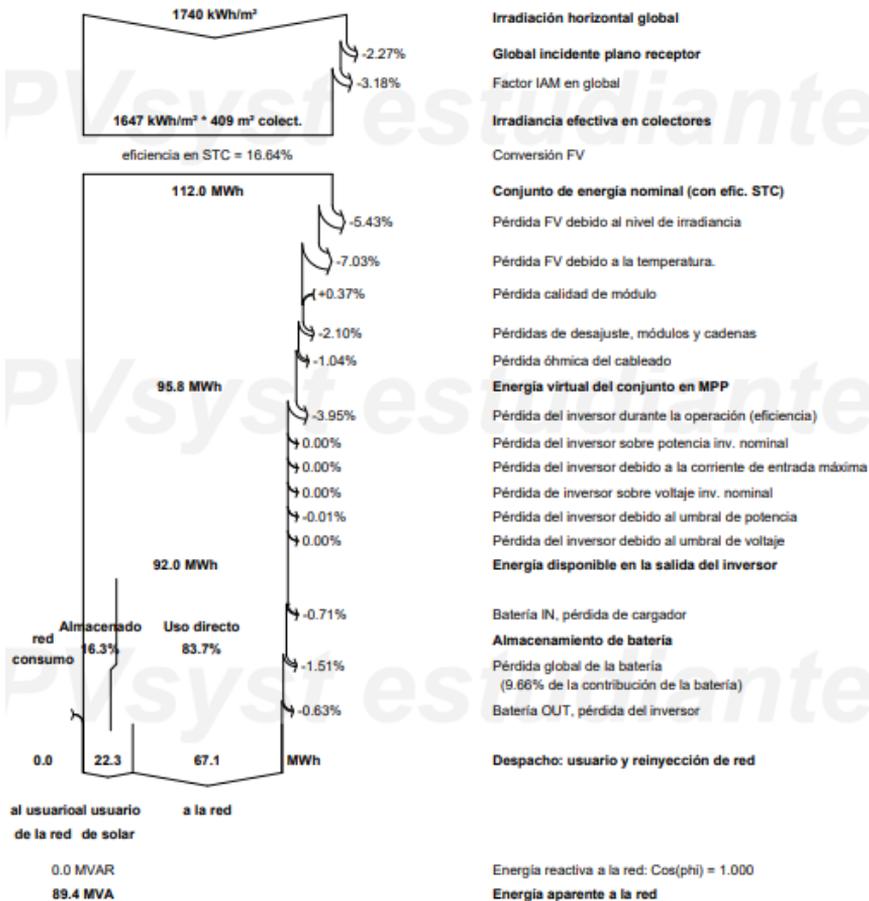
Figura 16 Características del sistema. Fuente: Pvsyst



**Figura 17** Resultados del sistema.. Fuente: Pvsyst

La Figura 17 presenta los resultado del sistema considerando las perdidas (Figura 18) el rendimiento global, el recurso solar y la temperatura de la zona, dando como resultado la energía a la salida del conjunto 95,777 Mwh y la energía suministrada por el usuario 22,294 Mwh, basta restar estos datos y corroboramos que nuestro diseño con el simulado por pvsyst son muy similares existiendo una mínima diferencia de 1,203 Mwh en la energía

inyectada a la red, debido a que mi performance ratio es menor que el simulador debido a las pérdidas reales en el sistema.



**Figura 18** Diagrama de pérdidas. Fuente: Pvsyst

En el anexo K se adjunta las simulaciones de cada escenario propuesto.

### **3.5. Mantenimiento de sistemas fotovoltaicos aislados**

En general, un sistema fotovoltaico no requiere de mantenimientos frecuentes, ya que sus componentes están diseñados para operar a la intemperie, soportando cualquier tipo de cambio climático. (Campos, 2012)

#### **3.4.1. Mantenimiento preventivo.**

Corresponde a un chequeo rutinario programado, que incluye limpieza de componentes, revisión de tornillos, pernos y otros elementos de sujeción, sustitución de conductores que presenten sulfatación u óxido. (Campos, 2012)

Este tipo de mantenimiento debe programarse dos veces al año, de preferencia en los periodos de vacaciones estudiantiles, lo que mejorará la disponibilidad del sistema durante los periodos de actividades académicas. (Campos, 2012)

Panel solar:

- Limpiar la superficie cristalina para garantizar el óptimo rendimiento. (Campos, 2012)
  
- Verificar las conexiones, a fin de que no existan puntos flojos o calientes. (Campos, 2012)
  
- Verificar el estado de la estructura de soporte. (Campos, 2012)

- Limpiar la vegetación aledaña, de modo que no bloquee la radiación directa sobre los paneles. (Campos, 2012)

#### Baterías:

- Verificar que no exista acumulación de polvo y/o humedad en el gabinete de almacenamiento. (Campos, 2012)
- Limpiar los bornes con grasa antioxidante para evitar sulfataciones en esos puntos. (Campos, 2012)
- Los bornes de conexión deben estar apretados. (Campos, 2012)

#### Regulador de carga:

- Revisar las conexiones, que no estén flojas ni exista sulfatación. (Campos, 2012)
- Verificar el estado de los fusibles, leds indicadores. (Campos, 2012)
- Si existen ruidos anormales o alguna señal de alarma, contactar con servicio especializado. (Campos, 2012)

#### Inversor:

- Revisar las conexiones, que no estén flojas ni exista sulfatación. (Campos, 2012)

- Si existen ruidos anormales o alguna señal de alarma, contactar con servicio especializado. (Campos, 2012)

### **3.4.2. Mantenimiento correctivo.**

Incluye la reparación, sustitución o adición de elementos del sistema. Para realizar estas actividades, es necesario que el sistema salga de funcionamiento. Estas tareas no están programadas, ya que responden a eventos fortuitos, ya sea por un cortocircuito, falla en las baterías, o que se rompa un panel fotovoltaico. También puede deberse a actos vandálicos, que inutilizarían al sistema hasta que sea nuevamente puesto en orden cada uno de los elementos, garantizando su funcionamiento normalmente. Dentro de esta categoría debe incluirse también la sustitución de terminales de acceso para los usuarios, para lo cual se informará de la falla definitiva de estos dispositivos. (Campos, 2012)

## **Capítulo 4**

### **Diseño y Evaluación económica de la instalación fotovoltaica**

#### **4.1. Cantidades y costos de materiales para la construcción del generador solar**

##### **4.1.1. Especificación y cantidad de los materiales.**

Especificaciones de los materiales a usarse: (Mascarós, 2016)

- *Conductores.* Son de cobre tipo TW, su fabricante es Electrocables.
  
- *Inversores.* En el costo se incluyen los pernos de fijación a la caja metálica.
  
- *Costo de las baterías.* Está incluido los conectores de cobre para los bornes de las mismas y la grasa antioxidante para evitar sulfataciones.
  
- *Protección eléctrica.* De acuerdo al nivel de corriente, se colocarán protecciones termomagnéticas con curva de operación tipo C, de sobrecarga y cortocircuito, las más apropiadas para este tipo de uso; distribuidos de la siguiente manera:
  - Protección principal. Precautelar la integridad del Panel y el Regulador de carga. Desconecta todo el circuito.

- Protección de luminarias. Desconecta solamente las luminarias del sistema. Los puntos de servicio, en caso de existir, seguirán funcionando.
  - Protección de terminales de servicio AC. Desconecta los tomacorrientes de servicio en corriente alterna 120V. Las luminarias siguen funcionando. (Poon, 2015)
- 
- *Caseta de hormigón.* Para almacenar los componentes de los sistemas fotovoltaicos.
  
  - *Sócalo de servicio 120VAC y convertidor 120VAC a 5VDC:* Las terminales de acceso TU1152QC disponen de bornes de conexión para conductores de 120V y un convertidor de tensión interno, lo que permite obtener 5VDC sin necesidad de alimentación adicional para ese nivel de tensión. (Qualcomm Group, s.f.)
  
  - Adicionalmente se considera que los componentes de los sistemas fotovoltaicos tienen una vida útil promedio de 30 años para los paneles, reguladores e inversores 20 años, las baterías tienen una vida útil promedio de 15 años con una descargada en un 30% de su capacidad nominal, en una temperatura ambiente menor a 25°C, 5500 ciclos, si un ciclo se cumple cada día, por lo que se debe considerar el número inicial de baterías multiplicado por 2 para garantizar una vida útil del sistema completo por 30 años.
  
  - Además, la vida útil de las luminarias es de 30000 horas promedio. Si se encienden durante 5 horas diarias, se requerirá su reemplazo

sobre los 15 años de uso. Estos componentes que serán incorporados más adelante en los estudios de viabilidad del proyecto.



**Figura 19** *Sócalo Qualcomm QuicCharge 2.0*

Los costos de cada uno de los elementos detallados más adelante en el ANEXO J: Análisis financiero., son los vigentes en el mercado ecuatoriano y están expresados en dólares americano.

#### **4.1.2. Mano de obra y herramientas.**

La instalación de los sistemas fotovoltaicos demanda el uso de los siguientes recursos:

- 4 Electricistas calificados con experiencia en trabajos en altura.
- 1 Obrero ayudante.
- 1 Vehículo de carga liviana.
- 1 Grúa canasta.
- Corte y reposición de hormigón \$40 x m.

El tiempo estimado de trabajo es de 20 días calendario para la instalación y puesta en marcha de todos los dispositivos. Los costos de mano de obra y herramientas, se determinaron a través del 20% del costo total de materiales.

## **4.2. Equivalencia en ahorro por concepto de facturación de energía**

### **4.2.1. Implementación de sistema fotovoltaico.**

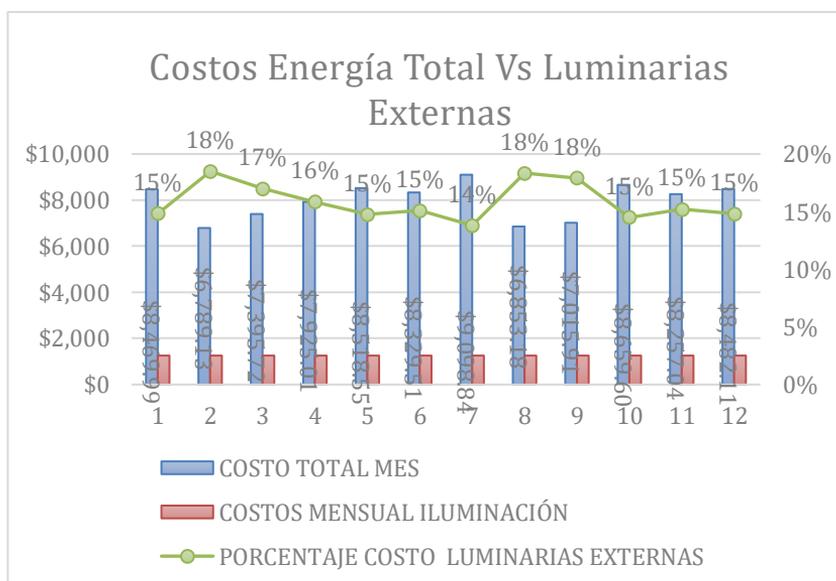
Se retira las luminarias existentes y que se reemplazan por los sistemas solares. Esta energía, de acuerdo al pliego tarifario de la Empresa Eléctrica Regional Centrosur, representa también un ahorro económico, la Tabla 6 representa valores diarios, por concepto de consumo de energía, y la respectiva facturación por parte de la empresa distribuidora. El equivalente para un año de consumo es:

- Energía consumida: 163843,10 Kwh/año
- Costo por energía consumida: USD 15069,60

Esta sustitución representa un ahorro anual de 15069,60 dólares americanos lo cual representa un aproximado del 15,91 % de alumbrado en áreas exteriores según la tabla más adelante en relación al consumo anual. Los porcentajes mensuales descritos se los obtiene del promedio mensual del consumo constante de las luminarias instaladas, la siguiente figura muestra la variación de la facturación entre la energía total y las luminarias externas de la Universidad Politécnica Salesiana.

**Tabla 10***Costos de energía consumida por UPS sede Cuenca año 2017*

Mes	Costo de Energía	Porcentaje
Enero	\$8.469,99	14.86%
Febrero	\$6.789,13	18.54%
Marzo	\$7.395,72	17.02%
Abril	\$7.925,01	15.88%
Mayo	\$8.518,55	14.78%
Junio	\$8.329,51	15.11%
Julio	\$9.098,84	13.83%
Agosto	\$6.853,18	18.37%
Septiembre	\$7.015,91	17.94%
Octubre	\$8.659,60	14.54%
Noviembre	\$8.257,04	15.24%
Diciembre	\$8.482,11	14.84%
<b>Total /año</b>	<b>\$95.794,59</b>	<b>15.91%</b>



**Figura 20** *Costos por consumo de energía total vs costos de facturación de energía por luminarias externas*

#### **4.2.2. Implementación de luminarias led**

El cambio de luminarias convencionales a led tiene un equivalente anual de :

- Energía consumida: 55682,10 kWh
- Costo por energía consumida: 5175,37 USD

Realizamos un cuadro comparativo entre la facturación del sistema actual vs led (Tabla 11) con un costo de 15069,60 usd y 5175,37 usd correspondientemente. En consecuencia de este nuevo cambio significa 9894,23 usd por concepto de ahorro de energía en iluminación exterior que simboliza el 65,67% de la facturación total de energía en el año. Sin embargo la sustitución a Led para el estadio no es una buena opción debido a que los costos de cada luminaria no suplanta la inversión en el ahorro, esto es 95920 usd (luminaria y mano de obra) por lo que aumenta 6394,67 usd por año , este giro reduce significativamente el ahorro y se gastara más dinero en materiales que lo que el mismo producirá a lo largo de su vida útil.

Ante este escenario se deriva el cambio de luminarias únicamente en los patios proporcionando 5436,96 usd en ahorro anual cuya inversión bordea los 20586,64 usd para 15 años, dicho esto es causal de pensar en realizar este proyecto.

**Tabla 11**  
*Distribución de luminarias led*

Detalle de luminarias instaladas				Energía consumida [Kwh/día]		Costos de Energía USD/día	
Luminaria	Cantidad	Potencia LED [W]	Potencia Total [W]	18h00-22h00	22h00-8h00	18h00-22h00	22h00-8h00
L1A	17	201	3417	11.960	5.126	1.136	0.395
L1B	1	10	10	0.035	0.015	0.003	0.001
L1C	1	28	28	0.098	0.042	0.009	0.003
L1D**	1	152	152	0.532	0.684	0.051	0.053
L1E	1	61	61	0.214	0.092	0.020	0.007
L1F	1	121	121	0.424	0.182	0.040	0.014
L1G	3	182	546	1.911	0.819	0.182	0.063
L1H	1	100	100	0.350	0.150	0.033	0.012
L1I	0	60	0	0.000	0.000	0.000	0.000
L2	16	5	80	0.280	0.120	0.027	0.009
L4A*	22	100	2200	6.600	-	0.627	-
L4B	6	100	600	2.100	0.900	0.200	0.069
L4C*	2	30	60	0.210	0.540	0.020	0.042
L5	26	20	520	1.820	0.780	0.173	0.060
L7	22	5	110	0.385	0.165	0.037	0.013
L9	2	10	20	0.070	0.030	0.007	0.002
L10	35	28	980	3.430	1.470	0.326	0.113
L11	3	10	30	0.105	0.045	0.010	0.003
L12	12	18	216	0.756	0.324	0.072	0.025
L13	16	1000	16000	5.280	-	0.502	-
L13	30	1000	30000	105.000	-	9.975	-
L13	25	2000	50000	16.500	-	1.568	-
L13	35	2000	70000	245.000	-	23.275	-
L14	14	18.8	263.2	0.921	0.395	0.088	0.030
L15	26	18	468	1.638	0.702	0.156	0.054
L17*	4	10	40	0.140	0.360	0.013	0.028
L18	1	20	20	0.070	0.030	0.007	0.002
L19*	7	20	140	0.490	1.260	0.047	0.097
L20	12	44.7	536.4	1.877	0.805	0.178	0.062
L21	28	45	1260	4.410	1.890	0.419	0.146

L22*	3	49	147	0.515	1.323	0.049	0.102
L23	1	152	152	0.532	0.228	0.051	0.018
L24	1	10	10	0.035	0.015	0.003	0.001
L25	1	60	60	0.210	0.090	0.020	0.007
L26	2	28	56	0.196	0.084	0.019	0.006
Inversor	4	10	40	0.560	0.400	0.053	0.031
<b>Total LED</b>		<b>58443.6</b>	<b>153.153</b>	<b>19.064</b>	<b>14.549</b>	<b>1.468</b>	
<b>Total L13 - HQI</b>		<b>132404</b>	<b>303.813</b>	<b>19.064</b>	<b>28.862</b>	<b>1.437</b>	

*Nota:* L1A\*, L4C\*, L17\*, L19\* y L22\*, se encuentran encendidas 12,5 horas.

L4A\*, se encuentra encendido 3 horas y L1D\*\*, se enciende 10 horas.

#### ***4.3. Equivalencia en ahorro por concepto de emisiones de CO<sub>2</sub> en el medio ambiente.***

Además de la independencia del servicio de las empresas comercializadoras de energía eléctrica, los sistemas solares ofrecen otra ventaja, relacionada con el medio ambiente.

Es sabido que la generación y transmisión de energía producen emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente. Estas emisiones son más considerables si la energía es producida por unidades termoeléctricas, a gas, biomasa, etc., actualmente la matriz eléctrica está compuesta por un 70,73% de generación hidráulica, 27,4% de generación térmica por medio de combustibles fósiles, 1,31% por medio de generación térmica a base de biomasa, por biogás 0,16%, y por fuentes de generación eólica-solar 0,4%. (ARCONEL, 2017)(ARC)

Al no depender del sistema nacional interconectado, la energía ahorrada del proyecto en mención se traduce en una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en el mismo.

El índice oficial determinado por la Comisión técnica de determinación de factores de emisión de gases de efecto invernadero es de 0.5062 toneladas de CO<sub>2</sub> por MWh de energía transportada, dato mediante el cual se utiliza para estudiar el resultado de las siguientes tablas:

**Tabla 12**

*Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> para el Sistema Fotovoltaico híbrido*

<b>Periodo</b>	<b>Energía Consumida</b>		<b>Emisión Contaminante</b>	
En 1 año	164.24	MWh	83.14	tCO <sub>2</sub>
En 30 años	4927.28	MWh	2494.19	tCO <sub>2</sub>

**Tabla 13**

*Reducción de emisiones CO<sub>2</sub> con la sustitución de luminarias led*

<b>Periodo</b>	<b>Energía Consumida</b>		<b>Emisión Contaminante</b>	
En 1 año	107.43	MWh	54.38	tCO <sub>2</sub>
En 15 años	1611.42	MWh	815.70	tCO <sub>2</sub>

Los índices de emisión se toman del informe del Ministerio del Ambiente 2013 para la emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado. (Buri, y otros, 2013)

## 4.4. Análisis de inversión del proyecto

### 4.4.1. Tasa de inflación mensual.

Es importante analizar este dato para proyectar los costos a futuro. En la siguiente Tabla 14 registra la información tomada del portal web del Banco Central del Ecuador.

**Tabla 14**  
*Resumen tasa de inflación en el Ecuador.*

<b>Corte</b>	<b>Tasa</b>
Abril-30-2016	1.78%
Mayo-31-2016	1.63%
Junio-30-2016	1.59%
Julio-31-2016	1.58%
Agosto-31-2016	1.42%
Septiembre-30-2016	1.30%
Octubre-31-2016	1.31%
Noviembre-30-2016	1.05%
Diciembre-31-2016	1.12%
Enero-31-2017	0.90%
Febrero-28-2017	0.96%
Marzo-31-2017	0.96%
Abril-30-2017	1.09%
Mayo-31-2017	1.10%
Junio-30-2017	0.16%
Julio-31-2017	0.10%
<b>Promedio</b>	<b>1,13%</b>

*Nota:* Tomada del Banco Central del Ecuador (BCE)

La inflación tiende a subir en estos últimos meses del año 2017; sin embargo, se debe tener en cuenta que este dato es incierto porque existe la probabilidad de que vuelva a bajar debido al retiro de las

salvaguardias gravadas a muchos productos de importación, por lo que la línea de tendencia es inestable y se debe ser cautelosos en la manera de interpretar esta información.

#### **4.4.2. Análisis del VAN y TIR**

Una vez tabuladas las cantidades de elementos a utilizarse en la implementación de los sistemas fotovoltaicos, se va a analizar la viabilidad de su instalación.

Para que el proyecto sea viable, se debe amortizar la inversión inicial durante la vida útil de los sistemas, en comparación con los costos de energía eléctrica que se estima ahorrar al retirarse estas cargas del sistema actual, en el ANEXO J: Análisis financiero. se presenta los cálculos de viabilidad del sistema solar y el cambio de iluminación con los siguientes fundamentos.

Para traer los datos a valor presente, se utiliza la tasa de interés referencial: en este caso, la tasa de inflación, tomada de la información del Banco Central del Ecuador, que es de 1.13%.

Para nuestro propósito en los paneles fotovoltaicos, se los ha proyectado para una duración de 30 años, se tiene los valores en la Tabla 15.

**Tabla 15**  
*Resultados TIR y VAN*

Escenario	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto	LED
Inversión [\$]	-379,337.54	-263,838.27	-256,660.87	-174,903.44	-81,732.56	-20,586.64
VAN [\$]	-182,523.48	42,272.34	14,627.80	-126,024.25	3,067.68	35,453.09
TIR [%]	-1.27%	0.498%	-0.05%	-1.60%	0.21%	26.42%
Superhabit / Déficit	-48.12%	16.02%	5.70%	-72.10%	3.75%	172.21%
Pay Back [años]	32.38	14.40	15.92	55.13	18.41	3.82
Periodo [años]	30	30	30	30	30	15

De los resultados se puede observar lo siguiente:

- El primer escenario muestra que valores de los indicadores financieros son negativos, lo que significa que el proyecto no es económicamente rentable y que el valor actual neto VAN representa un déficit del 48,12 % frente a la inversión inicial, en suma la TIR negativa indica que en 30 años no se amortiza el gasto del proyecto.
- Por otra parte en el segundo y quinto escenario presenta un VAN y una TIR positivas reglamentariamente los proyecto serían rentable pero observemos que nos queda un porcentaje de utilidad del 0,498% y 0,21% correspondientemente muy por debajo de la tasa oportunidad, por ende este plan no es viable.
- El tercero, y quinto escenario muestran un VAN positivo y una TIR negativa lo que indica que pese a recuperar la inversión aproximadamente a la mitad del proyecto este no genera utilidades sino más bien el interés que crea es negativo, por lo tanto economicamente no es viable.
- La cuarta escena presenta valores negativos para el VAN y la TIR lo que indica que el plan no es rentable a pesar de que recupera la inversión dentro del tiempo de vida útil no evidencia una confiabilidad para la inversión.
- En el cambio de luminarias a Led se ha proyectado una duración de 15 años, con una inversión inicial de 20586,64 USD y un ahorro anual de 5436,96 USD, obteniendo los siguientes valores:

De los resultados se puede observar lo siguiente:

- El proyecto es económicamente rentable.
- El valor actual neto VAN representa un superávit del 172,21 % frente a la inversión inicial.
- El TIR positivo indica que genera un interés del 26,42 % durante el tiempo de durabilidad del proyecto.
- Además el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto es de 3 años 8 meses.

## Capítulo 5

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- El sistema actual de iluminación externa de la UPS se encuentra con niveles de iluminación muy bajos en espacios de tránsito y parqueaderos, tal es el caso del parqueadero del Edificio Cornelio Merchán que debería tener una iluminancia de 36 lux siguiendo las normas españolas EN-13201 y RD 1890/08 de aparcamientos a un criterio de flujo peatonal normal; sin embargo, actualmente se encuentra con niveles entre 4,5 y 15 luxes utilizando luminarias de mercurio halogenado de 400W, según nuestro estudio con luminarias led de 200W alcanza los niveles recomendados.
- La iluminación LED alimentada por sistemas fotovoltaicos autónomos, a pesar de tener incentivos gubernamentales, aún es costosa, debido a que todavía no se masifica su uso, y su oferta aún es limitada por la escases de regulaciones que estimulen el uso de esta tecnología .
- Las metodologías empleadas en el sistema fotovoltaico fueron metódicos y empíricos, así pues difícilmente se obtiene reguladores con corrientes de entrada y salida entre 633,15 A y 1636,53 A, existe un gran margen de diferencia entre los resultados que fueron conseguidos de los métodos de amperios hora o mes de menor

captación solar y el método con seguidor de máxima potencia ya que el uno garantiza confiabilidad en el abastecimiento de energía aunque resultase costoso y el segundo tiene una ventaja de captar mejor la energía solar usando menos paneles solares además de reducir los espacios y un aspecto negativo que distribuye la cantidad de paneles requeridos en dos de serie y el excedente en paralelos ocasionando que la tensión y corriente estén muy por arriba de los parámetros de los inversores para sistemas de gran magnitud como nuestros diseños, es por eso que se redimensionó la puesta de paneles en serie y paralelo de acuerdo al número de entradas mppt, acortando las pérdidas por sobrecargas, tal es el caso que en el escenario 1 (sistema autónomo) por ejemplo se necesitan 76 paneles con entradas mppt colocados 2 módulos en serie y 38 en paralelo este resultado eleva la corriente de salida del generador fotovoltaico a 348.44 A, mientras que la corriente máxima que admisible es de 60 A, debido a estos incidentes se recalcula la distribución serie- paralelo de los paneles considerando las corrientes y tensiones máximas del inversor devolviéndonos como respuesta 2 entradas mppt con 2 paneles en serie y 4 en paralelo y una tercera entrada con 2 paneles en serie y 5 en paralelo de un mismo inversor el cual alcanza una corriente de entrada de 47 A por entrada con seguidores de máxima potencia con ello evitamos pérdidas por sobrecarga.

- Por otro lado en cuanto se refiere a los acumuladores de energía, es preciso considerar los días de autonomía en el dimensionamiento del banco de baterías, este dato es clave para no sobredimensionar el sistema, por el contrario resta la vida útil de los componentes, además

de no abastecer a la demanda debidamente, en efecto aparece un factor muy importante para discernir entre las variables costo vs confiabilidad. En nuestro dimensionamiento consideramos 3 días de autonomía para climas pocos nublados rigiéndonos a la norma técnica universal para sistemas fotovoltaicos vigente, en cuanto se examina el mes de menor captación solar de la ciudad de Cuenca haciendo uso de la estación meteorológica INEER ubicada en la universidad politécnica salesiana sede Cuenca, concreta que el día 24 del mes de Julio es el día de menor radiación con  $1272 \text{ Wh/m}^2$  equivalente a 1.272 HSP horas de sol diario que necesitamos, en este sentido lo lógico es que usemos dos días de autonomía para abastecer el consumo por la noche en ese día crítico, no obstante los distribuidores de la marca recomiendan aplicar 3 días de autonomía como mínimo para asegurar la vida útil de las baterías de gel por razón de que las mismas durarían 15.07 años, si nos acatamos a la norma, de este modo la profundidad de descarga diaria que utilizamos es de 0.2 lo que certifica lo dicho por la tecnología OPzV, que usaremos para nuestro proyecto.

- El tiempo de carga que las baterías necesita es 1.52 días con 3.28 HSP (horas solar pico) para cargar por primera vez el sistema de almacenamiento y 0.91 para los demás días, con profundidad de descarga de 0.6, este dato final se lo debe cuestionar en el estudio de los días de autonomía ya que de este depende la vida útil de las baterías.

- Por otra parte el cambio de sistema de iluminación en la Universidad Politécnica Salesiana, luminarias de mercurio halogenado de 2000W por sus equivalentes tipo LED marca Luceco modelo Stadium Floodlight de 1000W, alimentadas por sistemas fotovoltaicos aislados, vistos desde un plano meramente económico, no representa una inversión favorable, ya que los costos iniciales y de mantenimiento rutinario, no se recuperan en ahorros por concepto de facturación de energía eléctrica, no obstante se procedió a completar esta demanda incorporando un sistema fotovoltaico de conexión a la red interna para alimentar cargas durante el día, esto es 58766,43 Kwh de energía inyectada considerando las pérdidas y otros factores de demanda, en consecuencia 5582,81 dólares americanos anuales de los cuales se restarían del consumo durante el día. (LUCECO, 2017)

- Por consiguiente el análisis precedente, hipotéticamente aportaría a la valoración económica de la ejecución del sistema fotovoltaico mixto con banco de baterías y conexión a red interna, sucede pues que en respuesta a los indicadores TIR y VAN la oferta en cuestión no es viable, puesto que la utilidad neta sufre un déficit del -48,12 % no genera desembolso durante los 30 años de durabilidad del proyecto por lo tanto no recupera la inversión . El valor actual neto es de -182.523,48 dólares y la tasa interna de retorno es de -1,27 % anual, al presentarse dos valores negativos el proyecto según estos indicadores económicos no es rentable.

- Así pues económicamente la sustitución de sistemas tradicionales a sistemas autónomos fotovoltaicos no es rentable, pero existen otros factores externos de gran importancia como la reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub>, además de implementar una cultura de ahorro y eficiencia energética para preservar el medio ambiente. Entre tanto examinando el aporte ambiental, puesto que el carbono es el principal gas causante del calentamiento global y que día a día sigue creciendo según la Institución de Oceanografía Scripps quien mide las tasas diarias de CO<sub>2</sub> a nivel de la atmósfera, además que en Ecuador las emisiones totales del INGEI (Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero) 2012 el sector energético genera el mayor aporte con 46,63% de las señaladas emisiones, dicho esto el proyecto mencionado obtiene un ahorro de energía eléctrica de 128,95 MWh anual, aplicando el factor de emisión de gases de efecto invernadero de 0.5062 toneladas de CO<sub>2</sub> por MWh, se evitaría una emisión de gases de 65,27 tCO<sub>2</sub> por año y aún más proyectándose a la fase de durabilidad (30años) de la propuesta sería de 1958,23 de tCO<sub>2</sub> a la atmosfera, esta iniciativa busca un aporte a la disminución de la demanda de carbono generada por el sector eléctrico principalmente por la quema de combustibles fósiles para la producción de energía. (MAE, 2010).

- Se expuso un segundo escenario la implementación de un sistema fotovoltaico de conexión red interna con cambio de luminarias led en patios externos y manteniendo las luminarias de mercurio halogenado de 2000 W, el cual da respuesta a un VAN de 42.272,34 centavo de dólar y una TIR de 0,498%, al mostrar un VAN positivo

y mayor que cero el proyecto es viable pero no genera utilidades, así pues la TIR es positiva el pay back dice que recupera la inversión en el año 14 de 30 años crea una escena de viabilidad no obstante la tasa de interés TIR va muy por debajo de la tasa de descuento que es el costo oportunidad de invertir en una póliza o en este proyecto. Debería comparar esta inversión con otras opciones para ver si puede invertir en algo con un valor presente neto más alto.

- De forma similar se analiza el tercer escenario, un sistema fotovoltaico de conexión a red interna con cambio total de luminarias a led, dando como resultado a los análisis financieros VAN de 14.627,80 dólares y una TIR de -0,05%, un valor que muestra la tasa de crecimiento del capital es baja lo que resultaría no rentable para realizar una inversión.
- Entre tanto se mostró un cuarto escenario de conexión a red con luminarias actuales en patios externos sin considerar el estadio que de igual forma presento valores negativos en el VAN y la TIR con un déficit a la inversión actual de 72,10% a diferencia de las escenas anteriores este nunca recupera la inversión inicial.
- Para concluir estos eventos se considera el un quinto escenario de conexión a red en patios externos con cambio de luminarias a led sin considerar el estadio, manteniéndose los resultados positivos del VAN de 3.067,68 y la TIR de 0,216% debido a que existe reposición de materiales durante la durabilidad del diseño además de recuperar la inversión a los 18 años de funcionamiento, de igual manera de los

casos anteriores la tasa de interés es muy baja conviene invertir en otro proyecto.

- Otra alternativa que se adoptó fue reemplazar el sistema actual de iluminación únicamente por luminarias LED, teóricamente constituye un ahorro en de energía de 61242,30 Kwh y una reducción al pago de la factura de consumo eléctrico de 5436,96 USD anuales, ahora bien en este estudio no se toma en cuenta el cambio de luminarias de mercurio halogenado ubicados en las canchas de futbol del polideportivo, ya que hasta la actualidad esta tecnología es muy costosa y el valor económico no justifica esta obra. Como referencia el precio de la sustitución de las 46 luminarias en cuestión es de 87200 dólares sin incluir la mano de obra para 15 años de vida útil de los proyectores, evidentemente no favorece aplicar esta opción, en el futuro la tecnología ira avanzando con la consecuente disminución en los costos de luminarias de este tipo, con lo que se podría pensar en su remplazo.

- Se plantea entonces la sustitución de fuentes tradicionales a led, en efecto es una obra rentable que justifica los objetivos del mismo, ahorro en iluminación externa de los patios de la UPS, analizando esta opción se obtiene un superávit de 172,21% aproximadamente en los 15 años de proyección, es decir obtiene un VAN de 35.453,09 dólares y una TIR de 26,42% , y el plazo normal de recuperación será de 3 años más 8 meses al ser los valores positivos y la TIR mayor a la tasa de descuento (6,01%) el proyecto es rentable. Estos resultados

promueven a la realización del cambio, porque no necesita de una cuantiosa inversión y el resultado es muy conviene y tentativo.

