

**Universidad Católica De Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica**



**DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO E  
INTERCONECTADO DE 100 KW PARA EL AUTOABASTECIMIENTO  
ELÉCTRICO, Y REDISEÑO DE LA ILUMINACIÓN EXISTENTE USANDO  
LÁMPARAS LED, PARA EL FUNDO LA CATÓLICA MAJES**

Tesis presentada por los Bachilleres:  
**Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto**  
**Pauca Cuarite, Christian Yovanny**  
para optar por el Título Profesional de  
**Ingeniero Mecánico Electricista**

**Asesor:**  
**Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrián**

**Arequipa, Perú**

**2018**



*Universidad Católica de Santa María*

☎ (51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Aparta

AREQUIPA - PERÚ

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA  
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

INFORME DICTAMINATORIO

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AUTONOMO  
E INTERCONECTADO DE 100 KW PARA EL  
AUTOABASTECIMIENTO ELECTRICO, Y REDISEÑO DE LA  
ILUMINACION EXISTENTE USANDO LAMPARAS LED, PARA EL  
FUNDO LA CATOLICA MAJES”**

Presentado por el Bachiller:

PAUCA CUARITE, Christian Yovanny

MENDOZA DALGUERRE, Jorge Roberto

Nuestro **DICTAMEN** es:

\_\_\_\_\_ *Aprobado* \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_ *Sin observaciones* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Arequipa, 15 de Noviembre 2018

\_\_\_\_\_  
ING. LUIS CHIRINÓS APAZA

\_\_\_\_\_  
ING. DEIDAMIA CHANI OLLACHICA

## DEDICATORIA

*A Dios, por darme la oportunidad de llegar a este momento tan importante en mi vida, así como también ser mi guía espiritual en cada paso que doy, ya que gracias a ti tengo todo lo que tengo, soy quien soy, y lo puedo disfrutar a tu lado.*

*A mi madre Brenda, quien fue la persona que estuvo desde un principio en mi trayectoria académica, de vida. Además de estar conmigo siempre guiándome con sus enseñanzas para no desistir y continuar con mis metas trazadas. Mi padre Moisés, que siempre creyó en mí y fue un ejemplo en mi vida.*

*Mis hermanos, Alberto y Lucia que estuvieron conmigo brindándome su ayuda y apoyo incondicional siempre. Mi tío Tomas quien con sus consejos me motivo a seguir siempre adelante y a no desistir por más difícil que sea el camino.*

*Mi hermano Moisés (QEPD) y mi tía Iris (QEPD), quienes desde arriba bendicen mi vida y cuidan de ella en cada paso que dé. Todos aquellos familiares y amigos que siempre confiaron en mí, así como también a mis maestros que con sus enseñanzas lograron mi formación profesional.*

**Christian Yovanny Pauca Cuarite**

*A Dios, por darme la oportunidad de realizar este trabajo en las mejores condiciones posibles, por mantener a mi familia, a mis amigos, y a mí con salud durante este tiempo, por ayudarme a desarrollarme mejor como persona.*

*A mis padres Jorge y Gladys, y a mi hermana Karla, por su amor, comprensión, guía y apoyo constantes, los cuales me dieron las fuerzas necesarias para seguir adelante. A mi tía María y mi tío Mario, por sus valiosos consejos y su preocupación por el avance del trabajo. A mis abuelitos Jorge y Leonor (QEPD), y Hugo y Dora por todo su amor y por las bendiciones que recibo de ellos.*

*A Renato Navarrete, por su constante apoyo y guía en temas técnicos, los cuales fueron indispensables para establecer las bases del proyecto, y nos permitió llegar a este punto.*

*A mis amigos Jean, Víctor, Diego y Daniel, por su compañía y apoyo, y a Christian, por ser un excelente compañero de trabajo, que brindo todo su empeño y voluntad, y que a pesar de las frustraciones que pasamos, nunca se rindió y me mantuvo de pie en este camino.*

**Jorge Roberto Mendoza Dalguerre**

## AGRADECIMIENTOS

Ing. Luis Chirinos, por su apoyo incondicional, su confianza, y su experta y atenta asesoría, que dirigieron el proyecto por un buen camino.

Ing. Deidamia Chani, por su valiosa atención y apoyo, guiando uno de los aspectos más importantes de la tesis.

Mgter. Marco Carpio, por su tiempo, comprensión con el procedimiento que se tomó en este trabajo.

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica y al personal que lo integra, por su cordial atención y constante guía.

## RESUMEN

La presente tesis realiza el diseño de los dos tipos de centrales fotovoltaicas existentes: autónoma e interconectada a red; con el fin de autoabastecer la demanda futura de consumo eléctrico del fundo de nuestra casa de estudios (Universidad Católica Santa María) ubicado en la irrigación Majes, y escoger cuál de las dos opciones es más conveniente tanto en aspectos técnicos y económicos. Además, abarca el rediseño de la iluminación tanto en áreas externas como internas mediante el cambio de luminarias actuales por lámparas LED.

En el primer capítulo, se muestra la realidad problemática, objetivos por la que fue realizada la presente tesis, así como también antecedentes relacionados a nuestra investigación, para terminar, hablando del contexto actual de la energía solar en el mundo.

En el segundo capítulo, se muestra los principales fundamentos teóricos de la energía solar, también la descripción referida a centrales fotovoltaicas ya sea de tipo conectada a red o aislada, y los conceptos más importantes de iluminación.

En el tercer capítulo, se elaboran los cálculos de ingeniería del proyecto considerando parámetros como ubicación, radiación solar del lugar, cantidad de consumo eléctrico que este tendrá, y siguiéndose el diseño que propone el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), se elaboró el dimensionamiento y selección de componentes de ambos sistemas fotovoltaicos, también de las conexiones eléctricas y elementos de protección y maniobra. Dicho capítulo abarca también el rediseño de la iluminación existente, regidos por las normas vigentes, para los ambientes internos y externos del fundo.

En el cuarto capítulo, se abarca el estudio del impacto ambiental que se tiene usando el concesionario y los diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos cuantificándose la cantidad de kilogramos de emisiones tóxicas que se lanzan a la atmósfera. También se menciona como debe ser el mantenimiento de estos sistemas. Finalmente, se determina la viabilidad económica de los dos tipos de sistemas, demostrando que el sistema interconectado es más rentable.

**Palabras clave:** Central fotovoltaica, lámparas LED, energía solar, conectada a red, aislada.

## ABSTRACT

In this thesis, we will develop the two main types of photovoltaic power plants, off-grid and on-grid, with the purpose of supplying all future electrical energy demands for this estate, belonging to our House of Studies (Catholic University of Santa Maria), located in Majes, and then choose which option is the most convenient in technical and economic terms. Also, we will redesign the lighting for both internal and external areas by changing all existing lamps with LED lamps.

In the first chapter, we will show our problematic reality, our objectives for developing this project, then records of similar projects that served as basis for our investigation, and finally talk about the current context of solar energy in the world.

In the second chapter, we will show the main theoretical foundation of solar energy, as well as a description for both types of photovoltaic power plants (off-grid and on-grid), and the most important concepts of lighting.

In the third chapter, all engineering calculations will be made, considering parameters such as location of the power plant, solar radiation, the electrical consumption of the estate, and then based on a design proposed by the Institute for the Diversification and Saving of Energy (IDAE in Spanish), we chose all the components for both photovoltaic systems, then we designed the electrical connections and the protection elements. In this chapter we also redesign the existing lighting system, abiding by the current regulations, for internal and external areas.

In the fourth chapter. We study the environmental impact that may happen with the current electrical supply system and with the two photovoltaic systems that were developed, quantifying the amount of kilograms of toxic gases emitted to the atmosphere. The maintenance required for these systems will also be indicated. Finally, we will determine the economic viability for both systems, where we conclude that the on-grid system is more economically viable.

**Key words:** Photovoltaic power plant, LED lamps, solar energy, off-grid, on-grid.

## INTRODUCCION

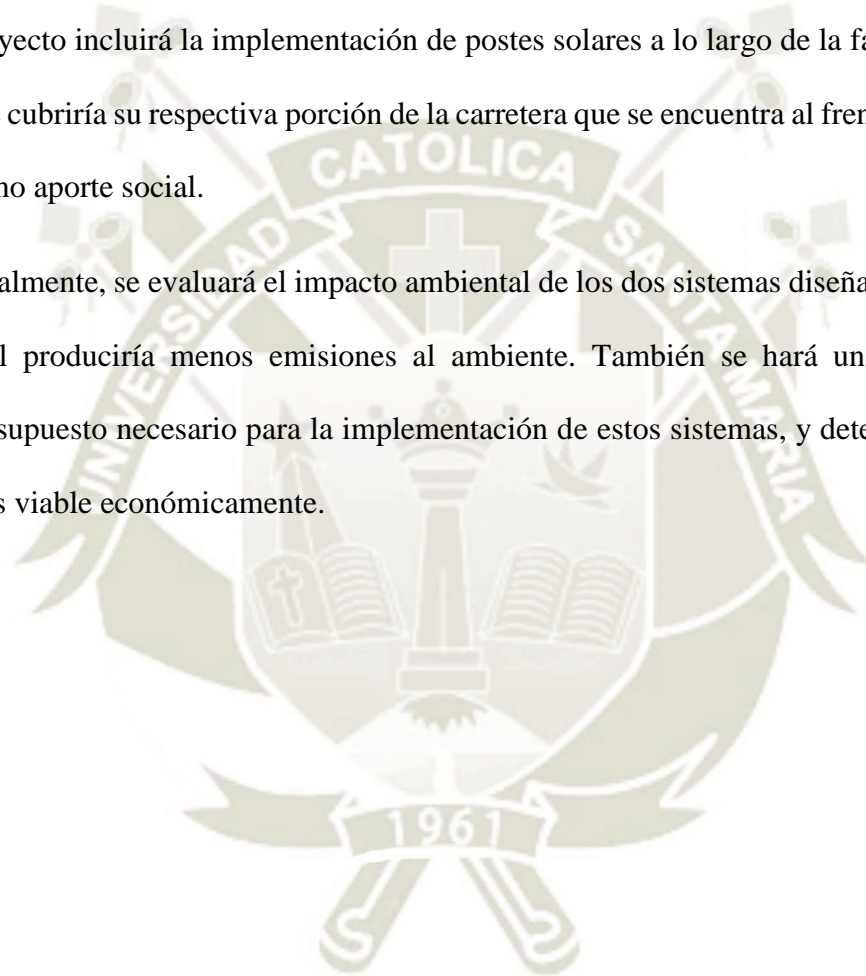
La energía solar en el mundo moderno es una de las formas más confiables de energías renovables, y la tecnología usada para su aprovechamiento se encuentra en constante desarrollo y mejora. Se tiene a España, Alemania y China como principales usuarios de esta energía, y que, junto a otros países como Estados Unidos y Japón, lograron alcanzar altas potencias instaladas, de 300 GW en el 2016, con una proyección de 400 GW para el 2018, y posiblemente se podría llegar a 700 GW en el 2021.

En el contexto peruano, esta energía está muy por detrás de otras fuentes más convencionales, como la energía hidráulica y la térmica. Sin embargo, el potencial de la energía solar en el Perú es alta, y solo se requiere de un mayor empuje en el desarrollo de esta energía para que su porcentaje de aporte al país crezca. El objetivo de esta tesis es principalmente diseñar un sistema solar fotovoltaico para el Fundo La Católica, ubicada en Majes, Arequipa. El departamento de Arequipa, y específicamente la región de Majes, tienen excelentes índices de radiación solar, lo cual lo hace una ubicación perfecta para un sistema fotovoltaico. Al mismo tiempo este proyecto sería capaz de mejorar la calidad de vida en el fundo para los estudiantes, profesores y demás trabajadores, en que se les proveería de un sistema de alta confiabilidad para el suministro eléctrico, a diferencia de su situación actual, en la cual la electricidad es provista por SEAL, la cual, en momentos, es cortada sin aviso por fallos en la red, afectando las actividades de producción del fundo, siendo la principal la planta de lácteos, así como las actividades académicas.

Se escogió diseñar dos sistemas distintos, un sistema interconectado, y un sistema aislado, los cuales serán puestos a comparación en los aspectos técnicos, ambientales y económicos, para decidir cuál sistema sería el más conveniente para el fundo.

El objetivo secundario de esta tesis es rediseñar el sistema de iluminación actual, con la meta de obtener mejores resultados luminotécnicos de los que se tienen actualmente. Para esto, se hará uso de las lámparas LED, cuyo bajo consumo de potencia y mejor calidad lumínica permitirían alcanzar esta meta. Esto se aplicará tanto para los ambientes internos, así como sus exteriores, utilizando postes solares para el último. Además, el proyecto incluirá la implementación de postes solares a lo largo de la fachada del fondo, que cubriría su respectiva porción de la carretera que se encuentra al frente, lo cual servirá como aporte social.

Finalmente, se evaluará el impacto ambiental de los dos sistemas diseñados, comparando cual produciría menos emisiones al ambiente. También se hará una evaluación del presupuesto necesario para la implementación de estos sistemas, y determinar cuál es el más viable económicamente.



## INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCION .....	vi
CAPITULO I INTRODUCCION .....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	1
1.1.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA .....	1
1.1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
1.3. ALCANCES.....	3
1.4. HIPOTESIS.....	4
1.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	4
1.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....	4
1.5. ANTECEDENTES.....	5
1.6. LA ENERGIA SOLAR EN EL MUNDO.....	8
CAPITULO II MARCO TEORICO .....	11
2.1. RADIACION SOLAR .....	11
2.1.1. GEOMETRIA SOLAR .....	11
2.1.2. RECORRIDO DE LA RADIACION SOLAR.....	15
2.1.3. HORAS DE SOL PICO (H.S.P.) .....	16
2.2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	17
2.2.1. GENERACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA .....	17
2.2.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	26
2.2.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	28
2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	38
2.3. ILUMINACION.....	39
2.3.1. ILUMINANCIA.....	39
2.3.2. LUMINANCIA .....	39
2.3.3. LAMPARAS LED .....	40
2.3.4. VENTAJAS DE LAS LAMPARAS LED: .....	40

CAPITULO III INGENIERIA DEL PROYECTO .....	42
3.1.    UBICACIÓN DE LA MINICENTRAL FOTOVOLTAICA.....	42
3.2.    ESTIMACION DEL NIVEL DE IRRADIACION SOLAR EN MAJES:.....	45
3.3.    DETERMINANDO EL CONSUMO ENERGIA DIARIO DEL FUNDO .....	47
3.3.1.    PROYECCION A FUTURO: .....	56
3.4.    PARAMETROS DE LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS .....	60
3.4.1.    DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO: .....	60
3.4.2.    ORIENTACION DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO: .....	60
3.4.3.    FORMULAS A UTILIZAR.....	60
3.4.4.    ANALIZANDO PRIMER METODO: INCLINACION OPTIMA ANUAL .....	63
3.4.5.    ANALIZANDO SEGUNDO METODO: EN FUNCION DEL PERIODO DEL TIEMPO Y USO .....	63
3.4.6.    CALCULANDO EL FACTOR DE IRRADIACION: .....	66
3.4.7.    VOLTAJE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO: .....	68
3.4.8.    PERDIDAS EN LOS PANELES FOTOVOLTAICOS .....	69
3.4.9.    POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO:.....	75
3.4.10.    PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS .....	76
3.5.    SELECCIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO: .....	77
3.5.1.    PROCESO PARA LA SELECCIÓN DEL PANEL: .....	78
3.5.2.    CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL PANEL FOTOVOLTAICO SELECCIONADO: .....	79
3.6.    DISEÑO DE LOS SUBGRUPOS DE GENERACION DEL SISTEMA FV AUTONOMO .....	79
3.6.1.    CALCULANDO LOS PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICO.....	80
3.6.2.    POTENCIA TOTAL DEL SISTEMA .....	83
3.7.    DISEÑO DE LOS SUBGRUPOS DE GENERACION PARA EL SISTEMA FV INTERCONETADO .....	84
3.7.1.    CALCULANDO LOS PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICO.....	84
3.7.2.    POTENCIA TOTAL DEL SISTEMA .....	85
3.8.    DISEÑO DE LOS INVERSORES.....	85
3.8.1.    DIMENSIONADO DEL INVERSOR HIBRIDO PARA EL SISTEMA FV AUTONOMO .....	85
3.8.2.    DIMENSIONADO DEL INVERSOR PARA EL SISTEMA FV INTERCONECTADO .....	88
3.9.    SISTEMA DE ACUMULACIÓN DEL SISTEMA FV AUTONOMO .....	89

3.9.1.	DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN.....	92
3.10.	DIMENSIONADO DEL CABLEADO .....	97
3.10.1.	CALCULO DE CONDUCTORES PARA EL SISTEMA FV AUTONOMO ...	97
3.10.2.	CALCULO DE CONDUCTORES PARA EL SISTEMA FV INTERCONECTADO. GENERADOR – INVERSOR:.....	100
3.11.	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES .....	102
3.12.	APARATOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.....	103
3.12.1.	PROTECCION DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO: .....	103
3.12.2.	INTERRUPTORES GENERALES DELOS GENERADORES DEL SISTEMA FV AUTONOMO .....	104
3.12.3.	INTERRUPTORES DIFERENCIALES DEL SISTEMA FV AUTONOMO:.	107
3.12.4.	TERMOMAGNETICOS EN AC PARA DIVERSOS AMBIENTES DEL FUNDO (SISTEMA FV AUTONOMO):.....	109
3.12.5.	INTERRUPTORES EN DC PARA LOS INVERSORES HIBRIDOS: .....	112
3.12.6.	FUSIBLES PARA LAS BATERIAS (SISTEMA FV AUTONOMO): .....	116
3.12.7.	PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA FV AUTONOMO: .....	118
3.12.8.	CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA PANELES DEL SISTEMA FV AUTONOMO: .....	119
3.12.9.	INTERRUPTORES GENERALES DELOS GENERADORES DEL SISTEMA INTERCONECTADO .....	120
3.12.10.	PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA INTERCONECTADO .....	122
3.12.11.	CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA PANELES DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO: .....	122
3.13.	CAMBIO DE LUMINARIAS HALOGENAS POR LED EN LOS AMBIENTES INTERIORES .....	122
3.14.	CAMBIO DE LUMINARIAS HALOGENAS POR LED EN EL EXTERIOR DE LOS AMBIENTES EN EL FUNDO MAJES UCSM .....	129
3.15.	SISTEMA ILUMINACION PARA LA CARRETERA DE LAS AFUERAS DEL FUNDO MAJES .....	131
CAPITULO IV MANTENIMIENTO, BENEFICIO AMBIENTAL Y PRESUPUESTO .....		139
4.1.	MANTENIMIENTO DE LA MINICENTRAL FOTOVOLTAICA .....	139
4.1.1.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO:.....	139
4.1.2.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA FV AUTONOMO ....	144
4.1.3.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO .....	144
4.2.	CUANTIFICACION Y MEDICION DE LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES DEL SISTEMA FV AUTONOMO .....	145
4.2.1.	CONSUMO DE ENERGIA DEL FUNDO DE LA UCSM.....	148

4.2.2.	CALCULO DE EMISIONES CONTAMINANTES .....	150
4.2.3.	COSTOS DE CONTAMINACION .....	151
4.3.	CUANTIFICACION Y MEDICION DE LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO .....	153
4.3.1.	CANTIDAD DE ENERGIA A PRODUCIR: .....	153
4.3.2.	CALCULO DE EMISIONES CONTAMINANTES Y COSTO DE LOS RECEPTORES.....	155
4.3.3.	COSTOS DE CONTAMINACION .....	156
4.4.	EVALUACION ECONOMICA .....	158
4.4.1.	PRESUPUESTO DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO .....	161
4.4.2.	PRESUPUESTO DEL SISTEMA FV AUTONOMO .....	164
CAPITULO V RESULTADOS .....		168
5.1.	RESULTADOS DEL SISTEMA AUTONOMO.....	168
5.2.	RESULTADOS DEL SISTEMA INTERCONECTADO.....	173
5.3.	COMPARACION Y ELECCION DEL TIPO DE SISTEMA.....	175
CONCLUSIONES .....		176
RECOMENDACIONES .....		177
BIBLIOGRAFIA .....		178
ANEXOS .....		184
ANEXO A: FICHAS TECNICAS .....		185
ANEXO A-1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PANEL FOTOVOLTAICO AMERISOLAR AS-6P .....	187
ANEXO A-2	ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INVERSOR HIBRIDO PH3000 THREE-PHASE SERIES (9-12 KW).....	189
ANEXO A-3	ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INVERSOR HIBRIDO PH1800 PLUS SERIES (1.5-5 KW).....	191
ANEXO A-4	ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INVERSOR INTERCONECTADO GOODWE GW15K-DT .....	193
ANEXO A-5	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS BATERIAS CLASSIC OPZS SOLAR.....	195
ANEXO B: DATOS PARA CALCULOS AMBIENTALES.....		196
ANEXO B-1	COMPARACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS DIFERENTES FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD (EN TONELADAS POR GWH PRODUCIDO).....	197
ANEXO B-2	COSTOS DE CONTAMINACION POR TIPO DE RECURSOS EN LOS RECEPTORES.....	198
ANEXO C: RESULTADOS DE PRUEBAS SOBRE LA ESTRUCTURA .....		199

ANEXO C-1 RESULTADO DE PRUEBA CON TENSION DE VON MISES .....	200
ANEXO C-2: RESULTADO DE PRUEBA CON PRIMERA TENSION PRINCIPAL .	201
ANEXO C-3: RESULTADO DE PRUEBA CON TERCERA TENSION PRINCIPAL .	202
ANEXO C-4: RESULTADOS DE PRUEBA DE DESPLAZAMIENTO .....	203
ANEXO C-5 RESULTADOS DE PRUEBA DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD ....	204
ANEXO D: LUMINARIAS UTILIZADAS Y RESULTADOS DE AMBIENTES .....	205
ANEXO D-1 LUMINARIAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DE ILUMINACION.....	206
ANEXO D-2 RESULTADOS DE ILUMINACION DE LOS AMBIENTES INTERIORES Y EXTERIORES .....	220

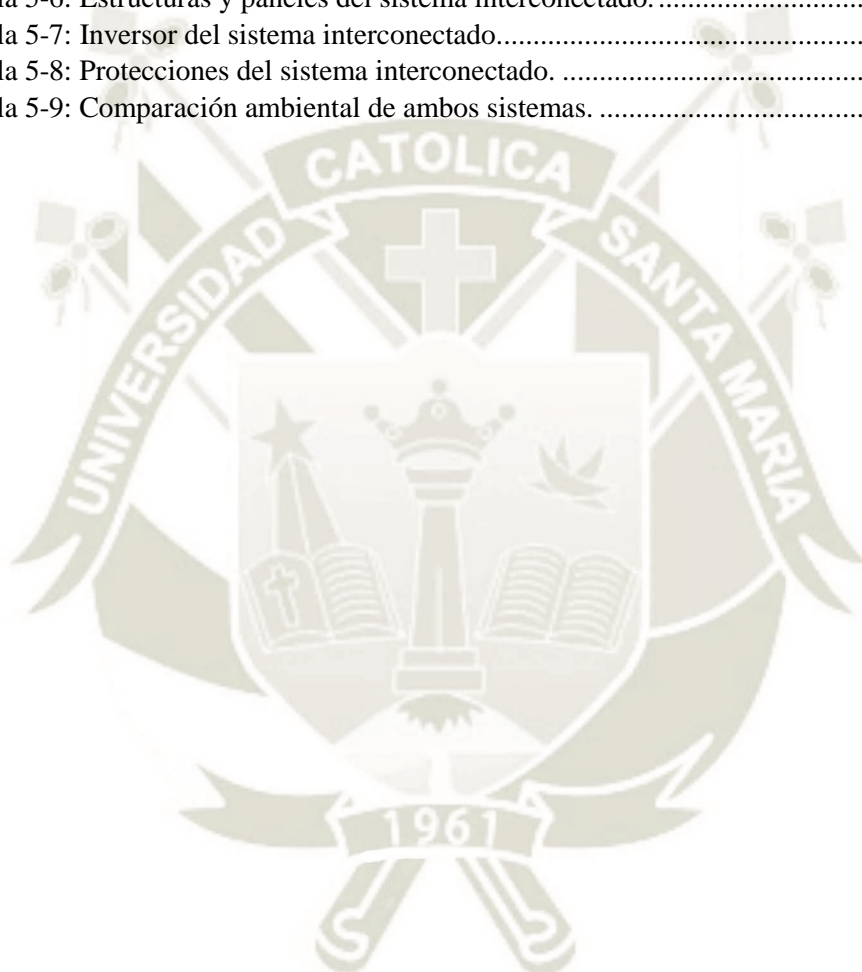


## INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Declinación promedio de cada mes. ....	14
Tabla 2-2 Rendimiento de un panel bajo las STC.....	21
Tabla 2-3 Ventajas y desventajas de un sistema fotovoltaico. ....	38
Tabla 3-1 Radiación promedio mensual en Majes. ....	47
Tabla 3-2 Cuadro de cargas eléctrico del área de CEPROBIS. ....	48
Tabla 3-3 Cuadro de cargas eléctrico de la iluminación del área de CEPROBIS. ....	51
Tabla 3-4 Cuadro de cargas eléctrico del área académica. ....	52
Tabla 3-5 Cuadro de cargas eléctrico de iluminación del área académica.....	55
Tabla 3-6 Resumen del cuadro de carga del fundo. ....	56
Tabla 3-7 Consumo eléctrico calculado para la planta de embutidos. ....	58
Tabla 3-8 Resumen final de la demanda diaria estimada para los siguientes 25 años. ....	59
Tabla 3-9 Inclinaciones optimas en función del periodo de máxima captación. ....	62
Tabla 3-10 Resultados utilizando el primer método ..... 63	63
Tabla 3-11 Resultados utilizando el segundo método..... 63	63
Tabla 3-12 Comparación de los ángulos de inclinación óptimos de ambos métodos. ....	64
Tabla 3-13 Irradiación efectiva promedio mensual..... 68	68
Tabla 3-14 Temperatura promedio mensual de Majes..... 70	70
Tabla 3-15: ..... 70	70
Perdida por temperatura mensual en Majes ..... 70	70
Tabla 3-16 Performance Ratio Mensual. .... 75	75
Tabla 3-17 Calculo de sección de conductor para los ambientes existentes del fundo. .... 99	99
Tabla 3-18 Calculo de sección de conductor de generadores fotovoltaicos a inversores híbridos. .... 100	100
Tabla 3-19 Calculo de sección de conductor de generadores fotovoltaicos a inversores del sistema interconectado. .... 101	101
Tabla 3-20 Resumen de resultados de la estructura. .... 102	102
Tabla 3-21 Sección mínima de conductores de tierra para sistemas de corriente alterna o conductores de tierra comunes. .... 119	119
Tabla 3-22 Iluminancias para ambientes interiores..... 123	123
Tabla 3-23 Resumen general de ambientes internos en el fundo. .... 127	127
Tabla 3-24 Valores de diseño de iluminación para edificaciones. .... 129	129
Tabla 3-25 Resumen general de ambientes externos en el fundo. .... 130	130
Tabla 3-26 Tipos de alumbrado según la clasificación vial. .... 132	132
Tabla 3-27 Tipos de calzada según la superficie..... 133	133
Tabla 3-28 Niveles de luminancia, iluminancia e índices de control de deslumbramiento. .... 134	134
Tabla 3-29 Uniformidad de Luminancia. .... 134	134
Tabla 3-30 Resumen general de la iluminación de la carretera en el fundo. .... 138	138
Tabla 4-1: ..... 146	146
Generación de energía eléctrica en MW-h de los tipos de centrales principales del Perú de junio del 2017 a mayo del 2018 ..... 146	146
Tabla 4-2: ..... 147	147
Porcentajes de generación de energía eléctrica de los tipos de centrales principales del Perú de junio del 2017 a mayo del 2018. .... 147	147
Tabla 4-3 Porcentaje anual de generación de energía eléctrica de los tipos de centrales principales del Perú. .... 148	148
Tabla 4-4: ..... 149	149
Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h. .... 149	149

Tabla 4-5: .....	150
Comparación del impacto ambiental de las diferentes formas de producir electricidad (en toneladas por GW-h producido).....	150
Tabla 4-6: .....	151
Emisiones contaminantes del fundo de la UCSM en el último año por el consumo de energía de la red, en kg .....	151
Tabla 4-7: .....	152
Costos de contaminación por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h. ....	152
Tabla 4-8: .....	152
Costos de contaminación en el fundo, por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h. ...	152
Tabla 4-9: .....	154
Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h. ....	154
Tabla 4-10: .....	154
Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h. cuando el fundo utilice la red eléctrica .....	154
Tabla 4-11: .....	155
Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h, cuando el fundo utilice la minicentral solar.....	155
Tabla 4-12: .....	156
Emisiones contaminantes de las diferentes tecnologías (kg) cuando el fundo utilice la red eléctrica .....	156
Tabla 4-13: .....	156
Emisiones contaminantes de las diferentes tecnologías (kg) cuando el fundo utilice la minicentral solar.....	156
Tabla 4-14: .....	157
Costos de contaminación por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h. cuando el fundo utilice la red eléctrica .....	157
Tabla 4-15: .....	157
Costos de contaminación por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h. cuando el fundo utilice la minicentral solar.....	157
Tabla 4-16: .....	157
Comparación de emisiones y costos entre los sistemas fotovoltaicos y la red eléctrica. ....	157
Tabla 4-17: .....	158
Facturación mensual del fundo cuando estén en funcionamiento sus proyectos, con el funcionamiento de la minicentral interconectada a red.....	158
Tabla 4-18: .....	159
Facturación mensual del fundo cuando estén en funcionamiento sus proyectos sin minicentral fotovoltaica interconectada a red .....	159
Tabla 4-19: .....	160
Facturación mensual del fundo cuando estén en funcionamiento sus proyectos sin minicentral fotovoltaica interconectada a red (ahorro) .....	160
Tabla 4-20: .....	161
Presupuesto del sistema fotovoltaico interconectado a red.....	161
Tabla 4-21: .....	162
Presupuesto del cambio de iluminación del fundo por LED.....	162
Tabla 4-22: .....	163
Presupuesto de los postes solares para el fundo y carretera.....	163
Tabla 4-23: .....	164
Evaluación de la rentabilidad del sistema fotovoltaico interconectado a red.....	164

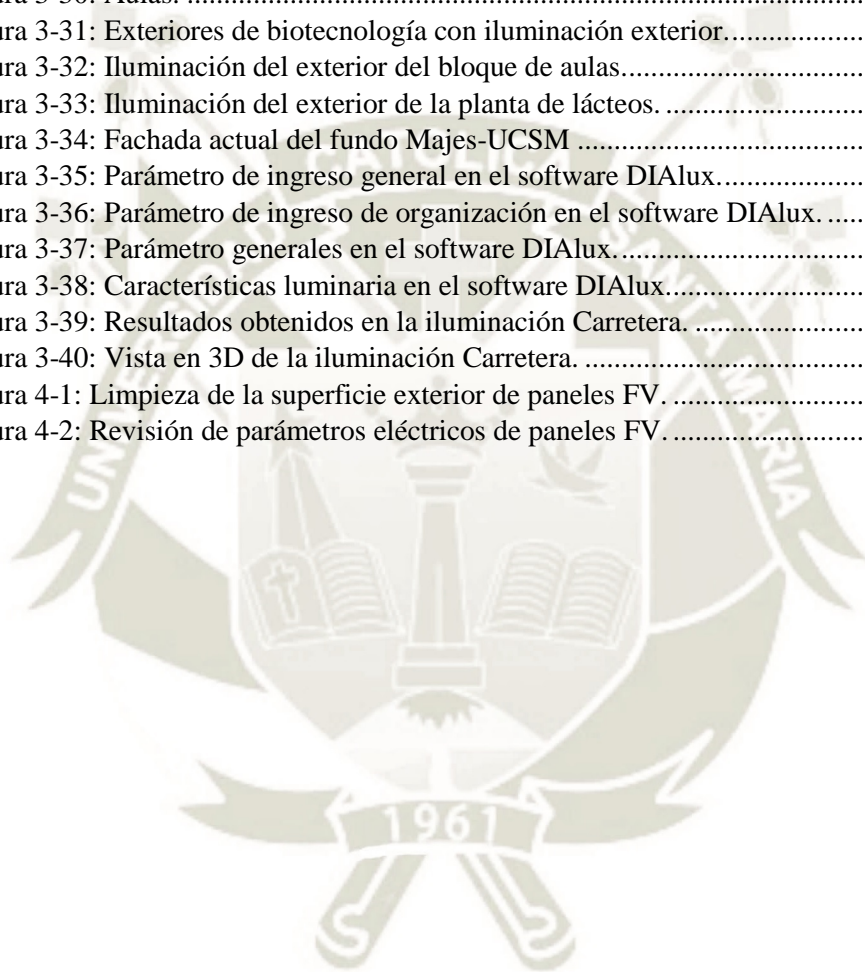
Tabla 4-24: .....	165
Presupuesto del sistema fotovoltaico autónomo .....	165
Tabla 4-25: .....	167
Evaluación de la rentabilidad del sistema fotovoltaico autónomo. ....	167
Tabla 5-1: Paneles y estructuras del sistema autónomo. ....	168
Tabla 5-2: Inversores del sistema autónomo. ....	169
Tabla 5-3: Baterías del sistema autónomo. ....	170
Tabla 5-4: Protecciones de los subgrupos. ....	171
Tabla 5-5: Protecciones de los ambientes. ....	172
Tabla 5-6: Estructuras y paneles del sistema interconectado. ....	173
Tabla 5-7: Inversor del sistema interconectado. ....	174
Tabla 5-8: Protecciones del sistema interconectado. ....	174
Tabla 5-9: Comparación ambiental de ambos sistemas. ....	175



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Potencia instalada mundial y añadida de energía solar con PF. ....	8
Figura 1-2: Principales países productores de energía solar mediante PF. ....	9
Figura 1-3: Proyección estadística de la energía solar en el mundo con PF. ....	9
Figura 1-4: Evolución del costo de los módulos solares de Silicio (Euro/ Vatio). ....	10
Figura 2-1: Representación de latitud y longitud. ....	11
Figura 2-2: Geometría solar. ....	13
Figura 2-3: Coordenadas celestes horarias desde el hemisferio sur. ....	15
Figura 2-4: Variación de la masa de aire, respecto al ángulo de radiación. ....	16
Figura 2-5: Irradiancia y horas solares pico (insolación) durante un día soleado. ....	16
Figura 2-6: Degradación de un panel solar y su vida útil. ....	18
Figura 2-7: Funcionamiento de una célula fotovoltaica. ....	19
Figura 2-8: Corriente de cortocircuito y tensión circuito abierto en una celda solar. ....	20
Figura 2-9: Parámetros característicos del PF vistos en gráfica. ....	21
Figura 2-10: Variación porcentual de la Intensidad de cortocircuito, la tensión de circuito abierto y potencia máxima de una celda solar respecto a la temperatura. ....	23
Figura 2-11: Curva Corriente vs Tensión y Potencia vs Tensión. ....	24
Figura 2-12: Curva Corriente vs Tensión. ....	24
Figura 2-13: Curva comportamiento de Corriente vs Voltaje a diferentes niveles de radiación. ....	25
Figura 2-14: Impacto de la sombra en PF en curva Corriente vs Tensión. ....	25
Figura 2-15: Distanciamiento entre filas de paneles fotovoltaicos. ....	26
Figura 2-16: Panel fotovoltaico. ....	29
Figura 2-17: Ejemplos de inversores para sistemas aislados e interconectados. ....	30
Figura 2-18: Seguidor en una planta de 4MW en Vellakoil. (Tamil Nadu, India) ....	33
Figura 2-19: Banco de baterías. ....	34
Figura 2-20: Regulador de carga. ....	37
Figura 2-21: Concepto de Iluminancia. ....	39
Figura 2-22: Concepto de Luminancia. ....	40
Figura 3-1: Vista satelital del fundo UCSM-Majes ....	42
Figura 3-2: Ubicación del Grupo General y Grupo de Proyectos. ....	43
Figura 3-3: Ubicación del Grupo de Aulas. ....	44
Figura 3-4: Ubicación del Grupo Biotecnología. ....	44
Figura 3-5: Ubicación del Grupo Establo. ....	45
Figura 3-6: Ubicación estación meteorológica pampa de majes. ....	46
Figura 3-7: Esquema rendimiento carnicero. ....	57
Figura 3-8: Resultados obtenidos por SatLex Digital. ....	67
Figura 3-9: Diagrama de Perdidas. ....	74
Figura 3-10: Grafica corriente, voltaje y potencia del modelo AS-6P. ....	78
Figura 3-11: Inversor Must Solar PH3000 Three-phase Series 9-12kW. ....	87
Figura 3-12: Inversor Must Solar PH1800 Plus Series 1.5-5 kW. ....	87
Figura 3-13: InversorGoodWe DT Series GW15K-DT. ....	89
Figura 3-14 Representación de la Tensión de Von Mises en la estructura. ....	102
Figura 3-15: Termomagnético ABB TMAX T3 ....	105
Figura 3-16: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 iK60 ....	106
Figura 3-17: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 iID 4x63 ....	108
Figura 3-18: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 iID 2x16 ....	108
Figura 3-19: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 Ik60 2x20 ....	109
Figura 3-20: Termomagnético ABB TMAX T1 ....	110

Figura 3-21: Interruptor SCHNEIDER ELECTRIC Compact NSX125 CC PV. ....	113
Figura 3-22: Interruptor SCHNEIDER ELECTRIC Compact NSX100F.....	114
Figura 3-23: Fusible VICTRON MEGA fuse 200A/58V. ....	116
Figura 3-24: Fusible VICTRON MIDI fuse 100A/32V.....	118
Figura 3-25: Interruptor Schneider Electric LV426102. ....	121
Figura 3-26: Interruptor Schneider Electric LV431160. ....	121
Figura 3-27: Dormitorio de hombres. ....	125
Figura 3-28: Planta de lácteos (procesamiento). ....	125
Figura 3-29: Planta de lácteos (laboratorios). ....	126
Figura 3-30: Aulas. ....	126
Figura 3-31: Exteriores de biotecnología con iluminación exterior.....	129
Figura 3-32: Iluminación del exterior del bloque de aulas.....	130
Figura 3-33: Iluminación del exterior de la planta de lácteos. ....	130
Figura 3-34: Fachada actual del fundo Majes-UCSM .....	133
Figura 3-35: Parámetro de ingreso general en el software DIALux.....	135
Figura 3-36: Parámetro de ingreso de organización en el software DIALux. ....	136
Figura 3-37: Parámetro generales en el software DIALux.....	136
Figura 3-38: Características luminaria en el software DIALux.....	137
Figura 3-39: Resultados obtenidos en la iluminación Carretera. ....	137
Figura 3-40: Vista en 3D de la iluminación Carretera. ....	138
Figura 4-1: Limpieza de la superficie exterior de paneles FV. ....	140
Figura 4-2: Revisión de parámetros eléctricos de paneles FV.....	143



## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

##### 1.1.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Actualmente el fundo de la U.C.S.M. Irrigación Majes cuenta con una planta de procesamiento de productos lácteos, gran variedad de plantones de frutales de explotación comercial y aulas donde se realizan actividades académicas, cuyo abastecimiento eléctrico viene por medio de una red primaria proveída por SEAL, la cual es una fuente de emisiones de gases contaminantes a la atmosfera. Por otro lado, sufren de constantes cortes del suministro eléctrico, lo cual resulta problemático para sus actividades diarias. Además, no cuentan con la iluminación adecuada en sus ambientes interiores. Por último, su fachada no cuenta con alumbrado público, generando un entorno peligroso para el personal del fundo.

##### 1.1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Las condiciones climáticas presentes en Majes resultan bastante convenientes para justificar el aprovechamiento de energía solar, sin embargo, el fundo no aprovecha este recurso energético. El fundo actualmente sufre de cortes del suministro eléctrico, que genera inconveniencias en sus actividades, y potenciales daños a los equipos. En estos casos el fundo depende de un grupo electrógeno antiguo, previamente usado por la universidad, que funciona a base de combustible, que genera más costos e impacto ambiental. Sin embargo, el fundo ya genera contaminación gracias a la red de SEAL, mediante la emisión de gases tóxicos, provocados por las centrales que aportan energía a esta red. La iluminación del fundo no cumple con las condiciones luminotécnicas que demandan nuestras normas, y existen constantes quejas del personal en cuanto a la calidad

de iluminación en los exteriores de los ambientes. La fachada del fundo, que es poco más de 1 km de distancia, no cuenta con ningún tipo de alumbrado público, generando un entorno inseguro para el personal que no viva dentro del fundo.

Para efecto de solucionar los problemas anteriores se plantean las siguientes soluciones: Primero, el diseño de un sistema solar fotovoltaico autónomo que pueda operar como unidad, y uno interconectado a red, evaluando la mejor alternativa tanto técnica y económica para el beneficio del fundo, que sea capaz de cubrir la demanda energética del fundo, actual y a largo plazo. Segundo, el rediseño del sistema de iluminación actual, mediante el uso de lámparas LED, con fin de cumplir con la norma vigente, y mejorar la calidad de iluminación del fundo, tanto en los interiores de sus ambientes, como en sus exteriores.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar dos sistemas solares fotovoltaicos, uno autónomo y otro interconectado a red, analizando cuál de los dos sistemas es la mejor opción para el fundo, así como también rediseñar el sistema de iluminación actual usando lámparas LED, a fin de mejorar el suministro energético y la calidad de iluminación existente, disminuir problemas ambientales, pagos altos al concesionario, en el Fundo de la U.C.S.M. en la irrigación Majes.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Hacer una comparación de los dos sistemas diseñados en aspectos técnicos, económicos y ambientales, y decidir cuál es la mejor alternativa.

- Seleccionar y dimensionar todos los equipos de generación y protección necesarios para el funcionamiento seguro de los sistemas propuestos.
- Diseñar un sistema de iluminación para áreas internas y externas, basado en lámparas LED.
- Diseñar un sistema de iluminación para la fachada del fundo, utilizando postes solares y lámparas LED.
- Determinar los costos de los equipos necesarios para estimar el presupuesto del proyecto, así como también la rentabilidad del mismo.
- Demostrar, calcular y comparar el beneficio ambiental de los sistemas fotovoltaicos propuestos.

### 1.3. ALCANCES

En el presente proyecto se realizará el diseño, cálculo y dimensionamiento para la implementación de un sistema de generación fotovoltaica aislada de la red y uno interconectado, para brindar energía eléctrica al fundo de la U.C.S.M. ubicado en la Irrigación Majes, teniendo en cuenta los datos de radiación solar adquiridos de SENAMHI. Abarca además la selección de componentes de generación teniendo en cuenta los parámetros eléctricos que exigen estos elementos y accesorios de instalación como son los elementos de protección, conductores, y puesta a tierra.

También, se diseñará un sistema de iluminación para áreas internas, externas, y la fachada del fundo, utilizando lámparas LED y postes solares, que reducirán el consumo de energía y cumplir con las normas de iluminación vigentes. A demás, se evaluará el presupuesto para la implementación de este proyecto observando el costo de los equipos y los accesorios de la instalación en general, analizando cuál de los dos sistemas fotovoltaicos es más beneficioso en aspectos técnicos y económicos para el fundo.

Finalmente, se evaluará el impacto ambiental de este proyecto basados en estudios de ecoeficiencia.

#### 1.4. HIPOTESIS

- El diseño de un sistema solar en Majes se justifica debido a los altos índices de radiación solar de la zona.
- El uso de la energía solar representa un ahorro económico y energético respecto a la toma de electricidad de una red primaria.
- Usando energía solar se disminuye los niveles de contaminación que se tienen actualmente.
- El sistema fotovoltaico requiere de poco mantenimiento, en comparación a otras centrales.
- Usando lámparas LED, se mejoran, en general, las condiciones de iluminación y se reduce el consumo de energía.

##### 1.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Consumo eléctrico del fundo.
- Índices de radiación de Majes.
- Ubicación geográfica del fundo.

##### 1.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Potencia instalada del sistema solar
- Ubicación y orientación del sistema
- Impacto ambiental.
-

### 1.5. ANTECEDENTES

- **ECOEFICIENCIA DE LA PROPUESTA DE GENERAR ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FUNDO DE LA UCSM IRRIGACION MAJES PARA SU AUTOABASTECIMIENTO**

**Autor: Magister Abraham Arturo Pacheco Oviedo, 2015.**

En este proyecto se dimensionó la configuración de generar energía eléctrica en el Fundo de la UCSM Irrigación Majes a través de un sistema solar fotovoltaico y se determinó las emisiones de gases evaluando la ecoeficiencia, como resultado del uso de energía en el fundo. Para poder analizar y evaluar las emisiones de gases contaminantes como resultado de las actividades que se realizan en el fundo de la UCSM provenientes de fuentes indirectas, se simuló el dimensionamiento de dos posibles alternativas de generar energía para el consumo en el fundo. Una de las alternativas fue de un sistema solar fotovoltaico aislado de la red y la otra alternativa fue un sistema solar fotovoltaico con interconexión a la red, es decir un sistema híbrido. La metodología aplicada para el análisis y evaluación de los impactos ambientales y la ecoeficiencia de generar energía solar fotovoltaica es la de ISO 14042. Con este instrumento se cuantifico los impactos ambientales ocasionados por las emisiones de gases contaminantes producidos por la forma actual de generación producida a través de la red, y las alternativas de solar fotovoltaica aislada y con interconexión a la red.

- **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 15 COMPUTADORAS PORTÁTILES EN LA PUCP**

**Autor: Paulo Daniel Valdiviezo Salas, 2014**

En este trabajo de tesis se realizó el diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP. En el primer capítulo, se describe el estado del arte de los sistemas fotovoltaicos, incluyendo desde los conceptos básicos hasta las tendencias actuales. En los siguientes capítulos, se diseña el sistema fotovoltaico y la estructura de soporte, para ello se dimensionan los componentes de acuerdo a las condiciones de sitio y demanda, y se llega a calcular la estructura mediante el uso de un software de elementos finitos. También se hace la evaluación del impacto ambiental.

- **DISEÑO Y CÁLCULO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO**  
**Autor: ELISEO ENRIQUEZ FUERTES – UNI, 2013.**

El presente proyecto se trató del diseño y cálculo de un sistema de generación de energía eléctrica de tipo fotovoltaico aislado de la red. Específicamente se diseñó el sistema fotovoltaico para brindar energía a una posta médica ubicada en la localidad de Tocota capital del distrito de Huanuhuanu que pertenece a la provincia de Caravelí en el departamento de Arequipa. El terreno recibe una radiación que hace posible la instalación del sistema fotovoltaico. Se elabora esta propuesta por ser un lugar alejado del sistema eléctrico interconectado nacional aproximadamente a 38 KM. Además, se sabe que la situación energética actual convierte a la tecnología solar fotovoltaica en un medio ecológico de obtener energía limpia,

contribuyendo a un aspecto de vital importancia como es reducir el consumo de energías contaminantes sustituyéndola por una energía limpia y renovable.

- **DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO, PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA COMUNIDAD RURAL BUENA VISTA, SAN MARCOS**

**Autor: CARMENCITA DE LOS ÁNGELES JOACHÍN BARRIOS, 2008.**

A través de un análisis sobre la disponibilidad de los recursos naturales en la zona (San Marcos) se realizó el diseño de un sistema solar fotovoltaico; previamente se efectuó la comparación y análisis de las ventajas y desventajas de este sistema y un sistema eólico, para esta aplicación, sistema aislado individual en una comunidad rural.

Se diseñaron dos sistemas fotovoltaicos individuales, en los cuales se especificó el consumo eléctrico, con la diferencia que el sistema del usuario tipo 1 tiene un menor consumo que el sistema del usuario tipo 2.

La especificación de dos tipos de usuarios se realizó porque en la comunidad existen familias que tienen mejores posibilidades económicas, tienen acceso a entretenimiento como la televisión y radios de mayor capacidad, aumentando con esto el consumo.

A partir del consumo eléctrico se dimensionan los sistemas, por ello el sistema del usuario tipo 1 es de mayor tamaño que el sistema del usuario tipo 2.

El tamaño se relaciona con el consumo, pues según el consumo así será la dimensión del sistema y la generación de energía.

## 1.6. LA ENERGÍA SOLAR EN EL MUNDO

En la siguiente imagen se muestra la potencia instalada hasta el 2016 en energía solar, donde en tal año se alcanzó un nuevo record de adición anual y se superó los 300 GW, marcando una nueva era en este tipo de energía renovable.

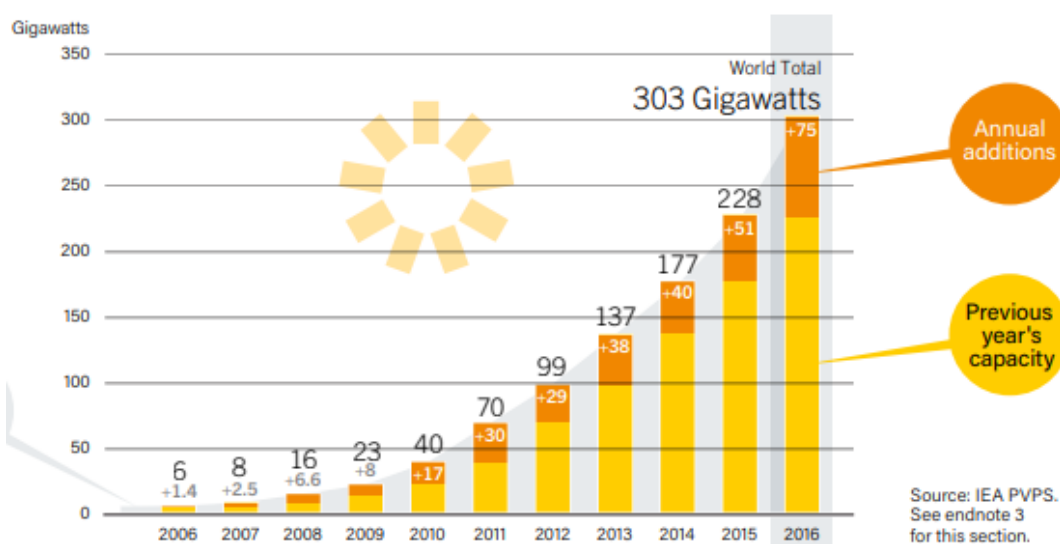


Figura 1-1: Potencia instalada mundial y añadida de energía solar con PF.

Fuente: International Energy Agency – Photovoltaic Power Systems Programme.

Hasta 2014 había un claro dominio de Alemania en cuanto al uso de este tipo de energía, pero actualmente China pasó a ser el primer país en el mundo en el uso de este recurso natural.

En la siguiente imagen, apreciamos el dominio de los países asiáticos.

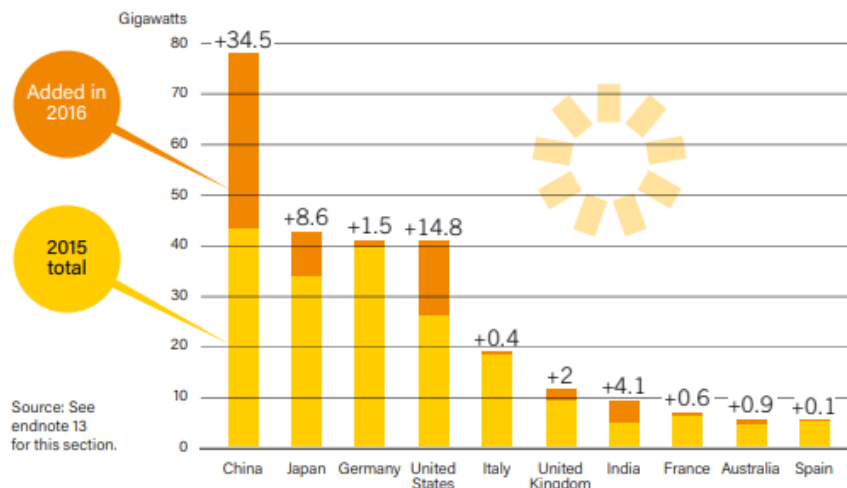


Figura 1-2: Principales países productores de energía solar mediante PF.

Fuente: International Energy Agency – Photovoltaic Power Systems Programme.

**PROYECCION A FUTURO:**

Después de superar el hito de 300 MW en 2016, se espera que la capacidad instalada global total de energía solar fotovoltaica exceda los 400 GW en 2018, 500 GW en 2019, 600 GW en 2020 y 700 GW en 2021, pero si mantenemos un escenario alto de probabilidades podríamos superar los 900 GW. Según las estimaciones Asia continuará dominando el sector solar en un futuro próximo.

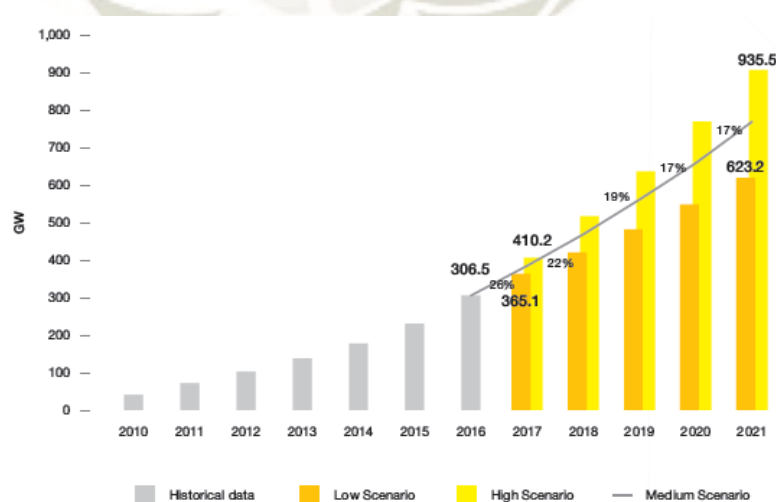


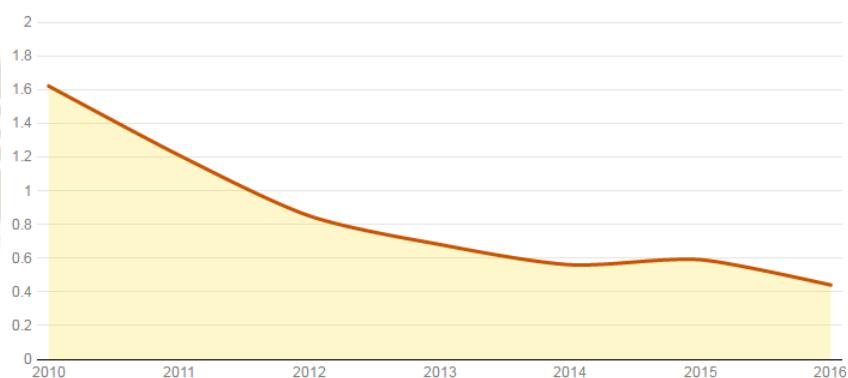
Figura 1-3: Proyección estadística de la energía solar en el mundo con PF.

Fuente: Antonio Barrero. (21 de junio de 2018). La fotovoltaica crecerá en Europa un 45% en 2018 y un 58% en 2019, p. 2.

## COSTO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS:

El uso de energías renovables hoy en día se ha hecho más común debido a la baja de costos y a la eficiencia que han alcanzado en la actualidad. Los fabricantes se preocupan cada vez más por hacer sus productos más baratos y con buen rendimiento, incluso en condiciones que no son las ideales, es decir bajo condiciones críticas. En la siguiente gráfica se aprecia como ha ido disminuyendo el precio de estos y se espera que la baja continúe en los siguientes años.

Evolución del coste de los módulos solares de silicio (euro/vatio)



Source: PVIinsights

Figura 1-4: Evolución del costo de los módulos solares de Silicio (Euro/ Vatio).

Fuente: Javier Buhigas. 10 de mayo, 2017. Hay esperanza para el planeta: la energía solar ya es la forma de energía más barata. Puentes Digitales.

Recuperado de: <https://puentesdigitales.com/2017/05/10/energia-solar-ya-es-la-forma-de-energia-mas-barata/>

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. RADIACION SOLAR

##### 2.1.1. GEOMETRIA SOLAR

##### 2.1.1.1. DEFINICION

Es una ciencia que se encarga de estudiar las propiedades, medidas y posicionamiento de los astros o cuerpos celestes. Haciendo importante su estudio para la generación de buenas condiciones de vida en seres vivos, además de ser de mucha utilidad en el diseño de construcciones, agricultura, ganadería, etc.

##### 2.1.1.2. PARAMETROS IMPORTANTES

- **LATITUD:** Es el ángulo que se genera entre la línea ecuatorial y cualquier punto en la superficie terrestre, esta es negativa en el hemisferio sur y positiva en el hemisferio norte, su forma de representarla es en forma circular paralela a la línea ecuatorial.
- **LONGITUD:** Es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Meridiano de Greenwich, la cual se mide con el paralelo que pasa por dicho punto, se representa con líneas paralelas al Meridiano. Posee valores positivos para las localizaciones al oeste y valores negativos para las localizaciones al este referidas al Meridiano.

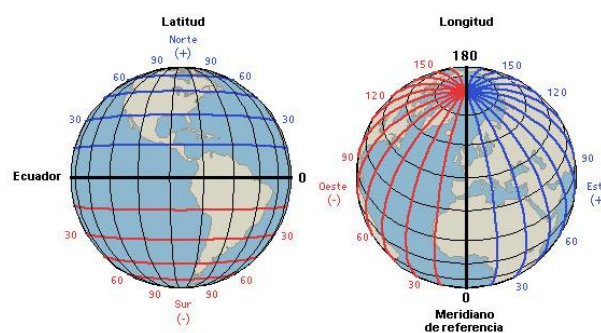


Figura 2-1: Representación de latitud y longitud.

Recuperado de: <https://www.portaleducativo.net/quinto-basico/686/latitud-y-longitud>

### 2.1.1.3. PRINCIPALES ANGULOS DE LA GEOMETRIA SOLAR

Para un mejor entendimiento se hace una suposición en la que las estrellas (sol) se unen en la superficie del cuerpo celeste (tierra). Este cuerpo celeste tiene un radio arbitrario y su centro depende de los diferentes sistemas de coordenadas en el que se encuentre. El centro del cuerpo coincide con la posición del observador en el sistema horizontal mientras que en el sistema Ecuatorial coincide con el centro de la tierra. En el sistema horizontal, el plano de referencia es el horizonte del observador. Encontramos una variable importante como el ZENIT (Z), que es un plano que se cruza con el cuerpo celeste, esta intersección de la normal en este plano con el cuerpo celeste es la variable ya indicada. Se generan dos ángulos distintos:

- **ANGULOS EN EL SISTEMA HORIZONTAL:**
  - **ANGULO AZIMUT ( $\alpha$ ):** Es el ángulo en grados, que forma la proyección del sol sobre el horizonte, medido en sentido horario en el hemisferio norte y en el sentido contrario en el hemisferio sur.
  - **LATITUD SOLAR ( $\theta$ ):** Es el ángulo formado por los rayos solares dirigidos al centro de la bóveda celeste y el plano horizontal; se mide a partir del plano del horizonte hacia al zenit de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ .

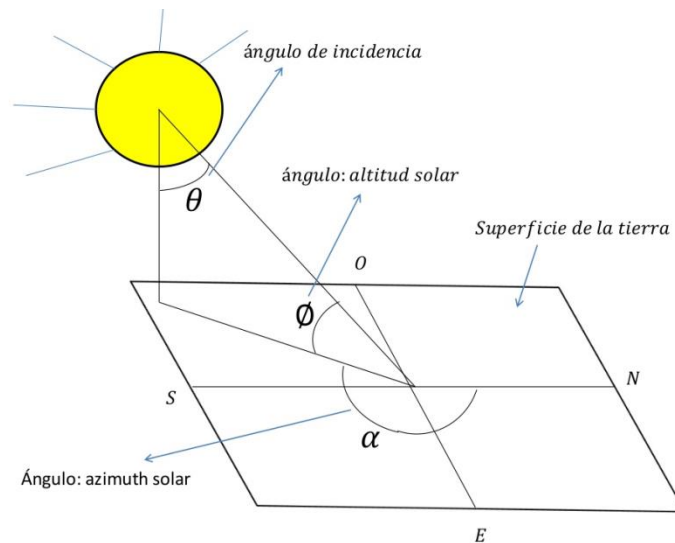


Figura 2-2: Geometría solar.

Fuente: Rubén Rodríguez Amador. Geometría Solar. Santiago de Chile 2013.

- **ANGULOS EN EL SISTEMA ECUATORIAL:**

Aquí el plano de referencia es el Ecuador. Se generan dos ángulos para la determinación de la posición del sol sobre la esfera celeste que son:

- **ÁNGULO DE DECLINACIÓN SOLAR ( $\delta$ ):** Es el ángulo entre los rayos del sol y el plano del Ecuador de la tierra al mediodía solar (el sol está en el meridiano local). Este ángulo tiene un rango de variación entre  $-23.45^\circ \leq \delta \leq +23.45^\circ$ . Esta variación hace que se presenten los cambios de estación, con su período desigual entre la luz y la oscuridad. Su valor máximo ( $+23.45^\circ$ ) se alcanza el 21 de junio. El valor mínimo ( $-23.45^\circ$ ) se alcanza el 20 de diciembre.

Es posible calcular el valor mediante la ecuación de Cooper:

$$\delta = 23.45 \sin \left[ 360 \times \frac{284+n}{365} \right] \quad (2.1)$$

Dónde:

n = Es el día del año

$\delta$  = Ángulo de declinación solar.

En la siguiente tabla se muestra la declinación típica de cada mes. Los días recomendados de cada mes en la que la declinación es más cercana a la radiación mensual promedio, y su declinación son los siguientes:

Tabla 2-1  
*Declinación promedio de cada mes.*

MES	DÍA DEL AÑO	DECLINACIÓN ( $\delta$ )
Enero	17	-20.92
Febrero	45	-13.62
Marzo	74	-2.82
Abril	105	9.42
Mayo	135	18.80
Junio	161	23.01
Julio	199	21.01
Agosto	230	12.79
Septiembre	261	1.01
Octubre	292	-11.05
Noviembre	322	-19.82
Diciembre	347	-23.24

Fuente: Elaboración propia.

- **ANGULO HORARIO ( $\omega$ ):**El ángulo horario es el arco de ecuador contado desde el punto de intersección del Ecuador con el meridiano del observador hasta el círculo horario del astro, en sentido horario. Aunque se podría medir en grados, para su medida se usa la hora, unidad que equivale a  $15^\circ$ .

Sus valores se encuentran entre  $0^\circ$  a  $\pm 180^\circ$ , se toma positivo cuando es hacia el oeste.

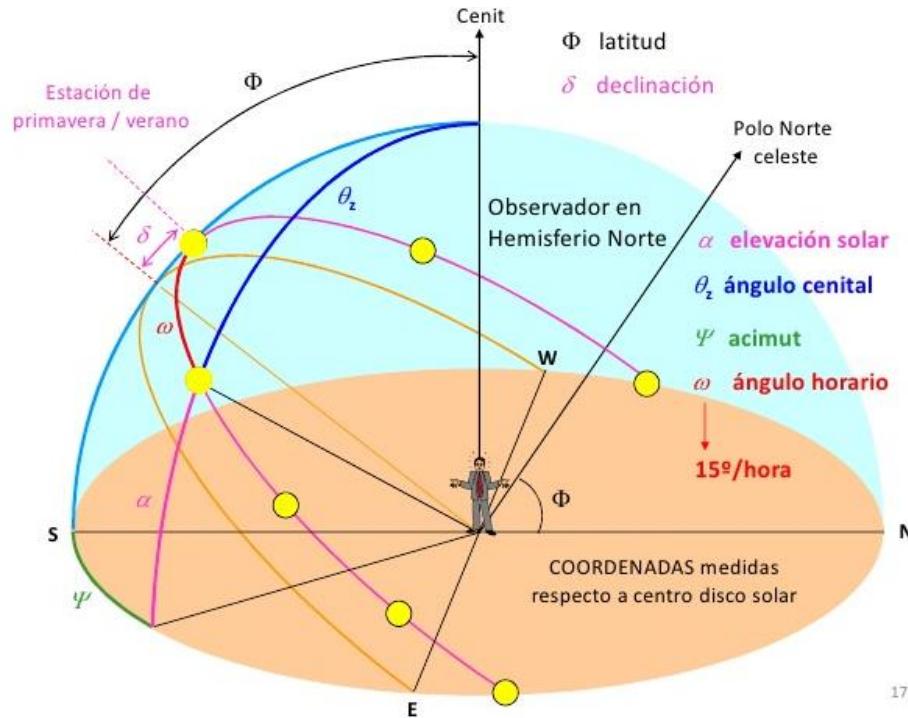


Figura 2-3: Coordenadas celestes horarias desde el hemisferio sur.

Recuperado de: <https://es.slideshare.net/campuspartycolombia/conferencia-relojes-de-sol-luis-h-triana>

### 2.1.2. RECORRIDO DE LA RADIACION SOLAR

Es muy importante conocer la perpendicularidad del sol con la superficie terrestre, a menor ángulo cenital habrá una menor distancia que recorrerá la radiación solar generándose una intensidad mayor en llegar a la superficie, pero si el ángulo cenital es mayor tendremos una distancia que recorrerá la radiación más grande que en el anterior caso y una intensidad menor en llegar a la superficie.

Definimos a la masa de aire (AM), como el cociente entre el recorrido óptico de un rayo solar y el correspondiente a la normal a la superficie terrestre (ángulo cenital cero) y que está relacionada con la altura solar ( $\alpha$ ). (Departamento técnico de SunFields Europe, 2016)

Este valor AM se puede obtener utilizando la siguiente ecuación:

$$AM = \frac{1}{\cos(90-\alpha)} \quad (2.2)$$

Donde:

AM = Masa de aire.

$\alpha$  = Altura solar.

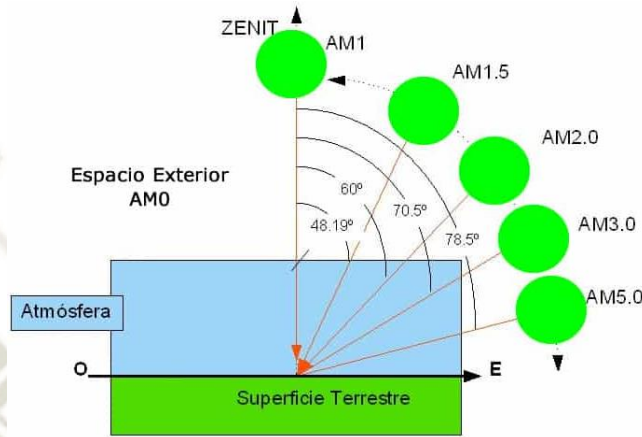


Figura 2-4: Variación de la masa de aire, respecto al ángulo de radiación.

Recuperado de: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/>

### 2.1.3. HORAS DE SOL PICO (H.S.P.)

Las horas de sol pico se definen como el número de horas al día con una hipotética irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup> que en conjunto suman la misma irradiación total que la real de ese día. Es un factor de suma importancia ya que conociendo las pérdidas podemos calcular la potencia que pueden producir los paneles fotovoltaicos.



Figura 2-5: Irradiancia y horas solares pico (insolación) durante un día soleado.

Recuperado de: [http://www.ecoefecto.com/tecnologia\\_fv.htm](http://www.ecoefecto.com/tecnologia_fv.htm)

## 2.2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

### 2.2.1. GENERACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica se produce debido al principio de funcionamiento de una celda fotovoltaica, y un módulo o generador fotovoltaico contiene varias celdas.

#### 2.2.1.1. CELDA FOTOVOLTAICA

Es un dispositivo que puede tomar la energía lumínica, que proviene principalmente del sol, y la transforma en energía eléctrica, mediante el efecto fotoeléctrico. Están fabricadas principalmente de silicio, y tienen una eficiencia de conversión media de 16% para las celdas disponibles comercialmente. Sin embargo, su eficiencia puede variar dependiendo de la tecnología utilizada para su construcción, entre 6% para células de silicio amorfo, y 22% para células de silicio monocristalino. Otro material usado para las celdas es el arseniuro de galio que se usa en celdas multicapa y alcanzan eficiencias de 30%.

