

MEMORIAS DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

PLANTA SOLAR PICO DE ÁGUILA 17

Ruitoque Condominio - Floridablanca

Avalador de los diseños:

German Andrés De la ossa Blanco

MP. SN205-132145

germandelaossab@gmail.com

Bucaramanga, septiembre de 2018

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CONSIDERACIONES TÉCNICAS	5
3. PREMISAS TÉCNICO-LEGALES	7
4. OBJETIVOS	8
4.1 Objetivos Específicos	8
5. ANÁLISIS Y CÁLCULO ELÉCTRICO DE CARGAS	9
5.1 Carga instalada	9
5.2 Carga de alimentadores en el sistema	9
Carga suplida mediante operación OFF-GRID	9
Carga suplida mediante operación ON-GRID	10
6. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA	11
6.1 Definición de corriente de cortocircuito	11
6.2 Cálculo de corriente de cortocircuito	11
6.3 Análisis de resultados	12
7. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	13
7.1 Generalidades SIPRA	13
7.2 Análisis de riesgo por rayos mediante software CDRisk	13
7.3 Análisis de resultados	15
8. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS	16
8.1 Análisis de riesgos	16
8.2 Control de riesgos	19
8.3 Factores de riesgo eléctrico más comunes	20
9. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSION REQUERIDO	22
9.1 Características de tensión de la planta solar	22
9.2 Nivel de tensión de los transformadores	22
10. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES	23
10.1 Cálculo del transformador	23
10.2 Selección del transformador	23
10.3 Características de transformadores seleccionados	24
11. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	25
12. VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES	26
13. CÁLCULO DE PROTECCIONES	27

13.1 Protecciones AC.....	27
13.2 Protecciones DC	28
14. CÁLCULOS DE REGULACIÓN	29
15. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.....	31
16. ELABORACION DE PLANOS Y ESQUEMAS ELECTRICOS PARA CONSTRUCCION	31
17. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION COMPLEMENTARIAS	31
17.1 Módulos fotovoltaicos	31
Operación ON-GRID:.....	33
Operación OFF-GRID:.....	33
17.2 Inversores.....	34
17.3 Régimen de operación.....	36
Operación OFF-GRID	36
Operación ON-GRID.....	36
17.4 Sistema de control de tensión y frecuencia.....	37

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto PLANTA SOLAR PICO DE ÁGUILA 17 tiene como propósito convertirse en auto generador de energía a pequeña escala, mediante la generación de energía renovable no convencional, para lo que incorpora un sistema de módulos fotovoltaicos junto con los equipos eléctricos y de medida que deban implicarse.

SERVIHOUSE COLOMBIA S.A.S, en busca de aumentar la confiabilidad y seguridad del sistema, se encarga de la elaboración y revisión del diseño eléctrico detallado que dé cumplimiento a lo establecido en el RETIE como se mencionó anteriormente.

Debe tenerse en cuenta que lo que se mencione en las memorias de cálculos eléctricos y no se muestre en los planos o se muestre en los planos y no se mencione en las memorias de cálculos eléctricos, se tomara como si apareciera en ambos. En caso de discrepancias entre los planos y las memorias de cálculos eléctricos, primará o tendrá mayor validez la norma escrita, o en su defecto la justificación de la desviación técnica.

2. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN DE DISEÑOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO			
<p>Dando cumplimiento al Artículo 10 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, el diseño detallado según el tipo de instalación y complejidad deberá cumplir los aspectos que le apliquen de la lista presentada a continuación. La profundidad con que se traten los ítems dependerá del tipo de instalación, para lo cual debe aplicarse el juicio profesional del responsable del diseño. El diseñador deberá hacer mención expresa de aquellos ítems que a su juicio no apliquen para lo cual debe dejar consignado en la casilla de observaciones del presente formato las notas correspondientes.</p>			
Numero	DESCRIPCIÓN	SI	NA
1	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	X	
2	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.		X
3	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	X	
4	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	X	
5	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	X	
6	Análisis del nivel tensión requerido.	X	
7	Cálculo de campos electromagnéticos		X
8	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	X	
9	Cálculo del sistema de puesta a tierra.	X	
10	Cálculo económico de conductores		X
11	Verificación de los conductores	X	
12	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.		X
13	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.	X	
14	Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).	X	
15	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	X	
16	Cálculos de regulación.	X	
17	Clasificación de áreas.		X
18	Elaboración de diagramas unifilares.	X	
19	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	X	
20	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	X	
21	Verificación de distancias de seguridad requeridas (Registro fotográfico donde se evidencie el cumplimiento de distancias de seguridad y franjas de servidumbre de acuerdo a numeral 10.2.1 del RETIE)		X

22	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.		X
OBSERVACIONES			
"SI" Numerales incluidos en las memorias de diseño. "NA" Numerales que no se incluyen según criterio del diseñador.			

Numero 2: La coordinación de aislamiento, tiene como objeto determinar la distancia de fuga que manejarán los aisladores conectados a las estructuras de M.T. y B.T que formen parte del proyecto. La coordinación de aislamiento no aplica al presente proyecto ya que los niveles de tensión manejados, permanecen dentro del nivel 1 que abarca desde los 0 voltios hasta los 1000 voltios. Además la instalación interna no presenta conductores expuestos con posibles fugas.