## **5.2. Recomendaciones**

- Antes de realizar futuras expansiones en los sistemas de iluminación de las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, se debe considerar la opción de implementar sistemas fotovoltaicos autónomos, ya que se puede desde el inicio colocar estructuras aptas para estas tecnologías, con lo que los costos de inversión vienen a ser menores.
- Que la universidad ofrezca un área para que se construya un parque fotovoltaico y se convierta en una zona de estudio para los futuros ingenieros.
- Los arquitectos de las nuevas edificaciones deberían adaptar los techos para los paneles, solares de manera que se pueda captar la mayor incidencia solar durante el día y para las diversas épocas de año.
- Hacer hincapié en el análisis estructural de la losa para determinar que el peso de los componentes no ponga en riesgo la estabilidad de la estructura, que por condiciones de la naturaleza del presente trabajo no han sido evaluadas.

- Tener un acuerdo con las empresas proveedoras que ofrecen mantenimiento en el mercado actual.
- La estructura actual del sistema de iluminación no permite acoplar fácilmente paneles fotovoltaicos, por lo que debe tener en cuenta la implementación de estructuras auxiliares. Estas actividades demandan de obras complementarias, tanto en el ámbito electromecánico y civil.
- Los gabinetes de almacenamiento de los componentes como reguladores, inversores, etc., se colocarán lo más cercanos a los paneles y de fácil acceso para personal de mantenimiento.
- Se usará luminarias ornamentales en los cerramientos en la parte frontal de la institución los mismos que se servirán del sistema fotovoltaico ubicado en el edificio Mario Rizzini, mediante bajante y tubería metálica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

- ABB Group. (s.f.). *Technology Information*. Obtenido de ABB Instruments.
- Álvarez, D. (Julio de 2017). *Evaluación de la orientación y el ángulo de inclinación óptimo de una superficie plana para maximizar la captación de irradiación solar en Cuenca-Ecuador*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14458/1/UPS-CT007120.pdf>
- Aparicio, M. (2015). *Energía solar fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada*. Marcombo.
- ARCONEL. (Junio de 2017). *Agencia de Regulación y Control de Electricidad*. Obtenido de Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2017
- Buri, A., Sánchez, L., Cepeda, A., Cañizares, P., Haro, Lenin, . . . Calvopiña, W. (2013). *Factor de Emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador*. Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/Factor-de-emisi%C3%B3n-2013-PUBLICADO.pdf>
- Cáceres, J., Morales, R., & Chillin, R. (2013). *Desarrollo de Sistema Autónomo Innovador para la generación de Energía*

*Eléctrica d partir de Energía Eólica y Fotovoltaica.*

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE,  
Dirección de Investigación y Proyección Social. Santa  
Tecla: ITCA Editores. Obtenido de

<https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2013-Desarrollo-de-sistema-para-la-generacion-de-energia-electrica-fotovolt.pdf>

Campos, M. (Abril de 2012). *Planta Solar Fotovoltaica de 500kw sobre la cubierta de una nave industrial en la ciudad de Sevilla: Manual de Mantenimiento* . Obtenido de Universidad de Sevilla:

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5074/fichero/Volumen+5%252F9.+Manual+de+Manteminiento.pdf>

Castejón, A., & Santamaría, G. (2011). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Obtenido de EDITEX:

[www.editex.es/RecuperarFichero.aspx?Id=20138](http://www.editex.es/RecuperarFichero.aspx?Id=20138)

Castilla, N., Giménez, B., Martínez, A., & Pastor, R. (s.f.). *L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes* .

Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%BAmenes.pdf>

Chantera, P., & Tobar, D. (Abril de 2013). *Estudio de lámparas Led para alumbrado público y diseño de un sistema Scada con control automático On/Off*. Obtenido de Universidad

Politécnica Salesiana:

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4786>

COLOM, A. (2009). *Evaluación de la rentabilidad de proyectos de inversión. España. Lleida. , España.*

CONELEC, E. D. (24 de Noviembre de 2011). *REGULACION ELECTRICA*. Obtenido de [www.regulacionelectrica.gob.ec](http://www.regulacionelectrica.gob.ec)

CONSTRUCCION, C. E. (06 de Abril de 2011). *MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO Y VIVIENDA*. Obtenido de CAPITULO 14 ENERGIA RENOVABLES:

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Corporación para la Investigación Energética. (2008). *Atlas Solar del Ecuador*. Obtenido de Consejo Nacional de Electricidad: <http://energia.org.ec/cie/wp-content/uploads/2017/09/AtlasSolar.pdf>

Cox, A. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 "Alumbrado Público"*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización:

[http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/prte\\_069.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/prte_069.pdf)

Coz, F., & Sánchez, T. (2004). *Vocabulario Técnico de Energías Renovables*. Peru: Codex S.R.L.:

DCM Sistemas. (2012). *Medidas de Luz*. Obtenido de Universidad de la Plata:

<http://www2.fisica.unlp.edu.ar/materias/FEIII/OLD/2012/IntensidadLuminosa.pdf>

- de las Heras, A. (2015). *Informe de Situación de las Emisiones de CO2 en el Mundo*. Obtenido de Fundación Empresa & Clima:  
[http://www.empresaclima.org/assets/uploads/2017/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-de-las-emisiones-de-CO2-en-el-mundo-A%C3%B1o-2015\\_web.pdf](http://www.empresaclima.org/assets/uploads/2017/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-de-las-emisiones-de-CO2-en-el-mundo-A%C3%B1o-2015_web.pdf)
- EFIENER. (2009). *Guía de Eficiencia Energética para instalaciones hoteleras en Canarias*. Obtenido de Ciencia Canaria: <http://www.cienciacanaria.es/files/Guia-de-eficiencia-energetica-para-instalaciones-hoteleras-en-Canarias.pdf>
- Forster, R. (s.f.). *Tipos de Lámparas e Iluminación*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo:  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf>
- Galeano, S. (2014). Beneficios de la utilización de energía solar en la Escuela Básica N°4765 de la comunidad indígena La Promesa en el departamento de Presidente Hayes. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, (págs. 1-9). Buenos Aires. Obtenido de [www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1668.pdf](http://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1668.pdf)
- Herranz, C., Ollé, J., & Jáuregui, F. (2011). La Iluminación con Led y el problema de la Contaminación Lumínica. *II Época*,

36-43. Obtenido de Cel Fosc, Asociación contra la Contaminación Lumínica:

<https://www.celfosc.org/biblio/general/herranz-olle-jauregui2011.pdf>

LEDBOX. (s.f.). *Grados de protección IP en exteriores*. Obtenido de LEDBOX: <https://blog.ledbox.es/informacion-led/instalacion-de-luminarias/grados-de-proteccion-ip-en-exteriores>

López, S. (2015). *Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/48843/1/1053814558.2015.pdf>

LUCECO. (2017). Environmental and energy saving LED lighting. ALEMANIA.

Lykketoft, M. (12 de Agosto de 2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>

MADRID, U. E. (2016). *Sistemas Fotovoltaicos Aislados*. ESPAÑA.

Martin-Pérez, G. (2015). *Estudio de viabilidad de instalaciones fotovoltaicas con integración arquitectónica*. Obtenido de Universidad de la Laguna: [https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1417/Estudio%20de%20viabilidad%20de%20instalaciones%](https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1417/Estudio%20de%20viabilidad%20de%20instalaciones%20de%20integracion%20arquitectonica.pdf)

20fotovoltaicas%20con%20integracion%20arquitectonica.pdf?sequence=1

Mascarós, V. (2016). *Gestión del montaje de instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid: Paraninfo.

Miranda, J., Martínez, S., & Hernández, J. (2014). Análisis del tratamiento actual de las lámparas fluorescentes, nivel de contaminantes y disposición final. *Colección Investigaciones - Universidad Tecnológica de El Salvador*, 53. Obtenido de [http://www.utec.edu.sv/media/publicaciones/flips/coleccionInvestigaciones/2015/lamparas\\_fluorecentes/files/libro%2053%20lamparas%20fluorescentes.pdf](http://www.utec.edu.sv/media/publicaciones/flips/coleccionInvestigaciones/2015/lamparas_fluorecentes/files/libro%2053%20lamparas%20fluorescentes.pdf)

Narvaez, A. (15 de Mayo de 2015). UTPL le apuesta a la energía solar. *El Mercurio*. Obtenido de <https://www.elmercurio.com.ec/479405-loja-utpl-le-apuesta-a-la-energia-solar/>

OFICINA TECNICA, P. P. (MARZO de 2014). *INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS*. Obtenido de [www.iac.es/otcp](http://www.iac.es/otcp)

Poon, C. (2015). *Manual de Iluminación Vial*. Obtenido de Secretaría de Comunicaciones y Transpsortes: [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual\\_iluminacion/Manual\\_de\\_Iluminacion\\_Vial\\_2015.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_iluminacion/Manual_de_Iluminacion_Vial_2015.pdf)

Qualcomm Group. (s.f.). *Qualcomm Manual*. Obtenido de Qualcomm: <https://www.qualcomm.com>

RENOVA, E. (JUNIO de 2017). PROVEEDORES DE MATERIALES PARA ENERGIA RENOVABLES. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.

República del Ecuador. (2013). *Ley de Régimen del Sector Eléctrico*. Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/2.7-Leyes-conexas.pdf>

Schallenberg, J., Piernavieja, G., Hernández, C., Unamunzaga, P., García, R., Díaz, M., . . . Subiela, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias. Obtenido de <http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

Solar Concentra. (Diciembre de 2015). *Mercado Potencial en España y aplicaciones en tecnologías solares de concentración de media temperatura*. Obtenido de Solar Concentra: <http://argosmultimedia.com/nuevasolarconcentra/wp-content/uploads/2017/05/Mercado-potencial-y-aplicaciones-tecnologicas-solares-de-concentracion-de-media-temperatura.pdf>

SOLERGY. (ENERO de 2017). DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO HIBRIDO. GUAYAQUIL, GUAYAS, ECUADOR. Obtenido de <https://solergyecuador.com.ec/>

SunFields. (2013). *Manual de cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados/autónomos*. Obtenido de SunFields:

<https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>

Universidad de Alicante. (s.f.). *La Energía Solar Fotovoltaica en la Universidad de Alicante*. Obtenido de Universidad de Alicante:

<https://web.ua.es/es/ecocampus/documentos/energia-solar.pdf>

Universidad Europea de Madrid, S. (2015). *España Patente nº Todos los derechos reservados*.

Yamin, J., Colombo, E., Rodríguez, R., & Pattini, A. (2016).

Evaluación de confort visual en escenas con iluminación natural directa. *Acta del I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable* (págs. 189-199). La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

**ANEXO A: DETALLE Y UBICACIÓN  
ACTUAL DE LAS LUMINARIAS.**

**DETALLE S EDIFICIO CORNELIO MERCHAN UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Lado izquierdo parte superior	220	1	400	400		Mercurio Halogenado	L1
		Pileta Central Primer Piso	120	11	23	253		LED	L2
		Pileta Central Alrededores	120	14	50	700		LED	L3
		Frente del edificio	220	6	400	2400		Mercurio Halogenado	L1
		Garaje	220	1	400	400		Mercurio Halogenado	L1
		Garaje	220	2	150	300		Mercurio Halogenado	L23
		Frente a secretaria	120	6	70	420		Mercurio Halogenado	L5

**DETALLE S EDIFICIO GUILLERMO MENSSI UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Parte Posterior de edificio	220	3	60	180		LED	L6
		Aleros del Edificio	220	28	150	4200		Mercurio Halogenado	L4
		Parte Superior del Lado Posterior Derecho	220	1	400	400		Mercurio Halogenado	L1
		Fachada Losa Transitable	120	10	50	500		Dicroico Incandescente	L8
		Fachada Losa Transitable	120	12	150	1800		Dicroico Incandescente	L7
		Estatua Guillermo Menssi	220	2	60	120		Mercurio Halogenado	L9

**DETALLE S AREAS COMUNES UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Parque Central	220	8	150	1200		Mercurio Halogenado	L20
		Jardín Frente Patio Comidas	220	2	150	300		Mercurio Halogenado	L20
		Posterior Oratorio Don Bosco	220	2	150	300		Mercurio Halogenado	L20
		Ingreso Principal Peatonal	120	2	110	220		Fluorescente T5 doble	L15
		Pasillo De Glorieta	120	18	110	1980		Fluorescente T5 doble	L15
		Pasillo Ingreso Gimnasio	120	8	18	144		LED	L12
		Piso y Jardineria de la Glorieta	220	35	150	5250		Mercurio Halogenado color	L10
		Estatua Frente Patio Comidas	220	1	400	400		Mercurio Halogenado	L1
		Estampa acceso peatonal	120	3	10	30		Dicroicos LED	L11
		Cerramiento	220	28	150	4200		Mercurio Halogenado	L21
<b>DETALLE S EDIFICIO RECTORADO UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA</b>									
FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Puerta de Ingreso Garaje Rectorado	220	1	20	20		LED	L18
		Estela Frente Rectorado	220	4	10	40		Dicroico LED	L17
		Parte superior izquierdo Rectorado	220	2	400	800		Mercurio Halogenado	L1
		Jardín posterior Rectorado	120	7	30	210		Fluorescente Compacto	L19

**DETALLE S BIBLIOTECA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Parte Frente Superior Biblioteca	220	1	400	400		Mercurio Halogenado	L1
		Pasillo Ingreso Biblioteca	120	10	18	180		LED	L12

**DETALLE S EDIFICIO MARIO RIZZINI UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Garaje	220	3	400	1200		Mercurio Halogenado	L1
		Garaje	220	1	150	150		HQI	L23

**DETALLE S POLIDEPORTIVO UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Canchas de Basquet	220	5	2000	10000		Mercurio Halogenado	L13
		Minicanchas de Fútbol	220	39	2000	78000		Mercurio Halogenado	L13
		Cancha de Fútbol	220	16	2000	32000		Mercurio Halogenado	L13
		Alrededores de las Canchas Deportivas	220	14	150	2100		NA	L14

**DETALLE S CENTRO PARROQUIAL UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Parte Superior Oratorio Don Bosco	220	2	400	800		Mercurio Halogenado	L1
		Lado Derecho de la Capilla	120	5	70	350		Mercurio Halogenado	L5
		Lado Posterior de la Capilla	120	5	70	350		Mercurio Halogenado	L5
		Garaje de Motos Lateral Oratorio de Don Bosco	120	3	110	330		Fluorescente T5 X2	L15
		Parte Superior Cruz de la Capilla	120	2	60	120		Mercurio Halogenado	L26

**DETALLE S TECNICLUB UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Esquina Frente Superior	120	1	150	150		Incandescente	L24

**DETALLE S PATIO DE COMIDAS UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Parte Frontal Superior	220	2	150	300		Mercurio Halogenado	L4
		Parte Lateral Izquierdo Superior	220	2	150	300		Mercurio Halogenado	L22
		Detrás del Patio de Comidas	220	1	150	150		Mercurio Halogenado	L22

**DETALLE S COLISEO UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

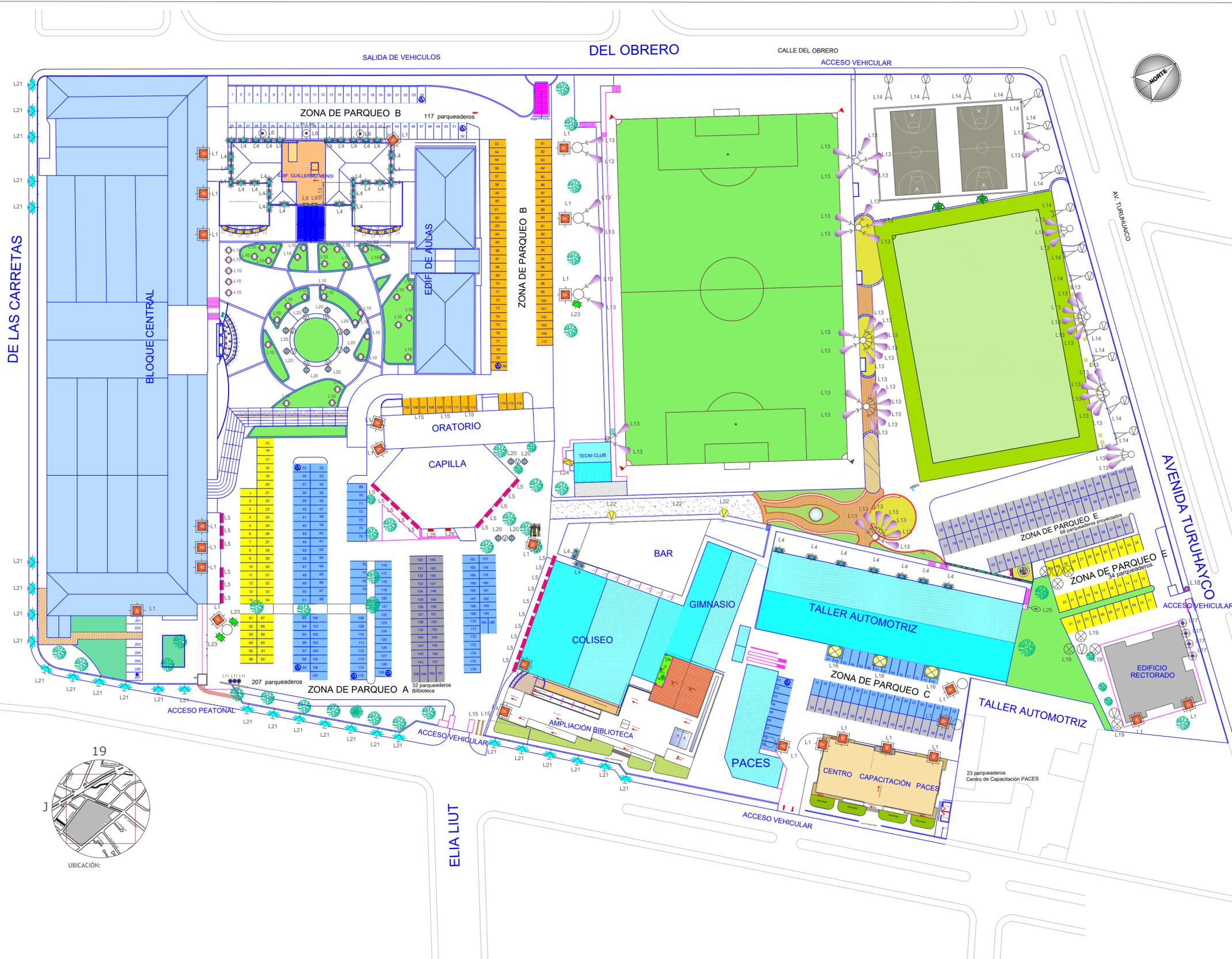
FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Parte Superior Izquierda Coliseo	220	1	400	400		Mercurio Halogenado	L1
		Parte Frontal	120	10	70	700		Mercurio Halogenado	L5

**DETALLE S TALLERES AUTOMOTRIZ CIMA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

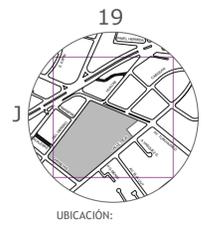
FOTO	ITEM	UBICACIÓN	VOLTAJE [V]	CANTIDAD	POTENCIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]	SIMBOLO	TIPO	LUMINARIA
		Parte Posterior	220	7	150	1050		Mercurio Halogenado	L4
		Ingreso por Rectorado a talleres	120	1	60	60		LED	L25
		Parte Frontal	220	3	1500	4500		Incandescente	L16
		Garaje de Talleres	220	3	400	1200		Mercurio Halogenado	L1
		Alrededores Parte Superior Edificio CIMA	220	4	400	1600		Mercurio Halogenado	L1

**ANEXO B: PLANO DE DETALLE DE  
LUMINARIAS EXISTENTES EN LAS  
INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA**

# PLANO DE DETALLE DE LUMINARIAS EXISTENTES EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.



Simbología		
L1		Reflector Mercurio Halogenado - 400W
L2		Luminaria Led tipo sumergibles - 23W
L3		Luminaria Led tipo sumergibles - 50W
L4		Reflector Mercurio Halogenado - 150W
L5		Luminaria Mercurio Halogenado tipo aplique bidireccional - 70W
L6		Luminaria Led - 60W
L7		Dicroico Incandescente tipo sumergibles - 150W
L8		Dicroico Incandescente tipo sumergibles - 50W
L9		Reflector Mercurio Halogenado - 60W
L10		Proyector Mercurio Halogenado Color tipo piso empotrado - 150W
L11		Luminaria Led tipo aplique - 10W
L12		Lampara Led - 18W
L13		Mercurio Halogenado - 1500W
L14		Sodio - 150W
L15		Lampara Fluorescente T5 X2 - 110W
L16		Incandescente - 1500W
L17		Lampara Led - 10W
L18		Lampara Led - 20W
L19		Lampara Fluorescente Compacto - 30W
L20		Luminaria Mercurio Halogenado tipo Ornamental en poste - 150W
L21		Luminaria Mercurio Halogenado tipo ornamental en poste - 150W
L22		Luminaria Mercurio Halogenado - 150W
L23		Reflector Mercurio Halogenado - 150W
L24		Reflector Mercurio Halogenado - 150W
L25		Luminaria Led - 60W
L26		Reflector Mercurio Halogenado - 60W
		Poste Metálico
		Poste Hormigón



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - SEDE CUENCA

ANEXO B  
UBICACIÓN ACTUAL DE LAS LUMINARIAS EXTERNAS  
EN LAS INSTALACIONES DE LA UPS

ESCALA: SIN ESCALA    PROYECTO: Trabajo final para la obtención del Título de Ingeniero Electricista    HOJA: 1 de 1

FECHA: 15-06-2018    DISEÑO: KARINA CHINDON LIVISACA

## ANEXO C: NIVELES DE ILUMINACIÓN

GUÍA PRÁCTICA DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EN-13201 Y RD 1890/08 (OFICINA TECNICA, 2014)

SITUACIÓN DE PROYECTO	TIPO DE VÍA Y USO	CLASE / CRITERIOS	LUMINANCIA cd/m <sup>2</sup>			LUMINANCIA lux			
			MEDIA	MAX	Uo	CLASE	MEDIA	MAX	Um
A1	AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS.	ME1 IMD > 25,000 (≥ 3 intersecciones/km)	2	3	≥ 0,4	CE1	30	72	≥ 0,4
		ME2 IMD > 25,000 (< 3 intersecciones/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
		ME2 IMD > 15,000 < 25,000 (≥ 3 intersecciones/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
		ME3a IMD < 25,000 (< 3 intersecciones/km)	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
A1	CARRETERAS UNICA CALZADA, DOBLE SENTIDO, VÍAS RÁPIDAS.	ME3a IMD < 15,000	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
		ME1 IMD > 25,000	2	3	≥ 0,4	CE1	30	72	≥ 0,4
		ME2 IMD > 15,000 < 25,000 (< 3 intersecciones/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
		ME2 IMD < 15,000 (≥ 3 intersecciones/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
A2	CARRETERAS SIN ACERAS, CARRETERAS RURALES.	ME3a IMD < 15,000 (< 3 intersecciones/km)	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
		ME2 IMD > 7,000 (≥ 3 intersecciones/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
		ME3a IMD > 7,000 (< 3 intersecciones/km)	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
		ME3a IMD < 7,000 (≥ 3 intersecciones/km)	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
A3	CARRETERAS RÁPIDAS EN CIUDADES, CIRCUVALACIONES, RONDAS.	ME4a IMD < 7,000 poco tránsito	0,75	1,1	≥ 0,4	CE4	10	24	≥ 0,4
		ME1 IMD > 25,000 (≥ 3 intersecciones/km)	2	3	≥ 0,4	CE1	30	72	≥ 0,4
		ME2 IMD > 26,000 (< 3 intersecciones/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
		ME2 IMD > 15,000 y < 25,000	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
-	GLORIETAS Y FONDOS DE SACO (ITC-EA-02-3.7).	ME3b IMD > 7,000 y < 15,000	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
		ME4 IMD < 7,000	0,75	1,1	≥ 0,4	CE4	10	24	≥ 0,4
B1	CALLES PRINCIPALES EN CIUDADES / ARTERIAS URBANAS.	Una clase superior del tramo de mayor clase que confluye en la zona							
		ME2 IMD > 7,000 comercial/turístico	1,5	2,3	≥ 0,4	CE2	20	48	≥ 0,4
		ME3C IMD > 7,000	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
B2	CAMINOS/CARRETERAS RURALES.	ME4b IMD < 7,000	0,75	1,1	≥ 0,4	CE4	10	24	≥ 0,4
		ME3C IMD > 7,000	1	1,5	≥ 0,4	CE3	15	36	≥ 0,4
		ME4b IMD < 7,000	0,75	1,1	≥ 0,4	CE4	10	24	≥ 0,4
D1/D2	AREAS DE APARCAMIENTOS, ESTACIONES DE GUAGUAS.	ME5 IMD < 4,000 poco tránsito	0,5	0,8	≥ 0,4	CE5	7,5	18	≥ 0,4
		Alto flujo, comercial, turístico, ocio	-	-	-	CE2	20	48	≥ 0,4
		Normal	-	-	-	CE3	15	36	≥ 0,4
D3/D4	CALLES RESIDENCIALES CON VEHÍCULOS Y CON ACERAS A LO LARGO DE LA CALZADA.	Bajo flujo peatonal	-	-	-	CE4	10	24	≥ 0,4
		Muy alto flujo: comercial, turístico, ocio	-	-	-	CE2	20	48	≥ 0,4
		Alto flujo peatonal: comercial, ocio	-	-	-	S1	15	36	≥ 0,2
		Alto/medio flujo peatonal: zona algo comercial	-	-	-	S2	10	24	≥ 0,2
E1/E2	PLAZAS URBANAS Y ZONAS PEATONALES.	Normal	-	-	-	S3	7,5	18	≥ 0,2
		Bajo flujo peatonal	-	-	-	S4	5	12	≥ 0,2
		Alto flujo peatonal, comercial y turístico	-	-	-	CE2	20	48	≥ 0,4
		Alto flujo peatonal (comercial-ocio)	-	-	-	S1	15	36	≥ 0,2
		Normal urbano	-	-	-	S2	10	24	≥ 0,2
-	PASARELAS PEATONALES, ESCALERAS, RAMPAS, PASOS DE PEATONES	Bajo flujo peatonal	-	-	-	S3	7,5	18	≥ 0,2
		Muy Bajo flujo peatonal	-	-	-	S4	5	12	≥ 0,2
-	VIGILANCIA/SEGURIDAD: INDUSTRIAS, COMERCIOS, INSTALACIONES DEPORTIVAS, ETC (SEGÚN PELIGROSIDAD).(ITC-EA-02-5)	Zona Residencial (ITC-EA-02-3, 1/3,3)	-	-	-	CE2	20	48	≥ 0,4
		Zona Comercial (ITC-EA-02-3, 1/3,3)	-	-	-	CE1	30	72	≥ 0,4
-	PORTALES Y ACCESOS A EDIFICIOS (RD 314/2006 SUA 4.1)	Alto Riesgo	-	-	-	-	50	120	≥ 0,2
		Riesgo Elevado	-	-	-	-	20	48	≥ 0,2
		Riesgo normal	-	-	-	-	5	13	≥ 0,1
-	PORTALES Y ACCESOS A EDIFICIOS (RD 314/2006 SUA 4.1)	Portal, pasillos abiertos, acceso principal zona segura	-	-	-	-	20	48	≥ 0,4
		Resto zona aparcamiento D1/D2: CE4	-	-	-	-	10	24	≥ 0,4
-	-	Resto de zonas peatonales E1/E2: S2-S4	-	-	-	-	-	≥ 0,4	

MAX = Luminancia o Iluminancia puntual máxima. Uo =luminancia min./ media. Um =iluminancia min./ media.

## NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE (OFICINA TECNICA, 2014)

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) <sup>(1)</sup>		
	Iluminación de los alrededores		
	Baja	Media	Elevada
Piedra clara, mármol claro	20	30	60
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300
Ladrillo amarillo claro	35	50	100
Ladrillo marrón claro	40	60	120
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160
Ladrillo rojo	100	150	300
Ladrillo oscuro	120	180	360
Hormigón arquitectónico	60	100	200
<b>REVESTIMIENTO DE ALUMINIO:</b>			
- Terminación natural	200	300	600
- termolacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360
- termolacado muy coloreado (10%) azul - verdoso	120	180	360
- termolacado colores medios (30 - 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120
- termolacado colores medios (30 - 40%) azul - verdoso	40	60	120
- termolacado colores pastel (60 - 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60
- termolacado colores pastel (60 - 70%) azul - verdoso	20	30	60

## NIVELES RECOMENDADOS ILUMINACIÓN DEPORTIVAS (UNE-EN-12193)

CASOS TÍPICOS DE APLICACION NORMA UNE-EN-12193 (1999)			ILUMINANCIA	
TIPO	TIPO DE DEPORTE	CATEGORIA	MEDIA	E <sub>min</sub> /E <sub>med</sub>
A.21	FÚTBOL, BALONMANO BALONCESTO, VOLEIBOL	<b>Nacional</b>	500	0,7
		<b>Regional-Local</b>	200	0,6
		<b>Local-Entrenamiento</b>	75	0,5

### ALUMBRADO BAJO MARQUESINA EN ZONA DE SURTIDORES:

El alumbrado exclusivo de la zona de surtidores bajo marquesina no podrá superar los siguientes niveles medios mantenidos ( $f_m \geq 0,8$ ) de iluminación en función del tipo de lámpara utilizada:

1. **Hasta un máximo de 100 lux (+20%):** Vapor de sodio de alta/baja presión. Normalmente corresponde a una matriz de 5 x 5 metros con lámparas de VSAP de 70 vatios (6.000 lúmenes y  $R_a=20\%$ ) a una altura de 6 metros empotrados bajo la marquesina (240 lúmenes uniformemente instalados/m<sup>2</sup>). Igualmente, **hasta media noche** puede utilizarse lámparas vapor de mercurio con halogenuros metálicos de luz cálida cuya radiancia espectral cumpla los requisitos del artículo 7 del R.D. 243/92 (6.000 lúmenes y  $< 3.000^\circ K$ ), la lámpara deberá estar certificada por el IAC (puede usarse tecnología LED con radiancia equivalente al VSAP y antes de media noche blanco cálido  $< 3.200^\circ K$ , ver cuaderno de certificación de lámparas).

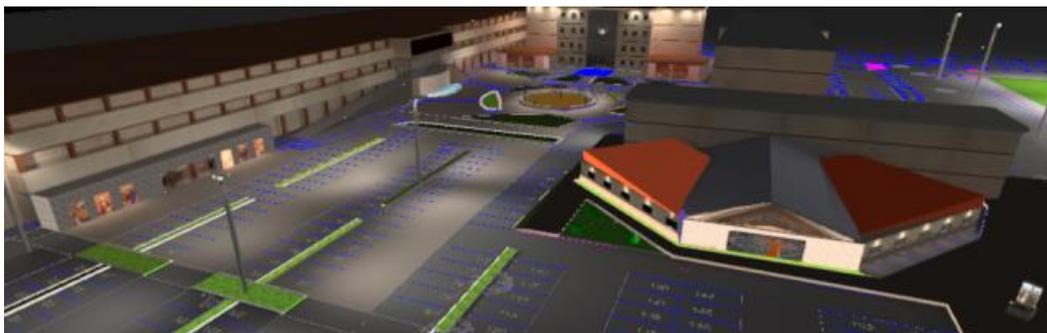
ANEXO D: FLUJO LUMINOSO DE LAS  
LUMINARIAS ACTUALES Y SU  
EQUIVALENTE LED.