La vida útil promedio de las celdas es de 25 años. Pasado este periodo la potencia entregada por las celdas es significativamente menor. Cabe resaltar que este periodo de vida útil es particularmente beneficioso en términos económicos, ya que las plantas fotovoltaicas típicamente se diseñan para un periodo de 20 años a más, y el mantenimiento de los módulos que contienen a las celdas se reduce a simplemente su limpieza.

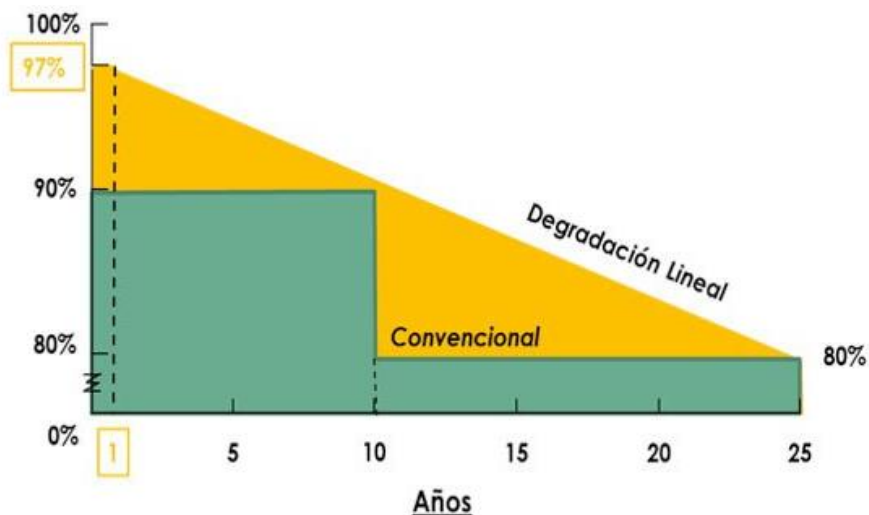


Figura 2-6: Degradación de un panel solar y su vida útil.

Fuente: Juan Roberto Jiménez. 7 de noviembre, 2017. Hablemos de módulos fotovoltaicos (tercera parte). Iluminet. Recuperado de: <https://www.iluminet.com/modulos-fotovoltaicos-hoja-datos-solar/>

### 2.2.1.2. MODULO FOTOVOLTAICO

Agrupación de celdas fotovoltaicas unidas que producen energía eléctrica a partir de la luz solar que cae sobre ellos, generándose un efecto fotoeléctrico, es decir emisión de electrones cuando reciben una radiación electromagnética.

### 2.2.1.3. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En un material semiconductor el cual está expuesto a la luz, un fotón de energía arranca un electrón, creando a la vez un hueco en el átomo excitado. El principio de una célula fotovoltaica es obligar a los electrones y a los huecos a avanzar hacia el lado opuesto del material en lugar de simplemente recombinarse en él. Así, se producirá una diferencia de potencial y por lo tanto tensión entre las dos partes del material. (Dimroth, 2014)

Se genera un campo eléctrico permanente, a través de una unión p-n, entre dos capas dopadas respectivamente, “p” que significa un dopaje positivo es decir menos electrones de valencia que el material semiconductor (silicio), y otra con más electrones de valencia

que el silicio denominada “n”. Los electrones que se encuentran libres de la capa “n” ingresan a la capa “p” y se mezclan con los huecos de la región “p”. En la región “n” se generará una carga positiva debido a la ausencia de electrones, y en la región “p” una carga negativa debido a que los huecos ya no están. El grupo forma la “Zona de Carga de Espacio” (ZCE), de esa forma se genera un campo eléctrico que va desde “n” a “p”. Es importante indicar que los electrones van a la región “n” para luego transformarse en polo negativo mientras que los huecos se transforman en polo positivo en la capa “p”. La capa “p” recibe la radiación solar haciendo que se liberen electrones que atraviesan la capa y se van hacia la capa “n” generándose una diferencia de potencial, si a esto lo conectamos a los conductores eléctricos y a una carga se iniciara una corriente eléctrica directa.

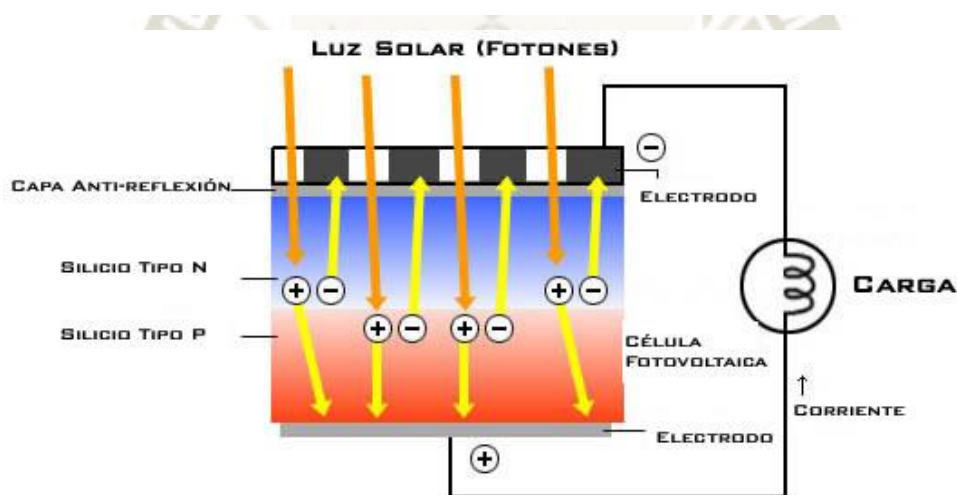


Figura 2-7: Funcionamiento de una célula fotovoltaica.

Recuperado de: <http://aesvb.blogspot.com/p/funcion-de-la-celula-fotovoltaica.html>

#### 2.2.1.4. PARAMETROS CARACTERISTICOS DE UN MODULO FOTOVOLTAICO

En toda ficha técnica de un módulo fotovoltaico bajo las (Standard Testing Condition) encontraremos principalmente los siguientes factores

- Irradiancia  $1000 \text{ W/m}^2$
- Masa de Aire AM 1.5

- Temperatura del Módulo  $25^{\circ}\text{C}$

A su vez los parámetros más importantes son:

- **CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (ISC):** Es el valor que adquiere la corriente cuando se cortocircuitan los terminales del panel fotovoltaico, es decir con un  $V=0$ , este valor a su vez será la corriente máxima con la que trabajaría dicho panel.
- **TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO (VOC):** Es la máxima tensión a la que trabajara el panel fotovoltaico y se genera cuando los terminales presentan  $I=0$  es decir están en circuito abierto.

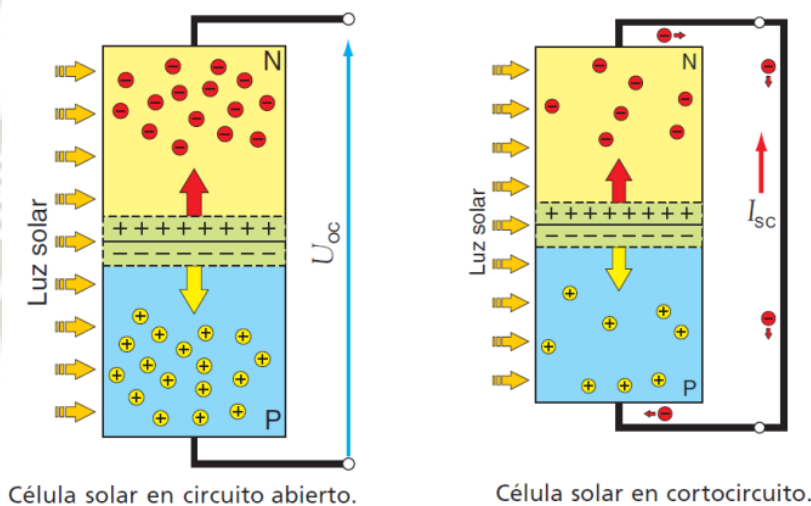


Figura 2-8: Corriente de cortocircuito y tensión circuito abierto en una celda solar.

Recuperado de: <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/11/09/influencia-de-la-irradiacion-y-temperatura-sobre-una-placa-fotovoltaica/>.

- **PUNTO DE MAXIMA POTENCIA (PM):** Es el resultado que se obtiene al multiplicar la corriente máxima ( $I_M$ ) y el voltaje máximo ( $V_m$ ), es decir el valor máximo que entrega el modulo a la carga.
- **EL FACTOR DE FORMA (FF):** Es la relación que existe entre la potencia máxima ( $P_M$ ) y el producto de la corriente de cortocircuito ( $I_{SC}$ ) y tensión de circuito abierto ( $V_{OC}$ ). Su valor es más alto cuanto mejor es la célula. Este es un valor que en

promedio está por encima de 0.70. Mientras este valor sea más alto, la calidad con la que fue hecho el panel será mejor.

- **EFICIENCIA:** Es la relación que existe entre la potencia eléctrica que genera el panel fotovoltaico y la potencia que genera la radiación solar cuando cae sobre este, es un valor que normalmente viene expresado en porcentaje que va desde 0% a 100%.

Tabla 2-2  
*Rendimiento de un panel bajo las STC.*

PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*				
		SW 250	SW 255	SW 260
Maximum power	$P_{max}$	250 Wp	255 Wp	260 Wp
Open circuit voltage	$U_{oc}$	37.6 V	38.0 V	38.4 V
Maximum power point voltage	$U_{mp}$	30.5 V	30.9 V	31.4 V
Short circuit current	$I_{sc}$	8.81 A	8.88 A	8.94 A
Maximum power point current	$I_{mp}$	8.27 A	8.32 A	8.37 A
Module efficiency	$\eta_m$	14.91 %	15.21 %	15.51 %

Measuring tolerance ( $P_{max}$ ) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled)

\*STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

Fuente: SunFields Europe. How Solar Panels Work – The Basic Ones.

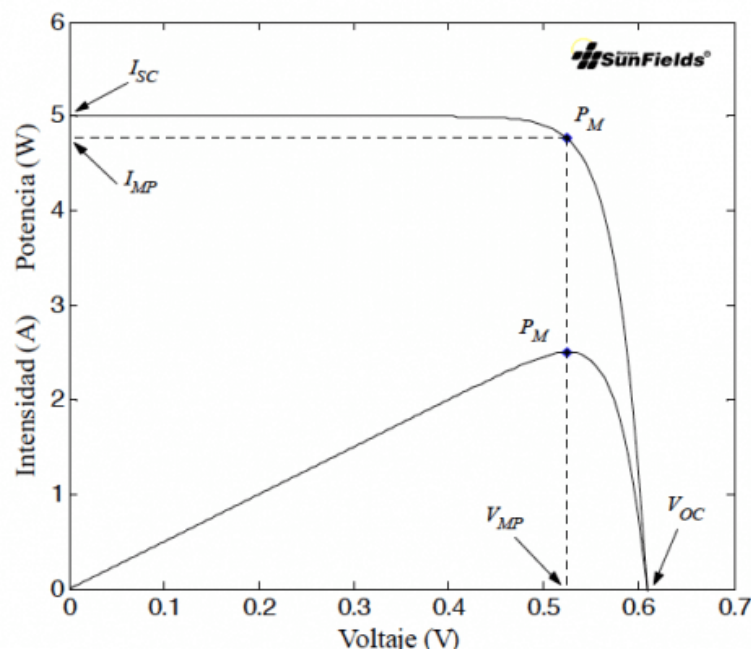


Figura 2-9: Parámetros característicos del PF vistos en gráfica.

Fuente: SunFields Europe. How Solar Panels Work – The Basic Ones.

#### 2.2.1.5. PARAMETROS TERMICOS DE UN MODULO FOTOVOLTAICO

- **Temperatura de Operación Nominal de la Celda (NOCT):** Es la temperatura que registra una celda solar cuando trabaja a las siguientes condiciones:
  - Irradiancia: 800 W/m<sup>2</sup>
  - Distribución espectral de la radiación incidente: AM1.5 (masa de aire)
  - Incidencia normal
  - Temperatura ambiente: 20°C
  - Velocidad del viento: 1m/s
- **COEFICIENTE INTENSIDAD- TEMPERATURA:** Variación de la intensidad de cortocircuito de un módulo fotovoltaico por grado centígrado de variación de la temperatura de sus células. Se especifica en valor absoluto en mA/°C o en valor relativo como %/°C. (INGELIBRE, 2014)
- **COEFICIENTE TENSIÓN-TEMPERATURA (B):** Variación de la tensión de circuito abierto de un módulo fotovoltaico por grado centígrado de variación de la temperatura de sus células. Se especifica en valor absoluto en mV/°C o en valor relativo como %/°C.(INGELIBRE, 2014)
- **COEFICIENTE POTENCIA TEMPERATURA:** Muestra como es la variación de la potencia máxima en un panel fotovoltaico respecto a la temperatura de cada una de las celdas la cual se expresa en grados centígrados. Se representa en valor absoluto en W/°C o en un valor relativo expresado en %/°C.

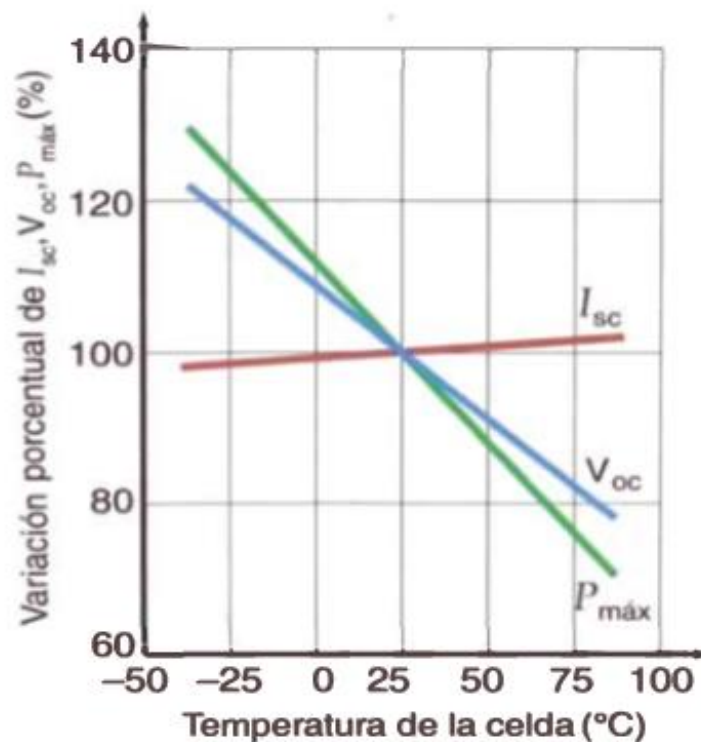


Figura 2-10: Variación porcentual de la Intensidad de cortocircuito, la tensión de circuito abierto y potencia máxima de una celda solar respecto a la temperatura.

Fuente: Iván David Torres Gonzales (2015). Proyecto de una Central Solar Fotovoltaica de 20 MW. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú.

#### 2.2.1.6. CURVAS CARACTERISTICAS DE UN PANEL FOTOVOLTAICO

Todo fabricante de paneles fotovoltaicos realiza mediante ensayos las curvas características que los paneles fotovoltaicos van a presentar cuando estén funcionando y el efecto que estos tendrán cuando se presente radiación.

- CURVA CORRIENTE VS TENSION Y POTENCIA VS TENSION:** Esta es una gráfica que todo fabricante tiene de sus paneles fotovoltaicos y que la podemos encontrar en los catálogos, se puede observar que cuando se alcanza la potencia máxima ese valor corresponderá al voltaje máximo con el que trabajará el panel y este valor a su vez sera mayor que la corriente de cortocircuito.

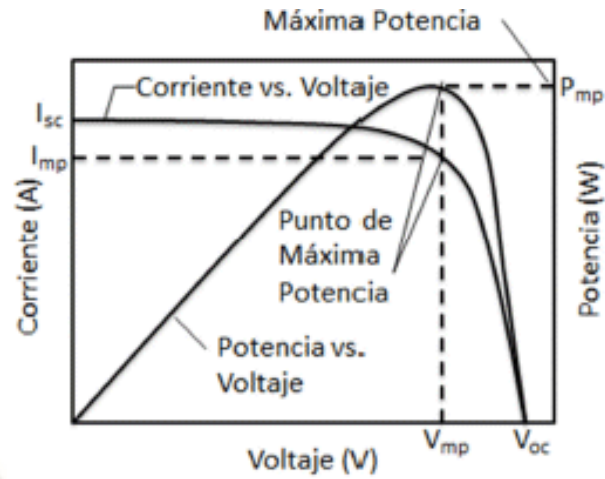


Figura 2-11: Curva Corriente vs Tensión y Potencia vs Tensión.

Fuente: Tatiana Vargas y Augusta Abrahamse. 14 de marzo de 2014. Trazador de curvas i-v de código abierto para monitoreo de rendimiento de paneles fotovoltaicos en Bolivia. Recuperado de: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2518-44312014000100007](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312014000100007).

- CURVA CORRIENTE VS VOLTAJE:** En esta grafica podemos apreciar que a un ligero incremento de la corriente, el voltaje disminuye en una razon grande, ademas vemos una disminucion de la temperatura cuando se aumenta la tension en los paneles , es común apreciar este efecto debido a las propiedades que presenta el silicio el cual es un material semiconductor.

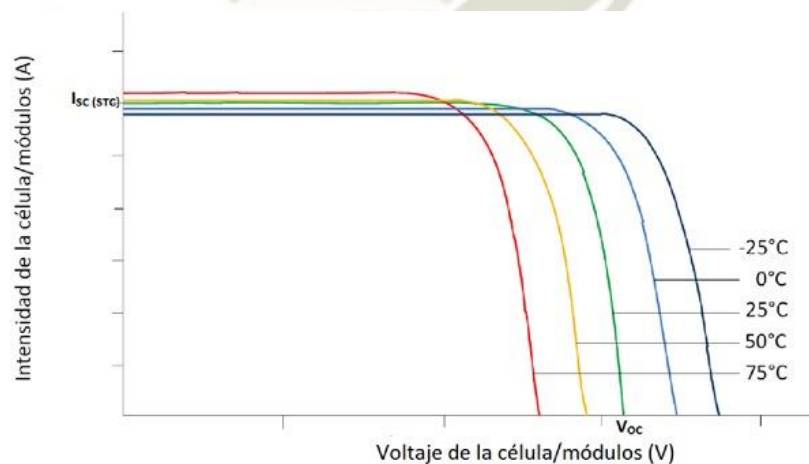


Figura 2-12: Curva Corriente vs Tensión.

Fuente: Eduardo Collado. 13 de julio de 2015. Los efectos de la temperatura en la producción de las instalaciones fotovoltaicas. Energías Renovables. Recuperado de: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/los-efectos-de-la-temperatura-en-la-20150713>.

- EFFECTO DE RADIACION SOLAR:** Otra grafica comun que nos porporciona el fabricante, es ver cuanto de corriente y tension nos proporcionara un determinado panel de acuerdo al nivel de radiacion solar que este tenga en su superficie. Donde: a mayor radiacion este genera mas corriente y tension se tendrá.

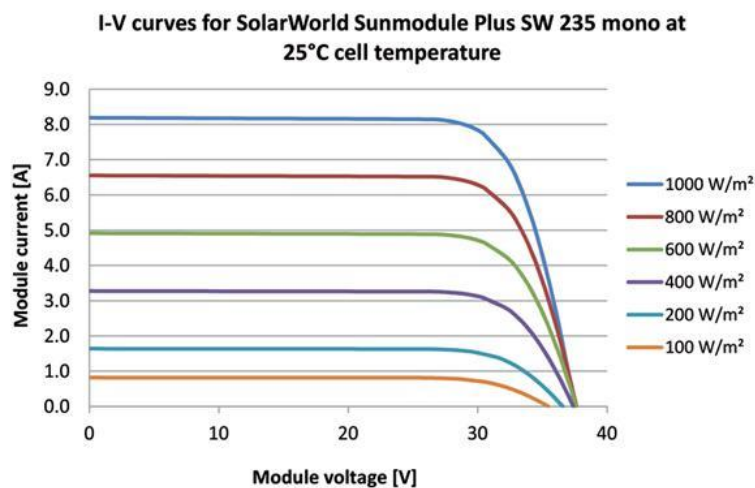


Figura 2-13: Curva comportamiento de Corriente vs Voltaje a diferentes niveles de radiación.

Recuperado de: <http://www.energetika.com.ar/Curva%20I-V.html>

- EFFECTO DEL SOMBREADO EN LA CELDAS SOLARES:** Este es un efecto muy perjudicial para los paneles fotovoltaicos ya que sus valores de intensidad y tension bajan haciendo que el panel no sea tan eficiente, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

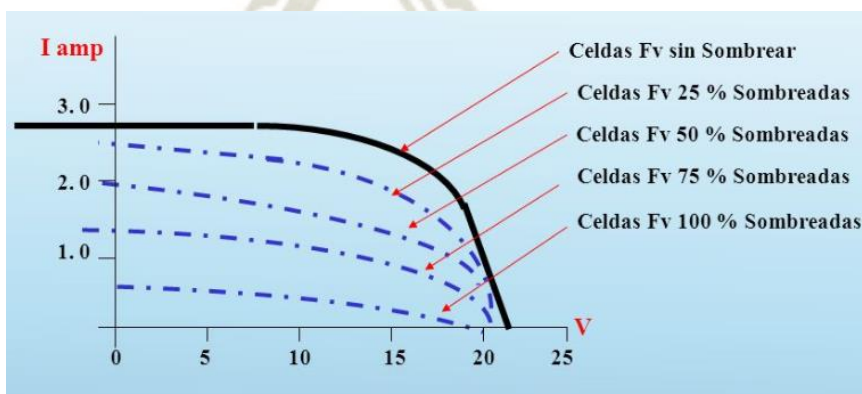


Figura 2-14: Impacto de la sombra en PF en curva Corriente vs Tensión.

Fuente: SunFieldsEurope. Efecto de las sombras en un panel solar fotovoltaico.

Para ello, IDAE en su manual de condiciones técnicas nos sugiere que la distancia mínima de separación entre un árbol, pared y panel solar debe ser un valor, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Donde:

$h$  = altura de la estructura dependiendo de su inclinación.

La que nos asegura que los paneles no tendrán sombra por un tiempo de 8 horas al día, enfocadas en el mediodía que es el tiempo donde se presenta mayor radiación solar, para el periodo de un año.

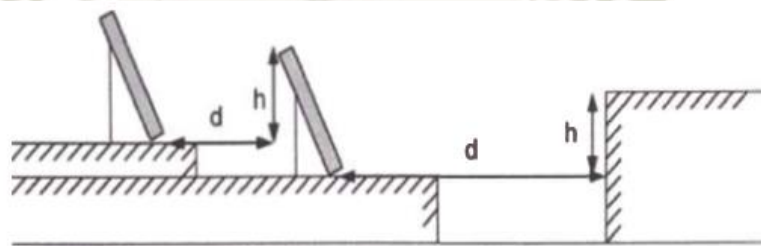


Figura 2-15: Distanciamiento entre filas de paneles fotovoltaicos.

Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Julio de 2011. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Madrid-España.

### 2.2.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el generador o módulo fotovoltaico, el cual está compuesto por células fotovoltaicas capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica, por medio del efecto fotoeléctrico. El resto de los equipos incluidos en un sistema fotovoltaico dependen de la aplicación a la que está destinado el sistema. Entre estos equipos están las baterías que pertenecen al sistema de acumulación, el cual no está

presente si la central está interconectada a la red, y se usa principalmente durante las noches, cuando la energía del sol no está presente; el inversor que transforma la energía en corriente continua que proviene de los paneles, a corriente alterna, para que pueda ser utilizada por el usuario de la central si esta se encuentra aislada, o para inyectar a la red si la central es interconectada. También se considera el sistema de seguimiento solar, que puede ser de 1 o 2 ejes. Además, Los sistemas fotovoltaicos cuentan con dispositivos de protección tales como interruptores termo-magnéticos, interruptores diferenciales, seccionadores y reguladores de carga.

Los sistemas fotovoltaicos se dividen en dos según su conexión: interconectados a la red o aislados.

#### 2.2.2.1. SISTEMA INTERCONECTADO

Son las instalaciones en las que la energía generada por el campo fotovoltaico se entrega directamente a la red general de distribución. Este tipo de instalaciones no usan baterías, solo disponen de los paneles y los inversores. Los paneles fotovoltaicos son los mismos que se emplean para los sistemas aislados, sin embargo, los inversores deben disponer de un sistema de medición de energía, que sean capaces de interrumpir o reanudar el suministro y adaptar la corriente alterna producida en el inversor a la fase de energía de la red.

#### 2.2.2.2. SISTEMA AUTONOMO

Estas instalaciones son las que carecen de conexión con la red eléctrica convencional. Se pueden diferenciar entre sistemas con acumulación y sistemas de conexión directa. Los sistemas de acumulación están compuestos de baterías que permiten el suministro eléctrico en momentos donde haya escasez de radiación solar. Así,

este sistema aprovecha la energía de los paneles durante el día, y en la noche usa la energía proveída por las baterías.

### 2.2.3. COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

#### 2.2.3.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Consiste en una asociación de células, encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico (frecuentemente se emplea el tedlar) u otra lámina de cristal cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia. Muy frecuentemente este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio anodizado con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte.

Las células más comúnmente empleadas en los paneles fotovoltaicos son de silicio, y se puede dividir en tres subcategorías.

- Las células de silicio monocristalino: Están constituidas por un único cristal de silicio, normalmente manufacturado mediante el proceso Czochralski. Este tipo de células presenta un color azul oscuro uniforme.
- Las células de silicio policristalino-multicristalino: Están constituidas por un conjunto de cristales de silicio, lo que explica que su rendimiento sea algo inferior al de las células monocristalinas. Se caracterizan por un color azul más intenso.
- Las células de silicio amorfo: Son menos eficientes que las células de silicio cristalino, pero también menos costosas. Este tipo de célula es, por ejemplo, la que se emplea en relojes o calculadoras.



Figura 2-16: Panel fotovoltaico.

Recuperado de: [http://www.technic-conseils.com/pdf/SUITE\\_SOLAIRE.pdf](http://www.technic-conseils.com/pdf/SUITE_SOLAIRE.pdf)

### 2.2.3.2. INVERSOR

La corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna mediante un aparato electrónico llamado inversor e inyectar en la red eléctrica (para venta de energía) o bien en la red interior (para autoabastecimiento).

En las etapas iniciales del desarrollo de los inversores fotovoltaicos, los requisitos de los operadores de las redes eléctricas a la que se conectaban solicitaban únicamente el aporte de energía activa y la desconexión del inversor de la red si ésta excedía de unos ciertos límites de voltaje y frecuencia. Con el progresivo desarrollo de estos equipos y la cada vez mayor importancia de las redes eléctricas inteligentes, los inversores son ya capaces de proveer energía reactiva e incluso aportar estabilidad a la red eléctrica.



Figura 2-17: Ejemplos de inversores para sistemas aislados e interconectados.

Fuente: SunFields. Inversor solar fotovoltaico - ¿Qué es y cómo funciona?

Los inversores se pueden clasificar de diferentes formas.

- Por el número de fases: Pueden ser monofásicos o trifásicos.
- Por su configuración: Pueden ser inversores centrales, inversores en cadena o string, o inversores modulares.
- Por el número de etapas: Pueden ser de una etapa, de dos etapas o multietapas.

Los inversores tienen los siguientes parámetros de entrada en corriente continua:

- Tensión de máxima de entrada ( $V_{ccm\acute{a}x}$ ): Máxima tensión de entrada permitida en el inversor.
- Tensión mínima de entrada ( $V_{ccm\acute{i}n}$ ): Tensión mínima a la cual el inversor empieza a verter energía a la red.
- Tensión de entrada de arranque ( $V_{cc, arr}$ ): Tensión de entrada a la cual el inversor empieza a verter energía a la red.
- Tensión nominal de entrada ( $V_{cc,n}$ ): tensión de entrada especificada por el fabricante, a la cual se refiere la información de la ficha técnica.

- Tensión máxima del PMP ( $V_{pmpm\acute{a}x}$ ): tensión máxima a la cual el inversor puede transferir su potencia nominal.
- Tensión mínima del PMP ( $V_{pmpm\acute{m}n}$ ): tensión mínima a la cual el inversor puede transferir su potencia nominal.
- Corriente máxima de entrada ( $I_{cm\acute{a}x}$ ): máxima corriente a la cuál puede funcionar el inversor. Si el inversor tiene múltiples SPMP (seguimientos del punto de máxima potencia),  $I_{cm\acute{a}x}$  se relaciona con cada una de las entradas individuales.

#### **TIPOS DE INVERSORES:**

**PARA SISTEMAS AISLADOS:** Son inversores que se conectan a las baterías en una instalación aislada de la red. Existen variantes de este tipo de inversor y son:

- Entrada de Batería: Es el más común, en el que la entrada del inversor se conecta única y directamente a la batería solar. Este tipo de inversores suelen disponer de la función de protección contra la sobredescarga de la batería, ya que esta conexión directa constituye una línea de consumo no controlada por el regulador.
- Entradas de Batería y Campo Fotovoltaico: Este tipo incluye un regulador de carga interno que posibilita la conexión directa del campo FV y hace innecesario el uso de un regulador externo.
- Entradas de Batería y Generador Auxiliar: Permite la conexión directa de un grupo electrógeno auxiliar, posibilitando la carga de las baterías mediante una fuente distinta a la solar (función de cargador), y la alimentación directa del consumo mediante dicho grupo (función generador).
- Salida alterna y continua: Existen inversores que disponen de salidas continuas y alternas, destinado a los sistemas que requieran de ambos.

**CONECTADOS A LA RED:** Son inversores para sistemas interconectados y deben disponer de ciertas características:

- De onda cuadrada: Característica de algunos inversores económicos de baja potencia, aptos para la alimentación exclusiva de aparatos puramente resistivos, como elementos de iluminación y otros.
- De onda cuadrada modulada: También característica de inversores de baja potencia, pero con un espectro de posibles elementos de consumo más amplio que el tipo anterior, que incluye alumbrado, pequeños motores y equipos electrónicos no muy sensibles a la señal de alimentación.
- De onda senoidal pura: Este tipo de inversores proporciona una forma de onda a su salida que, a efectos prácticos, se puede considerar idéntica a la de la red eléctrica general, permitiendo así la alimentación de cualquier aparato de consumo o, en su caso la conexión a red.
- De onda senoidal modificada (o trapezoidal): Intermedio entre los dos anteriores, permite ampliar el espectro de elementos de consumo y de potencia, limitado en el de onda cuadrada modulada.

**HIBRIDOS:** Se caracterizan por gestionar las diferentes fuentes de energía, permitiendo alimentar los consumos eléctricos desde la energía procedente de las placas solares, desde la energía almacenada en las baterías y/o desde la red eléctrica de apoyo. Gestionan la procedencia de la energía para optimizar el máximo aprovechamiento de la energía solar y el ahorro de la energía consumida de la red, así como la carga y descarga de la batería, sin necesidad de añadir un regulador de carga adicional. La característica principal y diferencia con los modelos Off-Grid (Aislados), es que trabajan conectados a la red eléctrica existente (Modo On-Grid), aportando energía solar en el mismo momento que

la red eléctrica cuando la carga es superior a la energía generada en la instalación solar. Además, en el caso de fallo de red eléctrica, estos inversores pueden trabajar en Isla, aportando la energía procedente de la instalación solar directamente al consumo.

### 2.2.3.3. SISTEMA DE SEGUIMIENTO SOLAR

Es un mecanismo capaz de orientar los paneles solares de forma que éstos permanezcan aproximadamente perpendiculares a los rayos solares, siguiendo al sol durante todo el día.

Existen de varios tipos:

- En dos ejes: la superficie se mantiene siempre perpendicular al Sol.
- En un eje polar: la superficie gira sobre un eje orientado al sur e inclinado un ángulo igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol.
- En un eje azimutal: la superficie gira sobre un eje vertical, el ángulo de la superficie es constante e igual a la latitud. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano local que contiene al Sol.
- En un eje horizontal: la superficie gira en un eje horizontal y orientado en dirección norte-sur. El giro se ajusta para que la normal a la superficie coincida en todo momento con el meridiano terrestre que contiene al Sol.



Figura 2-18: Seguidor en una planta de 4MW en Vellakoil. (Tamil Nadu, India)

Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Seguidor\\_solar](https://es.wikipedia.org/wiki/Seguidor_solar).

#### 2.2.3.4. SISTEMA DE ACUMULACION

El sistema de acumulación está compuesto por las baterías. En los sistemas fotovoltaicos las baterías o acumuladores fotovoltaicos se utilizan principalmente como sistema de almacenamiento energético, el cual es necesario debido a que el momento en el cual se consume más energía eléctrica es en la noche (periodo de consumo), mientras que la generación ocurre durante el día (periodo de generación), permitiendo así la operación de cargas en todo momento, aun cuando no se está generando energía eléctrica. La gran mayoría de baterías en el mercado son de plomo-acido, las cuales se adaptan bien a la operación en sistemas fotovoltaicos siempre y cuando se realice el mantenimiento adecuado.



Figura 2-19: Banco de baterías.

Fuente: Santiago Arnaltes y Manuel García Plaza. Sistemas de Almacenamiento Energético Aplicaciones para Integración de Renovables. Programa redes eléctricas inteligentes en la Comunidad de Madrid. Madrid-España.

#### TIPOS DE BATERÍAS:

- **PLOMO ACIDO:** Requieren revisión cada periodo de 3 a 6 meses y necesitan que se les eche agua destilada, son baterías similares a las baterías de carro. Tiene una baja cantidad de ciclos de vida (hasta 500 ciclos), pueden durar hasta 5 años, su principal aplicación es en sistemas de baja potencia, como hogares, y su mayor ventaja es su bajo precio.

- **AGM:** Es una forma superior de la batería a gel, la cual no soporta descargas muy profundas. La AGM posee un electrolito sólido, en vez de uno de gel, lo cual le permite aguantar descargas profundas mejor que la de gel. Tiene el doble de ciclos que las de plomo, siendo 1000 ciclos, y pueden así durar hasta 10 años. Su principal ventaja es que no requiere mantenimiento.
- **OPzS:** son baterías de plomo ácido, también llamadas baterías estacionarias, que pueden ser usadas en casas o en industrias. Duran más que las baterías regulares de plomo, llegando hasta 2600 ciclos hasta un 50% de profundidad de descarga, logrando un máximo de 20 años de vida útil. Estas baterías requieren el mismo mantenimiento que las baterías regulares de plomo ácido. Estas baterías aguantan mejor entradas y salidas constantes de energía. Cada batería es un vaso de 2V, por lo tanto se suelen conectar varios vasos en serie para obtener voltajes convencionales de instalaciones fotovoltaicas aisladas (12V, 24V, 48V). Existe una variante que son las TOPZ s, las cuales tienen una carcasa de plástico, el cual suele deformarse en situaciones de constante carga y descarga, y tienen la mitad de ciclos de vida.
- **OPzV:** Son baterías de gel, pero a diferencia de las baterías regulares de gel, estas no usan un bloque de gel, sino que son vasos de 2V, como las OPZ s, lo cual hace que sean más durables y estables. Pueden llegar hasta 2500 ciclos de vida, y pueden durar hasta 15 años. No necesitan mantenimiento (no necesitan que se les eche agua destilada) lo cual las hace ideales para sistemas de telecomunicación y para instalaciones aisladas lejanas.
- **Litio:** Son baterías de mejor calidad disponibles. Tienen la mejor velocidad de carga, tiene una muy buena relación peso/volumen, pueden llegar hasta 4000 ciclos de vida al 50% de profundidad de carga, pero algunas tienen mayores profundidades de

descarga, hasta 80% o en el caso de las baterías TESLA hasta 100%. Su principal desventaja es que son las baterías más costosas.

#### 2.2.3.5. ELEMENTOS DE PROTECCION

- **Regulador de carga o regulador solar:** Es un dispositivo electrónico usado en instalaciones solares destinado a controlar la entrada a las baterías que proviene de los paneles solares. Este dispositivo permite alargar la vida útil de las baterías, reduciendo así su costo de mantenimiento, y también permite obtener la información y los parámetros de funcionamiento de la instalación.

Para la regulación de las baterías, el regulador permite el paso libre de la electricidad a la batería si esta se encuentra con una carga menor o igual a 95%, con el objetivo de cargarla lo más rápido posible. Si la carga de la batería se encuentra en un nivel mayor a 95%, el regulador permite un paso controlado para cargar la batería evitando sobrecargas y sobrecalentamientos, a esto se le llama carga de flotación. Si la batería se encuentra completamente cargada, el regulador corta por completo el paso de corriente a la batería. Existen dos tipos de reguladores que se usan dependiendo de la potencia de los paneles.

- **PWM o convencional (paneles de hasta 200Wp):** un regulador PWM (Modulación por anchura de pulsos) disponen de un solo diodo, de forma que los paneles solares funcionen a la misma tensión que las baterías. Entonces, los módulos solares nunca funcionan a su máxima potencia, si no que están limitados por las baterías y su estado de carga, produciendo una pérdida de potencia de 25-30%. Este regulador puede llenar por completo una batería gracias a que introduce la carga de forma gradual cuando la batería tiene una carga casi completa (carga de flotación), haciendo que la batería se llene de forma óptima y estable.

- **MPPT o maximizador solar (paneles con potencia superior a 200Wp):** dispone de un diodo, un convertidor CC-CC y un Seguidor de Punto de Máxima Potencia (MPPT). El convertidor CC-CC permite que los paneles solares y las baterías puedan trabajar a distintas tensiones, mientras que el MPPT adapta la tensión de funcionamiento de los paneles a la tensión que proporcione la máxima potencia. La energía que entra y sale de este regulador es la misma, pero la tensión e intensidad de corriente de los paneles y de las baterías puede ser distinta, logrando aumentar la tensión de los paneles y aumentando la producción solar en un 30% respecto a los reguladores PWM. La desventaja es que este regulador es más costoso que el PWM.

Los reguladores también se dividen por su corriente nominal, y se elige un regulador por su corriente calculando la corriente que le llegaría de los paneles, la cual es igual a la corriente que entrega cada panel, multiplicado por la cantidad de paneles de la instalación.



Figura 2-20: Regulador de carga.

Recuperado de: [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-regulador-solar-necesito\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-regulador-solar-necesito_1)

#### 2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Tabla 2-3

*Ventajas y desventajas de un sistema fotovoltaico.*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Usa energía solar, que es una energía renovable de infinito aprovechamiento.	Su operación es limitada, solo funciona de día.
Este sistema no produce emisiones.	Puede ocupar áreas muy grandes.
El mantenimiento de los paneles es simplemente limpieza.	El mantenimiento de las baterías es más delicado y el costo de reemplazo es mayor.
La vida útil de los paneles es de 20 a 25 años.	La vida útil de las baterías depende de su profundidad de descarga, y es mucho menor.
El sistema puede ser aislado, interconectado o aplicado a sistemas de bombeo.	Otros tipos de centrales, como las térmicas, ofrecen más potencia para sistemas más grandes.
El costo de esta tecnología está reduciendo con el tiempo.	El costo inicial de inversión es elevado, y debe justificarse con el beneficio económico en un largo periodo de tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.3. ILUMINACION

Es la acción y efecto de iluminar algún cuerpo mediante un grupo de luces las cuales se instalan en determinados lugares con el objetivo de tener algún efecto visual, a nivel de decoración, confort o aspecto prácticos.

### 2.3.1. ILUMINANCIA

Es la iluminación que produce un lumen que incide sobre un área de un metro cuadrado. En el sistema internacional (SI) su unidad es el lux y es representado con una letra mayúscula “E”. Este parámetro es muy utilizado ya que con este podemos evaluar la cantidad de luz que se va a presentar en un determinado lugar. Para ver que este nivel es el adecuado se hace el uso de tablas las cuales van a depender al tipo de actividad que se tenga en dicho lugar.

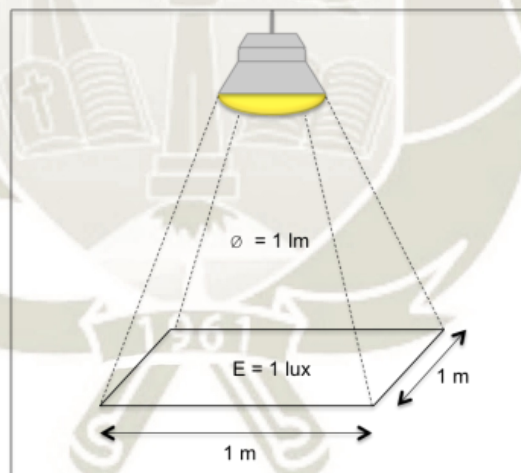


Figura 2-21: Concepto de Iluminancia.

Recuperado de: <http://www.ledstorepro.com/content/21-magnitudes-luminosas>

### 2.3.2. LUMINANCIA

Es la relación que existe entre la intensidad luminosa y la superficie la cual viene de una fuente que produzca o refleje la luz. Este parámetro es también de utilidad porque podemos saber el brillo de las fuentes de luz y como la percibe nuestro ojo, a mayor luminancia la sensación de claridad crece es por eso que este parámetro debemos ser

regulado sino este puede producir un deslumbramiento que sería molesto para el observador.

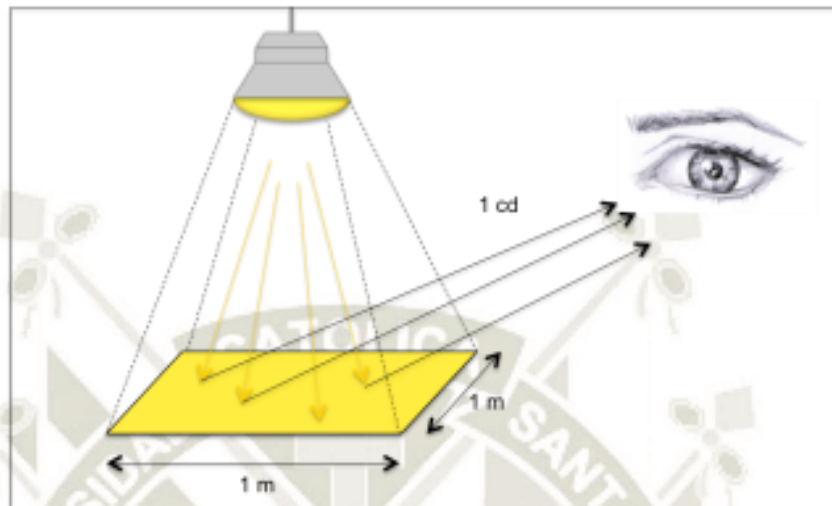


Figura 2-22: Concepto de Luminancia.

Recuperado de: <http://www.ledstorepro.com/content/21-magnitudes-luminosas>

### 2.3.3. LAMPARAS LED

Es un dispositivo semiconductor que emite luz cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica. El LED es más eficiente energéticamente que las lámparas incandescentes, siendo su rendimiento de hasta un 90 %. El color de un LED viene dado por la longitud de onda de luz emitida, que dependerá de los materiales del ánodo y cátodo y el material del semiconductor.

### 2.3.4. VENTAJAS DE LAS LAMPARAS LED:

- **ALTO RENDIMIENTO DE ILUMINACION:** Las lámparas LED consumen un 80% menos de energía que los focos comunes. La dirección del flujo de luz de estas lámparas es dirigida en la dirección deseada, haciendo que se pueda iluminar un área mejor, mientras se aprovecha toda la energía.

- **BAJO COSTO ENERGETICO:** El bajo consumo que presentan las lámparas LED respecto las demás lámparas también representa una reducción en costos de consumo energético. Esto resulta en un rápido retorno a la inversión.
- **LARGA VIDA UTIL:** Las lámparas LED tienen una vida útil de 50 000 horas, debido a que no contienen partes mecánicas o filamentos como otras lámparas.
- **COSTO DE MANTENIMIENTO BAJO O NULO:** Gracias a la larga vida útil de las lámparas LED, no se tienen interrupciones de iluminación frecuentemente, y no requieren reemplazo hasta las 50 000 horas.
- **PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE:** La luz que producen las lámparas LED no emite rayos ultravioletas ni rayos infrarrojos, lo que evita riesgos a la salud. Tienen pérdidas de calor mínimas y ahorran energía, que ayuda a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## CAPITULO III

## INGENIERIA DEL PROYECTO

## 3.1. UBICACIÓN DE LA MINICENTRAL FOTOVOLTAICA

Se pretende diseñar una minicentral fotovoltaica que sirva autoabastecimiento para el fundo de la UCSM en Majes. La siguiente figura muestra el fundo de la UCSM, lugar donde se pretende hacer la construcción de la minicentral fotovoltaica.



Figura 3-1: Vista satelital del fundo UCSM-Majes

Fuente: Google Earth.

A continuación, en la siguiente imagen se muestra en un rectángulo azul el lugar donde se pretende hacer la construcción del principal grupo generador fotovoltaico del sistema autónomo, que servirá para cubrir la demanda actual del área productiva y proyectos a futuro, o del único grupo generador fotovoltaico de la minicentral interconectada, que servirá para cubrir la demanda actual de todo el fundo y de los proyectos a futuro que este tendrá. El grupo del sistema autónomo debería ocupar un área aproximada de 1125 metros cuadrados con 45 metros de largo por 25 metros de ancho, mientras que la minicentral

del sistema interconectado debería ocupar un área aproximada de 1250 metros cuadrados con 50 metros de largo por 25 metros de ancho. El grupo principal cuenta con las siguientes coordenadas:

LATITUD: 16°19'55.88"S

LONGITUD: 72°12'28.95"O



Figura 3-2: Ubicación del Grupo General y Grupo de Proyectos.

Fuente: Google Earth.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del segundo grupo generador fotovoltaico para el sistema autónomo, que tiene como fin el autoabastecimiento del bloque académico específicamente las aulas, este contará con un área aproximada de 500 metros cuadrados.



Figura 3-3: Ubicación del Grupo de Aulas.

Fuente: Google Earth.

A continuación, se muestra la ubicación del tercer grupo generador fotovoltaico para el sistema autónomo, que servirá para el área de biotecnología, este contará con unas dimensiones de 15 metros por 10 metros dándonos un área aproximada de 150 metros cuadrados.



Figura 3-4: Ubicación del Grupo Biotecnología.

Fuente: Google Earth.

Finalmente se muestra la ubicación del cuarto grupo generador fotovoltaico para el sistema autónomo, que servirá para el área de ordeño, este tendrá unas dimensiones de 25 metros por 20 metros dándonos un área aproximada de 500 metros cuadrados.



Figura 3-5: Ubicación del Grupo Establo.

Fuente: Google Earth.

### 3.2. ESTIMACION DEL NIVEL DE IRRADIACION SOLAR EN MAJES:

Para la estimación de la radiación solar en la zona de la Irrigación Majes, se utilizaron los datos de radiación a detalle que nos proporcionó Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el cual nos muestra la radiación solar día a día, en formato de 24 horas desde enero hasta diciembre en el año 2017.

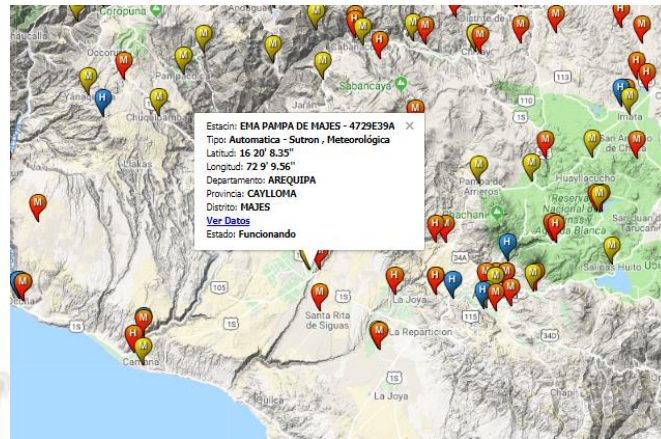


Figura 3-6: Ubicación estación meteorológica pampa de majes

Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.

Cabe resaltar que la estación más cercana al fundo UCSM es la estación meteorológica de Pampa De Majes cuya latitud es  $16^{\circ}$  y está a 1498 metros sobre el nivel del mar. Esta estación automática fue la que almaceno los datos de radiación solar del pasado año y esa información es la que se usó en el proyecto. La cual se muestra a continuación:

Datos obtenidos en SENAMHI de la radiación promedio en Majes de los doce meses del año 2017:

Tabla 3-1  
*Radiación promedio mensual en Majes.*

MES	RADIACION PROMEDIO (kW-hr/m <sup>2</sup> -dia)
Enero	5.65
Febrero	6.38
Marzo	5.87
Abril	6.04
Mayo	5.26
Junio	5.27
Julio	5.22
Agosto	6.16
Septiembre	6.56
Octubre	7.01
Noviembre	7.75
Diciembre	7.58
<b>Promedio anual</b>	<b>6.23</b>

Fuente: Elaboración propia.

En los proyectos propuestos el consumo será constante y anual, luego el periodo de diseño se establece para el mes de menor radiación solar, es decir cuando la relación generación/consumo sea más desfavorable. Según datos de SENAMHI el mes más crítico es julio con un valor de 5.22 kW-h/m<sup>2</sup>-día, este valor será utilizado para el dimensionamiento de los dos sistemas. Hay que tener presente que esta radiación es sobre una superficie horizontal sin inclinación, se debe hacer correcciones ya que nuestros paneles estarán inclinados un ángulo determinado.

### 3.3. DETERMINANDO EL CONSUMO ENERGIA DIARIO DEL FUNDO

Para hacer el estudio de cargas, realizaremos en método por ambiente, donde consideramos las potencias en los circuitos de tomacorriente según la carga que esté conectada. Procederemos a realizar un cuadro el cual está clasificado por ambientes que tiene el fundo y los equipos que tiene cada ambiente en específico. El consumo de energía diaria (Wd), el cual se mide en Wh/día, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Wd = Pn \times n \times t \quad (3.1)$$

Donde:

$P_n$ : Potencia nominal de la carga (W).

$n$ : Número de aparatos de determinado tipo.

$t$ : horas diarias de funcionamiento (Hr).

La suma de todos los consumos diarios de todas las cargas, calculados a partir de la ecuación (3.1), constituye el consumo energético teórico al día que tiene el fundo. Con este valor debemos calcular el consumo energético real, al que se le añadirá los diferentes tipos de pérdidas que más adelante se detallarán.

Tabla 3-2

*Cuadro de cargas eléctrico del área de CEPROBIS.*

OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA (W)	HORAS DIARIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (W-hr/día)
VENTILADOR OFICINA	1	60	6	360
PARLANTE COAXIAL DE 4"	2	400	6	2400
NVR VIDEO GRABADOR 100MBPS	1	50	24	1200
CAMARA IP FULL HD 2 MEGAPIXEL	5	30	24	720
CAMARA SAMSUNG HD 1,3MP	6	36	24	864
MONITOR LED HD SAMSUNG 32"	1	28	6	168
ELECTROBOMBA PEDROLLO, HP.1.22V	1	186.43	8	1491.4
CAMARA DE SEG. SAMSUNG	2	12	24	288
CAMARA SAMSUNG HD,1.3M	3	18	24	432
REFRIGERADORA 4 P3	1	300	8	2400
PUNTO DE ACCESO UBIQUITI M2	1	8	24	192
PUNTO DE ACCESO UBIQUITI	5	40	24	960
IMPRESORA HP LASERJET 1018	1	250	1	250
PC DT CORE2DUO:1.86GHZ;HD:160GB	1	300	6	1800
PC CORE I3 3.3GHZ;RAM:4GB;HD:500GB	2	350	6	2100
MONITOR LCD DELL 19"	3	25	6	150
IMPRESORA EPSON L210 MULTIFUNC.	1	100	1	100
PC CORE I7-4770;3.4GHZ;DD:500GB;MM:4GB	1	350	6	2100
TICKETERA TERMICA EPSON TM-T88V	1	20	1	20
GARITA	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
COOLER (REFRIGERADOR)	1	100	6	600
CONSERVADORA	1	100	6	600

IMPRESORA HP LASERJET 1018 USB.	1	150	1	150
IMPRESORA MATRICIAL EPSON FX-890	1	53	1	53
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD	1	300	6	1800
MONITOR LCD 19"	1	25	6	150
<b>ALMACEN MAQUINARIA AGRICOLA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
BOMBA ALTA PRES. (NO ESTA EN USO)	1	4101.35	-	-
MAQUINA SOLDADORA SOLANDINA (NO ESTA EN USO)	1	10296	-	-
<b>PLANTA DE LACTEOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
BOMBA DE AGUA PEDROLLO	2	1491.4	2	2982.8
ELECTROBOMBA HIDROSTAL 1.9HB	1	1416.83	1	1416.83
ELECTROBOMBA DE 1HP CYTI PUMP	2	1491.4	1	1491.4
COCINA ELECTRICA DE 2 HORNILLA	1	2000	0.5	1000
HORNO	1	1000	2	2000
REFRIGERADORA NO FROST 403 LT.	1	300	8	2400
EQUIPOS PARA VIDEO VIGILANCIA	1	50	24	1200
TANQUE DE REFRIGER. DE LECHE	1	5000	2	10000
TANQUE Y TINA ELABORAC. MERMELAD	1	4000	2	8000
TANQUE DE YOGURT 1000 LITROS	2	10000	2	20000
TANQUE P/LECHE 1000 LIT.SEG	1	5000	1	5000
LICUADORA INDUSTRIAL DE 20L	1	745.7	0.5	372.85
MARMITA DE 500 L. ACERO INOX.	1	3500	1	3500
LICUADORA 1.5 L. ARUS - MOD.LIS 1.5	1	372.85	1	372.85
TANQUE DE ALMACENAM. DE LECHE 300 L.ISOTERMICO	1	1500	12	18000
MARMITA PASTEURIZA/FERMENTACION	1	3500	0.2	700
HOMOGENEIZADORA GAULIN 1000 L/H	1	7500	0.5	3750
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA 1 HP	2	745.7	1	745.7
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PLANTA DE LACTEOS	1	1000	4.5	4500
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA 1.9HP 3F.	1	1416.83	1	1416.83
LICUADORA INDUSTRIAL	1	745.7	0.5	372.85
PC INTEL COREI3 ,HD:500GB, RAM:4GB	2	600	8	4800
<b>COMEDOR</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
TELEVISOR A COLOR 21"	1	100	4	400
<b>COCINA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
CONGELADORA STANDARD: 0.90*0.70	1	100	8	800
REFRIGERADORA 430 L. MABE RM-430YJPS	1	300	8	2400
<b>ALMACEN EQUIPO DE RIEGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO POTENCIA 2HP	1	1491.4	-	
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA ACERO INOX. 1HP,220V MONOF	4	745.7	-	

<b>HABITACIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
TELEVISOR 32" AOC LE32W334F	3	300	8	2400
MONITOR IBM A COLOR DE 17" SVGA	1	40	8	320
CPU IBM PII;733MHZ;128MB;HD:20GB;CD:32X;T.RED	1	300	8	2400
<b>OFICINA SALA DE ORDEÑO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
MOTOR ESTACIONARIO PARA ORDEÑADORA	1	372.85	2	745.7
MOTOR ELECTRICO COOPE 2HP	1	1491.4	2	2982.8
IMPRESORA HP LASERJET 1020	1	150	1	150
MONITOR LCD DELL 19" WIDESCREEN IN1930C	1	25	2	50
PC CORE I3 3.3GHZ;RAM:4GB;HD:500GB	1	300	2	600
IMPRESORA HP LASERJET P1102W	1	150	1	150
<b>ESTABLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
MOTOR ELECTRICO TRIFASICO WEG	1	745.7	2	1491.4
<b>LABORATORIO BIOTECNOLOGIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	1	60	6	360
IMPRESORA EPSON LX-300+	1	150	1	150
PC PENTIUM 3.2GHZ;HD:80GB;MEN:512MB	1	300	8	2400
MONITOR A COLOR 15" SAMSUNG	1	30	8	240
<b>VIVERO HORNAMENTAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
CONGELADORA	1	100		800
REFRIGERADORA	1	350		2800
<b>TOTAL</b>				<b>137 010.41</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-3

Cuadro de cargas eléctrico de la iluminación del área de CEPROBIS.

OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA (W)	HORAS DIARIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (W-hr/día)
Phillips 1x26W	12	26*12= 312	2	624
OFFISMART 56 W	4	56*4=224	2	448
GARITA	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
Phillips 1x26W	6	156	4	624
LED 5W	3	15	4	60
ALMACEN MAQUINARIA AGRICOLA	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
Phillips 1x36W	6	36	2	216
PLANTA LACTEOS	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
Fluorescentes 1x18W	6	108	9	972
Fluorescentes 1x36W	9 a 1 Hora	36*9=324	1	324
	4 a 2 horas	144	2	288
Fluorescentes 2x36W	15 a 9 horas	1080	9	9720
	13 a 4horas	936	4	3744
Fluorescentes 1x18W	6	108	9	972
Fluorescentes 1x36W	9 a 1 hora	324	1	324
	4 a 2horas	144	2	288
Fluorescentes 2x36W	15 a 9 horas	1080	9	9720
	13 a 4horas	936	4	3744
COMEDOR	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
Phillips 1x26W	2	52	4	208
COCINA	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
Phillips 1x26W	1	26	1	26
HABITACIONES HOMBRES	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
Baños (26W)	12	312	1	312
Dormitorios (26W)	9	234	5	1170
Externas (36W)	2	72	5	360
HABITACIONES MUJERES	CANTIDAD	W	Hr/día	W-hr/día
Baños (26W)	3	78	1	78
Dormitorios (26W)	8	208	5	1040

Externas (26W)	4	104	5	520
<b>HABITACIONES – DOCENT</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
Baños (26W)	6	156	1	156
Dormitorios (26W)	4	104	5	520
Externas y baños(18W)	6	108	5	540
Externas y baños(26W)	19	494	5	2470
Dormitorios (4x14W)	2	112	5	560
<b>CEPROBIS-SALA ORDEÑO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
15 W	8	120	5	600
32 W	10	320	4	1280
<b>LABORATORIO BIOTECNOLOG.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
Fluorescentes 1x36W	12	432	3	1296
<b>GRANJA CERDOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
Cerdos (36W)	3	108	2	216
<b>GRANJA CUYES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
Cuyes (36W)	5	180	2	360
<b>TOTAL</b>				<b>28 860</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-4  
*Cuadro de cargas eléctrico del área académica.*

<b>FACULTAD BIOLOGIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>HORAS DIARIAS DE USO</b>	<b>CONSUMO DIARIO (W-hr/día)</b>
HORNO INCINERACION ANIMAL. MENOR	1	370	1	370
<b>COORDINACION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
EQUIPO DE SONIDO SONY MHCE5X9	1	24	2	48
<b>OFICINA ADMINISTRACION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
CENTRAL TELEFONICA PANASONIC KX-TEA30810	1	45	24	1080
FOTOCOPIADORA KONICA MINOLTA BIZHUB 363.	1	1200	0.5	600
TELEFONO PANASONIC PROP IP-PZ	1	3.3	24	79.2
PROYECTOR DE SLIDES	1	300	2	600
RETROPROYECTOR	1	400	2	800
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	8	2400
MONITOR LCD 19"	1	25	8	200
IMPRESORA HP LASERJET PRO M201DW	1	150	1	150

<b>AULA 1</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
PROYECTOR MULTIMEDIA HITACHI CP-X301	1	300	6	1800
MONITOR LCD 17" DELL E177FP	1	40	4	160
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4	1200
CONMUTADOR DE VIDEO KRAMER VP-32K	1	8.4	8	67.2
ACCESS POINT ARUBA 215 IAP-205 R	1	8	24	192
<b>AULA 2</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
PROYECTOR MULTIMEDIA HITACHI CP-X301	1	300	6	1800
PC CORE2DUO 2.53GHZ / MONITOR LCD 17" DELL	1	300	4	1200
CONMUTADOR DE VIDEO KRAMER VP-32K	1	8.4	8	67.2
ACCESS POINT ARUBA 215 IAP-205 R	1	8	24	192
<b>AULA 3</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
PARLANTE ACTIVO MRS 15",250 WATT	1	250	4	1000
PROYECTOR MULTIMEDIA HITACHI CP-X301	1	300	6	1800
MONITOR LCD 17" WIDE	1	40	6	240
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	6	1800
CONMUTADOR DE VIDEO KRAMER VP-32K	1	8.4	8	67.2
NANOBEAM SGHZ,AIRMAX ACCESS POINT	1	8	24	192
<b>AULA 4</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
PROYECTOR MULTIMEDIA HITACHI CP-X301	1	300	3	900
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	6	1800
CONMUTADOR DE VIDEO KRAMER VP-32K	1	8.4	24	201.6
NANOBEAM SGHZ,AIRMAX ACCESS POINT 3	1	8	24	192
<b>AULA 5</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
PROYECTOR MULTIMEDIA HITACHI CP-X3014WN	1	310	3	930
PC DT CORE2DUO:1.86GHZ;HD:160GB;DDR2	1	300	6	1800
MONITOR LCD 17" DELL E177FP	1	40	6	240
CONMUTADOR DE VIDEO KRAMER VP-32K	1	8.4	24	201.6
NANOBEAM SGHZ,AIRMAX ACCESS POINT	1	8	24	192
ACCES ARUBA IAP-315 INSTANT 3X3:3	1	8	24	192
<b>CENTRO COMPUTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
PROYECTOR MULTIMEDIA HITACHI CP-X3014WN XGA	1	310	3	930
PC DT CORE2DUO 1.86GHZ,HD 160GB,DDR2	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 17 DELL E177FP	1	40	4.5	495
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5

PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5
PC CORE 2DUO:2.93GHZ;RAM:3GB;HD:250GB	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD 19"	1	25	4.5	112.5
PC CORE I3 3.3GHZ;RAM:4GB;HD:500GB;DVD	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD DELL 19" WIDESCREEN	1	25	4.5	112.5
PC CORE I3 3.3GHZ;RAM:4GB;HD:500GB;DVD	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD DELL 19" WIDESCREEN	1	25	4.5	112.5
PC CORE I3 3.3GHZ;RAM:4GB;HD:500GB;DVD	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD DELL 19" WIDESCREEN	1	25	4.5	112.5
PC CORE I3 3.3GHZ;RAM:4GB;HD:500GB;DVD	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD DELL 19" WIDESCREEN	1	25	4.5	112.5
PC CORE I3 3.3GHZ;RAM:4GB;HD:500GB;DVD	1	300	4.5	1350
MONITOR LCD DELL 19" WIDESCREEN	1	25	4.5	112.5
CONMUTADOR DE VIDEO KRAMER VP-32K	1	8.4	24	201.6
<b>ALMACEN COMPUTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
ACCES POINT 108 M8PS DWL-3200AP	3	24	6	144
KITS DE 2 VENTILADORES GABINETE PARED	3	180	8	1440
POWER OVER ETHERNET D-LINK DWLP200	2	20	8	480
ACCESS POINT 108 MBPS DWL-3200AP DLINK	1	8	24	192
<b>LABORATORIO 2</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
LICUADORA OSTER DE 3 VELOCIDADES	1	600	0.2	120
BALANZA ANALITICA ELECTRICA 150 GR.	1	5	1	5
BAÑO TERMOSTATICO PRECISTERM 12 LT.	1	375	1	375
MICROSCOPIO BINOCULAR	1	20	2	40
MICROSCOPIO BINOCULAR ACROMATICO	5	100	2	200
ESTEREOSCOPIO UNICO X TL-2300 D	1	20	2	40
DESTILADOR DE AGUA DE VIDRIO CAP.4 L.	1	3000	0.5	1500
MICROSCOPIO BINOCULAR SEMI-PLAN LED	3	60	2	120
MICROSCOPIO BINOCULAR	7	140	2	280
HORNO ESTERILIZADOR ELECTRICO	1	1000	1	1000
<b>LABORATORIO 3</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
REFRIGERADORA BOSCH KSU37	1	350	-	0
CAMARA DE SIEMBRA DE MELANINA	1	8	2	16
CAMARA DE INCUBACION DE METAL Y VIDRIO	1	8	2	16
ESTUFA BACTERIOLOGICA Y DE CULTIVOS	1	1000	2	2000

ESTUFA PARA DESECACION Y ESTERILIZA.	1	1000	2	2000
HORNO DE MUFLA P/CALCINACION	1	1000	2	2000
TELEVISOR A COLOR 21'	1	130	-	-
VIDEOGRABADORA VHS (GOLDSTAR)	1	50	-	-
<b>ALMACEN LABORATORIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
TELEVISOR PANASONIC 21"	1	130	-	-
MICROSCOPIO BIMOLECULAR	1	20	-	-
<b>INTERNADO MUJERES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
ACCESS POINT 108 MBPS DWL-3200AP (PAB.E-417 CICA)	1	8	24	192
<b>INTERNADO HOMBRES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
ACCESS POINT DLINK 108MBPS DWL-3200AP.	1	8	24	192
<b>INTERNADO DOSCENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
ESTACION DE BASE ANTENA UBIQUITI	1	8	24	192
TELEVISOR SAMSUNG	1	130	4	520
<b>INTERNADO COCINA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
REFRIGERADORA ELECTROLUX MOD.ERTG	1	350	8	2800
<b>COMEDOR ALUMNOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
TELEVISOR A COLOR DE 25"	1	140	2	280
DVD SAMSUNG DVD-P255K	1	50	2	100
TELEVISOR LG 32" PANTALLA PLANA	1	180	2	360
<b>COMEDOR DOSCENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
TELEVISOR LG 32" PANTALLA PLANA	1	180	2	360
<b>COORDINACION DORMITORIOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>W</b>	<b>Hr/día</b>	<b>W-hr/día</b>
TELEVISOR 21"	1	120	8	960
<b>TOTAL</b>				<b>64 667.10</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-5

*Cuadro de cargas eléctrico de iluminación del área académica.*

<b>ILUMINACION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>HORAS DIARIAS DE USO</b>	<b>CONSUMO DIARIO (W-hr/día)</b>
Exteriores (15W)		705	2	1410
Interiores (36W)	120	4320	4	17280
Reflectores de futbol (50W)	4	200	2	400
Lámparas 70W	5	350	8	2800
<b>TOTAL</b>				<b>21 890.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-6  
*Resumen del cuadro de carga del fondo.*

	<b>CONSUMO DIARIO (W-hr/día)</b>
<b>CEPROBIS MAJES</b>	137 010.41
<b>CEPROBIS ILUMINACION</b>	28 860
<b>AULAS</b>	64 667.10
<b>ILUMINACION AULAS</b>	21 890
<b>TOTAL</b>	<b>252 427.51</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.1. PROYECCION A FUTURO:

Los proyectos propuestos tomarán en cuenta también el consumo que tendrá el fondo en los siguientes 25 años. Según información del ingeniero encargado y personal de trabajo, se nos indicó que se realizaran 2 proyectos que son: una planta de vinos y una pequeña empresa de producción de una línea de embutidos. Conociendo dichos proyectos a futuro, se hace una aproximación del consumo eléctrico que estos tendrán:

#### 3.3.1.1. PLANTA DE EMBUTIDOS:

Primeramente, nos basamos en el rendimiento cárnico de un porcino adulto que esta entre 110-115 kg de peso, en la siguiente imagen se aprecia cuanto es el porcentaje que se destina a línea de embutidos.