Numero 7: El campo electromagnético es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable. Este evento se presenta en instalaciones con niveles de tensión superiores a los 57.5 Kv, la instalación es de nivel 1 por lo que no está sujeto a estos eventos.

Numero 12: El cálculo mecánico de estructuras se realiza con el fin de verificar que los diseños, materiales empleados, forma constructiva y montaje de la estructura garanticen el cumplimiento de los requerimientos mecánicos a los que pueda estar sometida. Por lo que los elementos constructivos no se ven afectados por fuerzas externas debido a su construcción y a la ubicación de los equipos que conforman el sistema eléctrico de la vivienda.

Numero 17: Instalaciones con identificación de áreas, según RETIE 2013, Art. 28.3: Son aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos, o por alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica, y por tanto, requieren de medidas especiales para mitigar o eliminar tales riesgos. Para el presente proyecto no se valora la identificación de áreas ya que no se corre peligro alguno.

Numero 21: El análisis de distancias de seguridad se realiza con el fin de verificar en la etapa preconstructiva que una vez instalados todos los equipos y circuitos eléctricos del proyecto, se cumplirá con las exigencias del RETIE en este aspecto. Una vez que se analiza el tipo de instalación se determina que no se necesitan distancias mínimas para la instalación, ya que la instalación es interna.

Numero 22: no se considera este apartado ya que la instalación se diseñó en base a la NTC 2050 y en cumplimiento del RETIE.

3. PREMISAS TÉCNICO-LEGALES

Según lo establecido en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, cuyo objeto fundamental es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los seres vivos y preservar el medio ambiente, además de señalar las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas aumentando su confiabilidad y calidad, se numeran algunas premisas sobre las que se enmarca la legislación técnica legal de las instalaciones eléctricas en Colombia:

- a) El RETIE vigente en la edición de este documento, corresponde a la resolución 90708 de 2013.
- b) Cumplimiento a cabalidad del Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) vigente y/o aplicable, demás reglamentos y normas técnicas nacionales e internacionales conexas.
- c) Deben ser realizadas por profesionales calificados y competentes de Colombia.
- d) La máxima autoridad para dirimir cualquier duda o desviación técnica justificada sobre el RETIE es la Dirección de Energía del Ministerio de Minas y Energía (MinMinas).
- e) Los productos eléctricos deben tener su respectivo certificado de conformidad técnica emitida por un Organismo de Certificación acreditado ante la Organización Nacional de Acreditación (ONAC); o en su defecto mediante las excepciones permitidas en el Anexo General del RETIE.
- f) Se exceptúan del cumplimiento del presente reglamento y por ende de la demostración de la conformidad las instalaciones y productos de electrodomésticos, máquinas y herramientas, siempre que el equipo, máquina o sistema no se clasifique como instalación especial en la NTC 2050 Primera Actualización, o en el Anexo General del RETIE.

4. OBJETIVOS

De acuerdo con el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE resolución 90708 de 2013, como soporte de confiabilidad y seguridad, se elaboran los diseños eléctricos que forman parte del proyecto PLANTA SOLAR PICO DE ÁGUILA 17.

4.1 Objetivos Específicos

Dentro de los objetivos específicos, se realizaron los siguientes alineamientos a diseños:

- Análisis y cuadros de cargas.
- Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
- Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- Cálculo de transformadores.
- Cálculo del sistema de puesta a tierra.
- Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes.
- Cálculos de regulación de tensión.
- Diagramas eléctricos unifilares de la planta de generación fotovoltaica.

5. ANALISIS Y CÁLCULO ELÉCTRICO DE CARGAS

5.1 Carga instalada

En este apartado se presenta el cuadro de cargas instaladas, distribuidas en los tableros generales, las cuales serán alimentadas mediante los módulos fotovoltaicos.

CARGA INSTALADA			
Tablero	Alimentador	Carga instalada	Protección
TG 1	AL6	5 KVA	-
TG 2	AL6	4 KVA	40 A
TG 3	AL7	5 KVA	40 A
Carga total		14 KVA	

Se observa una carga total de 14 kVA, los cuales están repartidos entre iluminación, tomas y sistema de piscina.

Nota: TG1 y TG2 son los tableros de distribución de los circuitos de iluminación y tomas. TG3 es el tablero de distribución de circuitos del sistema de piscina.

5.2 Carga de alimentadores en el sistema

La selección de la capacidad de los conductores se hizo teniendo en cuenta la tabla 310-16 de la NTC 2050 para conductores en ducto con no más de tres conductores portadores.

El cuadro de carga anexo en el plano contiene la descripción por separado de cada uno de los alimentadores portadores de corriente, dimensionado y seleccionado en relación con la potencia nominal de operación, así como su respectiva protección considerando el numeral 240-3 y la corriente nominal de operación según los numeral 210-19 de la NTC 2050.

Carga suplida mediante operación OFF-GRID

La tabla siguiente establece la potencia entregada por los inversores en el modo de operación OFF-GRID:

Alimentadores	Nivel de tensión (V)	Carga (kW)	Conductor seleccionado	Protección
AL3	220	4	2x8AWG + 8AWG	2x25 A
AL4	220	4	2x8AWG + 8AWG	2x25 A
AL5	220	4	2x8AWG + 8AWG	2x25 A
		12	Carga total	

La carga total que cubrir en este modo de operación es de 12 kW. Los alimentadores AL1, AL2 y AL3 se especifican con claridad en el diagrama unifilar anexo a las memorias de cálculo.