CÓDIGO	POTENCIA [W]	TIPO DE LUMINARIA	ZONA		LUMINARIAS EXISTENTES	LUMENES POR TIPO LUMINARIA [lm]	ALTURA [m]	ANCHO [m]	LARGO [m]	ILUMINANCIA REQUERIDA [Lux]	COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN [CBU]	FACTOR DE MANTENIMIENTO [fm]	LUMENES TOTALES	NUMEROS DE PROYECTORES NECESARIOS			LUMENES LED [lm]	POTENCIA LED [W]	MARCA	POTENCIA TOTAL LED [W]	
L1	400	Mercurio Halogenado	L1A	Merchan, Menssi, CIMA, y Biblioteca	12 ( 3 x Muestra )	24000 - 38000	12.0	24.0	54	15	0.3	-	64800	3.140	9	20634	200	SylveoLed	1800		
				Merchan Parqueo	3		12.0	42.0	71	15	0.3	-	149100	7.226	8	20634	200	SylveoLed	1600		
			L1B	Frente Coliseo - Zona de Paso	1		6	4.0	6	15	0.3	-	1200	1.263	1	950	10	Start eco Flood Flat Led	10		
			L1C	Monumento frente a patio de comidas	1		0.5	1.2	2	300	0.3	-	2400	0.994	1	2415	28	Targ Round	28		
			L1D	Poste Merchan - Parqueo	1		10	18.0	18	15	0.3	-	16200	1.000	1	16200	150	Led Nova	150		
			L1E	Entrada Parqueo CIMA	1		10	20.0	7	15	0.3	-	7000	1.080	1	6480	60	Led Nova	60		
			L1F	Capilla - Parqueo	2		7	18.0	14	15	0.3	-	12600	0.958	1	13159	122	SylveoLed	122		
			L1G	Parqueo Rizzini	3		11	26.0	70	15	0.65	0.7	60000	3.093	3	19400	180	Led Nova	540		
			L1H	Poste Paces Parqueo	1										1	9000	100	Start eco Flood Flat Led	100		
			L1I	Rectorado	2		Luminarias Solares										2	6600	60	Mavijú	120
			L2	23	LED		Pileta		11	3680	-	3.0	14	60	0.65	0.7	5419.78	16.574	16	327	5
L3	50	LED	Pileta		14	8000	ELIMINAR														
L4	150	Mercurio Halogenado	L4A	Guillermo Menssi - Fachada	28 (4 x 1 Tramo mitad del edificio parte posterior)	9000 - 14250	15.9	15.5	-	30	0.3	-	24645	2.738	22	9000	100	Start eco Flood Flat Led	2200		
			L4B	Talleres Automotriz - Fachada	7		7.5	71.0	-	30	0.3	-	53250	5.917	6	9000	100	Start eco Flood Flat Led	600		
			L4C	Patio de Comidas	2( 1 x Muestra)		5	6.0	7	20	0.3	-	2800	1.037	2	2700	30	Start eco Flood Flat Led	60		
L5	70	Mercurio Halogenado	Secretaria, Capilla, Coliseo		26 (1 x muestra)	4200 - 6650	-	2.5	2	5	0.3	0.7	119.05	0.190	26	625	10	Mavijú	260		
L6	60	Led	Parqueo (Brazo)		3	NO IMPLICA CAMBIO														180	
L7	150	Dicroico Incandescente	Fachada Losa Transitable Edificio Menssi		10 (5 x Tramo)	1800 - 2700	-	4.0	14	60	0.3	-	11200	34.251	22	327	5	Deltaglobal	110		
L8	50	Dicroico Incandescente	Fachada Losa Transitable Edificio Menssi		12 (6 x Tramo)	ELIMINAR															
L9	60	Mercurio Halogenado	Estatua Guillermo Menssi		2	3600 - 5700	-	2	3	150	0.65	0.7	1483.52	1.648	2	900	10	Start eco Flood Flat Led	20		

CÓDIGO	POTENCIA [W]	TIPO DE LUMINARIA	ZONA	LUMINARIAS EXISTENTES	LUMENES POR TIPO LUMINARIA [lm]	ALTURA [m]	ANCHO [m]	LARGO [m]	ILUMINANCIA REQUERIDA [Lux]	COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN [CUBU]	FACTOR DE MANTENIMIENTO [fm]	LUMENES TOTALES	NUMEROS DE PROYECTORES NECESARIOS	LUMENES LED [lm]	POTENCIA LED [W]	MARCA	POTENCIA TOTAL LED [W]		
L10	150	Mercurio Halogenado Color	Suelo	35 (1 x Tramo)	9000 - 14250	-	3	4	100	0.65	0.7	2637.36	1.038	35	2541	28	Pathe G	980	
L11	10	Dicroico Led	Fachada	3	NO IMPLICA CAMBIO												30		
L12	18	Led	Pasillo Biblioteca -Gimnasio	12	NO IMPLICA CAMBIO												216		
L13	2000	Mercurio Halogenado	Basquet	4	12000 - 18000	18	40.0	28	200	0.65	0.7	492307.69	4.103	4	120000	1000	Stadium Floodlight	4000	
			Fútbol Entrenamiento	40		18	71.0	80	200	0.65	0.7	2496703.30	20.806	18	120000	1000	Stadium Floodlight	18000	
			Fútbol Grande	16		18	67.0	105	200	0.65	0.7	3092307.69	25.769	24	120000	1000	Stadium Floodlight	24000	
L14	150	Sodio	Cerramiento Polideportivo	14 (1 x Tramo)	24000 - 27000	-	7.0	6	10	0.65	0.7	923.08	0.543	14	1700	20	Orion	280	
L15	110	Fluorescentes T5 X2	Pasillo Glorieta	18	13200										18	1600	16	Tube Led T8 9WX2	288
			Pasillo Entrada Principal UPS	4											4	1600	16	Tube Led T8 9WX2	64
			Pasillo Garaje Motos	4											4	1600	16	Tube Led T8 9WX2	64
L16	1500	Incandescente	Frente a Taller Autómotriz	3	18000 - 27000	ELIMINAR									1	12000	100	Sylveo Led	100
L17	10	Dicroico Led	Fachada - Rectorado	4	NO IMPLICA CAMBIO												40		
L18	20	Led	Fachada - Rectorado	1	NO IMPLICA CAMBIO												20		
L19	30	Fluorescente Compacta	Jardín - Rectorado	7	1800	-									7	1800	20	Maviju	140
L20	150	Mercurio Halogenado	Parques - Jardín	12 (1 x Muestra)	9000 - 14250	5	6.0	7	50	0.65	0.7	4615.38	1.026	12	4500	45	Opera Led	540	
L21	150	Mercurio Halogenado	Cerramiento UPS	28 (1 x Muestra)	9000 - 14250	4	2.0	25	30	0.65	0.7	3296.70	0.500	28	6600	47	Skyline LED Mini Products	1316	
L22	150	Mercurio Halogenado	Patio de Comidas	3 (1 x Muestra)	9000 - 14250	9	9.0	18	15	0.65	0.7	5340.66	0.876	3	6100	49	Skyline Street	147	
L23	250	Mercurio Halogenado	Poste garaje Rizzini	1	15000 - 23750	9	15.0	20	30	0.65	0.7	19780.22	1.221	1	16200	150	Led Nova	150	
L24	150	Incandescente	Tecniclub	1	1800 - 2700	3	5.0	7	15	0.65	0.7	1153.85	1.215	1	950	10	Start eco Flood Flat Led	10	
L25	60	Led	Talleres Automotriz Entrada Rectorado	1	NO IMPLICA CAMBIO												60		
L26	60	Mercurio Halogenado	Cruz Capilla	2	3600 - 5700	-	4.0	7	100	0.65	0.7	6153.85	2.243	2	2743	28	Targ Round R Med	56	
<b>POTENCIA LED TOTAL INSTALADA</b>																	<b>58541</b>		
<b>POTENCIA LED TOTAL INSTALADA SIN CAMBIO L13</b>																	<b>132541</b>		

# ANEXO E: NIVELES DE ILUMINACIÓN SOFTWARE DIALUX Y LUCECO

(LUCECO, 2017)



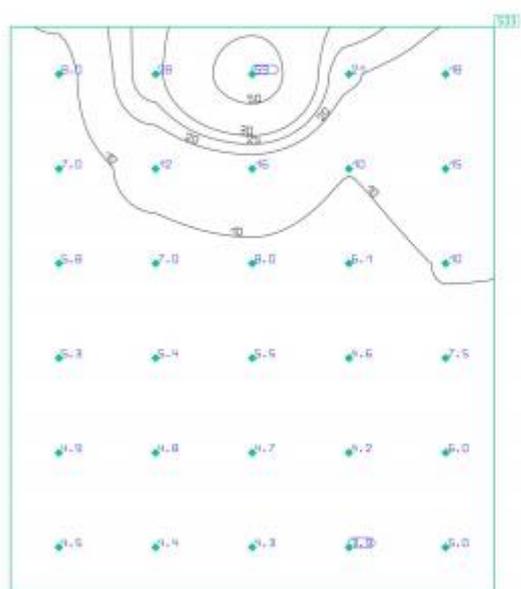
## LISTA DE LUMINARIAS

$\Phi_{total}$ 6723601 lm	$P_{total}$ 57683.3 W	Rendimiento lumínico 116.6 lm/W
------------------------------	--------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2				10.0 W	857 lm	85.7 lm/W
16			FM0201L004--CD	5.0 W	284 lm	56.9 lm/W
22			FM0201L004--CD	5.0 W	284 lm	56.9 lm/W
7			PATHE/G/R4 ASYM 2541LM COB LED 4K /4000	28.0 W	2541 lm	90.7 lm/W
28			PATHE/G/R4 ASYM 2541LM COB LED 4K /4000	28.0 W	2541 lm	90.7 lm/W
3			SKS S 1-5KLM NW MR22 I 9022 /4000	49.0 W	6115 lm	124.8 lm/W
28			SKYLINE LED MINI 6K ASYM WHITE /4000	47.0 W	6208 lm	132.1 lm/W
1			SYLVEO LED 12000LM WIDE 4K 370 0-4300K RA71.9 /4000	121.0 W	13159 lm	108.7 lm/W
8			SYLVEO LED 20000LM WIDE 3K 280 0-3200K RA71.3 /3000	201.0 W	20634 lm	102.7 lm/W
9			SYLVEO LED 20000LM WIDE 3K 280 0-3200K RA71.3 /3000	201.0 W	20634 lm	102.7 lm/W
2			TARG/R MED 2743LM COB LED 3K A L /3000	28.0 W	2743 lm	98.0 lm/W
1			TARG/R NAR 2415LM COB LED 4K A L /4000	28.0 W	2447 lm	87.4 lm/W
2			ZODIAC SML LANT 6.6KLM 4K T4 C LI GREY PH /4000K	60.0 W	6600 lm	110.0 lm/W
1	FEILO SYLVANIA		150W 6500K	135.5 W	11646 lm	85.9 lm/W
1	FEILO SYLVANIA		NOVA 150W-TYPEII	152.0 W	16002 lm	105.3 lm/W
1	FEILO SYLVANIA		NOVA 150W-TYPEII	152.0 W	16002 lm	105.3 lm/W
3	FEILO SYLVANIA		NOVA 180W-TYPEII	182.0 W	19306 lm	106.1 lm/W

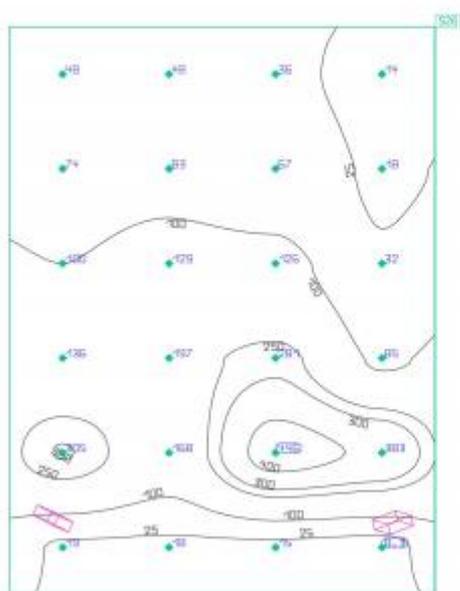
Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	FEILO SYLVANIA		NOVA 60W-TYPEII	61.0 W	6408 lm	105.1 lm/W
8	FEILO SYLVANIA		OPERA LED 45 UNI-YA03YA03-NE-A8	44.7 W	5000 lm	111.9 lm/W
14	FEILO SYLVANIA		Orion street light 20W	18.8 W	1555 lm	82.7 lm/W
2	FEILOS YLV ANIA		START eco Flood Flat IP65 2800Lm 830	30.0 W	2700 lm	90.0 lm/W
29	FEILOS YLV ANIA		START eco Flood Flat IP65 9000Lm 830	100.0 W	8999 lm	90.0 lm/W
2	FEILOS YLV ANIA		START eco Flood Flat IP65 900Lm 830	10.0 W	900 lm	90.0 lm/W
2	FEILOS YLV ANIA		START eco Flood Flat IP65 900Lm 840	10.0 W	950 lm	95.0 lm/W
3	LIGHTNET	AG2ASE-840H-Q330-	Caleo-G2	19.0 W	1784 lm	93.9 lm/W
46	Luceco	LCSFL120S30	Stadium Floodlight 1000W 30 Degree	1000.0 W	120837 lm	120.8 lm/W
24	OLIGO	40-864-30-23/10	WL TUDOR/AUFBAU/HV LED/BM/INNEN GT	20.0 W	1250 lm	62.5 lm/W
1	OLIGO	40-864-30-23/10	WL TUDOR/AUFBAU/HV LED/BM/INNEN GT	20.0 W	1250 lm	62.5 lm/W
4	Phillips			16.0 W	2500 lm	156.3 lm/W

**ESCULTURA COLICEO 10**



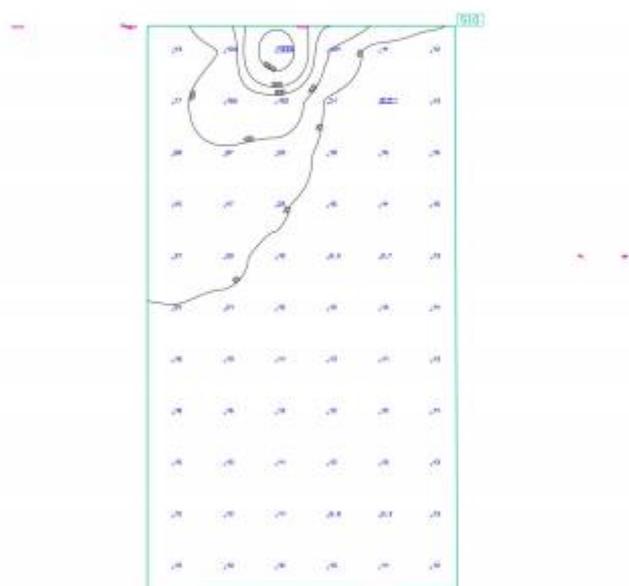
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
ESCULTURA COLICEO 10 Intensidad luminica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 1.338 m	10.2 lx	3.91 lx	59.2 lx	0.38	0.066	S33

## ESTATUA GUILLERMO MENSI



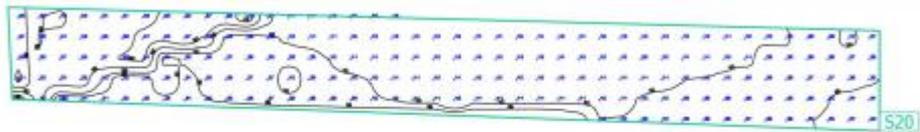
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
ESTATUA GUILLERMO MENSI Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 9.890 m	118 lx	8.31 lx	446 lx	0.070	0.019	526

## FACHADA FRONTAL MENSI



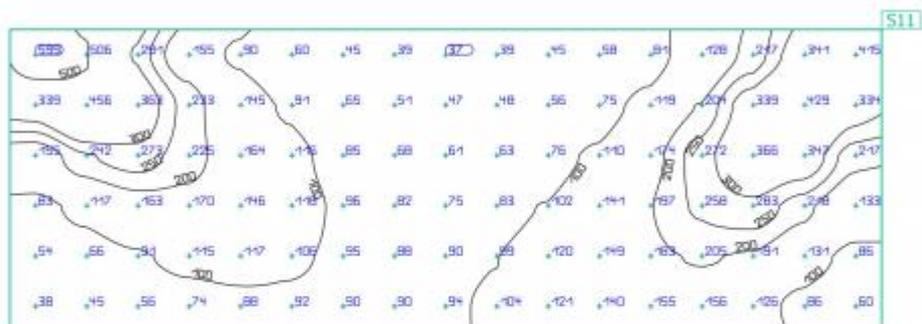
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
FACHADA FRONTAL MENSI Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 7.724 m	47.1 lx	8.99 lx	1333 lx	0.19	0.007	S10

## PASILLO TRASEROA MENSI



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
PASILLO TRASEROA MENSI Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	42.9 lx	30.1 lx	74.1 lx	0.70	0.41	520

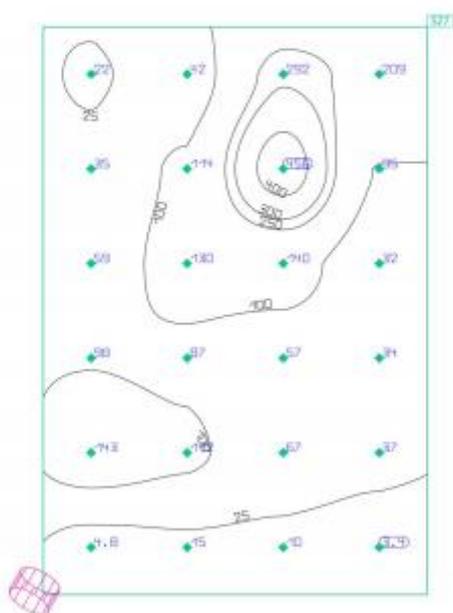
**CRUZ**



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
CRUZ iluminancia perpendicular Altura: 1.122 m	153 lx	37.0 lx	599 lx	0.24	0.062	S11

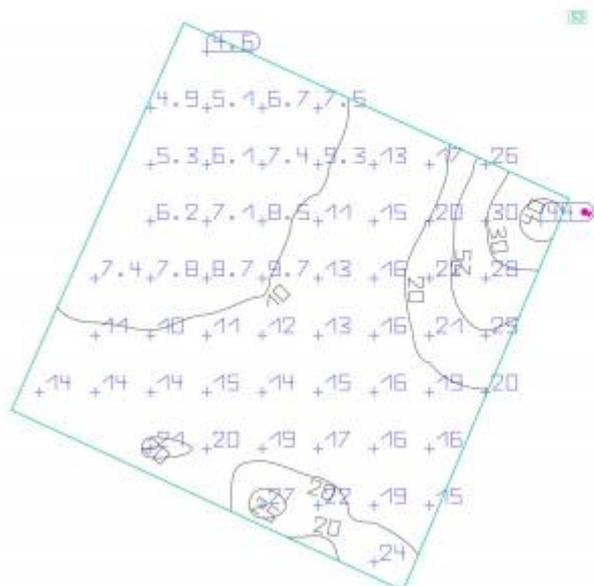
MONUMENTO BAR (UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA)

## MONUMENTO FRENTE BAR



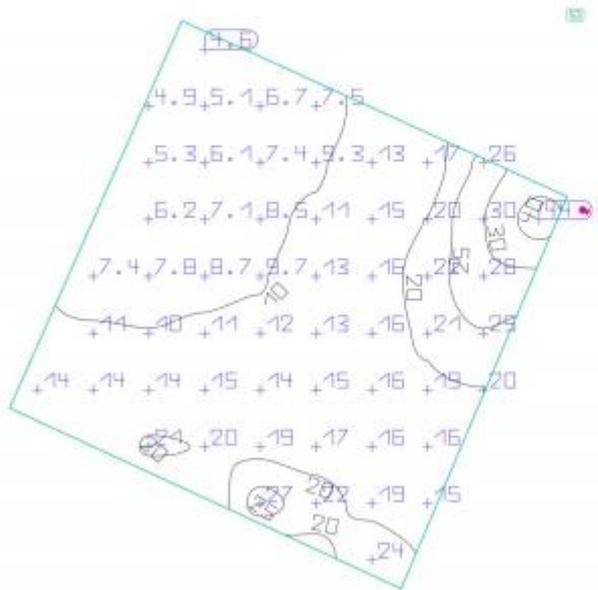
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$
MONUMENTO FRENTE BAR Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 2.110 m	95.6 lx	3.35 lx	456 lx

## CAMINO COLICEO



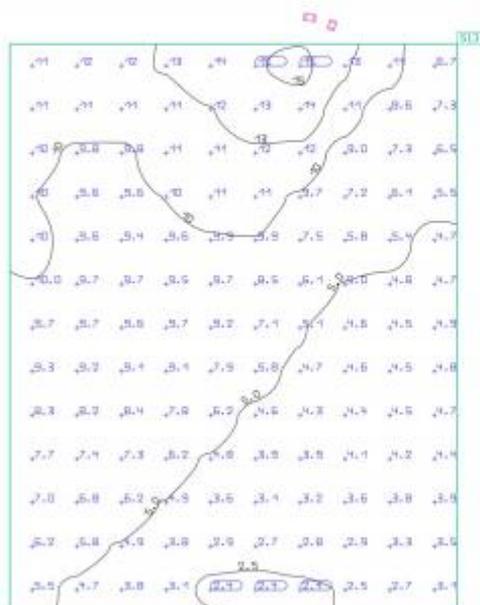
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
CAMINO COLICEO Intensidad luminica horizontal Altura: 0.250 m	15.1 lx	4.59 lx	43.6 lx	0.30	0.11	S3

**CAMINO COLICEO**



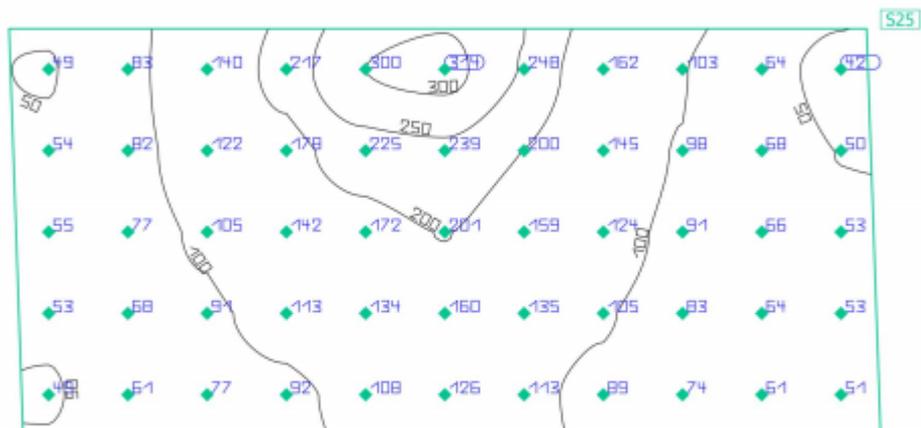
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
CAMINO COLICEO Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.250 m	15.1 lx	4.59 lx	43.6 lx	0.30	0.11	S3

UPS (UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA)  
**ACCESO PEATONAL PARQUEO RIZINI**



Propiedades	$E$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
ACCESO PEATONAL PARQUEO RIZINI Iluminancia perpendicular Altura: 0.300 m	7.35 lx	2.36 lx	15.5 lx	0.32	0.15	513

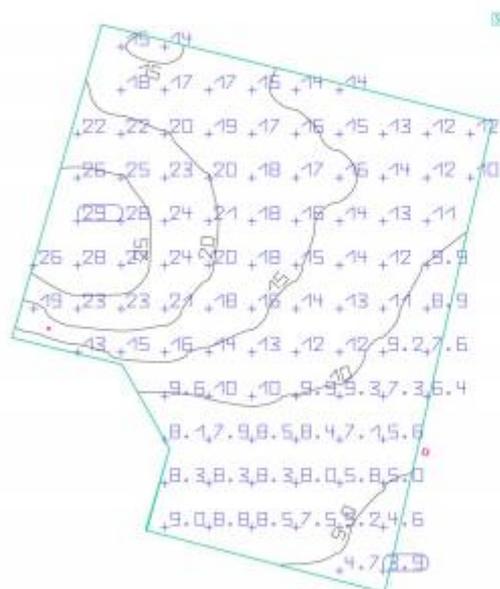
## CAPILLA VENTANA 5



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
CAPILLA VENTANA 5 Iluminancia libre Rotación: X:0.0°, Y:0.0°, Z:0.0°, Altura: 1.652 m	116 lx	42.1 lx	314 lx	0.36	0.13	S25

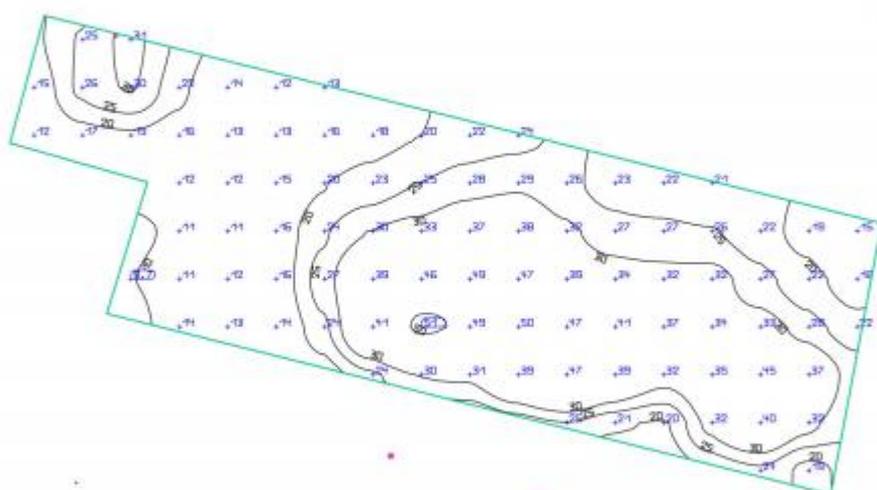


**ENTRADA CIMA**



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
ENTRADA CIMA iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	14.3 lx	3.87 lx	28.8 lx	0.27	0.13	99

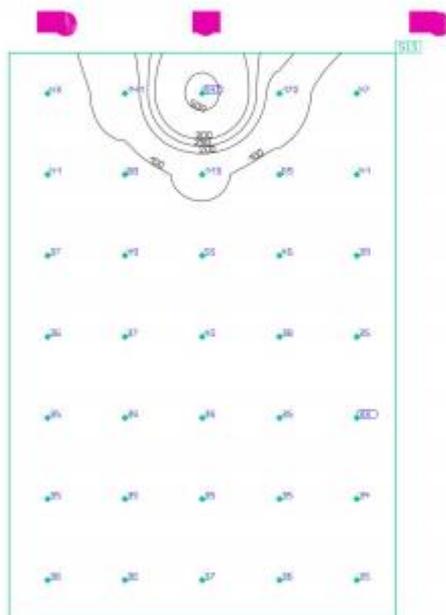
## GARAJE TALLERES CIMA



58

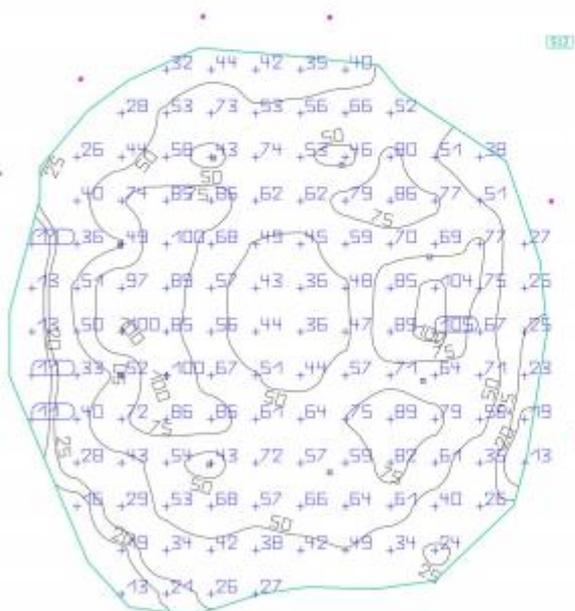
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
GARAJE TALLERES CIMA Intensidad luminica horizontal Altura: 0.000 m	26.4 lx	9.75 lx	50.9 lx	0.37	0.19	58

## PARED SECRETARIA 2



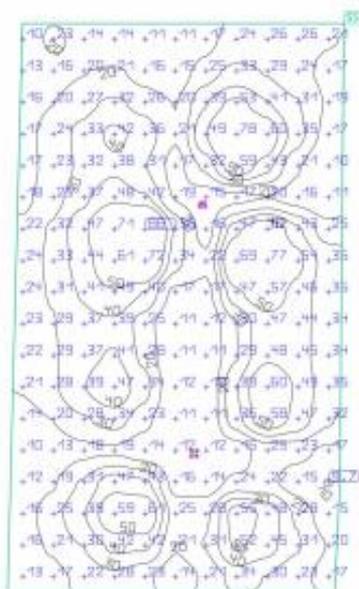
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
PARED SECRETARIA 2 Intensidad lumínica vertical Rotación: 0.0°, Altura: 1.254 m	63.4 lx	33.1 lx	547 lx	0.52	0.061	S15

**PARQUE CENTRAL L20**



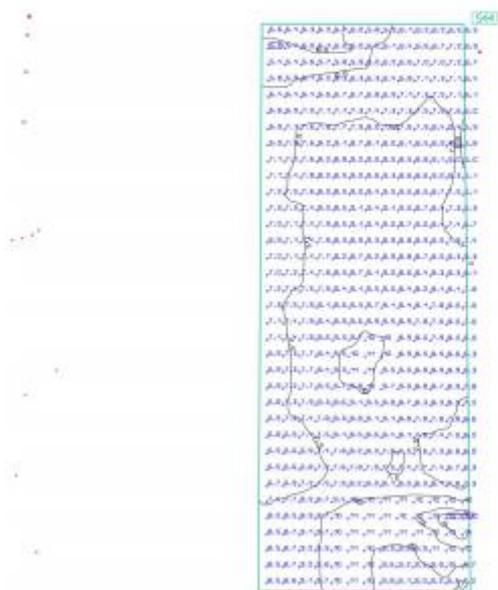
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
PARQUE CENTRAL L20 Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.550 m	53.3 lx	10.7 lx	105 lx	0.20	0.10	512

## PARQUEO MERCHAN



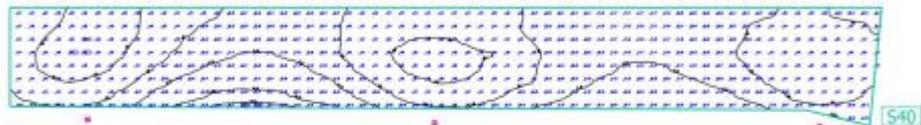
Propiedades	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
PARQUEO MERCHAN Intensidad luminica horizontal Altura: 0.420 m	30.1 lx	9.72 lx	87.8 lx	0.32	0.11	55

## PARQUEO RIZZINI



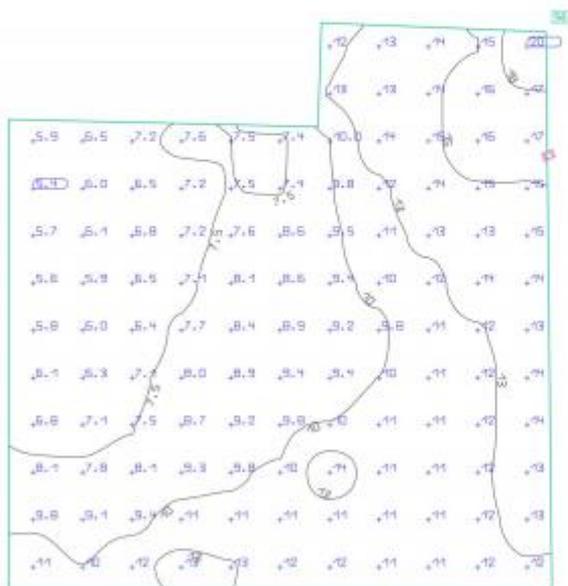
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
PARQUEO RIZZINI Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.000 m	8.19 lx	5.03 lx	14.8 lx	0.61	0.34	544

## PASILLO CANCHAS DEPORTIVAS



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
PASILLO CANCHAS DEPORTIVAS Iluminancia perpendicular Altura: 0.250 m	9.53 lx	3.62 lx	13.6 lx	0.38	0.27	S40

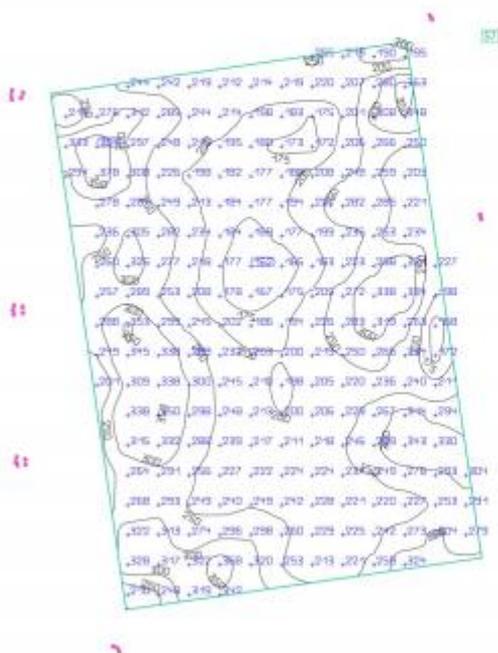
**POSTE CORNELIO MERCHAN**



Propiedades	$E$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
POSTE CORNELIO MERCHAN Intensidad lumínica horizontal	10.3 lx	5.38 lx	19.8 lx	0.52	0.27	56

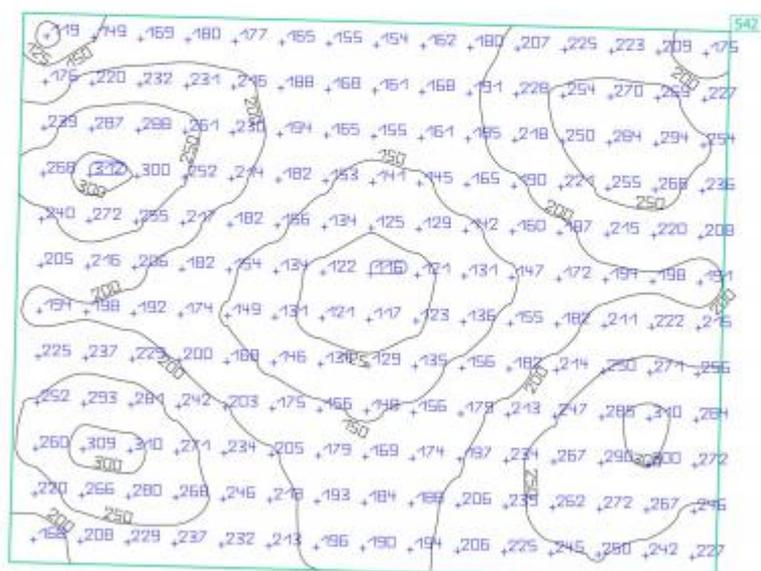
UPS (POLIDEPORTIVO)

## CALCULO CANCHA ENTRENAMIENTO



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
CALCULO CANCHA ENTRENAMIENTO Intensidad luminica horizontal Altura: 0.200 m	251 lx	162 lx	384 lx	0.65	0.42	57

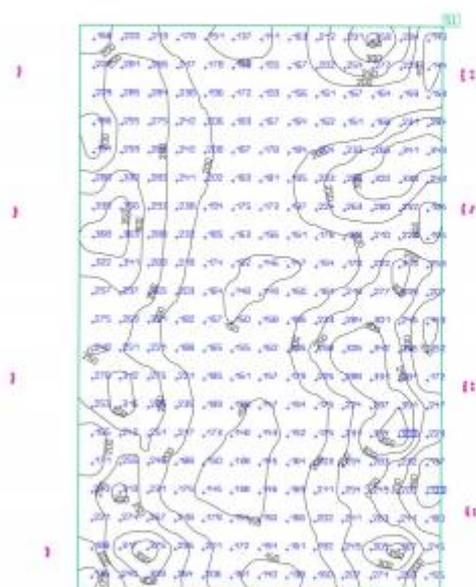
**CANCHAS DE BASKET ENTRENAMIENTO**



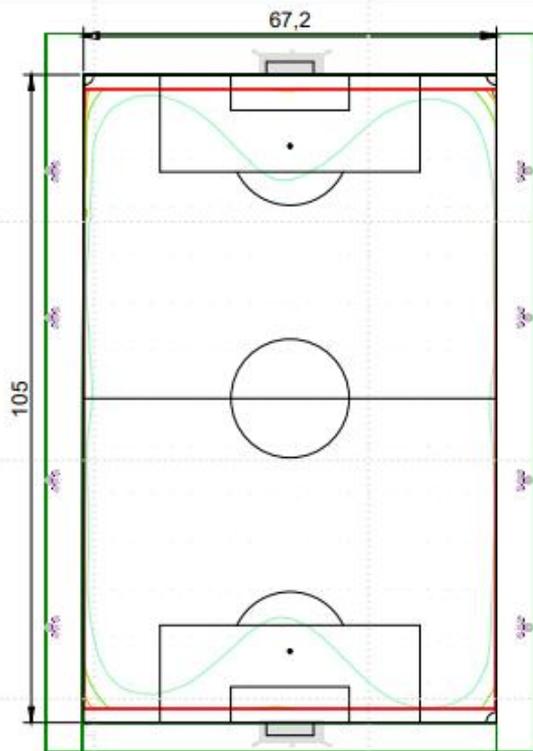
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{m\acute{a}x}$	$g_1$	$g_2$	Índice
CANCHAS DE BASKET ENTRENAMIENTO	207 lx	116 lx	312 lx	0.56	0.37	542
Iluminancia perpendicular						

UPS (POLIDEPORTIVO)

## SUPERFICIE CALCULO CANCHA DE FUTBOL



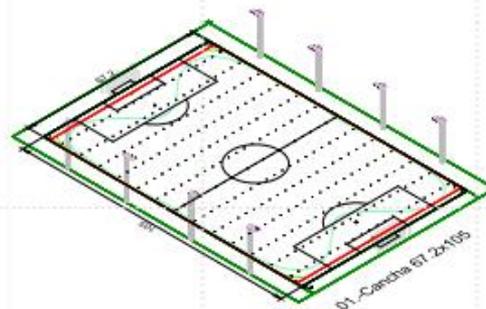
Propiedades	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
SUPERFICIE CALCULO CANCHA DE FUTBOL Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.200 m	221 lx	133 lx	383 lx	0.60	0.35	S1



01 PROPUESTA



02 VISTA FRONTAL



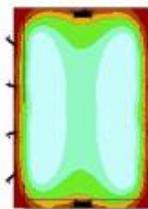
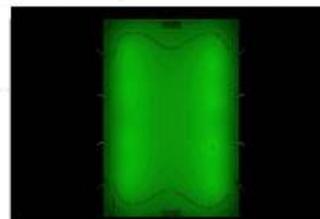
03 VISTA ISOMETRICA

### CALCULATION SUMMARY

Símbolo	Cantidad	Número de artículo	Nombre de artículo	Equipamiento
☐	24	LC5PL120580	Stadium Flood	3xLED 1000 W

01.-Cancha 67.2x105

$E_m = 207.7 \text{ lx}$   
 $E_{min} = 104 \text{ lx}$   
 $E_{max} = 311.8 \text{ lx}$   
 $U_o = 1.2 (0.5)$   
 $U_d = 1.3 (0.33)$



32097

D-Universidad Politécnica Salesiana

01-PROPUESTA  
CANCHA 67X105

Fecha de plan: 01-03  
Escala: 1:50

Fecha de entrega:   
Ejecutor:   
Proyecto:   
Código: 0000

Revisión	Fecha	Descripción	Elaborado	Aprobado
1	01/03/2023	01-PROPUESTA	...	...