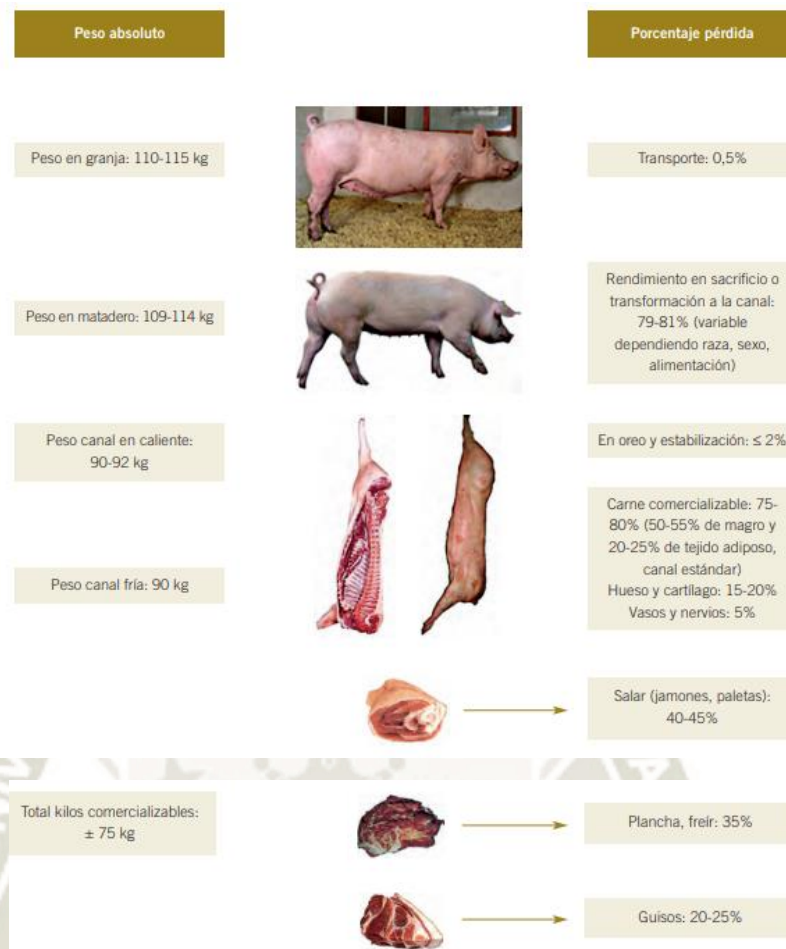


Figura 3-7: Esquema rendimiento carnicero.

Recuperado de: <http://www.mercadosmunicipales.es/Productos/Porcino/GUIAPORCINO>

Se puede ver que el peso del cerdo disminuye de 110 kg a unos 75 kg aproximadamente, el cual el 40% de esta va para la producción de embutidos que son 30 kg por cada porcino adulto.

Aproximadamente se espera tener una cantidad de 300 porcinos cada año destinados para línea de embutidos y sabiendo que cada porcino nos genera 30 kg de embutidos tendremos aproximadamente unos 9000 kilogramos anuales para embutidos. Con esa cantidad de producción se aproximó el tamaño y consumo que tendría esta planta, basados en una tesis donde muestra sus resultados que obtuvo en cuanto a consumo eléctrico.

“Para una producción de 386880 kg al año de embutidos se tendrá una potencia de consumo diaria de a 320 kW/hr.”(Gomez Oñate, 2012)

Teniendo en cuenta que en el fundo producirán aproximadamente 9000 kg se hizo una relación directa para determinar un consumo eléctrico aproximado en dicha planta obteniendo un valor de:

$$386880 \text{ kg} \text{ --- } \rightarrow 320 \text{ kW}$$

$$9000 \text{ kg} \text{ --- } \rightarrow X \text{ kW}$$

$$X = \frac{9000 \times 320}{386880} = 7.44 \text{ kW} = 7440 \text{ W}$$

Considerando que esta trabajara 8 horas al día, entonces tendremos un consumo diario aproximado de:

Tabla 3-7  
Consumo eléctrico calculado para la planta de embutidos.

	CANTIDAD	POTENCIA (W)	HORAS DIARIAS DE USO	CONSUMO DIARIO (W-hr/día)
Planta embutidos	1	7440	8	59 553.35

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.1.2. PLANTA DE VINOS:

También se nos informó que se piensa construir una planta de vinos que tendrá una producción de 1000 litros/día, dicha planta ya se encuentra construida pero no está en operación debido a que no se han adquiridos los equipos para que esta empieza con la producción, se espera que se hará en los siguientes años. Tomando como base la producción que esperan tener al día se hizo una aproximación de esta.

Primero necesitamos convertir los 1000 litros/día a hectolitros/año que es una unidad con la que se maneja este tipo de empresas.

Convirtiendo litros a hectolitros:

$$1000 \frac{\text{litros}}{\text{dia}} \times \frac{0.01 \text{ hectolitro}}{1 \text{ litro}} \times \frac{22 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = 2640 \frac{\text{hectolitros}}{\text{año}}$$

Basándose en un informe de consumo eléctrico en empresas de vino el cual nos dice lo siguiente:

*“El consumo eléctrico medio de una bodega está en torno a los 11 kW-h/hl de forma anual, se debe destacar que este ratio puede ser muy diferente de una bodega a otra pero es un promedio para una empresa que tenga una producción menor a 4000 hectolitros por año.”* (Universidad Politecnica de Madrid, 2014)

Conociendo ese dato de consumo eléctrico multiplicamos la producción diaria por dicho valor obteniendo

$$2640 \frac{\text{hectolitros}}{\text{año}} * 11 \frac{\text{kW} - \text{hr}}{\text{hectolitros}} = 29040 \text{ kW} - \text{hr} / \text{año}$$

Para determinar el consumo eléctrico por día dividimos el anterior valor entre los 261 días laborales del año para la planta obteniendo un valor de:

$$\frac{29040 \text{ Kw hr} / \text{año} \times \frac{1000 \text{ Watts}}{1 \text{ Kw}}}{261} = 111264.37 \text{ W} - \text{hr} / \text{dia}$$

Finalmente tendremos un consumo aproximado de 111264.37 W-hr/día.

Tabla 3-8

*Resumen final de la demanda diaria estimada para los siguientes 25 años.*

	<b>CONSUMO DIARIO (W-hr/día)</b>
CEPROBIS MAJES	137 010.41
CEPROBIS ILUMINACION	28 860
AULA	64 667.10
ILUMINACION AULAS	21 890
PLANTA EMBUTIDOS	59 553.35
PLANTA DE VINOS	111 264.37
<b>TOTAL ESTIMADO</b>	<b>423 245.228</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. PARAMETROS DE LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS

#### 3.4.1. DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO:

Se hará el dimensionado adecuado de los principales componentes de nuestros sistemas fotovoltaicos, así como también los parámetros que debemos tener presente para la selección adecuada de los componentes, haciendo que nuestros sistemas sean eficientes y seguros.

Es muy importante que nuestros paneles fotovoltaicos tengan la inclinación adecuada para que estos reciban la mayor cantidad de radiación solar teniendo en cuenta los siguientes factores:

- La orientación de los módulos fotovoltaicos o grupo generador.
- El uso que este va a tener a lo largo del año, de uso constante o de uso temporal

#### 3.4.2. ORIENTACION DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO:

La orientación de un generador fotovoltaico va a depender de dos coordenadas angulares basadas en la geometría solar y que definan la posición del sol como ya se definió en el CAPITULO II que son:

- Ángulo de acimut ( $\alpha$ )
- Ángulo de inclinación ( $\beta$ )

#### 3.4.3. FORMULAS A UTILIZAR

##### 3.4.3.1. PRIMERA FORMULA

$$Ga(\beta_{opt}) = \frac{Ga(0)}{(1-4.46 \times 10^{-4} \times \beta_{opt} - 1.19 \times 10^{-4} \times \beta_{opt}^2)} \quad (3.2)$$

Donde:

$Ga(\beta_{opt})$  = Valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador orientado de forma óptima en kW-hr/m<sup>2</sup>-mes.

$G_a(0)$  = Valor medio mensual o anual de la irradiación solar diaria sobre superficie horizontal en kW-h/m<sup>2</sup>-mes.

$\beta$ : ángulo de inclinación óptima (grados)

#### 3.4.3.2. SEGUNDA FORMULA

$$G_a(\beta_{opt}) = G_a(\beta_{opt}) \times [-1.22 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{opt}) + 2.892 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{opt}) + 0.9134] \quad (3.3)$$

Donde:

$G_a(\beta_{opt})$  = Valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador orientado de forma óptima en kW-hr/m<sup>2</sup>-mes.

$\beta$ : ángulo de inclinación óptima (°)

$\beta_{opt}$ : ángulo óptimo de inclinación óptima (°)

Para determinar cuál es el valor del ángulo que nos permita la mayor radiación se utilizaron dos métodos.

#### 3.4.3.3. METODO DE LA INCLINACION OPTIMA ANUAL:

Se basa en el estudio estadístico de la radiación solar anual sobre superficies de lugares de distintas latitudes, con diferentes inclinaciones.

Su fórmula es la siguiente:

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 \times \phi \quad (3.4)$$

**Donde:**

$\beta$ : ángulo de inclinación óptima. (°)

$\phi$ : latitud del lugar. (°)

La fórmula es válida para aplicaciones fotovoltaicas ya sean autónomas o interconectadas a la red y su modo de utilización sea anual buscando la máxima captación de radiación solar en el periodo de un año.

#### 3.4.3.4. MÉTODO EN FUNCIÓN DEL PERIODO DE TIEMPO Y EL USO:

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), de España nos sugiere hacer el diseño para un sistema uso anual con el mes de menor radiación, es decir el crítico, y con los siguientes valores de  $\beta$  óptimo, el cual nos asegura un máximo aprovechamiento solar.

Tabla 3-9

*Inclinaciones óptimas en función del periodo de máxima captación.*

<b>Tipo de instalación</b>	<b>Uso</b>	<b>Máxima captación de energía</b>	<b>Inclinación óptima</b>
Conectadas a la red	Anual	Anual	$\beta_{opt} = \phi - 10$
Bombeo de agua	Anual	Verano	$\beta_{opt} = \phi - 20$
Autónoma de consumo anual constante	Anual	Periodo de menor radiación (por ejemplo, invierno)	$\beta_{opt} = \phi + 10$

Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Julio de 2011. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Madrid-España.

### 3.4.4. ANALIZANDO PRIMER METODO: INCLINACION OPTIMA ANUAL

Tabla 3-10

*Resultados utilizando el primer método*

B=10°	B=15°	B=20°
Ga(efec)	Ga(efec)	Ga(efec)
159.366754	160.148534	159.860797
167.90413	168.727791	168.424639
170.997724	171.836561	171.527824
170.23702	171.072124	170.764761
153.298624	154.050637	153.773856
148.566697	149.295497	149.027259
152.206696	152.953352	152.678543
179.583528	180.464482	180.140243
184.9122	185.819294	185.485434
204.405	205.407717	205.038663
218.60992	219.68232	219.287619
220.888837	221.972416	221.573601
177.581427	178.45256	178.131937

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.5. ANALIZANDO SEGUNDO METODO: EN FUNCION DEL PERIODO DEL TIEMPO Y USO

Tabla 3-11

*Resultados utilizando el segundo método.*

B=20°	B=25°	B=30°	B=35°
Ga(efec)	Ga(efec)	Ga(efec)	Ga(efec)
169.659834	170.805387	170.80949	169.672143
178.748617	179.955538	179.95986	178.761585
182.042018	183.271176	183.275579	182.055226
181.232182	182.455872	182.460255	181.245331
163.19978	164.301714	164.305661	163.21162
158.16223	159.23015	159.233975	158.173705
162.037327	163.131412	163.135331	162.049083
191.182356	192.47323	192.477854	191.196227
196.855193	198.18437	198.189131	196.869475
217.606982	219.076276	219.081539	217.622769
232.729361	234.300763	234.306391	232.746246
235.155466	236.743249	236.748936	235.172527
189.050945	190.327428	190.332	189.064661

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el ángulo óptimo en ambos métodos, se requiere conocer la latitud de la zona, la cual se obtuvo de Google Maps. El valor de latitud obtenido fue de 16° 19' 57", o su equivalente en ángulos decimales: 16.33°.

Procedemos a calcular el ángulo óptimo para el primer método, utilizando la fórmula (3.4):

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 \times \phi$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 \times (16.33^\circ)$$

$$\beta_{opt} = 14.97^\circ$$

Ahora calculamos el ángulo óptimo para el segundo método, utilizando la tabla 3-9:

$$\beta_{opt} = \phi + 10^\circ$$

$$\beta_{opt} = 16.33^\circ + 10^\circ$$

$$\beta_{opt} = 26.33^\circ$$

La siguiente tabla compara los resultados usando ambos ángulos.

Tabla 3-12

*Comparación de los ángulos de inclinación óptimos de ambos métodos.*

B=26.33°	B=14.97°
Ga(efec)	Ga(efec)
170.918056	160.147011
180.074243	168.726186
183.392069	171.834927
182.576227	171.070498
164.410094	154.049172
159.335184	149.294077
163.23902	152.951898
192.600193	180.462766
198.3151	185.817527
219.220787	205.405764
234.455316	219.680231
236.899414	221.970305
190.452975	178.450864
+6.73%	

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizar ambos métodos se llegó a la conclusión de que el segundo método nos genera una mayor captación de radiación solar respecto al primero.

Para realizar un diseño óptimo el generador fotovoltaico debe ser orientado de forma que la energía solar captada sea la máxima en el periodo de diseño que se esté llevando a cabo es decir ( $\alpha = 0^\circ, \beta_{opt}$ ). Sin embargo, se sabe que habrá factores que harán que no sea 100% óptima, estos factores como el de irradiación o sombreado influyen de gran forma en el diseño de estos. Para calcular el factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas se utilizará la siguiente fórmula:

$$FI = 1 - [1.2 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \times 10^{-5}\alpha^2] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ \quad (3.5)$$

$$FI = 1 - [1.2 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{opt})^2] \text{ para } \beta \leq 15^\circ \quad (3.6)$$

[Nota:  $\alpha^2$ ,  $\beta$  se expresan en grados]

Donde:

$\beta$ : inclinación real de la superficie( $^\circ$ )

$\beta_{opt}$ : inclinación óptima de la superficie ( $^\circ$ )

$\alpha$ : acimut de la superficie( $^\circ$ )

Para obtener el valor medio mensual de la irradiación diaria hay que hallar el factor de sombreado, ya que la sombra es un factor perjudicial para los paneles, haciéndolos menos eficientes en operación. Se representa mediante un porcentaje y con las letras (Fs) que va a indicar el porcentaje de radiación incidente sobre el generador respecto al caso de ausencia total de sombras.

Teniendo el valor de los factores y parámetros descritos anteriormente se procede hallar el valor mensual de radiación diaria sobre la superficie del generador, el cual esta con una inclinación determinada ( $\beta$ ) y orientado un angulo de azimut determinado ( $\alpha$ ).

Aplicando la siguiente formula:

$$Gdm(\alpha, \beta) = Gdm(0) \times Fi \times Fs \quad (3.7)$$

Donde:

$Gdm(\alpha, \beta)$ : Valor medio (mensual) de la irradiación diaria sobre una superficie horizontal, en kW-h/m<sup>2</sup>-mes.

$Fi$ : Factor de irradiación

$Fs$ : Factor de sombreado

#### 3.4.6. CALCULANDO EL FACTOR DE IRRADIACION:

En el diseño se busca siempre la mejor orientación en el generador fotovoltaico de manera que se capte la mayor cantidad de radiación solar para tener un sistema más eficiente en un periodo de diseño ( $\alpha = 0^\circ$ ,  $\beta_{opt}$ ). Pero siempre aparecerán factores que harán que el sistema disminuya su rendimiento como son la acumulación de suciedad en los módulos, la resistencia al viento, las sombras, pérdidas por temperatura, etc. Para calcular el factor de irradiación para la orientación e inclinación elegidas se utilizarán las formulas (3.5) o (3.6) dependiendo de nuestro  $\beta_{optimo}$ :

En nuestro proyecto tenemos una inclinación óptima que responde a la Tabla 3-13, pero antes debemos hallar el valor del ángulo azimutal. Para ello recurrimos a la página web Satlex Digital, que mediante los satélites Amazonas 2 y 3 (posición orbital  $61^\circ$  hacia el Oeste y con un rango de cobertura en todo América incluyendo ciudad de Arequipa, Perú), e ingresando las latitudes y longitudes del lugar de emplazamiento donde se pretende construir este sistema, se obtiene el valor del ángulo acimutal:

$$\alpha = 33.52^\circ$$

En la siguiente figura se observa los resultados que obtuvimos en la página web antes mencionada.

**Calculadora para los ángulos de azimut y elevación**

**Lugar de emplazamiento:**

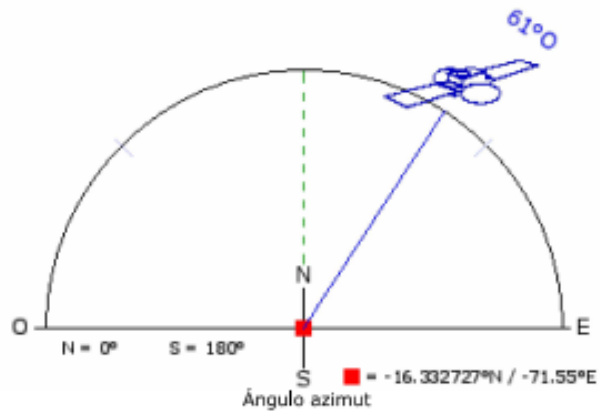
© Copyright by  
www.satlex.de

Latitud:  
**-16.332727° N (16° 19' 57")**

Longitud:  
**-71.55° E (71° 32' 59")**

Ciudad:  
**[desconocido]**

País:  
**Perú**



**Resultados para el lugar de emplazamiento de la antena:**

- Ángulo azimut:  
**33.52° (True North)**
- Ángulo de elevación:  
**67.31°**
- Inclinación LNB:  
**32.00°**
- Ángulo offset:  
**20.36°**
- Distancia hasta el satélite:  
**36208.68 Km**
- Tardanza de la señal:  
**241.39 ms (Uplink + Downlink)**
- Ángulo de declinación:  
**2.82°**
- El ángulo de la montura polar:  
**12.31°**
- Los grados del motor:  
**167.69° Este**
- El satélite:  
**Amazonas 2/3 (61° O)**

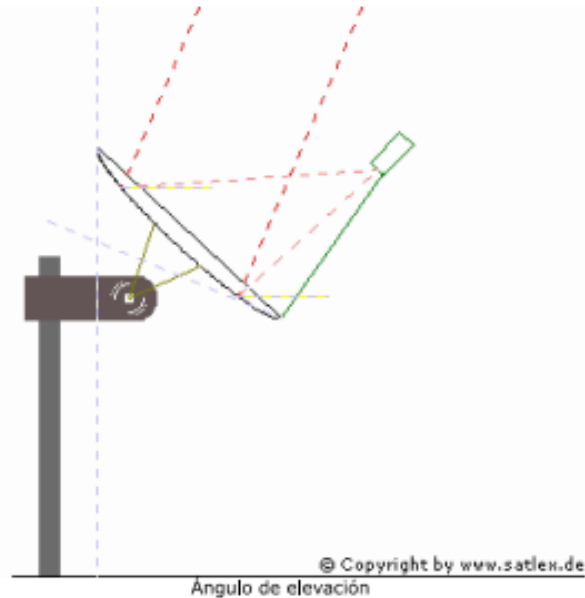


Figura 3-8: Resultados obtenidos por SatLex Digital.

Fuente: SatLex Digital

Remplazando valores en la formula (3.5) obtenemos un factor de irradiación de:

$$Fi = 1 - (1.2 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \times 10^{-5}\alpha^2)$$

$$Fi = 1 - (1.2 \times 10^{-4}(20 - 26.33)^2 + 3.5 \times 10^{-5}33.52^2)$$

$$Fi = 0.9558$$

Para el diseño del generador elegimos el mejor azimut y la inclinación que permita la mejor captación de energía solar, instalados en un terreno horizontal.

Reemplazando estos valores en la ecuación (3.7), el valor de la irradiación global diaria promedio por mes sobre la superficie del generador será:

Tabla 3-13  
*Irradiación efectiva promedio mensual.*

MESES	Ga( efec.) (kW-h/m <sup>2</sup> -mes)	Fi	Fs	<b>Gdm</b> (kW-h/m <sup>2</sup> -mes)
Enero	170.918056	0.9558	0.995	162.767417
Febrero	180.074243	0.9558	0.995	171.486969
Marzo	183.392069	0.9558	0.995	174.646576
Abril	182.576227	0.9558	0.995	173.869639
Mayo	164.410094	0.9558	0.995	156.569802
Junio	159.335184	0.9558	0.995	151.736902
Julio	163.23902	0.9558	0.995	155.454573
Agosto	192.600193	0.9558	0.995	183.415588
Septiembre	198.3151	0.9558	0.995	188.857966
Octubre	219.220787	0.9558	0.995	208.766715
Noviembre	234.455316	0.9558	0.995	223.274749
Diciembre	236.899414	0.9558	0.995	225.602294
<b>PROMEDIO</b>	<b>195.402975</b>	<b>0.9558</b>	<b>0.995</b>	<b>181.370766</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.4.7. VOLTAJE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO:

Se sabe que todo sistema fotovoltaico autónomo tiene 3 niveles usados en voltaje DC que son 12,24 y 48 V. En nuestro caso tenemos una cantidad considerable de energía que consume el fundo al día, considerando sus proyecciones a futuro (423 245.228 W-hr/día), por tal motivo escogemos trabajar con 48 V.

El escoger un voltaje de ese nivel se verá reflejado en que la corriente disminuirá en los conductores que irán conectados a los generadores fotovoltaicos, baterías e inversores, haciendo que usemos cables de un diámetro menor, por tanto, sección reducida,

manteniendo caídas de tensión permitidas y adecuadas, generando un gasto menor en este apartado.

#### 3.4.8. PERDIDAS EN LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Todo panel fotovoltaico presenta las siguientes pérdidas:

##### 3.4.8.1. PERDIDA POR TEMPERATURA:

La temperatura de las células de los módulos suele ser una temperatura que fácilmente pasa los 25°C en condiciones normales de operación, estas pérdidas pueden calcularse de dos formas, una que es estimación que indica por cada 10°C hay un 4% de pérdidas, pero esta dependerá de la tecnología con la que fue fabricado el módulo fotovoltaico.

Otra forma es aplicando la siguiente fórmula:

$$Pt = 1 + \left( \frac{-0.42}{100} \right) \times (Tpm - 25) \quad (3.9)$$

Donde

Pt= pérdidas por temperatura (°C)

Tpm= Temperatura promedio mensual (°C)

Aplicando la anterior fórmula se obtuvieron las pérdidas por temperatura de cada mes para la zona de Majes.

Tabla 3-14  
*Temperatura promedio mensual de Majes.*

MESES	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
Enero	20.4
Febrero	20.3
Marzo	20.1
Abril	19.5
Mayo	19.0
Junio	17.4
Julio	17.7
Agosto	17.7
Septiembre	18.8
Octubre	19.4
Noviembre	19.5
Diciembre	19.5
<b>PROMEDIO</b>	<b>19.11</b>

Recuperado de: <https://es.climate-data.org/location/25919/>

Reemplazando estos valores en la formula (3.9) se obtiene el factor de pérdidas por temperatura por cada mes.

Tabla 3-15:  
*Perdida por temperatura mensual en Majes*

MESES	PERDIDA TEMPERATURA
Enero	0.01018860
Febrero	0.01019270
Marzo	0.01020090
Abril	0.01022550
Mayo	0.01024600
Junio	0.01031160
Julio	0.01029930
Agosto	0.01029930
Septiembre	0.01025420
Octubre	0.01022960
Noviembre	0.01022550
Diciembre	0.01022550

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.4.8.2. PERDIDAS POR IRRADIANCIA:

Los paneles presentaran este tipo de perdidas ya que se sabe que no toda la radiación incidirá en el panel sino un pequeño porcentaje se ira sin ser aprovechado. Para calcular este valor se hace uso del software PVSyst. Generalmente es un valor inferior al 1%.

El software que utilizamos nos permitió hallar está pérdida de acuerdo a nuestros requerimientos del proyecto y el valor que se obtuvo fue de:

$$PPnom = 0,9\%$$

#### 3.4.8.3. PERDIDAS POR NO CUMPLIMIENTO DE LA POTENCIA NOMINAL:

Los módulos son fabricados a gran escala y sus celdas fotovoltaicas son diferentes entre sí, es decir que tenemos una pérdida de potencia nominal de  $\pm 10\%$ , en nuestro caso el panel seleccionado indica en su hoja técnica que tiene pérdidas que están entre 0 y 5% por lo que descartamos este tipo de pérdidas en nuestro sistema.

$$PPnom = 0,0\%$$

#### 3.4.8.4. PERDIDAS POR CONEXIÓN MISMATCH

En todo sistema fotovoltaico dispondremos de una conexión de los paneles ya sea en serie o paralelo, cualquiera que sea el tipo de conexión que se hará generara perdidas. Dichas pérdidas oscilan por lo general entre el 1% al 4%.

Mediante la simulación que se hizo en PVSyst la perdida por el conexionado nos resultó un valor de:

$$PMism = 1,0\%$$

#### 3.4.8.5. PERDIDAS POR SOMBRAS

Estás pérdidas como se sabe son generadas por la sombra que proyecte algún cuerpo o por la sombra que se genere entre los mismos paneles, de acuerdo al tamaño que se tiene previsto del sistema y la distribución de sus grupos, el software PVSYST nos indica que las pérdidas por sombreado en los módulos serán de un valor de

$$PSomb = 0,5\%$$

#### 3.4.8.6. PERDIDAS POR POLVO Y SUCIEDAD

Estas pérdidas dependerán del lugar donde vayan a ser instalado los paneles, así como el nivel de precipitación de la zona, el valor que esta toma es por debajo del 5% para áreas con un alto grado de suciedad. En nuestro caso el área donde serán colocados nuestros paneles fotovoltaicos las pérdidas que son originadas la suciedad y el polvo tomara un valor de:

$$PPolvo = 4,0\%$$

#### 3.4.8.7. PÉRDIDAS POR EL RENDIMIENTO DEL INVERSOR

Este valor se obtiene de acuerdo a las especificaciones técnicas que nos da el fabricante, respecto al rendimiento del inversor cuando este en operación. El rendimiento de los inversores a utilizarse será del 93%, es decir que las pérdidas por el rendimiento de los inversores serán del valor de:

$$PInv = 7.00\%$$

#### 3.4.8.8. PÉRDIDAS POR CAÍDAS ÓHMICAS EN EL CABLEADO:

Estás pérdidas son ocasionadas por la resistencia que tienen los conductores eléctricos que se utilizarán en la instalación, de acuerdo al dimensionamiento realizado del sistema y al software PVSyst, estas tomarán un valor de

$$POhm = 2,1\%$$

#### 3.4.8.9. PÉRDIDAS ANGULARES

La potencia nominal de un panel solar viene determinada a condiciones estándar de prueba y un ángulo que incide de manera perpendicular al plano receptor. Cuando no tenemos un ángulo que incida de forma perpendicular se generaran perdidas. Software PVSyst nos da las perdidas angulares y será de un valor de:

$$PIAM = 2,7\%$$

#### 3.4.8.10. INFORME DE PVSYST:

Todos los valores de pérdidas que se mostraron anteriormente se muestran en el informe que genera PVSyst de acuerdo a los datos del proyecto como, ubicación, tipo de paneles, baterías y potencia proyectada.

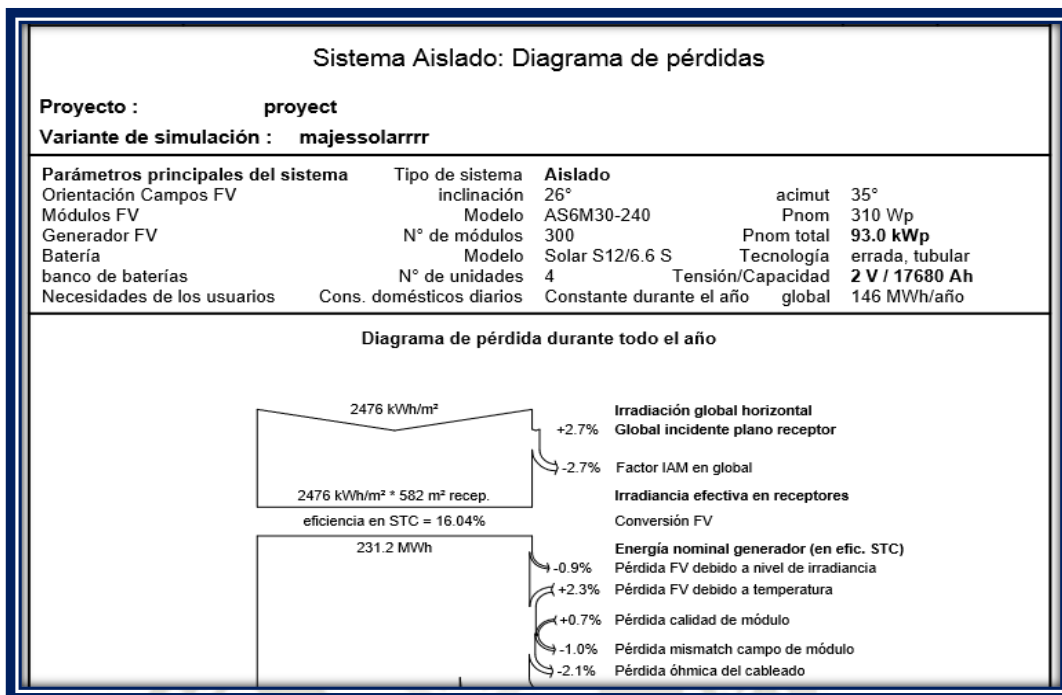


Figura 3-9: Diagrama de Perdidas.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se haya determinado todas las pérdidas que van a tener nuestros paneles fotovoltaicos podemos hallar el performance ratio (rendimiento energético) del sistema fotovoltaico y se hallara reemplazando los valores antes obtenidos en la siguiente formula:

$$PR = (1 - P_{irra}) \times (1 - P_{Temp}) \times (1 - P_{Pnom}) \times (1 - P_{Mism}) \times (1 - P_{somb}) \times (1 - P_{Polvo}) \times (1 - P_{Inv}) \times (1 - P_{Ohm}) \times (1 - P_{ang}) \quad (3.10)$$

Al tener diferentes perdidas de Temperatura por mes se procede hallar el PR de manera mensual:

Tabla 3-16  
*Performance Ratio Mensual.*

<b>Performance Ratio</b>	<b>Mes</b>
0.82173937	Enero
0.821735966	Febrero
0.821729159	Marzo
0.821708736	Abril
0.821691717	Mayo
0.821637256	Junio
0.821647467	Julio
0.821647467	Agosto
0.821684909	Septiembre
0.821705332	Octubre
0.821708736	Noviembre
0.821708736	Diciembre
<b>0.821695404</b>	<b>PROMEDIO</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.4.9. POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO:

Se procederá a determinar la potencia de nuestro generador fotovoltaico, el tamaño de este es muy importante porque nos debe asegurar que, aunque estemos en un mes donde la radiación solar es mínima este debe, por lo muy bajo, igualar a la demanda que se tiene por cargas.

Esta potencia se calcula con la siguiente formula:

$$P_{gmin} = \frac{Wd \times Gcem}{Gdm(\alpha, \beta) \times PR} \quad (3.11)$$

Donde:

$P_{gmin}$  = Potencia mínima del generador. (W)

$Wd$  = Consumo de energía al día. (Wh)

$Gcem$  = Irradiancia en condición estándar de medida. (constante de valor 1000 W/m<sup>2</sup>)

$Gdm(\alpha, \beta)$  = Valor medio mensual de la radiación diaria sobre la superficie del generador inclinada un ángulo  $\beta$  y orientada un acimut  $\alpha$ . (Wh/m<sup>2</sup>)

PR = Performance ratio expresado en %

Reemplazando en la formula (3.11) se obtiene

$$P_{gmin} = \frac{423\,245.228 \times 1\,000}{5.2216 \times 1\,000 \times 0.8217}$$

$$P_{gmin} = 98\,645.35\,W$$

Para no sobredimensionar el generador se verificará que la potencia que obtengamos del generador fotovoltaico escogido no supere el 20% del valor de  $P_{gmin}$ , este valor puede ser expresado de la siguiente forma:

$$P_{gmin} \leq P_g \leq 1.2 \times P_{gmin}$$

$$98\,645.35 \leq P_g \leq 1.2 \times 98\,645.35$$

$$\mathbf{98\,645.35\,W \leq P_g \leq 118\,374.42\,W}$$

#### 3.4.10. PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Considerando que trabajaremos con módulos iguales, los cuales operan a la misma temperatura, así como el nivel de irradiación solar, potencia, nivel de tensión e intensidad de corriente, nuestro generador deberá responder a las siguientes relaciones:

$$P_{gmax} = N_s \times N_p \times P_{max} \quad (3.12)$$

$$U_{goc} = N_s \times U_{oc} \quad (3.13)$$

$$I_{gac} = N_p \times I_{scs} \quad (3.14)$$

$$U_{gmpp} = N_s \times U_{mpp} \quad (3.15)$$

$$I_{gmpp} = N_p \times I_{mpp} \quad (3.16)$$

$$\alpha_g = N_p \times \alpha_m \quad (3.17)$$

$$\beta_g = N_s \times \beta_m \quad (3.18)$$

Dónde:

$P_{gmax}$ : Potencia máxima del generador en (W)

$P_{max}$ : Potencia máxima del módulo (W)

$N_s$ : Número de módulos conectadas en serie

$N_p$ : Número de ramas conectadas en paralelo.

$U_{goc}$ : Tensión de circuito abierto del generador (V)

$U_{oc}$ : Tensión de circuito abierto del módulo (V)

$I_{scs}$ : Intensidad de cortocircuito del generador (A)

$I_{sc}$ : Intensidad de cortocircuito del módulo (A)

$U_{gmpp}$ : Tensión máxima del generador (V)

$U_{mpp}$ : Tensión máxima del módulo (V)

$I_{gmpp}$ : Intensidad máxima del generador (A)

$I_{mpp}$ : Intensidad máxima del módulo (A)

$\alpha$ : Coeficiente intensidad-temperatura del generador (mA/°C o %/°C)

$\alpha_m$ : Coeficiente intensidad-temperatura del módulo (mA/°C o %/°C) /

$\beta_g$ : Coeficiente tensión-temperatura del generador (mV/°C o %/°C) /

$\beta_m$ : Coeficiente tensión-temperatura del módulo (mV/°C o %/°C)

La tensión del generador fotovoltaico deber ser apto de soportar la tensión nominal del sistema de acumulación, de esa forma nos aseguramos que este permita la carga en las baterías.

### 3.5. SELECCIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO:

Habiendo fijado la tensión de nuestro sistema de baterías con un valor de 48 V, se procedió a realizar la selección del panel fotovoltaico, se hizo una comparación entre tres modelos comerciales y bastante usados en el medio, todos ellos pertenecientes a la marca americana Amerisolar. Los modelos que entraron en evaluación fueron los siguientes:

- AS-6M30 PERC
- AS-6M
- AS-6P

### 3.5.1. PROCESO PARA LA SELECCIÓN DEL PANEL:

Para esto se revisaron las principales características de funcionamiento de los paneles fotovoltaicos antes mencionados, costo, eficiencia, rendimiento y disponibilidad en el mercado. De la gráfica Corriente, Voltaje y Potencia de acuerdo a un nivel de radiación se pudo sacar el rendimiento de cada panel. De su ficha técnica se obtuvieron valores de eficiencia y costo.

El modelo que se eligió fue el AS-6P, que destacó sobre los otros dos debido a su buen rendimiento, como se aprecia en la figura 3-12 con un nivel de radiación a más de 1000 W/m<sup>2</sup> este da una potencia de 300 Watts, lo cual es conveniente para la potencia de diseño con la que se planea realizar la central fotovoltaica.

Otro factor fue el costo el cual es menor al modelo 6M30 PERC y 6M hasta en un 10% menor, además alcanza una eficiencia de 17.01% que en paneles es adecuada y la disponibilidad del modelo en el mercado local es fácil de adquirirlo mediante las diferentes empresas que comercializan paneles fotovoltaicos en Arequipa.

#### GRAFICA DEL MODELO AS-6P

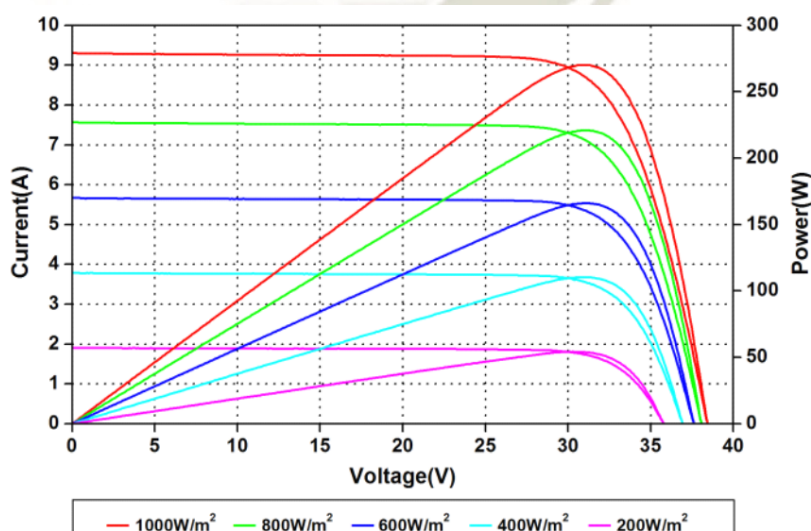


Figura 3-10: Gráfica corriente, voltaje y potencia del modelo AS-6P.

Recuperado de: <http://www.weamerisolar.com/product1.html>

### 3.5.2. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL PANEL FOTOVOLTAICO

SELECCIONADO:

- $P_{max} = 330 \text{ W}$
- $U_{oc} = 45.9 \text{ V}$
- $I_{sc} = 9.16 \text{ A}$
- $V_{mp} = 37.3 \text{ V}$
- $I_{mp} = 8.85 \text{ A}$
- $\alpha_m = 0.05 \text{ \%}/^\circ\text{C}$
- $\beta_m = -0.31 \text{ \%}/^\circ\text{C}$ .

El número de módulos a conectar para conseguir la potencia mínima prevista, lo obtenemos de la ecuación (3.12), donde despejando obtenemos:

$$N_s \times N_p = \frac{P_{gmin}}{P_{max}} = \frac{98645.3504}{330} = 298.93 \approx 299$$

### 3.6. DISEÑO DE LOS SUBGRUPOS DE GENERACION DEL SISTEMA FV AUTONOMO

Dada la geografía del fundo, no es recomendable, para el sistema aislado, diseñar un sistema ubicado en un solo espacio, debido a que la caída de tensión hacia los centros de consumo más lejanos al sistema sería muy grande, por lo que se decide ubicar diversos subgrupos de paneles solares alrededor del fundo.

La ubicación de estos subgrupos fue definida en el capítulo III y se dividirán de la siguiente forma:

- 3 subgrupos ubicados a lo largo de la fachada del fundo, cercano a la entrada principal, destinados para el consumo general del fundo, excluyendo el área académica y los proyectos a futuro, llamado Grupo General.

- 4 subgrupos ubicados al lado del Grupo General, destinados para abastecer los requerimientos de los proyectos futuros, llamado Grupo de Proyectos.
- 2 subgrupos ubicados en la parte trasera del área académica, destinados exclusivamente a abastecer a esta, llamado Grupo de Aulas.
- 1 subgrupo ubicado en el techo de uno de los pabellones que se encuentra en el área del laboratorio de biotecnología y su vivero, destinado exclusivamente para su propio consumo, llamado Grupo Biotecnología.
- 1 subgrupo ubicado cerca de la sala de ordeño y el establo de vacas, destinado para abastecer principalmente a la sala de ordeño y sus oficinas, llamado Grupo Establo.

### 3.6.1. CALCULANDO LOS PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICO

Para que los subgrupos cumplan con los requerimientos de consumo de todas las áreas, se debe determinar su distribución y calcular sus parámetros eléctricos.

#### 3.6.1.1. GRUPO PRINCIPAL

##### **CONFIGURACION DEL SUBGRUPO**

El Grupo Principal está conformado por 3 subgrupos, y cada uno está distribuido de la siguiente forma: 3 paneles en serie, 12 ramales en paralelo.

##### **POTENCIA RESULTANTE DEL GENERADOR**

$$P_{gmax} = N_s \times N_p \times P_{max} = 3 \times 12 \times 330W = 11\ 880\ W/grupo$$

##### **TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO DEL GENERADOR**

$$U_{goc} = N_s \times U_{oc} = 3 \times 45.9\ V = 137.7\ V$$

##### **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL GENERADOR**

$$I_{gsc} = N_p \times I_{sc} = 12 \times 9.16\ A = 109.92\ A$$

### **TENSIÓN MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$U_{gmpp} = N_s \times U_{mpp} = 3 \times 37.3 V = 111.9 V$$

### **INTENSIDAD MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$I_{gmpp} = N_s \times I_{mpp} = 12 \times 8.85 A = 106.2 A$$

#### 3.6.1.2. GRUPO DE PROYECTOS

##### **CONFIGURACION DEL SUBGRUPO**

El Grupo de Proyectos está conformado por 4 subgrupos, y cada uno está distribuido de la siguiente forma: 3 paneles en serie, 10 ramales en paralelo.

##### **POTENCIA RESULTANTE DEL GENERADOR**

$$P_{gmax} = N_s \times N_p \times P_{max} = 3 \times 10 \times 330W = 9900 W/grupo$$

##### **TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO DEL GENERADOR**

$$U_{goc} = N_s \times U_{oc} = 3 \times 45.9 V = 137.7 V$$

##### **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL GENERADOR**

$$I_{gsc} = N_p \times I_{sc} = 10 \times 9.16 A = 91.6 A$$

##### **TENSIÓN MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$U_{gmpp} = N_s \times U_{mpp} = 3 \times 37.3 V = 111.9 V$$

##### **INTENSIDAD MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$I_{gmpp} = N_s \times I_{mpp} = 10 \times 8.85 A = 88.5 A$$

#### 3.6.1.3. GRUPO DE AULAS

##### **CONFIGURACION DEL SUBGRUPO**

El Grupo de Proyectos está conformado por 2 subgrupos desiguales, y cada uno está distribuido de la siguiente forma: un grupo tiene 3 paneles en serie y 10 ramales en paralelo (subgrupo 1), el otro grupo tiene 3 paneles en serie y 11 ramales en paralelo (subgrupo 2). El subgrupo 1 tiene las mismas características que el Grupo de Proyectos,

por tanto, sus parámetros son iguales. El subgrupo 2 tiene diferentes características, así que se calculan los parámetros para este grupo.

#### **POTENCIA RESULTANTE DEL GENERADOR**

$$Pgmax = Ns \times Np \times Pmax = 3 \times 11 \times 330W = 10890 W$$

#### **TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO DEL GENERADOR**

$$Ugoc = Ns \times Uoc = 3 \times 45.9 V = 137.7 V$$

#### **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL GENERADOR**

$$Ipsc = Np \times Isc = 11 \times 9.16 A = 100.76 A$$

#### **TENSIÓN MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$Ugmpp = Ns \times Umpp = 3 \times 37.3 V = 111.9 V$$

#### **INTENSIDAD MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$Igmpp = Ns \times Impp = 11 \times 8.85 A = 97.355 A$$

### 3.6.1.4. GRUPO DE BIOTECNOLOGIA

#### **CONFIGURACION DEL SUBGRUPO**

El Grupo Biotecnología está conformado por 1 subgrupo, distribuido de la siguiente forma: 3 paneles en serie, 2 ramales en paralelo.

#### **POTENCIA RESULTANTE DEL GENERADOR**

$$Pgmax = Ns \times Np \times Pmax = 3 \times 2 \times 330W = 1980 W$$

#### **TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO DEL GENERADOR**

$$Ugoc = Ns \times Uoc = 3 \times 45.9 V = 137.7 V$$

#### **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL GENERADOR**

$$Ipsc = Np \times Isc = 2 \times 9.16 A = 18.32 A$$

#### **TENSIÓN MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$Ugmpp = Ns \times Umpp = 3 \times 37.3 V = 111.9 V$$

**INTENSIDAD MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$I_{gmpp} = N_s \times I_{mpp} = 2 \times 8.85 \text{ A} = 17.7 \text{ A}$$

## 3.6.1.5. GRUPO ESTABLO

**CONFIGURACION DEL SUBGRUPO**

El Grupo Establo está conformado por 1 subgrupo, distribuido de la siguiente forma: 3 paneles en serie, 3 ramales en paralelo.

**POTENCIA RESULTANTE DEL GENERADOR**

$$P_{gmax} = N_s \times N_p \times P_{max} = 3 \times 3 \times 330 \text{ W} = 2970 \text{ W}$$

**TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO DEL GENERADOR**

$$U_{goc} = N_s \times U_{oc} = 3 \times 45.9 \text{ V} = 137.7 \text{ V}$$

**INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL GENERADOR**

$$I_{gsc} = N_p \times I_{sc} = 3 \times 9.16 \text{ A} = 27.48 \text{ A}$$

**TENSIÓN MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$U_{gmpp} = N_s \times U_{mpp} = 3 \times 37.3 \text{ V} = 111.9 \text{ V}$$

**INTENSIDAD MÁXIMA DEL GENERADOR**

$$I_{gmpp} = N_s \times I_{mpp} = 3 \times 8.85 \text{ A} = 26.55 \text{ A}$$

## 3.6.2. POTENCIA TOTAL DEL SISTEMA

Los grupos fueron distribuidos de esta manera para cumplir con la demanda del fundo sin problemas, debido a que en parte que se encuentra sobredimensionado respecto a la potencia instalada calculada de la formula (3.11), de 98645.3504 W. Se calcula la potencia total de todos los subgrupos para obtener la potencia instalada real del sistema.

$$P_{inst. real} = (3 \times 11880) + (4 \times 9900) + (10890 + 9900) + 1980 + 2970$$

$$P_{inst. real} = 100\ 980 \text{ W} = 100.98 \text{ kW}$$

Se corrobora que no sobrepase el 20% del valor de  $P_{gmin}$  de la formula (3.11), y que supere el valor mínimo.

$$98\ 645.3504\ W < 100\ 980\ W < 111\ 652.21\ W$$

Se demuestra que la potencia total del sistema es mayor a la mínima requerida por el fundo, y su sobredimensionamiento no sobrepasa el 20%.

### 3.7. DISEÑO DE LOS SUBGRUPOS DE GENERACION PARA EL SISTEMA FV INTERCONETADO

El sistema interconectado completo puede estar ubicado en un solo lugar, debido a la configuración de conexión de los paneles, la cual permitirá que la caída de tensión entre los generadores y los inversores, sea prácticamente nula.

La selección de los inversores demandará la siguiente configuración de los paneles:

16 subgrupos ubicados detrás de la fachada del fundo, cerca de la entrada principal. Cada subgrupo está conformado por 21 paneles conectados en serie, distribuidos físicamente en 7 columnas de 3 paneles, y los 16 subgrupos serán iguales. Estos subgrupos estarán soportados por un total de 8 estructuras metálicas, cada estructura soportará dos subgrupos.

#### 3.7.1. CALCULANDO LOS PARAMETROS ELECTRICOS DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICO

Dada la configuración de los subgrupos, se procede a calcular sus parámetros eléctricos:

##### **POTENCIA RESULTANTE DEL GENERADOR**

$$P_{gmax} = N_s \times N_p \times P_{max} = 21 \times 1 \times 330W = 6930\ W/grupo$$

##### **TENSIÓN DE CIRCUITO ABIERTO DEL GENERADOR**

$$U_{goc} = N_s \times U_{oc} = 21 \times 45.9\ V = 963.9\ V$$

### INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DEL GENERADOR

$$I_{gsc} = N_p \times I_{sc} = 1 \times 9.16 \text{ A} = 9.16 \text{ A}$$

### TENSIÓN MÁXIMA DEL GENERADOR

$$U_{gmpp} = N_s \times U_{mpp} = 21 \times 37.3 \text{ V} = 783.3 \text{ V}$$

### INTENSIDAD MÁXIMA DEL GENERADOR

$$I_{gmpp} = N_s \times I_{mpp} = 1 \times 8.85 \text{ A} = 8.85 \text{ A}$$

#### 3.7.2. POTENCIA TOTAL DEL SISTEMA

La potencia generada por cada subgrupo es de 6930 W, por tanto, la potencia instalada total de la central será:

$$P_{inst. real} = 16 \times 6930$$

$$P_{inst. real} = 110\,880 \text{ W} = 110.88 \text{ kW}$$

Se corrobora que no sobrepase el 20% del valor de  $P_{gmin}$  de la formula (3.11), y que supere el valor mínimo.

$$98\,645.3504 \text{ W} < 110\,880 \text{ W} < 111\,652.21 \text{ W}$$

Se demuestra que la potencia total del sistema es mayor a la mínima requerida por el fundo, y su sobredimensionamiento no sobrepasa el 20%.

#### 3.8. DISEÑO DE LOS INVERSORES

##### 3.8.1. DIMENSIONADO DEL INVERSOR HÍBRIDO PARA EL SISTEMA FV AUTÓNOMO

El inversor que se seleccionará para este sistema es un inversor híbrido, el cual se distingue por funcionar con la red y con el sistema solar, permitiendo un suministro de

energía eléctrica constante. Los parámetros considerados para la selección de un inversor híbrido son:

- La tensión del sistema de acumulación: La tensión que suministra el inversor al sistema de acumulación debe coincidir con la tensión del banco de baterías.
- La tensión de entrada al inversor: El inversor tiene un rango de tensión de entrada por parte de los generadores solares, que determina como se realiza su conexión.
- La potencia nominal del inversor: Se calcula por medio de la potencia del grupo de generadores fotovoltaicos que está conectado al inversor, y no debe exceder su potencia nominal. ( $P_{FV} \leq P_{INV.}$ )

Normalmente las características de salida del inversor en los sistemas fotovoltaicos autónomos corresponden con un suministro normal de corriente alterna de 220 V y 60 Hz. Se seleccionará un inversor individual para cada subgrupo de paneles, considerando los parámetros eléctricos calculados de estos.

- Grupo General: Cada subgrupo genera 11880 W o 11.88 kW, y su voltaje máximo ( $V_{oc}$ ) es 137.7 VDC. Se seleccionará el inversor Must Solar PH3000 Three-phase Series 12kW, con 145 VDC máximo de entrada por parte del generador.
- Grupo de Proyectos: Cada subgrupo genera 9900 W o 9.9 kW, y su voltaje máximo ( $V_{oc}$ ) es 137.7 VDC. Se seleccionará el inversor Must Solar PH3000 Three-phase Series 12kW, con 145 VDC máximo de entrada por parte del generador.
- Grupo de Aulas: EL subgrupo 1 genera 10890 W o 10.89 kW y el subgrupo 2 genera 9900 W o 9.9 kW, y el voltaje máximo ( $V_{oc}$ ) para ambos es de 137.7 VDC. Se seleccionará el inversor Must Solar PH3000 Three-phase Series 12kW, con 145 VDC máximo de entrada por parte del generador.



Figura 3-11: Inversor Must Solar PH3000 Three-phase Series 9-12kW.

Recuperado de: <https://www.must-solar.com/ph3000-three-phase-series-onoff-hybrid-solar-inverter-9-12kw/>

- Grupo Biotecnología: El subgrupo genera 1980 W o 1.98 kW, y su voltaje máximo (Voc) es 137.7 VDC. Se seleccionará el inversor Must Solar PH1800 Plus Series 3 kW, con 145 VDC máximo de entrada por parte del generador.
- Grupo Establo: El subgrupo genera 2970 W o 2.97 kW, y su voltaje máximo (Voc) es 137.7 VDC. Se seleccionará el inversor Must Solar PH1800 Plus Series 3 kW, con 145 VDC máximo de entrada por parte del generador.



Figura 3-12: Inversor Must Solar PH1800 Plus Series 1.5-5 kW.

Recuperado de: <https://www.must-solar.com/ph1800-mpk-plus-series-high-frequency-onoff-grid-hybrid-solar-inverter-4-5kva/>

### 3.8.2. DIMENSIONADO DEL INVERSOR PARA EL SISTEMA FV INTERCONECTADO

El inversor que se selecciona para este sistema es un inversor conectado a la red, el cual está destinado para suministrar a la red de SEAL con la potencia de los generadores fotovoltaicos. Los parámetros considerados para la selección de un inversor interconectado son:

- La tensión de entrada al inversor: El inversor tiene un rango de tensión de entrada por parte de los generadores solares, que determina como se realiza su conexión.
- La tensión de salida en AC del inversor: El inversor estará conectado a un transformador elevador para poder conectar la central a la red, por tanto, se debe conocer la tensión de salida y si la conexión es trifásica o monofásica, para poder seleccionar el transformador.
- La potencia nominal del inversor: Se calcula por medio de la potencia del grupo de generadores fotovoltaicos que está conectado al inversor. El inversor tiene un rango de excedente de potencia aceptable.

En este caso, 2 subgrupos de paneles estarán conectados a un inversor. Los inversores seleccionados admiten dos entradas para su regulador de carga, y la potencia nominal soporta lo que proporcionan 2 subgrupos.

Cada subgrupo genera 6 930 W, entonces dos subgrupos juntos generan 13 860 W. Cada subgrupo tiene un voltaje máximo ( $V_{oc}$ ) de 963.9 V y una corriente máxima ( $I_{sc}$ ) de 9.16 A. Se seleccionará el inversor GoodWe DT Series GW15K-DT, el cual puede admitir hasta 19 500 W de potencia de los generadores, hasta 1000 VDC, lo cual es común para inversores de este tipo, y admite hasta dos entradas en paralelo para el MPPT, lo cual permite conectar dos subgrupos a este inversor. Por último, este inversor

tiene una eficiencia de 98.2%, y tendrá un voltaje de salida nominal de 400 VAC en configuración trifásica.



Figura 3-13: InversorGoodWe DT Series GW15K-DT.

Recuperado de: <http://www.industrybuying.com/solar-inverters-goodwe-SOL.SOL.81228074/>

### 3.9. SISTEMA DE ACUMULACIÓN DEL SISTEMA FV AUTONOMO

La función de la batería de acumuladores en un sistema aislado de la red es proporcionar energía eléctrica durante la noche y durante aquellos días de nula o muy baja insolación. Por lo tanto, el criterio básico para calcular la capacidad de este sistema de acumulación es que tiene que garantizar el suministro de las necesidades de energía eléctrica diaria durante un número de días de autonomía fijadas de antemano.

Para alargar la vida útil de la batería de acumuladores es preciso fijar también una profundidad de descarga máxima al final del periodo de autonomía fijado, profundidad que depende del tipo de batería de acumuladores utilizada y suele estar en el rango de 30% (baterías de plomo) a 80% (baterías de litio). Si la batería se descarga por debajo de cierto valor, se puede dañar.

Debido a las condiciones climáticas del fundo, la mayor parte del año hay luz solar, y es poco probable tener días con sol desfavorable, se considerará solo un día de autonomía.

Se decide usar baterías tipo OPzS, ya que estas baterías pueden tener altas profundidades de descarga, y requieren de poco mantenimiento. Se tomará una profundidad de descarga de 80%.

Fijados los días de autonomía y la profundidad de descarga, se calcula la capacidad del sistema de acumulación a partir del consumo diario. Como la capacidad de una batería se expresa en Ah, hay que calcular el consumo medio diario de la instalación en Ah, dividiendo el valor de la energía diaria calculado en la tabla, entre la tensión nominal:

$$C_n = \frac{W_d * D_A}{P_D * V_n * \eta_{bat}} \quad (3.12)$$

Donde:

$C_n$ : Capacidad máxima del sistema de acumulación en Ah.

$D_A$ : Días de autonomía (1 día para Majes).

$W_d$ : Energía media diaria considerando la corriente de arranque de los motores (Wh/día).

$V_n$ : Tensión nominal del sistema de acumulación (V).

$\eta_{bat}$ : Eficiencia del banco de baterías.

Si se sobredimensiona en exceso el sistema de acumulación, el generador fotovoltaico nunca podrá cargarlo completamente y la batería tenderá a sulfatarse. Para evitar esto, el valor de la capacidad del sistema de acumulación no excederá en 25 veces la corriente de cortocircuito en condiciones estándares de medida del generador fotovoltaico.

$$C_n < 25 \times I_{sc} \quad (3.13)$$

Dónde:

Cn: Capacidad total de la batería de acumuladores (Ah).

Isc: Intensidad de cortocircuito del generador en condiciones estándares de medida (A)

La tensión nominal se consigue conectando en serie los acumuladores monobloque de 6 V o 12 V o elementos acumuladores de 2 V de tensión nominal. Si la capacidad del sistema de acumulación es pequeña, inferior a 300 Ah se utilizan elementos monobloque, para capacidades mayores se utilizan elementos de 2 V. El número de elementos acumuladores a conectar en serie se calcula dividiendo la tensión nominal del sistema entre la tensión del elemento elegido.

$$Nbs = Un/Ub \quad (3.14)$$

Donde:

Nbs: Número de elementos en serie.

Un: Tensión nominal del sistema de acumulación (V).

Ub: Tensión de un elemento acumulador (V).

Aunque se deben evitar, dentro de lo posible, los agrupamientos en paralelo, en sistemas con necesidad de mucha capacidad es inevitable realizar este tipo de conexionado. El número necesario de ramas de acumuladores en paralelo se calcula dividiendo la capacidad total del sistema entre la capacidad del elemento acumulador elegido.

$$Nbp = Cn/Cb \quad (3.15)$$

Donde:

Nbp : Número de elementos en paralelo.

Cn: Capacidad total del sistema de acumulación (Ah)

Cb: Capacidad de un elemento acumulador (Ah).

Dimensionemos el sistema de acumulación para el proyecto:

### 3.9.1. DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Se eligió previamente una autonomía de un día y una profundidad de descarga de 80%. El tipo de baterías es OPzS. Se eligen acumuladores solares de la marca Classic modelo OPzS Solar, que son baterías de 2V cada una, con un rango de 190 a 4600 Ah. Estas baterías tienen una eficiencia de 90%.

Se dimensionará un sistema de acumulación individual para cada inversor del sistema, lo que dará un total de 11 sistemas de acumulación. El cálculo de estos sistemas tomara en cuenta la corriente de arranque de motores y bombas que se puedan encontrar en los ambientes.

Se calcula la capacidad requerida para cada sistema de acumulación:

#### 3.9.1.1. GRUPO GENERAL

Los 3 sistemas de acumulación del Grupo General tienen similares características, así que la capacidad requerida que se calculará usando la formula (3.12), luego se dividirá entre 3 para conocer la capacidad de cada sistema individual. El inversor seleccionado para este grupo indica que el sistema de acumulación debe ser de 48 V.

$$Cn = \frac{149541.3591 * 1}{0.8 * 48 * 0.9}$$

$$Cn = 4327.01 \text{ Ah}$$

$$Cn = \frac{4327.01}{3} = 1442.34 \text{ Ah/grupo}$$

Se corrobora con la relación (3.13) que cada sistema no pase el 25% de capacidad para evitar sulfatación.

$$1\ 442.34 < 25 \times 9.16 \times 12$$

$$1\ 442.34 < 2748$$

Se determina la cantidad de elementos en serie que se necesitan usando la formula (3.14).

$$N_{bs} = 48/2$$

$$N_{bs} = 24 \text{ baterías en serie}$$

Por último, no es necesario calcular la cantidad de elementos en paralelo, ya que el rango de capacidad disponible de las baterías seleccionadas si alcanza a la capacidad requerida por los grupos. Entonces, se elige un banco de baterías OPzS Solar 1620 Ah, y luego se comprueba la cantidad de elementos en paralelo que se necesita.

$$N_{bp} = 1\ 442.34/1620$$

$$N_{bp} = 0.89 \approx 2 \text{ elementos en paralelo}$$

Se concluye que cada inversor del Grupo Solar estará conectado a un banco baterías OPzS Solar 1620 Ah, con 24 elementos en serie para cada banco.

### 3.9.1.2. GRUPO DE PROYECTOS

Los 4 sistemas de acumulación del Grupo de Proyectos tienen similares características, así que la capacidad requerida que se calculará usando la formula (3.12), luego se dividirá entre 4 para conocer la capacidad de cada sistema individual. El inversor seleccionado para este grupo indica que el sistema de acumulación debe ser de 48 V.

$$C_n = \frac{170\ 817.7177 * 1}{0.8 * 48 * 0.9}$$

$$C_n = 4\ 942.64 \text{ Ah}$$

$$Cn = \frac{4\,942.64}{4} = 1\,235.66 \text{ Ah/grupo}$$

Se corrobora con la relación (3.13) que cada sistema no pase el 25% de capacidad para evitar sulfatación.

$$1\,235.66 < 25 \times 9.16 \times 10$$

$$1\,235.66 < 2\,290$$

Se determina la cantidad de elementos en serie que se necesitan usando la fórmula (3.14).

$$Nbs = 48/2$$

$$Nbs = 24 \text{ baterias en serie}$$

Por último, no es necesario calcular la cantidad de elementos en paralelo, ya que el rango de capacidad disponible de las baterías seleccionadas si alcanza a la capacidad requerida por los grupos. Entonces, se elige un banco de baterías OPzS Solar 1 320 Ah, y luego se comprueba la cantidad de elementos en paralelo que se necesita.

$$Nbp = 1\,235.66/1\,320 \quad (3.15)$$

$$Nbp = 0.94 \approx 1 \text{ elemento en paralelo}$$

Se concluye que cada inversor del Grupo de Proyectos estará conectado a un banco de baterías OPzS Solar de 1 295 Ah, con 24 elementos en serie para cada banco.

### 3.9.1.3. GRUPO DE AULAS

Los 2 sistemas de acumulación del Grupo de Aulas tienen similares características, así que la capacidad requerida que se calculará usando la fórmula (3.12), luego se dividirá entre 2 para conocer la capacidad de cada sistema individual. El inversor seleccionado para este grupo indica que el sistema de acumulación debe ser de 48 V.

$$Cn = \frac{90917.1 * 1}{0.8 * 48 * 0.9}$$

$$Cn = 2630.70 \text{ Ah}$$

$$Cn = \frac{2630.70}{2} = 1315.35 \text{ Ah/grupo}$$

Se corrobora con la relación (3.13) que cada sistema no pase el 25% de capacidad para evitar sulfatación.

$$1\ 315.35 < 25 \times 9.16 \times 10 \text{ y } 1\ 315.35 < 25 \times 9.16 \times 11$$

$$1\ 315.35 < 2290 \text{ y } 1\ 315.35 < 2\ 519$$

Se determina la cantidad de elementos en serie que se necesitan usando la formula (3.14).

$$Nbs = 48/2$$

$$Nbs = 24 \text{ baterias en serie}$$

Por último, no es necesario calcular la cantidad de elementos en paralelo, ya que el rango de capacidad disponible de las baterías seleccionadas si alcanza a la capacidad requerida por los grupos. Entonces, se elige un banco de baterías OPzS Solar 1320 Ah, y luego se comprueba la cantidad de elementos en paralelo que se necesita.

$$Nbp = 1\ 315.35/1\ 320$$

$$Nbp = 0.996 \approx 2 \text{ elementos en paralelo}$$

Se concluye que cada inversor del Grupo de Aulas estará conectado a un banco de baterías OPzS Solar de 1320 Ah, con 24 elementos en serie para cada banco.

#### 3.9.1.4. GRUPO BIOTECNOLOGIA:

El sistema de acumulación del Grupo Biotecnología se calculará usando la formula (3.12). El inversor seleccionado para este grupo indica que el sistema de acumulación debe ser de 48 V.

$$Cn = \frac{8\ 048.83 * 1}{0.8 * 48 * 0.9}$$

$$Cn = 232.89Ah$$

Se corrobora con la relación (3.13) que cada sistema no pase el 25% de capacidad para evitar sulfatación.

$$232.89 < 25 \times 9.16 \times 2$$

$$232.89 < 458$$

Se determina la cantidad de elementos en serie que se necesitan usando la fórmula (3.14).

$$Nbs = 48/2$$

$$Nbs = 24 \text{ baterías en serie}$$

Por último, no es necesario calcular la cantidad de elementos en paralelo, ya que el rango de capacidad disponible de las baterías seleccionadas si alcanza a la capacidad requerida por los grupos. Entonces, se elige un banco de baterías OPzS Solar 370 Ah, y luego se comprueba la cantidad de elementos en paralelo que se necesita.

$$Nbp = 232.89/370 \quad (3.15)$$

$$Nbp = 0.63 \approx 1 \text{ elemento en paralelo}$$

Se concluye el inversor del Grupo Biotecnología estará conectado a un banco de baterías OPzS Solar 370 Ah, con 24 elementos en serie para cada banco.

#### 3.9.1.5. GRUPO ESTABLO:

El sistema de acumulación del Grupo Establo se calculará usando la fórmula (3.12). El inversor seleccionado para este grupo indica que el sistema de acumulación debe ser de 48 V.

$$Cn = \frac{9\,652.54 * 1}{0.8 * 48 * 0.9}$$

$$Cn = 279.298 \text{ Ah}$$

Se corrobora con la relación (3.13) que cada sistema no pase el 25% de capacidad para evitar sulfatación.

$$279.298 < 25 \times 9.16 \times 3$$

$$279.298 < 687$$

Se determina la cantidad de elementos en serie que se necesitan usando la formula (3.14).

$$N_{bs} = 48/2$$

$$N_{bs} = 24 \text{ baterías en serie}$$

Por último, no es necesario calcular la cantidad de elementos en paralelo, ya que el rango de capacidad disponible de las baterías seleccionadas si alcanza a la capacidad requerida por los grupos. Entonces, se elige un banco de baterías OPzS Solar 370 Ah, y luego se comprueba la cantidad de elementos en paralelo que se necesita.

$$N_{bp} = 279.298 / 370 \quad (3.15)$$

$$N_{bp} = 0.75 \approx 1 \text{ elemento en paralelo}$$

Se concluye que cada inversor del Grupo Establo estará conectado a un banco de baterías OPzS Solar 370 Ah, con 24 elementos en serie para cada banco.

### 3.10. DIMENSIONADO DEL CABLEADO

#### 3.10.1. CALCULO DE CONDUCTORES PARA EL SISTEMA FV AUTONOMO

La sección mínima de los conductores de la línea eléctrica de baja tensión es determinada por la limitación de caída de tensión que se puede dar en el conductor. El código nacional de electricidad establece el límite de caída de tensión en una línea eléctrica, siendo 2.5% de la tensión de la línea. Se usa la siguiente fórmula para calcular la caída de tensión.

$$\Delta V = k * I_D * \sigma * \frac{L}{S} \quad (3.16)$$

Donde:

$K = 2$  si la línea es monofásica,  $3$  si la línea es trifásica.

$I_D$  = Corriente de diseño (25% más de la corriente de la línea) (A).

$\sigma$  = Conductividad del cobre ( $1/56 \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$ ).

$L$  = Longitud de la línea (m).

$S$  = sección del conductor ( $\text{mm}^2$ ).

Usando la fórmula (3.16) se procede a seleccionar las secciones de los conductores para los tramos hacia todos los ambientes existentes. Para calcular la corriente de diseño se usa la siguiente fórmula.

$$I_D = 1.25 * \left( \frac{MD}{c * \cos(\phi) * V} \right) \quad (3.17)$$

Donde:

$MD$  = Máxima demanda del ambiente (W)

$c = 2$  para línea monofásica,  $\sqrt{3}$  para línea trifásica.

$V$  = Voltaje del ambiente (V).

Se calcula la sección para cada ambiente, estimando que sección cumplirá con la condición de caída de tensión. La sección mínima que cumpla con la condición será la sección seleccionada.