Carga suplida mediante operación ON-GRID

La tabla siguiente establece la potencia entregada por los inversores en el modo de operación ON-GRID:

Alimentadores	Nivel de tensión (V)	Carga (kW)	Conductor seleccionado	Protección
AL2	220	9	3x8AWG + 8AWG	3x40 A
		9	Carga total	

La carga total que cubrir en este modo de operación es de 9 kW. El alimentador AL2 se especifica con claridad en el diagrama unifilar anexo a las memorias de cálculo.

6. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA

6.1 Definición de corriente de cortocircuito

Una corriente de cortocircuito es la corriente de falla en un equipo eléctrico, electrónico o electromecánico, donde la corriente pasa directamente de la fase al neutro o tierra, o entre fases, según se considere la instalación. Esta falla se debe principalmente al contacto entre fases.

Debido a que un cortocircuito puede causar importantes daños en las instalaciones eléctricas e incluso incendios en edificios, estas instalaciones están normalmente dotadas de fusibles o interruptores termomagnéticos a fin de proteger la integridad física de las personas y los equipos que forman parte de la instalación.

6.2 Cálculo de corriente de cortocircuito

Se calcula la corriente de cortocircuito en el secundario del transformador, la cual es importante al momento de seleccionar las protecciones que despejarán la falla sin llegar a dañarse, ni permitir el daño a equipos aguas debajo.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se usan las siguientes ecuaciones:

$$I_{ccs} = \frac{S_n * 100}{\sqrt{3} * U_{cc} * U_{ns}} \quad (1)$$

$$I_{ccp} = I_{ccs} * \frac{U_{ns}}{U_{np}} \quad (2)$$

Donde:

- **S_n**: Potencia nominal del transformador en kVA.
- **U_{cc}**: Tensión de cortocircuito en p.u.
- **U_{ns}**: Tensión nominal del secundario.
- **U_{np}**: Tensión nominal del primario.
- **I_{ccs}**: Intensidad de cortocircuito en el secundario.
- **I_{ccp}**: Intensidad de cortocircuito en el primario.

Estos datos se toman de la placa de características técnicas de cada transformador.

Transformador	Potencia (kVA)	Relación de tensión	Ucc
TRF1	10	440/220 V	4%
TRF2	15	220/110 V	4%

La tabla anterior ofrece los datos necesarios para realizar los cálculos de corrientes de cortocircuito en ambos devanados del cada transformador.

6.3 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos de corrientes de falla se presentan en la siguiente tabla:

Transformador	Potencia (kVA)	Relación de tensión	Ucc	Iccs	Iccp
TRF1	10	440/220 V	4%	656 A	328 A
TRF2	15	220/110 V	4%	3400 A	1700 A

La capacidad de cortocircuito de las protecciones y conductores instalados supera la corriente instantánea generada por una posible falla, por lo que el sistema se encuentra protegido ante estos eventos sin presentar daños o pérdidas de equipos.

7. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

El análisis del cálculo de riesgo por descargas atmosféricas es un estudio que se realiza con el fin de definir el nivel de protección en el sistema de protección contra rayos SIPRA, que requerirá la edificación donde se realiza el proyecto PICO DE ÁGUILA 17, basándose en la normativa IEC 62305 y manteniendo los criterios establecidos por la NTC 4552 que establece los parámetros para la protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos).

7.1 Generalidades SIPRA

Como es bien sabido, el impacto atmosférico por rayo trae consecuencias graves tales como lo son la muerte a personas, animales, animales de granja, así como la destrucción de equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, entre los que se incluyen los transformadores eléctricos, medidores de energía y equipos de medida indirecta, electrodomésticos, entre otros.

7.2 Análisis de riesgo por rayos mediante software CDRisk

Para la evaluación de riesgo por rayos se hace uso del software CDRisk el cual se basa en la norma técnica IEC 62305-2. Este se encarga de determinar la necesidad de protección de la edificación.

Se numeran algunos de los factores influyentes que se deben tener en cuenta al momento de realizar la evaluación de riesgo por rayos:

- Características físicas de la estructura.
- Dimensiones de la estructura.
- Nivel cerámico e influencias ambientales según su ubicación.
- Generalidades del sistema eléctrico.