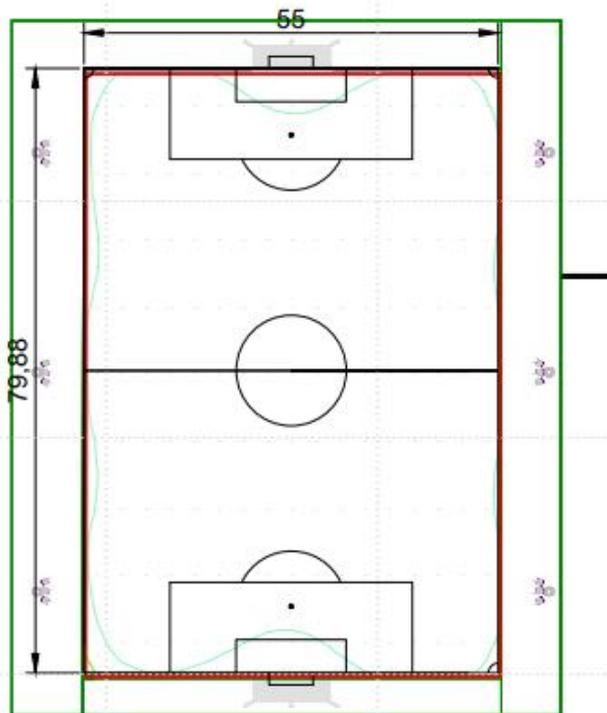
NOTAS

1- Los dibujos de montaje para las luminarias se encuentran adjuntados en el reporte.

2- Reflectancia utilizadas 15.

3- El estudio se realizó en tomar en cuenta astuciosas.

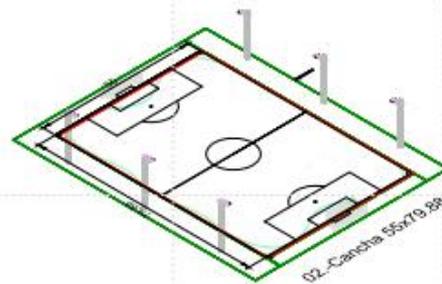
4- Información indicativa, más no vinculada. La ingeniería final es responsabilidad del cliente.



01 PROPUESTA



02 VISTA FRONTAL



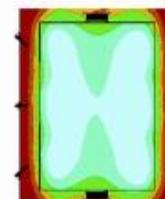
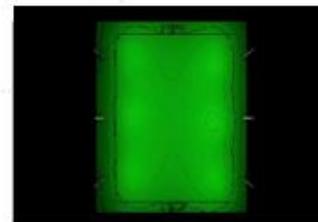
03 VISTA ISOMETRICA

### CALCULATION SUMMARY

Simbolo	Cantidad	Número de artículo	Nombre de artículo	Equipamiento
PK	10	LCSPFL120550	Stadium Flood	1xLED 1020 W

02.-Cancha 55x79.88

Em = 208.2 lx  
 Emin = 133.7 lx  
 Emax = 250 lx  
 Uo = 1:1.56 (0.64)  
 Uo = 1:2.19 (0.46)



**LUCECO**

Environmental and energy  
saving LED lighting

32097

Nombre de Proyecto:

D-Universidad Politécnica  
Salesiana

01-PROPUESTA  
CANCHA 55X79.88

Nombre de plano:

01.01

Escala:

50%

Fecha de entrega:

Cálculo:

BIQUINQUIA

Estado:

Cálculo:

DISEÑO

Formado por:

Autores:

Revisado:

Aprobado:

Fecha:

Hoja:

Total:

Contenido:

Descripción:

Observaciones:

Revisión:

Fecha:

Por:

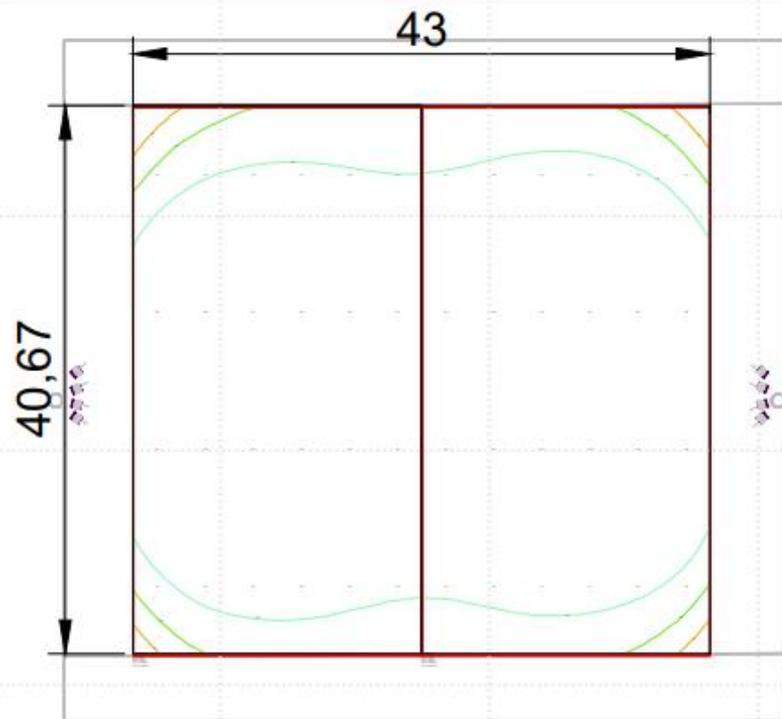
Notas:

1- Los dibujos de montaje para los luminarios se encuentran reflejados en el reporte.

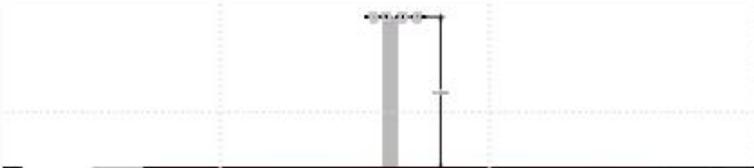
2- Reflectancias utilizadas: 15.

3- El estudio se realizó sin tomar en cuenta obstáculos.

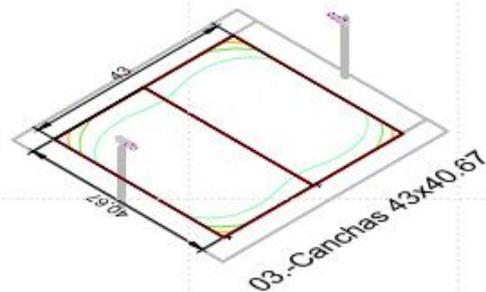
4- Información indicativa, más no limitada. La Ingeniería final es responsabilidad del cliente.



01 PROPUESTA



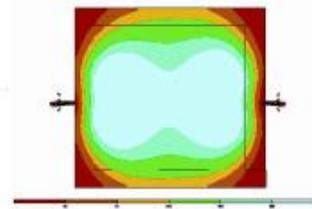
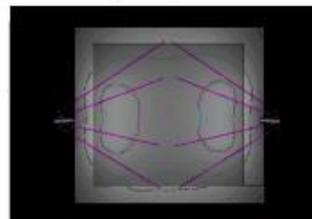
02 VISTA FRONTAL



03 VISTA ISOMETRICA

### CALCULATION SUMMARY

Símbolo	Cantidad	Número de artículo	Nombre de artículo	Equipamiento
	g	LC5F/L120580	Stadium Flood	1xLED 1000 W
03 Cancha A		03 Cancha B		
Em = 214.1 lx E <sub>max</sub> = 109.7 lx E <sub>min</sub> = 336.6 lx U <sub>o</sub> = 1:1.95 (0.51) U <sub>d</sub> = 1:3.07 (0.33)		Em = 215.5 lx E <sub>max</sub> = 118.9 lx E <sub>min</sub> = 334.3 lx U <sub>o</sub> = 1:1.84 (0.54) U <sub>d</sub> = 1:2.86 (0.35)		



**LUCECO**

environmental and energy saving LED lighting

32097

D-Universidad Politécnica Salesiana

01-PROPUESTA  
CANCHA 43x40.67

Nombre de plano

Fecha de planeo

Fecha de entrega

Nombre de autor

Proyecto de aula

Escuela

Facultad

Curso

Asignatura

Fecha de impresión

Impresión

Escala

Formato

Color

Impresión

Notas

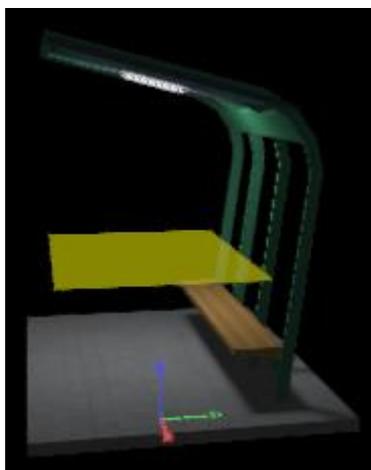
1- Las alturas de montaje para las luminarias se encuentran señaladas en el reporte.

2- Reflectancias utilizadas: 0.5.

3- El estudio se realizó en tomar en cuenta obstáculos.

4- Información indicativa, más no limitada. La ingeniería final es responsabilidad del cliente.

## ANEXO F: SOFTWARE DIALUX SILLA SOLAR.



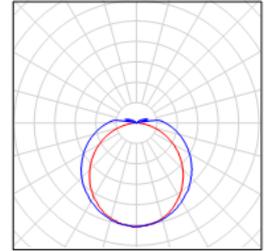
# CÁLCULO LUMINICO SILLA SOLAR

Número de unidades

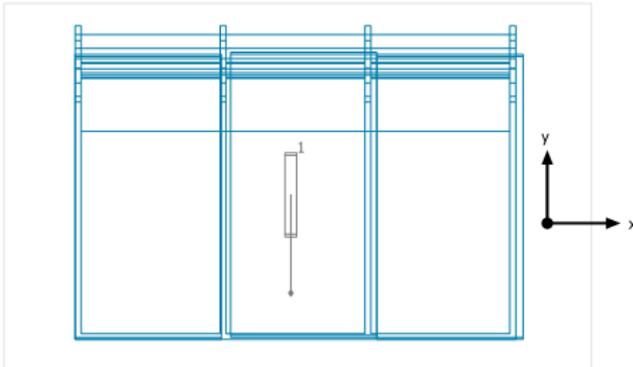
Luminaria (Emisión de luz)

1  
 SYLVANIA - P24358 LED HERMETICA 20W  
 Emisión de luz 1  
 Lámpara: 1x  
 Fotometría absoluta  
 Flujo luminoso de las luminarias: 1799 lm  
 Potencia: 21.0 W  
 Rendimiento lumínico: 85.6 lm/W  
  
 Indicaciones colorimétricas  
 1x: CCT 3000 K, CRI 100

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



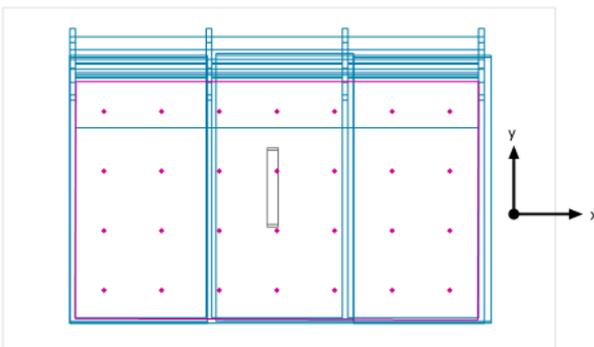
Flujo luminoso total de lámparas: 1799 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1799 lm, Potencia total: 21.0 W, Rendimiento lumínico: 85.7 lm/W



SYLVANIA P24358 LED HERMETICA 20W

Nº	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Factor de degradación
1	-1.746	0.203	2.632	0.80

Superficie de cálculo 1 / Intensidad lumínica horizontal



Factor de degradación: 0.80

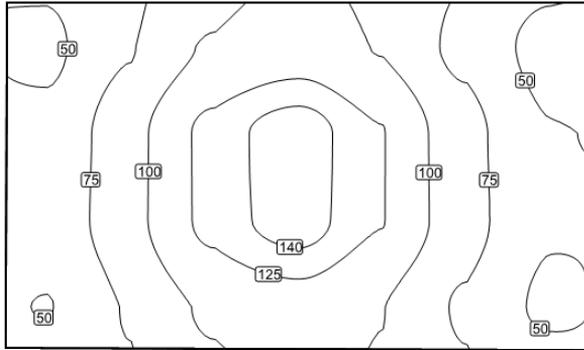
Superficie de cálculo 1: Intensidad lumínica horizontal (Trama)

Escena de luz: Escena de luz 1

Media: 88.8 lx, Min: 42.7 lx, Max: 148 lx, Mín./medio: 0.48, Mín./máx.: 0.29

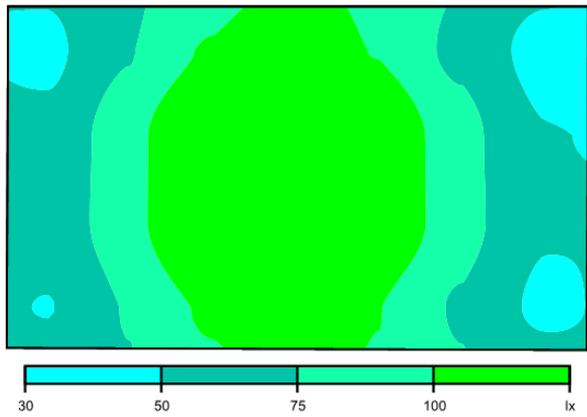
Altura: 0.999 m

Isolíneas [lx]



Escala: 1 : 25

Colores falsos [lx]



Escala: 1 : 25

Sistema de valores [lx]

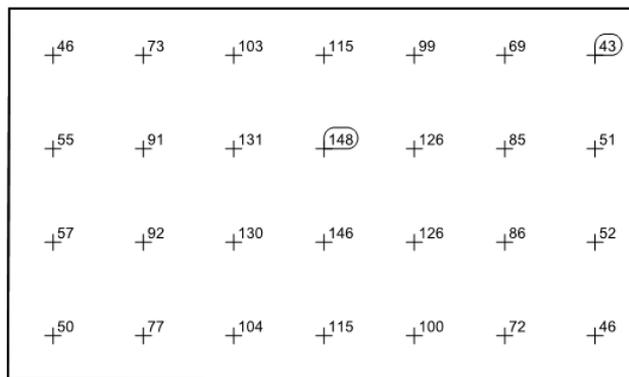
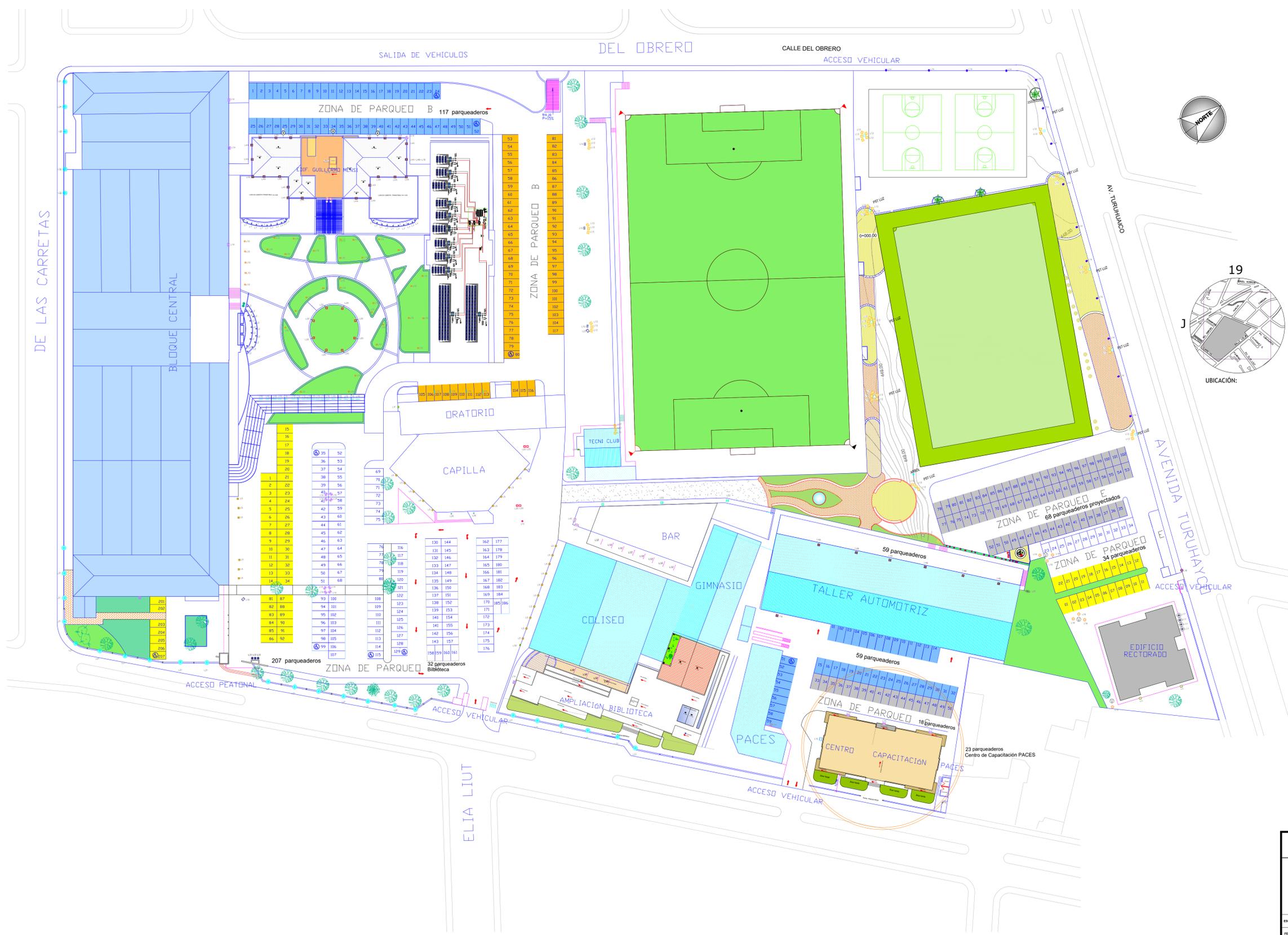


Tabla de valores [lx]

m	-1.252	-0.835	-0.417	0.000	0.417	0.835	1.252
0.647	46.1	73.4	103	115	98.9	68.9	42.7
0.214	55.2	91.0	131	148	126	85.2	50.9
-0.219	56.8	91.6	130	146	126	86.1	52.1
-0.652	49.6	76.6	104	115	100	72.2	46.1

**ANEXO G: PLANO ELÉCTRICO DE  
LUMINARIAS LED Y UBICACIÓN DEL  
SISTEMA FOTOVOLTAICO**

# PLANO DE DETALLE DE LUMINARIAS LED A REEMPLAZAR EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.



Lista de luminarias							
Índice	Simbología	Fabricante	Nombre del artículo	Lámpara	Flujo luminoso	Potencia en conexión	Cantidad
L1A	■	SYLVANA	SYLVES LED 2000LM 800 2x 200 2200W RA 13 /3000	1xLED/3000	20653 lm	201 W	17
L1B-L24	■	SYLVANA	START eco Flood Flat IP65 9000lm 830	1xLED/9000	950 lm	10 W	2
L1C	■	SYLVANA	TARGO R NAR 2415LM COB LED 4x A.L./4000	1xCOB/4000	2415 lm	28 W	1
L1D-L23	■	SYLVANA	NOVA 150W-TYPE3	1xLED	16200 lm	152 W	1
L1E	■	SYLVANA	NOVA 60W-TYPE3	1xLED	6480 lm	61 W	1
L1F	■	SYLVANA	SYLVES LED 1300LM 800 4x 370 2000W RA13.9 /4000	1xLED/4000	13158 lm	121 W	1
L1G	■	SYLVANA	NOVA 180W-TYPE3	1xLED	19400 lm	182 W	3
L1H-L4A-L4B	■	SYLVANA	START eco Flood Flat IP65 9000lm 830	1xLED/9000	9000 lm	100 W	29
L1I	■	Movip	6600LM 60W TX LED 60W 4000K	1x LED 60W 4000K	6600 lm	60 W	2
L2-L7	■	Movip	FMD201004-CD 4xES Fix - FC-82-2079-100	1xLED/8200	327 lm	5 W	38
L4C	■	SYLVANA	START eco Flood Flat IP65 2800lm 830	1xLED/2800	2700 lm	30 W	2
L5	■	Movip	2x40-864-30-23/16 W	1xLED/2300	1250 lm	20 W	26
L6	■	LED	EXISTENTE			60 W	3
L9	■	SYLVANA	START eco Flood Flat IP65 9000lm 830	1xLED/9000	9000 lm	100 W	2
L10	■	SYLVANA	PATH/2/24 ASM 2541LM COB LED 4x /4000	1xCOB/4000	2541 lm	28 W	35
L11	■	BIRBIRD LED	EXISTENTE	1xLED		10 W	3
L12	■	LED	EXISTENTE	1xLED		16 W	12
L13	■	LUCECO	Studio Floodlight 1000W 30 Degree	1xLED	120000 lm	1000 W	46
L14	■	SYLVANA	Drain street light 20W	1xLED/20W	1557 lm	18.5 W	14
L15	■	Philips	LED street light 4000K 1600 83000/5179	1xLED/1600	2500 lm	16 W	26
L17	■	BIRBIRD LED	EXISTENTE	1xLED		10 W	4
L18	■	LED	EXISTENTE	1xLED		20 W	1
L19	■	Movip	MRV-LD 1839342 4x	1xLED/4x	18300 lm	20 W	7
L20	■	PELO SYLVANA	OPERA LED 45 UN-110024242-45	4x	5000 lm	44.7 W	12
L21	■	SYLVANA	Skyline LED Mini Products	1xLED 7x	6600 lm	47 W	28
L22	■	SYLVANA	SKS 5 1-SALM 10W MR22 9022 /4000	1xLED/4000	6110 lm	49 W	3
L23	■	SYLVANA	LED NOVA	1xLED	16200 lm	152 W	1
L24	■	SYLVANA	Start eco Flood Flat Led	1xLED	950 lm	10 W	1
L25	■	LED	EXISTENTE	1xLED		60W	3
L26	■	SYLVANA	TARGO R MED 2743LM COB LED 3x A.L./3000	1xCOB/3000	2743 lm	28 W	2

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - SEDE CUENCA

ANEXO G  
LUMINARIAS LED  
Y UBICACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LAS INSTALACIONES DE LA UPS

**ANEXO H: DIMENSIONAMIENTO DEL  
SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO**

*Cuadro de cargas del sistema fotovoltaico*

Luminaria led	Cantidad	Horas de uso [h]	Potencia total AC [W]/día	Energía diaria AC [Wh]/día	Energía consumida [Kwh/día]		Costos de Energía USD/día	
					18h00-22h00	22h00-8h00	18h00-22h00	22h00-8h00
					L1A - 201 W 120 V	17	5	3,417
L1A* - 200 W 120 V	-	12.5	-	-	-	-	-	-
L1B - 10 W 120 V	1	5	10	50	0.035	0.015	0.003	0.001
L1C - 28 W 120 V	1	5	28	140	0.098	0.042	0.009	0.003
L1D - 152 W 120 V	1	8	152	1,216	0.532	0.684	0.051	0.053
L1E - 61 W 120 V	1	5	61	305	0.214	0.092	0.020	0.007
L1F - 121 W 120 V	1	5	121	605	0.424	0.182	0.040	0.014
L1G - 182 W 120 V	3	5	546	2,730	1.911	0.819	0.182	0.063
L1H - 100 W 120 V	1	5	100	500	0.350	0.150	0.033	0.012
L2 - 5 W 120 V	16	5	80	400	0.280	0.120	0.027	0.009
L4A - 100 W 120 V	22	3	2,200	6,600	6.600	-	0.627	-
L4B - 100 W 120 V	6	5	600	3,000	2.100	0.900	0.200	0.069
L4C - 30 W 120 V	2	12.5	60	750	0.210	0.540	0.020	0.042
L5 - 20 W 120 V	26	5	520	2,600	1.820	0.780	0.173	0.060
L7 - 5 W 120 V	22	5	110	550	0.385	0.165	0.037	0.013
L9 - 10 W 120 V	2	5	20	100	0.070	0.030	0.007	0.002
L10 - 28 W 120 V	35	5	980	4,900	3.430	1.470	0.326	0.113
L11 - 10 W 120 V	3	5	30	150	0.105	0.045	0.010	0.003
L12 - 18 W 120 V	12	5	216	1,080	0.756	0.324	0.072	0.025
L13 - 1000 W 277 V	16	0.33	16,000	5,280	5.280	-	0.502	-
L14 - 18.8 W 120 V	14	5	263	1,316	0.921	0.395	0.088	0.030
L15 - 18 W 120 V	26	5	468	2,340	1.638	0.702	0.156	0.054
L17 - 10 W 120 V	4	12.5	40	500	0.140	0.360	0.013	0.028
L18 - 20 W 120 V	1	5	20	100	0.070	0.030	0.007	0.002
L19 - 20 W 120V V	7	12.5	140	1,750	0.490	1.260	0.047	0.097
L20 - 44.7 W 120 V	12	5	536	2,682	1.877	0.805	0.178	0.062
L21 - 45 W 120 V	28	5	1,260	6,300	4.410	1.890	0.419	0.146
L22 - 49 W 120 V	3	12.5	147	1,838	0.515	1.323	0.049	0.102
L23 - 152 W 120 V	1	5	152	760	0.532	0.228	0.051	0.018
L24 - 10 W 120 V	1	5	10	50	0.035	0.015	0.003	0.001
L25 - 60 W 120 V	1	5	60	300	0.210	0.090	0.020	0.007
L26 - 28 W 120 V	2	5	56	280	0.196	0.084	0.019	0.006
Inversor - 10 W	4	24	40	960	0.560	0.400	0.053	0.031
<b>ENERGÍA TOTAL [Wh]</b>	<b>322</b>	<b>221.33</b>	<b>58,443.60</b>	<b>172,216.50</b>	<b>153.15</b>	<b>19.06</b>	<b>14.55</b>	<b>1.47</b>
<b>LUMINARIAS LED L13</b>			<b>46,000</b>	<b>110,280</b>	<b>110.28</b>	-	<b>10.48</b>	-
<b>LUMINARIAS HQI L13</b>								
L13 - 2000 W 277 V	25	0.33	50,000	16,500	16.50	-	1.57	-
	35	3.5	70,000	245,000	245.00	-	23.28	-
<b>TOTAL HQI L13</b>			<b>120,000</b>	<b>261,500</b>	<b>261.50</b>	-	<b>24.84</b>	-
<b>ALMACENAMIENTO</b>								
LUMINARIAS LED PATIOS EXTERNOS			<b>12,443.60</b>	<b>61,936.50</b>	<b>42.87</b>	<b>19.06</b>	<b>4.07</b>	<b>1.47</b>
<b>LUMINARIAS PATIOS EXTERNOS HQI</b>					<b>22,297.1400</b>			
<b>SIN CONSIDERAR LAS CARGAS DEL ESTADIO</b>			<b>43,449.00</b>	<b>228,870.00</b>	<b>152,071.50</b>	<b>76,798.50</b>	<b>14.45</b>	<b>5.91</b>

Nota: \*Luminarias de sistemas autónomos (kit solar)

CRITERIO DEL MES CRÍTICO Y MÉTODO AMPERIOS HORA

DATOS DE INICIO		DISEÑOS	
Potencia total LED AC [W]	58,443.60		
Potencia Almacenamiento LED AC [W]	12,443.60		
Potencia de las luminarias LED L13 AC [W]	46,000.00		
Potencia total LED con HQI L13 AC [W]	132,443.60		
Potencia Patios luminarias actuales AC [W]	43,449.00		
<b>MÓDULOS FV</b>			
Corriente pico del módulo I <sub>MOD,MPP</sub> [A]	8.52		
Corriente de cortocircuito del módulo I <sub>MOD,SC</sub> [A]	9.38		
Tensión Nominal del módulo V <sub>mpp</sub> [V]	38.72		
Tensión en circuito abierto del módulo V <sub>oc</sub> [V]	46.74		
Potencia Máxima del módulo P <sub>mpp</sub> [W]	330		
<b>BATERÍAS</b>			
Voltaje del Banco de Batería V <sub>BAT</sub>	48		
Voltaje de la Batería V <sub>BATERIA</sub>	2		
Capacidad Nominal [Ah]	3000		
Profundidad de descarga máxima diaria	0.15		
Profundidad de descarga máxima estacional	0.60	0.60	0.60
Número máximo de días de autonomía	3.0	1.0	1.0
η <sub>BAT</sub>	0.98		
<b>OTROS PARAMETROS</b>			
η <sub>CON</sub>	0.95		
η <sub>GENERADOR = PR</sub>	0.75	0.80	
η <sub>GENERADOR = PR</sub>	0.80	0.80	0.80
HSP	3.28		
<b>INVERSOR HIBRIDO</b>			
Potencia Nominal [W]	9,000		
Pico potencia (20ms)	120		
Eficiencia modo red η <sub>INV</sub>	0.93		
Voltaje MPP máximo [V]	145		
<b>Regulador</b>			
Máxima corriente carga FV [A]	60		
Voltaje DC [V]	48		
Voltaje MPP mínimo [V]	64		
Voltaje MPP máximo [V]	145		
Voltaje Maximo FV Circuito abierto [V]	145		
Eficiencia máxima	>	93%	
<b>CARGADOR AC</b>			
Máxima corriente de carga [A]	100		
<b>INVERSOR DE CONEXIÓN A RED 40kw</b>			
Máxima corriente de entrada nominal MPPT 1 [A]	40		
Máxima corriente de entrada nominal MPPT 2 [A]	40		
Número de string MPPT	2		
Potencia Nominal [W]	40,000		
Voltaje MPP mínimo [V]	200		
Voltaje MPP máximo [V]	820		
Eficiencia máxima	>	96.3%	
<b>INVERSOR DE CONEXIÓN A RED 60kw</b>			
Máxima corriente de entrada nominal MPPT 1 [A]	156		
Voltaje MPP máximo [V]	900		
Eficiencia máxima	>	96.4%	
Potencia Nominal [W]	78,000		
<b>INVERSOR DE CONEXIÓN A RED 100kw</b>			
Máxima corriente de entrada nominal MPPT 1 [A]	260		
Voltaje MPP máximo [V]	900		
Potencia Nominal [W]	130,000		
Eficiencia máxima	>	96.8%	
<b>INVERSOR DE CONEXIÓN A RED 70kw</b>			
Máxima corriente de entrada nominal MPPT 1 [A]	182		
Voltaje MPP máximo [V]	900		
Potencia Nominal [W]	91,000		
Eficiencia máxima	>	97.2%	