Tabla 3-17

*Calculo de sección de conductor para los ambientes existentes del fundo.*

TRAMOS	DISTANCIAS (m)	VOLTAJE		AV MÁX. (2,5%) (V)	MD (W)	ID (A)	AV	S (mm <sup>2</sup> )
Oficina	32.58	230	VAC	5.75	3 099.43	15.16	4.26	4
Garita	49.41	230	VAC	5.75	899.00	4.40	1.87	4
Alm. Agrícola	157.49	400	VAC	10	14 613.35	32.96	7.67	35
Lácteos	62.30	400	VAC	10	55 968.41	126.22	8.13	50
Pab. G (Hombres)	140.51	230	VAC	5.75	2 060.00	10.08	4.88	10
Viv. Mujeres	192.97	230	VAC	5.75	286.00	1.40	2.33	4
Viv. Docentes	241.00	230	VAC	5.75	368.00	1.80	3.74	4
Sala docentes	237.08	230	VAC	5.75	606.00	2.96	4.04	6
alm. alim. y granjas	253.58	230	VAC	5.75	360.00	1.76	3.85	4
Aula TD1	13.66	400	VAC	10	22 946.70	46.00	3.25	10
Aula TD2	11.09	400	VAC	10	8 829.50	17.70	0.68	10
Aula TD3	48.83	400	VAC	10	10 417.00	20.88	3.52	10
Lab. Biotecnología	8.38	230	VAC	5.75	1 422.00	6.96	0.50	4
Establo	46.21	230	VAC	5.75	3 746.95	18.33	4.87	6

Fuente: Elaboración propia

Lo siguiente es calcular la sección de los conductores que van desde los generadores hacia los inversores. Este cálculo se hace en corriente continua, la corriente de diseño se toma como la corriente de cortocircuito de los subgrupos, y el voltaje de la línea se tomará como sus voltajes de circuito abierto.

Tabla 3-18

*Calculo de sección de conductor de generadores fotovoltaicos a inversores híbridos.*

	DISTANCIAS (m)	VOLTAJE		AV MÁX. (2,5%) (V)	ID (A)	AV	S (mm <sup>2</sup> )
Grupo general 1 (G1)	11.54	137.7	VDC	3.4425	109.92	2.73	16
Grupo general 2 (G2)	8.82	137.7	VDC	3.4425	109.92	3.34	10
Grupo general 3 (G3)	9.27	137.7	VDC	3.4425	109.92	2.20	16
Grupo proyectos 1 (P1)	10.76	137.7	VDC	3.4425	91.60	3.40	10
Grupo proyectos 2 (P2)	16.42	137.7	VDC	3.4425	91.60	3.24	16
Grupo proyectos 3 (P3)	5.46	137.7	VDC	3.4425	91.60	2.87	6
Grupo proyectos 4 (P4)	15.92	137.7	VDC	3.4425	91.60	3.14	16
Grupo Aulas 1 (A1)	6.51	137.7	VDC	3.4425	91.60	2.06	10
Grupo Aulas 2 (A2)	8.74	137.7	VDC	3.4425	100.76	3.04	10
Grupo Laborator. (LAB)	9.53	137.7	VDC	3.4425	18.32	1.51	4
Grupo Establo (EST)	6.07	137.7	VDC	3.4425	27.48	1.44	4

Fuente: Elaboración propia.

### 3.10.2. CALCULO DE CONDUCTORES PARA EL SISTEMA FV

#### INTERCONECTADO. GENERADOR – INVERSOR:

La distancia máxima entre los paneles y los inversores es de 66.96 m., la corriente máxima de cada subgrupo es de 9.16 A, que es un valor que puede soportar cualquier sección de conductor, y finalmente el voltaje máximo es de 963.9 V, y el Código Nacional de Electricidad solo permite una caída de tensión de 2.5%, por lo tanto, permitirá tener una caída de hasta 24.10 V para los generadores.

Se calcula la caída de tensión para la mayor distancia entre panel-inversor, asumiendo una sección de conductor de 4 mm<sup>2</sup>, utilizando la fórmula (3.16):

$$\Delta V = 2 \times (1.25 \times 9.16) \times \frac{1}{58} \times \frac{66.96}{4}$$

$$\Delta V = 6.61 \text{ V}$$

Por tanto, para el peor caso, un conductor de 4 mm<sup>2</sup> permite una caída de tensión aceptable y es capaz de soportar la corriente que pasa por él, entonces se usara esta sección de conductor para todos los subgrupos.

Se muestra los resultados de este cálculo para todos los tramos entre generadores e inversores:

Tabla 3-19  
*Calculo de sección de conductor de generadores fotovoltaicos a inversores del sistema interconectado.*

	<b>DISTANCIAS (m)</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>	<b>AV MAX (2,5%) (V)</b>	<b>ID (A)</b>	<b>AV (V)</b>	<b>S (AWG)</b>
Grupo 1	66.22	963.9 VDC	24.10	11.45	6.54	10
Grupo 2	66.96	963.9 VDC	24.10	11.45	6.61	10
Grupo 3	55.78	963.9 VDC	24.10	11.45	5.51	10
Grupo 4	56.44	963.9 VDC	24.10	11.45	5.57	10
Grupo 5	45.08	963.9 VDC	24.10	11.45	4.45	10
Grupo 6	45.56	963.9 VDC	24.10	11.45	4.50	10
Grupo 7	34.75	963.9 VDC	24.10	11.45	3.43	10
Grupo 8	35.35	963.9 VDC	24.10	11.45	3.49	10
Grupo 9	58.6	963.9 VDC	24.10	11.45	5.78	10
Grupo 10	58.54	963.9 VDC	24.10	11.45	5.78	10
Grupo 11	54.23	963.9 VDC	24.10	11.45	5.35	10
Grupo 12	54.03	963.9 VDC	24.10	11.45	5.33	10
Grupo 13	43.16	963.9 VDC	24.10	11.45	4.26	10
Grupo 14	43.49	963.9 VDC	24.10	11.45	4.29	10
Grupo 15	33.17	963.9 VDC	24.10	11.45	3.27	10
Grupo 16	33.33	963.9 VDC	24.10	11.45	3.29	10

Fuente: Elaboración propia.

### 3.11. ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES

El diseño de las estructuras se verificó con la tensión de Von Mises, la cual determina el estado en el que se encontrara la estructura con el tiempo.

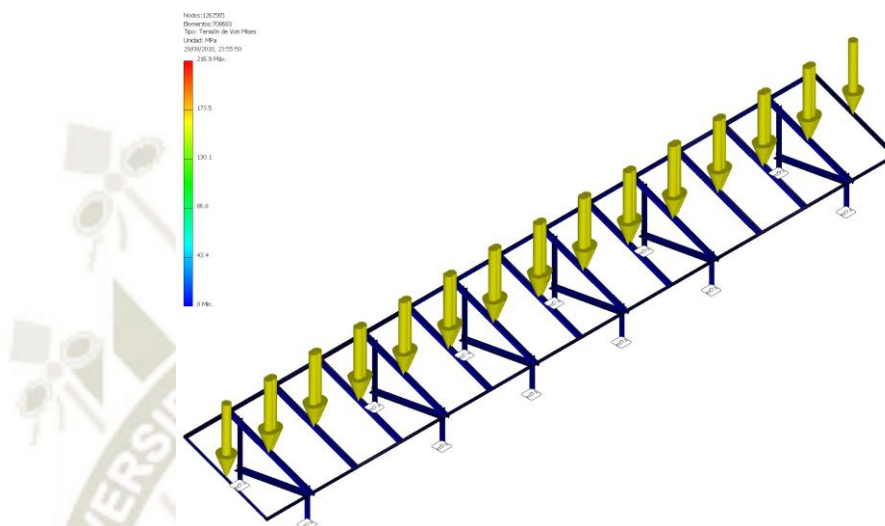


Figura 3-14 Representación de la Tensión de Von Mises en la estructura.  
Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se sometió la estructura a una prueba bajo la primera y la tercera tensión principal, que indican cómo se comporta la estructura bajo cargas estáticas y dinámicas correspondientemente. Luego se calculó el desplazamiento en todos los puntos de la estructura, y finalmente se encontró un factor de seguridad, que sugiere cuantas veces más podría aguantar la estructura el peso real.

Tabla 3-20  
*Resumen de resultados de la estructura.*

#### ☐ Resumen de resultados

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	95002800 mm <sup>3</sup>	
Masa	258.408 kg	
Tensión de Von Mises	0.000242737 MPa	216.894 MPa
Primera tensión principal	-98.4099 MPa	142.72 MPa
Tercera tensión principal	-239.446 MPa	48.764 MPa
Desplazamiento	0 mm	4.67458 mm
Coefficiente de seguridad	0.25358 su	15 su

Fuente: Elaboración propia.

### 3.12. APARATOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

Un sistema fotovoltaico autónomo tiene un comportamiento eléctrico distinto del que podría tener una instalación eléctrica típica.

- El generador fotovoltaico se comporta como generador siempre que hay luz solar, aunque esté desconectado.
- La corriente producida por el generador fotovoltaico está auto limitada.
- Hay dos fuentes de tensión, el generador fotovoltaico y la batería de acumuladores.

Estos factores unidos a que la corriente generada es corriente continua, impide el uso de los dispositivos de corriente alterna. Por tal razón se tiene que usar elementos de protección en alterna, lo que ya lo hace diferente a una instalación eléctrica común, y de la misma forma los interruptores diferenciales convencionales no se pueden usar, sino aquellos que funcionen en corriente continua.

#### 3.12.1. PROTECCION DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO:

Como protección de estos elementos optamos por interruptores termomagnéticos, los cuales nos proporcionarían un sistema de desconexión de la rama, al mismo tiempo incorporar la protección contra sobre intensidades, y con la ventaja de aperturar el circuito de carga en caso de falla además de no ser necesario reponer alguno de sus componentes como es en el caso de los fusibles.

### 3.12.2. INTERRUPTORES GENERALES DE LOS GENERADORES DEL SISTEMA FV AUTÓNOMO

Es necesario dimensionar un elemento de protección que debe estar preparado para abrir o cerrar el circuito en condiciones de servicio y cuando se le requiere principalmente para acciones de mantenimiento. Se dimensiona para soportar la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico ( $I_{Gsc}$ ) y la tensión de circuito abierto del generador ( $U_{cac}$ ) ambas a condiciones estándar, datos que son extraídos de la ficha técnica, se dimensiona para los diversos ambientes

**GRUPO GENERAL Y PROYECTOS A FUTURO:** Se diseñó un interruptor general que soporte las condiciones que van a generar 7 inversores colocados en paralelo conectados todos a esta protección, aplicando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

$I$  = Intensidad de corriente eléctrica (A)

$P$  = Potencia eléctrica (W)

$V$  = Voltaje (V)

Reemplazando en la ecuación, obtenemos:

$$I = \frac{34928.31 + 39812.32}{400}$$

$$I = 186.85 \text{ A}$$

Teniendo el valor de la intensidad en corriente alterna procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa ABB modelo TMAX que son usados para aplicaciones fotovoltaicas, grandes rangos de corriente alterna. Seleccionando el siguiente modelo:

ABB TMAX T3 4x250A, el cual es un termomagnético de 250 amperios de capacidad y tetrapolar.



Figura 3-15: Termomagnético ABB TMAX T3

Recuperado de:

<https://library.e.abb.com/public/dd81bc50300ab130c12570380025b05b/1SDC210004D0702.pdf>

**GRUPO AULAS:** Se diseñó un interruptor general que soporte las condiciones que van a generar 2 inversores colocados en paralelo conectados todos a esta protección:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{20173.78}{400}$$

$$I = 50.43 \text{ A}$$

Teniendo el valor de la intensidad en corriente alterna procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 usados para aplicaciones generales. Seleccionando el siguiente modelo:

Acti 9 iK60 3x63 A, el cual es un termomagnético de 60 amperios de capacidad, tripolar y trifásico.



Figura 3-16: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 iK60

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.es/es/product-range/7557-acti-9-ik60/>

**GRUPO BIOTECNOLOGIA:** Se diseñó un interruptor general que soporte las condiciones que va a generar 1 inversor conectado a esta protección:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1573.22}{230}$$

$$I = 6.84 A$$

Teniendo el valor de la intensidad en corriente alterna procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 usados para aplicaciones generales. Seleccionando el siguiente modelo: Acti 9 iK60 2x10 A, el cual es un termomagnético de 10 amperios de capacidad, bipolar y monofásico.

**GRUPO ESTABLO:** Se diseñó un interruptor general que soporte las condiciones que van a generar 1 inversores conectado a esta protección:

$$I = \frac{P}{V}$$
$$I = \frac{2245.36}{230} = 9.76 A$$

Teniendo el valor de la intensidad en corriente alterna procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 usados para aplicaciones generales. Seleccionando el siguiente modelo:

Acti 9 iK60 2x16 A, el cual es un termomagnético de 16 amperios de capacidad, bipolar y monofásico.

### 3.12.3. INTERRUPTORES DIFERENCIALES DEL SISTEMA FV AUTONOMO:

Se realizó de igual forma el diseño de este tipo de protecciones los cuales se instalan en instalaciones eléctricas de corriente alterna para proteger a las personas de accidentes directos e indirectos provocados por el contacto con partes activas de la instalación o con elementos sometidos a potencial.

**GRUPO AULAS:** Se diseñó un interruptor diferencial que pueda soportar las condiciones de su interruptor general instalado anterior a este, teniendo en cuenta que en aulas su interruptor general es de 63 amperios se procede a seleccionar el modelo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iID 4x63 30mA, que es de 63 amperios de capacidad, tetrapolar y 30 mA de sensibilidad.



Figura 3-17: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 iID 4x63

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.com.ar/es/product/A9R35463/int.-diferencial-iid-4x63-300ma-%5Bs%5D-si>

**GRUPO BIOTECNOLOGIA:** Se diseñó un interruptor diferencial que pueda soportar las condiciones de su interruptor general instalado anterior a este, teniendo en cuenta que en este bloque su interruptor general es de 16 amperios se procede a seleccionar el modelo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iID 2x16 10mA, que es de 16 amperios de capacidad, bipolar y 10 mA de sensibilidad.

**GRUPO ESTABLO:** Se diseñó un interruptor diferencial que pueda soportar las condiciones de su interruptor general instalado anterior a este, teniendo en cuenta que en este ambiente su interruptor general es de 63 amperios se procede a seleccionar el modelo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iID 2x16 10mA, que es de 16 amperios de capacidad, bipolar y 10 mA de sensibilidad.



Figura 3-18: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 iID 2x16

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.com.pe/es/product/A9R10216/acti-9-iid---rccb---2p---16a---10ma---type-ac/>

### 3.12.4. TERMOMAGNETICOS EN AC PARA DIVERSOS AMBIENTES DEL FUNDO (SISTEMA FV AUTONOMO):

**OFICINAS:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 15.16 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo ActiActi 9 iK60 2x20 A, que es de 20 amperios de capacidad, bipolar.



Figura 3-19: Termomagnético SCHNEIDER ELECTRIC Acti 9 Ik60 2x20

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.es/es/product-range/7557-acti-9-ik60/>

**GARITA:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 4.40 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x6 A, que es de 6 amperios de capacidad, bipolar.

**ALMACEN AGRICOLA:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 32.96 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 3x40 A, que es de 40 amperios de capacidad, tripolar.

**LACTEOS:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 126.22 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa ABB modelo ABB Tmax T1 4x160 A, que es de 160 amperios de capacidad, tetrapolar.



Figura 3-20: Termomagnético ABB TMAX T1

Recuperado de:

<https://library.e.abb.com/public/dd81bc50300ab130c12570380025b05b/1SDC210004D0702.pdf>

**PABELLON HOMBRES:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 10.08 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x16 A, que es de 16 amperios de capacidad, bipolar.

**PABELLON MUJERES:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 1.91 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa

SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x4 A, que es de 4 amperios de capacidad, bipolar.

**VIVIENDA DOCENTES:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 1.80 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x4 A, que es de 4 amperios de capacidad, bipolar.

**SALA DE DOCENTES:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 2.96 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x4 A, que es de 4 amperios de capacidad, bipolar.

**ALMACEN DE ALIMENTOS Y GRANJAS:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 1.41 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x4 A, que es de 4 amperios de capacidad, bipolar.

**AULAS:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 46 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 3x50 A, que es de 50 amperios de capacidad, tripolar.

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 6.96 amperios se procede a seleccionar un interruptor

de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x10 A, que es de 10 amperios de capacidad, bipolar.

**ESTABLO:** Se diseñó un interruptor termomagnético que pueda soportar las condiciones que demanda este ambiente, sabiendo que la corriente de diseño de este tiene un valor de 18.33 amperios se procede a seleccionar un interruptor de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC modelo Acti 9 iK60 2x20 A, que es de 20 amperios de capacidad, bipolar.

### 3.12.5. INTERRUPTORES EN DC PARA LOS INVERSORES HIBRIDOS:

**GRUPO GENERAL:** Se diseñó un interruptor que pueda soportar las condiciones de entrada al inversor. Este interruptor es de corriente continua, y debe soportar la corriente de cortocircuito de 12 ramales de paneles en paralelo. Esta corriente se calcula de la siguiente manera:

$$I = I_{SC} * 12$$

$$I = 9.16 * 12 = 109.92 \text{ A}$$

Teniendo el valor de la intensidad procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC el modelo Compact NSX125 CC PV, usados para centrales solares. Seleccionando el siguiente modelo:

Compact NSX125 CC PV 4x125A, el cual es un interruptor de 125 amperios de capacidad, de 4 polos.



Figura 3-21: Interruptor SCHNEIDER ELECTRIC Compact NSX125 CC PV.

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.es/es/product/LV438126/interruptor-autom%C3%A1tico-compact-nsx125-cc-pv---tm-d---125-a---4p>

**GRUPO PROYECTOS A FUTURO:** Se diseñó un interruptor que pueda soportar las condiciones de entrada al inversor. Este interruptor es de corriente continua, y debe soportar la corriente de cortocircuito de 10 ramales de panales en paralelo. Esta corriente se calcula de la siguiente manera:

$$I = I_{SC} * 10$$

$$I = 9.16 * 10 = 91.60 \text{ A}$$

Teniendo el valor de la intensidad procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC el modelo Compact NSX100F, usados para corrientes continuas. Seleccionando el siguiente modelo:

Compact NSX100F 2x100A, el cual es un interruptor de 100 amperios de capacidad, bipolar.



Figura 3-22: Interruptor SCHNEIDER ELECTRIC Compact NSX100F.

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.es/es/product/LV429625/nsx100f-tm32d--3p2r%3B-interruptor-autom%C3%A1tico-compact>

**GRUPO AULAS:** Se diseñó un interruptor que pueda soportar las condiciones de entrada al inversor. Este interruptor es de corriente continua, y debe soportar la corriente de cortocircuito de 11 ramales de paneles en paralelo en un grupo, y 10 ramales de paneles en paralelo de otro grupo. Esta corriente se calcula de la siguiente manera:

$$I = I_{SC} * 11$$

$$I = 9.16 * 11 = 100.76 \text{ A}$$

$$I = I_{SC} * 10$$

$$I = 9.16 * 10 = 91.60 \text{ A}$$

Teniendo el valor de la intensidad procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC el modelo Compact NSX125 CC PV 4x125A para el grupo de 11 ramales. Y el modelo Compact NSX100F 2x100A para el grupo de 10 ramales.

**GRUPO BIOTECNOLOGIA:** Se diseñó un interruptor que pueda soportar las condiciones de entrada al inversor. Este interruptor es de corriente continua, y debe soportar la corriente de cortocircuito de 2 ramales de paneles en paralelo. Esta corriente se calcula de la siguiente manera:

$$I = I_{SC} * 2$$

$$I = 9.16 * 2 = 18.36 \text{ A}$$

Teniendo el valor de la intensidad procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC el modelo Compact NSX100F, usados para corrientes continuas. Seleccionando el siguiente modelo:

Compact NSX100F 2x20A, el cual es un interruptor de 20 amperios de capacidad, bipolar.

**GRUPO ESTABLO:** Se diseñó un interruptor que pueda soportar las condiciones de entrada al inversor. Este interruptor es de corriente continua, y debe soportar la corriente de cortocircuito de 3 ramales de paneles en paralelo. Esta corriente se calcula de la siguiente manera:

$$I = I_{SC} * 3$$

$$I = 9.16 * 3 = 27.48 \text{ A}$$

Teniendo el valor de la intensidad procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC el modelo Compact NSX100F, usados para corrientes continuas. Seleccionando el siguiente modelo:

Compact NSX100F 2x30A, el cual es un interruptor de 30 amperios de capacidad, bipolar.

### 3.12.6. FUSIBLES PARA LAS BATERIAS (SISTEMA FV AUTONOMO):

Es necesario dimensionar fusibles para las baterías que están conectadas a los inversores, y esto se hace tomando en cuenta la corriente del controlador MPPT incorporado en el inversor, ya que es la máxima corriente que se entregará a las baterías, y el voltaje del banco de baterías, más el 20%.

**GRUPO GENERAL:** Se diseñó un fusible que soporte la corriente máxima del MPPT del inversor, el cual es de 180 A, y la tensión del banco de baterías, que es 48V, más el 20%. Por tanto:

$$I_{Fusible} \geq I_{MPPT}$$

$$I_{Fusible} \geq 180 \text{ A}$$

$$V_{Fusible} \geq 1.2 * V_{baterias}$$

$$V_{Fusible} \geq 57.6 \text{ V}$$

Teniendo estos valores procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa VICTRON el modelo VICTRON MEGA fuse 200A/58V.



Figura 3-23: Fusible VICTRON MEGA fuse 200A/58V.

Recuperado de: <https://www.victronenergy.com.es/>

**GRUPO PROYECTOS A FUTURO:** Se diseñó un fusible que soporte la corriente máxima del MPPT del inversor, el cual es de 180 A, y la tensión del banco de baterías, que es 48V, más el 20%. Por tanto:

$$I_{Fusible} \geq I_{MPPT}$$

$$I_{Fusible} \geq 180 A$$

$$V_{Fusible} \geq 1.2 * V_{baterias}$$

$$V_{Fusible} \geq 57.6 V$$

Teniendo estos valores procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa VICTRON el modelo VICTRON MEGA fuse 200A/58V.

**GRUPO AULAS:** Se diseñó un fusible que soporte la corriente máxima del MPPT del inversor, el cual es de 180 A, y la tensión del banco de baterías, que es 48V, más el 20%.

Por tanto:

$$I_{Fusible} \geq I_{MPPT}$$

$$I_{Fusible} \geq 180 A$$

$$V_{Fusible} \geq 1.2 * V_{baterias}$$

$$V_{Fusible} \geq 57.6 V$$

Teniendo estos valores procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa VICTRON el modelo VICTRON MEGA fuse 200A/58V.

**GRUPO BIOTECNOLOGIA:** Se diseñó un fusible que soporte la corriente máxima del MPPT del inversor, el cual es de 80 A, y la tensión del banco de baterías, que es 24V, más el 20%. Por tanto:

$$I_{Fusible} \geq I_{MPPT}$$

$$I_{Fusible} \geq 80 A$$

$$V_{Fusible} \geq 1.2 * V_{baterias}$$

$$V_{Fusible} \geq 28.8 V$$

Teniendo estos valores procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa VICTRON el modelo VICTRON MIDI fuse 100A/32V.



Figura 3-24: Fusible VICTRON MIDI fuse 100A/32V.

Recuperado de: <https://www.victronenergy.com.es/>

**GRUPO ESTABLO:** Se diseñó un fusible que soporte la corriente máxima del MPPT del inversor, el cual es de 80 A, y la tensión del banco de baterías, que es 48V, más el 20%. Por tanto:

$$I_{Fusible} \geq I_{MPPT}$$

$$I_{Fusible} \geq 80 A$$

$$V_{Fusible} \geq 1.2 * V_{baterias}$$

$$V_{Fusible} \geq 57.6 V$$

Teniendo estos valores procedemos a seleccionar en el catálogo de la empresa VICTRON el modelo VICTRON MIDI fuse 100A/58V.

### 3.12.7. PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA FV AUTONOMO:

Se debe dimensionar el conductor de puesta a tierra para los grupos de paneles, para los inversores y para los tableros generales. Se toma como referencia el Código Nacional de Electricidad, el cual indica que sección de conductor se debe usar basado en la corriente.

Tabla 3-21

*Sección mínima de conductores de tierra para sistemas de corriente alterna o conductores de tierra comunes.*

Capacidad de conducción del conductor de acometida de mayor sección o el equivalente para conductores múltiples [A]	Sección del conductor de cobre de puesta a tierra [mm <sup>2</sup> ]
100 o menos	10
101 a 125	16
126 a 165	25
166 a 200	25
201 a 260	35
261 a 355	50
356 a 475	70
Sobre 475	95

Fuente: Código Nacional Eléctrico tomo V- Sistema de Utilización.

### 3.12.8. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA PANELES DEL SISTEMA

FV AUTONOMO:

**GRUPO GENERAL:** Se toma la corriente de cortocircuito del grupo de 12 ramales en paralelo:

$$I = 109.92 \text{ A}$$

La corriente sobrepasa 100 A, por tanto, se selecciona un conductor de 16 mm<sup>2</sup>.

**GRUPO PROYECTOS A FUTURO:** Se toma la corriente de cortocircuito del grupo de 12 ramales en paralelo:

$$I = 91.60 \text{ A}$$

La corriente no sobrepasa 100 A, por tanto, se selecciona un conductor de 10 mm<sup>2</sup>.

**GRUPO AULAS:** Se toma la corriente de cortocircuito del grupo de 11 ramales en paralelo:

$$I = 100.76 \text{ A}$$

La corriente sobrepasa 100 A, por tanto, se selecciona un conductor de 16 mm<sup>2</sup>.

Se toma la corriente de cortocircuito del grupo de 10 ramales en paralelo:

$$I = 91.60 A$$

La corriente no sobrepasa 100 A, por tanto, se selecciona un conductor de 10 mm<sup>2</sup>.

**GRUPO BIOTECNOLOGIA:** Se toma la corriente de cortocircuito del grupo de 2 ramales en paralelo:

$$I = 18.32 A$$

La corriente no sobrepasa 100 A, por tanto, se selecciona un conductor de 10 mm<sup>2</sup>.

**GRUPO ESTABLO:** Se toma la corriente de cortocircuito del grupo de 12 ramales en paralelo:

$$I = 27.48 A$$

La corriente no sobrepasa 100 A, por tanto, se selecciona un conductor de 10 mm<sup>2</sup>.

### 3.12.9. INTERRUPTORES GENERALES DE LOS GENERADORES DEL SISTEMA INTERCONECTADO

Es necesario dimensionar un elemento de protección que debe estar preparado para abrir o cerrar el circuito en condiciones de servicio y cuando se le requiere principalmente para acciones de mantenimiento. Se dimensiona para soportar la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico (IGsc) y la tensión de circuito abierto del generador (U<sub>ca</sub>) ambas a condiciones estándar, datos que son extraídos de la ficha técnica, se dimensiono para los diversos ambientes.

### INTERRUPTORES PARA LOS INVERSORES

Los interruptores termomagnéticos que se ubican a la salida de los inversores están diseñados considerando su corriente máxima de salida. Para los inversores seleccionados esta corriente es:

$$I_{max} = 25 A$$

Para soportar esta corriente se selecciona el interruptor Schneider Electric LV426102, que es un interruptor de 3 polos y de 32 A.



Figura 3-25: Interruptor Schneider Electric LV426102.

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.com/en/product/LV426102/circuit-breaker-compact-nxsm-32a-3p-16ka-at-380-415v%28iec%29-everlink-lug>

### INTERRUPTOR GENERAL

Finalmente, todos los inversores se juntarán por medio de barras de cobre, y esta barra estará conectada a un interruptor general que pueda soportar la suma de las corrientes de todos los sistemas.

$$I_{total} = 8 \times 25 = 200 \text{ A}$$

Para esto se selecciona el interruptor Schneider Electric LV431160, que es un interruptor de tres polos y de 220 A.



Figura 3-26: Interruptor Schneider Electric LV431160.

Recuperado de: <https://www.schneider-electric.com/en/product/LV431160/circuit-breaker-compact-nx250f---micrologic-2.2---220-a---3-poles-3d/>

### 3.12.10. PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA INTERCONECTADO

Se debe dimensionar el conductor de puesta a tierra para los grupos de paneles, para los inversores y para los tableros generales. Se toma como referencia el Código Nacional de Electricidad, el cual indica que sección de conductor se debe usar basado en la corriente (Tabla 3-21).

### 3.12.11. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA PANELES DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO:

Como los grupos de paneles del sistema interconectado se encuentran en serie, la corriente máxima de cada grupo es igual a la corriente de cortocircuito de un panel.

$$I = 9.16A$$

La corriente no sobrepasa 100 A, por tanto, se selecciona un conductor de 10 mm<sup>2</sup>.

### 3.13. CAMBIO DE LUMINARIAS HALOGENAS POR LED EN LOS AMBIENTES INTERIORES

Diseñamos un nuevo sistema de iluminación para los ambientes interiores del fundo, utilizando lámparas LED, omitiendo las áreas que ya cuentan con este tipo de iluminación que son escasas. La mayoría de ambientes internos del fundo de nuestra casa de estudios, usa lámparas halógenas que generan un consumo eléctrico mayor a lo que este consumiría teniendo lámparas LED, que se ve representado en un alto costo, además de que causan impacto ambiental, condiciones luminotécnicas que no cumplen con la norma y tiempo de vida reducido.

Al contar con luminarias LED, mejoramos la calidad de los ambientes en el aspecto lumínico, tanto para Ceprobis como para el área académica, creando un ambiente de confort y condiciones adecuadas. Para ello, nos regimos por la NORMA EM.010 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES. En esta se tiene como objetivo

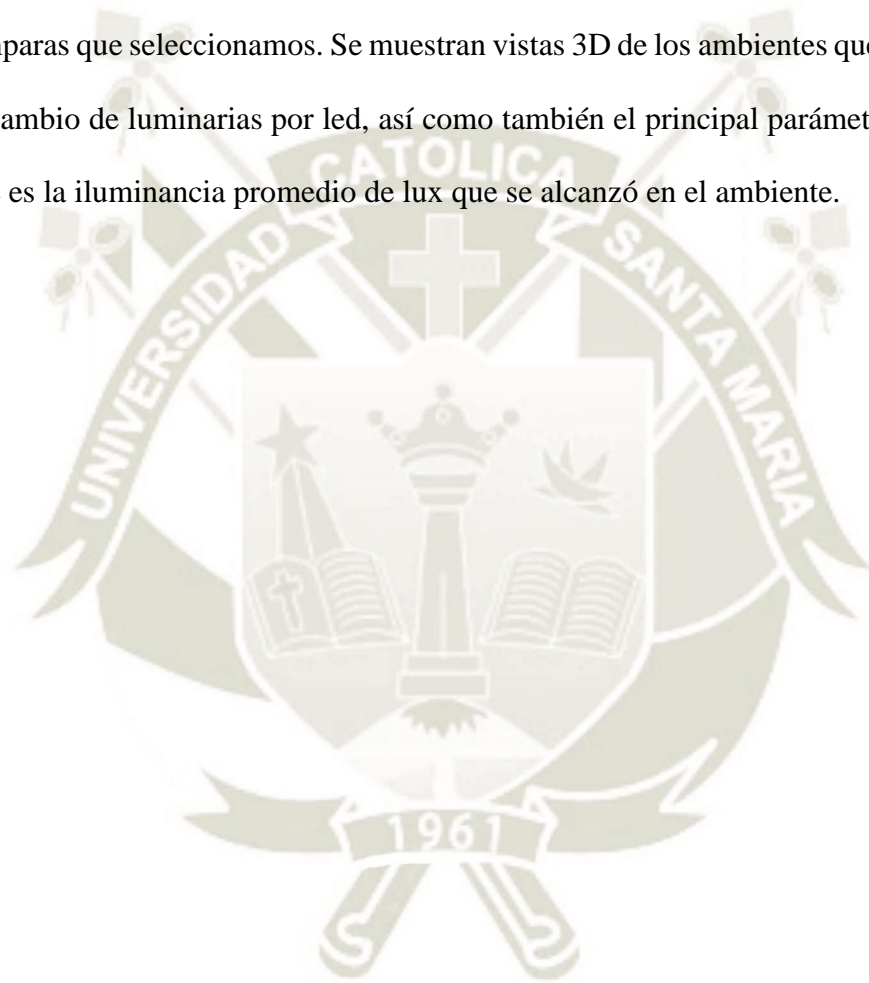
establecer las exigencias lumínicas mínimas que deben cumplir diversos ambientes en su interior, dado en lux, valor que debe ser alcanzado o superado cuando se desee diseñar iluminación interna de cualquier ambiente. Para empezar el diseño se hizo uso de la tabla que se encuentra en la norma ya antes mencionada, a continuación, se muestra la tabla con los ambientes que se usaron para el diseño.

Tabla 3-22  
*Iluminancias para ambientes interiores.*

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<b>Áreas generales en edificios</b>		
Pasillos, corredores	100	D – E
Baños	100	C – D
Almacenes en tiendas	100	D – E
Escaleras	150	C – D
<b>Oficinas</b>		
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B
<b>Centros de enseñanza</b>		
Salas de lectura	300	A – B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A – B
<b>Viviendas</b>		
Dormitorios		
- general	50	B – C
- cabecera de cama	200	B – C
Baños		
- general	100	B – C
- área de espejo	500	B – C
Salas		
- general	100	B – C
- área de lectura	500	B – C
Salas de estar	100	B – C
Cocinas		
- general	300	B – C
- áreas de trabajo	500	B – C
Área de trabajo doméstico	300	B – C
Dormitorio de niños	100	B – C
<b>Hoteles y restaurantes</b>		
Comedores	200	B – C
Habitaciones y baños		
- general	100	B – C
- local	300	B – C
Áreas de recepción, salas de conferencia	300	B – C
Cocinas	500	B – C

Fuente: NORMA EM.010-INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

Además, se hizo uso del software DIALux 4.13 el cual nos permitió hacer el diseño completo en el interior del ambiente, consiguiendo los niveles lumínicos adecuados, haciendo uso de lámparas led marca PHILIPS, generándonos cuadros resumen con los principales parámetros de iluminación hallados, así como también vistas en 3D que asemeja la forma real del ambiente y el nivel de luminosidad que tienen las lámparas que seleccionamos. Se muestran vistas 3D de los ambientes que se plantea hacer el cambio de luminarias por led, así como también el principal parámetro luminotécnico que es la iluminancia promedio de lux que se alcanzó en el ambiente.



**NOMBRE DE AMBIENTE: Dormitorios en el Pabellón de Hombres:**

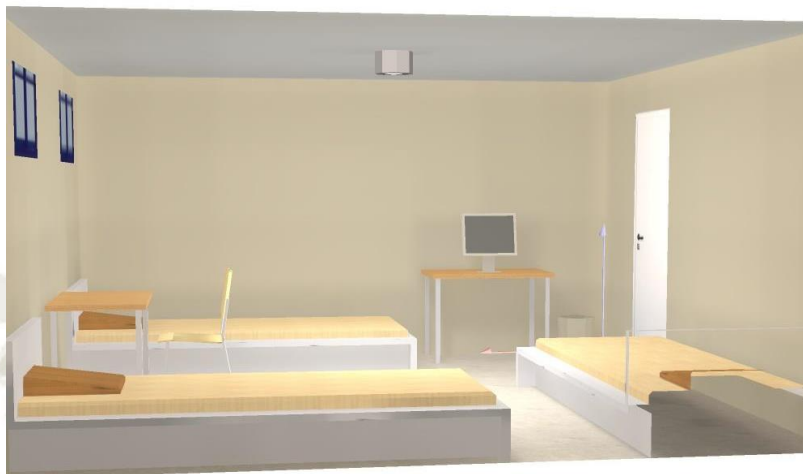


Figura 3-27: Dormitorio de hombres.

Fuente Elaboración Propia

**NOMBRE DE AMBIENTE: Planta de lácteos:**

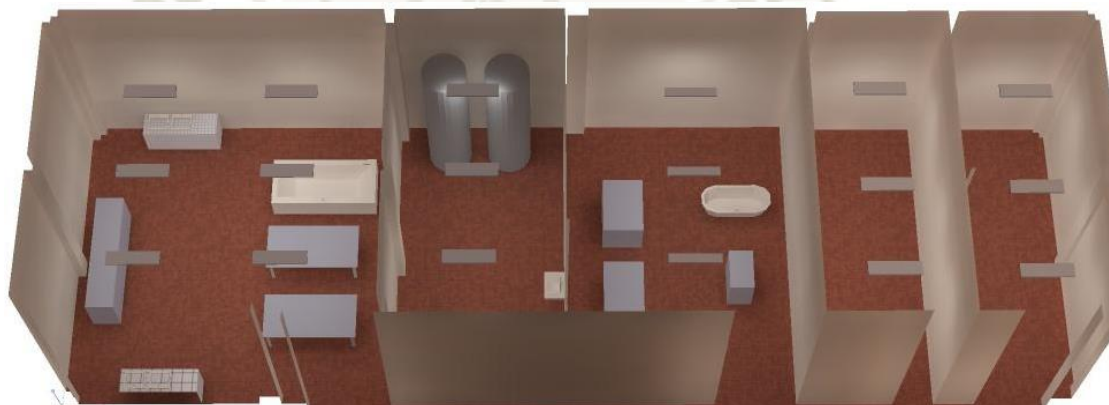


Figura 3-28: Planta de lácteos (procesamiento).

Fuente: Elaboración Propia

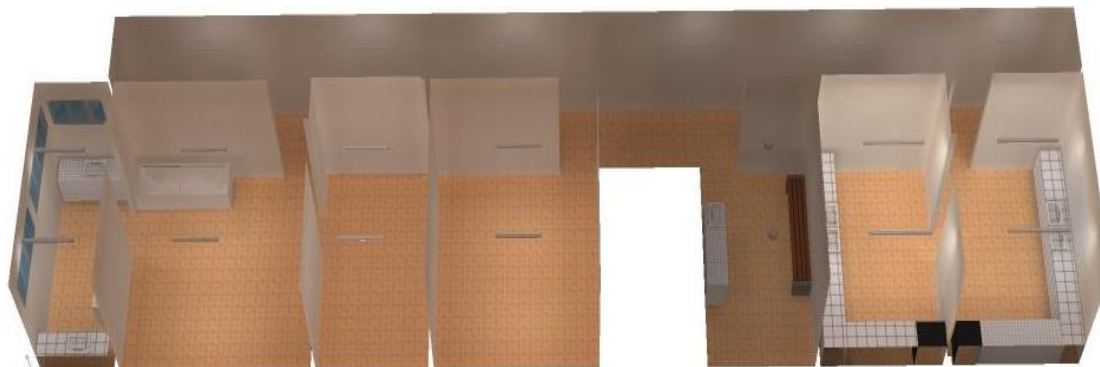


Figura 3-29: Planta de lácteos (laboratorios).

Fuente: Elaboración Propia

**NOMBRE DE AMBIENTE: Aulas del bloque académico**



Figura 3-30: Aulas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-23

*Resumen general de ambientes internos en el fundo.*

AMBIENTE	LUX QUE EXIGE NORMA	LUX ALCANZADOS
<b>PABELLON HOMBRES</b>		
Comedor	200	205
Dormitorios	50	51
Cocina	300	306
Baños	100	110
<b>PABELLON MUJERES</b>		
Dormitorios	50	54
Baños	100	100
Pasadizo	100	102
<b>PABELLON PROFESORES</b>		
Dormitorios	50	59
Baños	100	107
Pasadizo	100	100
<b>MODULO DE VENTAS</b>		
Oficina	200	209
Baño de hombres	100	108
Baño de mujeres	100	107
Deposito	100	102
<b>ALMACEN DE GRANOS</b>		
Almacen	100	103
Baño	100	101
<b>TALLER</b>		
Primera oficina	200	204
Segunda oficina	200	209
Comedor	200	205
Cocina	300	318
Zona de Estar	100	121
Taller general	500	503
Baños	100	107
<b>PLANTA DE VINOS</b>		
Sótano	250	272
Zona de Investigación	500	525
<b>CEPROBIS</b>		
Oficina	200	205
Aula	500	510
<b>PLANTA DE LACTEOS</b>		
Planta de quesos	300	301
Planta de yogurt (tanque)	200	230
Planta de yogurt (procesamiento)	300	304
Cámara de yogurt	300	310
Suministros	300	303
Lavado de maderas	300	345
Cámara de maduración	300	321
Cámara de envasado al vacío	300	301
Productos terminados	300	337
Vestidor	100	136
Laboratorio microbiología	500	584
Laboratorio de control de calidad	500	508
Pasillo	100	114
Supervisión	100	128
Lavado de jvas	300	308

Tanque de leche	300	302
Tanque de agua	200	206
Caldero	300	311
<b>BIOTECNOLOGIA</b>	<b>LUX QUE EXIGE NORMA</b>	<b>LUX ALCANZADOS</b>
Almacén N° 01	100	103
Almacén N° 02	100	113
Almacén N° 03	100	129
Almacén N° 04	100	100
Almacén Laboratorio	100	103
Sala	200	201
Laboratorio	500	504
Baños	100	102
<b>BLOQUE BIOTECNOLOGIA</b>		
Cocina	300	338
Dormitorio N° 01	50	60
Dormitorio N° 02	50	60
Dormitorio N° 03	50	61
Zona de Estar	100	124
Comedor	200	180
<b>BLOQUE ACADEMICO</b>		
Aulas	500	509
Laboratorios	500	506
<b>BLOQUE LABORATORIOS</b>		
Laboratorio	500	508
Deposito	100	110
<b>ENTRADA FUNDO</b>		
Almacén	100	114
Sala de Recepción	100	124
<b>GRANJA DE CUYES</b>		
Granja	100	101
<b>ALMACEN DE ALIMENTOS</b>		
Almacén	100	158
<b>ORDEÑO</b>		
Tanque de leche	200	203
Baño	100	103
Depósito	100	118
Sala de ordeño	200	203
Oficina y hall	200	209
Oficina	200	203

Fuente: Elaboración Propia

### 3.14. CAMBIO DE LUMINARIAS HALOGENAS POR LED EN EL EXTERIOR DE LOS AMBIENTES EN EL FUNDO MAJES UCSM

En esta se tiene como objetivo establecer las exigencias lumínicas mínimas que deben cumplir diversos ambientes exteriores, dado en lux, valor que debe ser alcanzado o superado cuando se desee diseñar iluminación externa de cualquier ambiente. Para empezar el diseño se hizo uso de la siguiente tabla.

Tabla 3-24  
*Valores de diseño de iluminación para edificaciones.*

Material	Nivel de iluminación aproximado donde la luminancia de la región es:			Factor de multiplicación por la distribución espectral				Condiciones de la superficie factor de multiplicación por condición			
	Baja	Media	Alta	Mercurio no corregido	Color corregido, mercurio y metal halóide (valores aproximados)	Sodio de alta presión (valores a aproximados)	Sodio de baja presión	Regularmente limpio	Regularmente sucio	Sucio	Muy sucio
Piedra clara	20	30	50	1.1	1.4	0.9	0.95	1.2	3	6	10
Piedra intermedia	40	60	120	1.1	1.1	1.0	0.85	1.1	2.4	5	8
Piedra oscura	100	150	300	1.1	1.0	1.1	1.0	ver (*)	ver (*)	ver (*)	ver (*)
Ladrillo											
Pulido claro	35	50	100	1.1	1.1	1.0	0.9	1.1	2.4	5	8
Pulido brillante	40	60	120	1.1	1.1	0.9	1.1	1.1	2	4	7
Terracota	55	80	160	1.2	1.2	0.9	0.9	1.1	2	4	6
Rojo	100	150	300	1.25	1.3	0.95	1.0	1.1	1.8	3	5
Rojo oscuro	120	180	360	1.25	1.3	1.0	1.2	1.1	1.6	2	4

(\*) El granito puede llegar a ser mas claro con el envejecimiento.

Ejemplo: Para un edificio color terracota, regularmente sucio, iluminado con lámparas de mercurio de color corregido y situado en un área de luminancia media el valor de iluminación de servicio sería :  $80 \times 1.2 \times 2 = 192 \text{ lx}$ .

Fuente: Norma DGE 017-AI-1/1982-NORMA DE ALUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS.

**NOMBRE DEL AMBIENTE: Exteriores del bloque de Biotecnología**

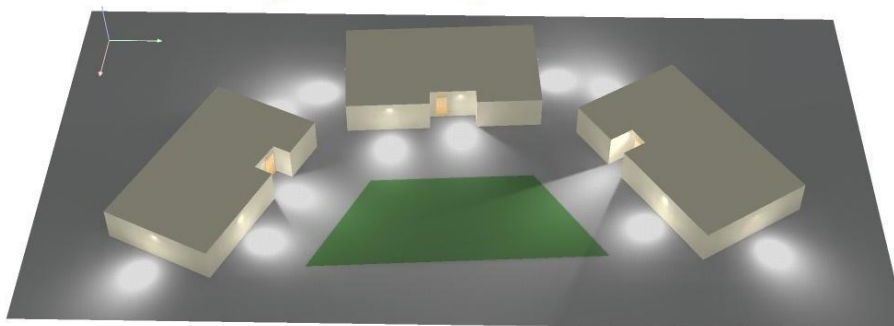


Figura 3-31: Exteriores de biotecnología con iluminación exterior.

Fuente: Elaboración Propia

**NOMBRE DEL AMBIENTE: Exteriores del bloque de aulas**



Figura 3-32: Iluminación del exterior del bloque de aulas.

Fuente: Elaboración Propia

**NOMBRE DEL AMBIENTE: Exteriores de la planta de lácteos:**

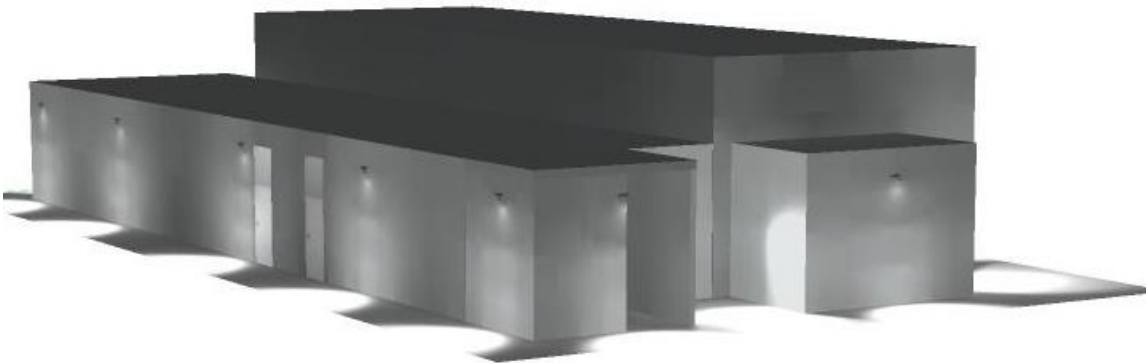


Figura 3-33: Iluminación del exterior de la planta de lácteos.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-25

*Resumen general de ambientes externos en el fundo.*

AMBIENTE	LUX QUE EXIGE NORMA	LUX MINIMOS ALCANZADOS
BLOQUE DE BIOTECNOLOGIA	30	30
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA	5	5.25
BLOQUE DE AULAS	30	35
PLANTA DE LACTEOS	30	35
MODULO DE VENTAS	30	41
SALA DE ORDEÑO	5	7.73

Fuente: Elaboración propia

### 3.15. SISTEMA ILUMINACION PARA LA CARRETERA DE LAS AFUERAS DEL FUNDO MAJES

El sistema de iluminación que se pretende diseñar tiene el objetivo principal de lograr la iluminación total de la fachada del fundo Majes de la Universidad Católica Santa María, así como la calzada que no cuenta con iluminación pública siendo esto un problema para conductores y personal de fundo, aprovechando el recurso solar pretendemos lograr una iluminación que cumpla con todos los estándares y niveles luminotécnicos adecuados. Nos regimos por la NORMA TECNICA DGE “ALUMBRADO DE VIAS PUBLICAS EN ZONAS DE CONCESION DE DISTRIBUCION”. En esta se tiene como objetivo establecer las exigencias lumínicas mínimas que deben cumplir las instalaciones de alumbrado de vías públicas, así como también los estándares de calidad mínimos que exige la NTCSE (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos) y las obligaciones de los suministradores de alumbrado de vías públicas y las facultades de la autoridad para su correcta operación, oportuna reparación y mantenimiento.

Para nuestro proyecto primero identificamos el tipo de alumbrado como se muestra en la tabla 3-26, según la clasificación vial, donde se deduce que pertenece a un tipo Arterial debido a las características de tránsito y la misma vía que esta posee.

Tabla 3-26  
*Tipos de alumbrado según la clasificación vial.*

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	-Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez -Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas)	-Flujo vehicular ininterrumpido. - Cruces a desnivel. -No se permite estacionamiento. -Alta velocidad de circulación, mayor a 60 km/h. -No se permite paraderos urbanos sobre la calzada principal. -No se permite vehículos de transporte urbano, salvo los casos que tengan vía especial.
Arterial	II	-Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares.	-No se permite estacionamiento. -Alta y media velocidad de circulación, entre 60 y 30 km/h. -No se permiten paraderos urbanos sobre la calzada principal. -Volumen importante de vehículos de transporte público.
Colectora 1	II	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas y/o atraviesan varios distritos. Se considera en esta categoría las vías principales de un distrito o zona céntrica. -Generalmente tienen calzadas principales y auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Colectora 2	III	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas entre 1 o 2 distritos. -Tienen 1 o 2 calzadas principales pero no tienen calzadas auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Local Comercial	III	Permite el acceso al comercio local	-Los vehículos circulan a una velocidad máxima de 30 km/h. -Se permite estacionamiento. -No se permite vehículos de transporte público. - Flujo peatonal importante.
Local Residencial 1	IV	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido. -Vías con calzadas asfaltadas pero sin veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Local Residencial 2	V	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas sin asfaltar. -Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Vías peatonales	V	Permite el acceso a las viviendas y propiedades mediante el tráfico peatonal	- Tráfico exclusivamente peatonal.

Fuente: NORMA TÉCNICA DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN”

Una vez elegido el tipo de alumbrado se procede a determinar el tipo de superficie la cual es asfalto y oscura, dato que se extrajo del siguiente cuadro que esta la norma ya antes mencionada.

Tabla 3-27

*Tipos de calzada según la superficie.*

Tipo de superficie	Tipo de calzada
Revestimiento de concreto	Clara
Revestimiento de asfalto	Oscura
Superficies de tierra	Clara

Fuente: NORMA TÉCNICA DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN”

Como se corrobora en la siguiente imagen con las características de la calzada



Figura 3-34: Fachada actual del fundo Majes-UCSM

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, los niveles de luminancia media, iluminancia media e índice de control de deslumbramiento se obtienen de la tabla II, donde se concluyó que debemos alcanzar entre 20 y 40 lux, además de un valor de luminancia media que este entre 1 y 2  $\text{cd/m}^2$  y estar en un nivel de deslumbramiento comprendido entre 5 y 6.

Tabla 3-28

*Niveles de luminancia, iluminancia e índices de control de deslumbramiento.*

Tipo de alumbrado	Luminancia media revestimiento seco ( cd/m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lux)		Índice de control de deslumbramiento ( G )
		Calzada clara	Calzada oscura	
I	1,5 – 2,0	15 – 20	30 – 40	≥ 6
II	1,0 – 2,0	10 – 20	20 – 40	5 - 6
III	0,5 – 1,0	5 – 10	10 – 20	5 - 6
IV		2 – 5	5 – 10	4 - 5
V		1 – 3	2 – 6	4 - 5

Fuente: NORMA TÉCNICA DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN”.

Es importante indicar los valores de uniformidad de la luminancia que se debe alcanzar en la iluminación de la vía pública para ello se usa la tabla III de la norma, al ser tipo II en el alumbrado los valores de uniformidad longitudinal a alcanzar deben ser mayor o igual a 0.65 y una uniformidad media mayor o igual a 0.40

Tabla 3-29

*Uniformidad de Luminancia.*

Tipo de alumbrado	Uniformidad Longitudinal	Uniformidad media
I	≥0,70	≥0,40
II	≥0,65	≥0,40

Fuente: NORMA TÉCNICA DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN”.

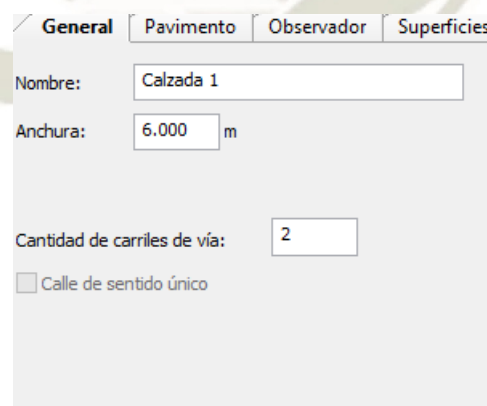
Con todos los valores antes encontrado se procedió a diseñar la iluminación de la calzada, en el que se hizo uso del software DIALUX 4.13, el cual nos permitió ver si nuestro diseño cumplía con los requisitos que exige la norma, y ver una perspectiva en 3d de la misma.

Para la iluminación de la calzada, así como del fondo en sus exteriores se pretende hacer uso de postes solares los cuales captan la energía del sol que es abundante en el lugar para luego generar electricidad gracias a su panel fotovoltaico para almacenarla en

su batería y cuando se requiere de iluminación este se enciende de manera automática con una luminaria led de alta eficiencia. El modelo a utilizar son de la empresa JX LED SOLAR, que destaca por la calidad del producto, así como también el costo de este en comparación a otras empresas dedicadas a este rubro energético. La gran ventaja de este panel solar es su sensor inteligente que permite la regulación de la luminosidad dependiendo de la hora del día, como también la detección de peatones o autos, siendo su apagado en horas de la mañana donde almacena energía para luego encender en la noche, generando un ambiente lumínico adecuado. Al tener una gran longitud de la calzada más de 1600 metros se eligió los postes que tenían un rango de luminosidad entre mástiles de 25 a 30 metros, procedimos hacer la simulación en el software obteniendo los siguientes resultados.

### PARAMETROS INGRESADOS EN EL SOFTWARE

Primer parámetro a ingresar será la anchura de la calzada, e indicar cuantos carriles tiene esta, las demás características del pavimento se generan de manera automática



General	Pavimento	Observador	Superficies
Nombre:	Calzada 1		
Anchura:	6.000	m	
Cantidad de carriles de vía:	2		
<input type="checkbox"/>	Calle de sentido único		

Figura 3-35: Parámetro de ingreso general en el software DIALux.

Fuente: Elaboración Propia

El segundo parámetro será la organización, que será una disposición unilateral arriba que tendrá el fin de iluminar el exterior del fondo, así como la calzada, en la imagen siguiente se aprecia dicha disposición:

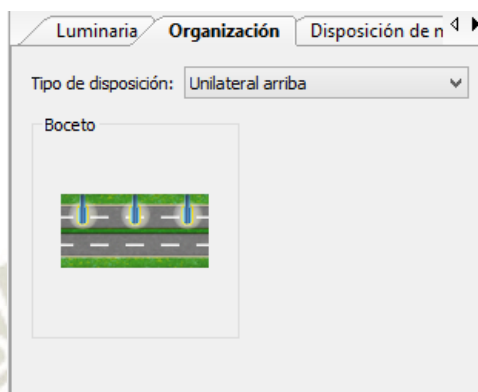


Figura 3-36: Parámetro de ingreso de organización en el software DIALux.

Fuente: Elaboración Propia

Después colocamos características de instalación, como es la disposición de los mástiles, y dentro de este sus parámetros más importantes como es la altura del montaje con un valor de 7 metros, la distancia entre mástiles 25 metros, y la longitud del mástil a la calzada con un valor de 3 metros

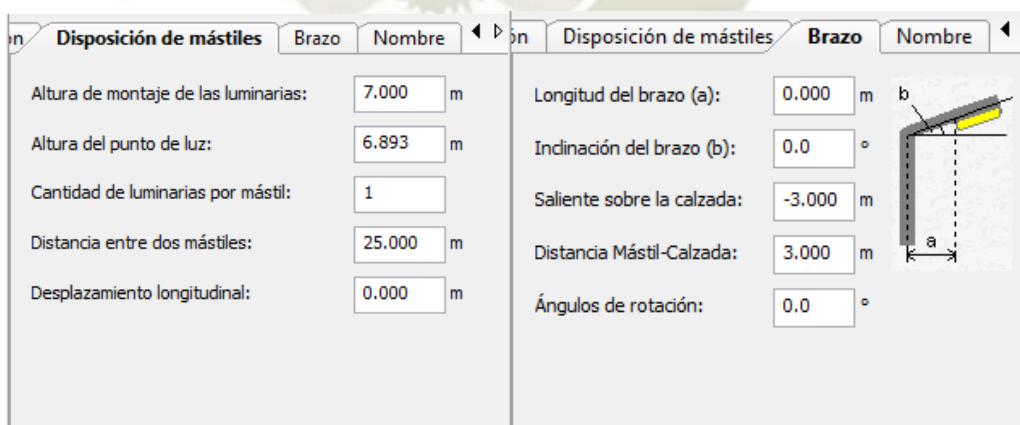


Figura 3-37: Parámetro generales en el software DIALux.

Fuente: Elaboración Propia

Insertamos nuestra luminaria led de 5500 lúmenes marca Philips que es la más cercana en características a la luminaria que usa el poste solar marca JX LED SOLAR

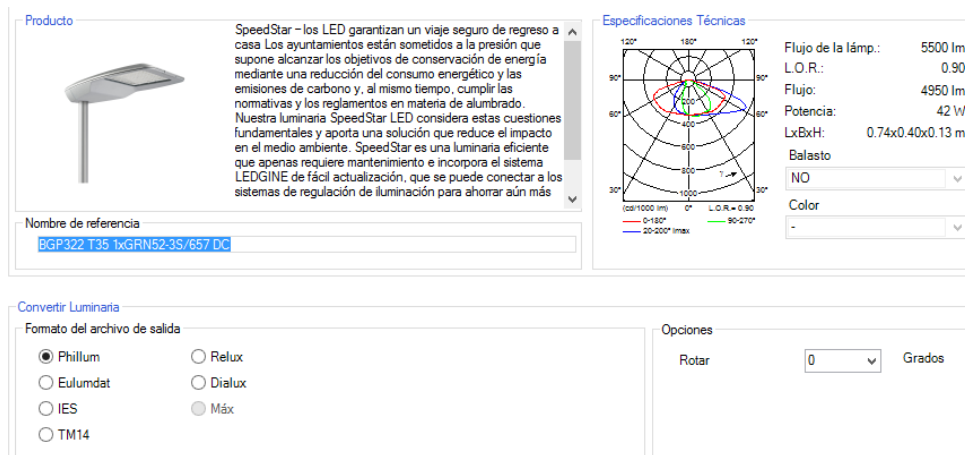


Figura 3-38: Características luminaria en el software DIALux.

Fuente: Elaboración Propia

Con todos los parámetros ingresados anteriormente, el software calculo los principales parámetros luminotécnicos obteniendo los siguientes resultados para la calzada

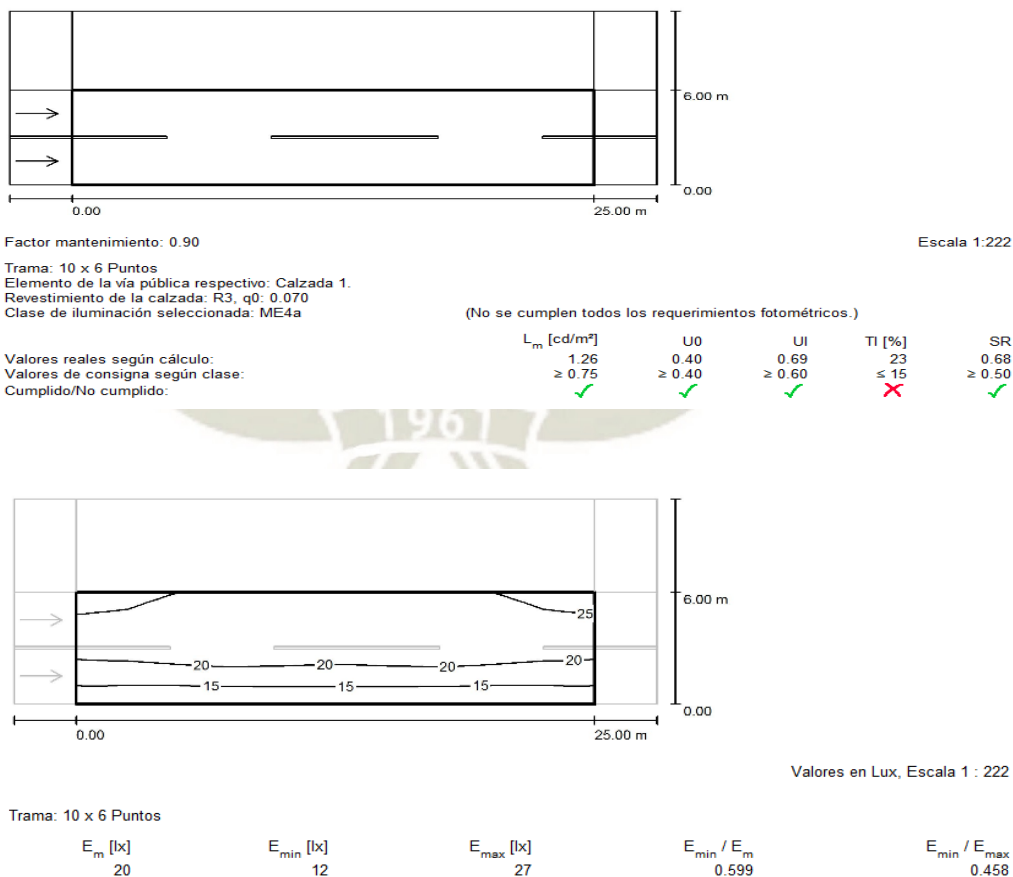


Figura 3-39: Resultados obtenidos en la iluminación Carretera.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-30

*Resumen general de la iluminación de la carretera en el fondo.*

	<b>EXIGENCIA NORMA</b>	<b>VALOR OBTENIDO</b>
Luminancia Media (cd/m <sup>2</sup> )	1.0-2.0	1.26
Iluminancia Media (lux)	20-40	20
Indice deslumbramiento	5-6	0.58
Uniformidad Longitudinal	0.65	0.69
Unifromidad Media	0.40	0.40

Fuente: Elaboracion Propia

Se puede observar que todos los parametros que exige la NORMA TÉCNICA DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN” que fueron cubiertos en su totalidad como se observo en el cuadro anterior.

Finalmente, el software DIALUX 4.13 realiza una simulación en 3D de la calzada y acera, mostrando la iluminación que tendrían estas con las luminarias seleccionadas, donde se aprecia índices luminotécnicos y entorno agradable.

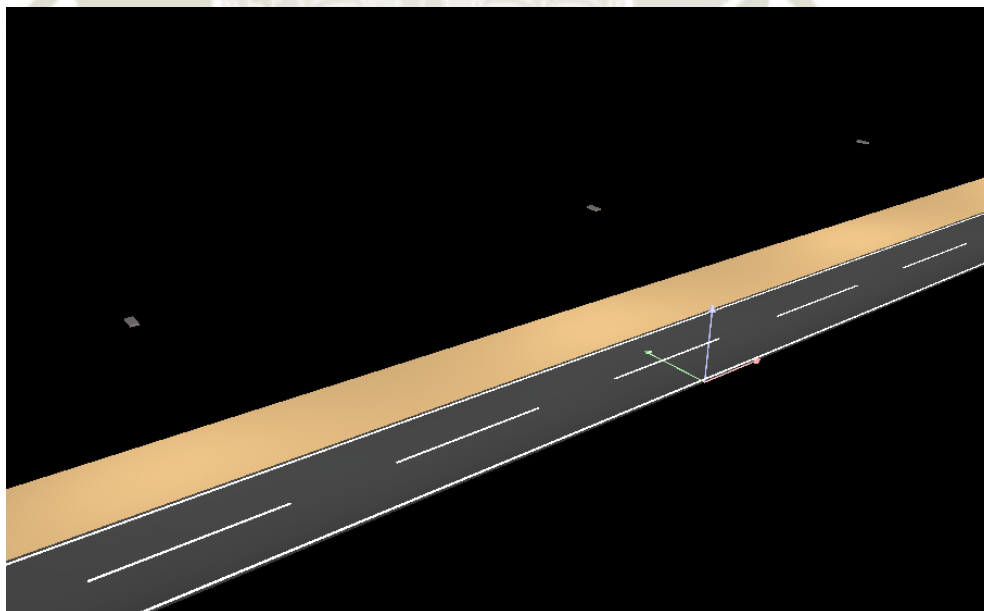


Figura 3-40: Vista en 3D de la iluminación Carretera.

Fuente: Elaboración Propia

## CAPITULO IV

### MANTENIMIENTO, BENEFICIO AMBIENTAL Y PRESUPUESTO

#### 4.1. MANTENIMIENTO DE LA MINICENTRAL FOTOVOLTAICA

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos en general siempre es de carácter preventivo y correctivo. Básicamente las posibles reparaciones que puedan ser necesarias son las mismas que cualquier aparato o sistema eléctrico. Es recomendable realizar revisiones periódicas de las instalaciones, para asegurar que todos los componentes funcionan correctamente y garantizar un buen tipo de vida de la minicentral. Está demostrado que los sistemas fotovoltaicos tienen muy pocas posibilidades de avería, especialmente si la instalación se ha realizado correctamente, y además presenta un plan de programa preventivo adecuado. A continuación, el mantenimiento preventivo y correctivo que se sugiere en el presente proyecto:

##### 4.1.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Es el mantenimiento que se realiza de forma programada asegurando el adecuado funcionamiento de todos los componentes fotovoltaicos, así como también para evitar deterioro y fallas. Las actividades de mantenimiento preventivo que se deben realizar en los componentes de la minicentral son las siguientes:

##### 4.1.1.1. PANELES FOTOVOLTAICOS:

Al ser elementos que carecen de partes móviles, el mantenimiento que requieren los paneles es reducido. Pero debemos considerar las siguientes actividades:

- Limpieza de la superficie externa del panel, ya que si no se hace la limpieza adecuada se pueden generar pérdidas de hasta el 5% que se ve reflejada en la eficiencia y parámetros eléctricos en general del panel fotovoltaico. Las labores

de limpieza de estos se realizarán mensualmente y se realizará con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos que rayen al módulo).

- Medición de parámetros eléctricos en cada ramal de los diferentes grupos de paneles que estén en serie, se medirá la tensión de operación de los paneles para verificar el valor con la que están trabajando, garantizando buen funcionamiento de los grupos generadores y detección de fallas.
- Asegurarse de que no aparezca algún obstáculo en el periodo de funcionamiento de la planta que genere sombra, ya que esto hace que el trabajo del panel sea ineficiente.
- Se hará el correcto control de las características eléctricas del panel, de forma anual. Se revisará el estado de las conexiones, entre otros:
  - Ausencia de sulfatación de contactos.
  - Ausencia de oxidaciones en los circuitos debido a la entrada de humedad.
  - Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
  - Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.



Figura 4-1: Limpieza de la superficie exterior de paneles FV.

Recuperado de: <https://www.limpiezaplacassolares.com/limpieza-de-placas/>

#### 4.1.1.2. BATERIAS

Al contar con baterías OPZS no se requerirá de mantenimiento en el nivel del líquido electrolítico de esta, ya que son baterías de vasos sellados. haciendo beneficiosa la instalación. Pero se debe realizar las siguientes acciones:

- Limpieza en la parte superior y bornes de la batería, con una mezcla de bicarbonato sódico y agua (aproximadamente 100gr de bicarbonato por cada litro de agua), Una vez terminada la acción de limpieza, lavamos bien con agua y secamos con un trapo seco, esto de forma anual.
- Verificar el estado de la conexión de las baterías, ya que con el paso del tiempo se puede aflojar la conexión y a veces es necesario ajustar de nuevo.
- Revisar el estado del cable entre batería e inversor y ver si este presenta algún calentamiento o quemadura del plástico protector en alguna parte del recorrido, de ser así, ver si es necesario un cambio de este.