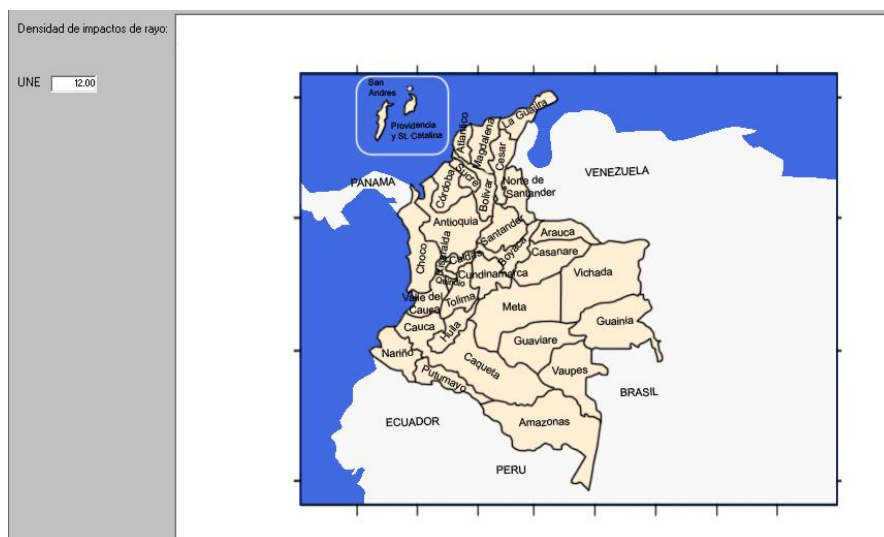
A continuación, se muestra la sección de ingreso de datos a tener en cuenta para determinar la necesidad de protección de la edificación en la que se encuentra la PLANTA SOLAR PICO DE ÁGUILA 17; estos datos son tomados a criterio del diseñador, pensando en la ubicación, tipo de predio y características generales del sistema eléctrico.

Edificio número: 1 de 1	Ed. 1 Nombre del edificio PICO DE AGUILA 17	Largo 20.00	Ancho 20.00	Alto 15.00	PDC-Malla P
Nombre del edificio PICO DE AGUILA 17					

DIMENSIONES		PÉRDIDAS		LÍNEAS DE SERVICIOS	
Longitud (L)	20.00 m.	Tipo 1. Pérdidas de vidas humanas			
Anchura (W)	20.00 m.	Por incendios	D. Siempre ocupadas.		
Altura tejado (H)	15.00 m.	Por riesgo de pánico	B. Bajo (menos de 100 pers.)		
Altura prominencia (Hp)	15.00 m.	Consecuencia de los daños	A. Sin consecuencias.		
Superficie exposición (Ad)	10.361.73 m ²	Por sobretensiones	A. No aplica.		
		Tipo 2. Pérdidas de servicios esenciales			
		Pérdida de servicios	A. No aplica.		
		Tipo 3. Pérdidas de patrimonio cultural			
		Pérdida de patrimonio	A. No aplica.		
		Tipo 4. Pérdidas económicas			
		Riesgos especiales	A. Sin consecuencias.		
		Por incendios	A. Valor común.		
		Por sobretensiones	B. Valor común.		
		Por tensión paso/contacto	A. Sin riesgo de shock.		
		Riesgo tolerable de pérdidas	C. 1 en 1.000 años.		
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA Tipo de cubierta: B. Hormigón. Tipo de estructura: B. Hormigón. Riesgo de incendio: B. Común. Tipo de cableado interno: B. Apantallado.		Suministro eléctrico Situación del cable: B. Enterrado. Tipo de cable: A. Apantallado. Transformador MT/BT: A. Transformador.			
INFLUENCIAS AMBIENTALES Situación: C. Estructura aislada. Factor ambiental: C. Residencial. Días de tormenta: 120 Días / año. Densidad anual impactos: 12.00 Impactos / km ² . Tipo de terreno: C. Arena suelta, arena densa, grava, roca.		Otros servicios aéreos Número de servicios: 0 Tipo de cable: B. No apantallado.			
		Otros servicios enterrados Número de servicios: 0 Tipo de cable: B. No apantallado.			
		MEDIDAS DE PROTECCIÓN EXISTENTES Clase SPCR: C. Nivel III. Protección sobretensiones: B. Sólo en entrada de servicio.			
Factor de protección contra sobretensiones - SP. - Sin protección. No hay ninguna medida de protección contra sobretensiones instalada. (SP=0). - Sólo en entrada de servicios. Protección contra sobretensiones de unión equipotencial según IEC62305=3. (SP=1). - Coordinada según IEC62305-4. Sistema de protección contra sobretensiones completo. (SP=2).					

Algunas consideraciones importantes sobre la sección de Datos Generales:

- Las dimensiones del predio se toman según el área promedio de las edificaciones construidas en RUITOQUE CONDOMINIO, siendo esta área promedio asumida a criterio del diseñador.
- La densidad anual de impactos por rayos se asume según los parámetros arrojados por el software CDRisk, como se muestra en la figura siguiente.



7.3 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos mediante la evaluación de riesgo por rayos según el software CDRisk se muestran en la tabla incluida en la figura siguiente:

Edificio número: 1 de 1	Ed.	Nombre del edificio	Largo	Ancho	Alto	PDC-Malla
Nombre del edificio: PICO DE AGUILA 17	1	PICO DE AGUILA 17	20.00	20.00	15.00	M

DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE-EN 62305-2										
Ed.	Nombre	Superficie de captura	Riesgo de pérdida vidas humanas	Riesgo de pérdida de servicios públicos	Riesgo de pérdida de patrimonio	Riesgo de pérdidas económicas	Necesidad instalación SEPCR*	Nivel de protección	Necesidad instalación SIPCR**	Tipo SIPCR
1	PICO DE AGUILA 17	10,361.73	6.12E-06	0.00E+00	0.00E+00	2.43E-05	Necesaria	Nivel I	Necesaria	Entrada

ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PROTECCIÓN	
La protección se realizará mediante	<input type="radio"/> PDC <input checked="" type="radio"/> Malla

* SEPCR = Sistema Externo de Protección Contra el Rayo
 ** SIPCR = Sistema Interno de Protección Contra el Rayo

Edificio: 1 PICO DE AGUILA 17 PROTECCIÓN NECESARIA: La instalación de un sistema externo e interno es necesaria según la IEC 62305-2. NIVEL DE PROTECCIÓN: Nivel de protección: Nivel I

- Se obtiene una superficie de captura de $10.361,73 \text{ m}^2$, la cual indica el área de impacto de rayo.
- Es requerida la instalación de Sistema Externo de Protección Contra el Rayo – SEPCR según la IEC 62305-2.
- Es requerida la instalación de Sistema Interno de Protección Contra el Rayo – SIPCR según la IEC 62305-2.
- Nivel de protección requerido: Nivel I.
- La probabilidad de que se presenten pérdidas de determinado tipo, en caso de una descarga atmosférica sobre la estructura o en sus alrededores es muy baja.
- Se aconseja la implementación de malla para la protección contra rayos.

8. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

Según el artículo 9.2 del Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, se deben tener en cuenta los criterios establecidos para la soportabilidad de la energía eléctrica en seres humanos. Esta parte del RETIE tiene como objetivo principal crear conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad.

8.1 Análisis de riesgos

A fin de evaluar el riesgo que puede presentarse en la instalación eléctrica del proyecto PLANTA SOLAR PICO DE ÁGUILA 17 se usa la matriz de análisis de riesgo propuesta por el RETIE.

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución		por		Tensión de paso		(al) o (en)		Conductores y equipos	
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE			
POTENCIAL		X		REAL				FRECUENCIA			
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de interruptores termomagnéticos, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, fusibles bien dimensionados.

RIESGO A EVALUAR:		Incendio		por		Sobrecarga		(al) o (en)		Conductores, equipos y/o red secundaria
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE				
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA		
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

POSIBLES CAUSAS: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Instalar puestas a tierras solidas, equipotencialización.

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras, Electrocción					Sistema de puesta a tierra				
		por					Rayos (al) o (en)				
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE				
POTENCIAL		X	REAL			FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Las decisiones y acciones para controlar el riesgo se mencionan la siguiente tabla:

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY ALTO	Inadmisibles para trabajar: Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
	ALTO	Minimizarlo: Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	MEDIO	Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	BAJO	Asumirlo: Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades

8.2 Control de riesgos

Con el fin de mitigar el riesgo eléctrico en la instalación, se plantean algunas alternativas como medidas de protección que lo reducen:




- La implementación de un sistema de puesta a tierra de baja resistencia y la equipotencialización de todos los equipos.
- Diseño adecuado de protecciones para sobre corrientes, implementación de interruptores termomagnéticos y fusibles.
- Dimensionamiento adecuado de los conductores del sistema.




Según se observó en el análisis de riesgo del numeral 7.1 se tiene un nivel de riesgo MEDIO debido al potencial riesgo por rayos, por lo tanto, se toma la decisión de control según la tabla anterior donde indica que se debe ACEPTAR el riesgo, aplicar los sistemas de control para minimizar el riesgo, por consiguiente, se emplea un sistema de puesta a tierra que será analizado y calculado más adelante.

8.3 Factores de riesgo eléctrico más comunes

En la siguiente tabla se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y algunas medidas de protección.

	<p style="text-align: center;">ARCOS ELECTRICOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga , apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga si utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p>
	<p style="text-align: center;">AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema interrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas interrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
	<p style="text-align: center;">CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de Técnicos o impericia de no Técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.</p>
	<p style="text-align: center;">TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
	<p style="text-align: center;">TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>

	<p style="text-align: center;">CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
	<p style="text-align: center;">CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p>
	<p style="text-align: center;">ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistema de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p>

	<p style="text-align: center;">EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo, y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
	<p style="text-align: center;">RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
	<p style="text-align: center;">SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.</p>

9. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSION REQUERIDO

Según el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE se deben establecer los diferentes niveles de tensión a los que estarán conectados los equipos que forman parte del proyecto.

9.1 Características de tensión de la planta solar

El sistema de generación no convencional de paneles solares que se instala cuenta con dos (2) modos de operación: modo de operación ON-GRID y modo de operación OFF-GRID. Estos cuentan con características diferentes según el requerimiento de tensión para la ejecución del proyecto.

- El sistema de operación ON-GRID se conecta directamente al barraje principal que viene del SDL, este es un barraje trifásico (3φ) a 110 V por fase, 220 V en tensión de línea a línea, que inyecta la energía generada por los módulos fotovoltaicos directamente a los tableros de distribución de cargas mencionados en el diagrama unifilar y cuadro de cargas.
- El sistema de operación OFF-GRID suministra energía a los tableros de distribución en un nivel de 220 V mediante el uso de su fuente principal de energía que es el banco de baterías y la energía solar requerida dependiendo del monitoreo de tensión y frecuencia realizado por los MPPT.