CONSUMOS

Consumo medio diario [Wh]	Consumo de energía medio [Ah/día]	
$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{INV}}}{\eta_{BAT} * \eta_{CON}}$	$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{SIST}}$	
71,534.25	1,490.30	ESCENARIO 1
120,544.35	2,511.34	ESCENARIO 1
351,714.33	7,327.38	ESCENARIO 2
188,050.34	3,917.72	ESCENARIO 3
317,294.18	6,610.30	ESCENARIO 4
67,074.40	1,397.38	ESCENARIO 5



DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

MÉTODO AMPERIOS HORA					MÁXIMA POTENCIA		
Corriente total pico GFV (I <sub>GFV,MPP</sub> ) [A]	Potencia del GFV (P <sub>GFV</sub> ) [W]	Número de paneles en serie N <sub>s</sub>	Número de paneles en paralelo N <sub>p</sub>	Número total de módulos N <sub>T</sub>	Con seguidor de máxima potencia		
					Total Módulos	Módulos serie	Módulos paralelo
$I_{GFV,MPP} = \frac{Q_{Ah}}{HSP}$	$P_{GFV} = I_{MPP} * V_{BAT}$	$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_{MPP}}$	$N_p = \frac{I_{GFV,MPP}}{I_{MOD,MPP}}$	$N_T = N_p * N_s$	$N_T = \frac{L_{md}}{HSP * P_{MPP,STC} * PR}$	$N_s = \frac{V_{BAT}/SIST}{V_{MOD,MPP}}$	$N_p = \frac{N_T}{N_s}$
453.87	21,785.57	2	54	108	76.39	78	38.20
764.82	36,711.46	2	90	180	127.82	128	63.91
2,231.53	107,113.67	2	262	524	372.95	380	186.48
1,193.13	57,270.23	2	141	282	199.41	208	99.70
2,013.15	96,631.10	2	237	474	262.82	266	131.41
425.57	20,427.33	2	50	100	76.39	76	38.20

DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERIA

Capacidad nominal diaria de la batería	Capacidad nominal estacional de la batería		Número de baterías	
$C_{nd}[Wh] = \frac{L_{md}}{P_{Dmaxe} * F_{CT}}$	$C_{nd}[Ah] = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{BAT}}$	$C_{ne}[Wh] = \frac{L_{md} * N}{P_{Dmaxe} * F_{CT}}$	$C_{ne}[Ah] = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{BAT}}$	Paralelo Serie
476,895.00	9,935.31	357,671.25	7,451.48	2.48 24.00

DIMENSIONAMIENTO DEL REGULADOR

Corriente de entrada [A]	Corriente de salida [A]	Con seguidor de máxima potencia	
$I_{entrada} = I_{GFV,SC} = 1.25 * (I_{MOD,SC} * N_p)$	$I_{salida} = I_c = \frac{1.25 * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{INV}})}{V_{BAT}}$	Entrada [A]	Isalida [A]
633.15	1,636.53	447.84	348.44

DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR

$P_{entrada inv} = P_{MOD} * N_T \text{ paneles [W]}$	42,240	25,740	125,400	68,640	87,780	25,080
---	--------	--------	---------	--------	--------	--------

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO SERIE-PARALELO

	MPPT1	MPPT 2	MPPT			MPPT1	MPPT1	MPPT1	MPPT1	
Paneles serie máximo al inverter/MPPT Tensión del arreglo = # serie paneles * Tensión Voc, Módulo	17.5	17.5	3.1	3.1	3.1	19.3	19.3	19.3	21.4	21.4
Paneles paralelos máximos al inverter/MPPT # Paralelosmáx = $\frac{CorrienteMáximaInversor}{CorrienteImp, Módulo}$	4.26	4.26	6.40	6.40	6.40	27.72	16.63	19.40	3.20	2.13
Número máximo de paneles por entrada	72	72	21	21	21	513	304	361	54	36
Paneles serie por MPPT	16	16	2	2	2	19	16	14	19	19
Paneles Paralelos por MPPT	4	4	4	4	5	20	13	19	2	2
Número de paneles por inverter	128		26			380	208	266	76	
Número de inversores	1.06	1.00	2.86			0.96	1	0.88	1	0.96

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES CONDUCTORES

Tramo	Longitud [M]	Caída de tensión máxima [%]	Caída de Tensión [V]	Intensidad [A]	Sección del cable [mm2]	Calibre conductor [AWG]
Panel - Regulador	15	3	1.44	40.00	14.33	2
Regulador - Batería	5	1	0.48	40.00	14.33	2
Inversor - Cargas	40	3	3.6	144.02	55.05	0/0
Inversor - Red	150	3	3.6	532.41	763.12	1000 MCM

rho cobre: 0.0172

INVERSOR DE CONEXIÓN A RED 20kw	
Máxima corriente de entrada nominal MPPT 1 [A]	30
Máxima corriente de entrada nominal MPPT 2 [A]	20
Voltaje MPP máximo [V]	1000
Potencia Nominal [W]	26,800
Eficiencia máxima	> 98.5%

**PROTECCIONES DEL SISTEMA**

SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED				SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED			
CAJA DE CONEXIÓN CC				CAJA DE CONEXIÓN AC			
PROTECCIÓN CADENA				PROTECCIÓN CADENA			
<b>FUSIBLES</b>				<b>FUSIBLES</b>			
<b>Datos</b>				<b>Datos</b>			
Corriente de cortocircuito del módulo $I_{MOD, SC}$ [A]		9.38		Corriente de cortocircuito del módulo $I_{MOD, SC}$ [A]		9.38	
Tensión en circuito abierto del módulo $V_{oc}$ [V]		46.74		Tensión en circuito abierto del módulo $V_{oc}$ [V]		46.74	
$I_{mod\_max\_fuse\_fabricante}$ [A]		15		$I_{mod\_max\_fuse\_fabricante}$ [A]		15	
Corriente nominal del fusible seleccionado para la cadena $I_n$ [A]		15		Corriente nominal del fusible seleccionado para la cadena $I_n$ [A]		15	
Voltaje nominal del fusible seleccionado para la cadena $V_n$ [V]		1000		Voltaje nominal del fusible seleccionado para la cadena $V_n$ [V]		1000	
Coefficiente de temperatura de corriente de cortocircuito $\alpha$		+0.05%/°C		Coefficiente de temperatura de corriente de cortocircuito $\alpha$		+0.05%/°C	
Cantidad de módulos en serie por cadena $N_s$		16		Cantidad de módulos en serie por cadena $N_s$		16	
Cantidad de cadenas en paralelo $N_p$		4		Cantidad de cadenas en paralelo $N_p$		4	
<b>Cálculos</b>				<b>Cálculos</b>			
Régimen actual [A]	$I_{régimen actual} = 1,56 * I_{MOD, SC}$	14.63		Régimen actual [A]	$I_{régimen actual} = 1,56 * I_{MOD, SC}$	14.63	
Régimen de tensión [V]	$V_{régimen actual} = 1,20 * V_{MOD, OC} * N_s$	897.408		Régimen de tensión [V]	$V_{régimen actual} = 1,20 * V_{MOD, OC} * N_s$	897.408	
<b>Normativa</b>				<b>Normativa</b>			
Corriente fusible mínimo	$I_n \geq I_{régimen actual}$	Si		Corriente fusible mínimo	$I_n \geq I_{régimen actual}$	Si	
Corriente de fusible máximo	$I_n \leq I_{mod\_max\_fuse\_fabricante}$	Si		Corriente de fusible máximo	$I_n \leq I_{mod\_max\_fuse\_fabricante}$	Si	
Tensión de fusible mínimo	$V_n \geq 1,20 * V_{OC} * N_s$	Si		Tensión de fusible mínimo	$V_n \geq 1,20 * V_{OC} * N_s$	Si	
<b>Fusible elegido</b>	PV-15A10F (15A - 1000V)	4		<b>Fusible elegido</b>	PV-15A10F (15A - 1000V)	4	
<b>PROTECCIÓN MATRIZ</b>				<b>PROTECCIÓN MATRIZ</b>			
<b>DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES</b>				<b>DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES</b>			
<b>Cálculos</b>				<b>Cálculos</b>			
Régimen actual [A]	$I_{régimen actual} = 1,56 * I_{MOD, SC} * N_p$	58.5312		Régimen actual [A]	$I_{régimen actual} = 1,56 * I_{MOD, SC} * N_p$	58.5312	
Régimen actual [V]	$V_{régimen actual} = 1,20 * V_{MOD, OC} * N_s$	897.408		Régimen actual [V]	$V_{régimen actual} = 1,20 * V_{MOD, OC} * N_s$	897.408	
<b>Descargadores de sobretensiones</b>				<b>Descargadores de sobretensiones</b>			
<b>Varistores CC elegido</b>	PV-50ANH1 (50A - 1000V)	2		<b>Varistores CC elegido</b>	SPPVT2-10-2-PE-AX (160A - 1000V)	2	
<b>CAJA DE CONEXIÓN AC</b>				<b>CAJA DE CONEXIÓN AC</b>			
<b>DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES</b>				<b>DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES</b>			
<b>Varistores AC elegido</b>	Bussmann 580 V AC	4		<b>Varistores AC elegido</b>	Bussmann 580 V AC	4	

**ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO GLOBAL DEL SISTEMA PR**

CT      0.005

MESES	T <sub>a</sub>	NOCT	T <sub>C</sub>	η <sub>TEMP</sub>
Enero	17.0	45	48.25	0.88
Febrero	16.8	45	48	0.89
Marzo	16.6	45	47.8	0.89
Abril	16.2	45	47.45	0.89
Mayo	15.8	45	47.05	0.89
Junio	14.4	45	45.65	0.90
Julio	14.2	45	45.45	0.90
Agosto	14.6	45	45.85	0.90
Septiembre	14.8	45	46.05	0.89
Octubre	15.8	45	47.05	0.89
Noviembre	15.5	45	46.75	0.89
Diciembre	15.6	45	46.85	0.89
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.891</b>

<b>T<sub>c</sub></b>	Temperatura de la celda a una irradiación de 1000 W/m <sup>2</sup>
<b>T<sub>a</sub></b>	Temperatura ambiente
<b>NOCT</b>	Temperatura de operación normal de la celda (hojas técnicas). Si no especifica se asume 45°C.
<b>CT</b>	Coefficiente de variación de potencia por temperaturas diferentes a estándares de prueba. Si no dispone se asume 0,005.

$$\eta_{TEMP} = 1 - C_T(T_C - 25)$$

$$T_C = T_a * 1.25(NOCT - 20)$$

$$C_T = \Delta I_{SC,T} * \Delta V_{OC,T}$$

	AIKLADA	RED	RED 2	RED 3	RED 4	RED 5
<b>temp η</b>	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891	0.891
<b>suc η</b>	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980
<b>cab η</b>	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950
<b>inv η</b>	0.930	0.963	0.968	0.964	0.972	0.985
<b>toleη</b>	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997
<b>bat η</b>	0.980					
<b>aut η</b>	0.990					
<b>PR</b>	<b>0.748</b>	<b>0.796</b>	<b>0.800</b>	<b>0.797</b>	<b>0.804</b>	<b>0.814</b>

PR-AIKLADA	
<b>temp η</b>	Rendimiento por temperaturas diferentes a las condiciones normales
<b>suc η</b>	El rendimiento por efectos de suciedad no debe ser inferior a 2%
<b>cab η</b>	El rendimiento por pérdida en los cables debe cumplir lo dispuesto NEC2008
<b>inv η</b>	Rendimiento del inversor de conexión a red / híbrido Los rendimientos del regulador e inversor (hojas técnicas).
<b>toleη</b>	Rendimiento por tolerancia en las características eléctricas de los módulos.
<b>bat η</b>	El rendimiento del banco de baterías
<b>aut η</b>	El rendimiento por pérdidas por auto descarga del banco de baterías > 1%

Nota:  
PR = Performance Ratio

**TIEMPO DE CARGA DE LA BATERÍA**

DATOS	
Capacidad Nominal [Ah]	6000
Tiempo [h]	10
Capacidad de referencia [Ah]	
C3	2269.8
C5	2550.0
C10	3000.0
C20	3213.0
Corriente máxima de carga [A] en banco de 3000	600.0
Corriente máxima de descarga [A] x 5seg	12000.0
Voltaje del sistema [V]	48

**CAPACIDAD DE UNA BATERIA**

$$C_N = I_N \times t \quad (1)$$

$C_N =$  Capacidad Nominal [Ah]

$I_N =$  Intensidad de carga/descarga [A]

$t =$  Tiempo de carga/descarga [h]

tcarga [h]	5
tdescarga [h]	0.25

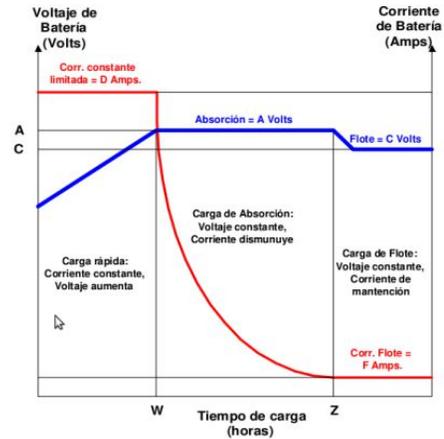
Energía del banco de baterías [Wh]	288000
Potencia de carga [W]	57600
Tiempo de carga [h]	5

Hora solar pico HSP [KWh/m <sup>2</sup> ]	3.28
Capacidad recibida diaria del banco de baterías [L]	3936
Tiempo de carga inicial [día]	1.52
Profundidad de descarga máxima	0.6
Capacidad de suministro diario de la batería [Ahd]	3600
Tiempo de carga diaria [día]	0.91

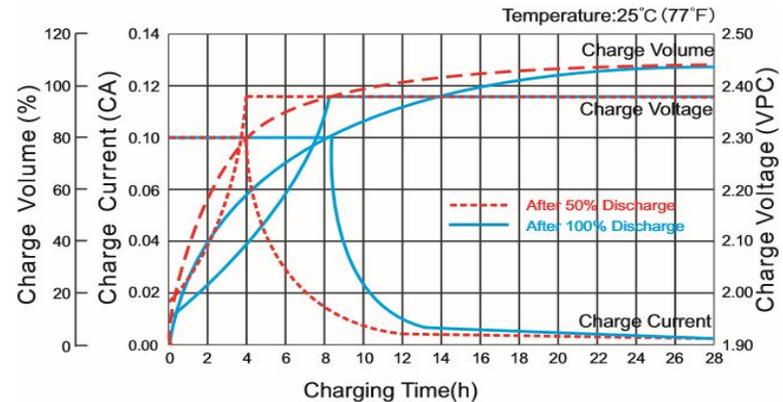
Nota: (1) Capacidad de una batería (<https://www.sfe-solar.com/>)

\* Inicialmente las baterías se cargan durante 8 horas aproximadamente descarga sin embargo debido al valor de eficacia de la carga se establece el ajuste de tensión de carga de un 18,5% según la gráfica.

Etapas del tiempo de carga de una Batería



Curva característica de carga



Fuente: CatalOgo RitarOPzV2-3000(2V3000)

**DIMENSIONAMIENTO DE LA SILLA SOLAR**

<b>SISTEMA FOTOVOLTAICO ( SILLA SOLAR)</b>			
<b>ITEM</b>	<b>HORAS USO [h]</b>	<b>POTENCIA TOTAL [W]</b>	<b>ENERGÍA DIARIA [Wh]</b>
LUMINARIA	4	21	84
CARGAS AC	10	80	800
CARGAS DC	10	6	60
REGULADOR	10	1	10
INVERSOR	15	3.5	52.5
<b>TOTAL</b>		<b>104</b>	<b>944</b>

**DATOS**

Energía instalada ac [Wh]	853
Energía instalada cc [Wh]	144
Eficiencia del inversor	1.20
Carga diaria CC [Wh]	1167.00
Tensión de trabajo del sistema [V]	24.00
Carga diaria de corriente [Ah]	48.63
Factor de seguridad por perdidas del sistema	1.20
Carga diaria de corriente corregida [Ah]	58.35
HSP [h]	4.07
Corriente pico del sistema [A]	14.34

**DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO FV**

Corriente pico del módulo seleccionado [A]	8.45
Número de paneles en paralelo	1.70
Redondear paneles en paralelo	2.00
Tensión nominal del módulo seleccionado [V]	36.98
Número de paneles en serie	0.65
Redondear paneles en serie	1.00
Número total de módulos	2.00
Potencia	310

**UNIDAD DE CONTROL [A]**

14.34

**DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR**

Potencia de cargas alternas [W]	83.50
Factor de seguridad	1.25
Potencia del inversor [W]	104.38
Redondear potencia del inversor [W]	175.00

**DIMENSIONAMIENTO BANCO DE BATERÍAS**

Días de autonomía [día]	2.00
Profundidad de descarga	0.60
Capacidad del banco de baterías [Ah]	194.50
Capacidad nominal de la batería [Ah]	150.00
Número de baterías en paralelo	1.30
Tensión de la Batería [V]	12.00
Número de baterías en serie	2.00

<b>SISTEMA FOTOVOLTAICO (SILLA SOLAR)</b>						
<b>ITEM</b>	<b>CORRIENTE [A]</b>	<b>LONGITUD CONDUCTOR [m]</b>	<b>PERDIDAS AWG #12</b>	<b>PERDIDAS AWG #14</b>	<b>CONDUCTOR SELECCIONADO</b>	<b>PROTECCIÓN</b>
INVERSOR - LUMINARIA	0.1750	14	0.002228	0.003543	14 AWG	15A
INVERSOR - CARGAS AC	0.6667	1	0.002309	0.003672	14 AWG	15A
CONTROLADOR - INVERSO	0.3333	1	0.000577	0.000918	14 AWG	15A
CONTROLADOR - BATERÍA	0.1125	1	0.000066	0.000105	14 AWG	15A
PANEL - CONTROLADOR	4.6458	14	1.570059	2.497	14 AWG	15A

	<b>AWG 12</b>	<b>AWG14</b>
<b>DIAMETRO mm</b>	2.053	1.628
<b>SECCION</b>	3.310	2.082
<b>RESISTENCIA</b>	0.0052	0.0083
<b>rho cobre:</b>		0.0172

ENERGÍA GENERADA POR LOS PANELES SOLARES

ESCENARIO 1

DATOS			INVERSOR HIBRIDO					INVERSOR RED			ENERGÍA				
ENERGÍA GENERADA POR UN PANEL SOLAR HÍBRIDO			MES	HSP	ENERGÍA GENERADA POR ENTRADA MPPT SF HÍBRIDO [KWh]/mes			ENERGÍA GENERADA SF HÍBRIDO [KWh]/mes	ENERGÍA INYECTADA DEL SF HÍBRIDO [KWh]/mes	ENERGÍA GENERADA POR ENTRADA MPPT SF RED [KWh]/mes		ENERGÍA GENERADA SF RED [KWh]/mes	ENERGÍA TOTAL GENERADA [KWh]/mes	ENERGÍA TOTAL INYECTADA A LA RED [KWh]/mes	
$E_{panel} = I_{panel} * V_{panel} * HSP * 0,9$			Enero	5.47	1074.05	1342.56	1074.05	3490.67	1632.57	2864.14	2864.14	5728.28	9218.94	7360.85	
			Febrero	4.58	812.27	1015.34	812.27	2639.87	781.78	2166.05	2166.05	4332.10	6971.97	5113.88	
Ipanel	8.52		Marzo	4.32	848.25	1060.31	848.25	2756.80	898.70	2261.99	2261.99	4523.98	7280.77	5422.68	
Vpanel	38.7		Abril	4.48	851.29	1064.11	851.29	2766.68	908.58	2270.10	2270.10	4540.19	7306.87	5448.78	
HSP	3.28		Mayo	4.42	867.88	1084.85	867.88	2820.61	962.52	2314.35	2314.35	4628.70	7449.31	5591.22	
Paneles Fotovoltaicos SERIE	2.0	2.0	2.0	Junio	3.82	725.87	907.34	725.87	2359.09	500.99	1935.66	1935.66	3871.32	6230.41	4372.32
Paneles Fotovoltaicos PARALELO	4.0	5.0	4.0	Julio	3.72	730.43	913.04	730.43	2373.91	515.81	1947.82	1947.82	3895.65	6269.56	4411.46
Número de inversores	3.0		Agosto	4.8	942.50	1178.12	942.50	3063.11	1205.01	2513.32	2513.32	5026.64	8089.75	6231.65	
Rendimiento del panel	0.80		Septiembre	4.86	923.49	1154.37	923.49	3001.35	1143.26	2462.65	2462.65	4925.30	7926.65	6068.55	
Paneles Fotovoltaicos SERIE	16	16		Octubre	5.72	1123.14	1403.93	1123.14	3650.21	1792.11	2995.04	2995.04	5990.08	9640.29	7782.19
Paneles Fotovoltaicos PARALELO	4	4		Noviembre	5.75	1092.61	1365.76	1092.61	3550.98	1692.89	2913.63	2913.63	5827.25	9378.24	7520.14
Número de inversores	1		Diciembre	5.23	1026.93	1283.66	1026.93	3337.51	1479.42	2738.47	2738.47	5476.94	8814.46	6956.36	
Rendimiento del panel	0.80		<b>TOTAL ENERGÍA GENERADA [KWh]/Año</b>					<b>35810.79</b>	<b>13513.65</b>			<b>58766.43</b>	<b>94577.22</b>	<b>72280.08</b>	
<b>DEMANDA DEL SISTEMA FOTOVOLTAÍCO</b>															
[KWh]/mes (sin considerar Estadio)			1858.10												
[KWh]/mes ( Estadio)			3308.40												

Nota:

- (1) Sistema Fotovoltaico Híbrido 25,74 KW  Luminarias Patios
- (2) Sistema Fotovoltaico Red 40 KW  Luminarias Estadio

**ENERGÍA GENERADA POR LOS PANELES SOLARES**

**ESCENARIO 2**

ENERGÍA GENERADA POR UN PANEL SOLAR CONECTADO A RED		MES	HSP	ENERGÍA GENERADA SF RED [KWh]/mes
$E_{panel} = I_{panel} * V_{panel} * HSP * 0,9$		Enero	5.47	16942.80
		Febrero	4.58	12813.26
Ipanel	8.52	Marzo	4.32	13380.79
Vpanel	38.7	Abril	4.48	13428.75
HSP	3.28	Mayo	4.42	13690.53
Paneles Fotovoltaicos SERIE	19	Junio	3.82	11450.41
Paneles Fotovoltaicos PARALELO	20	Julio	3.72	11522.35
Número de inversores	1	Agosto	4.8	14867.54
Rendimiento del panel	0.80	Septiembre	4.86	14567.79
		Octubre	5.72	17717.15
		Noviembre	5.75	17235.56
		Diciembre	5.23	16199.43
<b>TOTAL ENERGÍA GENERADA [KWh]/Año</b>				<b>173816.35</b>

**Nota:**

(1) Sistema Fotovoltaico Red 100 KW



ANEXO # H:  
DIMENSIONAMIENTOS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

**ENERGÍA GENERADA POR LOS PANELES SOLARES**

**ESCENARIO 3**

ENERGÍA GENERADA POR UN PANEL SOLAR CONECTADO A RED		MES	HSP	ENERGÍA GENERADA SF RED [KWh]/mes
$E_{panel} = I_{panel} * V_{panel} * HSP * 0,9$		Enero	5.47	9273.96
		Febrero	4.58	7013.58
Ipanel	8.52	Marzo	4.32	7324.22
Vpanel	38.7	Abril	4.48	7350.47
HSP	3.28	Mayo	4.42	7493.76
Paneles Fotovoltaicos SERIE	16	Junio	3.82	6267.59
Paneles Fotovoltaicos PARALELO	13	Julio	3.72	6306.97
Número de inversores	1	Agosto	4.8	8138.02
Rendimiento del panel	0.80	Septiembre	4.86	7973.95
		Octubre	5.72	9697.81
		Noviembre	5.75	9434.20
		Diciembre	5.23	8867.05
<b>TOTAL ENERGÍA GENERADA /Año</b>				<b>95141.58</b>

**Nota:**

(1) Sistema Fotovoltaico Red 60 Kw



ANEXO # H:  
DIMENSIONAMIENTOS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

**ENERGÍA GENERADA POR LOS PANELES SOLARES**

**ESCENARIO 4**

ENERGÍA GENERADA POR UN PANEL SOLAR CONECTADO A RED		MES	HSP	ENERGÍA GENERADA SF RED [KWh]/mes
$E_{panel} = I_{panel} * V_{panel} * HSP * 0,9$		Enero	5.47	11859.96
		Febrero	4.58	8969.28
I <sub>panel</sub>	8.52	Marzo	4.32	9366.55
V <sub>panel</sub>	38.7	Abril	4.48	9400.12
HSP	3.28	Mayo	4.42	9583.37
Paneles Fotovoltaicos SERIE	14	Junio	3.82	8015.28
Paneles Fotovoltaicos PARALELO	19	Julio	3.72	8065.64
Número de inversores	1	Agosto	4.8	10407.28
Rendimiento del panel	0.80	Septiembre	4.86	10197.46
		Octubre	5.72	12402.01
		Noviembre	5.75	12064.89
		Diciembre	5.23	11339.60
<b>TOTAL ENERGÍA GENERADA /Año</b>				<b>121671.45</b>

**Nota:**

(1) Sistema Fotovoltaico Red 70 Kw

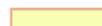
**ENERGÍA GENERADA POR LOS PANELES SOLARES**

**ESCENARIO 5**

ENERGÍA GENERADA POR UN PANEL SOLAR HÍBRIDO			MES	HSP	ENERGÍA GENERADA POR ENTRADA MPPT SF RED [KWh]/mes		ENERGÍA GENERADA SF RED [KWh]/mes
$E_{panel} = I_{panel} * V_{panel} * HSP * 0,9$			Enero	5.47	1731.19	1731.19	3462.38
			Febrero	4.58	1309.24	1309.24	2618.48
I <sub>panel</sub>	8.52		Marzo	4.32	1367.23	1367.23	2734.46
V <sub>panel</sub>	38.7		Abril	4.48	1372.13	1372.13	2744.26
HSP	3.28		Mayo	4.42	1398.88	1398.88	2797.75
Paneles Fotovoltaicos SERIE	19	19	Junio	3.82	1169.98	1169.98	2339.97
Paneles Fotovoltaicos PARALELO	2	2	Julio	3.72	1177.34	1177.34	2354.67
Número de inversores	1		Agosto	4.8	1519.14	1519.14	3038.28
Rendimiento del panel	0.81		Septiembre	4.86	1488.51	1488.51	2977.03
<b>DEMANDA DEL SISTEMA FOTOVOLTAÍCO</b>			Octubre	5.72	1810.31	1810.31	3620.62
[KWh]/mes (sin considerar Estadio) 1858.10			Noviembre	5.75	1761.10	1761.10	3522.20
			Diciembre	5.23	1655.23	1655.23	3310.46
<b>TOTAL ENERGÍA GENERADA [KWh]/Año</b>							<b>35520.56</b>

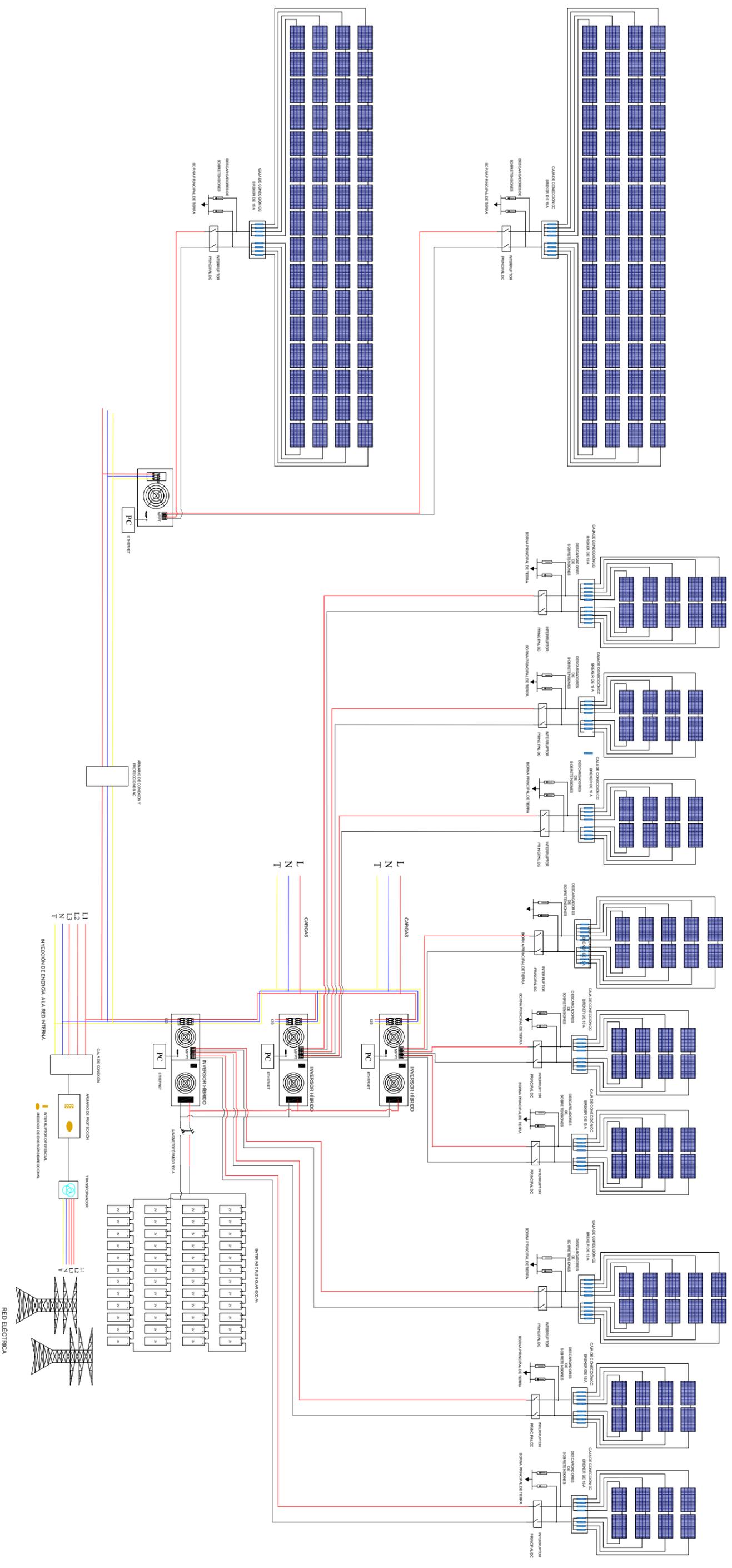
**Nota:**

(1) Sistema Fotovoltaico Red 20Kw



**ANEXO I: ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL  
SISTEMA FOTOVOLTAICO.**

# ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - SEDE CUENCA

ANEXO I

ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

FECHA:	13-12-2018
PROYECTO:	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA
PROYECTANTE:	KARINA CHIMBOL VERA
ESCALA:	1:50