#### 4.1.1.3. INVERSOR SOLAR

Estos son unos de los equipos que requieren de más cuidado en la instalación, por ende, un mantenimiento más exigente que otros componentes. Es importante tener un programa de inspecciones anuales para estos y la sustitución de componentes, conforme al calendario de mantenimiento específico del fabricante.

##### **DE FORMA MENSUAL SE RECOMIENDA:**

Lectura de los mensajes de error y de los datos archivados en la memoria de fallos.

##### **DE FORMA SEMESTRAL**

- Limpieza de la superficie exterior de este
- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire

**DE FORMA ANUAL:**

- Limpieza del dissipador de calor del componente de potencia.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan decoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y ver si estos generan ruido, en caso de ruidos anormales hacer regulación en el termostato.
- Verificar si los descargadores de sobretensión del inversor han sufrido un deterioro por el uso, y depende de la situación de estos, de ser posible hacer una sustitución.

**4.1.1.4. ESTRUCTURAS SOLARES**

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos está fabricada íntegramente con perfiles, y pernería de acero inoxidable y con pintura anticorrosiva, por lo que no requieren de mantenimiento anticorrosivo. El mantenimiento principalmente de estos componentes será de forma anual:

- Se verificará si se presentan deformaciones, grietas en la superficie de estos.
- Comprobación del estado de fijación de la estructura
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.



Figura 4-2: Revisión de parámetros eléctricos de paneles FV.

Recuperado de: <http://www.abtec.mx/paneles-solares/>

#### 4.1.1.5. PUESTA A TIERRA

Es importante que la puesta a tierra tanto de la instalación solar fotovoltaica y casetas este en buen estado ya que de esta depende que funcionen de manera adecuada las protecciones que dependen de ella. Se sugiere las siguientes actividades de mantenimiento:

##### **FORMA ANUAL**

Se recomienda que después de cada descarga eléctrica, realizar la comprobación de la continuidad eléctrica de presentar defectos en las distintas puestas a tierra como (masas metálicas, neutros de equipos, etc.) realizar la reparación de esta.

##### **CADA 2 AÑOS**

Comprobación de que el valor de la resistencia de tierra sigue siendo inferior a  $25\Omega$  como manda el CNE, en caso de presentar valores superiores a este, se añadirán electrodos en contacto con el terreno para obtener los valores adecuados de resistencia a tierra de la instalación.

## **CADA 5 AÑOS**

Comprobación del aislamiento de la instalación interior (entre cada conductor y tierra y entre cada dos conductores no deberá ser inferior a 250 000 Ohm). De encontrar fallar hacer la reparación adecuada.

Comprobación del conductor de protección y de la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores. De encontrar fallar hacer la reparación adecuada.

### **4.1.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA FV AUTONOMO**

Es aquel que se realiza con el fin de reparar o reemplazar cualquier componente del sistema fotovoltaico a partir de una falla o el deterioro de algún elemento. En este proyecto los únicos elementos que se cambiarán en el lapso de los 25 años de vida que tendrá la mini central son las baterías, los demás componentes principales como paneles e inversores no se necesitará de cambio.

Las baterías serán reemplazadas cada 9 años, por tanto se cambiarán un total de 2 veces durante el periodo de funcionamiento de la minicentral.

### **4.1.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO**

Este plan de mantenimiento se aplicará cuando se presenten averías en las instalaciones y sea necesario subsanar las fallas. Las labores de mantenimiento correctivo serán delegadas a una empresa, especialista en el sector, encargada de realizar todas las reparaciones pertinentes, así como de suministrar los repuestos necesarios. Dicha empresa habrá de estar homologada y autorizada por los distintos fabricantes de los equipos suministrados. La empresa encargada de realizar las labores de mantenimiento correctivo deberá:

- Garantizar la visita a la instalación en los plazos establecidos y cada vez que el usuario lo requiera debido a cualquier incidencia en la misma. Tras la llamada del cliente la atención debe ser en las siguientes 24 horas.
- Analizar y realizar un presupuesto adecuado de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto y normal funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica.

#### 4.2. CUANTIFICACION Y MEDICION DE LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES DEL SISTEMA FV AUTONOMO

Se analizará a la principal fuente de contaminación indirecta del fondo, que viene del consumo de energía eléctrica. Se evaluarán y medirán las emisiones de gases causadas por la generación de energía eléctrica, que proviene de diversos recursos energéticos, los cuales provocan distintos tipos de impactos ambientales.

Las principales fuentes de energía eléctrica son no renovables, siendo las centrales hidroeléctricas, térmicas a gas natural y térmicas a diésel las tres primeras en el país, y estos métodos de generación llevan a grandes emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y partículas que causan impacto ambiental, estos gases llevan a uno de los principales problemas del planeta, el cambio climático. El objetivo de esta evaluación es mostrar el beneficio ambiental de una central solar aislada, versus los métodos no renovables de generación de electricidad, inyectados a la red.

El Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES-SINAC) hace publicaciones mensuales indicando la cantidad de energía generada cada mes por medio de los métodos principales, centrales hidráulicas, a gas natural, a carbón, con diésel residual, usando biomasa-bagazo, usando biogás, solares y eólicas. Se puede

conseguir porcentajes de generación de cada tipo de central para los últimos 12 meses (de junio 2017 a mayo 2018, mes de la última publicación del COES disponible a la fecha de realización de esta evaluación), con el objetivo de estimar porcentajes generales que se usarán en la evaluación de impacto ambiental.

Tabla 4-1:

*Generación de energía eléctrica en MW-h de los tipos de centrales principales del Perú de junio del 2017 a mayo del 2018*

CENTRALES	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Hidroeléctrica	2162.77	1896.7	1749.13	1850.3	2157.49	2172.46
Gas natural	1515.99	1787.68	1958.68	1759.51	1791.69	1731.6
Carbón	79.40	94.73	95.23	90.17	18.39	3.25
Residual	21.08	10.02	22.37	18	3.65	3.48
Diésel	108.43	141.94	140.38	154.25	17.39	0.8
Biomasa-bagazo	8.21	9.49	7.28	5.97	6.29	7.71
Biogás	2.78	2.94	3.75	3.64	4.39	3.62
Solar	15.86	17.14	28.54	18.93	22.36	42.54
Eólico	84.88	81.91	111.72	112.36	120.22	87.45
TOTAL	3999.4	4042.55	4117.08	4013.13	4141.87	4052.91

CENTRALES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hidroeléctrica	2518.17	2939.18	2764.67	2865.15	3012.52	2632.79
Gas natural	1523.69	1152.26	971.9	1249.87	995.94	1442.78
Carbón	1.4	5.92	40.7	4.62	8.23	0.4
Residual	0.19	0.00	20.24	0	6.67	0
Diésel	2.99	0.08	2.89	0.18	0.01	0.07
Biomasa-bagazo	5.49	87.37	62.46	121.84	115.01	143.3
Biogás	4.12	59.66	46.19	62.17	58.17	57.91
Solar	62.63	3.93	3.86	5	3.88	3.39
Eólico	92.03	6.85	6.63	7.05	7.47	7.34
TOTAL	4210.71	4255.25	3919.54	4315.88	4207.9	4287.98

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo este dato se procede a calcular los porcentajes de las centrales para cada mes:

Tabla 4-2:

*Porcentajes de generación de energía eléctrica de los tipos de centrales principales del Perú de junio del 2017 a mayo del 2018.*

CENTRALES	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Hidroeléctrica	54.08 %	46.92 %	42.48 %	46.11 %	52.09 %	53.60 %
Gas natural	37.91 %	44.22 %	47.57 %	43.84 %	43.26 %	42.72 %
Carbón	1.99 %	2.34 %	2.31 %	2.25 %	0.44 %	0.08 %
Residual	0.53 %	0.25 %	0.54 %	0.45 %	0.09 %	0.09 %
Diésel	2.71 %	3.51 %	3.41 %	3.84 %	0.42 %	0.02 %
Biomasa-bagazo	0.21 %	0.23 %	0.18 %	0.15 %	0.15 %	0.19 %
Biogás	0.07 %	0.07 %	0.09 %	0.09 %	0.11 %	0.09 %
Solar	0.40 %	0.42 %	0.69 %	0.47 %	0.54 %	1.05 %
Eólico	2.12 %	2.03 %	2.71 %	2.80 %	2.90 %	2.16 %
TOTAL	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
59.80 %	69.07 %	70.54 %	66.39 %	71.59 %	61.40 %
36.19 %	27.08 %	24.80 %	28.96 %	23.67 %	33.65 %
0.03 %	0.14 %	1.04 %	0.11 %	0.20 %	0.01 %
0.00 %	0.00 %	0.52 %	0.00 %	0.16 %	0.00 %
0.07 %	0.00 %	0.07 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
0.13 %	2.05 %	1.59 %	2.82 %	2.73 %	3.34 %
0.10 %	1.40 %	1.18 %	1.44 %	1.38 %	1.35 %
1.49 %	0.09 %	0.10 %	0.12 %	0.09 %	0.08 %
2.19 %	0.16 %	0.17 %	0.16 %	0.18 %	0.17 %
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Y finalmente promediando estos porcentajes, se obtiene el porcentaje anual aproximado.

Tabla 4-3

*Porcentaje anual de generación de energía eléctrica de los tipos de centrales principales del Perú.*

CENTRALES	ANUAL
Hidroeléctrica	57.84 %
Gas natural	36.16 %
Carbón	0.91 %
Residual	0.22 %
Diésel	1.17 %
Biomasa-bagazo	1.15 %
Biogás	0.61 %
Solar	0.46 %
Eólico	1.48 %
TOTAL	100 %

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1. CONSUMO DE ENERGIA DEL FUNDO DE LA UCSM

Para evaluar el impacto ambiental causado por el fundo, se debe conocer su consumo de energía para cada mes. Luego se usarán los porcentajes calculados para saber la cantidad aproximada de energía que el fundo consume de cada tipo de fuente. Las cantidades de energía calculadas luego serán relacionadas con las emisiones y costos establecidos por los tratados de Kioto y se obtendrá la cantidad de gases emitidos.

El consumo mensual del fundo se obtiene de los recibos digitales proveídos por SEAL, y estos luego se multiplican por los porcentajes obtenidos para distinguir la cantidad de energía que proviene de cada fuente.

Tabla 4-4:

*Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h.*

MESES	CONSUMO ESTIMADO	HIDROELECTRICA	GAS NATURAL	CARBON	RESIDUAL
Jun-17	8382.13	4848.14	3030.59	76.39	18.30
Jul-17	8113.25	4692.62	2933.37	73.94	17.72
Ago-17	7254.84	4196.13	2623.01	66.11	15.84
Set-17	8041.66	4651.21	2907.49	73.28	17.56
Oct-17	8524.23	4930.33	3081.97	77.68	18.61
Nov-17	7636.92	4417.12	2761.16	69.59	16.68
Dic-17	7801.23	4512.15	2820.56	71.09	17.03
Ene-18	6594.24	3814.04	2384.17	60.09	14.40
Feb-18	7049.81	4077.54	2548.88	64.24	15.39
Mar-18	6648.76	3845.58	2403.88	60.59	14.52
Abr-18	6241.6	3610.08	2256.67	56.88	13.63
May-18	6245.45	3612.30	2258.06	56.91	13.64
TOTAL	88534.12	51207.23	32009.83	806.80	193.32

DIESEL	BIOMASA-BAGAZO	BIOGAS	SOLAR	EOLICO
98.27	96.28	51.49	38.70	123.99
95.11	93.19	49.84	37.46	120.01
85.05	83.33	44.56	33.49	107.31
94.27	92.37	49.40	37.13	118.95
99.93	97.91	52.36	39.36	126.09
89.53	87.72	46.91	35.26	112.96
91.46	89.60	47.92	36.02	115.39
77.31	75.74	40.51	30.44	97.54
82.65	80.97	43.30	32.55	104.28
77.95	76.37	40.84	30.70	98.35
73.17	71.69	38.34	28.82	92.32
73.22	71.73	38.36	28.83	92.38
1037.91	1016.89	543.83	408.75	1309.56

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. CALCULO DE EMISIONES CONTAMINANTES

Ahora que se diferencié cuanta energía viene de cada fuente, se puede calcular la cantidad de emisiones provocados por cada recurso energético. Se utiliza la siguiente tabla como herramienta de cálculo para conocer la cantidad de kg. de emisiones por recurso.

Tabla 4-5:

*Comparación del impacto ambiental de las diferentes formas de producir electricidad (en toneladas por GW-h producido).*

FUENTE DE ENERGIA	CO2	NO2	SO2	PARTICULAS	CO	HIDROCARB.	RESIDUOS NUCLEARES	TOTAL
CARBON	1058.2	2.986	2.971	1.626	0.267	0.102	0	1066.152
GAS NATURAL	824	0.251	0.336	1.176	TR	TR	0	825.763
NUCLEAR	8.6	0.034	0.029	0.003	0.018	0.001	3.641	12.326
FOTOVOLTAIC	5.9	0.008	0.023	0.017	0.003	0.002	0	5.953
BIOMASA	0	0.614	0.154	0.512	11	0.768	0	13.048
GEOTERMICA	56.8	TR	TR	TR	TR	TR	0	56.8
EOLICA	7.4	TR	TR	TR	TR	TR	0	7.4
SOLAR TERMICA	3.6	TR	TR	TR	TR	TR	0	3.6
HIDRAULICA	6.6	TR	TR	TR	TR	TR	0	6.6

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y ADENAT.

Las unidades de esta tabla se expresan en Ton/GW-h, la cual, cuando se realiza una conversión de unidades para aproximarse a las unidades de estudio, equivale a kg/MW-h. Los valores de la tabla anterior se multiplican con los valores de la Tabla 4-4, convirtiendo sus valores de kW-h a MW-h, y considerando que el valor TR de la Tabla 4-5 equivale a 0.

Tabla 4-6:

*Emisiones contaminantes del fondo de la UCSM en el último año por el consumo de energía de la red, en kg.*

CENTRALES	CO2	NO2	SO2	PARTICULAS	CO	HIDROCARBUROS	TOTAL
Hidroeléctrica	337.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	337.97
Gas natural	26376.10	8.03	10.76	37.64	0.00	0.00	26432.53
Carbón	853.76	2.41	2.40	1.31	0.22	0.08	860.17
Residual	204.57	0.58	0.57	0.31	0.05	0.02	206.10
Diésel	1098.31	3.10	3.08	1.69	0.28	0.11	1106.57
Biomasa- bagazo	0.00	0.62	0.16	0.52	11.19	0.78	13.27
Biogás	0.00	0.33	0.08	0.28	5.98	0.42	7.10
Solar	2.41	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	2.43
Eólico	9.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.69
<b>TOTAL</b>	<b>28882.81</b>	<b>15.08</b>	<b>17.06</b>	<b>41.76</b>	<b>17.71</b>	<b>1.41</b>	<b>28975.83</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con esta tabla se concluye que el fondo actualmente 28.975 toneladas de gases contaminantes a la atmosfera por el uso de energía eléctrica de la red.

#### 4.2.3. COSTOS DE CONTAMINACION

Se pueden calcular los costos causados por esta contaminación, obteniendo un valor monetario de las emisiones contaminantes producidas por usar la red. Se utiliza la siguiente tabla que incluye los costos de contaminación establecidos por cada tipo de recurso empleado y su efecto en los receptores, expresados en \$/MW-h.

Tabla 4-7:

*Costos de contaminación por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h.*

FUENTE DE ENERGIA	SALUD	BIODIVERSIDAD	CULTIVOS	MATERIALES DE CONSTRUCCION	CAMBIO CLIMATICO	TOTAL
DIESEL	6.38	0.52	0.06	0.03	2.12	9.11
GAS NATURAL	2.08	0.39	0.07	0.03	9.19	11.76
CARBON	6.12	0.59	0.08	0.04	12.71	19.54
HIDRAULICA	0.12	0.01	0	0	0.06	0.19
NUCLEAR	0.01	0	0	0	0	0.01
EOLICA	0.25	0.01	0	0.01	0.09	0.36
BIOMASA	2.5	0.27	0.07	0.04	0.53	3.41
GEOTERMIC A	0	0	0	0	0	1.04
SOLAR FV	1.47	0.07	0.01	0.02	0.4	1.97
BIOGAS RS	2.85	0.1	0.01	0.09	0.16	3.21

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y ADENAT.

Por último, multiplicando estos valores con la Tabla 4-4, convirtiendo sus unidades de kW-h a MW-h, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 4-8:

*Costos de contaminación en el fondo, por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h.*

FUENTE ENERGIA	SALUD	BIODIVERSIDAD	CULTIVOS	MATERIALES DE CONSTRUCCION	CAMBIO CLIMATICO	TOTAL
HIDROELECTRICA	6.14	0.51	0.00	0.00	3.07	9.73
GAS NATURAL	66.58	12.48	2.24	0.96	294.17	376.44
CARBON	4.94	0.48	0.06	0.03	10.25	15.76
RESIDUAL	1.23	0.10	0.01	0.01	0.41	1.76
DIESEL	6.62	0.54	0.06	0.03	2.20	9.46
BIOMASA-BAGAZO	2.54	0.27	0.07	0.04	0.54	3.47
BIOGAS	1.36	0.15	0.04	0.02	0.29	1.85
SOLAR	0.60	0.03	0.00	0.01	0.16	0.81
EOLICO	0.33	0.01	0.00	0.01	0.12	0.47
TOTAL						<b>419.75</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3. CUANTIFICACION Y MEDICION DE LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO

En este nuevo tipo de instalación consideramos que el consumo estimado del fundo es el mismo que en el caso del sistema fotovoltaico autónomo, pero la forma de producir energía eléctrica se hará mediante la red y la minicentral solar fotovoltaica.

##### 4.3.1. CANTIDAD DE ENERGIA A PRODUCIR:

Para evaluar el impacto ambiental causado por el fundo, se debe conocer su consumo de energía para cada mes. Luego se usarán los porcentajes calculados para saber la cantidad aproximada de energía que el fundo consume de cada tipo de fuente. Las cantidades de energía calculadas luego serán relacionadas con las emisiones y costos establecidos por los tratados de Kioto y se obtendrá la cantidad de gases emitidos. El consumo mensual del fundo se obtiene de los recibos digitales proveídos por SEAL, y estos luego se multiplican por los porcentajes obtenidos para distinguir la cantidad de energía que proviene de cada fuente.

Para hacer la determinación de la energía solar que se va a producir, se hizo el estudio de a partir de qué hora el fundo cuenta con energía solar. Como promedio anual se sabe que el fundo de nuestra casa de estudios cuenta con energía solar desde las 6:00 horas hasta 17:30 horas, obteniendo un valor aproximado de 11 horas y media.

Su consumo de energía, viene dado por actividades que inician a las 8:00 horas y culminan en promedio a las 21:00 horas. El personal encargado del fundo nos indicó que el mayor consumo energético se realiza en consumo diurno aproximadamente un 80% debido al uso de la planta de lácteos, ordeño, aulas y laboratorios, aquí es donde entraría en funcionamiento nuestra minicentral y el 20% restante en horas de la noche que corresponde a iluminación de los dormitorios, iluminación externa de algunos ambientes

y cámaras seguridad del fundo, aquí es donde la red aportaría la energía. Con esta aproximación procedemos a determinar la cantidad de energía que debe suministrar nuestra minicentral fotovoltaica y la energía que nos debe suministrar la red.

Tabla 4-9:

*Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h.*

MESES	CONSUMO ESTIMADO	GENERACION SFV	GENERACION RED
JUNIO	8382.13	6705.704	1676.426
JULIO	8113.25	6490.6	1622.65
AGOSTO	7254.84	5803.872	1450.968
SEPTIEMBRE	8041.66	6433.328	1608.332
OCTUBRE	8524.23	6819.384	1704.846
NOVIEMBRE	7636.92	6109.536	1527.384
DICIEMBRE	7801.23	6240.984	1560.246
ENERO	6594.24	5275.392	1318.848
FEBRERO	7049.81	5639.848	1409.962
MARZO	6648.76	5319.008	1329.752
ABRIL	6241.6	4993.28	1248.32
MAYO	6245.45	4996.36	1249.09
TOTAL	88534.12	70827.296	17706.824

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-10:

*Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h. cuando el fundo utilice la red eléctrica*

HIDROELECTRICA	GAS NATURAL	CARBON	RESIDUAL	DIESEL	BIOMASA-BAGAZO	BIOGAS	SOLAR	EOLICO
969.63	606.12	15.28	3.66	19.65	19.26	10.30	7.74	24.80
938.52	586.67	14.79	3.54	19.02	18.64	9.97	7.49	24.00
839.23	524.60	13.22	3.17	17.01	16.67	8.91	6.70	21.46
930.24	581.50	14.66	3.51	18.85	18.47	9.88	7.43	23.79
986.07	616.39	15.54	3.72	19.99	19.58	10.47	7.87	25.22
883.42	552.23	13.92	3.34	17.91	17.54	9.38	7.05	22.59
902.43	564.11	14.22	3.41	18.29	17.92	9.58	7.20	23.08
762.81	476.83	12.02	2.88	15.46	15.15	8.10	6.09	19.51
815.51	509.78	12.85	3.08	16.53	16.19	8.66	6.51	20.86
769.12	480.78	12.12	2.90	15.59	15.27	8.17	6.14	19.67
722.02	451.33	11.38	2.73	14.63	14.34	7.67	5.76	18.46
722.46	451.61	11.38	2.73	14.64	14.35	7.67	5.77	18.48
10241.45	6401.97	161.36	38.66	207.58	203.38	108.77	81.75	261.91

Fuente: Elaboración Propia

Tabla4-11:

*Consumo Energético del fundo por tipo de recurso energético en kW-h, cuando el fundo utilice la minicentral solar*

HIDROELECTRICA	GAS NATURAL	CARBON	RESIDUAL	DIESEL	BIOMASA-BAGAZO	BIOGAS	SOLAR	EOLICO
3878.51	2424.47	61.11	14.64	78.61	77.02	41.19	30.96	99.19
3754.10	2346.70	59.15	14.17	76.09	74.55	39.87	29.97	96.01
3356.90	2098.41	52.89	12.67	68.04	66.66	35.65	26.80	85.85
3720.97	2325.99	58.63	14.05	75.42	73.89	39.52	29.70	95.16
3944.26	2465.57	62.14	14.89	79.95	78.33	41.89	31.48	100.87
3533.69	2208.92	55.68	13.34	71.62	70.17	37.53	28.21	90.37
3609.72	2256.45	56.87	13.63	73.16	71.68	38.34	28.81	92.31
3051.23	1907.34	48.07	11.52	61.84	60.59	32.40	24.36	78.03
3262.03	2039.11	51.40	12.31	66.12	64.78	34.64	26.04	83.42
3076.46	1923.11	48.47	11.61	62.36	61.09	32.67	24.56	78.68
2888.06	1805.34	45.50	10.90	58.54	57.35	30.67	23.05	73.86
2889.84	1806.45	45.53	10.91	58.57	57.39	30.69	23.07	73.90
<b>40965.79</b>	<b>25607.86</b>	<b>645.44</b>	<b>154.65</b>	<b>830.33</b>	<b>813.51</b>	<b>435.06</b>	<b>327.00</b>	<b>1047.65</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2. CALCULO DE EMISIONES CONTAMINANTES Y COSTO DE LOS RECEPTORES

Ahora que se diferenció cuanta energía viene de cada fuente, se puede calcular la cantidad de emisiones provocados por cada recurso energético. Se utiliza la Tabla 4-5 como herramienta de cálculo para conocer la cantidad de kg. de emisiones por recurso. Las unidades de esta tabla se expresan en Ton/GW-hr, la cual, cuando se realiza una conversión de unidades para aproximarse a las unidades de estudio, equivale a kg/MW-hr. Los valores de la tabla anterior se multiplican con los valores de la Tabla 4-9, convirtiendo sus valores de kW-h a MW-h, y considerando que el valor TR de la Tabla 5 equivale a 0. Se realizará el estudio cuando la minicentral trabaje con interconexión a red y cuando solo entre en funcionamiento la minicentral solar.

Tabla 4-12:

*Emisiones contaminantes de las diferentes tecnologías (kg) cuando el fundo utilice la red eléctrica*

FUENTE ENERGIA	CO2	NO2	SO2	PARTICULAS	CO	HIDRO CARBUROS	RESIDUOS NUCLEARES	TOTAL
HIDROELECTRICA	67.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.59
GAS NATURAL	5275.22	1.61	2.15	7.53	0.00	0.00	0.00	5286.51
CARBON	170.75	0.48	0.48	0.26	0.04	0.02	0.00	172.03
RESIDUAL	40.91	0.12	0.11	0.06	0.01	0.00	0.00	41.22
DIESEL	219.66	0.62	0.62	0.34	0.06	0.02	0.00	221.31
BIOMASA-BAGAZO	0.00	0.12	0.03	0.10	2.24	0.16	0.00	2.65
BIOGAS	0.00	0.07	0.02	0.06	1.20	0.08	0.00	1.42
SOLAR	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
EOLICO	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94
	<b>5776.56</b>	<b>3.02</b>	<b>3.41</b>	<b>8.35</b>	<b>3.54</b>	<b>0.28</b>	<b>0.00</b>	<b>5795.17</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-13:

*Emisiones contaminantes de las diferentes tecnologías (kg) cuando el fundo utilice la minicentral solar*

CO2	NO2	SO2	PARTICULAS	CO	HIDROCARBUROS	RESIDUOS NUCLEARES	TOTAL
417.88	0.57	1.63	1.20	0.21	0.14	0.00	421.63

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.3. COSTOS DE CONTAMINACION

Se pueden calcular los costos causados por esta contaminación, obteniendo un valor monetario de las emisiones contaminantes producidas por usar la red y por el uso de la energía solar. Utilizaremos la Tabla 4-7 que contiene los costos de contaminación establecidos por cada tipo de recurso empleado y su efecto en los receptores, expresados en \$/MW-h. Luego, multiplicando estos valores con la Tabla 4-4, y convirtiendo sus unidades de kW-h a MW-h, se obtendrán los resultados que se muestran en las tablas siguientes. Se realizará primero el análisis para el sistema interconectado a red y luego para la parte solar.

Tabla 4-14:

*Costos de contaminación por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h. cuando el fundo utilice la red eléctrica*

COSTOS DE CONTAMINACIÓN POR USO DE ENERGIA SOLAR						
FUENTE ENERGIA	SALUD	BIODIVERSIDAD	CULTIVOS	MATERIALES DE CONSTRUCCION	CAMBIO CLIMATICO	TOTAL
HIDROELECTRICA	1.23	0.10	0.00	0.00	0.61	1.95
GAS NATURAL	13.32	2.50	0.45	0.19	58.83	75.29
CARBON	0.99	0.10	0.01	0.01	2.05	3.15
RESIDUAL	0.25	0.02	0.00	0.00	0.08	0.35
DIESEL	1.32	0.11	0.01	0.01	0.44	1.89
BIOMASA-BAGAZO	0.51	0.05	0.01	0.01	0.11	0.69
BIOGAS	0.27	0.03	0.01	0.00	0.06	0.37
SOLAR	0.12	0.01	0.00	0.00	0.03	0.16
EOLICO	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09
	<b>18.07</b>	<b>2.92</b>	<b>0.50</b>	<b>0.22</b>	<b>62.24</b>	<b>83.95</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-15:

*Costos de contaminación por tipos de recursos en los receptores, en \$/MW-h. cuando el fundo utilice la minicentral solar.*

FUENTES ENERGIA	SALUD	BIODIVERSIDAD	CULTIVOS	MAT. CONST.	CAMBIO CLIM.	TOTAL
SOLAR	104.12	4.96	0.71	1.42	28.33	139.53

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se mostrará una tabla en la que se resumen los resultados obtenidos de ambas partes de la instalación tanto el interconectado a red como la parte fotovoltaica

Tabla 4-16:

*Comparación de emisiones y costos entre los sistemas fotovoltaicos y la red eléctrica.*

SISTEMA	EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES (KG)	COSTOS DE CONTAMINACION (US\$/MW-h)
RED ELECTRICA	28975.83	419.75
FV AUTONOMO	527.04	174.41
FV INTERCONECTADO	6216.80	223.48

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. EVALUACION ECONOMICA

Se realizó una aproximación de la facturación mensual que tendría el Fondo en un año, considerando el funcionamiento de los proyectos futuros. Este cálculo se hizo basándose de los recibos disponibles del concesionario (SEAL).

Tabla 4-17:

*Facturación mensual del fondo cuando estén en funcionamiento sus proyectos, con el funcionamiento de la minicentral interconectada a red*

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE
	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)
E HP	234.24	341.54	328.39	275.30	261.94	293.92
E HFP	1741.39	2122.58	2078.74	1973.08	1914.66	2040.77
E REACTIVA	100.15	147.57	140.34	130.21	119.73	130.70
P DIST	432.74	463.56	434.03	377.68	423.56	441.91
P GEN	1168.57	1251.82	1172.05	1019.88	1143.79	1193.35
AP	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72
CARGO FIJO	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19
MANTTO.	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28
SUBTOTAL	3802.28	4452.27	4278.74	3901.33	3988.86	4225.84
IGV (18%)	684.41	801.41	770.17	702.24	717.99	760.65
LEY 28749	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81
TOTAL	4538.51	5305.49	5100.72	4655.39	4758.66	5038.31

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-18:

*Facturación mensual del fundo cuando estén en funcionamiento sus proyectos sin minicentral fotovoltaica interconectada a red*

	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)
E HP	304.54	261.77	266.59	232.78	229.90	241.24
E HFP	2125.36	1988.54	2016.37	1810.63	1900.87	1814.34
E REACTIVA	138.98	121.02	124.84	103.09	97.89	91.42
P DIST	460.41	485.36	457.68	446.50	394.74	446.50
P GEN	1243.30	1310.67	1235.94	1205.74	1065.96	1205.74
AP	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72
CARGO FIJO	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19
MANTTO.	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28
SUBTOTAL	4397.78	4292.54	4226.61	3923.94	3814.55	3924.44
IGV (18%)	791.60	772.66	760.79	706.31	686.62	706.40
LEY 28749	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81
TOTAL	5241.19	5117.01	5039.21	4682.05	4552.98	4682.65

Fuente: Elaboración Propia

Luego se hizo una nueva aproximación, donde ya está en funcionamiento la minicentral solar fotovoltaica interconectada a la red, y donde también se realizó el cambio de luminarias del fundo por lámparas LED, que se ve reflejado en una disminución de potencia en el recibo, por lo tanto, el consumo se reduce a 0 en horas fuera de punta, y se reduce significativamente en horas punta, donde se factura principalmente el consumo de la iluminación del fundo. También se calculó el ahorro económico que generaría la minicentral FV en el recibo mensual.

Tabla 4-19:

*Facturación mensual del fondo cuando estén en funcionamiento sus proyectos sin minicentral fotovoltaica interconectada a red (ahorro)*

MES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE
	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)
E HP	234.24	341.54	328.39	275.30	261.94	293.92
E HFP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E REACTIVA	100.15	147.57	140.34	130.21	119.73	130.70
P DIST	106.86	125.52	112.82	134.74	123.10	110.64
P GEN	288.56	338.97	304.66	363.85	332.42	298.77
AP	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72
CARGO FIJO	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19
MANTTO.	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28
SUBTOTAL	855.01	1078.80	1011.40	1029.28	962.38	959.21
IGV (18%)	153.90	194.18	182.05	185.27	173.23	172.66
LEY 28749	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81
TOTAL	1060.72	1324.79	1245.27	1266.36	1187.42	1183.68
<b>DIFERENCIA</b>	<b>3477.79</b>	<b>3980.70</b>	<b>3855.46</b>	<b>3389.02</b>	<b>3571.25</b>	<b>3854.63</b>

MES	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)	IMPORTE (S/)
E HP	304.54	261.77	266.59	232.78	229.90	241.24
E HFP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E REACTIVA	138.98	121.02	124.84	103.09	97.89	91.42
P DIST	96.04	111.99	188.02	183.94	162.62	183.94
P GEN	259.35	302.43	507.74	496.72	439.13	496.72
AP	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72	96.72
CARGO FIJO	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19	13.19
MANTTO.	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28	15.28
SUBTOTAL	924.10	922.39	1212.38	1141.72	1054.73	1138.52
IGV (18%)	166.34	166.03	218.23	205.51	189.85	204.93
LEY 28749	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81	51.81
TOTAL	1142.24	1140.23	1482.42	1399.04	1296.39	1395.26
<b>DIFERENCIA</b>	<b>4098.94</b>	<b>3976.78</b>	<b>3556.79</b>	<b>3283.01</b>	<b>3256.60</b>	<b>3287.38</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.1. PRESUPUESTO DEL SISTEMA FV INTERCONECTADO

Teniendo el sistema diseñado en su totalidad, se puede proceder a encontrar el costo total del proyecto, cuyos precios fueron encontrados en su mayoría de empresas locales dedicadas a este rubro.

Tabla 4-20:

*Presupuesto del sistema fotovoltaico interconectado a red*

	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO/u (S/)	TOTAL (S/)
<b>EQUIPOS PRINCIPALES</b>				
CAJA DE CONEXION	Phoenix Contact SOL-SC-1ST-0-DC- 2MPPT-1001	8	723.21	5820.936
PANELES FV	AMERISOLAR AS-6P 330 Wp	336	787.20	266112
INVERSORES	GoodWe GW15k-DT (15kW)	8	8019	64680
ESTRUCTURA		336	84	28224
<b>PROTECCIONES</b>				
	Interruptor Schneider Electric LV426102 3x32 A	8	365.476	2923.808
	Schneider Electric LV431160 3x220 A	1	1665.1	1665.1
<b>CABLEADO-CONEXIONES</b>				
	Cable THW 2x4 mm2	1569.38m	1.67	2626.86
	Cable NYY 3x50 mm2	57.72	49.07	2832.09
	Cable TW 1x10 mm2	81	4.01	324.81
	Barra para tierra	1	30	30
	Cemento THOR-CEM	12	140	1680
	Caja de registro THOR-GEL	1	35	35
	Varilla de cobre 15.50 mm x 2.4 m	1	180	180
	Tubería 4" PVC	57.72	20	1154.4
	Tubería 1/2" PVC	784.69	1.5	1177.04
	PLC anti retorno	1	2640	2640
	BARRA 20 x 3 mm	4	130.89	523.54
				382629.58
	<b>OBRAS CIVILES 15%</b>			57394.44
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>440024.02</b>

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, hallamos el presupuesto de todas las lámparas a cambiar, siendo todas de la marca Phillips. También hallamos el presupuesto de los postes solares a ser instalados en la carretera y en los caminos de acceso del fundo.

Tabla 4-21:

*Presupuesto del cambio de iluminación del fundo por LED*

	DESCRIPCION LAMPARA	CANTIDA D	PRECIO/ u (€)	PRECIO TOTAL (S/)
<b>BAÑOS Y</b>	DN571B PSED-E 1xLED 12s/830	6	124.64	2882.91
<b>DEPOSITOS</b>	DN571C PSE-E 1xLED 12S/830	3	124.64	1441.45
	DN571C PSE-E 1xLED 20S/830	3	167.31	1934.93
	DN570C PSED-E 1xLED 12S/827	15	114.26	6607.05
	DN570B PSE-E 1xLED 12S/827	1	107.47	414.29
	DN560B 1xLED 12S/830 C	8	90.53	2791.93
	RS060B 1xLED-36-/830	19	10.42	763.21
<b>GRANJAS Y</b>	4MX850 G3 491 1xLED 40S/840	13	135	6765.49
<b>AULAS</b>	4MX900 G3 581 1xLED 40S/840	6	139.79	3233.33
	LL512X 1xLED31S/840	18	137	9506.38
	SP530P L1410 1xLED 19S/840	10	169.84	6547.30
<b>DORMITOR</b>	DN561C 1xLED 12S/840	8	106.69	3290.30
	DN572B PSED-E 1xLED 12S/930	2	110.47	851.72
<b>OFICINAS</b>	SM134V PSD W60L60 1xLED27S/840	11	145.58	6173.29
<b>INDUSTRIA</b>	4MX850 G3 581 1xLED 66S/840	4	158.74	2447.76
	BN132C PSU L900 1xLED 9S/830	6	16.24	375.63
	BPS460 W331124 1xLED 48/830	18	446.59	30988.72
<b>EXTERIORE S</b>	ST730C 1xLED 12S/840	58	185.26	41422.07
	WL121V LED 5S/830	14	31.01	1673.60
	ST730T 1xLED 11S/827	16	208	12829.37
	WT470C L1300 1xLED 23S/840	35	147.36	19882.44
	WT060 L600 LED 18S/840	3	26	300.69
	WT120C L1500 1xLED-36-/840	9	57.69	2001.54
	DN561C 1xLED 12S/830 F	108	124.64	51892.35
	BY120P G3 1xLED 105S/840	3	232	2683.07
	SM461V W57L57 1xLED 34S/840	4	352	5427.81
<b>TOTAL</b>				<b>225128.63</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-22:

*Presupuesto de los postes solares para el fundo y carretera*

<b>POSTES SOLARES CARRETERA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO/u (US\$)</b>	<b>PRECIO/u (S/)</b>	<b>PRECIO TOTAL (S/)</b>
ESTRUCTURA- POSTE	37	168	554.4	20512.8
LED	47	858	2831.4	133075.8
				153588.6
<b>POSTES SOLARES FUNDO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO/u (US\$)</b>	<b>PRECIO/u (S/)</b>	<b>PRECIO TOTAL (S/)</b>
LED	24	668	2204.4	52905.6

Fuente: Elaboración Propia

El presupuesto total del proyecto interconectado comprende la central solar, los postes solares, y todas las lámparas LED. Este presupuesto tiene un valor total de S/ 871646.85. Conociendo el costo total del proyecto interconectado, se evalúa en que año el proyecto sería rentable, teniendo en cuenta que el pago anual del consumo de energía se hace directamente con SEAL, y la inversión inicial se realiza al contado.

Tabla 4-23:

*Evaluación de la rentabilidad del sistema fotovoltaico interconectado a red (Unidad: S/).*

Año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Flujo de caja	-871646.85	-828058.50	-784470.16	-740881.81	-697293.46	-653705.11	-610116.76	-566528.41
Ahorro anual		43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35
Año	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Flujo de caja	-522940.06	-479351.71	-435763.36	-392175.01	-348586.66	-304998.31	-261409.96	-217821.61
Ahorro anual	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35
Año	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Flujo de caja	-174233.26	-130644.91	-87056.56	-43468.22	120.13	43708.48	87296.83	130885.18
Ahorro anual	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35	43588.35
Año	Año 24	Año 25						
Flujo de caja	174473.53	218061.88						
Ahorro anual	43588.35	43588.35						

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se concluye que el proyecto generará un flujo de caja positivo en el año 20, lo que significa que la inversión se recuperará a 20 años de puesta en funcionamiento del proyecto.

#### 4.4.2. PRESUPUESTO DEL SISTEMA FV AUTONOMO

Teniendo el sistema diseñado en su totalidad, se puede proceder a encontrar el costo total del proyecto, cuyos precios fueron encontrados en su mayoría de empresas locales dedicadas a este rubro. NOTA: el precio total de las baterías ya considera el hecho que se tengan que cambiar un total de dos veces en el periodo de funcionamiento del proyecto.

Tabla 4-24:

*Presupuesto del sistema fotovoltaico autónomo*

EQUIPOS PRINCIPALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO/u (S/)	TOTAL (S/)
<b>PANELES</b>	AMERISOLAR AS-6P 330 W	306	787.20	252450
<b>INVERSORES</b>	PH30-12048-T 12kW	9	7216	65340
	PH18-2024 Plus	1	3280	3300
	PH18-3048 Plus	1	3936	3960
<b>BATERIAS</b>	OPzS Solar 380	2	17252.87	51435.98
	OPzS Solar 1320	6	35491.89	317435.84
	OPzS Solar 1650	3	41440.02	185317.63
<b>ESTRUCTURA</b>		306		25704
<b>CABLEADO Y CONEXIONES</b>				
	Cable NYY 3x50 mm2	62.30		3056.81
	Cable NYY 1x50 mm2 N	62.30		1034.06
	Cable NYY 3x35 mm2	157.49		5691.37
	Cable NYY 1x35 mm2 N	157.49		1962.01
	Cable NYY 3x10 mm2	73.58		838.22
	Cable NYY 1x10 mm2 N	73.58		282.55
	Cable NYY 2x10 mm2	140.51		1079.12
	Cable NYY 2x6 mm2	283.29		1462.34
	Cable NYY 2x4 mm2	777.92		3174.70
	Cable THW 2x16 mm2	106.30		643.97
	Cable THW 2x10 mm2	69.66		288.25
	Cable THW 2x6 mm2	10.92		27.54
	Cable THW 2x4 mm2	31.2		78.67
	Cable TW 1x25 mm2	5		44.59
	Cable TW 1x16 mm2	15		87.69
	Cable TW 1x10 mm2	36		144.36
<b>PROTECCION</b>				
	ABB Tmax T3 4x250A	1		350
	ABB Tmax T1 4x160A	1		250
	Compact NSX125 CC PV 4x125A	2		400
	Compact NSX100F 2x100A	2		380
	Compact NSX100F 2x20A	1		180
	Compact NSX100F 2x30A	1		170
	Acti 9 iK60 3x63 A	1		180
	Acti 9 iK60 3x40 A	1		170
	Acti 9 iK60 2x20 A	1		100
	Acti 9 iK60 2x16 A	2		160
	Acti 9 iK60 2x10 A	1		70
	Acti 9 iK60 2x4 A	4		260
	Acti 9 iID 4x63 30mA	1		800
	Acti 9 iID 2x16 10mA	2		800

	VICTRON MEGA fuse 200A/58V	9		810
	VICTRON MIDI fuse 100A/58V	2		100
	Repartidor tetrapolarLegrand 250 A	2		250
	Repartidor tetrapolarLegrand 100 A	2		132
	Tablero metálico IP66 500x400x200 mm	1		330
	Tablero metálico IP66 300x250x200 mm	3		630
	Cemento THOR-CEM	15		2100
	Caja de registro THOR-GEL	7		245
	Varilla de cobre 15.50 mm x 2.4 m	7		1260
	Barra para tierra	4		120
	Tubería 4" PVC	524.94		10498.8
	Tubería 1/2" PVC	54.59		81.89
	Cajas de paso	52		156
				945823.38
	<b>OBRAS CIVILES 15%</b>			141873.51
	<b>COSTO TOTAL</b>			1087696.89

Fuente: Elaboración propia

Conociendo el costo total del proyecto autónomo, y conociendo también el ahorro, se evalúa en que año el proyecto sería rentable, teniendo en cuenta que el pago anual del consumo de energía se hace directamente con SEAL, y la inversión inicial se realiza al contado. NOTA: Esta evaluación no incluye el cambio de iluminación por lámparas LED, ni la iluminación de la carretera.

Tabla 4-25:

*Evaluación de la rentabilidad del sistema fotovoltaico autónomo (Unidad: S/).*

Año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Flujo de caja	-1087696.89	-1031920.33	-976143.76	-920367.20	-864590.63	-808814.07	-753037.50	-697260.94
Ahorro anual		55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56
Año	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Flujo de caja	-641484.38	-585707.81	-529931.25	-474154.68	-418378.12	-362601.55	-306824.99	-251048.43
Ahorro anual	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56
Año	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Flujo de caja	-195271.86	-139495.30	-83718.73	-27942.17	27834.40	83610.96	139387.52	195164.09
Ahorro anual	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56	55776.56
Año	Año 24	Año 25						
Flujo de caja	250940.65	306717.22						
Ahorro anual	55776.56	55776.56						

Fuente: Elaboración propia

Se observa de la tabla anterior que este proyecto sería rentable en el año 20, igual que el proyecto interconectado. Sin embargo, este proyecto autónomo solo considera los grupos solares, no considera ningún proyecto relacionado a la iluminación, en cambio el sistema fotovoltaico interconectado si abarca los proyectos de iluminación, por tanto, se concluye que el proyecto interconectado más los proyectos de iluminación alcanzan la rentabilidad en el mismo periodo de tiempo que el proyecto autónomo, pero con una mayor cantidad de proyectos, y, por tanto, beneficio en el aspecto técnico, y económico.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

#### 5.1. RESULTADOS DEL SISTEMA AUTONOMO

El sistema autónomo consta de varios subgrupos de paneles de marca Amerisolar AS-6P, separados en los ambientes principales del fundo. La potencia total del sistema es de 98.645 kW, y se divide de la siguiente forma:

Tabla 5-1:

*Paneles y estructuras del sistema autónomo.*

Grupo	Descripción	Abastecimiento	Potencia
<b>General</b>	3 paneles en serie y 12 en paralelo por estructura. 3 estructuras. 108 paneles en total.	Planta de lácteos. Talleres. Vivienda. Oficinas.	11 880 W o 11.88 kW por estructura. 35 640 W o 35.64 kW en total.
<b>Proyectos</b>	3 paneles en serie y 10 en paralelo por estructura. 4 estructuras. 120 paneles en total.	Planta de embutidos. Planta de vinos.	9 900 W o 9.90 kW por estructura. 39 600 W o 39.60 kW en total.
<b>Aulas</b>	3 paneles en serie y 11 en paralelo para una estructura. 3 en serie y 10 en paralelo para otra estructura. 2 estructuras. 63 paneles en total.	Aulas. Laboratorios.	10 890 W o 10.89 kW en la estructura 1. 9 900 W o 9.90 kW en la estructura 2. 20 790 W o 20.79 kW en total.
<b>Biotecnología</b>	3 paneles en serie y 2 en paralelo. 1 estructura. 6 paneles en total.	Laboratorio de biotecnología.	1 980 W o 1.98 kW en total.
<b>Establo</b>	3 paneles en serie y 3 en paralelo. 1 estructura. 9 paneles en total.	Sala de ordeño. Oficina de sala de ordeño.	2 970 W o 2.97 kW en total.

Fuente: Elaboración propia.

Para el sistema autónomo, se seleccionaron inversores híbridos de la marca MUST SOLAR, los cuales requieren una entrada de hasta 145 VDC, razón por la cual se tienen 3 paneles conectados en serie para todos los grupos generadores (137.7 VDC).

Tabla 5-2:  
*Inversores del sistema autónomo.*

Grupo	Potencia	Inversor	Descripción
<b>General</b>	11 880 W o 11.88 kW por estructura.	Must Solar PH3000 Three-phase Series 12kW	1 inversor por estructura 3 inversores en total.
<b>Proyectos</b>	9 900 W o 9.90 kW por estructura.	Must Solar PH3000 Three-phase Series 12kW	1 inversor por estructura 4 inversores en total.
<b>Aulas</b>	10 890 W o 10.89 kW en la estructura 1. 9 900 W o 9.90 kW en la estructura 2.	Must Solar PH3000 Three-phase Series 12kW	1 inversor por estructura 2 inversores en total.
<b>Biotecnología</b>	1 980 W o 1.98 kW en total.	Must Solar PH1800 Plus Series 3 kW	1 inversor en total.
<b>Establo</b>	2 970 W o 2.97 kW en total.	Must Solar PH1800 Plus Series 3 kW	1 inversor en total.

Fuente: Elaboración propia.

Usando la formula (3.12) se obtiene la capacidad necesaria de las baterías. Este es el único sistema que requiere de baterías, lo cual incrementa costos.

Tabla 5-3:  
*Baterías del sistema autónomo.*

Grupo	Consumo (W-hr/día)	Capacidad requerida	Baterías seleccionadas.	Descripción
<b>General</b>	149541.36	4327.01 A-h en total. 1442.34 A-h por cada grupo.	OPzS Solar 1650	1 banco de baterías por estructura.  3 bancos de baterías en total.  Cada banco son 24 baterías de 2V, conectadas en serie.
<b>Proyectos</b>	170817.72	4942.64 A-h en total. 1235.66 A-h por cada grupo.	OPzS Solar 1320	1 banco de baterías por estructura.  4 bancos de baterías en total.  Cada banco son 24 baterías de 2V, conectadas en serie.
<b>Aulas</b>	90917.10	2630.70 A-h en total. 1315.35 A-h por cada grupo.	OPzS Solar 1320	1 banco de baterías por estructura.  2 bancos de baterías en total.  Cada banco son 24 baterías de 2V, conectadas en serie.
<b>Biología</b>	8048.83	232.89 A-h en total.	OPzS Solar 380	1 banco de baterías en total.  Cada banco son 24 baterías de 2V, conectadas en serie.
<b>Establo</b>	9652.54	279.30 A-h en total.	OPzS Solar 380	1 banco de baterías en total.  Cada banco son 24 baterías de 2V, conectadas en serie.

Fuente: Elaboración propia.

Se eligieron los siguientes interruptores, fusibles y conductores de puesta a tierra.

Tabla 5-4:  
*Protecciones de los subgrupos.*

	<b>Interruptor termomagnético general</b>	<b>Interruptor diferencial</b>	<b>Termomagnético en DC para los inversores</b>	<b>Fusibles para baterías</b>	<b>Seccion de conductor de PAT (mm<sup>2</sup>)</b>
<b>General</b>	ABB TMAX T3 4x250A		Schneider Electric Compact NSX125 CC PV 4x125A	VICTRON MEGA fuse 200A/58V	16
<b>Proyectos</b>			Schneider Electric Compact NSX100F 2x100A	VICTRON MEGA fuse 200A/58V	10
<b>Aulas</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 3x63 A	Schneider Electric Acti 9 iID 4x63 30mA	Schneider Electric Compact NSX125 CC PV 4x125A	VICTRON MEGA fuse 200A/58V	16
<b>Biotecnología</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x10 A	Schneider Electric Acti 9 iID 2x16 10mA	Schneider Electric Compact NSX100F 2x20A	VICTRON MIDI fuse 100A/32V	10
<b>Establo</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x16 A	Schneider Electric Acti 9 iID 2x16 10mA	Schneider Electric Compact NSX100F 2x30A	VICTRON MIDI fuse 100A/58V	10

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 5-5:  
*Protecciones de los ambientes.*

	<b>Interruptor termomagnético general</b>
<b>Oficina</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x20 A
<b>Garita</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x6 A
<b>Alm. Agrícola</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 3x40
<b>Lácteos</b>	ABB Tmax T1 4x160 A
<b>Pab. G (Hombres)</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x16 A
<b>Viv. Mujeres</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x4 A
<b>Viv. Docentes</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x4 A
<b>Sala docentes</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x4 A
<b>alm. alim. y granjas</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x4 A
<b>Aula TD1</b>	
<b>Aula TD2</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 3x50 A
<b>Aula TD3</b>	
<b>Lab. Biotecnología</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x10 A
<b>Establo</b>	Schneider Electric Acti 9 iK60 2x20 A

Fuente: Elaboración propia.



## 5.2. RESULTADOS DEL SISTEMA INTERCONECTADO

El sistema interconectado requiere conexión a la red de SEAL, por tanto, debe ubicarse toda en un mismo lugar. A comparación del sistema autónomo, este sistema es capaz de usar la instalación eléctrica actual del fundo, lo que evitó que se calculara conductores hacia los tableros.

El sistema interconectado trabaja como unidad en una sola ubicación, visible de la fachada del fundo, generando un impacto visual positivo.

Tabla 5-6:  
*Estructuras y paneles del sistema interconectado.*

Grupo	Descripción	Abastecimiento	Potencia
<b>Minicentral interconectada</b>	21 paneles en serie por grupo.	El Fundo U.C.S.M. en su totalidad.	6 930 W o 6.93 kW por grupo.
	2 grupos por estructura.		13 860 W o 13.86 kW por estructura.
	8 estructuras en total.		110 880 W o 110.88 kW en total.
	16 grupos en total.		
	336 paneles en total.		

Fuente: Elaboración propia.

Para el sistema interconectado se eligió un inversor conectado a red, el cual requiere más tensión de entrada que uno híbrido (1000 VDC), por eso se tienen 21 paneles en serie para este sistema (963.9 VDC).

Tabla 5-7:  
*Inversor del sistema interconectado.*

Grupo	Potencia	Inversor	Descripción
<b>Minicentral interconectada</b>	6 930 W o 6.93 kW por grupo. 13 860 W o 13.86 kW por estructura.	GoodWe DT Series GW15K-DT	Entrada para dos grupos generadores en paralelo. 1 inversor por estructura. 8 inversores en total.

Fuente: Elaboración propia.

Las protecciones del sistema interconectado consisten en 8 del mismo interruptor, y puestas a tierra.

Tabla 5-8:  
*Protecciones del sistema interconectado.*

	Interruptor termomagnético general	Termomagnético en DC para los inversores	Sección de conductor de PAT (mm <sup>2</sup> )
<b>Minicentral interconectada</b>	Schneider Electric LV431160 3x220A	Schneider Electric LV426102 3x32 A	10

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al presupuesto de este sistema, se requiere de una cantidad de S/ 1 087 696.89 para realizar este tipo de sistema.

### 5.3. COMPARACION Y ELECCION DEL TIPO DE SISTEMA

En cuanto al impacto ambiental, se comparan los resultados de ambos sistemas.

Tabla 5-9:  
*Comparación ambiental de ambos sistemas.*

Sistema	Emisiones de gases contaminantes (kg)	Costos de contaminación (US\$/MW-h)
Red eléctrica	28975.83	419.75
FV autónomo	527.04	174.41
FV interconectado	6216.80	223.48

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el presupuesto realizado indica que el sistema interconectado costará un total de S/ 871 646.85, mientras que el sistema autónomo costará un total de S/ 1 087 696.89. El sistema interconectado incluye en su presupuesto la central solar, y el rediseño del sistema de iluminación interior, exterior, y de la carretera. Mientras que el sistema autónomo solo incluye la central solar, mas no los proyectos de iluminación.

Teniendo estos resultados, se concluye que el **SISTEMA AUTÓNOMO** es el más indicado para ser instalado en el Fundo La Católica.

## CONCLUSIONES

1. Se diseñaron ambos sistemas fotovoltaicos, y se concluye que el sistema interconectado es la opción más conveniente en aspectos técnicos y económicos.
2. Se seleccionaron todos los paneles, inversores, baterías que solo se aplican en el sistema aislado, y también los interruptores y sistemas de puesta a tierra necesarios para el funcionamiento adecuado de la minicentral.
3. Se utilizó el software DIALux 4.13 para el diseño de iluminación interna y externa del fundo, cumpliendo con la norma EM.010 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES y la norma DGE 017-AI-1/1982-NORMA DE ALUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS, utilizando lámparas LED de la marca Phillips, obteniendo mejores condiciones luminotecnias en los diferentes ambientes del fundo.
4. Se utilizó el software DIALux 4.13 para el diseño de la iluminación de la fachada del fundo, cumpliendo con la NORMA TECNICA DGE “ALUMBRADO DE VIAS PUBLICAS EN ZONAS DE CONCESION DE DISTRIBUCION”, utilizando postes solares de la marca JX SOLAR, con lámparas LED.
5. Se estimó el presupuesto necesario para ambos sistemas, así como el tiempo necesario para recuperar la inversión, que está basado en el ahorro de la facturación mensual de electricidad, y concluimos que debido a que el sistema aislado lleva baterías, que tienen un precio elevado, el sistema interconectado es el menos costoso.
6. Se evaluó el impacto ambiental de ambos sistemas, para luego compararlos, demostrando que las emisiones de gases al medio ambiente se reducen drásticamente en ambos casos, siendo el sistema aislado el mejor en este aspecto.

## RECOMENDACIONES

- 1.- Para lograr la mejor inclinación óptima de un panel fotovoltaico, hay que tener en cuenta la ubicación de donde vaya a ser instalado éste, ya sea en el hemisferio sur o hemisferio norte del planeta, debido básicamente a la geometría solar.
- 2.- Para un mejor performance del diseño de los sistemas fotovoltaicos propuestos en la tesis, en cuanto al consumo eléctrico, se deberá hacer la busca de entidades que cuenten con los equipos de medición de energía eléctrica, así como también equipos de medición de la radiación solar que estén aún más cerca del lugar de construcción de los proyectos planteados.
- 3.- La presente tesis se puede utilizar como nexo para elaborar una guía metodológica en el diseño de sistemas fotovoltaicos autónomos e interconectados a red.
- 4.- Para realizar la conexión de la central con la instalación del consumidor, será necesario en algunos casos instalar una subestación elevadora, en caso que la central esté muy alejada de esta instalación, para evitar sobredimensionamientos de conductores, y no tener problemas con caídas de tensiones entre la central y la instalación.
- 5.- Para el mantenimiento y operación sería sumamente rentable que se capacite al mismo personal del fundo lo cual disminuiría el monto de gasto y mantenimiento, considerando que este tipo de centrales requiere de un mantenimiento mínimo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Enríquez Fuertes, E. (2013). Diseño y cálculo de un sistema fotovoltaico autónomo (Tesis). Universidad Nacional de Ingeniería- Perú. Recuperado de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/8812>
2. Torres Gonzales, D. (2015). Proyecto de una central fotovoltaica solar de 20 MW (Tesis). Universidad Nacional de Ingeniería- Perú. Recuperado de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2530>
3. Tapia Olmedo, J.D. (2016). Diseño de una Central Fotovoltaica de 10 MW de Capacidad conectada al Sistema Nacional Interconectado (SNI) ubicada en la provincia de Santa Elena (Tesis). Escuela superior politécnica del litoral- Ecuador Recuperadode: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/34469/D-CD88329.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
4. Recarte Allué, J. (2013). Central solar fotovoltaica de 500 Kw (Tesis). Universidad de la Rioja- España. Recuperado de: [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/R000001649.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/R000001649.pdf)
5. Gómez Oñate, I. (2012). Planta de elaboración de embutidos crudos curados (Tesis). Universidad de la Rioja- España. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11441/15798>

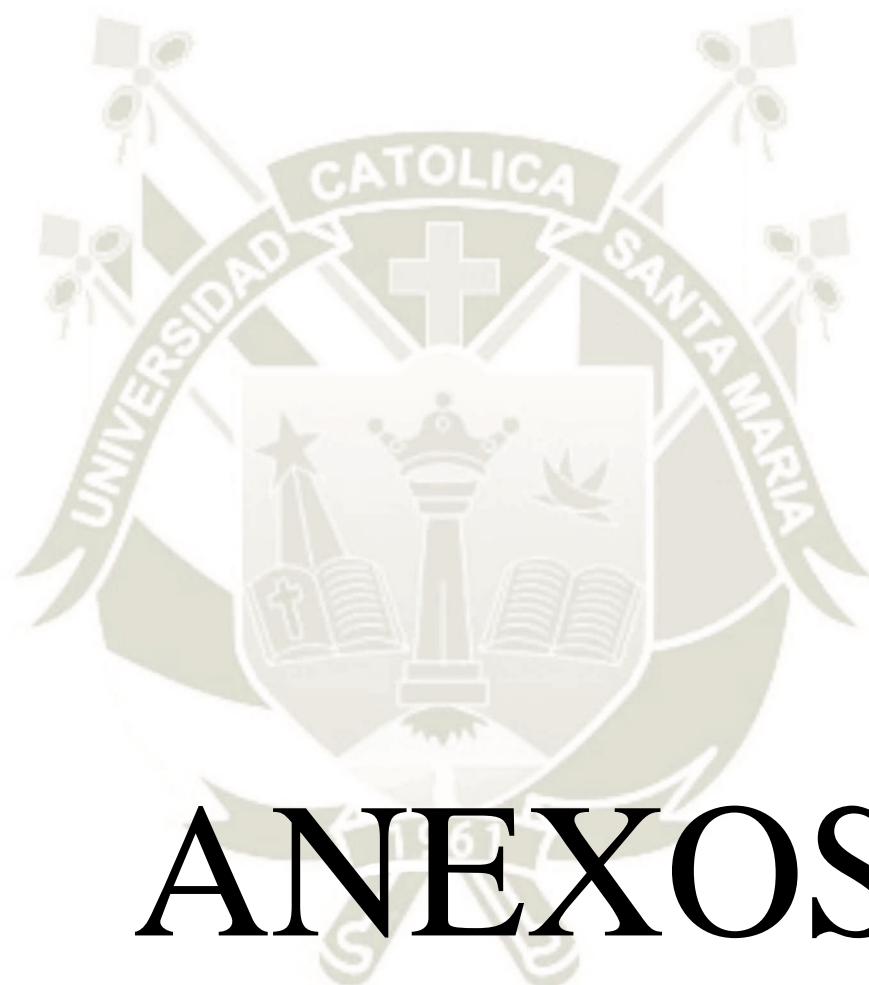
6. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red e interconectadas a RED, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía- IDAE, Madrid, España (2009)
7. Tobajas Vásquez, M.C (2015). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Editorial: EDICIONES DE LA U.
8. Sánchez Maza, M.A (2010). *Energía solar fotovoltaica*. Editorial: Limusa.
9. Jutglar Banyeres L. (2015). *Generación de Energía Solar Fotovoltaica*. Editorial: Marcombo
10. Biblioteca de la Universidad de Jaén (2014). Modulo fotovoltaico. Recuperado de [https://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/08\\_lecciones/02\\_leccion/www/Modulo\\_fotovoltaico.html](https://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/08_lecciones/02_leccion/www/Modulo_fotovoltaico.html)
11. Biblioteca de la Universidad de Jaén (2014). *Características eléctricas del panel fotovoltaico*. Recuperado de [https://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/08\\_lecciones/02\\_leccion/www/Modulo\\_fotovoltaico.html](https://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/08_lecciones/02_leccion/www/Modulo_fotovoltaico.html)
12. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2015). Geometría Solar. Recuperado de: [http://wiki.ead.pucv.cl/images/c/ca/Clase\\_Heliod%C3%B3n\\_Magister\\_N%C3%A1utico\\_y\\_Mar%C3%ADtimo.pdf](http://wiki.ead.pucv.cl/images/c/ca/Clase_Heliod%C3%B3n_Magister_N%C3%A1utico_y_Mar%C3%ADtimo.pdf)
13. Ingelibre. Influencia de la irradiación y temperatura sobre una placa fotovoltaica. Recuperado de <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/11/09/influencia-de-la-irradiacion-y-temperatura-sobre-una-placa-fotovoltaica/>
14. Energetika (2015). Curva I-V en paneles fotovoltaicos. Recuperado de <http://www.energetika.com.ar/Curva%20I-V.html>

15. Economía de la energía (2017) . Presente y Perspectivas de la Energía Solar Fotovoltaica en el mundo. Recuperado de <http://www.economiadelaenergia.com.ar/presente-y-perspectivas-de-la-energia-solar-fotovoltaica-en-el-mundo/>
16. *Departamento técnico de SunFieldsEurope (2016)*. Conceptos fundamentales sobre energía solar fotovoltaica. Recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/>
17. Coulson K. L. 1975. “Solar and Terrestrial Radiation”. Academic Press, New York.
18. *Departamento técnico de SunFieldsEurope (2014)*. Módulo Fotovoltaico: Listado de Parámetros fundamentales. Recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/modulo-fotovoltaico-parametros-fundamentales/>
19. Nowak Chairman S.- IEA Photovoltaic Power System Programme (2018). Annual report 2017 solar energy in the world. Recuperado de: <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=6>
20. Buhigas J. (2017). Las energías renovables, debido a su espectacular aumento en eficiencia, ya ha ganado la batalla por el futuro de la electricidad. Recuperado de: <https://puentesdigitales.com/2017/05/10/energia-solar-ya-es-la-forma-de-energia-mas-barata/>
21. Rodríguez Amador R (2013). Geometría Solar. Santiago de Chile .Recuperado de: <https://es.slideshare.net/RUBENRODRIGUEZAMADOR/geometra-solar>

22. Triana Luis (2010). Relojes de Sol. Recuperado de:  
<https://es.slideshare.net/campuspartycolombia/conferencia-relojes-de-sol-luis-h-triana>.
23. Ecoefecto (2014). Energía Solar. Recuperado de:  
[http://www.ecoefecto.com/tecnologia\\_fv.htm](http://www.ecoefecto.com/tecnologia_fv.htm)
24. Roberto Jiménez J. (2017). Hablemos de módulos fotovoltaicos (tercera parte). Iluminet. Recuperado de: <https://www.iluminet.com/modulos-fotovoltaicos-hoja-datos-solar/>
25. Roldan García L. (2016). Función de la célula fotovoltaica. Recuperado de:  
<http://aesvb.blogspot.com/p/funcion-de-la-celula-fotovoltaica.html>
26. Vargas T. y Abrahamse A. (2014). Trazador de curvas i-v de código abierto para monitoreo de rendimiento de paneles fotovoltaicos en Bolivia. Recuperado de:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2518-44312014000100007](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312014000100007).
27. Collado E. (2015). Los efectos de la temperatura en la producción de las instalaciones fotovoltaicas. Energías Renovables. Recuperado de:  
<https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/los-efectos-de-la-temperatura-en-la-20150713>.
28. Blanca Jiménez, Vicente, Aguilar Rico, Mariano. Iluminación y color. Ed. UPV, Valencia, 1995. Recuperado de:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12864/Criterios%20de%20elecci%C3%B3n%20de%201%3A1mparas.pdf?sequence=5>
29. LED STORE PRO (2010). Magnitudes luminosas. Recuperado de  
<http://www.ledstorepro.com/content/21-magnitudes-luminosas>

30. IMF business school (2018). Magnitudes luminosas fundamentales. Recuperado de:  
<https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/magnitudes-luminosas-fundamentales/>
31. Ingenia-T Consultores y Servicios (2012). Curso Basico de Catv. Recuperado de:  
<https://es.slideshare.net/ingenia-t/curso-basico-de-catv-capitulo-4>
32. Instituto tecnológico de la Laguna (2013). Flujo luminoso. Recuperado de:  
[http://www.itlalaguna.edu.mx/Academico/Carreras/electronica/opteca/OPTOPD F1\\_archivos/UNIDAD1TEMA2.PDF](http://www.itlalaguna.edu.mx/Academico/Carreras/electronica/opteca/OPTOPD F1_archivos/UNIDAD1TEMA2.PDF)
33. Ingelibre. Inclinación óptima de placas fotovoltaicas Recuperado de  
<https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/01/09/inclinacion-optima-de-placas-fotovoltaicas/>
34. Meza Bendezú J. (2018). Ángulo de inclinación para paneles solares y captura de radiación solar. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/angulo-inclinacion-paneles-solares-captura-radiacion-solar/>
35. Universidad Politécnica de Madrid (2014). Manual de Eficiencia Energética en Bodegas. Recuperado de: <http://teslaproject.chil.me>
36. Campos Fernández M. (2012). Planta solar fotovoltaica de 500kw sobre la cubierta de una nave industrial en la ciudad de Sevilla -Manual de mantenimiento. Recuperado de:  
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5074/fichero/Volumen+5%252F9.+Manual+de+Manteminiento.pdf>
37. CEFIRE. Tipos de Lamparas. Recuperado de:  
[http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod\\_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31\\_\\_tipos\\_de\\_lmparas.html](http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31__tipos_de_lmparas.html)

38. Fundacion CRANA. Tipos de lámparas y sus características. Recuperado de:  
[http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/180/002/anexo\\_5.pdf](http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/180/002/anexo_5.pdf)
39. CTE arquitectura (2011). Iluminacion 2. Tipos de lámparas. Recuperado de:  
<http://www.ctearquitectura.es/soluciones-sostenibles/materiales/iluminacion-2-tipos-de-lamparas/>
40. Carpio, N. (2016). ¿Cómo funcionan los reguladores de carga solares PWM y MPPT? Recuperado de: <https://www.monsolar.com/blog/como-funcionan-los-reguladores-de-carga-solares-pwm-y-mppt/>
41. Damia Solar. (2016). Recuperado de: [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-regulador-solar-necesito\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-regulador-solar-necesito_1)
42. SunFields. Inversores Solares para Autoconsumo y Aislada. Recuperado de: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/equipos-solares-ondulador-o-inversor-fotovoltaico/>
43. QKSOL (2016). Autoconsumo Fotovoltaico con Baterías: Diferencias Entre Inversores Híbridos On-Grid y Inversores Cargadores Off-Grid. Recuperado de: <http://qksol.com/diferencias-entre-inversores-hibridos-y-inversores-cargadores/>
44. NORMA TÉCNICA DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN”.
45. NORMA DGE 017-AI-1/1982 “NORMA DE ALUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS”.
46. CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD TOMO IV SISTEMA DE DISTRIBUCION.