9.2 Nivel de tensión de los transformadores

Para cubrir las necesidades de tensión requeridas por los equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos del predio, se requiere del uso de dos (2) transformadores de potencia que se encargarán de reducir los niveles de tensión de entrada al sistema por parte de los módulos fotovoltaicos.

TRANSFORMADOR	TENSION [V]	M. OPERACIÓN
TRF1	440/220	ON-GRID
TRF2	220/110	OFF-GRID

10. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES

El dimensionamiento de los transformadores que hacen parte de la planta solar se tendrá en cuenta la carga demanda, según lo establecido en la sección 220-11, 430-24, 430-25 y 430-26 de la NTC 2050.

10.1 Cálculo del transformador

para el dimensionamiento del transformador que forma parte del sistema, se tendrá en cuenta la potencia demanda por las cargas según la siguiente tabla:

Alimentador	Carga (W)	Potencia (VA)	Factor de demanda	Carga demandada (VA)
AL6	8000	9000	0-3.000 VA al 100% 3.001-120.000 VA al 35%	5100
AL7	4000	5000	100%	5000
Observaciones: Factores de demanda tomados de la NTC 2050 secciones 220-11 y 430-24, 430-25			Carga Total Demandada	10100

S demanda = 10.1 kVA

S plena carga = 14 kVA

Para la carga demandada se recomienda el uso de transformadores de mínimo 10 kVA que suplan la energía demandada por las cargas de iluminación, tomas y sistema de piscina. De igual forma, se debe considerar que en condiciones de cargabilidad máxima puede sobrecargarse el transformador, por consiguiente, se considera adecuado el uso de transformadores entre 10 y 15 kVA.

10.2 Selección del transformador

El sistema de generación por paneles solares va a contar con dos (2) transformadores, uno acondicionado para actuar en modo de operación ON-GRID y otro que funcionará en la operación OFF-GRID.

Para esto es importante tener en cuenta que el modo de operación ON-GRID se conecta directamente al SDL pidiendo o entregando la energía requerida para suplir la demanda de todas las cargas en el predio. De igual forma, el modo de operación OFF-GRID se

encargará de alimentar las cargas de los tableros de luces, tomas y sistema de piscina considerados anteriormente.

Transformador	Tensión (V)	Potencia (kVA)	Modo operación	Cargabilidad
TRF1	440/220	10	ON-GRID	60%
TRF2	220/110	15	OFF-GRID	67%

10.3 Características de transformadores seleccionados

A continuación, se muestran las tablas con especificaciones técnicas de los transformadores seleccionados:

TRANSFORMADOR 1 – TRF1	
Capacidad del transformador	10 kVA
Tipo de transformador	3φ
Tensión primaria	440 V
Tensión secundaria	220 V
Corriente nominal secundario	26 A
Tipo de transformador	Seco
Tensión de corto circuito	4%

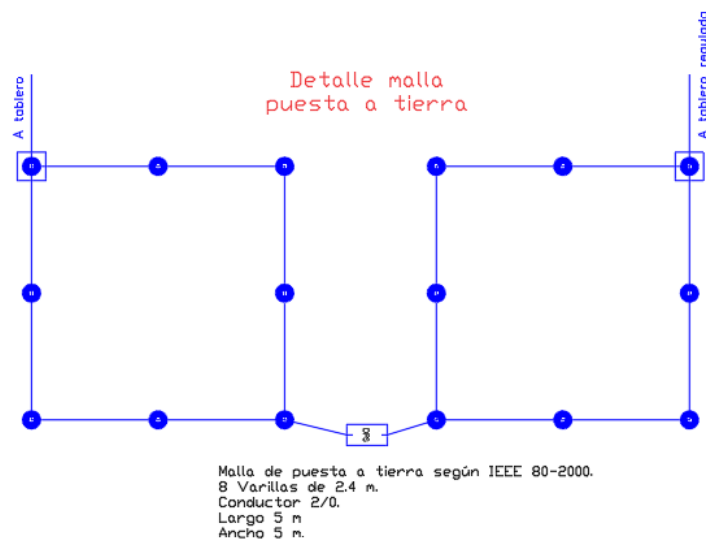
TRANSFORMADOR 2 – TRF2	
Capacidad del transformador	15 kVA
Tipo de transformador	1φ
Tensión primaria	220 V
Tensión secundaria	110 V
Corriente nominal secundario	136 A
Tipo de transformador	Seco
Tensión de corto circuito	4%

11. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas RETIE, en la revisión más reciente a la norma 2050, se establece en el artículo 15 las consideraciones de puestas a tierra, donde toda instalación eléctrica cubierta en dicho reglamento debe disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT), en tal forma que cualquier punto accesible a las personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidas a tensiones de paso o de contacto que superen los umbrales de soportabilidad. Cuando se presente una falla, y se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos es la máxima corriente que pueden soportar, debida a la tensión de paso o de contacto y no el valor de la resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente.

Considerando los aspectos descritos en la sección 690-45 de NTC 2050, la sección transversal del conductor de puesta a tierra de equipos. En los sistemas fotovoltaicos en los que la corriente de cortocircuito de la fuente de alimentación sea menor al doble de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobre corriente, el conductor de puesta a tierra de equipos debe tener una sección transversal no menor a la de los conductores de los circuitos. En otros sistemas el conductor de puesta a tierra de equipos debe tener una sección transversal que cumpla lo establecido en el Artículo 250-95 NTC 2050.