## ANEXO J: ANÁLISIS FINANCIERO.

PRESUPUESTO ESCENARIO 1

PROYECTO: CAMBIO TOTAL LED: CON ALMACENAMIENTO EN PATIOS Y CONEXION A RED INTERNA EN ESTADIO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
<b>OBRA CIVIL</b>					
1.0	CASETA 2.0 X 3.00 M				<b>\$2,782.13</b>
	Muro de hormigón ciclopeo	m3	1.8	\$185.00	\$333.00
	Cadena H.A 15 x 20 cm	m	10	\$25.00	\$250.00
	Columna 15 x 20 cm	m	8	\$30.00	\$240.00
	Loseta de cubierta	m2	8.75	\$35.00	\$306.25
	Bloque e=7cm	m2	16.5	\$7.00	\$115.50
	Enlucido	m2	33	\$6.50	\$214.50
	Enlucido horizontal	m2	6.25	\$8.50	\$53.13
	Homigon f'c=210kg/cm2 para piso incluye acera e = 0.10m	m3	0.875	\$210.00	\$183.75
	Bordillo para acera 15 x 15 x 40cm	m	7	\$18.00	\$126.00
	Puerta 1.0 x 2.00m de madera	u	1	\$150.00	\$150.00
	Venta 0.50 x 1.50m de madera y vidrio	u	2	\$80.00	\$160.00
	Ducto 4 vias desde caja a rack de distribucion	m	10	\$30.00	\$300.00
	Caja de registro	u	1	\$225.00	\$225.00
	Punto de luz incluye	u	2	\$27.00	\$54.00
	Interruptor doble	u	2	\$5.50	\$11.00
	Toma de 12 v	u	2	\$30.00	\$60.00
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>					
2.0	SISTEMA FOTOVOLTAICO, ACOMETIDAS Y LUMINARIAS				<b>\$308,332.49</b>
	Paneles fotovoltaicos (AE SOLAR 330 W )	u	206	\$295.68	\$60,910.08
	Soporte1(Terraza)	u	206	\$162.50	\$33,475.00
	Inversor Red (Ingcom) 40 kw	u	1	\$10,630.54	\$10,630.54
	Inversor Híbrido (Must Solar)	u	3	\$6,950.00	\$20,850.00
	Baterías (OPzV2 -2V 3000Ah)	u	48	\$1,744.24	\$83,723.52
	Conductor AWG # 14	u	24	\$36.00	\$864.00
	Conductor AWG # 12	u	1	\$49.00	\$49.00
	Conductor AWG # 10	u	1	\$76.00	\$76.00
	Conductor AWG # 6	u	1	\$124.00	\$124.00
	Breakers 15 A	u	20	\$8.44	\$168.80
	Breakers 20 A	u	2	\$8.44	\$16.88
	Breakers 30 A	u	4	\$8.44	\$33.76
	Breakers 55 A	u	3	\$10.46	\$31.38
	Luminaria Stadium Floodlight 1000 W	u	46	\$1,744.00	\$80,224.00
	Luminaria Sylveo Led 200W	u	17	\$245.70	\$4,176.90
	Luminaria Led Nova 180W	u	3	\$227.46	\$682.38
	Luminaria Led Nova 150W	u	2	\$215.30	\$430.60
	Luminaria Sylveo Led 122W	u	1	\$170.25	\$170.25
	Luminaria START eco Flood 100W	u	29	\$147.50	\$4,277.50
	Luminaria Led Nova 60W	u	1	\$114.26	\$114.26
	Luminaria Skyline Street 49W	u	3	\$48.95	\$146.85
	Luminaria Opera Led 45W	u	12	\$148.00	\$1,776.00
	Luminaria START eco Flood 30W	u	3	\$25.46	\$76.38
	Luminaria Pathe/G/R4 Sylvania 28W	u	35	\$35.49	\$1,242.15
	Luminaria Targ Round R MED 28W	u	3	\$30.79	\$92.37
	Luminaria Maviju 24W	u	28	\$22.95	\$642.60
	Luminaria ORION 20W	u	14	\$72.41	\$1,013.74
	Luminaria Maviju 20W	u	7	\$6.65	\$46.55
	Luminaria Maviju 18W	u	23	\$4.92	\$113.16
	Luminaria START eco Flood 10W	u	24	\$11.55	\$277.20
	Luminaria Delta global 10W	u	26	\$34.50	\$897.00
	Luminaria Delta global 5W	u	38	\$25.78	\$979.64
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>\$311,114.62</b>
<b>OTROS RUBROS</b>					
3.0	Mano de obra 20%				\$62,222.92
	Corte y reposición de hormigón				\$5,000.00
	Vehículo - grua				\$1,000.00
				<b>TOTAL OTROS RUBROS</b>	<b>\$68,222.92</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$379,337.54</b>

## ANEXO # J: ANÁLISIS FINANCIERO

**PROYECTO IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA- SEDE CUENCA**  
**ESCENARIO 1**
**CAMBIO TOTAL LED: CON ALMACENAMIENTO EN PATIOS Y CONEXION A RED INTERNA EN ESTADIO**

## FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO

Consumo de energía facturado anual UPS [USD]	\$ 95,794.59
Ingreso por alumbrado de áreas exteriores 15,91% [USD]	\$ 15,240.92
Energía inyectada a la red [Kwh/año]	75952.98
Tasa de descuento K [%]	6.01%
Incremento anual (tasa de inflación) [%]	1.13%
Costo de energía Kwh [USD]	\$ 0.095
Costo de mantenimiento [USD] (3)	\$ 1,896.69
Ingreso total de energía inyectada a la red [USD]	\$ 7,215.53
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]	\$ 3,279.18

Baterías [USD] (1)	\$ 100,468.22	Vida útil [años]	15
Luminarias sin cambio L13 [USD] (1)	\$ 20,586.64		15
Inversor red [USD] (1)	\$ 12,756.65		20
Inversor híbrido x 2 [USD] (1)	\$ 16,680.00		20

RUBROS	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>INGRESOS</b>																
Generación alumbrado	0.00	\$ 15,240.92	\$ 15,413.14	\$ 15,587.31	\$ 15,763.45	\$ 15,941.57	\$ 16,121.71	\$ 16,303.89	\$ 16,488.12	\$ 16,674.44	\$ 16,862.86	\$ 17,053.41	\$ 17,246.11	\$ 17,440.99	\$ 17,638.08	\$ 17,837.39
Generación de energía inyectada a la red	0.00	\$ 7,215.53	\$ 7,297.07	\$ 7,379.53	\$ 7,462.91	\$ 7,547.25	\$ 7,632.53	\$ 7,718.78	\$ 7,806.00	\$ 7,894.21	\$ 7,983.41	\$ 8,073.62	\$ 8,164.86	\$ 8,257.12	\$ 8,350.42	\$ 8,444.78
<b>TOTAL INGRESOS</b>	0.00	\$ 22,456.45	\$ 22,710.21	\$ 22,966.84	\$ 23,226.36	\$ 23,488.82	\$ 23,754.24	\$ 24,022.67	\$ 24,294.12	\$ 24,568.65	\$ 24,846.27	\$ 25,127.03	\$ 25,410.97	\$ 25,698.11	\$ 25,988.50	\$ 26,282.17
<b>EGRESOS o COSTOS</b>																
Inversión inicial	\$ 379,337.54															\$ 143,278.93
Costos de operación y mantenimiento [USD] (3)	\$ -	\$ 1,896.69	\$ 1,918.12	\$ 1,939.80	\$ 1,961.71	\$ 1,983.88	\$ 2,006.30	\$ 2,028.97	\$ 2,051.90	\$ 2,075.08	\$ 2,098.53	\$ 2,122.25	\$ 2,146.23	\$ 2,170.48	\$ 2,195.01	\$ 2,219.81
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]		\$ 3,279.18	\$ 3,316.23	\$ 3,353.70	\$ 3,391.60	\$ 3,429.93	\$ 3,468.68	\$ 3,507.88	\$ 3,547.52	\$ 3,587.61	\$ 3,628.15	\$ 3,669.14	\$ 3,710.61	\$ 3,752.54	\$ 3,794.94	\$ 3,837.82
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 379,337.54	\$ 5,175.86	\$ 5,234.35	\$ 5,293.50	\$ 5,353.32	\$ 5,413.81	\$ 5,474.98	\$ 5,536.85	\$ 5,599.42	\$ 5,662.69	\$ 5,726.68	\$ 5,791.39	\$ 5,856.83	\$ 5,923.02	\$ 5,989.95	\$ 6,057.64
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ -379,337.54	\$ 17,280.59	\$ 17,475.86	\$ 17,673.34	\$ 17,873.05	\$ 18,075.01	\$ 18,279.26	\$ 18,485.81	\$ 18,694.70	\$ 18,905.95	\$ 19,119.59	\$ 19,335.64	\$ 19,554.14	\$ 19,775.10	\$ 19,998.56	\$ -123,054.39
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ -379,337.54	\$ 16,300.90	\$ 15,550.52	\$ 14,834.68	\$ 14,151.79	\$ 13,500.33	\$ 12,878.86	\$ 12,286.61	\$ 11,720.44	\$ 11,180.91	\$ 10,666.21	\$ 10,175.21	\$ 9,706.81	\$ 9,259.97	\$ 8,833.71	\$ -51,273.69
<b>PAY BACK</b>		\$ -362,056.95	\$ -344,581.09	\$ -326,907.75	\$ -309,034.71	\$ -290,959.70	\$ -272,680.44	\$ -254,194.62	\$ -235,499.92	\$ -216,593.96	\$ -197,474.37	\$ -178,138.73	\$ -158,584.60	\$ -138,809.50	\$ -118,810.94	\$ -241,865.34

RUBROS	AÑOS														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>INGRESOS</b>															
Generación alumbrado	\$ 18,038.95	\$ 18,242.79	\$ 18,448.93	\$ 18,657.41	\$ 18,868.24	\$ 19,081.45	\$ 19,297.07	\$ 19,515.12	\$ 19,735.65	\$ 19,958.66	\$ 20,184.19	\$ 20,412.27	\$ 20,642.93	\$ 20,876.20	\$ 21,112.10
Generación de energía inyectada a la red	\$ 8,540.21	\$ 8,636.71	\$ 8,734.31	\$ 8,833.01	\$ 8,932.82	\$ 9,033.76	\$ 9,135.84	\$ 9,239.08	\$ 9,343.48	\$ 9,449.06	\$ 9,555.83	\$ 9,663.82	\$ 9,773.02	\$ 9,883.45	\$ 9,995.13
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ 26,579.16	\$ 26,879.51	\$ 27,183.24	\$ 27,490.41	\$ 27,801.06	\$ 28,115.21	\$ 28,432.91	\$ 28,754.20	\$ 29,079.12	\$ 29,407.72	\$ 29,740.03	\$ 30,076.09	\$ 30,415.95	\$ 30,759.65	\$ 31,107.23
<b>EGRESOS o COSTOS</b>															
Inversión inicial					\$ 36,854.33										
Costos de operación y mantenimiento (3)	\$ 2,244.89	\$ 2,270.26	\$ 2,295.92	\$ 2,321.86	\$ 2,348.10	\$ 2,374.63	\$ 2,401.46	\$ 2,428.60	\$ 2,456.04	\$ 2,483.80	\$ 2,511.86	\$ 2,540.25	\$ 2,568.95	\$ 2,597.98	\$ 2,627.34
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]	\$ 3,881.19	\$ 3,925.05	\$ 3,969.40	\$ 4,014.25	\$ 4,059.61	\$ 4,105.49	\$ 4,151.88	\$ 4,198.80	\$ 4,246.24	\$ 4,294.23	\$ 4,342.75	\$ 4,391.82	\$ 4,441.45	\$ 4,491.64	\$ 4,542.40
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 6,126.08	\$ 6,195.31	\$ 6,265.32	\$ 6,336.11	\$ 6,407.71	\$ 6,480.12	\$ 6,553.34	\$ 6,627.40	\$ 6,702.29	\$ 6,778.02	\$ 6,854.61	\$ 6,932.07	\$ 7,010.40	\$ 7,089.62	\$ 7,169.73
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ 20,453.08	\$ 20,684.20	\$ 20,917.93	\$ 21,154.30	\$ -15,460.98	\$ 21,635.09	\$ 21,879.57	\$ 22,126.80	\$ 22,376.84	\$ 22,629.70	\$ 22,885.41	\$ 23,144.02	\$ 23,405.54	\$ 23,670.03	\$ 23,937.50
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ 8,039.13	\$ 7,669.07	\$ 7,316.03	\$ 6,979.25	\$ -4,811.72	\$ 6,351.48	\$ 6,059.10	\$ 5,780.18	\$ 5,514.10	\$ 5,260.27	\$ 5,018.12	\$ 4,787.12	\$ 4,566.75	\$ 4,356.53	\$ 4,155.98
<b>PAY BACK</b>	\$ -221,412.26	\$ -200,728.06	\$ -179,810.13	\$ -158,655.83	\$ -174,116.82	\$ -152,481.73	\$ -130,602.16	\$ -108,475.36	\$ -86,098.52	\$ -63,468.82	\$ -40,583.41	\$ -17,439.40	\$ 5,966.15	\$ 29,636.17	\$ 53,573.67

## CALCULO DEL VAN

$$K = 6.01\%$$

$$\text{INVERSIÓN} = \$ -379,337.54$$

$$\text{VAN} = \$ -182,523.48$$

Deficit a la inversión actual	-48.12%
-------------------------------	---------

COMO EL VAN ES NEGATIVO SEGUN ESTE MÉTODO EL PROYECTO NO ES RENTABLE

## CALCULO DEL TIR

$$\text{TIR} = -1.27\%$$

AL SER (-1,27 %) MENOR QUE LA K (6,01%) EL PROYECTO NO ES RENTABLE

## OBSERVACION:

EL PROYECTO NO GENERA DESEMBOLO.  
 SE PREVEE HACER USO DE LA POSIBLE INVERSIÓN CON DINERO PROPIO.  
 EL PROYECTO NO RECUPERA LA INVERSIÓN DURANTE EL TIEMPO QUE DURA EL PROYECTO.

## PLAZO DE RECUPACIÓN NORMAL

PAY BACK	32.38 Recupera la inversión en 32 años 4 meses aproximadamente.
----------	---

## Nota:

(1): Consideramos el 20% del valor de la inversión para mano de obra, tramites de instalación incluido fiscalización.

(2): Un sistema fotovoltaico dura 30 años (<https://www.greenipity.co/cuanto-dura-un-sistema-fotovoltaico/>)

(3): Los costos de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos de generación de electricidad son bajos y son alrededor de un 0,5% a un 1,5% anual de los costos de inversión inicial (Breyer et al, 2009; IEA, 2010c).

## PRESUPUESTO ESCENARIO 2

## PROYECTO: CONEXIÓN A RED CON: LED PATIOS EXTERNOS Y HQI EN ESTADIO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
<b>OBRA CIVIL</b>					
1.0	CASETA 2.0 X 3.00 M				<b>\$ 2,782.13</b>
	Muro de hormigon ciclopeo	m3	1.8	\$ 185.00	\$ 333.00
	Cadena H.A 15 x 20 cm	m	10	\$ 25.00	\$ 250.00
	Columna 15 x 20 cm	m	8	\$ 30.00	\$ 240.00
	Loseta de cubierta	m2	8.75	\$ 35.00	\$ 306.25
	Bloque e=7cm	m2	16.5	\$ 7.00	\$ 115.50
	Enlucido	m2	33	\$ 6.50	\$ 214.50
	Enlucido horizontal	m2	6.25	\$ 8.50	\$ 53.13
	Homigon Fc=210kg/cm2 para piso incluye acera e = 0.10m	m3	0.875	\$ 210.00	\$ 183.75
	Bordillo para acera 15 x 15 x 40cm	m	7	\$ 18.00	\$ 126.00
	Puerta 1.0 x 2.00m de madera	u	1	\$ 150.00	\$ 150.00
	Venta 0.50 x 1.50m de madera y vidrio	u	2	\$ 80.00	\$ 160.00
	Ducto 4 vias desde caja a rack de distribucion	m	10	\$ 30.00	\$ 300.00
	Caja de registro	u	1	\$ 225.00	\$ 225.00
	Punto de luz incluye	u	2	\$ 27.00	\$ 54.00
	Interruptor doble	u	2	\$ 5.50	\$ 11.00
	Toma de 12 v	u	2	\$ 30.00	\$ 60.00
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>					
2.0	SISTEMA FOTOVOLTAICO, ACOMETIDAS Y LUMINARIAS				<b>\$ 212,083.10</b>
	Paneles fotovoltaicos (Talesun 310 W )	u	380	\$295.68	\$ 112,358.40
	Soporte1(Terraza)	u	380	\$ 162.50	\$ 61,750.00
	Inversor Red 100 Kw (Ingencom)	u	1	\$ 19,455.35	\$ 19,455.35
	Conductor AWG # 14	u	24	\$ 36.00	\$ 864.00
	Conductor AWG # 12	u	1	\$ 49.00	\$ 49.00
	Conductor AWG # 10	u	1	\$ 76.00	\$ 76.00
	Conductor AWG # 6	u	1	\$ 124.00	\$ 124.00
	Breakers 15 A	u	20	\$ 8.44	\$ 168.80
	Breakers 20 A	u	2	\$ 8.44	\$ 16.88
	Breakers 30 A	u	4	\$ 8.44	\$ 33.76
	Breakers 55 A	u	3	\$ 10.46	\$ 31.38
	Luminaria Sylveo Led 200W	u	17	\$ 245.70	\$ 4,176.90
	Luminaria Led Nova 180W	u	3	\$ 227.46	\$ 682.38
	Luminaria Led Nova 150W	u	2	\$ 215.30	\$ 430.60
	Luminaria Sylveo Led 122W	u	1	\$ 170.25	\$ 170.25
	Luminaria START eco Flood 100W	u	29	\$ 147.50	\$ 4,277.50
	Luminaria Led Nova 60W	u	1	\$ 114.26	\$ 114.26
	Luminaria Skyline Street 49W	u	3	\$ 48.95	\$ 146.85
	Luminaria Opera Led 45W	u	12	\$ 148.00	\$ 1,776.00
	Luminaria START eco Flood 30W	u	3	\$ 25.46	\$ 76.38
	Luminaria Pathe/G/R4 Sylvania 28W	u	35	\$ 35.49	\$ 1,242.15
	Luminaria Targ Round R MED 28W	u	3	\$ 30.79	\$ 92.37
	Luminaria Maviju 24W	u	28	\$ 22.95	\$ 642.60
	Luminaria ORION 20W	u	14	\$ 72.41	\$ 1,013.74
	Luminaria Maviju 20W	u	7	\$ 6.65	\$ 46.55
	Luminaria Maviju 18W	u	23	\$ 4.92	\$ 113.16
	Luminaria START eco Flood 10W	u	24	\$ 11.55	\$ 277.20
	Luminaria Delta global 10W	u	26	\$ 34.50	\$ 897.00
	Luminaria Delta global 5W	u	38	\$ 25.78	\$ 979.64
	<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 214,865.23</b>
<b>OTROS RUBROS</b>					
3.0	Mano de obra 20%				\$ 42,973.05
	Corte y reposición de hormigón				\$ 5,000.00
	Vehículo - grua				\$ 1,000.00
	<b>TOTAL OTROS RUBROS</b>				<b>\$ 48,973.05</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 263,838.27</b>

**PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA- SEDE CUENCA  
ESCENARIO 2  
CONEXIÓN A RED CON: LED PATIOS EXTERNOS Y HQI EN ESTADIO**

## FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO

Consumo de energía facturado anual UPS [USD]	\$ 95,794.59
Ingreso por alumbrado de áreas exteriores 15.91% [USD]	\$ 15,240.92
Energía facturada de alumbrado exterior Kwh/año	104146.64
Costo de facturación de alumbrado exterior [USD]	9770.40
Energía inyectada a la red Kwh/año	172241.04
Ingreso por energía inyectada a la red [USD]	\$ 16,362.90
Costo de energía Kwh [USD]	\$ 0.095
Costo de mantenimiento [USD] (3)	\$ 1,319.19
Tasa de descuento K [%]	6.01%
Incremento anual (tasa de inflación) [%]	1.13%

Luminarias sin cambio L13 [USD] (1)	\$ 20,586.64	Vida útil [años]	15
Inversor red [USD] (1)	\$ 10,630.54		20

RUBROS	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>INGRESOS</b>																
Generación alumbrado	\$ -	\$ 15,240.92	\$ 15,413.14	\$ 15,587.31	\$ 15,763.45	\$ 15,941.57	\$ 16,121.71	\$ 16,303.89	\$ 16,488.12	\$ 16,674.44	\$ 16,862.86	\$ 17,053.41	\$ 17,246.11	\$ 17,440.99	\$ 17,638.08	\$ 17,837.39
Generación de energía inyectada a la red	\$ -	\$ 16,362.90	\$ 16,547.80	\$ 16,734.79	\$ 16,923.89	\$ 17,115.13	\$ 17,308.53	\$ 17,504.12	\$ 17,701.92	\$ 17,901.95	\$ 18,104.24	\$ 18,308.82	\$ 18,515.71	\$ 18,724.94	\$ 18,936.53	\$ 19,150.51
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ -	\$ 31,603.82	\$ 31,960.94	\$ 32,322.10	\$ 32,687.34	\$ 33,056.71	\$ 33,430.25	\$ 33,808.01	\$ 34,190.04	\$ 34,576.39	\$ 34,967.10	\$ 35,362.23	\$ 35,761.82	\$ 36,165.93	\$ 36,574.60	\$ 36,987.90
<b>EGRESOS o COSTOS</b>																
Inversión inicial	\$ 263,838.27															\$ 20,819.26
Costos de Operación y Mantenimiento (3)	\$ -	\$ 1,319.19	\$ 1,334.10	\$ 1,349.17	\$ 1,364.42	\$ 1,379.84	\$ 1,395.43	\$ 1,411.20	\$ 1,427.14	\$ 1,443.27	\$ 1,459.58	\$ 1,476.07	\$ 1,492.75	\$ 1,509.62	\$ 1,526.68	\$ 1,543.93
Costo de facturación de alumbrado exterior [USD]		\$ 9,770.40	\$ 9,880.80	\$ 9,992.46	\$ 10,105.37	\$ 10,219.56	\$ 10,335.04	\$ 10,451.83	\$ 10,569.93	\$ 10,689.37	\$ 10,810.16	\$ 10,932.32	\$ 11,055.85	\$ 11,180.78	\$ 11,307.13	\$ 11,434.90
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 263,838.27	\$ 11,089.59	\$ 11,214.90	\$ 11,341.63	\$ 11,469.79	\$ 11,599.40	\$ 11,730.47	\$ 11,863.03	\$ 11,997.08	\$ 12,132.64	\$ 12,269.74	\$ 12,408.39	\$ 12,548.61	\$ 12,690.41	\$ 12,833.81	\$ 13,798.09
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ -263,838.27	\$ 20,514.23	\$ 20,746.04	\$ 20,980.47	\$ 21,217.55	\$ 21,457.31	\$ 21,699.78	\$ 21,944.98	\$ 22,192.96	\$ 22,443.74	\$ 22,697.36	\$ 22,953.84	\$ 23,213.21	\$ 23,475.52	\$ 23,740.80	\$ 3,189.80
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ -263,838.27	\$ 19,351.22	\$ 18,460.42	\$ 17,610.62	\$ 16,799.95	\$ 16,026.59	\$ 15,288.83	\$ 14,585.03	\$ 13,913.63	\$ 13,273.14	\$ 12,662.13	\$ 12,079.25	\$ 11,523.20	\$ 10,992.75	\$ 10,486.72	\$ 1,329.11
<b>PAY BACK</b>		\$ -243,324.04	\$ -222,578.00	\$ -201,597.53	\$ -180,379.98	\$ -158,922.67	\$ -137,222.89	\$ -115,277.91	\$ -93,084.95	\$ -70,641.21	\$ -47,943.85	\$ -24,990.01	\$ -1,776.80	\$ 21,698.72	\$ 45,439.52	\$ 48,629.33

RUBROS	AÑOS														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>INGRESOS</b>															
Generación alumbrado	\$ 18,038.95	\$ 18,242.79	\$ 18,448.93	\$ 18,657.41	\$ 18,868.24	\$ 19,081.45	\$ 19,297.07	\$ 19,515.12	\$ 19,735.65	\$ 19,958.66	\$ 20,184.19	\$ 20,412.27	\$ 20,642.93	\$ 20,876.20	\$ 21,112.10
Generación de energía inyectada a la red	\$ 19,366.91	\$ 19,585.76	\$ 19,807.08	\$ 20,030.90	\$ 20,257.24	\$ 20,486.15	\$ 20,717.65	\$ 20,951.75	\$ 21,188.51	\$ 21,427.94	\$ 21,670.08	\$ 21,914.95	\$ 22,162.59	\$ 22,413.02	\$ 22,666.29
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ 37,405.86	\$ 37,828.55	\$ 38,256.01	\$ 38,688.30	\$ 39,125.48	\$ 39,567.60	\$ 40,014.71	\$ 40,466.88	\$ 40,924.15	\$ 41,386.60	\$ 41,854.27	\$ 42,327.22	\$ 42,805.52	\$ 43,289.22	\$ 43,778.39
<b>EGRESOS o COSTOS</b>															
Inversión inicial					\$ 10,750.67										
Costos de Operación y Mantenimiento (3)	\$ 1,561.38	\$ 1,579.02	\$ 1,596.86	\$ 1,614.91	\$ 1,633.16	\$ 1,651.61	\$ 1,670.27	\$ 1,689.15	\$ 1,708.24	\$ 1,727.54	\$ 1,747.06	\$ 1,766.80	\$ 1,786.77	\$ 1,806.96	\$ 1,827.38
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]	\$ 11,564.11	\$ 11,694.79	\$ 11,826.94	\$ 11,960.58	\$ 12,095.74	\$ 12,232.42	\$ 12,370.65	\$ 12,510.43	\$ 12,651.80	\$ 12,794.77	\$ 12,939.35	\$ 13,085.56	\$ 13,233.43	\$ 13,382.97	\$ 13,534.19
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 13,125.49	\$ 13,273.81	\$ 13,423.80	\$ 13,575.49	\$ 14,479.56	\$ 13,884.03	\$ 14,040.92	\$ 14,199.58	\$ 14,360.04	\$ 14,522.31	\$ 14,686.41	\$ 14,852.36	\$ 15,020.20	\$ 15,189.92	\$ 15,361.57
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ 24,280.37	\$ 24,554.74	\$ 24,832.21	\$ 25,112.81	\$ 14,645.92	\$ 25,683.57	\$ 25,973.79	\$ 26,267.30	\$ 26,564.12	\$ 26,864.29	\$ 27,167.86	\$ 27,474.85	\$ 27,785.32	\$ 28,099.29	\$ 28,416.82
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ 9,543.46	\$ 9,104.14	\$ 8,685.05	\$ 8,285.25	\$ 4,558.06	\$ 7,540.01	\$ 7,192.92	\$ 6,861.80	\$ 6,545.93	\$ 6,244.60	\$ 5,957.14	\$ 5,682.91	\$ 5,421.31	\$ 5,171.75	\$ 4,933.67
<b>PAY BACK</b>	\$ 72,909.70	\$ 97,464.44	\$ 122,296.64	\$ 147,409.46	\$ 162,055.38	\$ 187,738.95	\$ 213,712.74	\$ 239,980.04	\$ 266,544.15	\$ 293,408.44	\$ 320,576.30	\$ 348,051.16	\$ 375,836.48	\$ 403,935.77	\$ 432,352.59

**CALCULO DEL VAN**  
 $K = 6.01\%$   
 INVERSIÓN = \$ -263,838.27  
 VAN = \$ 42,272.34

**Superhabit a la inversión actual** 16.02%

COMO EL VAN ES POSITIVO SEGÚN ESTE MÉTODO EL PROYECTO ES RENTABLE

**CALCULO DEL TIR**  
 TIR = 0.4976%

AL SER (0.4976%) MENOR QUE LA K (6.01%) EL PROYECTO NO ES RENTABLE SEGUN LA TIR

**OBSERVACION:**  
 EL PROYECTO NO GENERA DESEMBOLSO.  
 SE PEEVEE HACER USO DE LA POSIBLE INVERSIÓN CON DINERO PROPIO.  
 EL PROYECTO SI RECUPERA LA INVERSIÓN DURANTE EL TIEMPO QUE DURA EL PROYECTO.

**PLAZO DE RECUPACIÓN NORMAL**

**PAY BACK 14.40** Recupera la inversión en 14 años 4 meses aproximadamente.

## Nota:

(1): Consideramos el 20% del valor de la inversión para mano de obra, tramites de instalación incluido fiscalización.

 (2): Un sistema fotovoltaico dura 30 años (<https://www.greendipity.co/cuanto-dura-un-sistema-fotovoltaico/>)

(3): Los costos de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos de generación de electricidad son bajos y son alrededor de un 0,5% a un 1,5% anual de los costos de inversión inicial (Breyer et al. 2009; IEA, 2010c).

## PRESUPUESTO ESCENARIO 3

PROYECTO: CAMBIO TOTAL DE LUMINARIAS A LED, ALIMENTACION DEL SISTEMA FOTOLVOLTAICO A RED UPS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
<b>OBRA CIVIL</b>					
1.0	CASETA 2.0 X 3.00 M				<b>\$ 2,782.13</b>
	Muro de hormigon ciclopeo	m3	1.8	\$ 185.00	\$ 333.00
	Cadena H.A 15 x 20 cm	m	10	\$ 25.00	\$ 250.00
	Columna 15 x 20 cm	m	8	\$ 30.00	\$ 240.00
	Loseta de cubierta	m2	8.75	\$ 35.00	\$ 306.25
	Bloque e=7cm	m2	16.5	\$ 7.00	\$ 115.50
	Enlucido	m2	33	\$ 6.50	\$ 214.50
	Enlucido horizontal	m2	6.25	\$ 8.50	\$ 53.13
	Homigon f'c=210kg/cm2 para piso incluye acera e = 0.10m	m3	0.875	\$ 210.00	\$ 183.75
	Bordillo para acera 15 x 15 x 40cm	m	7	\$ 18.00	\$ 126.00
	Puerta 1.0 x 2.00m de madera	u	1	\$ 150.00	\$ 150.00
	Venta 0.50 x 1.50m de madera y vidrio	u	2	\$ 80.00	\$ 160.00
	Ducto 4 vias desde caja a rack de distribucion	m	10	\$ 30.00	\$ 300.00
	Caja de registro	u	1	\$ 225.00	\$ 225.00
	Punto de luz incluye	u	2	\$ 27.00	\$ 54.00
	Interruptor doble	u	2	\$ 5.50	\$ 11.00
	Toma de 12 v	u	2	\$ 30.00	\$ 60.00
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>					
2.0	SISTEMA FOTOVOLTAICO, ACOMETIDAS Y LUMINARIAS				<b>\$ 206,101.93</b>
	Paneles fotovoltaicos (AE Solar 330 W )	u	208	\$295.68	\$ 61,501.44
	Soporte1(Terraza)	u	208	\$ 162.50	\$ 33,800.00
	Inversor Red 60 Kw (Ingencom)	u	1	\$ 12,057.14	\$ 12,057.14
	Conductor AWG # 14	u	24	\$ 36.00	\$ 864.00
	Conductor AWG # 12	u	1	\$ 49.00	\$ 49.00
	Conductor AWG # 10	u	1	\$ 76.00	\$ 76.00
	Conductor AWG # 6	u	1	\$ 124.00	\$ 124.00
	Breakers 15 A	u	20	\$ 8.44	\$ 168.80
	Breakers 20 A	u	2	\$ 8.44	\$ 16.88
	Breakers 30 A	u	4	\$ 8.44	\$ 33.76
	Breakers 55 A	u	3	\$ 10.46	\$ 31.38
	Luminaria Stadium Floodlight 1000 W	u	46	\$ 1,744.00	\$ 80,224.00
	Luminaria Sylveo Led 200W	u	17	\$ 245.70	\$ 4,176.90
	Luminaria Led Nova 180W	u	3	\$ 227.46	\$ 682.38
	Luminaria Led Nova 150W	u	2	\$ 215.30	\$ 430.60
	Luminaria Sylveo Led 122W	u	1	\$ 170.25	\$ 170.25
	Luminaria START eco Flood 100W	u	29	\$ 147.50	\$ 4,277.50
	Luminaria Led Nova 60W	u	1	\$ 114.26	\$ 114.26
	Luminaria Skyline Street 49W	u	3	\$ 48.95	\$ 146.85
	Luminaria Opera Led 45W	u	12	\$ 148.00	\$ 1,776.00
	Luminaria START eco Flood 30W	u	3	\$ 25.46	\$ 76.38
	Luminaria Pathe/G/R4 Sylvania 28W	u	35	\$ 35.49	\$ 1,242.15
	Luminaria Targ Round R MED 28W	u	3	\$ 30.79	\$ 92.37
	Luminaria Maviju 24W	u	28	\$ 22.95	\$ 642.60
	Luminaria ORION 20W	u	14	\$ 72.41	\$ 1,013.74
	Luminaria Maviju 20W	u	7	\$ 6.65	\$ 46.55
	Luminaria Maviju 18W	u	23	\$ 4.92	\$ 113.16
	Luminaria START eco Flood 10W	u	24	\$ 11.55	\$ 277.20
	Luminaria Delta global 10W	u	26	\$ 34.50	\$ 897.00
	Luminaria Delta global 5W	u	38	\$ 25.78	\$ 979.64
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>\$ 208,884.06</b>
<b>OTROS RUBROS</b>					
3.0	Mano de obra 20%				\$ 41,776.81
	Corte y reposición de hormigón				\$ 5,000.00
	Vehículo - grua				\$ 1,000.00
				<b>TOTAL OTROS RUBROS</b>	<b>\$ 47,776.81</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 256,660.87</b>

**PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA- SEDE CUENCA  
ESCENARIO 3  
CAMBIO TOTAL DE LUMINARIAS A LED, ALIMENTACION DEL SISTEMA FOTOLVOLTAICO A RED UPS**

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO

Consumo de energía facturado anual UPS [USD]	\$ 95,794.59
Ingreso por alumbrado de áreas exteriores 15,88% [USD]	\$ 15,212.18
Energía facturada led Kwh/año	61997.94
Costo de facturación de alumbrado total led [USD]	\$ 4,745.42
Energía inyectada a la red Kwh/año	96454.98
Ingreso por energía inyectada a la red [USD]	\$ 9,163.22
Costo de energía Kwh [USD]	\$ 0.095
Costo de mantenimiento [USD] (3)	\$ 1,283.30
Tasa de descuento K [%]	6.01%
Incremento anual (tasa de inflación) [%]	1.13%

Luminarias sin cambio L13 [USD] (1)	\$ 20,586.64	Vida útil [años]	15
Inversor red [USD] (1)	\$ 14,468.57		20