# ANEXOS



## ANEXO A: FICHAS TECNICAS



## ANEXO A-1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PANEL FOTOVOLTAICO AMERISOLAR AS-6P



Amerisolar | New Energy New World<sup>®</sup>

---




Passionately  
committed to  
delivering innovative  
energy solution

















### AS-6P

#### POLYCRYSTALLINE MODULE

---

#### ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- High module conversion efficiency up to 17.01% through advanced manufacturing technology.
- Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- Positive power tolerance of 0 ~ +3 %.
- High ammonia and salt mist resistance.
- Potential induced degradation (PID) resistance.

#### CERTIFICATIONS

- IEC61215, IEC61730, IEC62716, IEC61701, UL1703, CE, ETL(USA), JET(Japan), J-PEC(Japan), MCS(UK), CEC(Australia), FSEC(FL-USA), CSI Eligible(CA-USA), Israel Electric(Israel), Kemco(South Korea), InMetro(Brazil), TSE(Turkey)
- ISO9001:2008: Quality management system
- ISO14001:2004: Environmental management system
- OHSAS18001:2007: Occupational health and safety management system

#### SPECIAL WARRANTY

- 12 years limited product warranty.
- Limited linear power warranty: 12 years 91.2% of the nominal power output, 30 years 80.6% of the nominal power output.



■ Linear performance warranty from Amerisolar.  
■ Standard performance warranty

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC								
Nominal Power ( $P_{max}$ )	295W	300W	305W	310W	315W	320W	325W	330W
Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ )	45.2V	45.3V	45.4V	45.5V	45.6V	45.7V	45.8V	45.9V
Short Circuit Current ( $I_{sc}$ )	8.60A	8.68A	8.76A	8.85A	8.93A	9.00A	9.08A	9.16A
Voltage at Nominal Power ( $V_{mp}$ )	36.6V	36.7V	36.8V	36.9V	37.0V	37.1V	37.2V	37.3V
Current at Nominal Power ( $I_{mp}$ )	8.07A	8.18A	8.29A	8.41A	8.52A	8.63A	8.74A	8.85A
Module Efficiency (%)	15.20	15.46	15.72	15.98	16.23	16.48	16.75	17.01
Operating Temperature	-40°C to +85°C							
Maximum System Voltage	1000V DC							
Fire Resistance Rating	Type 1(UL1703)/Class C(IEC61730)							
Maximum Series Fuse Rating	15A							

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell temperature 25°C, AM1.5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT								
Nominal Power ( $P_{max}$ )	217W	221W	224W	228W	232W	236W	239W	243W
Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ )	41.6V	41.7V	41.8V	41.9V	42.0V	42.0V	42.1V	42.2V
Short Circuit Current ( $I_{sc}$ )	6.97A	7.03A	7.10A	7.17A	7.23A	7.29A	7.35A	7.42A
Voltage at Nominal Power ( $V_{mp}$ )	33.3V	33.4V	33.5V	33.6V	33.7V	33.8V	33.9V	34.0V
Current at Nominal Power ( $I_{mp}$ )	6.52A	6.62A	6.69A	6.79A	6.89A	6.98A	7.05A	7.15A

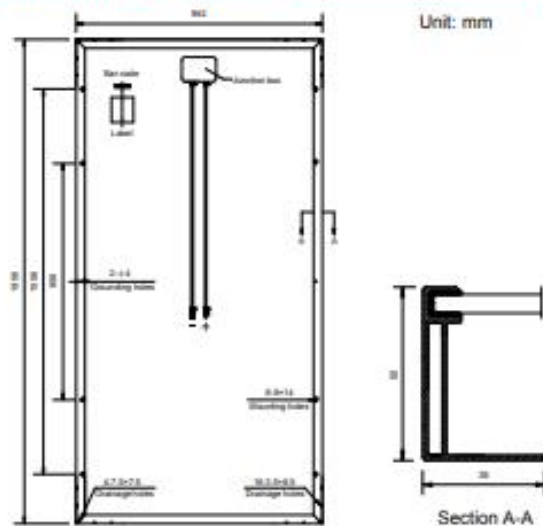
NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Cell type	Polycrystalline 156x156mm (6x6inches)
Number of cells	72 (6x12)
Module dimensions	1956x992x50mm (77.01x39.06x1.97inches)
Weight	27kg (59.5lbs)
Front cover	4.0mm (0.16inches) low-iron tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm <sup>2</sup> (0.006inches <sup>2</sup> ), 1000mm (39.37inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

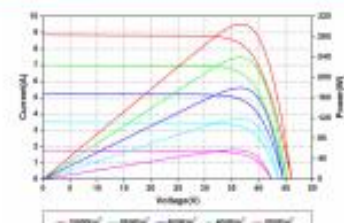
TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficients of $P_{max}$	-0.41%/°C
Temperature Coefficients of $V_{oc}$	-0.31%/°C
Temperature Coefficients of $I_{sc}$	0.05%/°C

PACKAGING	
Standard packaging	21pcs/pallet
Module quantity per 20' container	210pcs
Module quantity per 40' container	462pcs(GP)/506pcs(HQ)

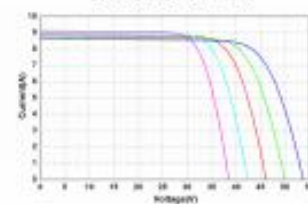
### ENGINEERING DRAWINGS



### IV CURVES



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different

## ANEXO A-2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INVERSOR HIBRIDO PH3000 THREE-PHASE SERIES (9-12 KW)

### Solar System



### PH3000 Series Three-phase Low Frequency On/Off Grid Hybrid Solar Inverter

#### Feature:

- Rated power 9KW to 12KW
- Smart LCD setting (Working modes, Charge Current, Charge Voltage, etc.)
- Built-in MPPT 180A solar charge controller
- MPPT Efficiency max 98%
- Combining solar system, AC utility, and battery power source to supply continuous power
- Multiple operations: basic Grid-tie, Off-Grid, Grid-Interactive
- Support CAN, RS485 monitoring function with free CD
- WIFI/ GPRS remote monitoring (optional)
- Compatible to generator

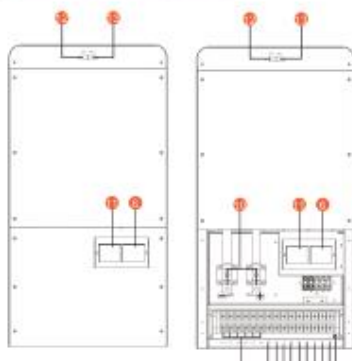
#### Introduction:

This is a flexible and intelligent energy storage inverter which utilizes solar power, utility power, and battery power source to supply continuous power. This is a multi-functional hybrid inverter which can power all kinds of appliances in home or office environment, including motor-type appliances such as tube light, fan, refrigerator and air conditioner. The system generates electricity when it has sufficient sunshine, supplying power to your home and feeding any surplus power back to the Grid.

#### LCD Display Information

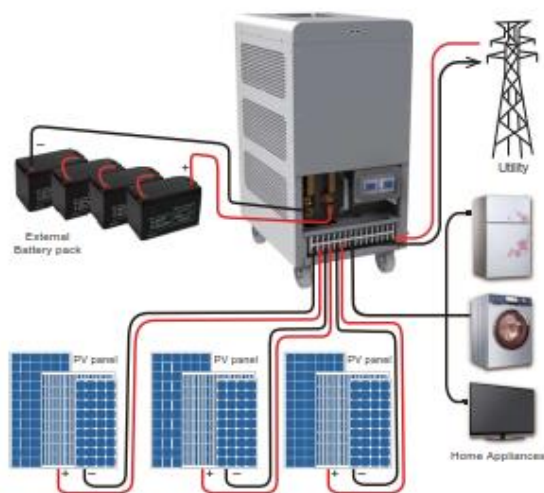


1. LCD display
2. Fault indicator
3. Charging indicator
4. Status indicator
5. Function buttons



6. Grid breaker
7. AC output
8. AC Input
9. PV Input
10. Battery input
11. Inverter output protect
12. BTS
13. CAN&RS485 communication port
14. Earth

#### Solar System Connection



On / Off Hybrid Solar Inverter

Specification

MODEL	PH30-9048-T	PH30-12048-T	
<b>Nominal Battery System Voltage</b>	48VDC		
<b>INVERTER OUTPUT</b>	Rated output power	9000W	12000W
	Output wave	Pure sine wave	
	Nominal output voltage	230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P)	
	Nominal output current	13.0A per phase	17.4A per phase
	Nominal output frequency	50 Hz / 60 Hz	
	Rate of wave distortion ( THD ) (Linearity loads)	Off grids2% ; Grid discharge ≤3% ; Grid charge ≤3%	
	Inverting efficiency	≥93%	
	Power factor	0.9 load – 0.9 lag	
	Overload capability	100% < loads110%, 30 minutes; 110% < loads125%, 1 minutes; 125% < loads150%, 30 seconds; load > 150%, 10 seconds; Short circuit, 5 seconds	
<b>AC INPUT</b>	AC input maximum current	25.0A per phase	34.8A per phase
	Nominal frequency	50Hz / 60Hz	
	Acceptable input voltage range	Defaults 186Vac –253Vac per phase; Narrow 174Vac –272Vac per phase; Wide 95Vac –272Vac per phase	
<b>BATTERY</b>	Nominal Voltage	48VDC	
	Low Voltage Protection Point	Charger 34.0VDC ; Inverter 40.0VDC	
	Absorption Voltage	50.0VDC	
	Raftoat Voltage	54.8VDC	
<b>SOLAR CHARGER &amp; AC CHARGER</b>	Float Voltage	57.2VDC	
	PV Open Circuit Voltage	145VDC	
	Max Solar Charging Current	60A per phase	
	Max AC Charging Current	60A per phase	80A per phase
<b>MECHANICAL SPECIFICATIONS</b>	Max Charging Current	120A per phase	140A per phase
	Mounting	Vertical	
	Machine Dimension, W*H*D(mm)	391*836*555	
	Package Dimensions (W*H*D)(mm)	410*850*570	
	Net Weight (kg)	133	140
	Gross Weight (kg)	138	160
<b>OTHER</b>	Communication terminal	RS485/CAN bus	
	Operation Temperature Range	-25°C–+50°C	
	Environmental Protection Rating	IP20	
	Ambient humidity	0 – 90% relative humidity(non-condensing)	
	Altitude	≤3000m	

\* Product specifications are subject to change without further notice.

Approximate Back-up Time Table

Model	Load (W)	Back Time@4*100Ah(48Vdc) (min)	Back Time@4*200Ah(48Vdc) (min)	Back Time@8*200Ah(48Vdc) (min)
<b>9KW</b>	900	240	536	1096
	3600	42	99	252
	6300	24	49	120
	9000	17	35	66
<b>12KW</b>	1200	153	356	530
	4500	32	72	165
	6400	16	35	79
	12000	12	23	51

## ANEXO A-3 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INVERSOR HIBRIDO PH1800 PLUS SERIES (1.5-5 KW)

### Solar System



### PH1800 Plus Series On/Off Grid Hybrid Solar Inverter

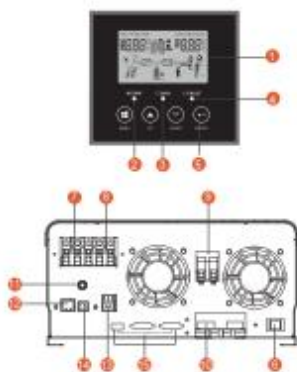
#### Feature:

- Rated power 1500W to 5000W
- Pure sine wave output
- Smart LCD setting ( Working modes, Charge Current, Charge Voltage, etc.)
- Built-in MPPT 60A/80A solar charge controller
- New SUB working mode(Solar-Utility-Battery working mode)
- MPPT Efficiency max 98%
- Combining solar system, AC utility, and battery power source to supply continuous power
- Multiple operations: basic Grid-tie, Off-Grid, Grid-Interactive
- Parallel operation with up to 3 units (Available for 4KVA/5KVA only)
- Overload, short circuit and Deep discharge protection
- Cold start function
- Support USB, RS485 monitoring function with free CD
- WIFI/ GPRS remote monitoring (optional)
- Compatible to generator

#### Introduction:

This is a multi-function Inverter/charger, combining functions of inverter, MPPT solar charger and battery charger to offer uninterruptible power support with portable size. Its comprehensive LCD display offers user-configurable and easy-accessible button operation such as battery charging current, AC/solar charger priority, and acceptable Input voltage based on different applications.

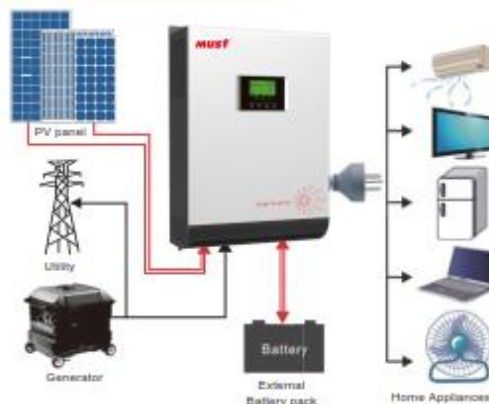
#### LCD Display Information



- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. LCD display                    | 10. Battery input                            |
| 2. Status indicator               | 11. Circuit breaker                          |
| 3. Discharging/Charging indicator | 12. RS485 communication port                 |
| 4. Fault indicator                | 13. Dry contact                              |
| 5. Function buttons               | 14. USB                                      |
| 6. Power on/off switch            | 15. Parallel Connection (3KW-5KW available ) |
| 7. AC Input                       |  |
| 8. AC output                      |  |
| 9. PV input                       |  |

**NOTE:** For parallel model installation and operation, please check separate parallel installation guide for the details.

#### Solar System Connection



#### Back Panel



On/Off Grid Hybrid Solar Inverter

Specification

MODEL	PH18-1524 Plus	PH18-2024 Plus	PH18-2524 Plus	PH18-3048 Plus	PH18-4048 Plus	PH18-5048 Plus	
<b>Nominal Battery System Voltage</b>		24VDC			48VDC		
<b>INVERTER OUTPUT</b>	Rated Power	1500W	2000W	2500W	3000W	5000W	
	Surge Power	3000W	4000W	5000W	6000W	10000W	
	Waveform	Pure Sine Wave					
	AC Voltage Regulation ( Batt.Mode )	220VAC/230VAC/240VAC±5%					
	Electric Current	3.4A	7.0A	10.5A	13A		
	Output Frequency	50Hz/60Hz Auto Sensing					
	THD ( Linear loads )	Off grid ≤2%					
		Grid discharge ≤3%					
		Grid charge ≤3%					
	Inverter Efficiency ( Peak )	93%					
Transfer Time	10ms(For PC) 20ms( For Other Home Appliance)						
<b>AC INPUT</b>	Voltage	230VAC					
	Selectable Voltage Range	170~280VAC(For Personal Computers), 90~280VAC(For Home Appliances), 184~253VAC(VDE4105)					
	Frequency Range	50Hz/60Hz Auto Sensing					
<b>BATTERY</b>	Normal Voltage	24VDC			48VDC		
	Floating Charge Voltage	27VDC			54VDC		
	Overcharge Protection	31VDC			60VDC		
<b>SOLAR CHARGER &amp; AC CHARGER</b>	Maximum PV Array Open Circuit Voltage	145VDC					
	PV Array MPPT Voltage Range	30~130VDC			64~130VDC		
	Standby Power Consumption	2W					
	Rated Power	1500W/2000W			4000W	4000W	4000W
	Maximum Solar Charge Current	60A/80A			80A	80A	80A
	Maximum Efficiency	98%					
	Maximum AC Charge Current	20A or 30A			60A		
<b>MECHANICAL SPECIFICATIONS</b>	Maximum Charge Current	80A	100A	140A	140A	140A	
	Machine Dimensions (W*H*D)(mm)	272*355*100			297.5*468*125		
	Net Weight ( Kg )	7.4			14		
	Package Dimensions(W*H*D)(mm)	485*393*251			638*395*241		
<b>OTHER</b>	Gross Weight ( Kg )	9.5			16.4		
	Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)					
	Operating Temperature	0°C~55°C					
Storage Temperature	-15°C~60°C						

\* Product specifications are subject to change without further notice.

Approximate Back-up Time Table

Model	Load ( W )	Backup Time@24V 100Ah(min)	Backup Time@24V 200Ah(min)	Model	Load ( W )	Backup Time@48V 100Ah(min)	Backup Time@48V 200Ah(min)
1500W	500W	112	269	3000W	300W	547	1694
	1500W	62	158		1500W	123	315
2000W	1000W	104	244		3000W	50	123
	2000W	41	102	4000W	1000W	205	455
2500W	500W	112	269		2000W	89	205
	1500W	62	158		4000W	38	89
	2500W	26	64		1000W	205	455
5000W	3000W	50	123	2000W	89	205	
	4000W	38	89	3000W	50	123	
	5000W	21	72	4000W	38	89	

## ANEXO A-4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INVERSOR INTERCONECTADO GOODWE GW15K-DT



### GW15K-DT (Dual-MPPT, Three-Phase)

GW15K-DT photovoltaic inverter is suitable for commercial and industrial roofs as well as small and medium-sized photovoltaic power systems. Intelligent heat dissipation design ensures slower temperature rise and more stable running conditions. The dual-lines MPPT extra-wide voltage range ensures that the system is with more flexible configuration.

#### High Performance

- Maximum Efficiency up to 98.2%
- European Efficiency up to 97.5%
- MPPT Efficiency over 99.5%

#### High Safety and Reliability

- DC switch disconnecter
- IP65 dust-proof and water-proof
- 45°C full-load output

#### Customer-oriented Design

- Super large 5-inch LCD
- 30% lighter than similar products
- Multiple monitoring and communication
- Up to 800 pieces can be integrated in one system

## Technical Data GW15K-DT

<b>DC Input Data</b>	
Max. PV-generator power [W]	15400
Max. DC voltage [V]	1000
MPPT voltage range [V]	250-850
Turn on DC voltage [V]	250
Max. DC work current [A]	22/22
Number of inputs/MPP trackers	6/2 (can parallel)
DC connector	MC IV Connector
Standby power consumption [W]	10
<b>AC Output Data</b>	
Nominal AC power [W]	15000
Max. AC power [W]	15000
Max. AC current [A]	25
Nominal output voltage range	According to VDE-AR-N 4105, VDE 0126-1-1/A1, RD1699, ENEL, G59/2, AS4777.2/3
AC grid frequency	According to VDE-AR-N 4105, VDE 0126-1-1/A1, RD1699, ENEL, G59/2, AS4777.2/3
THDI	<1.5%
Power factor	0.90 leading...0.90 lagging
AC connector	3W/N/PE, 230/400V
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency	98.2%
European efficiency	>97.5%
MPPT adaptation efficiency	>99.5%
<b>Safety Equipment</b>	
Leakage current monitoring unit	Integrated
DC switch	Optional
Islanding protection	AFD
Grid monitoring	According to VDE-AR-N 4105, VDE 0126-1-1/A1, RD1699, CEI 0-21, G59/2, AS4777.2/3
<b>Normative Reference</b>	
EMC compliance	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4
Safety compliance	According to IEC 62109-1, AS3100
<b>General Data</b>	
Dimensions (W*H*D) [mm]	516*650*203
Net weight [kg]	39
Housing	For outdoor and indoor
Mounting information	Wall mounting
Operating temperature range	-20-60°C (up 45°C derating)
Relative humidity	0-95%
Site altitude [m]	2000
IP protection class	IP65
Topology	Transformerless
Cooling concept	Fan cooling
Noise level [dB]	<45
Display	5" LCD
Communication	USB2.0; RS485 [Wireless(ZigBee) optional]
Standard warranty [years]	5/10/15/20/25(optional)

## ANEXO A-5 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS BATERIAS CLASSIC OPZS SOLAR

Network Power > Classic Solar > Classic OPzS Solar > Datos técnicos



### Classic OPzS Solar

#### Datos técnicos

#### Datos y características técnicas

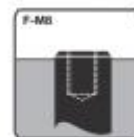
Tipo	Número de componentes	Temperatura nominal y	Capacidad nominal C <sub>20</sub> 1.85Vdc 25°C Ah	Longitud	Anchura	Altura*	Longitud	Peso con	Peso del	Resistencia	Corriente	Terminal	Num. de polos
				(l)	(D/W)	(h)	instalada	ácido**	interna	corriente-corto			
				max. mm	max. mm	max. mm	max. mm	Kg (aprox.)	Kg (aprox.)	mΩmm	A		
OPzS Solar 190	NVSL020190WC0FA	2	190	105	200	395	115	13.7	5.20	1.43	1400	F-M5	1
OPzS Solar 245	NVSL020245WC0FA	2	245	105	200	395	115	15.2	5.00	1.00	1950	F-M5	1
OPzS Solar 300	NVSL020300WC0FA	2	300	105	200	395	115	16.8	4.80	0.93	2450	F-M5	1
OPzS Solar 360	NVSL020360WC0FA	2	360	126	250	395	136	20.0	5.00	0.72	2950	F-M5	1
OPzS Solar 450	NVSL020450WC0FA	2	450	147	200	395	157	23.3	6.90	0.63	3250	F-M5	1
OPzS Solar 550	NVSL020550WC0FA	2	550	126	250	511	136	26.7	6.10	0.63	3250	F-M5	1
OPzS Solar 660	NVSL020660WC0FA	2	660	147	200	511	157	31.0	8.30	0.56	3650	F-M5	1
OPzS Solar 785	NVSL020785WC0FA	2	785	168	250	511	178	35.4	10.5	0.50	4150	F-M5	1
OPzS Solar 955	NVSL020955WC0FA	2	955	147	200	606	157	43.9	13.0	0.47	4350	F-M5	1
OPzS Solar 1090	NVSL021090WC0FA	2	1090	147	200	606	157	47.2	12.5	0.43	4900	F-M5	1
OPzS Solar 1320	NVSL021320WC0FA	2	1320	212	193	606	222	59.9	17.1	0.30	6900	F-M5	2
OPzS Solar 1410	NVSL021410WC0FA	2	1410	212	193	606	222	63.4	16.8	0.27	7500	F-M5	2
OPzS Solar 1650	NVSL021650WC0FA	2	1650	212	235	606	222	73.2	21.7	0.26	7900	F-M5	2
OPzS Solar 1990	NVSL021990WC0FA	2	1990	212	277	606	222	86.4	26.1	0.23	8900	F-M5	2
OPzS Solar 2350	NVSL022350WC0FA	2	2350	212	277	536	222	100	33.7	0.24	9500	F-M5	2
OPzS Solar 2500	NVSL022500WC0FA	2	2500	212	277	536	222	114	32.7	0.22	9300	F-M5	2
OPzS Solar 3100	NVSL023100WC0FA	2	3100	215	400	512	225	151	50.0	0.16	12500	F-M5	3
OPzS Solar 3300	NVSL023300WC0FA	2	3300	215	400	512	225	165	49.0	0.14	14600	F-M5	3
OPzS Solar 3800	NVSL023800WC0FA	2	3800	215	490	512	225	194	60.0	0.12	17000	F-M5	4
OPzS Solar 4100	NVSL024100WC0FA	2	4100	215	490	512	225	191	59.0	0.11	17900	F-M5	4
OPzS Solar 4600	NVSL024600WC0FA	2	4600	215	500	512	225	217	71.0	0.11	19000	F-M5	4
6V 4 OPzS 200	NVSL060200WC0FB	6	294	272	206	347	282	41.0	13.0	2.66	2283	F-M5	1
6V 5 OPzS 290	NVSL060290WC0FB	6	364	350	206	347	392	56.0	20.0	2.39	2500	F-M5	1
6V 6 OPzS 390	NVSL060390WC0FB	6	417	350	206	347	392	63.0	20.0	1.96	3106	F-M5	1
12V 1 OPzS 90	NVSL120070WC0FB	12	82.7	272	206	347	282	35.0	15.0	15.1	635	F-M5	1
12V 2 OPzS 100	NVSL120140WC0FB	12	139	272	206	347	282	45.0	14.0	9.25	1314	F-M5	1
12V 3 OPzS 150	NVSL120210WC0FB	12	210	300	206	347	392	64.0	19.0	6.40	1554	F-M5	1

Tipo	C <sub>1</sub> 1.75 Vdc	C <sub>2</sub> 1.50 Vdc	C <sub>3</sub> 1.40 Vdc	C <sub>4</sub> 1.30 Vdc	C <sub>5</sub> 1.20 Vdc	C <sub>6</sub> 1.10 Vdc	C <sub>7</sub> 1.00 Vdc	C <sub>8</sub> 1.05 Vdc	C <sub>9</sub> 1.40 Vdc	C <sub>10</sub> 1.05 Vdc
OPzS Solar 190	122	132	134	145	165	175	155	190	200	
OPzS Solar 245	159	173	176	190	215	230	240	245	280	
OPzS Solar 300	203	220	224	240	270	285	300	305	320	
OPzS Solar 360	250	273	277	300	330	350	370	390	400	
OPzS Solar 450	296	323	330	355	395	420	440	450	470	
OPzS Solar 550	353	391	396	430	480	515	540	590	500	
OPzS Solar 660	422	469	477	515	575	615	645	660	695	
OPzS Solar 785	492	546	555	600	670	710	750	785	800	
OPzS Solar 955	606	700	710	770	860	920	970	995	1035	
OPzS Solar 1090	689	773	794	845	940	1000	1055	1080	1100	
OPzS Solar 1320	820	937	950	1030	1150	1230	1295	1320	1355	
OPzS Solar 1410	855	1009	1024	1105	1225	1305	1380	1410	1440	
OPzS Solar 1650	1024	1174	1190	1290	1440	1540	1620	1650	1730	
OPzS Solar 1990	1215	1411	1430	1550	1730	1850	1950	1990	2090	
OPzS Solar 2350	1573	1751	1770	1910	2090	2200	2300	2350	2470	
OPzS Solar 2500	1667	1834	1875	2015	2215	2335	2445	2500	2600	
OPzS Solar 3100	2090	2315	2343	2520	2755	2910	3040	3100	3250	
OPzS Solar 3300	2268	2524	2580	2745	2955	3135	3290	3350	3520	
OPzS Solar 3800	2592	2834	2915	3135	3430	3615	3795	3850	4040	
OPzS Solar 4100	2775	3090	3125	3355	3650	3840	4030	4100	4300	
OPzS Solar 4600	3099	3421	3490	3705	4100	4300	4500	4600	4550	
6V 4 OPzS 200	203	250	229	290	290	304	257	294	335	
6V 5 OPzS 290	245	257	294	311	374	383	355	364	424	
6V 6 OPzS 390	254	309	322	354	420	432	406	417	452	
12V 1 OPzS 90	55.0	51.5	63.7	69.4	78.4	79.0	61.0	62.7	82.9	
12V 2 OPzS 100	95.4	90.3	105	115	141	145	136	139	162	
12V 3 OPzS 150	131	154	162	177	206	217	203	210	234	

Capacidades en Ah (C<sub>20</sub>-C<sub>90</sub> a 25°C)

\* Incluye conector instalado. La altura mencionada puede variar dependiendo de las aperturas utilizadas.  
\*\* Densidad del ácido dil. = 1.24 kg/l

#### Terminal y par de apriete



12 Nm para monobloques;  
20 Nm para elementos

Los datos también son válidos para el modelo de carga en seco.

Habrá que cambiar la «W» (Wet) por «D» (Dry) en el número de componente. Ej:

> Relleno y cargado: NVSL120070 W COFB

> Cargado en seco: NVSL120070 D COFB



# ANEXO B: DATOS PARA CALCULOS AMBIENTALES

ANEXO B-1 COMPARACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS  
DIFERENTES FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD (EN TONELADAS POR  
GWH PRODUCIDO).

COMPARACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS DIFERENTES FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD (EN TONELADAS POR GWH PRODUCIDO)								
FUENTE DE ENERGIA	CO2	NO2	SO2	PARTICULAS	CO	HIDROCARBUROS	RESIDUOS NUCLEARES	TOTAL
CARBON	1058.2	2.986	2.971	1.626	0.26 7	0.102	0	1066.15 2
GAS NATURAL	824	0.251	0.336	1.176	TR	TR	0	825.763
NUCLEAR	8.6	0.034	0.029	0.003	0.01 8	0.001	3.641	12.326
FOTOVOLTAICA	5.9	0.008	0.023	0.017	0.00 3	0.002	0	5.953
BIOMASA	0	0.614	0.154	0.512	11	0.768	0	13.048
GEOTERMICA	56.8	TR	TR	TR	TR	TR	0	56.8
EOLICA	7.4	TR	TR	TR	TR	TR	0	7.4
SOLAR TERMICA	3.6	TR	TR	TR	TR	TR	0	3.6
HIDRAULICA	6.6	TR	TR	TR	TR	TR	0	6.6

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y ADENAT.




ANEXO B-2 COSTOS DE CONTAMINACION POR TIPO DE RECURSOS EN LOS  
RECEPTORES.

COSTOS DE CONTAMINACION POR TIPO DE RECURSOS EN LOS RECEPTORES						
FUENTE DE ENERGIA	SALUD	BIODIVERSIDAD	CULTIVOS	MATERIALES DE CONSTRUCCION	CAMBIO CLIMATICO	TOTAL
DIESEL	6.38	0.52	0.06	0.03	2.12	9.11
GAS NATURAL	2.08	0.39	0.07	0.03	9.19	11.76
CARBON	6.12	0.59	0.08	0.04	12.71	19.54
HIDRAULICA	0.12	0.01	0	0	0.06	0.19
NUCLEAR	0.01	0	0	0	0	0.01
EOLICA	0.25	0.01	0	0.01	0.09	0.36
BIOMASA	2.5	0.27	0.07	0.04	0.53	3.41
GEOTERMICA	0	0	0	0	0	1.04
SOLAR FV	1.47	0.07	0.01	0.02	0.4	1.97
BIOGAS RS	2.85	0.1	0.01	0.09	0.16	3.21

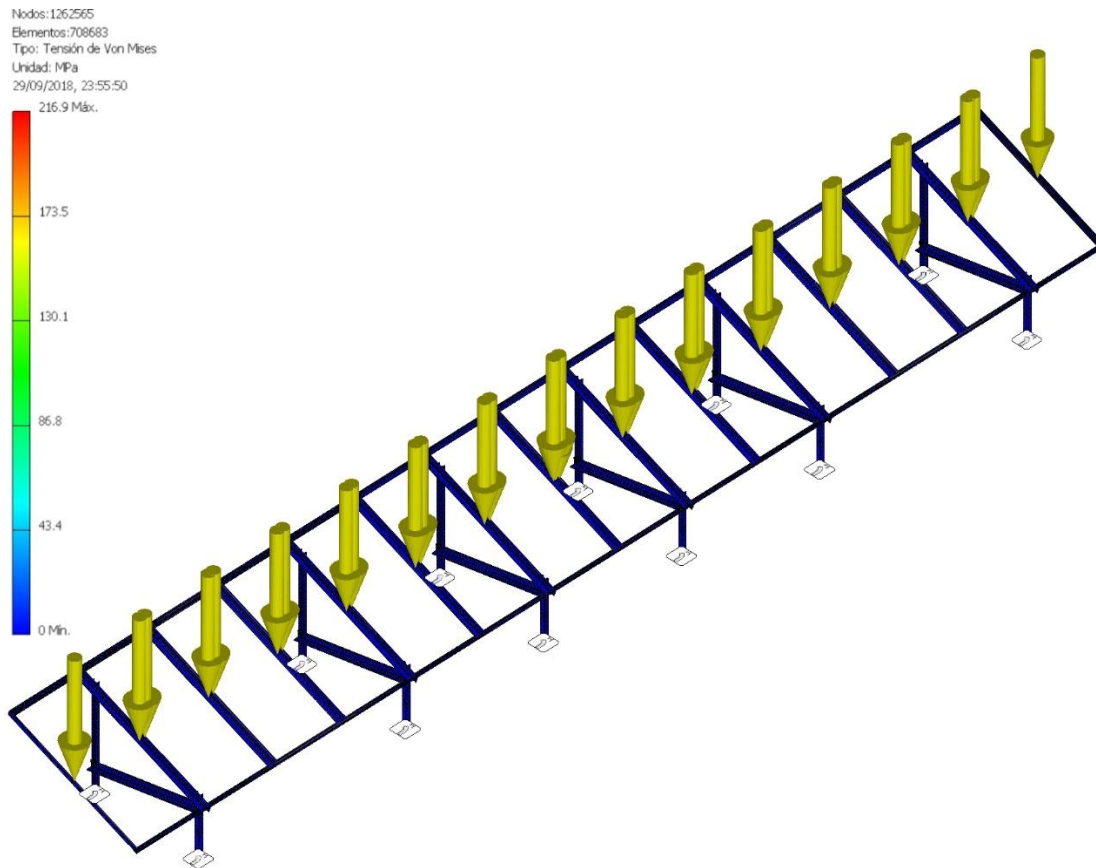
Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y ADENAT.



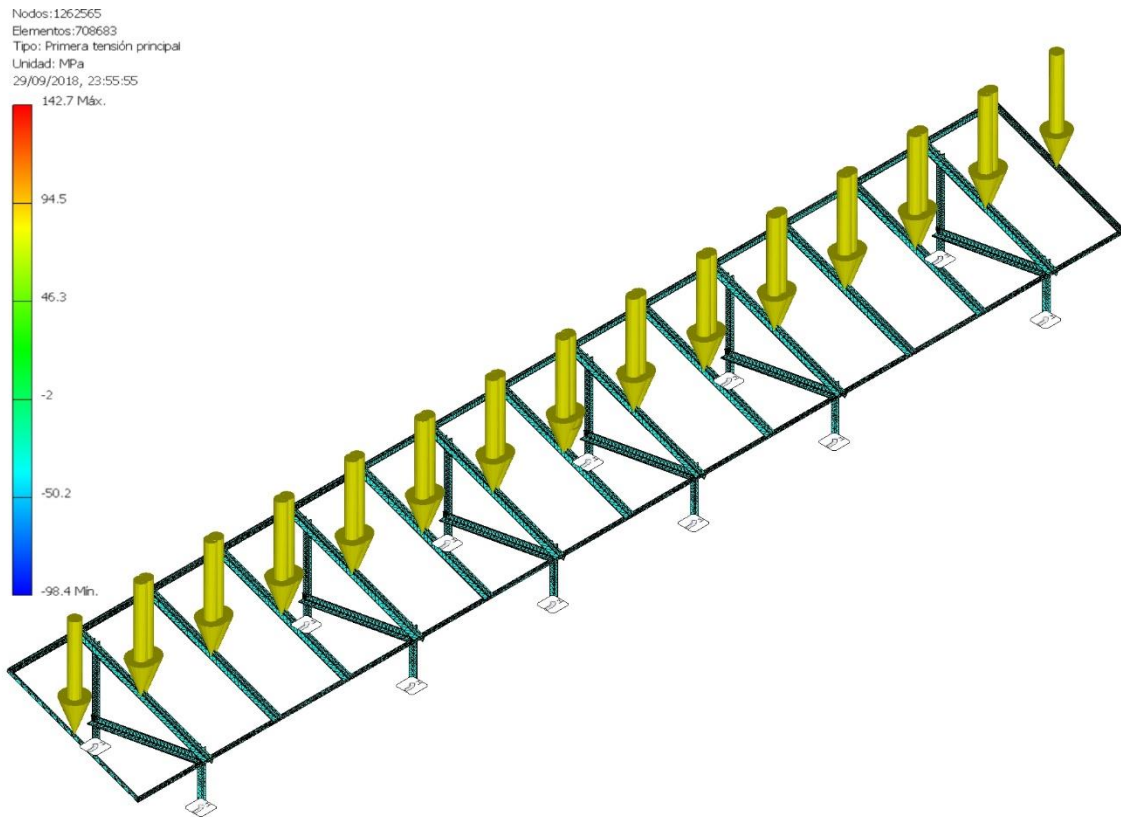


**ANEXO C: RESULTADOS DE  
PRUEBAS SOBRE LA  
ESTRUCTURA**

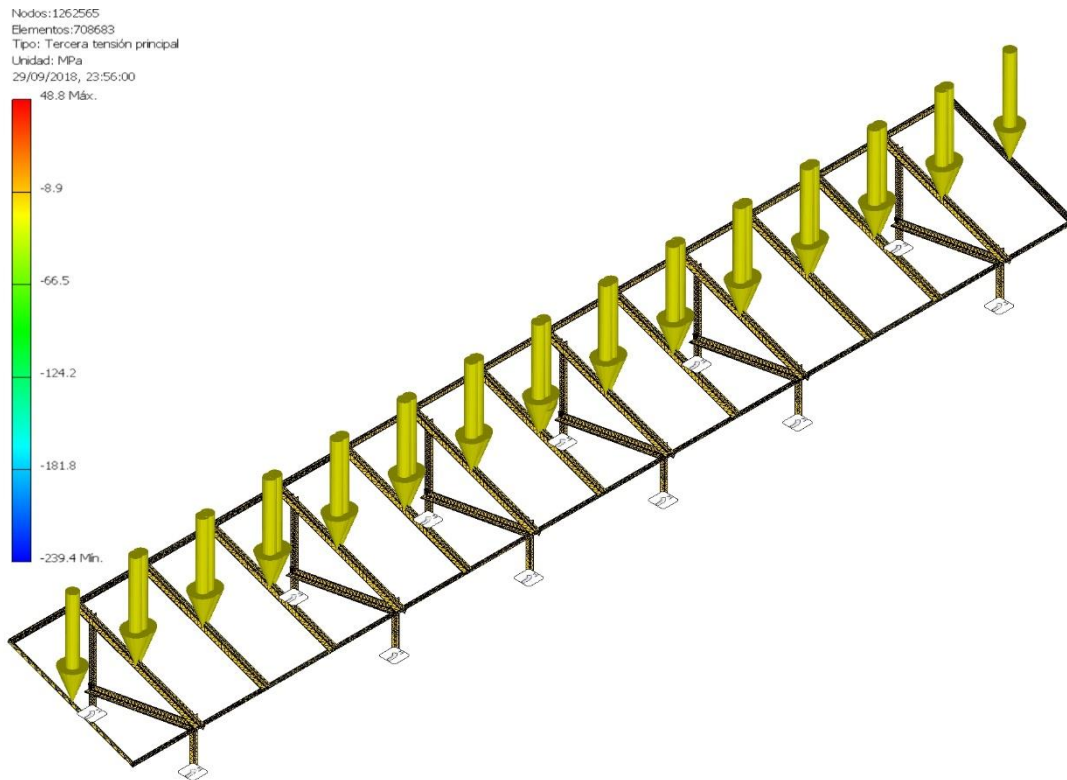
### ANEXO C-1 RESULTADO DE PRUEBA CON TENSION DE VON MISES



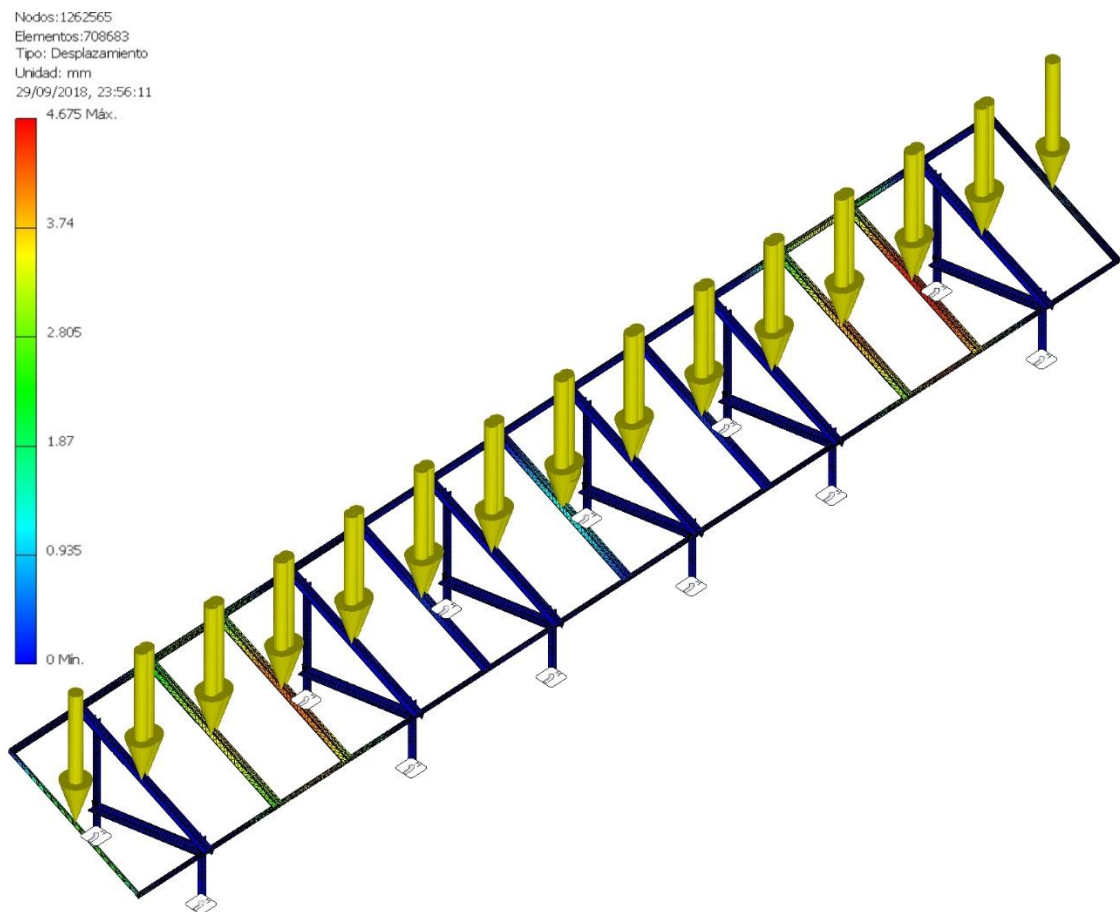
## ANEXO C-2: RESULTADO DE PRUEBA CON PRIMERA TENSION PRINCIPAL



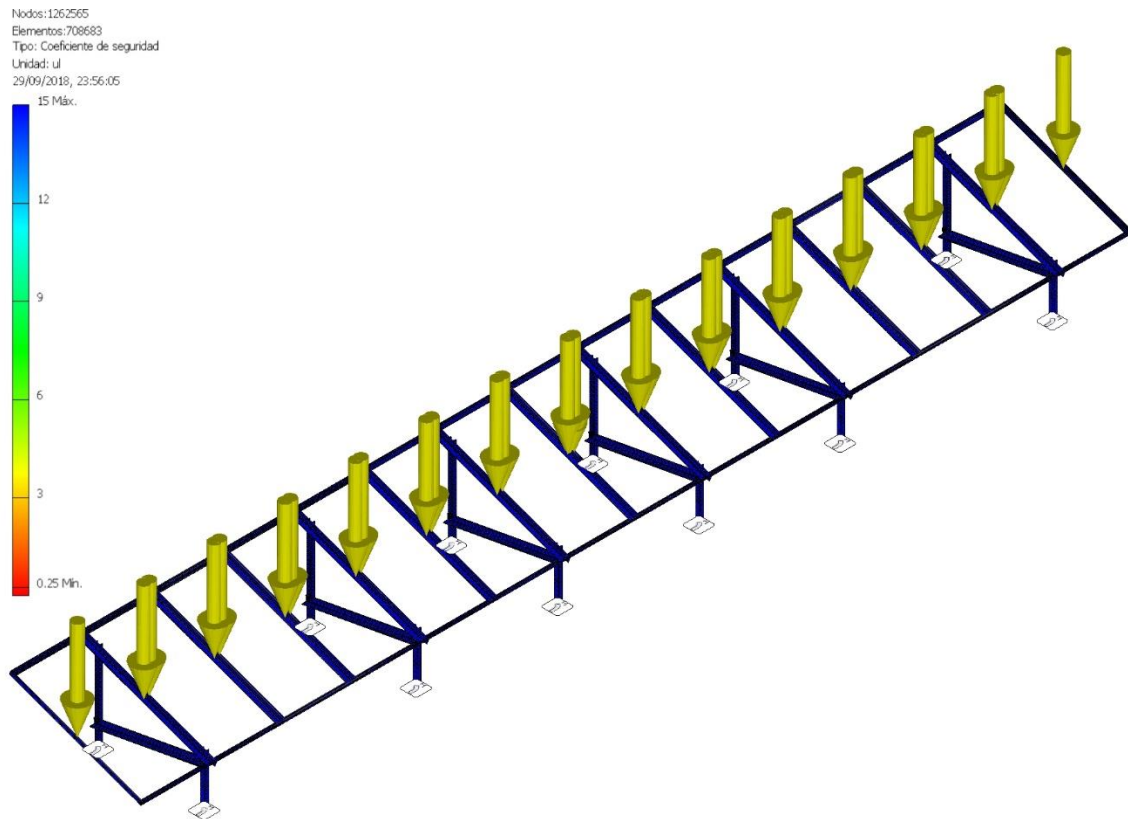
### ANEXO C-3: RESULTADO DE PRUEBA CON TERCERA TENSION PRINCIPAL




### ANEXO C-4: RESULTADOS DE PRUEBA DE DESPLAZAMIENTO



### ANEXO C-5 RESULTADOS DE PRUEBA DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD





# ANEXO D: LUMINARIAS UTILIZADAS Y RESULTADOS DE AMBIENTES

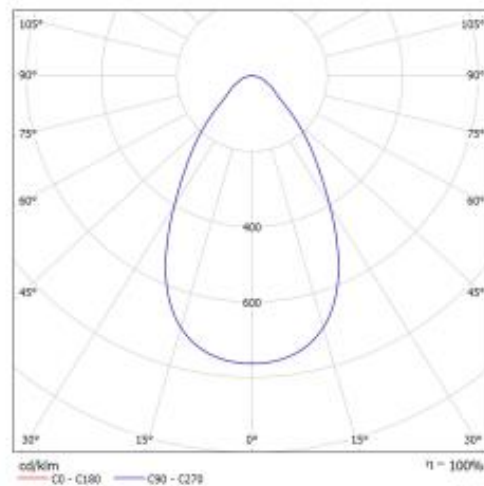
ANEXO D-1 LUMINARIAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DE ILUMINACION  
**PHILIPS DN571B PSED-E 1xLED12S/827 F SG-FRC / Hoja de datos de luminarias**



Clasificación luminarias según CIE: 99  
 Código CIE Flux: 74 91 98 99 100

LuxSpace recessed – high efficiency, visual comfort and a stylish design. Customers are looking to optimize all their resources, and that means not just their running costs (energy, etc.) but also their human resources. Energy savings are therefore a priority, but they must not have an adverse effect on the well-being of employees, who need a pleasant environment in order to be more productive, or on customers, who want to enjoy their shopping experience. LuxSpace provides the perfect combination of efficiency, light comfort and design, without compromising on lighting performance (color rendering and color uniformity). It offers a wide choice of options for creating the desired ambience, no matter the application. For office applications LuxSpace supports the general feeling of health and wellbeing having dedicated Tunable White products.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

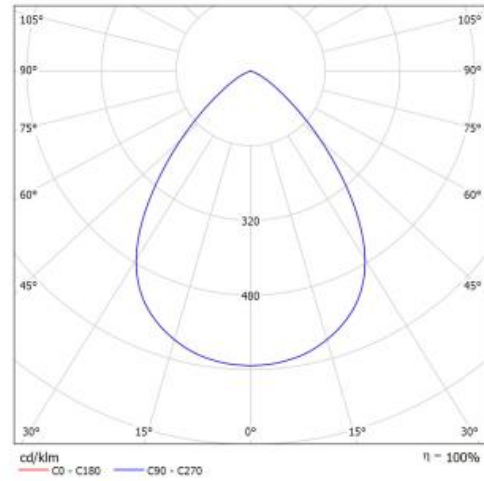
**Valoración de deslumbramiento según UGR**

	75	75	50	50	30	30	70	70	50	50	30	
$\rho$ Techo	70	30	50	30	30	30	30	30	30	30	30	
$\rho$ Paredes	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
$\rho$ Suelo	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
S	2H	3H	4H	5H	6H	12H	2H	3H	4H	5H	6H	12H
2H	17,0	17,9	17,3	18,2	18,4	17,0	17,9	17,3	18,2	18,4	17,0	17,9
3H	17,8	18,6	18,2	18,9	19,1	17,8	18,6	18,2	18,9	19,1	17,8	18,6
4H	18,2	19,0	18,5	19,3	19,6	18,2	19,0	18,5	19,3	19,6	18,2	19,0
5H	18,6	19,4	18,9	19,7	20,0	18,6	19,4	18,9	19,7	20,0	18,6	19,4
6H	18,9	19,5	19,2	19,9	20,2	18,9	19,5	19,2	19,9	20,2	18,9	19,5
12H	19,0	19,7	19,4	20,0	20,3	19,0	19,7	19,4	20,0	20,3	19,0	19,7
4H	17,3	18,1	17,6	18,4	18,7	17,3	18,1	17,6	18,4	18,7	17,3	18,1
5H	18,0	18,8	18,3	19,1	19,4	18,0	18,8	18,3	19,1	19,4	18,0	18,8
6H	18,9	19,5	19,2	19,9	20,2	18,9	19,5	19,2	19,9	20,2	18,9	19,5
12H	19,0	19,7	19,4	20,0	20,3	19,0	19,7	19,4	20,0	20,3	19,0	19,7
5H	18,1	18,6	18,8	19,3	19,4	18,1	18,6	18,8	19,3	19,4	18,1	18,6
6H	18,9	19,5	19,4	20,0	20,2	18,9	19,5	19,4	20,0	20,2	18,9	19,5
12H	19,0	19,6	19,5	20,1	20,3	19,0	19,6	19,5	20,1	20,3	19,0	19,6
6H	18,9	19,5	19,5	20,0	20,2	18,9	19,5	19,5	20,0	20,2	18,9	19,5
12H	19,0	19,6	19,6	20,1	20,3	19,0	19,6	19,6	20,1	20,3	19,0	19,6
6H	18,9	19,5	19,5	20,0	20,2	18,9	19,5	19,5	20,0	20,2	18,9	19,5
12H	19,0	19,6	19,6	20,1	20,3	19,0	19,6	19,6	20,1	20,3	19,0	19,6
Variación de la posición del espectador para secciones C entre luminarias												
S = 1,0H	+0,4 / -0,5						+0,4 / -0,5					
S = 1,5H	+1,0 / -0,0						+1,0 / -0,0					
S = 2,0H	+1,8 / -1,2						+1,8 / -1,2					
Tamaño estándar	8005						8005					
Sumado de corrección	2,0						2,0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 600lm flujo luminoso total												



PHILIPS DN560B 1xLED12S/830 C / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 76 97 100 100 100

LuxSpace recessed – high efficiency, visual comfort and a stylish design. Customers are looking to optimize all their resources, and that means not just their running costs (energy, etc.) but also their human resources. Energy savings are therefore a priority, but they must not have an adverse effect on the well-being of employees, who need a pleasant environment in order to be more productive, or on customers, who want to enjoy their shopping experience. LuxSpace provides the perfect combination of efficiency, light comfort and design, without compromising on lighting performance (color rendering and color uniformity). It offers a wide choice of options for creating the desired ambience, no matter the application. For office applications LuxSpace supports the general feeling of health and wellbeing having dedicated Tunable White products

Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

		70	70	90	90	30	70	70	90	90	30
p. Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p. Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
p. Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	21.1	22.1	21.4	22.3	22.5	21.1	22.1	21.4	22.3	22.5
	3H	21.1	21.9	21.4	22.1	22.4	21.1	21.9	21.4	22.1	22.4
	4H	21.0	21.8	21.3	22.0	22.3	21.0	21.8	21.3	22.0	22.3
	6H	20.9	21.6	21.3	21.9	22.2	20.9	21.6	21.3	21.9	22.2
4H	6H	20.9	21.6	21.2	21.9	22.2	20.9	21.6	21.2	21.9	22.2
	12H	20.9	21.5	21.2	21.8	22.1	20.9	21.5	21.2	21.8	22.1
	2H	21.1	21.9	21.4	22.1	22.4	21.1	21.9	21.4	22.1	22.4
	3H	21.0	21.7	21.4	22.0	22.3	21.0	21.7	21.4	22.0	22.3
6H	4H	21.0	21.5	21.4	21.9	22.2	21.0	21.5	21.4	21.9	22.2
	6H	20.9	21.4	21.3	21.7	22.1	20.9	21.4	21.3	21.7	22.1
	8H	20.9	21.3	21.3	21.7	22.1	20.9	21.3	21.3	21.7	22.1
	12H	20.8	21.2	21.3	21.6	22.0	20.8	21.2	21.3	21.6	22.0
8H	4H	20.9	21.3	21.3	21.7	22.1	20.9	21.3	21.3	21.7	22.1
	6H	20.8	21.1	21.2	21.6	22.0	20.8	21.1	21.2	21.6	22.0
	8H	20.7	21.0	21.2	21.5	22.0	20.7	21.0	21.2	21.5	22.0
	12H	20.7	20.9	21.2	21.4	21.9	20.7	20.9	21.2	21.4	21.9
12H	4H	20.8	21.2	21.3	21.6	22.0	20.8	21.2	21.3	21.6	22.0
	6H	20.7	21.0	21.2	21.5	22.0	20.7	21.0	21.2	21.5	22.0
	8H	20.7	20.9	21.2	21.4	21.9	20.7	20.9	21.2	21.4	21.9
	12H	20.7	20.9	21.2	21.4	21.9	20.7	20.9	21.2	21.4	21.9

Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias

S = 1.0H	+1.3 / -3.0	+1.3 / -3.0
S = 1.5H	+2.9 / -5.9	+2.9 / -5.9
S = 2.0H	+4.7 / -10.2	+4.7 / -10.2

Tabla estándar Sumando de corrección

	BD00	BD00
	2.6	2.6

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm flujo luminoso total



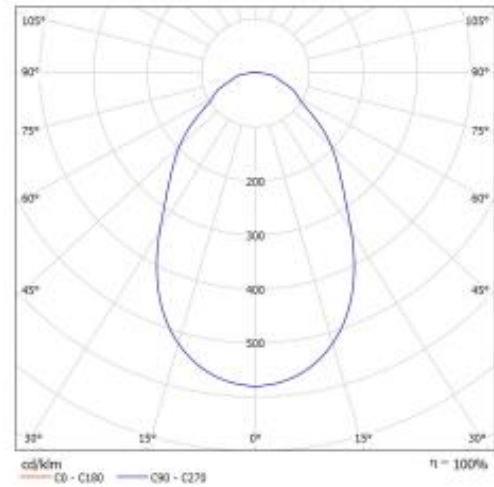
PHILIPS DN570B PSE-E 1xLED12S/830 M SG-O / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 61 85 96 99 100

LuxSpace recessed – high efficiency, visual comfort and a stylish design. Customers are looking to optimize all their resources, and that means not just their running costs (energy, etc.) but also their human resources. Energy savings are therefore a priority, but they must not have an adverse effect on the well-being of employees, who need a pleasant environment in order to be more productive, or on customers, who want to enjoy their shopping experience. LuxSpace provides the perfect combination of efficiency, light comfort and design, without compromising on lighting performance (color rendering and color uniformity). It offers a wide choice of options for creating the desired ambience, no matter the application. For office applications LuxSpace supports the general feeling of health and wellbeing having dedicated Tunable White products.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
$\rho$ Techo	75	70	58	56	30	70	70	50	50	30		
$\rho$ Paredes	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30		
$\rho$ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local x y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
	2H	24	18,7	18,8	18,5	20,8	20,3	18,7	19,8	19,0	20,0	20,3
	3H	18,9	20,9	26,2	21,2	21,5	19,6	20,9	20,3	21,2	21,5	
	4H	20,5	21,4	28,8	21,7	22,8	20,5	21,4	20,0	21,7	22,0	
	6H	21,1	22,0	23,8	22,3	22,8	21,1	22,0	21,8	22,3	22,6	
8H	21,4	22,3	21,8	22,6	22,8	21,4	22,3	21,8	22,6	22,8		
12H	21,7	22,5	22,1	22,8	23,2	21,7	22,5	22,1	22,9	23,2		
4H	3H	18,2	20,2	18,5	20,4	20,7	19,2	20,2	19,5	20,4	20,7	
	3H	20,4	21,4	21,8	21,8	22,1	20,8	21,4	21,0	21,8	22,1	
	4H	21,3	22,1	21,7	22,4	22,8	21,3	22,1	21,7	22,4	22,8	
	6H	22,2	22,8	22,8	23,2	23,8	22,2	22,8	22,6	23,2	23,8	
	8H	22,6	23,2	22,1	23,8	24,4	22,6	23,2	23,1	23,8	24,4	
12H	23,0	23,5	23,5	23,8	24,4	23,0	23,5	23,5	23,9	24,4		
6H	4H	21,7	22,3	22,5	22,7	23,1	21,7	22,3	22,1	22,7	23,1	
	6H	22,7	23,2	23,2	23,7	24,3	22,7	23,2	23,2	23,7	24,1	
	8H	23,3	23,7	23,8	24,3	24,9	23,3	23,7	23,8	24,3	24,9	
	12H	23,8	24,2	24,3	24,7	25,3	23,8	24,2	24,3	24,7	25,3	
12H	4H	21,7	22,3	22,3	22,7	23,1	21,7	22,3	22,2	22,7	23,1	
	6H	22,9	23,3	23,4	23,8	24,2	22,9	23,3	23,4	23,8	24,2	
	8H	23,5	23,9	24,8	24,4	24,8	23,5	23,9	24,0	24,4	24,8	
Variación de la posición del espectador para parámetro S entre luminarias												
S = 1,0H	+0,2 / -0,2					+0,2 / -0,2						
S = 1,5H	+0,3 / -0,4					+0,3 / -0,4						
S = 2,0H	+0,3 / -0,7					+0,3 / -0,7						
Talla estándar	8006					8006						
Sumando de conexión	5,0					5,0						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 600lm flujo luminoso total												



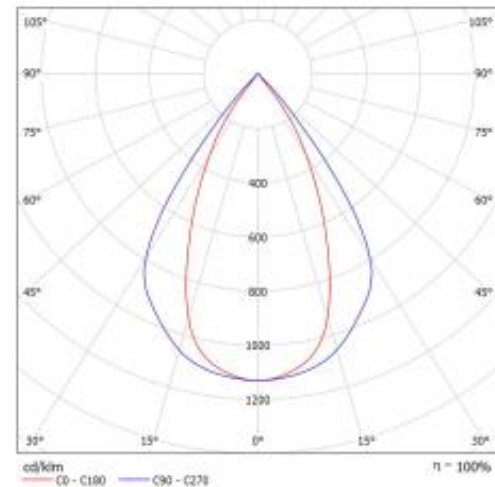
PHILIPS 4MX850 G3 491 1xLED40S/840 PSU NB / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 96 98 99 100 100

Maxos LED Industry – Innovative, flexible solution delivers ideal light output  
Customers in the industrial and retail sectors are looking for general lighting solutions with a justifiable payback, while meeting all relevant norms for supermarkets and industry applications. For a limited investment, Maxos LED industry offers best-in-class energy savings while delivering high lux levels at the required color temperatures and glare factors.  
The minimalistic Maxos LED Industry system comprises exchangeable mid-power LED boards mounted on a standard Maxos trunking rail. A choice of wide and medium-beam lenses means flexibility in light distribution. Compared with a conventional fluorescent installation, this highly efficient LED solution offers full payback in less than three years. And the benefits keep coming: the use of our upgradable LED engine platform makes Maxos LED Industry a truly future-proof solution.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR													
		70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
p_Teicho		50	30	50	70	90	90	30	30	30	30	30	
p_Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
p_Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y												
2H	2H	10.4	11.1	11.8	12.3	12.9	13.7	14.4	15.0	15.6	16.2	16.8	
	3H	10.6	11.1	11.7	12.3	12.8	13.7	14.3	14.9	15.5	16.0	16.5	
	4H	10.8	11.2	11.9	12.4	12.9	13.6	14.2	14.8	15.3	15.8	16.3	
	6H	11.0	11.3	12.0	12.5	13.0	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	
	12H	11.1	11.6	12.1	12.6	13.1	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	
4H	2H	10.2	10.9	11.4	11.9	12.4	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	
	3H	10.4	10.9	11.4	11.9	12.4	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	
	4H	10.6	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	
	6H	11.0	11.3	11.8	12.3	12.8	13.3	13.8	14.3	14.8	15.3	15.8	
	12H	11.2	11.6	12.1	12.6	13.1	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	
6H	4H	10.7	11.0	11.4	11.8	12.2	12.6	13.0	13.4	13.8	14.2	14.6	
	6H	11.1	11.4	11.8	12.2	12.6	13.0	13.4	13.8	14.2	14.6	15.0	
	8H	11.5	11.7	12.0	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0	14.4	14.8	15.2	
	12H	11.9	12.1	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0	14.4	14.8	15.2	15.6	
	12H	12.0	12.3	12.6	13.0	13.4	13.8	14.2	14.6	15.0	15.4	15.8	
12H	4H	10.8	10.9	11.1	11.3	11.5	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	
	6H	11.2	11.4	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.0	13.2	
	8H	11.6	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	12.9	13.1	13.3	13.5	
Variación de la posición del espectador para aplicaciones G otros luminarias													
S = 1.0H		+3.6 / -2.3						+5.4 / -6.4					
S = 1.5H		+6.1 / -2.0						+8.2 / -6.7					
S = 2.0H		+8.2 / -2.0						+10.2 / -7.0					
Tabla estándar		B022						B030					
Sumando de construcción		-6.5						-2.7					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 800lm Flujo luminoso total													



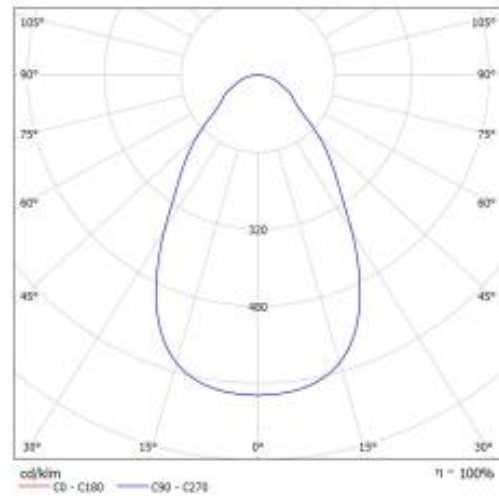
PHILIPS DN561C 1xLED12S/840 F SG-O / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 68 88 97 99 100

LuxSpace surface-mounted – high efficiency, visual comfort and a stylish design. Customers are looking to optimize all their resources, and that means not just their running costs (energy, etc.) but also their human resources. Energy savings are therefore a priority, but they must not have an adverse effect on the well-being of employees, who need a pleasant environment in order to be more productive, or on customers, who want to enjoy their shopping experience. LuxSpace provides the perfect combination of efficiency, light comfort and design, without compromising on lighting performance (color rendering and color uniformity). It offers a wide choice of options for creating the desired ambience, no matter the application.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

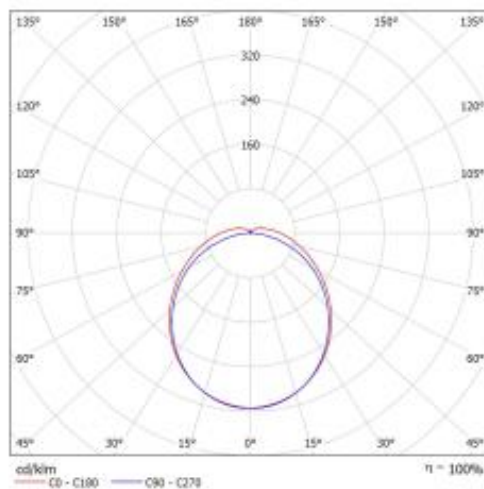
Valoración de deslumbramiento según UGR													
		70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
α (Ranuras)		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
β (Suelo)		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Tamaño del local x y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	24	28.2	31.2	35.4	21.4	21.8	20.2	21.2	20.4	21.4	21.8	21.8	
	34	21.2	22.2	21.5	22.4	22.7	21.3	22.3	21.5	22.4	22.7	22.7	
	44	21.8	22.7	22.5	22.8	23.2	21.9	22.7	22.1	22.9	23.2	23.2	
	84	22.8	23.4	23.8	21.7	24.8	21.6	22.4	22.0	22.7	24.0	24.0	
	124	22.8	23.6	23.2	23.8	24.2	22.8	23.6	23.3	23.9	24.2	24.2	
4H	34	28.6	21.5	28.8	21.8	22.8	20.6	21.5	20.9	21.8	22.9	22.9	
	34	25.9	22.7	22.3	22.0	22.3	21.8	22.7	22.5	23.0	23.8	23.8	
	44	22.6	22.3	22.8	22.8	24.8	22.6	22.3	22.0	22.6	24.0	24.0	
	84	22.4	22.9	22.8	24.3	24.7	22.4	22.9	22.8	24.3	24.7	24.7	
	124	22.7	24.2	24.1	24.8	25.6	22.7	24.2	24.1	24.6	25.8	25.8	
8H	44	22.9	22.5	22.4	22.8	24.3	22.9	22.5	22.4	22.9	24.3	24.3	
	84	22.9	24.3	24.3	24.7	25.2	22.9	24.3	24.3	24.7	25.2	25.2	
	84	24.3	24.7	24.8	25.3	25.8	24.3	24.7	24.8	25.1	25.6	25.6	
	124	24.7	25.1	25.2	25.2	26.8	24.7	25.1	25.2	25.5	26.8	26.8	
	124	22.0	22.4	22.4	22.8	24.3	22.0	22.4	22.4	22.9	24.3	24.3	
12H	84	24.8	24.3	24.4	24.8	25.3	24.0	24.3	24.4	24.8	25.3	25.3	
	84	24.5	24.0	25.8	25.3	25.8	24.5	24.0	25.0	25.3	25.8	25.8	
Variación de la posición del espectador para espejismo (0 entre luminarias)													
S = 1.0H		+0.2 / -0.2						+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+0.4 / -0.5						+0.4 / -0.5					
S = 2.0H		+0.8 / -0.9						+0.8 / -0.9					
Tabla estándar Sumando de compensación		8/06						8/06					
		7.0						7.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1000h flujo luminoso total													



**PHILIPS LL512X 1 xLED31S/840 PCO / Hoja de datos de luminarias**

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

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 93  
Código CIE Flux: 44 74 91 93 100

Guaranteed performance, thinking ahead Maxos fusion is an adaptable LED trunking system that offers an excellent quality of light while more than halving energy costs compared to fluorescent lamps. For retail applications, a family of linear panels, non-linear modules and a spot portfolio can be smoothly integrated into the track backbone to let your merchandise sparkle and stand out. For industrial applications, the focus is on reducing installation and maintenance cost by using fewer linear panels. With the electrical set-up of up to 13 wires, the freedom to position these fixtures as required and the integration of other services/third-party hardware, the system allows you to reduce ceiling clutter. It can also be easily re-configured to accommodate future lay-out changes. The infrastructure is enabled to integrate sensors for data collection, giving you the opportunity to use insightful granular information to support your business.