En el terreno del proyecto PLANTA SOLAR PICO DE AGUILA 17 dispone de dos mallas de puesta a tierra robustas compuestas por conductor desnudo AWG número 2/0 y varillas Cupperweld de 2.4 metros de longitud unidas atreves de soldadura exotérmica y con acondicionamiento del terreno por medio de electro-pat. Con distancia entre electrodos de 5 metros formando un cuadrado enterrado a 30 centímetros de profundidad, cada malla de puesta a tierra están debidamente conectadas entre ellas, los equipos y barrajes instalados están conectados a tierra según lo exige la norma.



12. VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores seleccionados se dimensionaron en base a los criterios de la NTC 2050, que indica que la corriente del conductor no debe ser inferior las características nominales de operación, además debe ser capaz de soportar la corriente de la carga sin calentamiento del conductor. La caída de tensión influye en la selección del conductor por lo que con el fin de reducir a valores cercanos a cero la caída de tensión se dimensiona los conductores con las características de operación idóneas como los expresados.

CONDUCTORES SELECCIONADOS EN AC			
Alimentadores	Nivel de tensión (v)	Conductor seleccionado	Protección
AL1	400	3x8 AWG+8AWG	3x30 A
AL2	220	3x8 AWG+8AWG	3x40 A
AL3	220	2X8 AWG+8AWG	2x25 A
AL4	220	2X8 AWG+8AWG	2x25 A
AL5	220	2X8 AWG+8AWG	2x25 A
AL6	220	3x8 AWG+8AWG	-
AL7	220	2X8 AWG	-
AL8	220	2X8 AWG+8AWG	2X30 A
AL9	220	2X8 AWG+8AWG	2X30 A
AL10	220	2X8 AWG+8AWG	2X30 A
AL11	120	1X2AWG+2AWG	1X125 A

Los conductores seleccionados en base a la sección 690 de la NTC 2050 para sistemas solares fotovoltaicos indica que deben ser calculados en base a la configuración de los módulos de baterías y paneles solares considerando un dimensionamiento del 125 % de su corriente nominal para a selección adecuada y su debida protección.

CONDUCTORES SELECCIONADOS EN CD			
Alimentadores	Nivel de tensión (v)	Conductor seleccionado	Protección
AL22-AL24	135	1x6 MMQ+6MMQ negativo	-
AL16	135	1x6 MMQ+6MMQ negativo	32 A
AL25-AL27	48	1X1/0 AWG+1/0 AWG negativo	-
AL21	48	1X1/0 AWG+1/0 AWG negativo	200 A
AL18-AL20	48	1X1/0 AWG+1/0 AWG negativo	150 A

Los datos generales de los conductores como parámetros eléctricos de su operación se observan en los planos los cuales se asocian según la nomenclatura del plano para facilitar la identificación de cada alimentador y las condiciones a las que están sometidos.

13. CÁLCULO DE PROTECCIONES

La selección de protecciones se hizo implícitamente con el dimensionamiento de conductores, ya que estos últimos se seleccionaron a un 125% del valor de corriente nominal que circula por cada alimentador, de acuerdo con lo estipulado en la sección 220-3 de la NTC 2050.

Las protecciones actúan de acuerdo a las sobrecorrientes presentadas al momento de alguna falla en el sistema, por lo tanto, se diseñan según la capacidad de los conductores utilizados.

13.1 Protecciones AC

A continuación, se muestra una tabla que especifica cada alimentador del sistema con sus conductores y protecciones correspondientes, al igual que se muestra la capacidad de corriente nominal soportada por breaker, y también la corriente de ruptura máxima de cada uno.

PROTECCIONES AC					
Alimentadores	Corriente de diseño	Protección			
		Corriente nominal	Polos	Capacidad de ruptura	Tipo
AL1	20.07 A	30 A	3P	6 kA	Termo-magnético
AL2	32.84 A	40 A	3P	6 kA	Termo-magnético
AL3	18.25 A	25 A	2P	4.5 kA	Termo-magnético
AL4	18.25 A	25 A	2P	4.5 kA	Termo-magnético
AL5	18.25 A	25 A	2P	4.5 kA	Termo-magnético
AL8	18.25 A	30 A	2P	6 kA	Termo-magnético
AL9	18.25 A	30 A	2P	6 kA	Termo-magnético
AL10	18.25 A	30 A	2P	6 kA	Termo-magnético
AL11	170.45 A	125 A	1P	10 kA	Termo-magnético
AL31	85.23 A	80 A	2P	10 kA	Termo-magnético
AL32	28.41 A	40 A	2P	10 kA	Termo-magnético

Nota: para el AL11 se requiere una protección de 170 A la cual no es considerada adecuada por razones de disponibilidad comercial, además de tener en cuenta que el transformador TRF2 de 15 kVA va a funcionar con una cargabilidad del 67%.

En el cuadro de cargas mostrado en el plano del diagrama unifilar de la PLANTA SOLAR PICO DE AGUILA 17 se muestran los diferentes conductores seleccionados y la protección respectiva, de acuerdo con la capacidad de corriente de cada conductor.