RUBROS	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>INGRESOS</b>																
Generación alumbrado	\$ -	\$ 15,212.18	\$ 15,384.08	\$ 15,557.92	\$ 15,733.72	\$ 15,911.51	\$ 16,091.31	\$ 16,273.15	\$ 16,457.03	\$ 16,643.00	\$ 16,831.06	\$ 17,021.25	\$ 17,213.59	\$ 17,408.11	\$ 17,604.82	\$ 17,803.75
Generación de energía inyectada a la red	\$ -	\$ 9,163.22	\$ 9,266.77	\$ 9,371.48	\$ 9,477.38	\$ 9,584.47	\$ 9,692.78	\$ 9,802.31	\$ 9,913.07	\$ 10,025.09	\$ 10,138.37	\$ 10,252.94	\$ 10,368.80	\$ 10,485.96	\$ 10,604.46	\$ 10,724.29
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ -	\$ 24,375.40	\$ 24,650.85	\$ 24,929.40	\$ 25,211.10	\$ 25,495.99	\$ 25,784.09	\$ 26,075.45	\$ 26,370.11	\$ 26,668.09	\$ 26,969.44	\$ 27,274.19	\$ 27,582.39	\$ 27,894.07	\$ 28,209.27	\$ 28,528.04
<b>EGRESOS o COSTOS</b>																
Inversión inicial	\$ 256,660.87															\$ 20,819.26
Costos de Operación y Mantenimiento (3)	\$ -	\$ 1,283.30	\$ 1,297.81	\$ 1,312.47	\$ 1,327.30	\$ 1,342.30	\$ 1,357.47	\$ 1,372.81	\$ 1,388.32	\$ 1,404.01	\$ 1,419.87	\$ 1,435.92	\$ 1,452.14	\$ 1,468.55	\$ 1,485.15	\$ 1,501.93
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]	\$ 4,745.42	\$ 4,745.42	\$ 4,799.04	\$ 4,853.27	\$ 4,908.11	\$ 4,963.57	\$ 5,019.66	\$ 5,076.39	\$ 5,133.75	\$ 5,191.76	\$ 5,250.43	\$ 5,309.76	\$ 5,369.76	\$ 5,430.44	\$ 5,491.80	\$ 5,553.86
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 256,660.87	\$ 6,028.72	\$ 6,096.85	\$ 6,165.74	\$ 6,235.41	\$ 6,305.88	\$ 6,377.13	\$ 6,449.19	\$ 6,522.07	\$ 6,595.77	\$ 6,670.30	\$ 6,745.67	\$ 6,821.90	\$ 6,898.99	\$ 6,976.95	\$ 7,055.86
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ -256,660.87	\$ 18,346.68	\$ 18,554.00	\$ 18,763.66	\$ 18,975.69	\$ 19,190.11	\$ 19,406.96	\$ 19,626.26	\$ 19,848.04	\$ 20,072.32	\$ 20,299.14	\$ 20,528.52	\$ 20,760.49	\$ 20,995.08	\$ 21,232.33	\$ 652.99
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ -256,660.87	\$ 17,306.56	\$ 16,509.88	\$ 15,749.87	\$ 15,024.85	\$ 14,333.21	\$ 13,673.40	\$ 13,043.97	\$ 12,443.51	\$ 11,870.69	\$ 11,324.24	\$ 10,802.95	\$ 10,305.65	\$ 9,831.25	\$ 9,378.68	\$ 272.08
<b>PAY BACK</b>		\$ -238,314.19	\$ -219,760.19	\$ -200,996.53	\$ -182,020.84	\$ -162,830.73	\$ -143,423.76	\$ -123,797.50	\$ -103,949.47	\$ -83,877.15	\$ -63,578.01	\$ -43,049.49	\$ -22,289.00	\$ -1,293.92	\$ 19,938.41	\$ 20,591.39

RUBROS	AÑOS														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>INGRESOS</b>															
Generación alumbrado	\$ 18,004.94	\$ 18,208.39	\$ 18,414.15	\$ 18,622.23	\$ 18,832.66	\$ 19,045.47	\$ 19,260.68	\$ 19,478.33	\$ 19,698.43	\$ 19,921.02	\$ 20,146.13	\$ 20,373.78	\$ 20,604.01	\$ 20,836.83	\$ 21,072.29
Generación de energía inyectada a la red	\$ 10,845.47	\$ 10,968.02	\$ 11,091.96	\$ 11,217.30	\$ 11,344.06	\$ 11,472.24	\$ 11,601.88	\$ 11,732.98	\$ 11,865.57	\$ 11,999.65	\$ 12,135.24	\$ 12,272.37	\$ 12,411.05	\$ 12,551.29	\$ 12,693.12
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ 28,850.41	\$ 29,176.42	\$ 29,506.11	\$ 29,839.53	\$ 30,176.71	\$ 30,517.71	\$ 30,862.56	\$ 31,211.31	\$ 31,564.00	\$ 31,920.67	\$ 32,281.37	\$ 32,646.15	\$ 33,015.05	\$ 33,388.12	\$ 33,765.41
<b>EGRESOS o COSTOS</b>															
Inversión inicial					\$ 14,632.06										
Costos de Operación y Mantenimiento (3)	\$ 1,518.90	\$ 1,536.07	\$ 1,553.42	\$ 1,570.98	\$ 1,588.73	\$ 1,606.68	\$ 1,624.84	\$ 1,643.20	\$ 1,661.77	\$ 1,680.54	\$ 1,699.53	\$ 1,718.74	\$ 1,738.16	\$ 1,757.80	\$ 1,777.66
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]	\$ 5,616.61	\$ 5,680.08	\$ 5,744.27	\$ 5,809.18	\$ 5,874.82	\$ 5,941.21	\$ 6,008.34	\$ 6,076.24	\$ 6,144.90	\$ 6,214.34	\$ 6,284.56	\$ 6,355.57	\$ 6,427.39	\$ 6,500.02	\$ 6,573.47
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 7,135.52	\$ 7,216.15	\$ 7,297.69	\$ 7,380.15	\$ 7,463.59	\$ 7,547.89	\$ 7,633.18	\$ 7,719.43	\$ 7,806.66	\$ 7,894.88	\$ 7,984.09	\$ 8,074.31	\$ 8,165.55	\$ 8,257.82	\$ 8,351.14
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ 21,714.89	\$ 21,960.27	\$ 22,208.42	\$ 22,459.37	\$ 22,713.12	\$ 22,969.82	\$ 23,229.38	\$ 23,491.87	\$ 23,757.33	\$ 24,025.79	\$ 24,297.28	\$ 24,571.84	\$ 24,849.50	\$ 25,130.30	\$ 25,414.27
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ 8,535.09	\$ 8,142.19	\$ 7,767.38	\$ 7,409.82	\$ 7,054.98	\$ 6,743.33	\$ 6,432.91	\$ 6,136.78	\$ 5,854.28	\$ 5,584.79	\$ 5,327.70	\$ 5,082.45	\$ 4,848.49	\$ 4,625.30	\$ 4,412.38
<b>PAY BACK</b>	\$ 42,306.28	\$ 64,266.55	\$ 86,474.97	\$ 108,934.34	\$ 117,015.44	\$ 139,985.27	\$ 163,214.65	\$ 186,706.52	\$ 210,463.86	\$ 234,489.65	\$ 258,786.93	\$ 283,358.77	\$ 308,208.27	\$ 333,338.58	\$ 358,752.85

CALCULO DEL VAN

$$K = \frac{6.01\%}{1 - 6.01\%} = 6.37\%$$

$$INVERSION = \$ -256,660.87$$

$$VAN = \$ 14,627.80$$

Deficit a la inversión actual	5.7%
-------------------------------	------

**COMO EL VAN ES NEGATIVO SEGUN ESTE METODO EL PROYECTO NO ES RENTABLE**

CALCULO DEL TIR

TIR= **-0.05%**

**AL SER (-0.05%) MENOR QUE LA K (6.01%) EL PROYECTO NO ES RENTABLE SEGUN LA TIR**

**OBSERVACION:**

EL PROYECTO NO GENERA NINGUN DESEMBOLSO.  
SE PREVEE HACER USO DE LA POSIBLE INVERSIÓN CON DINERO PROPIO.  
EL PROYECTO RECUPERA LA INVERSIÓN DURANTE EL TIEMPO QUE DURA EL PROYECTO.

**PLAZO DE RECUPACIÓN NORMAL**

PAY BACK	15.92 Recupera la inversión en 15 años 9 meses aproximadamente.
----------	---

**Nota:**

- Consideramos el 20% del valor de la inversión para mano de obra, tramites de instalación incluido fiscalización.
- Un sistema fotovoltaico dura 30 años (<https://www.greenidpity.co/cuanto-dura-un-sistema-fotovoltaico/>)
- Los costos de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos de generación de electricidad son bajos y son alrededor de un 0.5% a un 1.5% anual de los costos de inversión inicial (Breyer et al, 2009; IEA, 2010c).

## PRESUPUESTO ESCENARIO 3

PROYECTO: CONEXIÓN A RED CON: LUMINARIAS ACTUALES EN PATIOS EXTERNOS SIN CONSIDERAR EL ESTADIO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
<b>OBRA CIVIL</b>					
1.0	CASETA 2.0 X 3.00 M				<b>\$ 2,782.13</b>
	Muro de hormigon ciclopeo	m3	1.8	\$ 185.00	\$ 333.00
	Cadena H.A 15 x 20 cm	m	10	\$ 25.00	\$ 250.00
	Columna 15 x 20 cm	m	8	\$ 30.00	\$ 240.00
	Loseta de cubierta	m2	8.75	\$ 35.00	\$ 306.25
	Bloque e=7cm	m2	16.5	\$ 7.00	\$ 115.50
	Enlucido	m2	33	\$ 6.50	\$ 214.50
	Enlucido horizontal	m2	6.25	\$ 8.50	\$ 53.13
	Hormigon $f_c=210\text{kg/cm}^2$ para piso incluye acera e = 0.10m	m3	0.875	\$ 210.00	\$ 183.75
	Bordillo para acera 15 x 15 x 40cm	m	7	\$ 18.00	\$ 126.00
	Puerta 1.0 x 2.00m de madera	u	1	\$ 150.00	\$ 150.00
	Venta 0.50 x 1.50m de madera y vidrio	u	2	\$ 80.00	\$ 160.00
	Ducto 4 vias desde caja a rack de distribucion	m	10	\$ 30.00	\$ 300.00
	Caja de registro	u	1	\$ 225.00	\$ 225.00
	Punto de luz incluye	u	2	\$ 27.00	\$ 54.00
	Interruptor doble	u	2	\$ 5.50	\$ 11.00
	Toma de 12 v	u	2	\$ 30.00	\$ 60.00
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>					
2.0	SISTEMA FOTOVOLTAICO, ACOMETIDAS Y LUMINARIAS				<b>\$ 137,970.74</b>
	Paneles fotovoltaicos (AE Solar 330 W)	u	266	\$ 295.68	\$ 78,650.88
	Soporte1(Terraza)	u	266	\$ 162.50	\$ 43,225.00
	Inversor Red (Ingencom) 70 Kw	u	1	\$ 14,731.04	\$ 14,731.04
	Conductor AWG # 14	u	24	\$ 36.00	\$ 864.00
	Conductor AWG # 12	u	1	\$ 49.00	\$ 49.00
	Conductor AWG # 10	u	1	\$ 76.00	\$ 76.00
	Conductor AWG # 6	u	1	\$ 124.00	\$ 124.00
	Breakers 15 A	u	20	\$ 8.44	\$ 168.80
	Breakers 20 A	u	2	\$ 8.44	\$ 16.88
	Breakers 30 A	u	4	\$ 8.44	\$ 33.76
	Breakers 55 A	u	3	\$ 10.46	\$ 31.38
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>\$ 140,752.87</b>
<b>OTROS RUBROS</b>					
3.0	Mano de obra 20%				\$ 28,150.57
	Corte y reposición de hormigón				\$ 5,000.00
	Vehículo - grua				\$ 1,000.00
				<b>TOTAL OTROS RUBROS</b>	<b>\$ 34,150.57</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 174,903.44</b>

**PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA- SEDE CUENCA  
ESCENARIO 4  
CONEXIÓN A RED CON: LUMINARIAS ACTUALES EN PATIOS EXTERNOS SIN CONSIDERAR EL ESTADIO**

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO

Energía inyectada a la red Kwh/año	122176.31
Energía facturada de alumbrado exterior patios Kwh/año	82393.20
Tasa de descuento K [%]	6.01%
Incremento anual (tasa de inflación) [%]	1.13%
Costo de energía Kwh [USD]	\$ 0.095
Costo de mantenimiento [USD] (3)	\$ 909.50
Costo de facturación de alumbrado exterior patios [USD]	7329.6
Ingreso por energía inyectada a la red [USD]	\$ 11,606.75

Inversor red [USD] (1)	\$ 10,630.54	Vida útil [años]	20
------------------------	--------------	------------------	----

RUBROS	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>INGRESOS</b>																
Generación de energía inyectada a la red	\$ -	\$ 11,606.75	\$ 11,737.91	\$ 11,870.54	\$ 12,004.68	\$ 12,140.33	\$ 12,277.52	\$ 12,416.26	\$ 12,556.56	\$ 12,698.45	\$ 12,841.94	\$ 12,987.05	\$ 13,133.81	\$ 13,282.22	\$ 13,432.31	\$ 13,584.09
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ -	\$ 11,606.75	\$ 11,737.91	\$ 11,870.54	\$ 12,004.68	\$ 12,140.33	\$ 12,277.52	\$ 12,416.26	\$ 12,556.56	\$ 12,698.45	\$ 12,841.94	\$ 12,987.05	\$ 13,133.81	\$ 13,282.22	\$ 13,432.31	\$ 13,584.09
<b>EGRESOS o COSTOS</b>																
Inversión inicial	\$ 174,903.44															
Costos de Operación y Mantenimiento (3)	\$ -	\$ 909.50	\$ 919.78	\$ 930.17	\$ 940.68	\$ 951.31	\$ 962.06	\$ 972.93	\$ 983.92	\$ 995.04	\$ 1,006.29	\$ 1,017.66	\$ 1,029.16	\$ 1,040.79	\$ 1,052.55	\$ 1,064.44
Costo de facturación de alumbrado exterior patios [USD]		\$ 7,329.60	\$ 7,412.42	\$ 7,496.18	\$ 7,580.89	\$ 7,666.56	\$ 7,753.19	\$ 7,840.80	\$ 7,929.40	\$ 8,019.00	\$ 8,109.62	\$ 8,201.26	\$ 8,293.93	\$ 8,387.65	\$ 8,482.43	\$ 8,578.28
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 174,903.44	\$ 8,239.10	\$ 8,332.20	\$ 8,426.35	\$ 8,521.57	\$ 8,617.87	\$ 8,715.25	\$ 8,813.73	\$ 8,913.32	\$ 9,014.04	\$ 9,115.90	\$ 9,218.91	\$ 9,323.09	\$ 9,428.44	\$ 9,534.98	\$ 9,642.72
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ -174,903.44	\$ 3,367.65	\$ 3,405.71	\$ 3,444.19	\$ 3,483.11	\$ 3,522.47	\$ 3,562.27	\$ 3,603.53	\$ 3,643.24	\$ 3,684.40	\$ 3,726.04	\$ 3,768.14	\$ 3,810.72	\$ 3,853.78	\$ 3,897.33	\$ 3,941.37
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ -174,903.44	\$ 3,176.73	\$ 3,030.49	\$ 2,890.99	\$ 2,757.91	\$ 2,630.95	\$ 2,509.84	\$ 2,394.30	\$ 2,284.09	\$ 2,178.94	\$ 2,078.64	\$ 1,982.95	\$ 1,891.67	\$ 1,804.59	\$ 1,721.52	\$ 1,642.27
<b>PAY BACK</b>		\$ -171,535.79	\$ -168,130.08	\$ -164,685.89	\$ -161,202.78	\$ -157,680.31	\$ -154,118.04	\$ -150,515.51	\$ -146,872.28	\$ -143,187.87	\$ -139,461.84	\$ -135,693.69	\$ -131,882.97	\$ -128,029.19	\$ -124,131.86	\$ -120,190.49

RUBROS	AÑOS														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>INGRESOS</b>															
Generación de energía inyectada a la red	\$ 13,737.60	\$ 13,892.83	\$ 14,049.82	\$ 14,208.58	\$ 14,369.14	\$ 14,531.51	\$ 14,695.72	\$ 14,861.78	\$ 15,029.72	\$ 15,199.55	\$ 15,371.31	\$ 15,545.00	\$ 15,720.66	\$ 15,898.30	\$ 16,077.96
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ 13,737.60	\$ 13,892.83	\$ 14,049.82	\$ 14,208.58	\$ 14,369.14	\$ 14,531.51	\$ 14,695.72	\$ 14,861.78	\$ 15,029.72	\$ 15,199.55	\$ 15,371.31	\$ 15,545.00	\$ 15,720.66	\$ 15,898.30	\$ 16,077.96
<b>EGRESOS o COSTOS</b>															
Inversión inicial					\$ 10,750.67										
Costos de Operación y Mantenimiento (3)	\$ 1,076.47	\$ 1,088.63	\$ 1,100.94	\$ 1,113.38	\$ 1,125.96	\$ 1,138.68	\$ 1,151.55	\$ 1,164.56	\$ 1,177.72	\$ 1,191.03	\$ 1,204.49	\$ 1,218.10	\$ 1,231.86	\$ 1,245.78	\$ 1,259.86
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]	\$ 8,675.22	\$ 8,773.25	\$ 8,872.39	\$ 8,972.64	\$ 9,074.03	\$ 9,176.57	\$ 9,280.27	\$ 9,385.13	\$ 9,491.19	\$ 9,598.44	\$ 9,706.90	\$ 9,816.59	\$ 9,927.51	\$ 10,039.69	\$ 10,153.14
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 9,751.69	\$ 9,861.88	\$ 9,973.32	\$ 10,086.02	\$ 20,950.66	\$ 10,315.25	\$ 10,431.81	\$ 10,549.69	\$ 10,668.90	\$ 10,789.46	\$ 10,911.38	\$ 11,034.68	\$ 11,159.37	\$ 11,285.48	\$ 11,413.00
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ 3,985.91	\$ 4,030.95	\$ 4,076.50	\$ 4,122.56	\$ -6,581.52	\$ 4,216.26	\$ 4,263.90	\$ 4,312.08	\$ 4,360.81	\$ 4,410.09	\$ 4,459.92	\$ 4,510.32	\$ 4,561.29	\$ 4,612.83	\$ 4,664.95
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ 1,566.67	\$ 1,494.55	\$ 1,425.75	\$ 1,360.12	\$ -2,048.28	\$ 1,237.78	\$ 1,180.80	\$ 1,126.45	\$ 1,074.59	\$ 1,025.12	\$ 977.93	\$ 932.92	\$ 889.97	\$ 849.00	\$ 809.92
<b>PAY BACK</b>	\$ -116,204.58	\$ -112,173.63	\$ -108,097.14	\$ -103,974.57	\$ -100,000.00	\$ -96,339.83	\$ -93,027.93	\$ -89,763.84	\$ -86,543.03	\$ -83,369.94	\$ -80,248.70	\$ -77,174.42	\$ -74,142.42	\$ -71,150.49	\$ -68,204.58

**CALCULO DEL VAN**  
 $K = 6.01\%$   
 $INVERSION = \$ -174,903.44$   
 $VAN = \$ -126,024.25$

Deficit a la inversión actual	-72.1%
-------------------------------	--------

**COMO EL VAN ES NEGATIVO SEGÚN ESTE MÉTODO EL PROYECTO NO ES RENTABLE**

**CALCULO DEL TIR**  
 $TIR = -1.6\%$

**AL SER (-1,6%) MENOR QUE LA K (6,01%) EL PROYECTO NO ES RENTABLE SEGUN LA TIR**

**OBSERVACION:**

EL PROYECTO NO GENERA DESEMBOLSO.  
 SE PREVEE HACER USO DE LA POSIBLE INVERSIÓN CON DINERO PROPIO.  
 EL PROYECTO SI RECUPERA LA INVERSIÓN DURANTE EL TIEMPO QUE DURA EL PROYECTO.

**PLAZO DE RECUPACIÓN NORMAL**

PAY BACK	55.13 Recupera la inversión en 55 años 1 mes aproximadamente.
----------	---

**Nota:**

- Consideramos el 20% del valor de la inversión para mano de obra, tramites de instalación incluido fiscalización.
- Un sistema fotovoltaico dura 30 años (<https://www.greenidipity.co/cuanto-dura-un-sistema-fotovoltaico/>)
- Los costos de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos de generación de electricidad son bajos y son alrededor de un 0.5% a un 1.5% anual de los costos de inversión inicial (Breyer et al, 2009; IEA, 2010e).

PRESUPUESTO ESCENARIO 5

PROYECTO: CONEXIÓN A RED: PATIOS EXTERNOS CON CAMBIO DE LUMINARIAS A LED SIN CONSIDERAR EL ESTADIO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
<b>OBRA CIVIL</b>					
1.0	CASETA 2.0 X 3.00 M				<b>\$2,782.13</b>
	Muro de hormigón ciclopeo	m3	1.8	\$185.00	\$333.00
	Cadena H.A 15 x 20 cm	m	10	\$25.00	\$250.00
	Columna 15 x 20 cm	m	8	\$30.00	\$240.00
	Loseta de cubierta	m2	8.75	\$35.00	\$306.25
	Bloque e=7cm	m2	16.5	\$7.00	\$115.50
	Enlucido	m2	33	\$6.50	\$214.50
	Enlucido horizontal	m2	6.25	\$8.50	\$53.13
	Hornigon fc=210kg/cm2 para piso incluye acera e = 0.10m	m3	0.875	\$210.00	\$183.75
	Bordillo para acera 15 x 15 x 40cm	m	7	\$18.00	\$126.00
	Puerta 1.0 x 2.00m de madera	u	1	\$150.00	\$150.00
	Venta 0.50 x 1.50m de madera y vidrio	u	2	\$80.00	\$160.00
	Ducto 4 vias desde caja a rack de distribucion	m	10	\$30.00	\$300.00
	Caja de registro	u	1	\$225.00	\$225.00
	Punto de luz incluye	u	2	\$27.00	\$54.00
	Interruptor doble	u	2	\$5.50	\$11.00
	Toma de 12 v	u	2	\$30.00	\$60.00
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>					
2.0	SISTEMA FOTOVOLTAICO, ACOMETIDAS Y LUMINARIAS				<b>\$60,328.34</b>
	Paneles fotovoltaicos (AE SOLAR 330 W )	u	76	\$295.68	\$22,471.68
	Soporte1(Terraza)	u	76	\$162.50	\$12,350.00
	Inversor Red (Intengen) 20 KW	u	1	\$6,987.31	\$6,987.31
	Conductor AWG # 14	u	24	\$36.00	\$864.00
	Conductor AWG # 12	u	1	\$49.00	\$49.00
	Conductor AWG # 10	u	1	\$76.00	\$76.00
	Conductor AWG # 6	u	1	\$124.00	\$124.00
	Breakers 15 A	u	20	\$8.44	\$168.80
	Breakers 20 A	u	2	\$8.44	\$16.88
	Breakers 30 A	u	4	\$8.44	\$33.76
	Breakers 55 A	u	3	\$10.46	\$31.38
	Luminaria Sylveo Led 200W	u	17	\$245.70	\$4,176.90
	Luminaria Led Nova 180W	u	3	\$227.46	\$682.38
	Luminaria Led Nova 150W	u	2	\$215.30	\$430.60
	Luminaria Sylveo Led 122W	u	1	\$170.25	\$170.25
	Luminaria START eco Flood 100W	u	29	\$147.50	\$4,277.50
	Luminaria Led Nova 60W	u	1	\$114.26	\$114.26
	Luminaria Skyline Street 49W	u	3	\$48.95	\$146.85
	Luminaria Opera Led 45W	u	12	\$148.00	\$1,776.00
	Luminaria START eco Flood 30W	u	3	\$25.46	\$76.38
	Luminaria Pathe/G/R4 Sylvania 28W	u	35	\$35.49	\$1,242.15
	Luminaria Targ Round R MED 28W	u	3	\$30.79	\$92.37
	Luminaria Maviju 24W	u	28	\$22.95	\$642.60
	Luminaria ORION 20W	u	14	\$72.41	\$1,013.74
	Luminaria Maviju 20W	u	7	\$6.65	\$46.55
	Luminaria Maviju 18W	u	23	\$4.92	\$113.16
	Luminaria START eco Flood 10W	u	24	\$11.55	\$277.20
	Luminaria Delta global 10W	u	26	\$34.50	\$897.00
	Luminaria Delta global 5W	u	38	\$25.78	\$979.64
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>\$63,110.47</b>
<b>OTROS RUBROS</b>					
3.0	Mano de obra 20%				\$12,622.09
	Corte y reposición de hormigón				\$5,000.00
	Vehículo - grua				\$1,000.00
				<b>TOTAL OTROS RUBROS</b>	<b>\$18,622.09</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$81,732.56</b>

**PROYECTO IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA- SEDE CUENCA  
ESCENARIO 5  
CONEXIÓN A RED: PATIOS EXTERNOS CON CAMBIO DE LUMINARIAS A LED SIN CONSIDERAR EL ESTADIO**

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO

Energía inyectada a la red [Kwh/año]	35,810.79
Energía facturada de alumbrado patios LED Kwh/año	22,297.14
Energía facturada de alumbrado patios actuales Kwh/año	82,393.20
Tasa de descuento K [%]	6.01%
Incremento anual (tasa de inflación) [%]	1.13%
Costo de energía Kwh [USD]	\$ 0.095
Costo de mantenimiento [USD] (3)	\$ 408.66
Ingreso por energía inyectada a la red [USD]	\$ 3,402.03
Ingreso por ahorro en luminarias convencionales a LED [USD]	\$ 5,334.91
Costo de facturación de alumbrado patios LED Kwh/año	\$ 1,994.69
Costo de facturación de alumbrado patios actuales Kwh/año	\$ 7,329.60

Luminarias sin cambio L13 [USD] (1)	\$ 20,586.64	Vida útil [años]	15
Inversor red [USD] (1)	\$ 8,384.77		20

RUBROS	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>INGRESOS</b>																
Ahorro por cambio de luminarias convencionales a LED	0.00	\$ 5,334.91	\$ 5,395.19	\$ 5,456.16	\$ 5,517.81	\$ 5,580.16	\$ 5,643.22	\$ 5,706.99	\$ 5,771.47	\$ 5,836.69	\$ 5,902.65	\$ 5,969.35	\$ 6,036.80	\$ 6,105.02	\$ 6,174.00	\$ 6,243.77
Generación de energía inyectada a la red	0.00	\$ 3,402.03	\$ 3,440.47	\$ 3,479.35	\$ 3,518.66	\$ 3,558.42	\$ 3,598.63	\$ 3,639.30	\$ 3,680.42	\$ 3,722.01	\$ 3,764.07	\$ 3,806.60	\$ 3,849.62	\$ 3,893.12	\$ 3,937.11	\$ 3,981.60
<b>TOTAL INGRESOS</b>	0.00	\$ 8,736.93	\$ 8,835.66	\$ 8,935.50	\$ 9,036.47	\$ 9,138.58	\$ 9,241.85	\$ 9,346.28	\$ 9,451.90	\$ 9,558.70	\$ 9,666.72	\$ 9,775.95	\$ 9,886.42	\$ 9,998.13	\$ 10,111.11	\$ 10,225.37
<b>EGRESOS o COSTOS</b>																
Inversión inicial	\$ 81,732.56															\$ 24,366.07
Costos de operación y mantenimiento [USD] (3)	\$ -	\$ 408.66	\$ 413.28	\$ 417.95	\$ 422.67	\$ 427.45	\$ 432.28	\$ 437.16	\$ 442.10	\$ 447.10	\$ 452.15	\$ 457.26	\$ 462.43	\$ 467.65	\$ 472.94	\$ 478.28
Costo de facturación de alumbrado patios led [USD]		\$ 1,994.69	\$ 2,017.23	\$ 2,040.03	\$ 2,063.08	\$ 2,086.39	\$ 2,109.97	\$ 2,133.81	\$ 2,157.93	\$ 2,182.31	\$ 2,206.97	\$ 2,231.91	\$ 2,257.13	\$ 2,282.63	\$ 2,308.43	\$ 2,334.51
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 81,732.56	\$ 2,403.36	\$ 2,430.51	\$ 2,457.98	\$ 2,485.75	\$ 2,513.84	\$ 2,542.25	\$ 2,570.98	\$ 2,600.03	\$ 2,629.41	\$ 2,659.12	\$ 2,689.17	\$ 2,719.56	\$ 2,750.29	\$ 2,781.37	\$ 2,7178.87
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ -81,732.56	\$ 6,333.57	\$ 6,405.14	\$ 6,477.52	\$ 6,550.72	\$ 6,624.74	\$ 6,699.60	\$ 6,775.31	\$ 6,851.87	\$ 6,929.29	\$ 7,007.59	\$ 7,086.78	\$ 7,166.86	\$ 7,247.85	\$ 7,329.75	\$ -16,953.50
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ -81,732.56	\$ 5,974.51	\$ 5,699.48	\$ 5,437.11	\$ 5,186.82	\$ 4,948.06	\$ 4,720.28	\$ 4,502.99	\$ 4,295.70	\$ 4,097.96	\$ 3,909.31	\$ 3,729.36	\$ 3,557.68	\$ 3,393.91	\$ 3,237.68	\$ -7,064.10
<b>PAY BACK</b>		\$ -75,398.98	\$ -68,993.84	\$ -62,516.32	\$ -55,965.60	\$ -49,340.86	\$ -42,641.26	\$ -35,865.96	\$ -29,014.09	\$ -22,084.80	\$ -15,077.20	\$ -7,990.42	\$ -823.56	\$ 6,424.28	\$ 13,754.03	\$ -3,199.47

RUBROS	AÑOS														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>INGRESOS</b>															
Generación alumbrado	\$ 6,314.32	\$ 6,385.68	\$ 6,457.83	\$ 6,530.81	\$ 6,604.61	\$ 6,679.24	\$ 6,754.71	\$ 6,831.04	\$ 6,908.23	\$ 6,986.30	\$ 7,065.24	\$ 7,145.08	\$ 7,225.82	\$ 7,307.47	\$ 7,390.04
Generación de energía inyectada a la red	\$ 4,026.59	\$ 4,072.09	\$ 4,118.11	\$ 4,164.64	\$ 4,211.70	\$ 4,259.29	\$ 4,307.42	\$ 4,356.10	\$ 4,405.32	\$ 4,455.10	\$ 4,505.45	\$ 4,556.36	\$ 4,607.84	\$ 4,659.91	\$ 4,712.57
<b>TOTAL INGRESOS</b>	\$ 10,340.92	\$ 10,457.77	\$ 10,575.94	\$ 10,695.45	\$ 10,816.31	\$ 10,938.53	\$ 11,062.14	\$ 11,187.14	\$ 11,313.55	\$ 11,441.40	\$ 11,570.69	\$ 11,701.43	\$ 11,833.66	\$ 11,967.38	\$ 12,102.61
<b>EGRESOS o COSTOS</b>															
Inversión inicial					\$ 10,497.63										
Costos de operación y mantenimiento (3)	\$ 483.69	\$ 489.15	\$ 494.68	\$ 500.27	\$ 505.92	\$ 511.64	\$ 517.42	\$ 523.27	\$ 529.18	\$ 535.16	\$ 541.21	\$ 547.32	\$ 553.51	\$ 559.76	\$ 566.09
Costo de facturación de alumbrado estadio [USD]	\$ 2,360.89	\$ 2,387.57	\$ 2,414.55	\$ 2,441.84	\$ 2,469.43	\$ 2,497.33	\$ 2,525.55	\$ 2,554.09	\$ 2,582.95	\$ 2,612.14	\$ 2,641.66	\$ 2,671.51	\$ 2,701.70	\$ 2,732.23	\$ 2,763.10
<b>TOTAL EGRESOS</b>	\$ 2,844.58	\$ 2,876.73	\$ 2,909.23	\$ 2,942.11	\$ 13,472.99	\$ 3,008.97	\$ 3,042.98	\$ 3,077.36	\$ 3,112.14	\$ 3,147.30	\$ 3,182.87	\$ 3,218.83	\$ 3,255.21	\$ 3,291.99	\$ 3,329.19
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	\$ 7,496.33	\$ 7,581.04	\$ 7,666.71	\$ 7,753.34	\$ -2,656.68	\$ 7,929.56	\$ 8,019.16	\$ 8,109.78	\$ 8,201.42	\$ 8,294.10	\$ 8,387.82	\$ 8,482.60	\$ 8,578.45	\$ 8,675.39	\$ 8,773.42
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	\$ 2,946.45	\$ 2,810.82	\$ 2,681.43	\$ 2,557.99	\$ -826.80	\$ 2,327.91	\$ 2,220.74	\$ 2,118.52	\$ 2,020.99	\$ 1,927.96	\$ 1,839.21	\$ 1,754.54	\$ 1,673.78	\$ 1,596.73	\$ 1,523.22
<b>PAY BACK</b>	\$ 4,296.87	\$ 11,877.91	\$ 19,544.62	\$ 27,297.96	\$ 24,641.28	\$ 32,570.84	\$ 40,590.00	\$ 48,699.78	\$ 56,901.20	\$ 65,195.30	\$ 73,583.11	\$ 82,065.72	\$ 90,644.17	\$ 99,319.56	\$ 108,092.98

CALCULO DEL VAN

$$K = 6.01\%$$

$$INVERSION = \$ -81,732.56$$

$$VAN = \$ 3,067.68$$

Deficit a la inversión actual	3.75%
-------------------------------	-------

COMO EL VAN ES NEGATIVO SEGUN ESTE METODO EL PROYECTO NO ES RENTABLE

CALCULO DEL TIR

$$TIR = 0.21\%$$

AL SER [0,21 %] MENOR QUE LA K (6,01%) EL PROYECTO NO ES RENTABLE SEGUN LA

OBSERVACION:

EL PROYECTO NO GENERA DESEMBOLSO.  
SE PREVEE HACER USO DE LA POSIBLE INVERSION CON DINERO PROPIO.  
EL PROYECTO NO RECUPERA LA INVERSION DURANTE EL TIEMPO QUE DURA EL PROYECTO.

PLAZO DE RECUPACION NORMAL

PAY BACK	18.41 Recupera la inversión en 18 años 4 meses aproximadamente.
----------	---

Nota:

(1): Consideramos el 20% del valor de la inversión para mano de obra, tramites de instalación incluido fiscalización.