Emisión de luz 1:

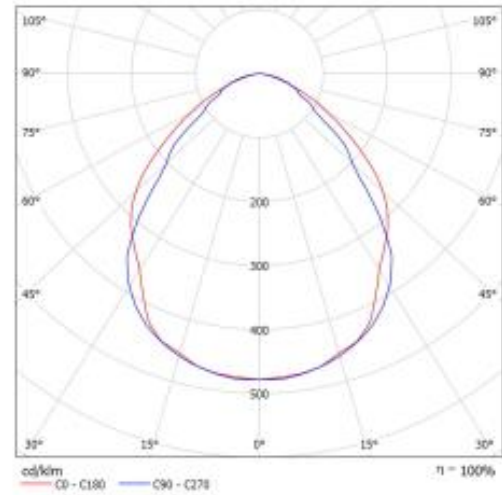
Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
p Techo		70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
p Paredes		70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
p Suelo		70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Tamaño del local	Y	Mirado en perpendicular al eje de la lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de la lámpara				
2H	2H	18.1	22.3	26.5	30.7	35.0	39.2	43.4	47.6	51.8	56.0
	3H	18.8	23.0	27.2	31.4	35.6	39.8	44.0	48.2	52.4	56.6
	4H	19.5	23.7	27.9	32.1	36.3	40.5	44.7	48.9	53.1	57.3
	5H	20.2	24.4	28.6	32.8	37.0	41.2	45.4	49.6	53.8	58.0
	12H	20.9	25.1	29.3	33.5	37.7	41.9	46.1	50.3	54.5	58.7
4H	2H	18.7	22.9	27.1	31.3	35.5	39.7	43.9	48.1	52.3	56.5
	3H	19.4	23.6	27.8	32.0	36.2	40.4	44.6	48.8	53.0	57.2
	4H	20.1	24.3	28.5	32.7	36.9	41.1	45.3	49.5	53.7	57.9
	5H	20.8	25.0	29.2	33.4	37.6	41.8	46.0	50.2	54.4	58.6
	12H	21.5	25.7	29.9	34.1	38.3	42.5	46.7	50.9	55.1	59.3
8H	4H	22.9	27.1	31.3	35.5	39.7	43.9	48.1	52.3	56.5	60.7
	5H	23.6	27.8	32.0	36.2	40.4	44.6	48.8	53.0	57.2	61.4
	6H	24.3	28.5	32.7	36.9	41.1	45.3	49.5	53.7	57.9	62.1
	7H	25.0	29.2	33.4	37.6	41.8	46.0	50.2	54.4	58.6	62.8
	12H	25.7	29.9	34.1	38.3	42.5	46.7	50.9	55.1	59.3	63.5
12H	4H	23.9	28.1	32.3	36.5	40.7	44.9	49.1	53.3	57.5	61.7
	5H	24.6	28.8	33.0	37.2	41.4	45.6	49.8	54.0	58.2	62.4
	6H	25.3	29.5	33.7	37.9	42.1	46.3	50.5	54.7	58.9	63.1
	7H	26.0	30.2	34.4	38.6	42.8	47.0	51.2	55.4	59.6	63.8
	12H	26.7	30.9	35.1	39.3	43.5	47.7	51.9	56.1	60.3	64.5
Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2				
S = 2.0H		+0.3 / -0.3					+0.3 / -0.3				
Tabla estándar		B100					B100				
Suavizado de conexión		0.5					0.5				
Índice de deslumbramiento calculado en relación a 1700lm Flujo luminoso total											



**PHILIPS BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC / Hoja de datos de luminarias**



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 89 98 100 100

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of suspended luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design. These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECO or LED light sources in rectangular and square versions with direct/indirect lighting combinations. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm suspended provides the ideal solution for every situation. Lighting controls can be added for further energy saving.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
α Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
β Paredes	50	30	50	30	30	80	30	80	30	30	
γ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámparas					Mirado longitudinalmente al eje de lámparas					
S	V										
2H	2H	18.6	25.7	18.9	20.9	21.3	18.1	28.2	35.4	18.4	18.7
	3H	25.3	21.3	28.6	21.4	21.8	19.6	20.0	39.3	20.2	28.6
	4H	28.5	21.4	28.8	21.7	22.8	19.4	20.3	39.7	20.6	28.9
	6H	28.5	21.4	28.9	21.7	22.8	19.7	20.6	20.0	20.9	21.2
	8H	28.5	21.4	28.9	21.7	22.8	19.8	20.6	20.1	20.9	21.2
4H	12H	28.5	21.3	28.9	21.8	22.8	19.6	20.6	20.2	20.9	21.2
	2H	18.7	25.7	28.1	21.8	21.2	18.5	29.4	35.8	19.7	28.0
	3H	25.8	21.4	21.8	21.7	22.3	19.8	20.3	39.8	20.6	28.9
	4H	28.9	21.6	21.3	21.8	22.3	20.0	20.7	30.4	21.1	21.4
	6H	21.0	21.6	21.4	22.8	22.3	20.4	21.0	20.8	21.4	21.8
6H	8H	21.0	21.6	21.4	21.9	22.3	20.9	21.1	21.0	21.8	21.9
	12H	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3	20.6	21.1	21.0	21.5	21.9
	2H	28.9	21.5	21.4	21.8	22.3	20.1	20.7	20.6	21.1	21.5
	3H	21.1	21.8	21.8	22.8	22.4	20.8	21.1	21.1	21.5	21.8
	4H	21.1	21.8	21.8	22.8	22.4	20.7	21.1	21.2	21.6	22.1
12H	12H	21.1	21.4	21.5	21.9	22.4	20.8	21.2	21.3	21.6	22.1
	4H	28.9	21.4	21.4	21.8	22.3	20.1	20.6	20.6	21.0	21.5
	6H	21.1	21.8	21.8	21.9	22.4	20.8	21.0	21.1	21.4	21.9
8H	21.1	21.5	21.8	21.8	22.4	20.8	21.1	21.3	21.6	22.1	

Variación de la posición del apantallado para sistemas S entre luminarias		
S = 1.0H	+0.2 / -0.3	+0.3 / -0.5
S = 1.5H	+0.6 / -1.1	+0.8 / -1.1
S = 2.0H	+1.8 / -2.0	+1.8 / -1.3
Tamaño estándar	B020	B034
Sumando de combinación	3.8	3.2

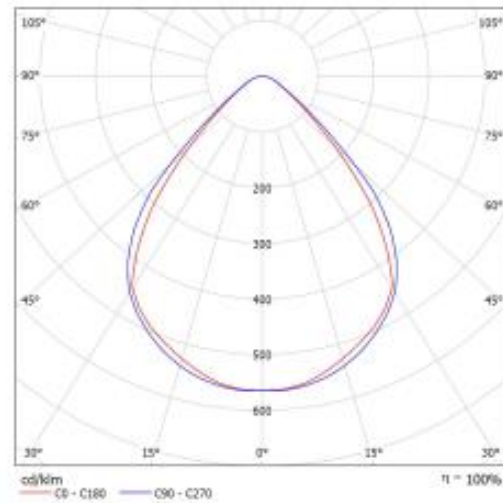
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4300lm flujo luminoso total



**PHILIPS BPS460 W33L124 1xLED48/830 AC-MLO / Hoja de datos de luminarias**



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 71 94 99 100 100

SmartForm – top-class lighting in a fresh, appealing design. We all feel and perform better in a pleasant, comfortable working environment. Designed for use in offices, shops and schools, the SmartForm family of suspended luminaires combines best-in-class lighting with a clean, distinctive design. These ultra-flat luminaires are available with a choice of MASTER TL5, TL5 ECC or LED light sources in rectangular and square versions with direct/indirect lighting combinations. They can also be used to form light-lines and structures.

With its wide choice of very efficient and comfortable micro-optics and covers, SmartForm suspended provides the ideal solution for every situation. Lighting controls can be added for further energy saving.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
		70	70	50	30	30	70	70	50	30
h	h	90	30	90	30	30	90	30	90	30
h		30	30	30	30	30	30	30	30	30
2H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
4H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
5H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6	25.5	34.8	25.6	26.2	15.6	16.2	16.0	16.5
	3H	34.4	25.3	34.7	25.5	26.6	15.0	16.3	16.2	16.7
	4H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
	5H	34.4	25.3	34.8	25.6	26.7	14.9	16.4	16.4	16.8
12H	2H	34.4	25.3	34.6	25.6	25.0	15.1	16.1	15.3	16.5
	3H	34.6	25.5	34.9	25.7	26.0	15.2	16.1	15.5	16.8
	4H	34.7	25.5	35.0	25.8	26.1	15.4	16.2	15.7	16.5
	5H	34.9	25.6	35.2	25.9	26.2	15.5	16.3	15.9	16.8
12H	2H	34.9	25.7	35.3	26.0	26.3	15.6	16.3	15.9	16.8
	3H	35.0	25.7	35.4	26.0	26.3	15.6	16.3	16.0	16.6
	4H	34.4	25.3	34.7	25.5	25.0	15.1	15.9	15.4	16.2
	5H	34.6	25.5	35.1	25.8	26.1	15.4	16.1	15.7	16.4
12H	2H	34.6								

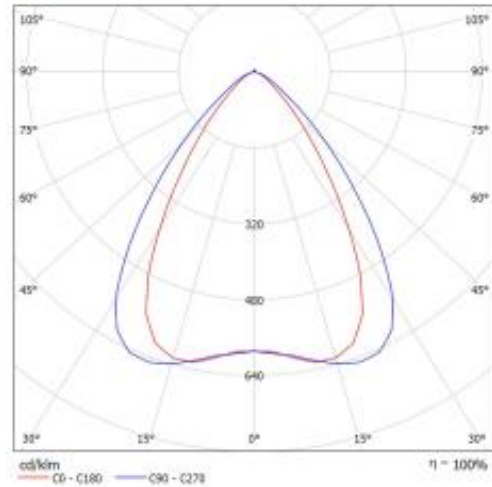
**PHILIPS LL612X 1 xLED31S/840 MB / Hoja de datos de luminarias**

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

Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 78 96 99 100 100

Guaranteed performance, thinking ahead Maxos fusion is an adaptable LED trunking system that offers an excellent quality of light while more than halving energy costs compared to fluorescent lamps. For retail applications, a family of linear panels, non-linear modules and a spot portfolio can be smoothly integrated into the track backbone to let your merchandise sparkle and stand out. For industrial applications, the focus is on reducing installation and maintenance cost by using fewer linear panels. With the electrical set-up of up to 13 wires, the freedom to position these fixtures as required and the integration of other services/third-party hardware, the system allows you to reduce ceiling clutter. It can also be easily re-configured to accommodate future lay-out changes. The infrastructure is enabled to integrate sensors for data collection, giving you the opportunity to use insightful granular information to support your business.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
∅ Techo		30	30	50	30	30	30	30	30	30	30
∅ Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
∅ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
L	Y										
2H	2H	14.6	15.5	14.9	15.7	15.9	17.3	18.2	17.6	18.4	18.4
	3H	14.7	15.5	15.0	15.8	16.0	17.5	18.3	17.8	18.5	18.5
	4H	14.7	15.5	15.1	15.8	16.0	17.5	18.3	17.8	18.5	18.5
	6H	14.7	15.4	15.1	15.7	16.0	17.5	18.2	17.6	18.5	18.5
4H	4H	14.7	15.4	15.1	15.6	16.0	17.5	18.1	17.6	18.4	18.7
	12H	14.7	15.3	15.1	15.6	16.0	17.5	18.1	17.6	18.4	18.7
	2H	14.7	15.5	15.1	15.8	16.0	17.5	18.0	17.6	18.3	18.6
	3H	15.0	15.6	15.3	15.9	16.2	17.6	18.1	17.9	18.4	18.8
6H	4H	15.0	15.5	15.3	15.9	16.2	17.6	18.1	18.0	18.4	18.8
	6H	15.0	15.5	15.3	15.9	16.2	17.6	18.1	18.0	18.4	18.8
	8H	15.0	15.5	15.3	15.9	16.2	17.6	18.0	18.0	18.4	18.8
	12H	15.0	15.4	15.3	15.8	16.2	17.6	17.9	18.0	18.3	18.8
8H	4H	15.0	15.4	15.3	15.8	16.2	17.5	17.9	17.9	18.3	18.7
	6H	15.1	15.4	15.3	15.8	16.2	17.5	17.9	18.0	18.3	18.8
	8H	15.1	15.4	15.3	15.8	16.2	17.5	17.9	18.0	18.3	18.8
	12H	15.1	15.3	15.3	15.8	16.2	17.5	17.7	18.0	18.2	18.7
12H	4H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.2	17.5	17.9	17.9	18.3	18.7
	6H	15.0	15.3	15.3	15.8	16.2	17.5	17.8	18.0	18.2	18.7
	8H	15.0	15.3	15.3	15.8	16.2	17.5	17.7	18.0	18.2	18.7
	12H	15.0	15.2	15.2	15.8	16.2	17.5	17.7	18.0	18.2	18.7
Variación de la posición del apantallador para estándares C entre luminarias											
S = L:0H		+2.3 / -2.5					+1.4 / -2.3				
S = L:0H		+3.2 / -3.6					+3.4 / -3.6				
S = L:0H		+4.2 / -4.6					+3.2 / -4.6				
Tabla estándar		0.01					0.01				
Sumando de conexión		-3.0					-0.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2000lm Flujo luminoso total											



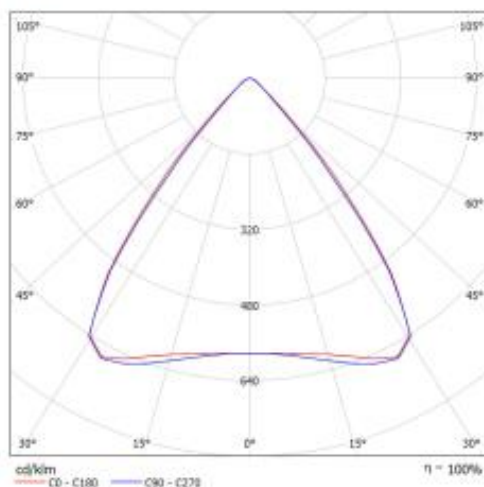
**PHILIPS SP530P L1410 1 xLED19S/840 OC / Hoja de datos de luminarias**

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

Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 88 98 100 100 100

TrueLine, suspended - True line of light: elegant, energy-efficient and compliant with office lighting norms. Architects need a lighting solution that matches the interior architecture of the property they are working on. They want a light line with an elegant design and very high light levels. Specifiers need luminaires that enable them to save energy while at the same time providing the right level of light, in compliance with office lighting norms. TrueLine, suspended is able to meet both sets of requirements. TrueLine is also available in recessed and surface-mounted versions.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

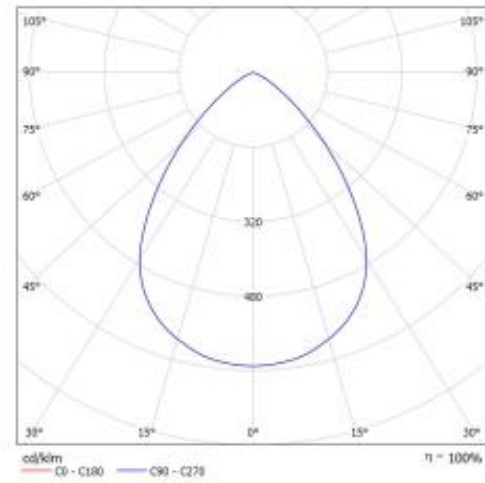
Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	75	50	55	30	70	75	50	55	30	
α Techo		30	30	50	30	30	30	30	30	30	30	
β Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
γ Suelo		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Temperatura del local		Mirado en perpendicular al eje de la ventana					Mirado longitudinalmente al eje de la ventana					
X	Y											
ZH	2H	19.2	16.0	15.5	16.2	18.4	19.0	17.7	19.2	19.9	18.1	
	4H	15.1	15.0	15.4	16.0	16.3	14.9	15.6	15.2	15.0	16.1	
	6H	16.1	16.7	16.4	16.8	16.2	14.9	15.6	15.2	15.0	16.1	
	8H	16.0	15.6	15.4	15.8	16.2	14.9	15.4	15.2	15.7	16.0	
4H	2H	15.1	15.7	15.4	16.0	16.2	14.8	15.5	15.1	15.7	16.0	
	4H	16.0	15.5	15.3	15.8	16.2	14.8	15.3	15.2	15.7	16.0	
	6H	15.0	15.4	15.3	15.8	16.1	14.8	15.3	15.2	15.6	16.0	
	8H	14.9	15.3	15.3	15.7	16.1	14.8	15.2	15.2	15.6	15.9	
8H	2H	14.9	15.3	15.3	15.6	16.0	14.8	15.1	15.2	15.5	15.9	
	4H	14.9	15.2	15.3	15.6	16.0	14.7	15.1	15.1	15.5	15.9	
	6H	14.8	15.1	15.3	15.5	16.0	14.7	15.0	15.2	15.4	15.8	
	8H	14.8	15.0	15.3	15.5	16.0	14.7	14.9	15.2	15.4	15.8	
12H	2H	14.8	15.0	15.3	15.4	15.8	14.7	14.9	15.2	15.3	15.8	
	4H	14.8	15.0	15.3	15.4	15.8	14.7	14.9	15.2	15.3	15.8	
	6H	14.8	15.0	15.3	15.4	15.8	14.7	14.9	15.2	15.3	15.8	
	8H	14.8	15.0	15.3	15.4	15.8	14.7	14.9	15.2	15.3	15.8	
Valores de la posición del espectador para secciones C entre luminarias												
S = 1.0H		+3.8 / -7.0					+3.8 / -5.9					
S = 1.5H		+6.3 / -8.2					+6.5 / -6.6					
S = 2.0H		+8.3 / -8.0					+8.4 / -7.4					
Tabla estándar		8000					9000					
Sumado de corrección		-3.3					-3.5					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 500lm flujo lumínico total												



PHILIPS DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 76 97 100 100 100

LuxSpace surface-mounted – high efficiency, visual comfort and a stylish design. Customers are looking to optimize all their resources, and that means not just their running costs (energy, etc.) but also their human resources. Energy savings are therefore a priority, but they must not have an adverse effect on the well-being of employees, who need a pleasant environment in order to be more productive, or on customers, who want to enjoy their shopping experience. LuxSpace provides the perfect combination of efficiency, light comfort and design, without compromising on lighting performance (color rendering and color uniformity). It offers a wide choice of options for creating the desired ambience, no matter the application.

Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

α Tallas	75	75	75	50	30	70	70	50	30	30	
α Paradas	30	30	50	30	30	30	30	30	30	30	
α 5000	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del leed X Y	Mirada en perpendicular al eje de lámpara					Mirada longitudinalmente al eje de lámpara					
1H	3H	18,8	19,7	18,0	19,9	20,1	18,8	19,7	19,0	19,9	20,1
	3H	18,7	19,6	18,0	19,9	20,0	18,7	19,6	19,0	19,9	20,0
	4H	18,7	19,4	18,0	19,7	20,0	18,7	19,4	19,0	19,7	20,0
	4H	18,6	19,3	18,9	19,8	19,9	18,6	19,3	19,9	19,8	19,9
4H	3H	18,5	19,2	18,9	19,3	19,8	18,5	19,2	19,9	19,3	19,8
	3H	18,5	19,2	18,9	19,3	19,8	18,5	19,2	19,9	19,3	19,8
	4H	18,7	19,5	19,1	19,8	20,0	18,7	19,5	19,1	19,8	20,0
	4H	18,7	19,3	19,1	19,7	20,0	18,7	19,3	19,1	19,7	20,0
8H	4H	18,0	19,2	19,0	19,1	19,9	18,0	19,2	19,0	19,1	19,9
	8H	18,0	19,0	19,0	19,4	19,8	18,0	19,0	19,0	19,4	19,8
	8H	18,5	19,0	18,9	19,3	19,7	18,5	19,0	18,9	19,3	19,7
	12H	18,5	18,9	18,9	19,3	19,7	18,5	18,9	18,9	19,3	19,7
12H	4H	18,5	19,0	18,8	19,3	19,7	18,5	19,0	19,0	19,3	19,7
	8H	18,4	18,8	18,9	19,1	19,7	18,4	18,8	18,9	19,1	19,7
	8H	18,4	18,7	18,9	19,1	19,6	18,4	18,7	18,9	19,1	19,6
	12H	18,4	18,0	18,8	19,1	19,8	18,4	18,0	18,8	19,1	19,8

Valoración de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias

S = L:0H	+1,2 / -2,0	+1,2 / -2,0
S = L:3H	+2,8 / -5,7	+2,8 / -5,7
S = L:8H	+4,6 / -9,0	+4,6 / -9,0

Talla estándar: B300  
 Surtenido de montaje: 0,3

Tabla de deslumbramiento corregida en relación a 1200lm. Para separación total



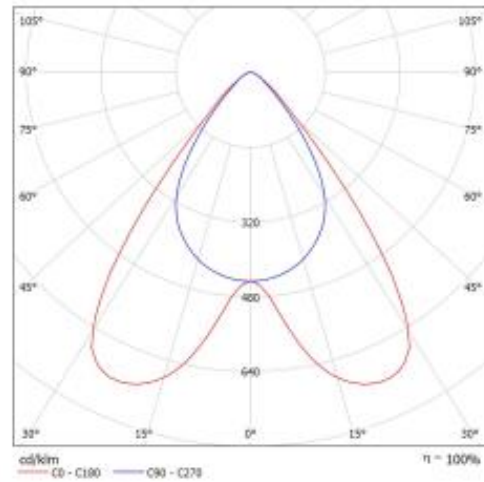
PHILIPS 4MX900 G3 581 1xLED40S/840 PSD DA20 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 80 96 99 100 100

Maxos LED Performer – efficient and precise line lighting Customers want to save energy and reduce cost compared to what they are used to with conventional lighting. At the same time, excellent lighting conditions are needed: in industrial environments, to guarantee safety and productivity; and in retail environments, to make the merchandise stand out and attract shoppers. Maxos LED Performer is an extremely flexible solution that delivers low energy consumption and excellent beam shaping at an attractive investment level.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

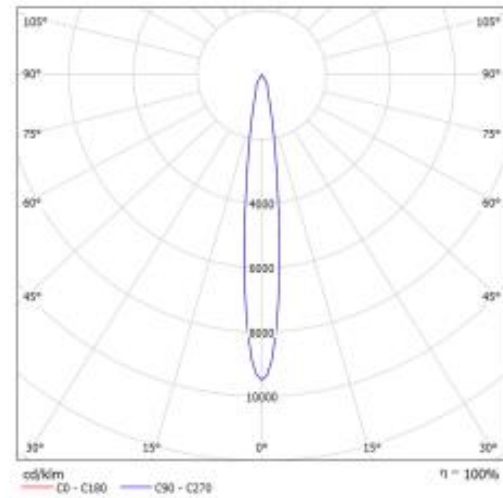
Valoración de deslumbramiento según UGR													
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30	
p. Techo		30	30	50	30	30	80	30	30	30	30	30	
p. Paredes		30	30	30	30	30	20	30	30	30	30	30	
p. Suelo		20	30	30	20	20	20	30	30	30	30	30	
Tenencia del local S Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
		2H	3H	4H	8H	12H	2H	3H	4H	8H	12H	2H	3H
2H	2H	18,8	17,9	18,9	17,7	17,9	18,9	17,8	17,3	18,0	18,2		
	3H	18,6	17,4	18,9	17,8	17,8	17,0	17,8	17,3	18,1	18,3		
	4H	18,5	17,3	18,9	17,5	17,8	17,1	17,6	17,4	18,1	18,3		
	8H	18,5	17,2	18,9	17,5	17,8	17,1	17,7	17,4	18,0	18,3		
	12H	18,5	17,2	18,9	17,5	17,8	17,0	17,7	17,4	18,0	18,3		
4H	2H	18,5	17,3	18,8	17,5	17,8	18,6	17,6	17,1	17,8	18,1		
	3H	18,5	17,1	18,9	17,4	17,8	17,0	17,6	17,3	17,9	18,2		
	4H	18,5	17,1	18,9	17,4	17,8	17,1	17,6	17,5	18,0	18,3		
	8H	18,6	17,0	17,8	17,4	17,8	17,1	17,6	17,5	18,0	18,3		
	12H	18,6	17,0	17,5	17,4	17,8	17,1	17,6	17,6	18,0	18,4		
8H	4H	18,5	16,9	18,9	17,3	17,7	17,0	17,4	17,4	17,8	18,2		
	8H	18,8	18,9	17,8	17,3	17,8	17,1	17,5	17,6	17,9	18,3		
	8H	18,8	18,9	17,5	17,4	17,8	17,2	17,9	17,7	17,9	18,4		
	12H	18,7	17,0	17,2	17,4	17,8	17,2	17,5	17,7	17,9	18,4		
	12H	18,5	16,8	18,9	17,2	17,7	17,0	17,4	17,4	17,8	18,2		
12H	8H	18,8	18,9	17,5	17,3	17,8	17,1	17,4	17,6	17,9	18,3		
	8H	18,7	18,9	17,1	17,4	17,8	17,2	17,4	17,7	17,9	18,4		
Variación de la posición del espectador para separaciones (l) entre luminarias													
S = 1,0H		+3,0 / -3,0					+2,8 / -3,2						
S = 1,5H		+8,3 / +6,9					+4,7 / +4,2						
S = 2,0H		+7,2 / -5,7					+6,2 / +6,8						
Tabla estándar		8001					8001						
Sumando de compensación		-1,3					-0,8						
Índice de deslumbramiento corrigido en relación a 4000lm Flujo luminoso total													



PHILIPS ST730T 1xLED11S/827 NB / Hoja de datos de luminaria:



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 100 100 100 100 100

StylID – the best energy-efficient range for retail applications. Retailers are increasingly having to contend with rising energy prices. At the same time, they need to retain the quality of light they are used to, flexibility in architectural integration, and the right light effects to catch the customer's eye. Last but not least, they need future-proof solutions that will enable them to implement differentiating concepts in their store. Delivering high-quality light, punch in the beam and outstanding luminous efficacy, StylID is the ideal energy-efficient solution for today's demanding retail environments, covering a variety of lighting applications, with including CrispWhite for fashion stores and Food recipes for supermarkets. StylID family features full passive cooling for the complete range that allows faster payback in the Performance size as well.

Emisión de luz 1:

**Valoración de deslumbramiento según UGR**

		75	70	50	50	30	20	70	70	50	50	30	
en Techo		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
en Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
en Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Temperatura del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y												
2H	2H	12.9	12.8	12.8	13.1	13.3	13.3	12.8	12.8	12.8	13.1	13.3	
	3H	12.2	12.8	12.8	13.6	13.2	13.2	12.8	12.5	13.0	13.2	13.2	
	4H	12.1	12.7	12.4	13.8	13.2	13.1	12.7	12.4	12.9	13.2	13.2	
	8H	12.0	12.5	12.4	13.8	13.1	13.0	12.5	12.4	12.8	13.1	13.1	
4H	2H	12.0	12.5	12.3	12.8	13.1	13.0	12.5	12.3	12.8	13.1	13.1	
	3H	12.1	12.7	12.4	12.9	13.2	13.1	12.7	12.4	12.9	13.2	13.2	
	4H	12.0	12.4	12.3	12.7	13.0	13.0	12.4	12.3	12.7	13.0	13.0	
	8H	11.9	12.2	12.2	12.6	12.9	11.8	12.1	12.1	12.5	12.9	12.9	
6H	2H	11.8	12.1	12.2	12.8	12.9	11.8	12.1	12.1	12.5	12.9	12.9	
	3H	11.7	11.9	12.2	12.3	12.8	11.7	11.9	12.2	12.5	12.8	12.8	
	4H	11.7	11.9	12.1	12.3	12.8	11.7	11.9	12.1	12.3	12.8	12.8	
	8H	11.7	11.8	12.2	12.3	12.8	11.7	11.8	12.2	12.3	12.8	12.8	
12H	2H	11.8	12.0	12.2	12.4	12.8	11.8	12.0	12.2	12.4	12.8	12.8	
	3H	11.7	11.8	12.1	12.3	12.7	11.7	11.8	12.1	12.3	12.7	12.7	
	4H	11.6	11.8	12.1	12.3	12.7	11.6	11.8	12.1	12.2	12.7	12.7	
	8H	11.6	11.8	12.1	12.3	12.7	11.6	11.8	12.1	12.2	12.7	12.7	

Variación de la posición del espectador para aproximado 5° entre luminarias

S = 1.0H	+6.9 / -18.8	+6.9 / -30.6
S = 1.5H	+9.7 / -13.5	+9.7 / -31.8
S = 2.0H	+11.7 / -12.8	+11.7 / -32.9

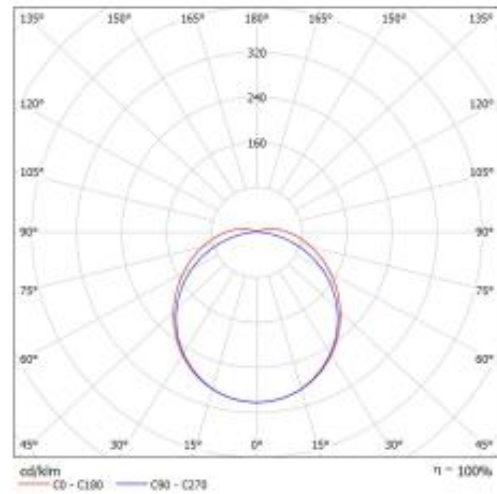
Tamaño estándar: 8000  
Sumando de visión: -6.3

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1000lm Flujo luminoso total



PHILIPS WL121V LED5S/830 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 95  
Código CIE Flux: 43 73 91 95 100

CoreLine Wall-mounted – the clear choice for LED CoreLine Wall-mounted is a circular-shaped surface-mounted luminaire that is easy to apply in circulation areas such as hallways and staircases. The modern unobtrusive design, in combination with its homogeneous light distribution it delivers, ensures that this luminaire blends into most building architectures. With the push-in connectors, installation is fast and straightforward.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR													
		70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
Techo		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Paredes		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
Suelo		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
Tamaño del local x y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
		2H	3H	4H	8H	12H	15H	2H	3H	4H	8H	12H	15H
2H	3H	18.5	17.7	18.7	18.8	18.1	18.2	17.9	18.9	17.8	18.2	18.2	
3H	3H	18.2	18.4	18.6	18.7	20.1	17.6	18.9	18.0	18.2	18.6	18.6	
4H	4H	19.0	20.2	18.5	20.6	21.8	18.2	19.3	18.6	19.7	20.1	20.1	
8H	8H	18.9	21.0	20.1	21.8	21.8	18.6	19.6	19.0	20.0	20.4	20.4	
12H	12H	20.3	21.3	20.7	21.7	22.1	18.7	19.7	19.1	20.1	20.6	20.6	
15H	15H	20.7	21.7	21.1	22.1	22.5	18.8	19.8	19.2	20.2	20.7	20.7	
4H	3H	17.0	18.1	17.4	18.5	18.8	18.8	18.0	17.2	18.3	18.7	18.7	
3H	3H	18.0	19.0	18.4	20.4	20.8	18.3	19.5	18.9	19.9	20.3	20.3	
4H	4H	20.0	20.9	20.5	21.3	21.8	19.2	20.0	19.6	20.5	20.9	20.9	
8H	8H	21.0	21.8	21.5	22.3	22.8	19.7	20.5	20.2	20.9	21.4	21.4	
12H	12H	21.8	22.2	22.0	22.7	23.2	19.8	20.6	20.3	21.0	21.6	21.6	
15H	15H	22.0	22.7	22.5	23.2	23.7	20.0	20.6	20.5	21.1	21.6	21.6	
4H	4H	20.3	21.0	20.8	21.5	22.0	19.5	20.2	20.1	20.8	21.3	21.3	
8H	8H	21.9	22.1	22.1	22.8	23.2	20.3	20.8	20.8	21.4	21.9	21.9	
12H	12H	22.2	22.7	22.7	23.2	23.8	20.5	21.1	21.1	21.6	22.2	22.2	
15H	15H	22.8	23.3	23.4	23.8	24.4	20.7	21.2	21.3	21.7	22.3	22.3	
4H	4H	20.3	21.0	20.8	21.5	22.0	19.6	20.3	20.1	20.8	21.3	21.3	
8H	8H	21.8	22.1	22.2	22.7	23.2	20.4	20.9	21.0	21.5	22.1	22.1	
12H	12H	22.3	22.8	22.8	23.3	23.8	20.6	21.2	21.3	21.8	22.4	22.4	
Variación de la posición del espectador para separación 0 entre luminarias													
S = 1,0H		+0.1 / -0.1						+0.1 / -0.1					
S = 1,5H		+0.2 / -0.5						+0.2 / -0.3					
S = 2,0H		+0.1 / -0.5						+0.4 / -0.6					
Tabla estándar		8000						8000					
Sumancia de conexión		5,7						3,6					
Índice de deslumbramiento corrigido en relación a 5000 lm flujo luminoso total													



ANEXO D-2 RESULTADOS DE ILUMINACION DE LOS AMBIENTES  
INTERIORES Y EXTERIORES

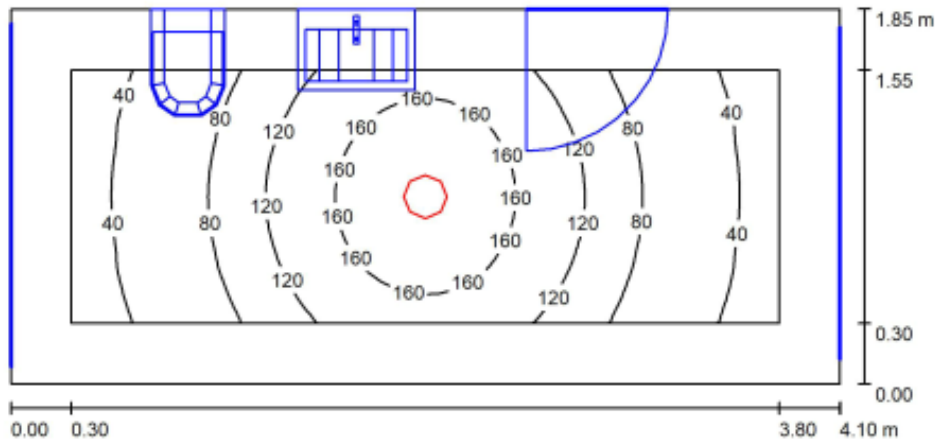
Almacén de granos



**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por Christian Pauca y Jorge Mendoza  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Baño / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.921 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	101	30	181	0.302
Suelo	61	65	14	100	0.217
Techo	70	24	17	87	0.713
Paredes (4)	61	35	5.66	87	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN571B PSED-E 1xLED12S/827 F SG-FRC (1.000)	980	980	11.6
			<b>Total: 980</b>	<b>Total: 980</b>	<b>11.6</b>

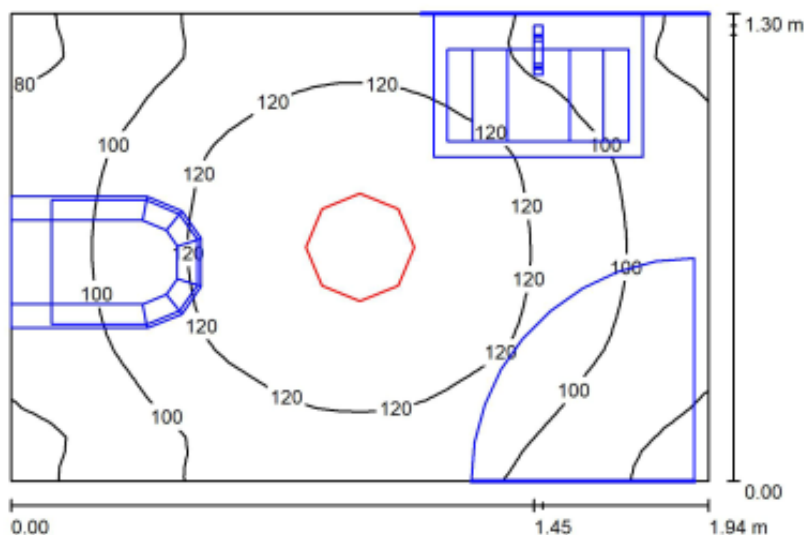
Valor de eficiencia energética:  $1.53 \text{ W/m}^2 = 1.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.59 \text{ m}^2$ )

Modulo de Ventas

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Baño de hombres / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.240 m, Altura de montaje: 3.240 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:17

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	108	54	138	0.500
Suelo	61	67	22	84	0.332
Techo	70	33	25	39	0.777
Paredes (4)	61	58	5.42	120	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN571C PSE-E 1xLED12S/827 M SG-O (1.000)	740	740	11.6
			<b>Total: 740</b>	<b>Total: 740</b>	<b>11.6</b>

Valor de eficiencia energética:  $4.60 \text{ W/m}^2 = 4.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $2.52 \text{ m}^2$ )

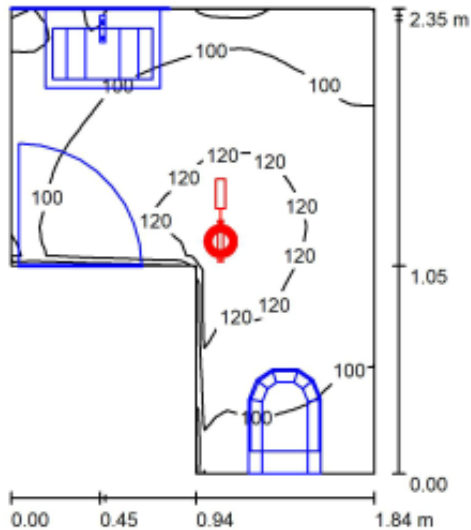
Modulo de Ventas



**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Baño de mujeres / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.240 m, Altura de montaje: 3.240 m, Factor mantenimiento: 0.65

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	106	56	130	0.526
Suelo	61	69	23	85	0.338
Techo	70	37	23	64	0.613
Paredes (6)	61	61	7.57	1231	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN560B 1xLED12S/830 C (1.000)	1200	1200	11.2
			Total: 1200	Total: 1200	11.2

Valor de eficiencia energética:  $3.36 \text{ W/m}^2 = 3.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.33 \text{ m}^2$ )

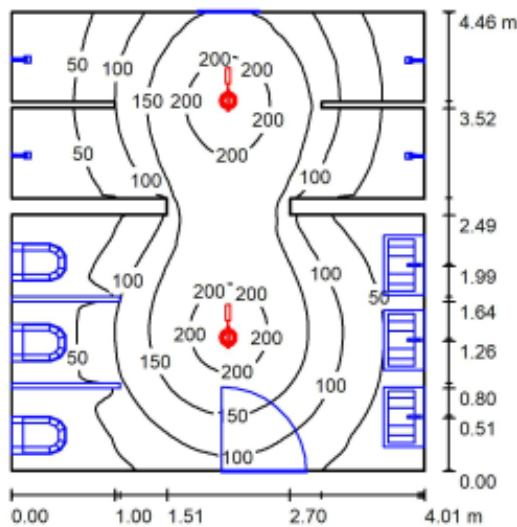
Dormitorio de Mujeres



**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Baño / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	100	3.72	223	0.037
Suelo	30	78	6.08	134	0.078
Techo	70	14	6.53	22	0.472
Paredes (20)	50	22	4.07	123	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.010 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN560B 1xLED12S/830 C (1.000)	1200	1200	11.2
			Total: 2400	Total: 2400	22.4

Valor de eficiencia energética:  $1.29 \text{ W/m}^2 = 1.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $17.34 \text{ m}^2$ )

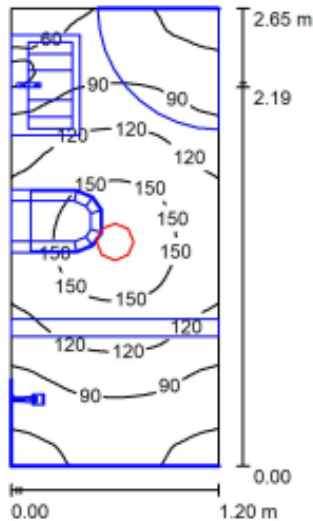
Dormitorio de profesores



**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Baño / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.698 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	107	29	165	0.271
Suelo	30	56	6.58	83	0.118
Techo	70	29	17	167	0.582
Paredes (4)	50	50	3.68	173	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN570B PSE-E 1xLED12S/830 M SG-O (1.000)	880	880	11.8
Total:			880	880	11.8

Valor de eficiencia energética:  $3.71 \text{ W/m}^2 = 3.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $3.18 \text{ m}^2$ )

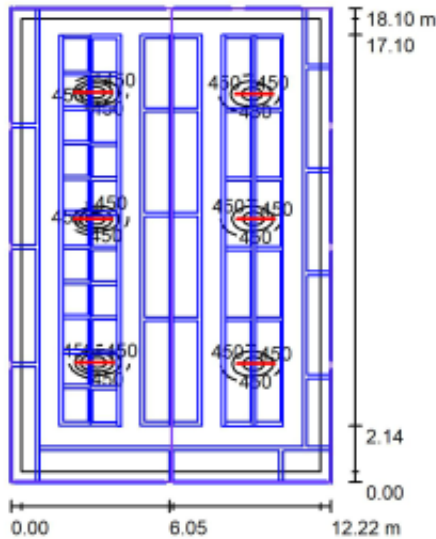
Proyecto 1



**DIALux**  
15.07.2013

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Granja de cuyes / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:233

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	101	1.32	2183	0.013
Suelo	20	57	0.61	900	0.011
Techo	17	0.56	0.13	2.58	0.238
Paredes (4)	85	4.92	1.36	12	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.400 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS 4MX850 G3 491 1xLED40S/840 PSU NB (1.000)	4000	4000	27.5
Total:			24000	24000	165.0

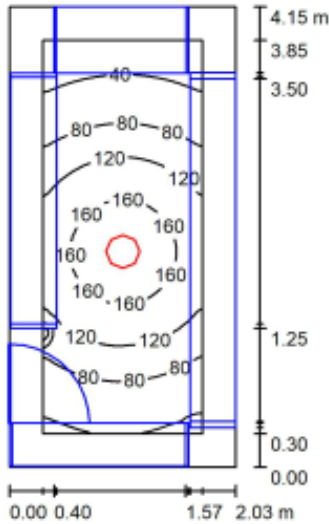
Valor de eficiencia energética:  $0.75 \text{ W/m}^2 = 0.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $221.18 \text{ m}^2$ )

Modulo de ventas

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Deposito / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.240 m, Altura de montaje: 3.240 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	102	2.66	179	0.026
Suelo	20	35	0.39	93	0.011
Techo	70	12	7.82	19	0.661
Paredes (4)	85	9.88	0.19	77	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN571C PSED-E 1xLED20S/930 C SG-FRC (1.000)	1400	1400	18.8
Total:			1400	1400	18.8

Valor de eficiencia energética:  $2.24 \text{ W/m}^2 = 2.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.40 \text{ m}^2$ )

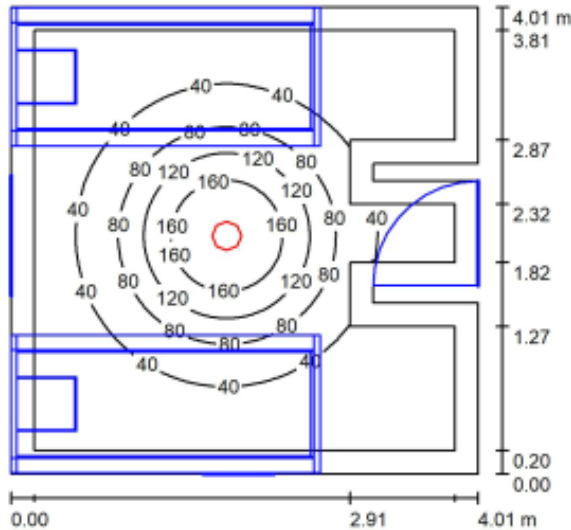
Dormitorio de mujeres



**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Habitacion / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	54	4.78	196	0.089
Suelo	63	26	0.04	87	0.001
Techo	49	11	5.77	16	0.503
Paredes (12)	49	12	0.42	43	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.200 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN561C 1xLED12S/840 F SG-O (1.000)	920	920	11.2
Total:			920	920	11.2

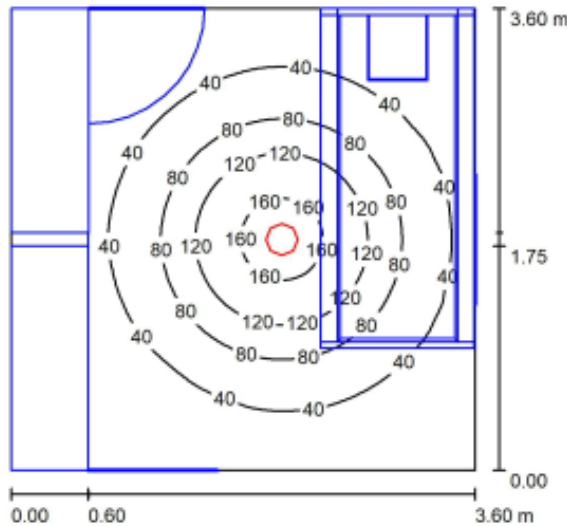
Valor de eficiencia energética:  $0.71 \text{ W/m}^2 = 1.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.81 \text{ m}^2$ )

Dormitorio profesores

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Habitacion / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.615 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	59	10	172	0.178
Suelo	63	29	0.08	86	0.003
Techo	49	12	2.72	16	0.226
Paredes (4)	49	12	0.16	38	/

**Plano útil:**

Altura: 0.750 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN561C 1xLED12S/840 F SG-O (1.000)	920	920	11.2
Total:			920	920	11.2

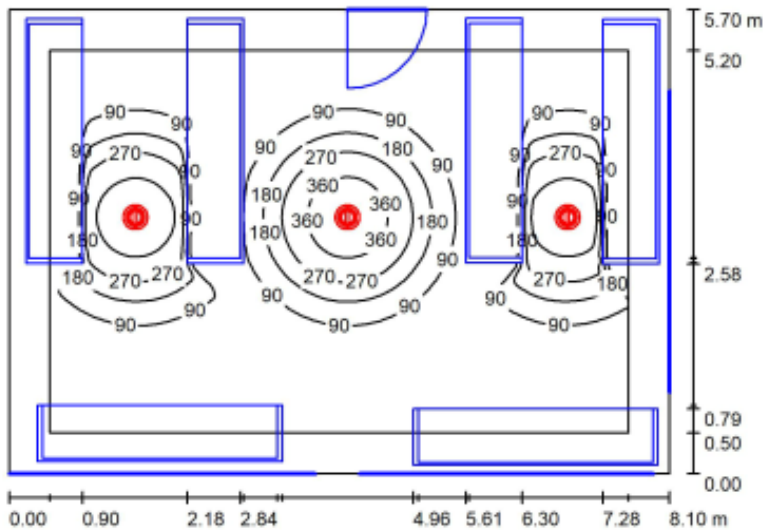
Valor de eficiencia energética: 0.86 W/m<sup>2</sup> = 1.47 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 12.96 m<sup>2</sup>)

Almacén de granos

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Deposito / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	103	1.03	430	0.010
Suelo	49	59	0.34	179	0.006
Techo	49	12	2.44	22	0.205
Paredes (4)	49	5.08	0.36	32	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.950 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.500 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN571C PSE-E 1xLED20S/827 C (1.000)	1938	1900	18.8
			<b>Total: 5814</b>	<b>Total: 5700</b>	<b>56.4</b>

Valor de eficiencia energética: 1.22 W/m<sup>2</sup> = 1.18 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 46.16 m<sup>2</sup>)

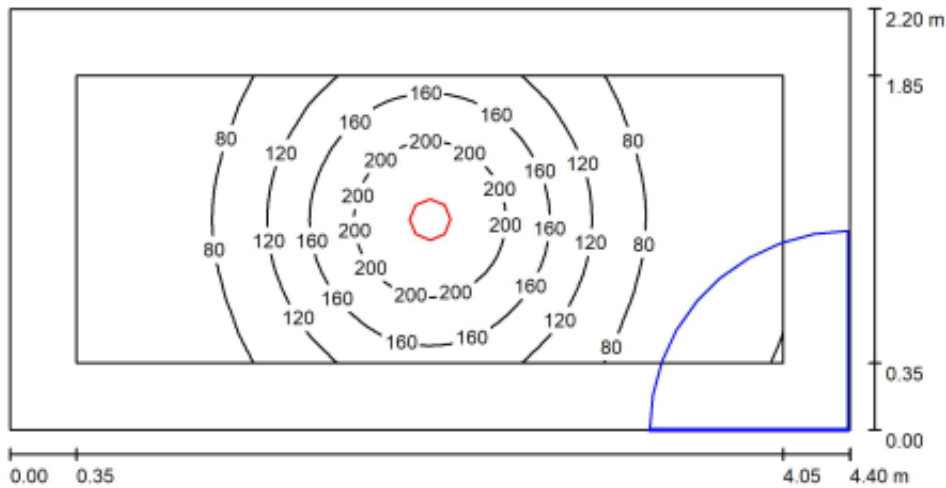
Laboratorio microbiología



**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Deposito / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:32

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	110	39	234	0.358
Suelo	30	73	37	113	0.506
Techo	70	32	24	39	0.758
Paredes (4)	85	42	23	80	/

**Plano útil:**

Altura: 0.950 m  
Trama: 64 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.350 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN570B PSE-E 1xLED12S/930 F SG-O (1.000)	900	900	11.6
			Total: 900	Total: 900	11.6

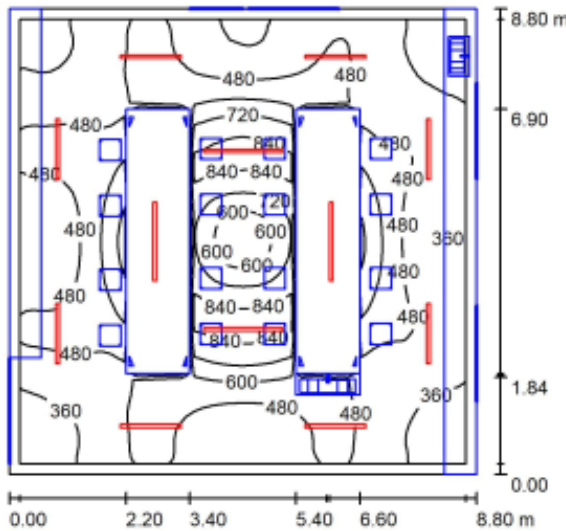
Valor de eficiencia energética:  $1.20 \text{ W/m}^2 = 1.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $9.68 \text{ m}^2$ )

Laboratorio microbiología

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aula / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:113

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	508	275	873	0.542
Suelo	90	340	35	680	0.104
Techo	70	302	232	360	0.770
Paredes (4)	85	279	40	515	/

**Plano útil:**

Altura: 0.930 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.200 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS 4MX850 G3 491 1xLED40S/840 PSU NB (1.000)	4000	4000	27.5
2	8	PHILIPS LL512X 1 xLED31S/840 PCO (1.000)	2700	2700	21.0
Total:			37600	Total: 37600	278.0

Valor de eficiencia energética:  $3.59 \text{ W/m}^2 = 0.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $77.44 \text{ m}^2$ )

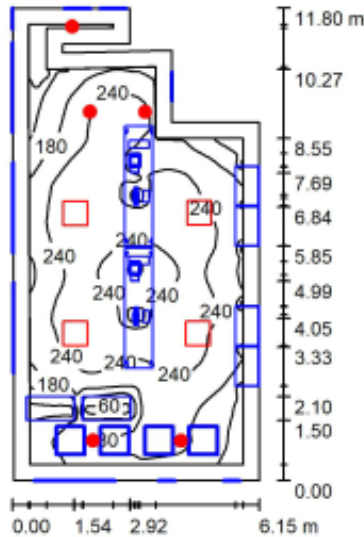
Modulo de Ventas



**DIALux**  
15.07.2013

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Oficina / Output en hoja simple



Altura del local: 3.240 m, Altura de montaje: 3.240 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:152

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	209	19	278	0.090
Suelo	20	145	6.97	238	0.048
Techo	70	39	24	115	0.634
Paredes (10)	85	59	3.58	518	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.400 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C (1.000)	1200	1200	11.6
2	4	PHILIPS SM134V PSD W60L60 1 xLED27S/840 OC (1.000)	2700	2700	22.0
Total:			16800	16800	146.0

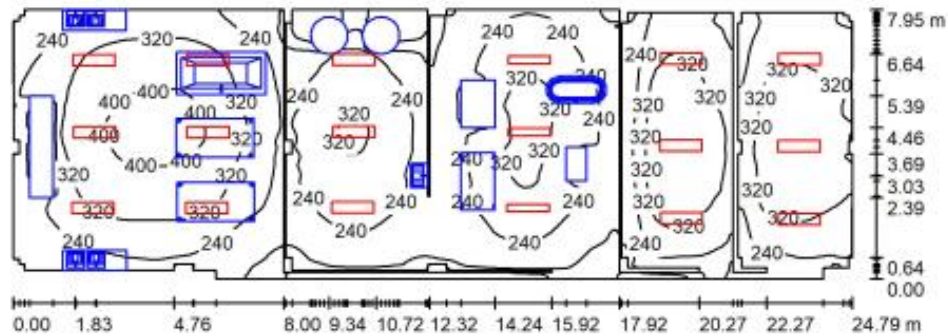
Valor de eficiencia energética: 2.26 W/m<sup>2</sup> = 1.08 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 64.63 m<sup>2</sup>)

Planta de lacteos

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Produccion / Output en hoja simple**



Altura del local: 5.630 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:178

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	271	34	428	0.126
Suelo	30	213	14	371	0.068
Techo	85	85	43	138	0.507
Paredes (83)	85	113	14	259	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS BPS460 W22L124 1xLED48/830 LIN-PC (1.000)	4300	4300	39.5
2	15	PHILIPS BPS460 W33L124 1xLED48/830 AC-MLO (1.000)	3700	3700	41.0
Total:			68400	68400	733.5

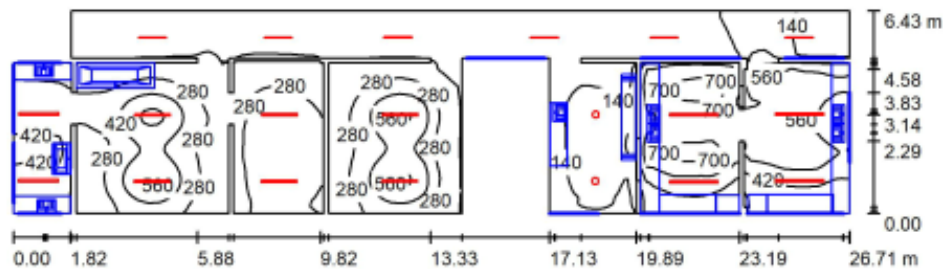
Valor de eficiencia energética: 3.86 W/m<sup>2</sup> = 1.43 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 190.07 m<sup>2</sup>)

Planta de lacteos

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Laboratorios / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.630 m, Altura de montaje: 3.630 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:191

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	303	78	772	0.257
Suelo	63	237	14	656	0.060
Techo	85	175	58	610	0.331
Paredes (58)	85	190	25	994	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS 4MX850 G3 581 1xLED66S/840 PSD A20 (1.000)	6300	6300	48.0
2	6	PHILIPS BN132C PSU L900 1 xLED9S/830 (1.000)	950	950	10.0
3	2	PHILIPS DN571B PSED-E 1xLED12S/827 F SG-FRC (1.000)	980	980	11.6
4	4	PHILIPS LL512X 1 xLED31S/835 NB (1.000)	2900	2900	21.0
5	2	PHILIPS LL512X 1 xLED31S/865 PCO (1.000)	2500	2500	21.0
6	2	PHILIPS LL612X 1 xLED31S/840 MB (1.000)	2800	2800	21.0
			<b>Total: 55060</b>	<b>Total: 55060</b>	<b>443.2</b>

Valor de eficiencia energética:  $2.97 \text{ W/m}^2 = 0.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $149.17 \text{ m}^2$ )

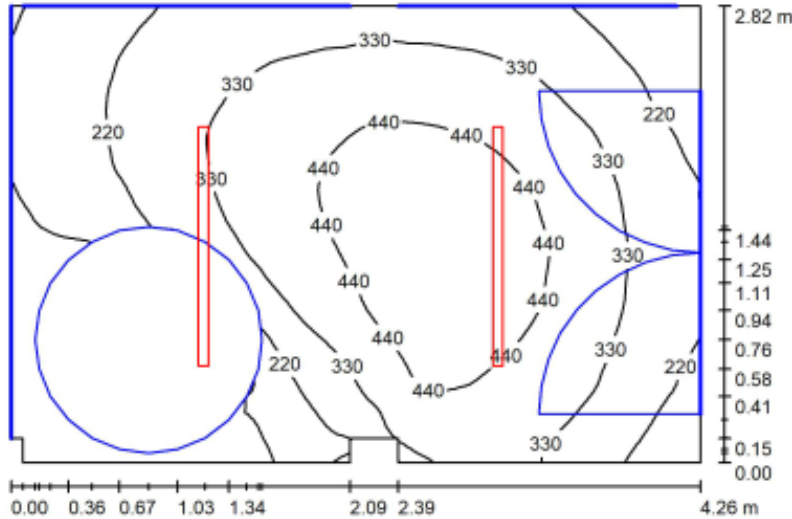
Planta de Lacteos



**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Caldero / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.630 m, Altura de montaje: 3.630 m, Factor mantenimiento: 0.65

Valores en Lux, Escala 1:37

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	311	9.47	528	0.030
Suelo	20	224	2.41	370	0.011
Techo	85	107	37	361	0.342
Paredes (10)	85	83	7.17	249	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS 4MX850 G3 491 1xLED40S/840 PSU NB (1.000)	4000	4000	27.5
			Total: 8000	Total: 8000	55.0

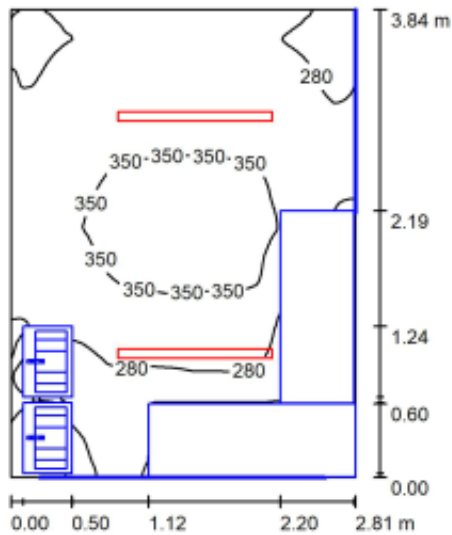
Valor de eficiencia energética:  $4.59 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.98 \text{ m}^2$ )

Planta de Lacteos

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Lavado de jvas / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.630 m, Altura de montaje: 3.630 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	308	67	385	0.219
Suelo	63	208	4.27	317	0.021
Techo	85	129	105	203	0.817
Paredes (4)	85	158	6.92	260	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.750 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS LL612X 1 xLED31S/840 MB (1.000)	2800	2800	21.0
			Total: 5600	Total: 5600	42.0

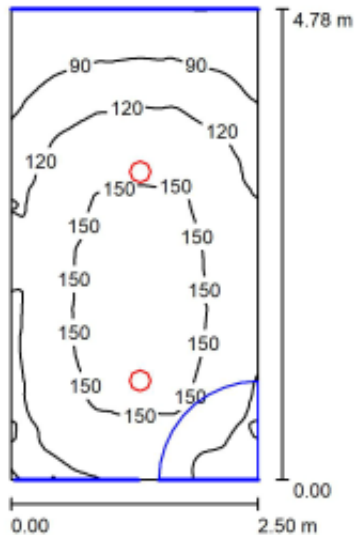
Valor de eficiencia energética:  $3.89 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.80 \text{ m}^2$ )

Planta de Lacteos

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Supervision / Output en hoja simple



Altura del local: 3.630 m, Altura de montaje: 3.751 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	128	66	167	0.518
Suelo	63	116	82	139	0.704
Techo	85	62	47	182	0.763
Paredes (4)	85	80	42	116	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN571B PSED-E 1xLED12S/827 F SG-FRC (1.000)	980	980	11.6
			Total: 1960	Total: 1960	23.2

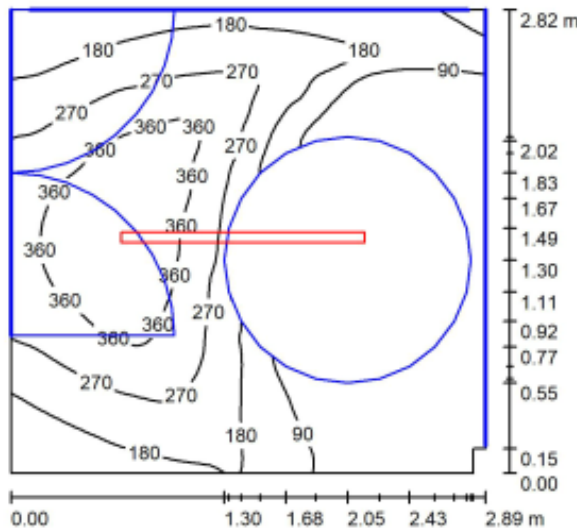
Valor de eficiencia energética: 1.94 W/m<sup>2</sup> = 1.52 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 11.93 m<sup>2</sup>)

Planta de Lacteos

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Tanque de agua / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.630 m, Altura de montaje: 3.630 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:37

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	206	5.79	448	0.028
Suelo	20	118	1.77	277	0.015
Techo	85	27	18	38	0.677
Paredes (6)	85	40	6.43	120	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS 4MX850 G3 491 1xLED40S/840 PSU NB (1.000)	4000	4000	27.5
Total:			4000	4000	27.5

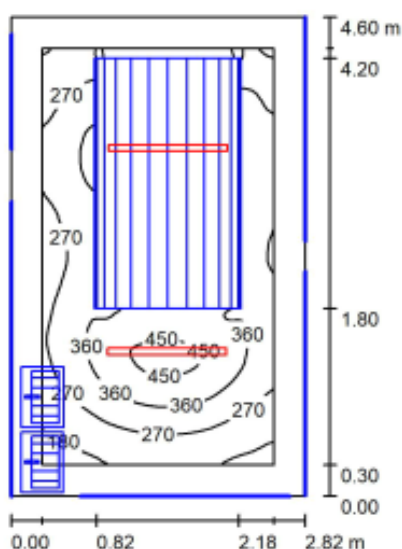
Valor de eficiencia energética:  $3.37 \text{ W/m}^2 = 1.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.15 \text{ m}^2$ )

Planta de Lacteos

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Tanque de leche / Output en hoja simple**



Altura del local: 3.630 m, Altura de montaje: 3.630 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:59

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	302	41	480	0.137
Suelo	63	160	6.02	302	0.038
Techo	85	70	60	95	0.854
Paredes (4)	85	98	33	196	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS LL512X 1 xLED31S/835 NB (1.000)	2900	2900	21.0
			Total: 5800	Total: 5800	42.0

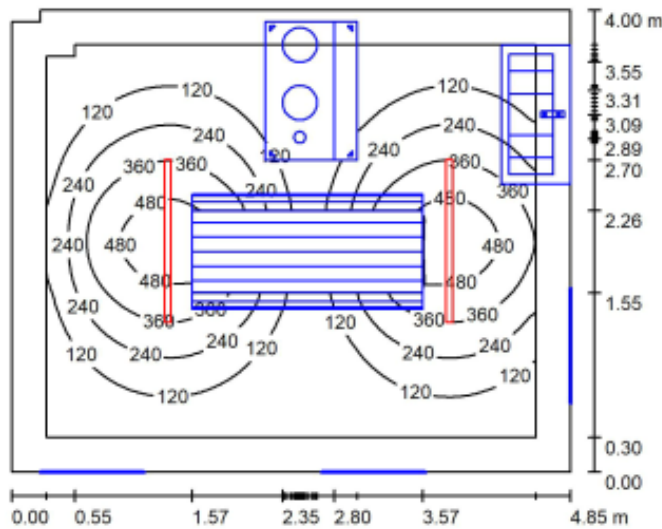
Valor de eficiencia energética: 3.25 W/m<sup>2</sup> = 1.07 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 12.93 m<sup>2</sup>)

Ordeño

**DIALux**  
15.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Primer piso / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	203	6.54	561	0.032
Suelo	30	114	3.32	232	0.029
Techo	85	25	15	37	0.607
Paredes (6)	30	32	9.63	154	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS SP530P L1410 1 xLED19S/840 OC (1.000)	1900	1900	12.4
			Total: 3800	Total: 3800	24.8

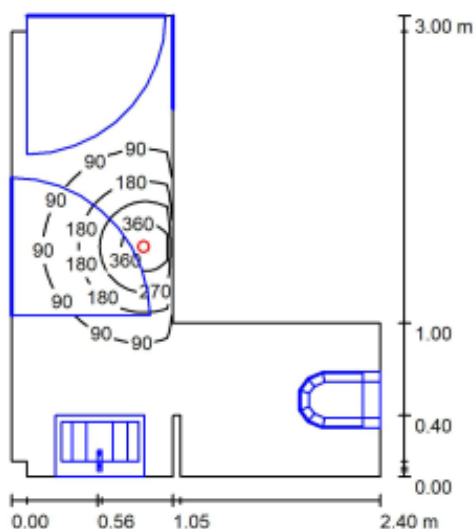
Valor de eficiencia energética:  $1.28 \text{ W/m}^2 = 0.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $19.37 \text{ m}^2$ )

Ordeño

**DIALux**  
15.07.2013

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Baño / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	60	0.74	403	0.012
Suelo	30	45	0.76	151	0.017
Techo	85	6.83	1.07	17	0.157
Paredes (14)	30	15	0.53	773	/

**Plano útil:**  
 Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/830 (1.000)	480	480	6.0
			<b>Total: 480</b>	<b>Total: 480</b>	<b>6.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $1.34 \text{ W/m}^2 = 2.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $4.46 \text{ m}^2$ )

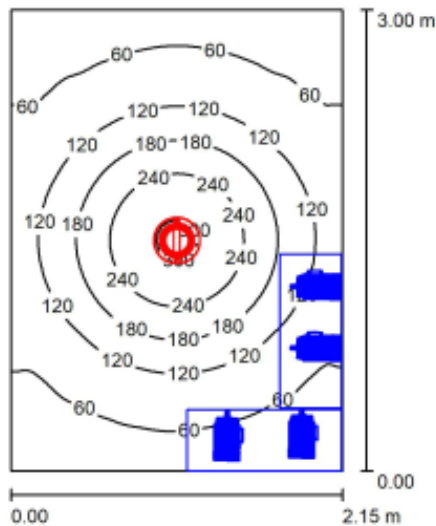
Ordeño



**DIALux**  
16.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Deposito / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	118	37	308	0.310
Suelo	49	85	0.72	132	0.008
Techo	85	38	30	46	0.796
Paredes (4)	85	45	1.25	85	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN570C PSED-E 1xLED12S/827 C (1.000)	1200	1200	11.6
			Total: 1200	Total: 1200	11.6

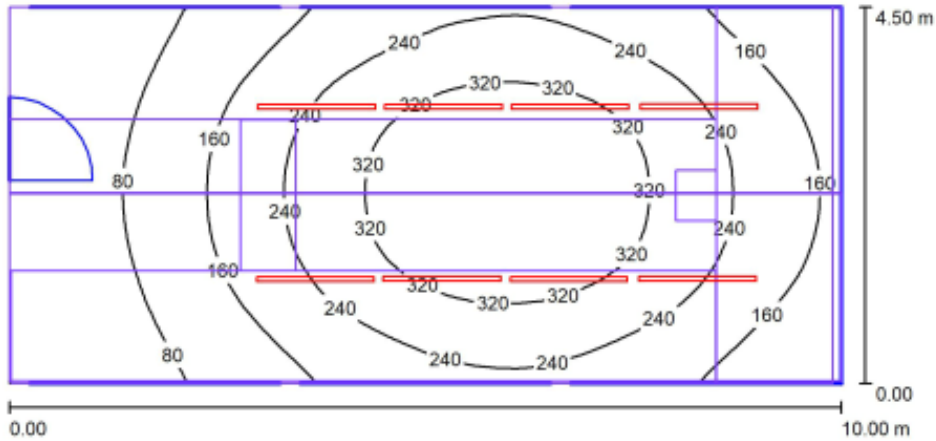
Valor de eficiencia energética: 1.80 W/m<sup>2</sup> = 1.52 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 6.45 m<sup>2</sup>)

Ordeño

**DIALux**  
16.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Sala de Ordeño / Output en hoja simple**



Altura del local: 5.960 m, Altura de montaje: 4.514 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:72

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	203	14	396	0.066
Pisos (3)	20	250	2.27	310	/
Techo	70	1.21	0.75	1.80	0.620
Paredes (4)	30	41	1.84	152	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS SP530P L1410 1 xLED19S/840 OC (1.000)	1900	1900	12.4
			<b>Total: 15200</b>	<b>Total: 15200</b>	<b>99.2</b>

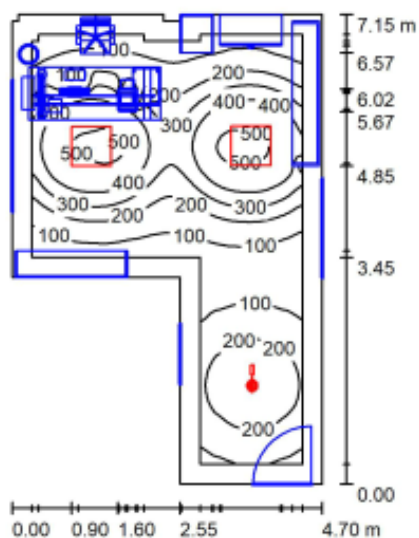
Valor de eficiencia energética:  $2.20 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $45.00 \text{ m}^2$ )

Ordeño

**DIALux**  
16.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Oficina y Hall / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:92

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	242	21	513	0.087
Suelo	63	142	2.67	335	0.019
Techo	49	51	9.54	79	0.188
Paredes (12)	49	48	1.67	211	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN560B 1xLED12S/830 C (1.000)	1200	1200	11.2
2	2	PHILIPS SM134V PSD W60L60 1 xLED27S/840 OC (1.000)	2700	2700	22.0
			<b>Total: 6600</b>	<b>Total: 6600</b>	<b>55.2</b>

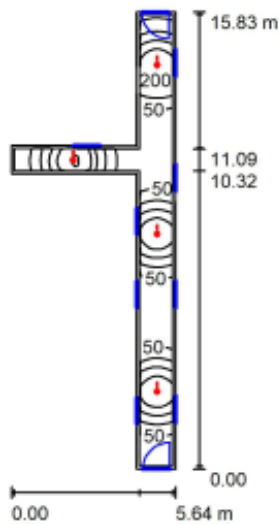
Valor de eficiencia energética: 2.16 W/m<sup>2</sup> = 0.89 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 25.54 m<sup>2</sup>)

Dormitorio Mujeres

**DIALux**  
16.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Pasadiso / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:204

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	102	13	257	0.132
Suelo	20	72	22	120	0.302
Techo	70	18	8.79	50	0.477
Paredes (8)	50	39	8.60	390	/

**Plano útil:**

Altura: 0.900 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.100 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN560B 1xLED12S/830 C (1.000)	1200	1200	11.2
			Total: 4800	Total: 4800	44.8

Valor de eficiencia energética:  $1.76 \text{ W/m}^2 = 1.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.45 \text{ m}^2$ )

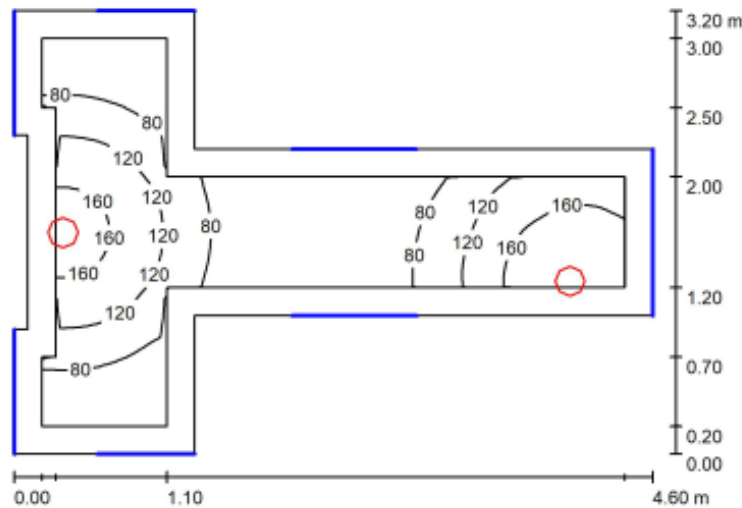
Dormitorio Profesores



**DIALux**  
16.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Pasadiso / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.698 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:42

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	100	41	194	0.408
Suelo	20	69	16	97	0.236
Techo	70	27	10	138	0.382
Paredes (12)	50	49	9.38	863	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.200 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED12S/930 F SG-FRC (1.000)	900	900	11.6
			Total: 1800	Total: 1800	23.2

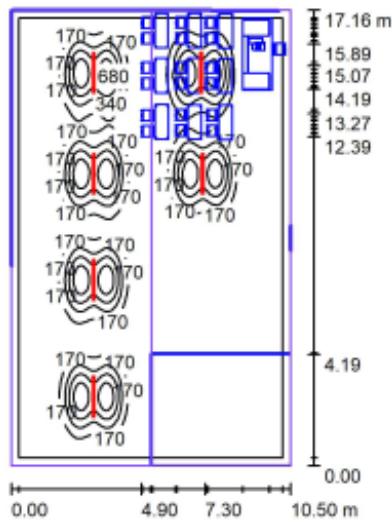
Valor de eficiencia energética:  $2.91 \text{ W/m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.98 \text{ m}^2$ )

Almacén de Alimentos

**DIALux**  
16.07.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Aula y depósito / Output en hoja simple**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:221

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	158	1.26	832	0.008
Suelo	54	130	1.36	409	0.010
Techo	49	10	10	10	1.000
Paredes (4)	49	43	1.43	117	/

**Plano útil:**

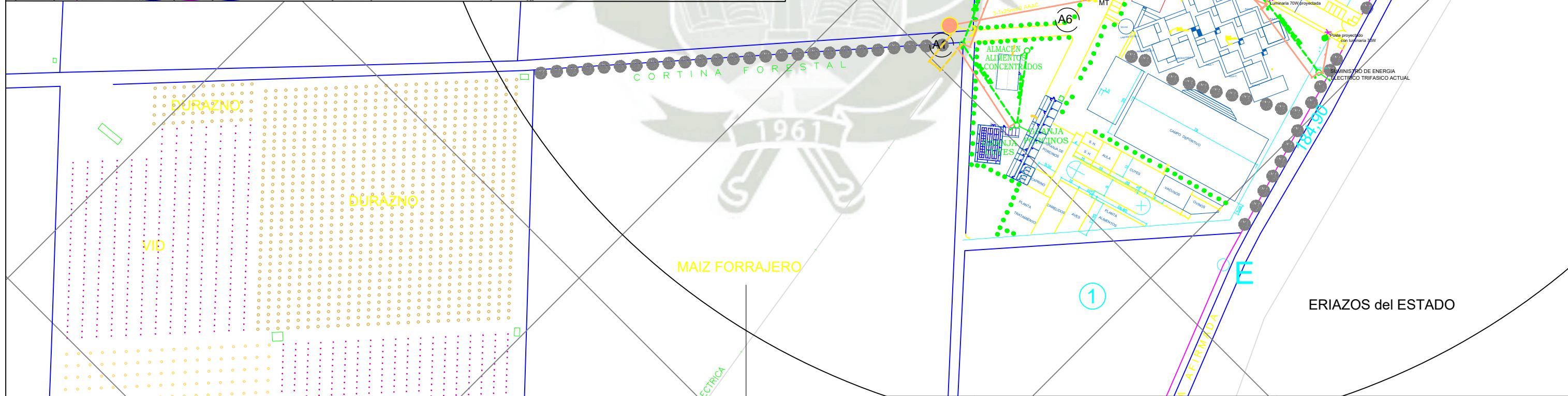
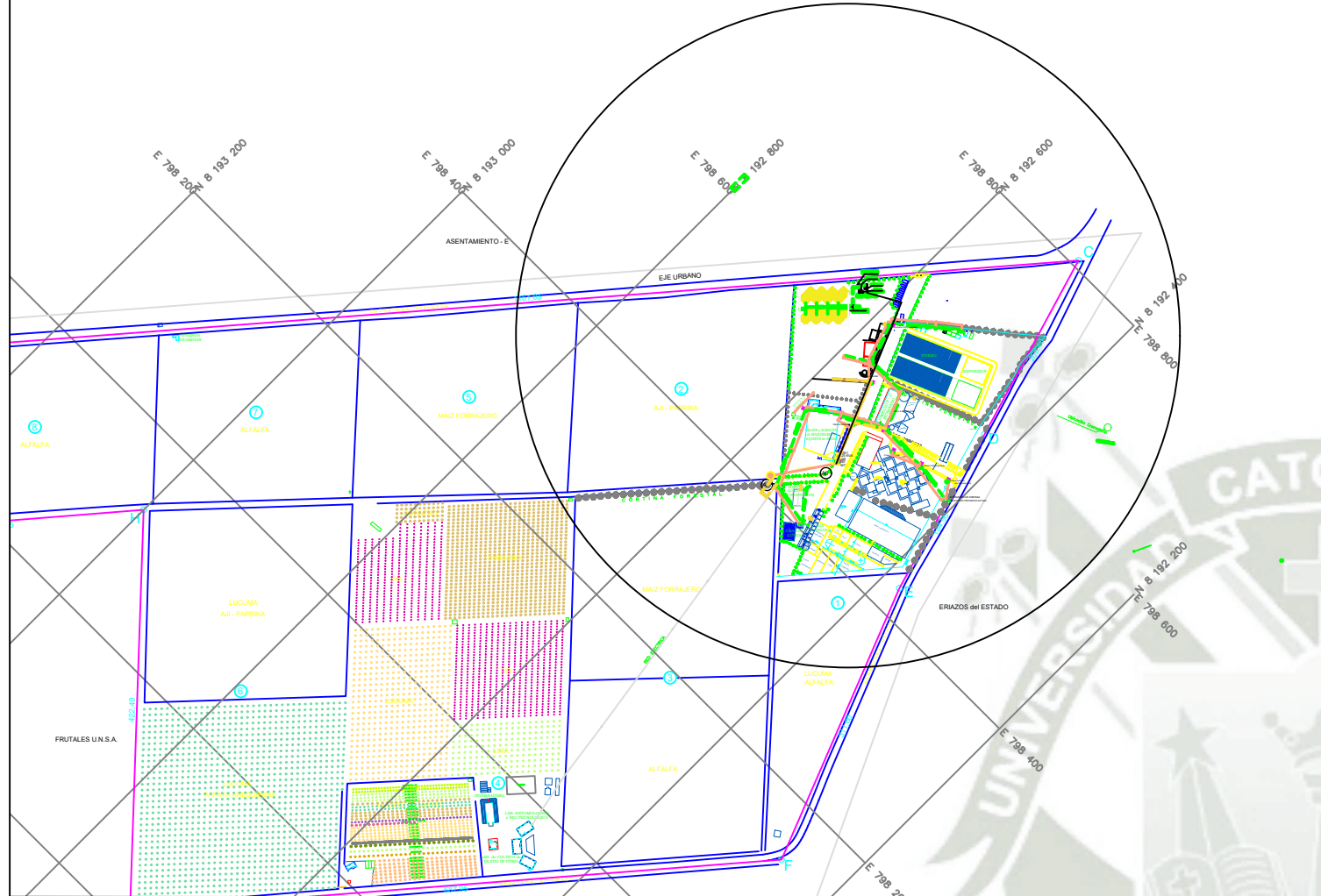
Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.300 m


**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS 4MX900 G3 581 1xLED40S/840 PSD DA20 (1.000)	4000	4000	31.0
Total:			24000	24000	186.0

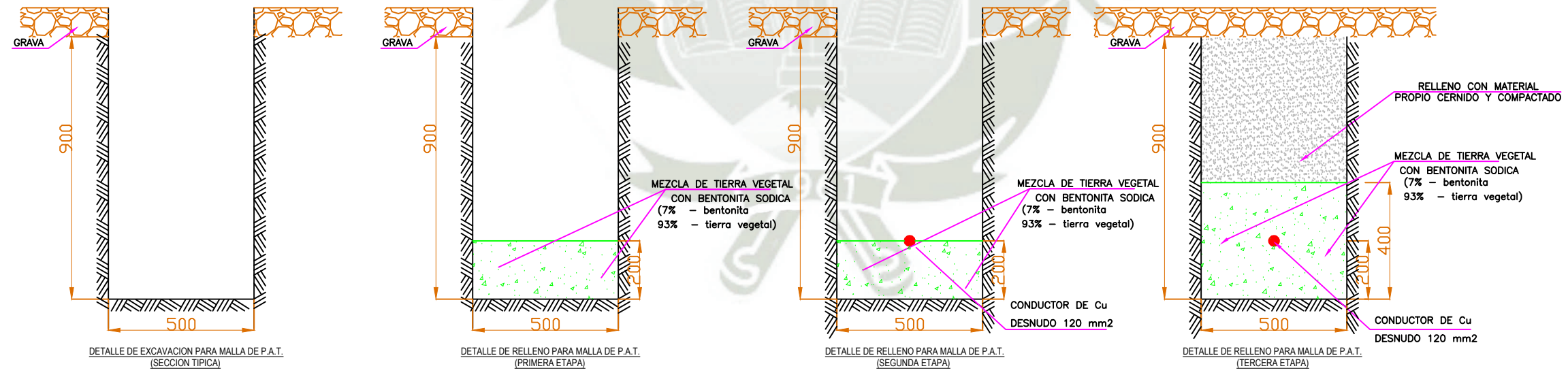
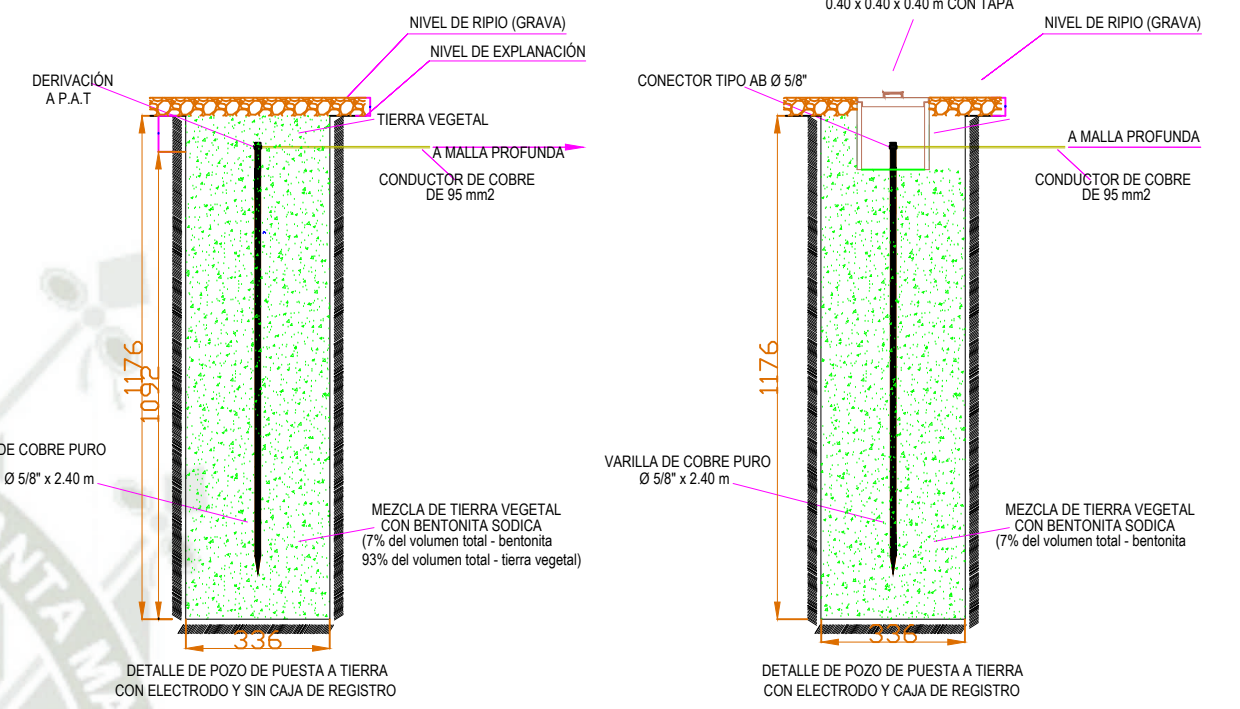
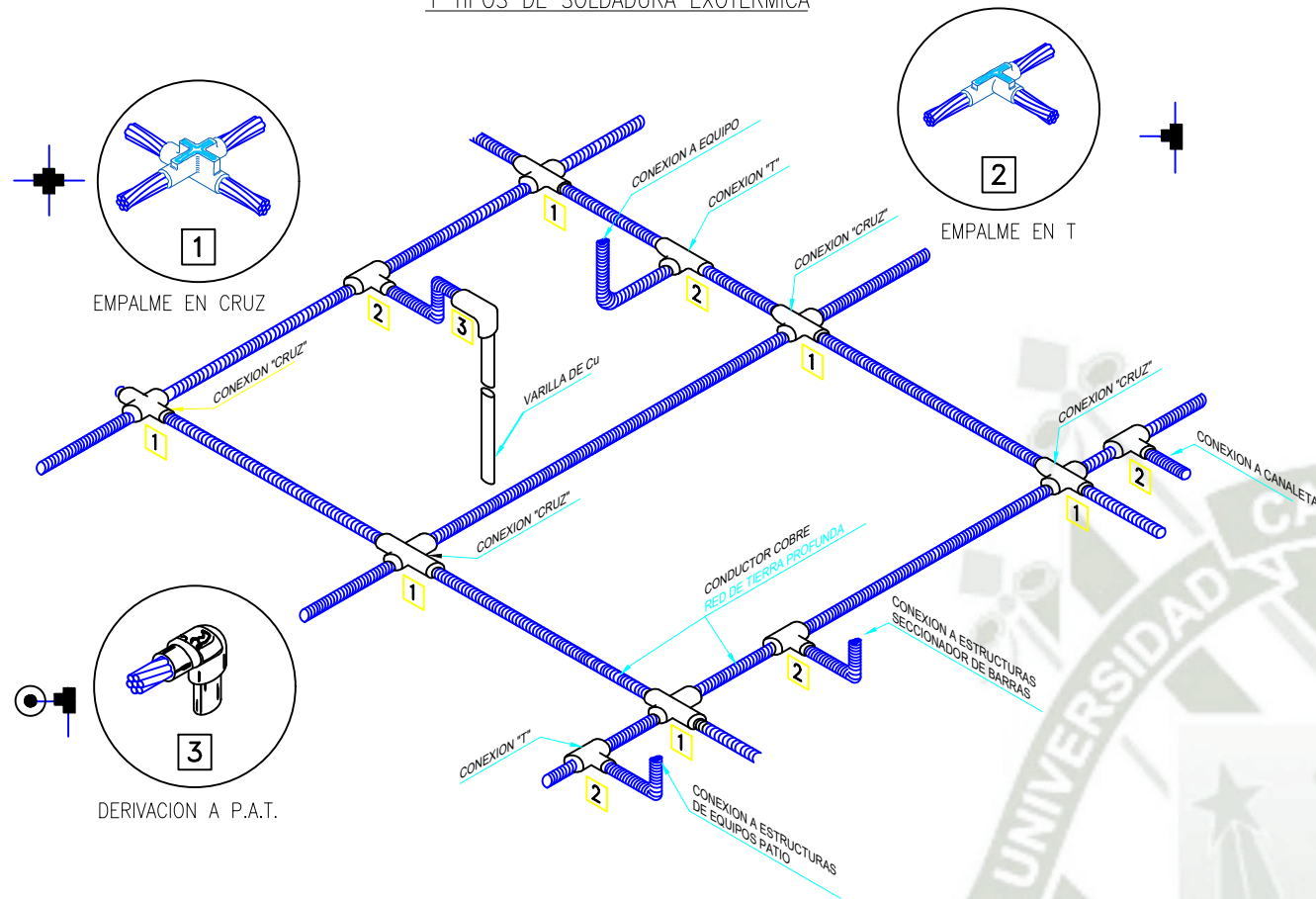
Valor de eficiencia energética:  $1.03 \text{ W/m}^2 = 0.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $180.18 \text{ m}^2$ )


# PLANO DE UBICACION

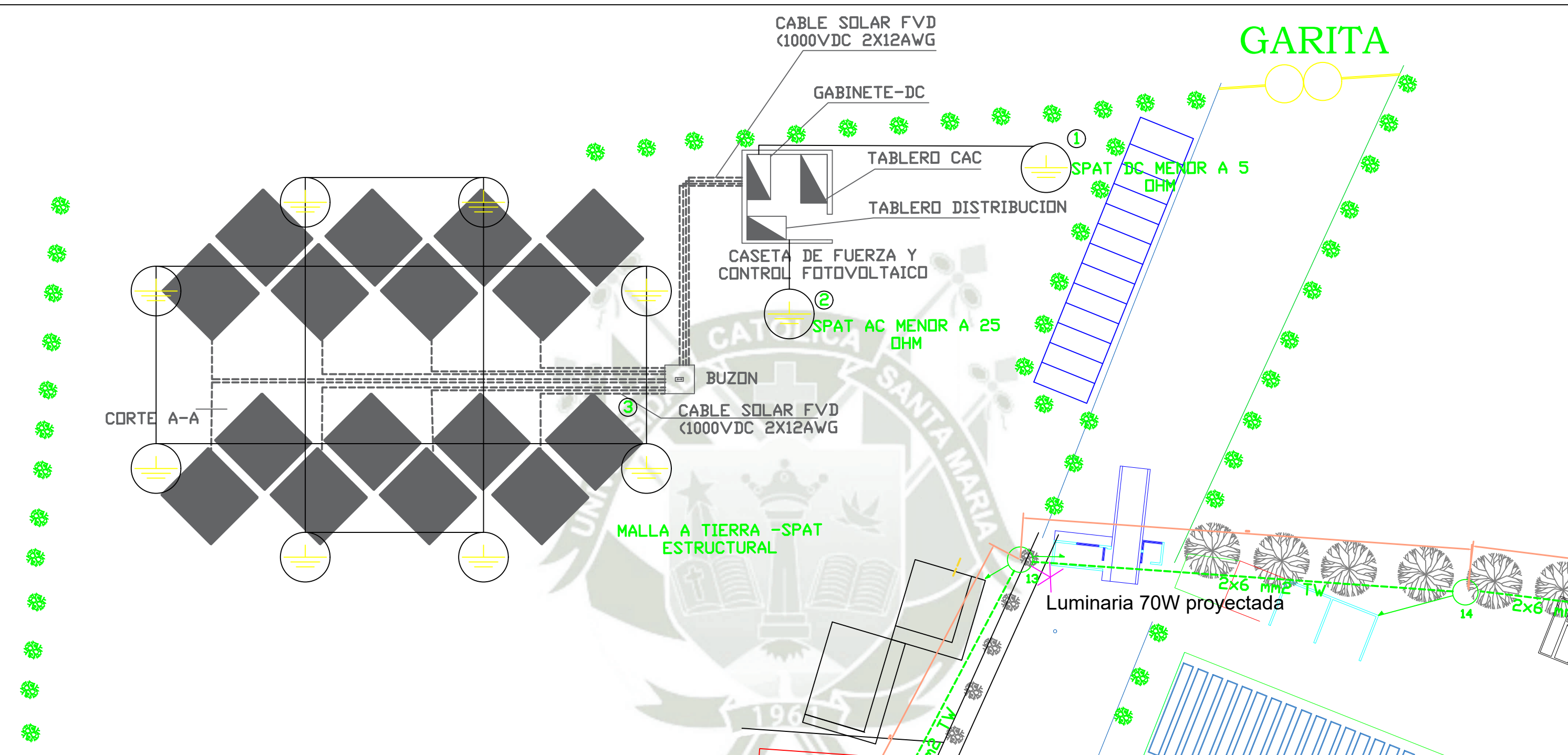


Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto Pauca Cuarite, Christian Yovanny	 <b>Universidad Católica de Santa María</b> Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	
Escala gen.:	Ubicación del Fundo La Católica	
S/E		
		Pág: 1
		Págs: 1/8


DETALLE DE CONEXIONES PARA RED DE TIERRA PROFUNDA  
Y TIPOS DE SOLDADURA EXOTERMICA



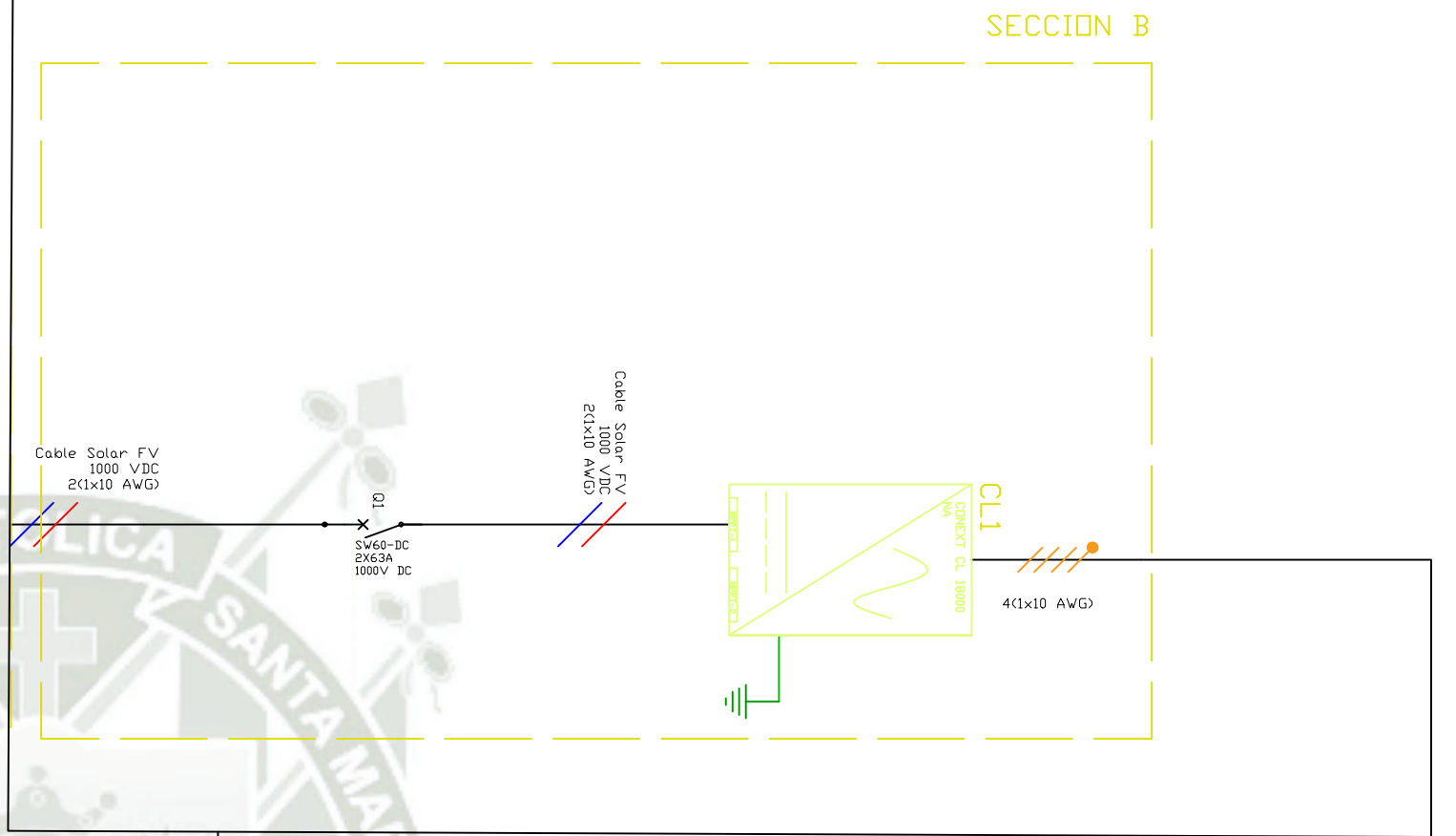
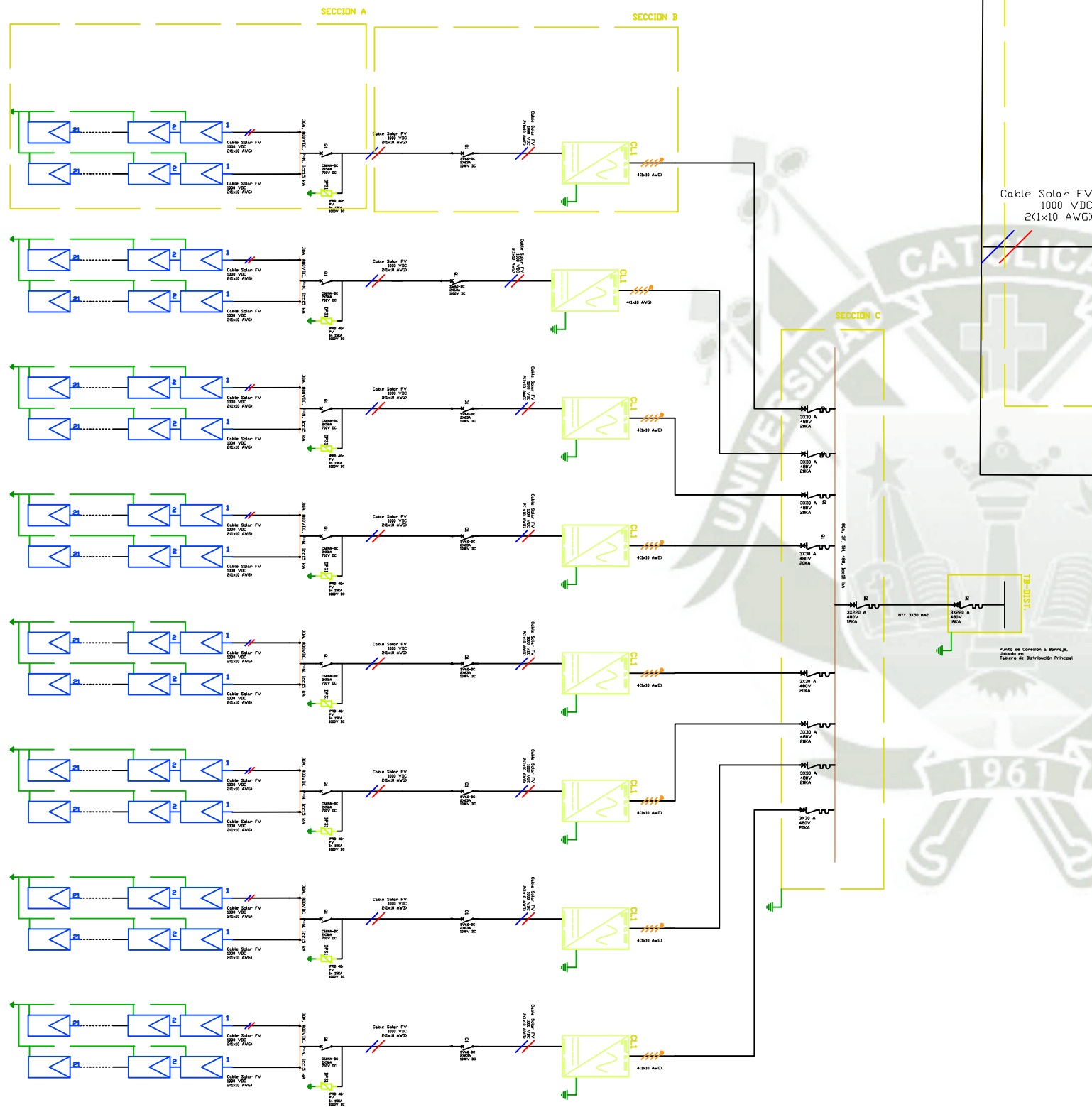
Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto Pauca Cuarite, Christian Yovanny	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	
Escala gen.:	Sistema de Malla - Puesta a Tierra	
S/E		
		Pág: 2
		Págs: 2/8



LEYENDA	
—	CONDUCTOR SPAT 10 MM2
⊕ <sup>①</sup>	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DC
⊕ <sup>②</sup>	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA AC
⊕ <sup>③</sup>	MALLA DE PUESTA A TIERRA

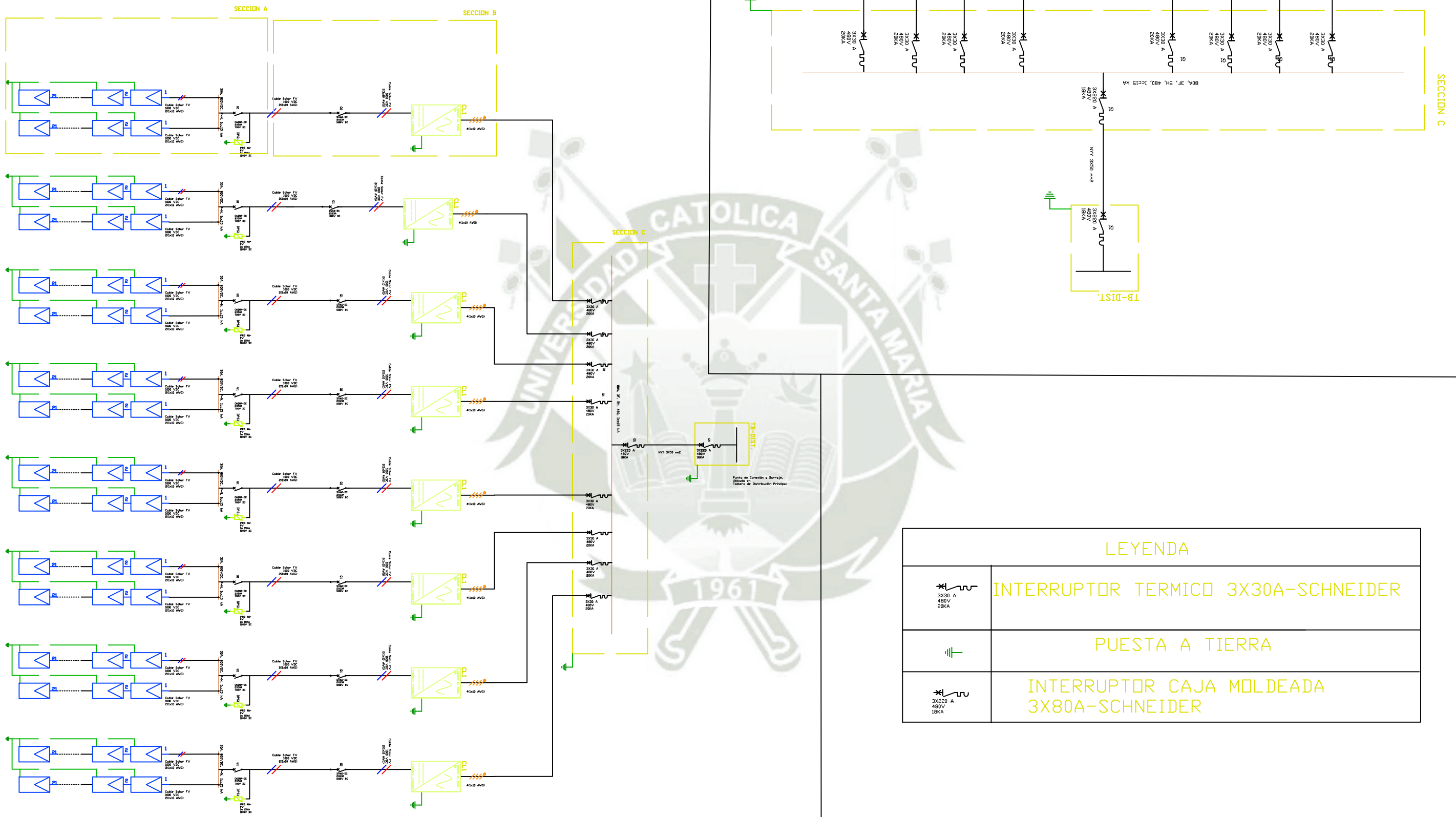
Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto Pauca Cuarite, Christian Yovanny	 <b>Universidad Católica de Santa María</b> Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	
Escala gen.:	S/E	Distribución del Sistema de Malla - Puesta a Tierra Pág: 3 Págs: 3/8





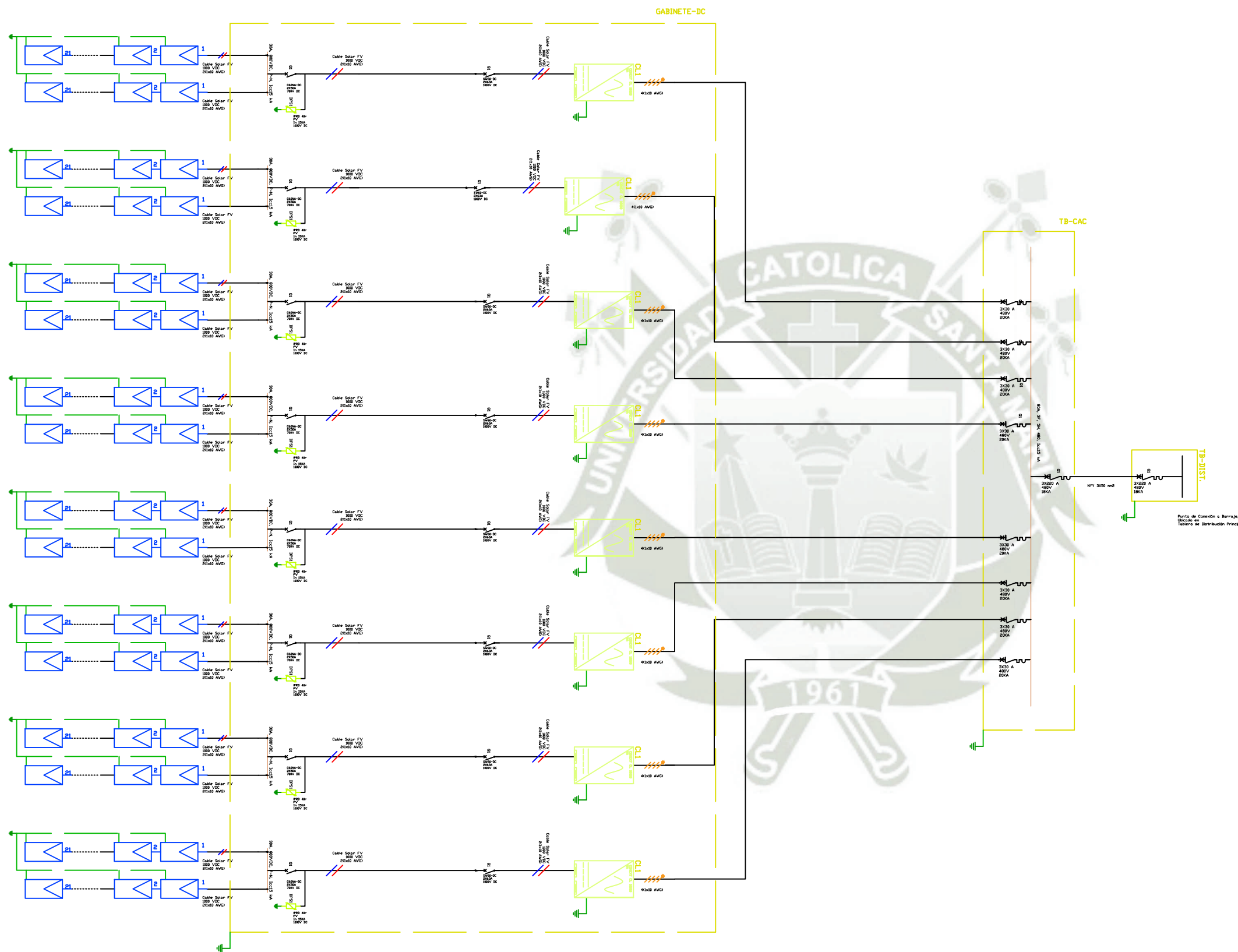
LEYENDA	
	INVERSOR DC-AC
	CONDUCTOR SOLAR FC 1000VDC 2(1x8) AWG
	PROTECCION DE INVERSOR-SW60DC -SCHNEIDER
	CONDUCTOR NLT 4(1x8)AWG
	PUESTA A TIERRA

Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto	Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
	Pauca Cuarite, Christian Yovanny	
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	
Escala gen.:	Diagrama Unifilar - Sección B	Pág: 5
S/E		Págs: 5/8



LEYENDA	
 3x30 A 480V 20KA	INTERRUPTOR TERMICO 3X30A-SCHNEIDER
	PUESTA A TIERRA
 3x200 A 480V 18KA	INTERRUPTOR CAJA MOLDEADA 3X80A-SCHNEIDER

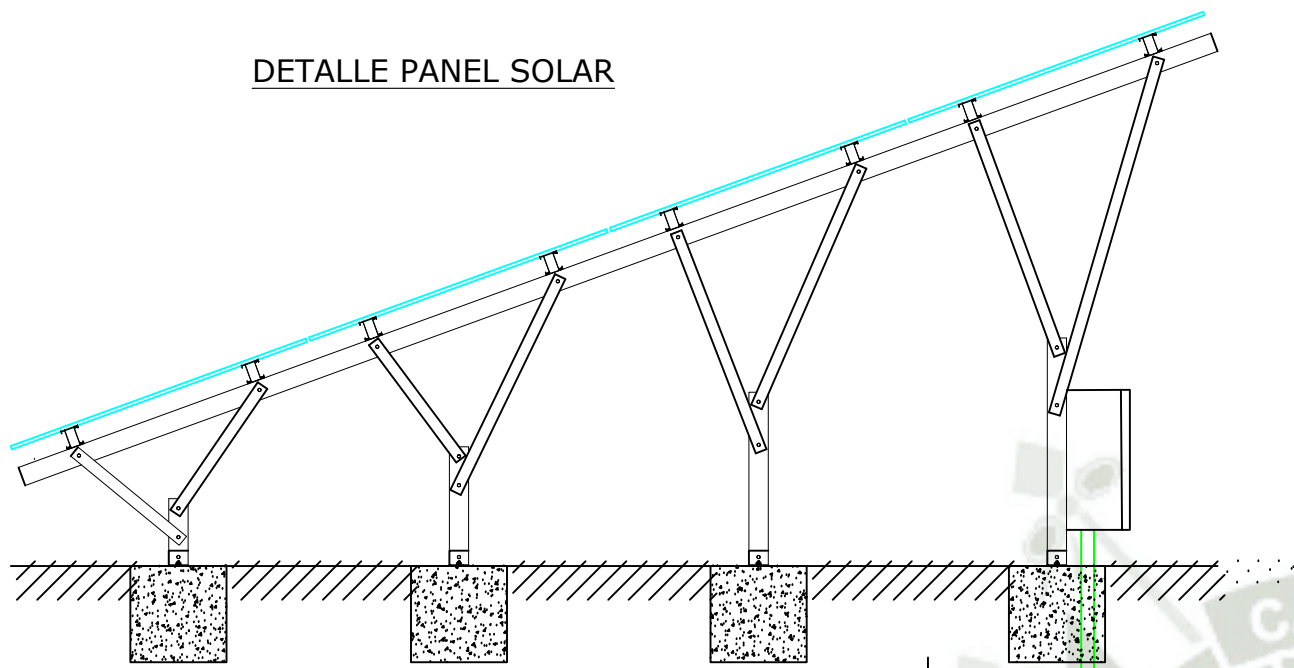
Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto	Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
	Pauca Cuarite, Christian Yovanny	
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	
Escala gen.:	Diagrama Unifilar - Sección C	Pág: 6
S/E		Págs: 6/8



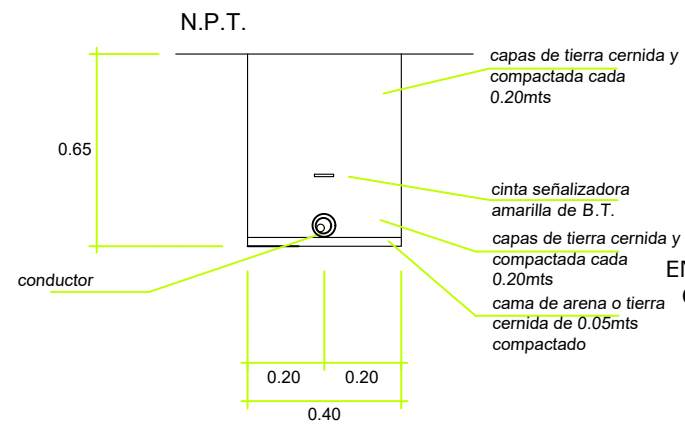
LEYENDA	
	PANEL FOTOVOLTAICO
	PUESTA A TIERRA
	PROTECCION DE SOBREVOLTAJE IPRD - SCHNEIDER
	CABLE SOLAR FV 1000 VDC - 2(1X12AWG)
	INTERRUPTOR DE 2X50 AMP PARA DC -SCHNEIDER
	INTERRUPTOR TERMICO 3X30A-SCHNEIDER
	INTERRUPTOR CAJA MOLDEADA 3X80A-SCHNEIDER
	INVERSOR DC-AC
	CONDUCTOR SOLAR FC 1000VDC 2(1X8) AWG
	PROTECCION DE INVERSOR-SW60DC -SCHNEIDER
	CONDUCTOR NLT 4(1X8)AWG

Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto	Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
	Pauca Cuarite, Christian Yovanny	
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	
Escala gen.:	Diagrama Unifilar General - Tableros	
S/E		
		Pág: 7
		Págs: 7/8

### DETALLE PANEL SOLAR

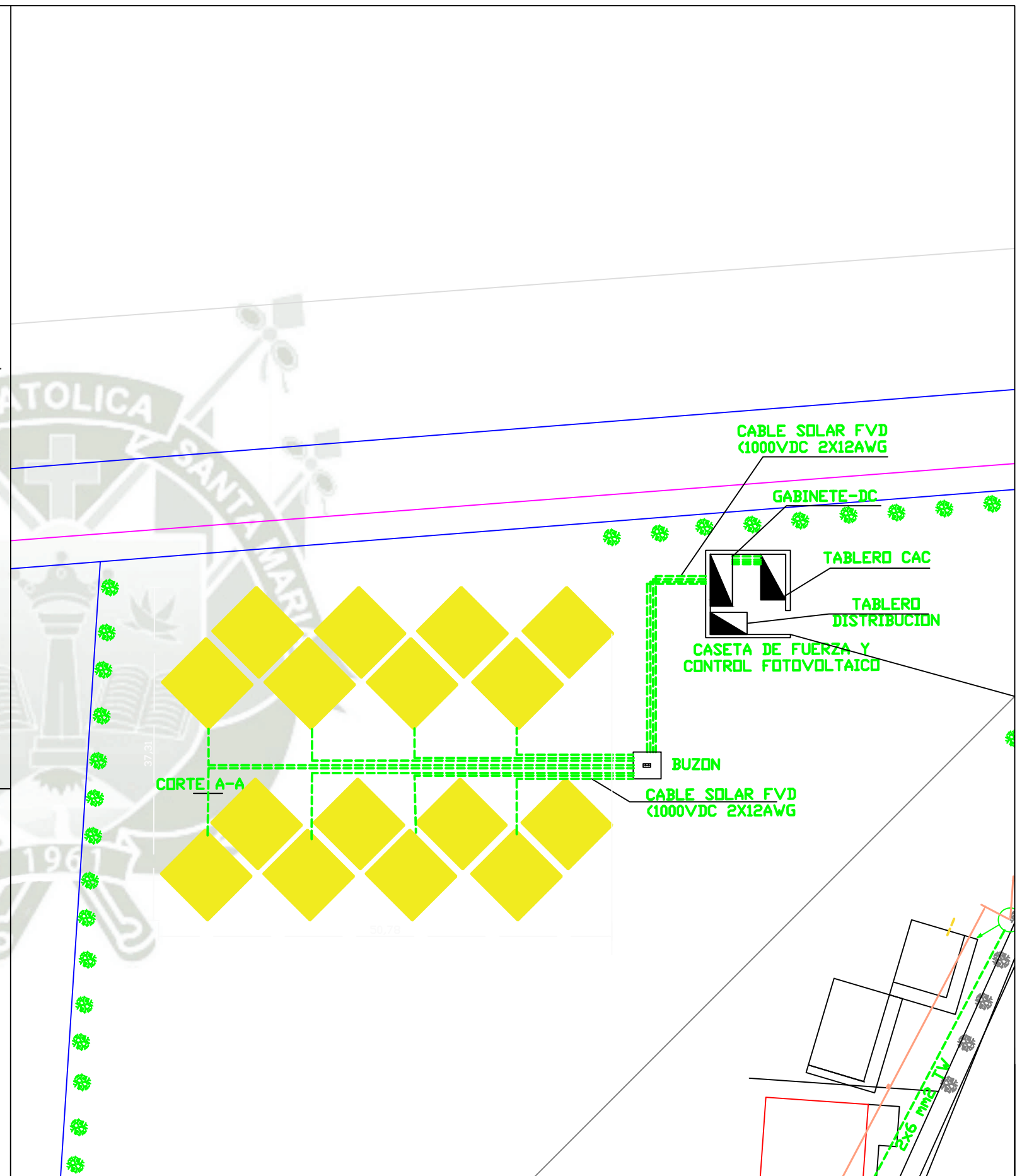


### CORTE A-A



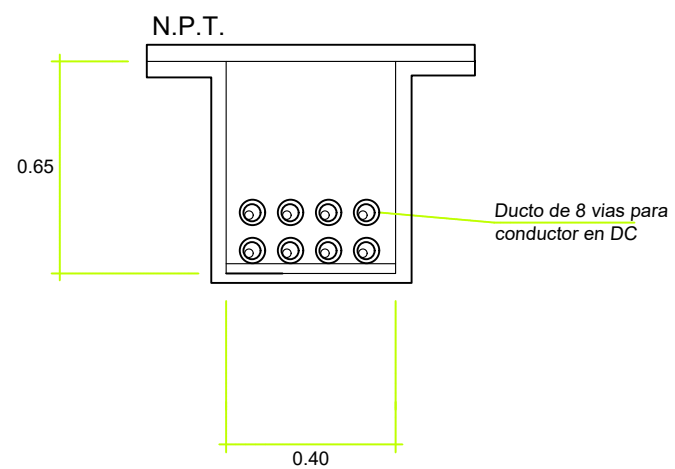
### CORTE A-A

DETALLE CONDUCTORES ENTERRADOS EN TUBERIA PVS-SAP DE PARA CABLES SUBTERRANEOS DE BAJA TENSION

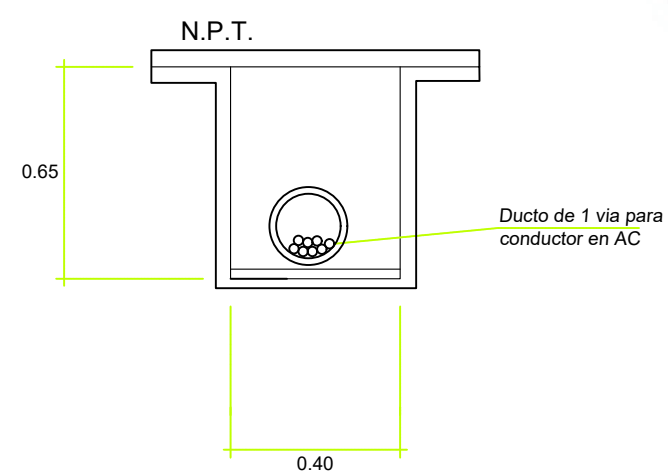



### BUZON DE DISTRIBUCION

#### DETALLE DE INGRESO

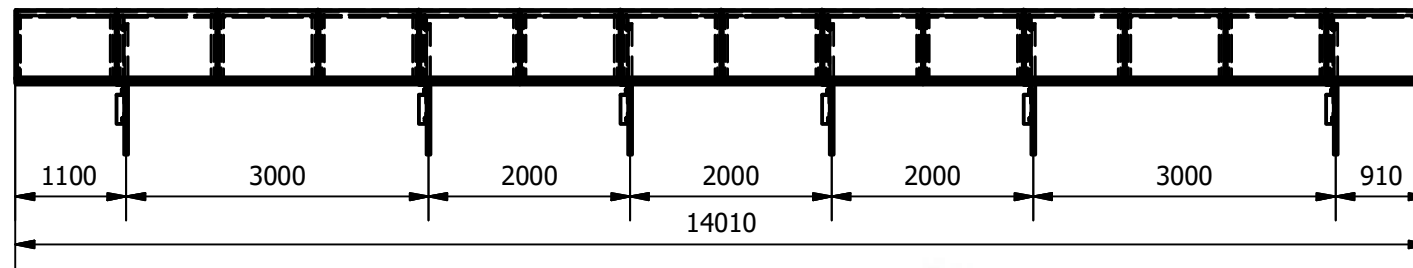


#### DETALLE DE SALIDA

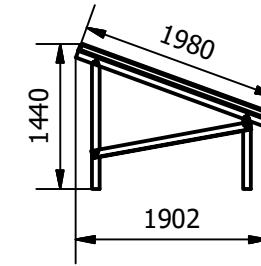


Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto Pauca Cuarite, Christian Yovanny	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	
Escala gen.:	Distribución y Detalle de Montaje	Pág: 8
S/E		Págs: 8/8

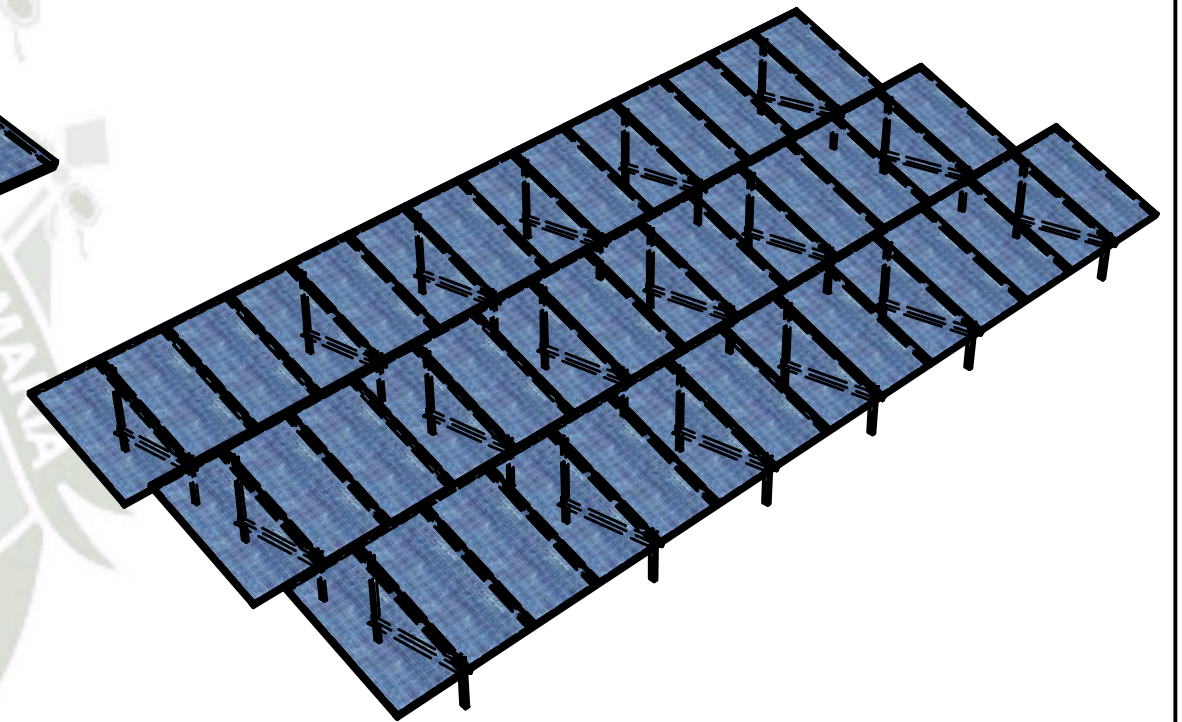
VISTA FRONTAL (1:75)



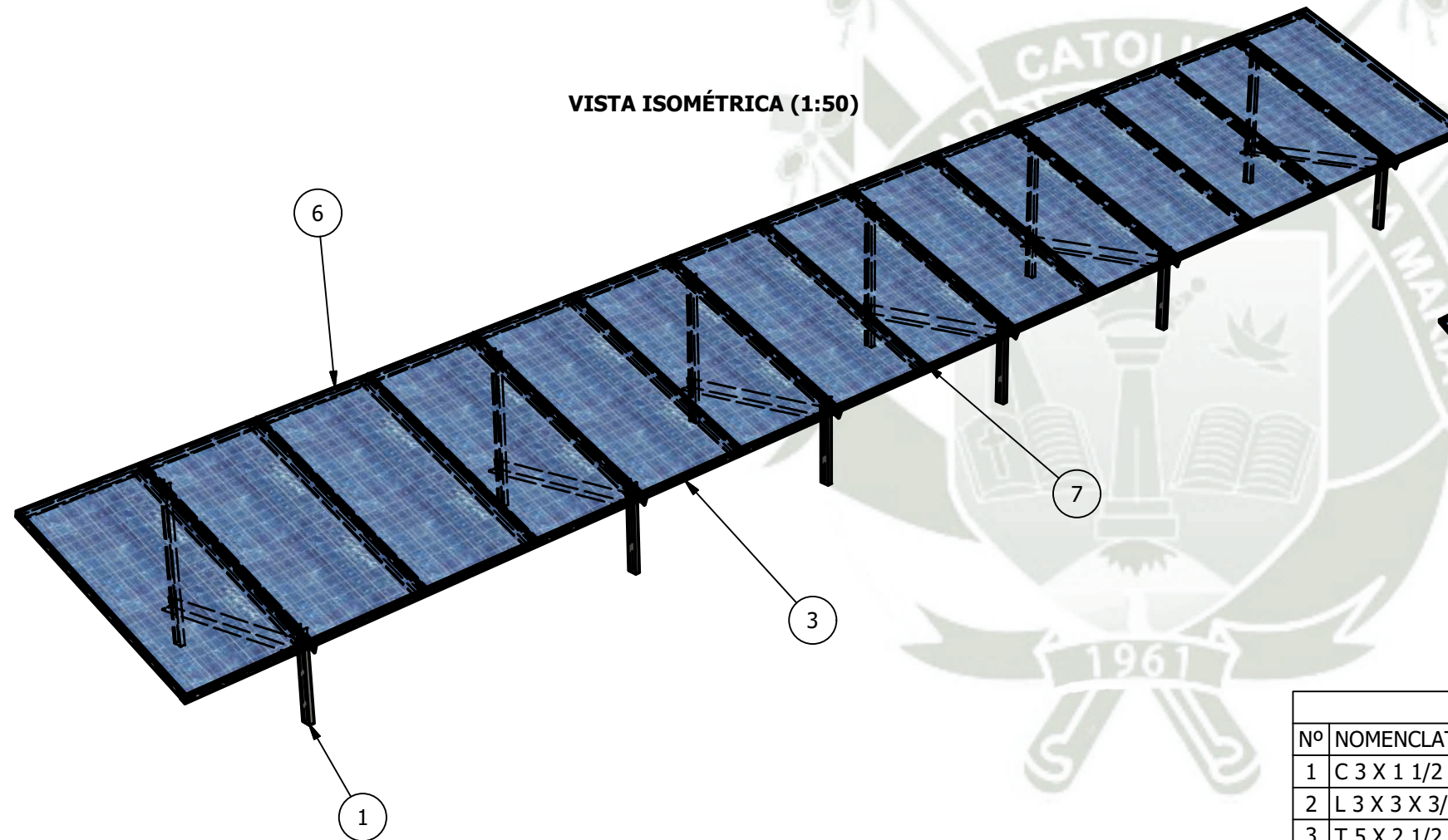
VISTA LATERAL (1:75)



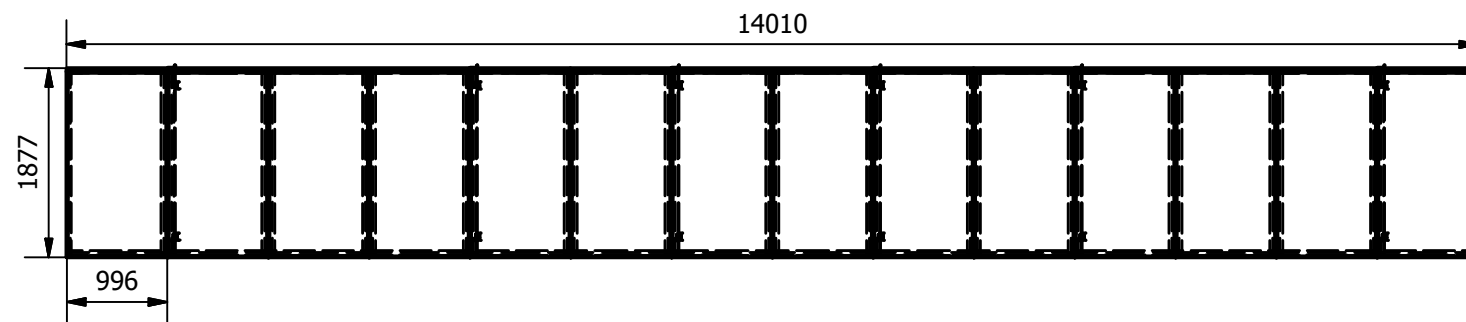
VISTA ISOMÉTRICA EN CONJUNTO (1:100)



VISTA ISOMÉTRICA (1:50)




VISTA DE PLANTA (1:75)



LISTA DE PIEZAS POR ESTRUCTURA

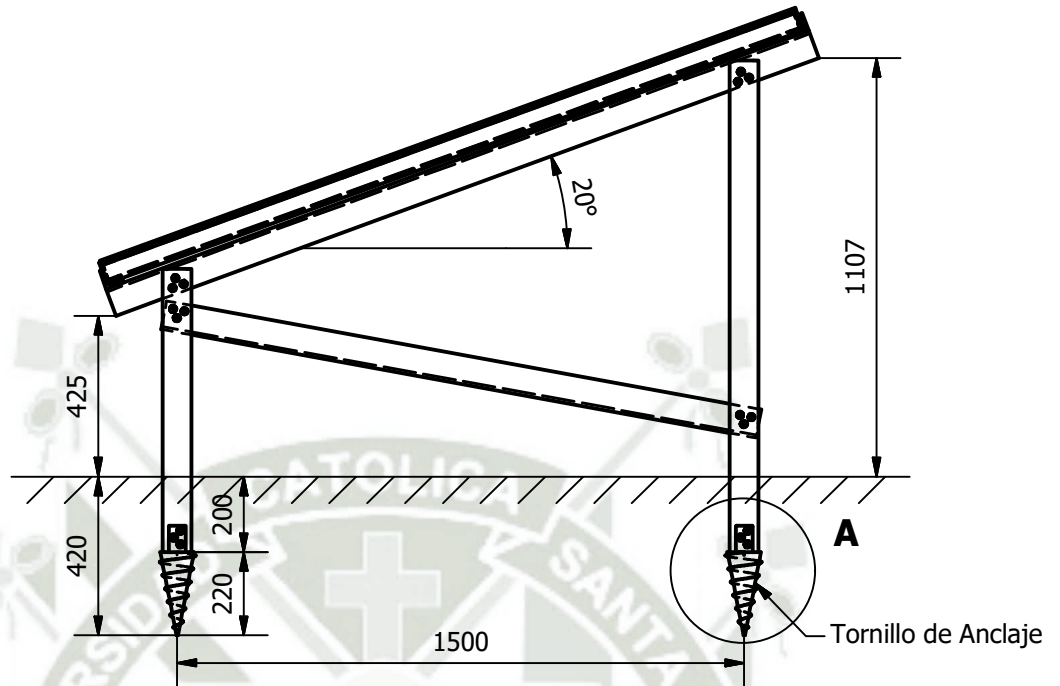
Nº	NOMENCLATURA	METRADO	DETALLES
1	C 3 X 1 1/2 X 1/4	10,250 M	Perfil Comercial de Aluminio usado en las bases de la estructura.
2	L 3 X 3 X 3/8	49,860 M	Perfil Comercial de Aluminio usado como perfil primordial de la estructura.
3	T 5 X 2 1/2 X 1/4	25,740 M	Perfil Comercial de Aluminio donde se montan los paneles.
4	AS 1110 M10 x 30	90 unid	Pernos Hexagonales M10.
5	AS 1112 M10 Tipo 5	90 unid	Tuercas Hexagonales M10 Tipo 5
6	Paneles Solares AS-6P	14 unid	Módulos de paneles solares policristalinos.
7	Tornillos de Anclaje	10 unid	Elementos montados en las bases para una correcta adherencia al suelo (Se especifican en el plano a continuación)

Según norma:	Denominación	Tolerancia	Acab. Sup.
DIN 7168-m	Plano de ensamble	±0.10mm	N8

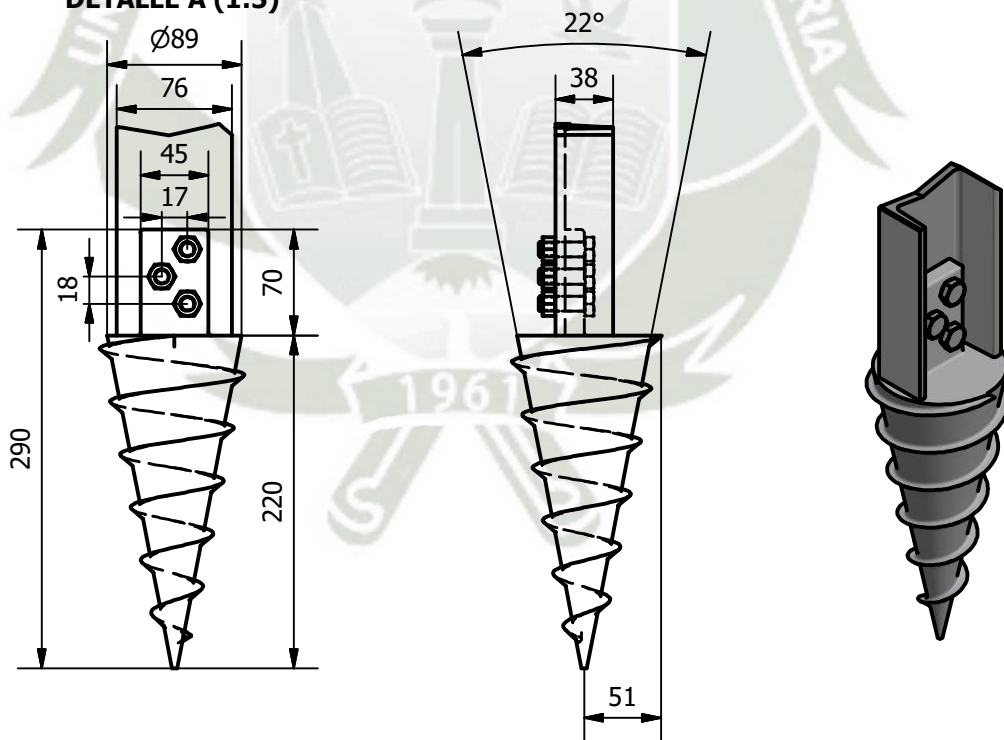
Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto	 <b>Universidad Católica de Santa María</b> Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
	Pauca Cuarite, Christian Yovanny	
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian	


Escala Gen.: 1 :75	Estructura de paneles solares a instalar en el Fundo La Catolica -Majes	Pág: 1 Págs: 1/2
-----------------------	---	---------------------

VISTA LATERAL DEL ANCLAJE AL SUELO (1:20)



DETALLE A (1:5)



Según norma:	Denominación	Tolerancia	Acab. Sup.
DIN 7168-m	Detalle de Anclaje al Suelo	±0.10mm	N8
Elaboró:	Mendoza Dalguerre, Jorge Roberto Pauca Cuarite, Christian Yovanny	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica	
Revisó:	Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrian		
Escala Gen.:	Estructura de paneles solares a instalar en el Fundo La Católica -Majes	Pág: 2	
1 : 20		Págs: 2/2	