(2): Un sistema fotovoltaico dura 30 años (<https://www.greendipity.co/cuanto-dura-un-sistema-fotovoltaico/>)

(3): Los costos de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos de generación de electricidad son bajos y son alrededor de un 0,5% a un 1,5% anual de los costos de inversión inicial (Breyer et al, 2009; IEA, 2010c).

**Proyecto de UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA- SEDE CUENCA  
ESCENARIO 6 - LUMINARIAS LED PATIOS EXTERNOS**

FLUJO FINANCIERO DEL PROYECTO

Costo actual Alumbrado de patios [USD] /año	7293.90
Costo de energía Led patios exteriores [USD] /año	1856.94
Ingreso Anual [USD]	5436.96
Costo luminarias Led	17155.53
Tasa de descuento K	6.01%
Incremento anual (tasa de inflación)	1.13%
Costo de mantenimiento [USD] (3)	41.17

PATIOS ACTUALES	
Energía	81993.60 kWh/año
Facturación	7293.90 USD/año

LED PATIOS	
Energía	20751.30 Kwh / año
Facturación	1856.94 USD/ año

RUBROS	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>INGRESOS</b>																
Ahorro por cambio de alumbrado	0.00	5,436.96	5,498.39	5,560.53	5,623.36	5,686.90	5,751.16	5,816.15	5,881.88	5,948.34	6,015.56	6,083.53	6,152.28	6,221.80	6,292.10	6,363.20
<b>TOTAL INGRESOS</b>	0.00	5,436.96	5,498.39	5,560.53	5,623.36	5,686.90	5,751.16	5,816.15	5,881.88	5,948.34	6,015.56	6,083.53	6,152.28	6,221.80	6,292.10	6,363.20
<b>EGRESOS o COSTOS</b>																
Inversión inicial (1)	20,586.64															
Costos de Mantenimiento (3)	0.00	41.17	41.64	42.11	42.58	43.07	43.55	44.04	44.54	45.05	45.55	46.07	46.59	47.12	47.65	48.19
<b>TOTAL EGRESOS</b>	20,586.64	41.17	41.64	42.11	42.58	43.07	43.55	44.04	44.54	45.05	45.55	46.07	46.59	47.12	47.65	48.19
<b>FLUJO NETO DE CAJA (FCF)</b>	-20,586.64	5,395.78	5,456.75	5,518.42	5,580.77	5,643.84	5,707.61	5,772.11	5,837.33	5,903.29	5,970.00	6,037.46	6,105.69	6,174.68	6,244.45	6,315.02
<b>FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO</b>	-20,586.64	5,089.88	4,855.58	4,632.06	4,418.83	4,215.41	4,021.36	3,836.25	3,659.65	3,491.19	3,330.47	3,177.16	3,030.91	2,891.38	2,758.28	2,631.31
<b>PAY BACK</b>		-15,190.85	-9,734.10	-4,215.68	1,365.09	7,008.93	12,716.54	18,488.65	24,325.98	30,229.28	36,199.28	42,236.74	48,342.43	54,517.11	60,761.56	67,076.58

**CALCULO DEL VAN**

K = 6.01%  
 INVERSIÓN = -20,586.64  
 VAN = 35,453.09

Superavit a la inversión actual	172.21%
---------------------------------	---------

**COMO EL VAN ES POSITIVO SEGÚN ESTE MÉTODO EL PROYECTO ES RENTABLE**

**CALCULO DEL TIR**

TIR= 26.419%

**PLAZO DE RECUPACIÓN NORMAL**

PAY BACK **3,82** Recupera la inversión en 3 años 8 meses.

**AL SER (26,419%) MAYOR QUE LA K (6,01%) EL PROYECTO ES RENTABLE SEGUN LA TIR**

**OBSERVACIÓN:**

EL PROYECTO GENERA UN DESEMBOLSO ACTUAL DE 35.453,09 DÓLARES.  
 SE PREVEE HACER USO DE LA POSIBLE INVERSIÓN CON DINERO PROPIO.

EL PROYECTO ES RENTABLE, LA INVERSIÓN SE RECUPERA AL POCO TIEMPO QUE DURA EL PROYECTO.

**Nota:**

- (1): Consideramos el 20% del valor de la inversión para mano de obra, tramites de instalación incluido fiscalización.
- (2): Un sistema fotovoltaico dura 30 años (<https://www.greendipity.co/cuanto-dura-un-sistema-fotovoltaico/>)
- (3): Los costos de mantenimiento de las luminarias led son de poco a casi nulo (Ordoñez, 2015.; UCSG,Ecuador).

## ANEXO K: SIMULACIÓN PVSYST

## ESCENARIO 1

### CAMBIO TOTAL LED: CON ALMACENAMIENTO EN PATIOS Y CONEXION A RED INTERNA EN ESTADIO

#### Características del conjunto FV

<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	68 kWp	Potencia total	67 kWca
Total	206 módulos	Núm. de inversores	4 unidades
Área del módulo	409 m <sup>2</sup>	Proporción Phom	1.01
Área celular	374 m <sup>2</sup>		
<b>Almacenamiento de batería</b>			
<b>Batería</b>			
Fabricante	Generic		
Modelo	OPzV 3000 AH		
<b>Paquete de baterías</b>		<b>Características del paquete de baterías</b>	
Núm. de unidades	24 en series x 2 en paralelo	Voltaje	48 V
Descarga mín. SOC	20.0 %	Capacidad nominal	6000 Ah (C10)
Energía almacenada	231.0 kWh	Temperatura	Temperatura ambiente exterior
<b>Cargador de entrada de batería</b>			
Modelo	Genérico		
Máx. potencia de carga	25.0 kWcc		
Eficiencia máx./Euro	97.0/95.0 %		
<b>Inversor batería a red</b>			
Modelo	Genérico		
Máx. potencia descarga	2.6 kWca		
Eficiencia máx./Euro	97.0/95.0 %		

#### Pérdidas del conjunto

<b>Factor de pérdida térmica</b>		<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Temperatura módulo según irradiancia		Fracción de pérdida	-0.4 %
Uc (const)	20.0 W/m <sup>2</sup> K		Fracción de pérdida
Uv (viento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s		2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		<b>Factor de pérdida IAM</b>	
Fracción de pérdida	0.1 %	Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos i - 1)	
		Parám. bo	0.05

#### Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global	7.2 mΩ		
Fracción de pérdida	1.5 % en STC		
<b>Conjunto #1 - ALMACENAMIENTO</b>		<b>Conjunto #2 - CONEXION A RED - ESTADIO</b>	
Res. conjunto global	7.7 mΩ	Res. conjunto global	133 mΩ
Fracción de pérdida	1.5 % en STC	Fracción de pérdida	1.5 % en STC

**ESCENARIO 1****Sistema Conectado a la Red: Necesidades detalladas del usuario****Proyecto : SISTEMA FOTOVOLTAICO 1****Variante de simulación : PROYECTO UPS**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados		
Orientación Campos FV	inclinación	16°	acimut	30°
Módulos FV	Modelo	TP672M-310	Pnom	310 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	216	Pnom total	<b>67.0 kWp</b>
Inversor	Modelo	Ingecon Sun 40 TL M	Pnom	40.0 kW ac
Inversor	Modelo	TTL 1220 12 kW	Pnom	12.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	3.0	Pnom total	<b>64.0 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Cons. Doméstico	Constante durante el año	Global	20.70 MWh/año

**Cons. Doméstico, Constante durante el año, media = 57 kWh/día****Valores anuales**

	Número	Potencia	Utilización	Energía
Lamps (LED or fluo)	1	387 W/lámpara	13 h/día	4838 Wh/día
LAMP LED	1	8804 W/art.	5 h/día	44020 Wh/día
LUMINARIAS LED	1	122 W/art.	10 h/día	1220 Wh/día
Otras utilizaciones	1	2200 W total	3 h/día	6600 Wh/día
Consumidores en espera			24 h/día	24 Wh/día
Energía total diaria				56702 Wh/día

**PROYECTO UPS****Balances y resultados principales**

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	PRTemp
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	MWh	MWh	
<b>Enero</b>	169.6	75.95	17.00	152.1	145.8	8.764	1.758	1.757	6.431	0.809
<b>Febrero</b>	128.2	66.92	17.50	119.4	114.7	6.906	1.588	1.587	4.872	0.809
<b>Marzo</b>	133.9	74.71	16.50	130.8	126.0	7.583	1.758	1.757	5.328	0.810
<b>Abril</b>	134.4	75.90	17.60	137.8	133.2	8.017	1.701	1.700	5.836	0.821
<b>Mayo</b>	137.3	63.86	15.80	147.8	143.3	8.559	1.758	1.757	6.282	0.819
<b>Junio</b>	114.6	57.60	14.40	122.1	118.0	7.184	1.701	1.700	5.006	0.813
<b>Julio</b>	115.3	61.38	14.20	123.2	118.9	7.282	1.758	1.757	5.028	0.812
<b>Agosto</b>	148.8	65.10	14.60	157.1	152.1	9.161	1.758	1.757	6.891	0.825
<b>Septiembre</b>	145.8	72.30	14.80	145.6	140.8	8.534	1.701	1.700	6.352	0.825
<b>Octubre</b>	177.6	79.05	15.80	166.0	160.2	9.641	1.758	1.757	7.370	0.826
<b>Noviembre</b>	172.5	65.70	15.50	156.6	150.7	9.062	1.701	1.700	6.858	0.821
<b>Diciembre</b>	162.4	74.40	15.59	144.4	138.5	8.434	1.758	1.757	6.185	0.817
<b>Año</b>	1740.5	832.87	15.76	1703.0	1642.1	99.128	20.696	20.686	72.440	0.818

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
	T_Amb	Temperatura Ambiente	E_User	Energía suministrada al usuario
	GlobInc	Global incidente plano receptor	E_Solar	Energía del sol
			E_Grid	Energía inyectada en la red
			PRTemp	Weather corrected PR

## ESCENARIO 2

### CONEXIÓN A RED CON: LED PATIOS EXTERNOS Y HQI EN ESTADIO



PVsyst V7.1.7

#### Proyecto: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTVOLTAICO PARA UPS SEDE CUENCA



Variante: ESCENARIO 2

#### Resumen del proyecto

##### Sitio geográfico

Totoracocha  
Ecuador

##### Situación

Latitud -2.89 °S  
Longitud -78.99 °W  
Altitud 2521 m  
Zona horaria UTC-5

##### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

##### Datos meteo

Totoracocha  
Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético

#### Resumen del sistema

##### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

Plano fijo  
Inclinación/Azimut 16 / 30 °

##### Sin escena 3D definida, sin sombras

##### Sombreados cercanos

Sin sombreados

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Información del sistema

##### Conjunto FV

Núm. de módulos 380 unidades  
Pnom total 125 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades 1 Unidad  
Pnom total 110 kWca  
Proporción Pnom 1.140

#### Resumen de resultados

Energía producida 174.5 MWh/año    Producción específica 1391 kWh/kWp/año    Proporción rend. PR 81.79 %

### Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sin escena 3D definida, sin sombras

#### Orientación campo FV

##### Orientación

Plano fijo

Inclinación/Azimut 16 / 30 \*

#### Configuración de cobertizos

No 3D scene defined

#### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Perez, Meteorom separado  
Circunsolar

#### Horizonte

Horizonte libre

#### Sombreados cercanos

Sin sombreados

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

### Características del conjunto FV

#### Módulo FV

Fabricante Generico  
Modelo AE 330DGLM6-60 (1000)  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 330 Wp

Número de módulos FV 380 unidades

Nominal (STC) 125 kWp

Módulos 20 Cadenas x 19 En series

#### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 114 kWp

U mpp 661 V

I mpp 172 A

#### Potencia FV total

Nominal (STC) 125 kWp

Total 380 módulos

Área del módulo 754 m<sup>2</sup>

Área celular 689 m<sup>2</sup>

#### Inversor

Fabricante Generico  
Modelo Ingecon Sun 100TL 440V  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 110 kW/ca

Número de inversores 1 Unidad

Potencia total 110 kW/ca

Voltaje de funcionamiento 627-850 V

Proporción Pnom (CC:CA) 1.14

#### Potencia total del inversor

Potencia total 110 kW/ca

Núm. de inversores 1 Unidad

Proporción Pnom 1.14

### Pérdidas del conjunto

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 20.0 W/m<sup>2</sup>/K

Uv (viento) 0.0 W/m<sup>2</sup>/K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 63 mΩ

Fracción de pérdida 1.5 % en STC

#### Pérdida de calidad módulo

Fracción de pérdida -1.3 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Fracción de pérdida 2.0 % en MPP

#### Pérdidas de desajuste de cadenas

Fracción de pérdida 0.1 %

#### Factor de pérdida IAM

Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos i - 1)

Parám. bo 0.05

## Resultados principales

### Producción del sistema

Energía producida 174.5 MWh/año

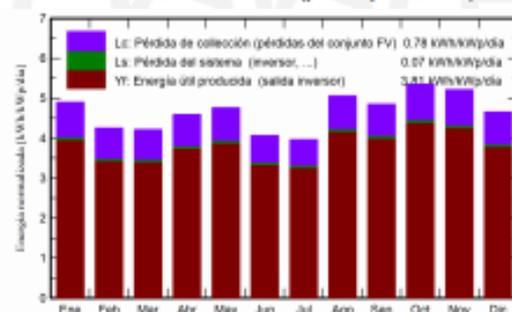
Producción específica

1391 kWh/kWp/año

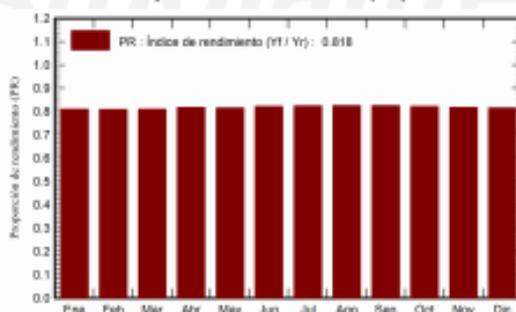
Proporción de rendimiento (PR)

81.79 %

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR	PRTemp
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	proporción	proporción
Enero	169.6	76.00	17.00	151.9	145.9	15.68	15.43	0.810	0.814
Febrero	128.2	66.90	17.50	119.1	114.9	12.29	12.08	0.808	0.810
Marzo	133.9	74.70	16.50	130.6	126.6	13.52	13.27	0.810	0.812
Abril	134.4	75.90	17.60	137.7	133.9	14.35	14.11	0.817	0.821
Mayo	137.3	63.90	15.80	147.7	143.8	15.37	15.10	0.815	0.822
Junio	114.6	57.60	14.40	122.0	118.4	12.81	12.58	0.822	0.816
Julio	115.3	61.40	14.20	122.9	119.2	12.94	12.71	0.825	0.816
Agosto	148.8	65.10	14.60	156.8	152.6	16.49	16.22	0.825	0.827
Septiembre	145.8	72.30	14.80	145.5	141.4	15.32	15.07	0.826	0.825
Octubre	177.6	79.00	15.80	165.9	160.7	17.37	17.09	0.822	0.827
Noviembre	172.5	65.70	15.50	156.4	150.8	16.32	16.04	0.818	0.822
Diciembre	162.4	74.40	15.58	144.3	138.6	15.01	14.76	0.815	0.812
Año	1740.4	832.90	15.76	1700.9	1646.8	177.47	174.46	0.818	0.819

### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T\_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E\_Grid Energía inyectada en la red

PR Proporción de rendimiento

PRTemp PR corregido por el clima

## ESCENARIO 3

# CAMBIO TOTAL DE LUMINARIAS A LED, ALIMENTACION DEL SISTEMA FOTOLVOLTAICO A RED UPS



PVsyst V7.1.7

Proyecto: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA  
FOTVOLTAICO PARA UPS



Variante: ESCENARIO 3

KARINA CHINDON

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Totoracochoa

Ecuador

#### Datos meteo

Totoracochoa

Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético

#### Situación

Latitud -2.89 °S

Longitud -78.99 °W

Altitud 2521 m

Zona horaria UTC-5

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

#### Orientación campo FV

Plano fijo

Inclinación/Azimut 16 / 30 °

#### Información del sistema

##### Conjunto FV

Núm. de módulos 208 unidades

Pnom total 68.6 kWp

#### Sin escena 3D definida, sin sombras

#### Sombreados cercanos

Sin sombreados

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Inversores

Núm. de unidades 1 Unidad

Pnom total 66.0 kWca

Proporción Pnom 1.040

### Resumen de resultados

Energía producida

93.84 MWh/año

Producción específica

1367 kWh/kWp/año

Proporción rend. PR

80.37 %

### Parámetros generales

<b>Sistema conectado a la red</b>	Sin escena 3D definida, sin sombras	
<b>Orientación campo FV</b>		
<b>Orientación</b>	<b>Configuración de cobertizos</b>	<b>Modelos usados</b>
Plano fijo	No 3D scene defined	Transposición Perez
Inclinación/Azímuth 16 / 30 °		Difuso Perez, Meteorom separado
	<b>Sombreados cercanos</b>	<b>Necesidades del usuario</b>
<b>Horizonte</b>	Sin sombreados	Carga ilimitada (red)
Horizonte libre		

### Características del conjunto FV

<b>Módulo FV</b>		<b>Inversor</b>	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	AE 330DGLM6-60 (1000)	Modelo	Ingecon Sun 160TL 400V
(Definición de parámetros personalizados)		(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	330 Wp	Unidad Nom. Potencia	66.0 kWca
Número de módulos FV	208 unidades	Número de inversores	1 Unidad
Nominal (STC)	68.6 kWp	Potencia total	66.0 kWca
Módulos	13 Cadenas x 16 En series	Voltaje de funcionamiento	405-750 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Potencia máx. (=>25°C)	69.0 kWca
Pmpp	62.3 kWp	Proporción Pnom (CC:CA)	1.04
U mpp	556 V		
I mpp	112 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	69 kWp	Potencia total	66 kWca
Total	208 módulos	Núm. de inversores	1 Unidad
Área del módulo	413 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.04
Área celular	377 m <sup>2</sup>		

### Pérdidas del conjunto

<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdidas de cableado CC</b>	<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>
Temperatura módulo según irradiancia	Res. conjunto global 82 mΩ	Fración de pérdida 2.0 %
Uc (const) 20.0 W/m <sup>2</sup> K	Fración de pérdida 1.5 % en STC	
Uv (viento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s		
<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>
Fración de pérdida -1.3 %	Fración de pérdida 2.0 % en MPP	Fración de pérdida 0.1 %
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos i - 1)		
Parám. bo 0.05		

## Resultados principales

### Producción del sistema

Energía producida 93.84 MWh/año

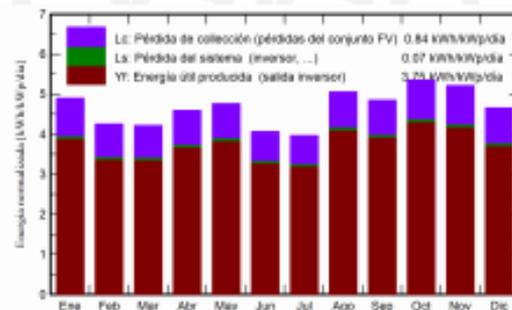
Producción específica

1367 kWh/kWp/año

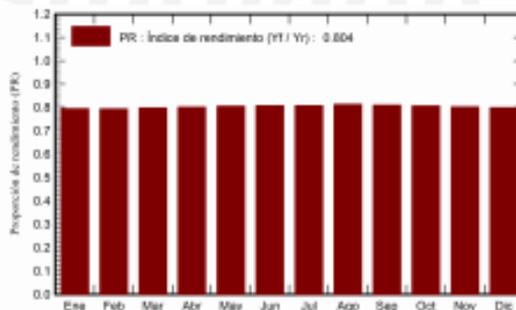
Proporción de rendimiento (PR)

80.37 %

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción	EArrMPP MWh
Enero	169.6	76.00	17.00	151.9	145.9	8.436	8.285	0.795	8.436
Febrero	128.2	66.90	17.50	119.1	114.9	6.618	6.490	0.794	6.618
Marzo	133.9	74.70	16.50	130.6	126.6	7.305	7.162	0.799	7.305
Abril	134.4	75.90	17.60	137.7	133.9	7.725	7.581	0.802	7.725
Mayo	137.3	63.90	15.80	147.7	143.8	8.327	8.172	0.806	8.327
Junio	114.6	57.60	14.40	122.0	118.4	6.905	6.764	0.808	6.905
Julio	115.3	61.40	14.20	122.9	119.2	6.956	6.817	0.808	6.956
Agosto	148.8	65.10	14.60	156.8	152.6	8.901	8.750	0.813	8.901
Septiembre	145.8	72.30	14.80	145.5	141.4	8.247	8.097	0.811	8.247
Octubre	177.6	79.00	15.80	165.9	160.7	9.345	9.186	0.807	9.345
Noviembre	172.5	65.70	15.50	156.4	150.8	8.772	8.617	0.803	8.772
Diciembre	162.4	74.40	15.58	144.3	138.6	8.066	7.915	0.799	8.066
Año	1740.4	832.90	15.76	1700.9	1646.8	95.601	93.836	0.804	95.601

### Legendas

GlobHor Irradiación horizontal global  
 DiffHor Irradiación difusa horizontal  
 T\_Amb Temperatura ambiente  
 GlobInc Global incidente plano receptor  
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto  
 E\_Grid Energía inyectada en la red  
 PR Proporción de rendimiento  
 EArrMPP Energía virtual del conjunto en MPP

## ESCENARIO 4

# CONEXIÓN A RED CON: LUMINARIAS ACTUALES EN PATIOS EXTERNOS SIN CONSIDERAR EL ESTADIO



PVsyst V7.1.7

Proyecto: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA  
FOTOVOLTAICO PARA UPS SEDE CUENCA



Variante: ESCENARIO 4

### KARINA CHINDON Resumen del proyecto

<b>Sitio geográfico</b> Totoracocho Ecuador	<b>Situación</b> Latitud -2.89 °S Longitud -78.99 °W Altitud 2521 m Zona horaria UTC-5	<b>Configuración del proyecto</b> Albedo 0.20
<b>Datos meteo</b> Totoracocho Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

### Resumen del sistema

<b>Sistema conectado a la red</b>  <b>Orientación campo FV</b> Plano fijo Inclinación/Azimut 16 / 30 °	<b>Sin escena 3D definida, sin sombras</b>  <b>Sombreados cercanos</b> Sin sombreados	<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)
<b>Información del sistema</b> <b>Conjunto FV</b> Núm. de módulos 266 unidades Pnom total 87.8 kWp	<b>Inversores</b> Núm. de unidades 1 Unidad Pnom total 77.0 kWca Proporción Pnom 1.140	

### Resumen de resultados

Energía producida 120.7 MWh/año	Producción específica 1375 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 80.85 %
---------------------------------	--	-----------------------------

### Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sin escena 3D definida, sin sombras

#### Orientación campo FV

##### Orientación

Plano fijo

Inclinación/Azimut 16 / 30 °

#### Configuración de cobertizos

No 3D scene defined

#### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Perez, Meteornorm  
Circunsolar separado

#### Horizonte

Horizonte libre

#### Sombreados cercanos

Sin sombreados

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

### Características del conjunto FV

#### Módulo FV

Fabricante

Generic

Modelo

AE 330DGLM6-60 (1000)

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia

330 Wp

Número de módulos FV

266 unidades

Nominal (STC)

87.8 kWp

Módulos

19 Cadenas x 14 En series

#### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp

79.7 kWp

U mpp

487 V

I mpp

164 A

#### Potencia FV total

Nominal (STC)

88 kWp

Total

266 módulos

Área del módulo

528 m<sup>2</sup>

Área celular

483 m<sup>2</sup>

#### Inversor

Fabricante

Generic

Modelo

Ingecon Sun 160TL 400V

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia

77.0 kWca

Número de inversores

1 Unidad

Potencia total

77.0 kWca

Voltaje de funcionamiento

405-750 V

Potencia máx. (=>25°C)

93.0 kWca

Proporción Pnom (CC:CA)

1.14

#### Potencia total del inversor

Potencia total

77 kWca

Núm. de inversores

1 Unidad

Proporción Pnom

1.14

### Pérdidas del conjunto

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const)

20.0 W/m<sup>2</sup>K

Uv (viento)

0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global

49 mΩ

Fracción de pérdida

1.5 % en STC

#### Pérdida de calidad módulo

Fracción de pérdida

-1.3 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Fracción de pérdida

2.0 % en MPP

#### Pérdidas de desajuste de cadenas

Fracción de pérdida

0.1 %

#### Factor de pérdida IAM

Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo/(cos i - 1)

Parám. bo

0.05

## Resultados principales

### Producción del sistema

Energía producida 120.7 MWh/año

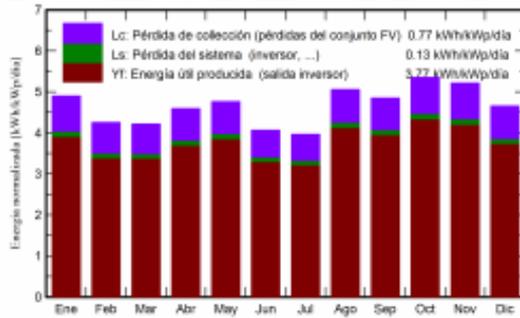
Producción específica

1375 kWh/kWp/año

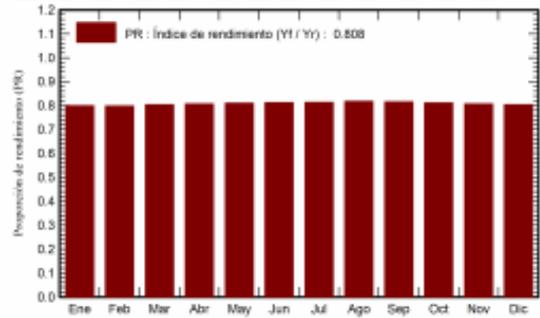
Proporción de rendimiento (PR)

80.85 %

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR	PRTemp
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	proporción	proporción
Enero	169.6	76.00	17.00	151.9	145.9	11.01	10.68	0.800	0.804
Febrero	128.2	66.90	17.50	119.1	114.9	8.63	8.35	0.796	0.800
Marzo	133.9	74.70	16.50	130.6	126.6	9.53	9.21	0.803	0.805
Abril	134.4	75.90	17.60	137.7	133.9	10.08	9.76	0.807	0.811
Mayo	137.3	63.90	15.80	147.7	143.8	10.86	10.50	0.810	0.817
Junio	114.6	57.60	14.40	122.0	118.4	9.01	8.70	0.813	0.807
Julio	115.3	61.40	14.20	122.9	119.2	9.08	8.77	0.813	0.805
Agosto	148.8	65.10	14.60	156.8	152.6	11.61	11.25	0.817	0.820
Septiembre	145.8	72.30	14.80	145.5	141.4	10.76	10.42	0.816	0.815
Octubre	177.6	79.00	15.80	165.9	160.7	12.19	11.82	0.811	0.816
Noviembre	172.5	65.70	15.50	156.4	150.8	11.45	11.08	0.807	0.811
Diciembre	162.4	74.40	15.58	144.3	138.6	10.52	10.19	0.804	0.801
Año	1740.4	832.90	15.76	1700.9	1646.8	124.74	120.71	0.808	0.810

### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global  
 DiffHor Irradiación difusa horizontal  
 T\_Amb Temperatura ambiente  
 GlobInc Global incidente plano receptor  
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto  
 E\_Grid Energía inyectada en la red  
 PR Proporción de rendimiento  
 PRTemp PR corregido por el clima

## ESCENARIO 5

# CONEXIÓN A RED: PATIOS EXTERNOS CON CAMBIO DE LUMINARIAS A LED SIN CONSIDERAR EL ESTADIO



PVsyst V7.1.7

### Proyecto: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA UPS SEDE CUENCA



Variante: ESCENARIO 5

KARINA CHINDON

#### Resumen del proyecto

<b>Sitio geográfico</b> Totoracocho Ecuador	<b>Situación</b> Latitud -2.89 °S Longitud -78.99 °W Altitud 2521 m Zona horaria UTC-5	<b>Configuración del proyecto</b> Albedo 0.20
<b>Datos meteo</b> Totoracocho Meteonorm 7.2 (1991-2010) - Sintético		

#### Resumen del sistema

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sin escena 3D definida, sin sombras</b>	
<b>Orientación campo FV</b> Plano fijo Inclinación/Azimut 16 / 30 °	<b>Sombreados cercanos</b> Sin sombreados	<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)
<b>Información del sistema</b> <b>Conjunto FV</b> Núm. de módulos 76 unidades Pnom total 25.08 kWp	<b>Inversores</b> Núm. de unidades 2 unidades Pnom total 40.0 kWca Proporción Pnom 0.627	

#### Resumen de resultados

Energía producida	34.25 MWh/año	Producción específica	1366 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	80.29 %
-------------------	---------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sin escena 3D definida, sin sombras

#### Orientación campo FV

##### Orientación

Plano fijo

Inclinación/Azimut 16 / 30 °

#### Configuración de cobertizos

No 3D scene defined

#### Modelos usados

Transposición

Perez

Difuso Perez, Meteorom

Circunsolar

separado

#### Horizonte

Horizonte libre

#### Sombreados cercanos

Sin sombreados

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

### Características del conjunto FV

#### Módulo FV

Fabricante

Generic

Modelo

AE 330DGLM6-60 (1000)

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia

330 Wp

Número de módulos FV

76 unidades

Nominal (STC)

25.08 kWp

Módulos

4 Cadenas x 19 En series

#### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp

22.76 kWp

U mpp

661 V

I mpp

34 A

#### Potencia FV total

Nominal (STC)

25 kWp

Total

76 módulos

Área del módulo

151 m<sup>2</sup>

Área celular

138 m<sup>2</sup>

#### Inversor

Fabricante

Generic

Modelo

Ingecon Sun 20TL M

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia

20.0 kWca

Número de inversores

2 \* MPPT 0.60 2 unidades

Potencia total

40.0 kWca

Voltaje de funcionamiento

200-820 V

Proporción Pnom (CC:CA)

0.63

#### Potencia total del inversor

Potencia total

40 kWca

Núm. de inversores

2 unidades

Proporción Pnom

0.63

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Fracción de pérdida

2.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const)

20.0 W/m<sup>2</sup>K

Uv (viento)

0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global

315 mΩ

Fracción de pérdida

1.5 % en STC

#### Pérdida de calidad módulo

Fracción de pérdida

-1.3 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Fracción de pérdida

2.0 % en MPP

#### Pérdidas de desajuste de cadenas

Fracción de pérdida

0.1 %

#### Factor de pérdida IAM

Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos i - 1)

Parám. bo

0.05

## Resultados principales

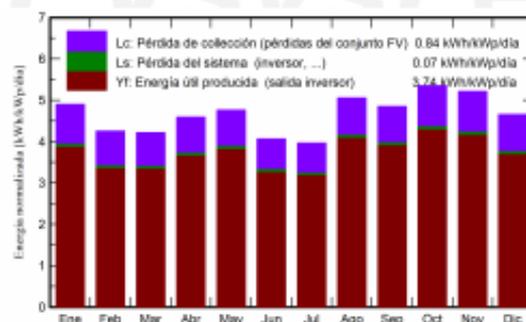
### Producción del sistema

Energía producida 34.25 MWh/año

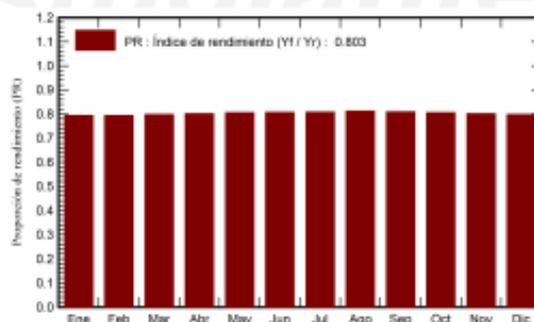
Producción específica 1366 kWh/kWp/año

Proporción de rendimiento (PR) 80.29 %

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR	PRTemp
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	proporción	proporción
Enero	169.6	76.00	17.00	151.9	143.0	3.083	3.024	0.794	0.798
Febrero	128.2	66.90	17.50	119.1	112.6	2.418	2.371	0.793	0.795
Marzo	133.9	74.70	16.50	130.6	124.1	2.670	2.617	0.799	0.800
Abril	134.4	75.90	17.60	137.7	131.2	2.823	2.767	0.801	0.805
Mayo	137.3	63.90	15.80	147.7	140.9	3.044	2.983	0.806	0.812
Junio	114.6	57.60	14.40	122.0	116.1	2.523	2.470	0.807	0.802
Julio	115.3	61.40	14.20	122.9	116.8	2.542	2.490	0.808	0.800
Agosto	148.8	65.10	14.60	156.8	149.6	3.253	3.193	0.812	0.814
Septiembre	145.8	72.30	14.80	145.5	138.5	3.014	2.954	0.809	0.809
Octubre	177.6	79.00	15.80	165.9	157.5	3.416	3.351	0.805	0.810
Noviembre	172.5	65.70	15.50	156.4	147.8	3.206	3.145	0.802	0.806
Diciembre	162.4	74.40	15.58	144.3	135.8	2.947	2.888	0.798	0.795
Año	1740.4	832.90	15.76	1700.9	1613.9	34.939	34.253	0.803	0.804

### Legendas

GlobHor Irradiación horizontal global  
 DiffHor Irradiación difusa horizontal  
 T\_Amb Temperatura ambiente  
 GlobInc Global incidente plano receptor  
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto  
 E\_Grid Energía inyectada en la red  
 PR Proporción de rendimiento  
 PRTemp PR corregido por el clima