13.2 Protecciones DC

A continuación, se muestra una tabla que especifica cada alimentador del sistema con sus conductores y protecciones correspondientes, al igual que se muestra la capacidad de corriente nominal soportada por breaker, y también la corriente de ruptura máxima de cada uno.

PROTECCIONES DC					
Alimentadores	Corriente de diseño	Protección			
		Corriente nominal	Polos	Capacidad de ruptura	Tipo
AL12-AL17	33.37 A	32 A	2P	10 kA	Termo-magnético
AL18-AL20	62.50 A	125 A	-	-	Fusible
AL21	375 A	300 A	-	-	Fusible
AL33-AL34	11 A	10 A	2P	10 kA	Termo-magnético

Nota: para el AL21 se requiere una protección de >375 A la cual no es considerada adecuada por razones de disponibilidad comercial, por tal motivo se selecciona un fusible de 300 A.

En el cuadro de cargas mostrado en el plano del diagrama unifilar de la PLANTA SOLAR PICO DE AGUILA 17 se muestran los diferentes conductores seleccionados y la protección respectiva, de acuerdo con la capacidad de corriente de cada conductor.

14. CÁLCULOS DE REGULACIÓN

El cálculo de regulación se hace en base a los datos proporcionados en las tablas de capacidad y características de los conductores de la NTC 250. El presente proyecto no maneja distancias superiores a 5 metros por lo que el dimensionamiento de los conductores no se ve afectada por una caída de tensión superior al 1 % según lo exige la norma.

Considerando como punto de inicio el barrajé principal con una tensión de 220 V en sistema trifásico y la potencia instalada de 14 KVA en el tablero de iluminación y tomas de uso general ubicados a una longitud de 5 metros para considerar el peor de los casos, se logra determinar una regulación de 0,98 % por lo que el conductor seleccionado es el adecuado, una vez verificado esto se pudo deducir que para los barrajes trifásicos los conductores cumplen la regulación exigida.

SISTEMA TRIFÁSICO	
S Carga Instalada en kVA	14
Voltaje De Línea En V	220
In Corriente Nominal En A	36,74
In x 1,25% (A)	45,93
Número De Conductores Por Fase	1
Ic Corriente Por Conductor	36,74
Material del conductor	Cobre
Temperatura del conductor	60°
Calibre (AWG ó kcmil)	8
Capacidad de Corriente A 30°C	60
Capacidad de Corriente A 25°C	64,8
APROBACION DEL CONDUCTOR	APROBADO
REGULACIÓN DE VOLTAJE	
Longitud de la Acometida en metro	5
Factor de Potencia.	0,9
Impedancia Eficaz ohm/m	0,003935845
ΔV fase-neutro (V)	1,252314174
ΔV fase-fase (V)	2,16900815
Regulación De Voltaje	0,9859128%
PROTECCIÓN DEL CONDUCTOR	
Icc Capacidad de Corriente del Conductor (A)	64,8
(Sci) Carga Instalada demandada en kVA	7
(Ici) Corriente Carga Instalada	18,37
Protección Calculada	30
APROBACIÓN DE LA PROTECCIÓN	APROBADO

Considerando los puntos más importantes en el sistema se hace necesario el cálculo de regulación del lado OFF-GRID con nivel de tensión de 110 V en bornera del transformador TRF2 monofásico de 15 KVA para una carga instala en el tablero de iluminación y tomas generales con un total de 9 KVA, dimensionando el conductor se determina que la regulación del sistema monofásico no excede 0,6 % cumpliendo los requisitos exigidos.

SISTEMA MONOFÁSICO	
Carga Instalada en kVA	9
Voltaje De Línea En V	120
In Corriente Nominal En A	75,00
In x 1,25% (A)	93,75
Número De Conductores Por Fase	1
Corriente Por Conductor	75,00
Material del conductor	Cobre
Temperatura del conductor	60°
Calibre (AWG ó kcmil)	2
Capacidad de Corriente A 30°C	140
Capacidad de Corriente A 25°C	134,4
APROBACION DEL CONDUCTOR	APROBADO
REGULACIÓN DE VOLTAJE	
Longitud de la Acometida en metro	5
Factor de Potencia.	0,9
Impedancia Eficaz ohm/m	0,003935845
ΔV fase-neutro (V)	0,384941779
ΔV fase-fase (V)	0,666719161
Regulación de Voltaje %R	0,5555993%
PROTECCIÓN DEL CONDUCTOR	
Capacidad de Corriente del Conductor	134,4
Carga Instalada demandada en kVA	9
Corriente Carga Instalada	75,00
Protección Calculada	125
APROBACIÓN DE LA PROTECCIÓN	APROBADO

15. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES

De forma complementaria a estas memorias de cálculo, se han confeccionado los diagramas eléctricos unifilares donde se ilustran las conexiones de los bancos de paneles solares a sus respectivos sistemas, ya sea ON-GRID u OFF-GRID, y se integran los respectivos tableros de distribución.

16. ELABORACION DE PLANOS Y ESQUEMAS ELECTRICOS PARA CONSTRUCCION

De forma complementaria a estas memorias de cálculo, se han confeccionado los planos eléctricos de esquema de conexiones de paneles solares y baterías, donde se ilustra de manera esquemática la conexión de los paneles a su respectivo equipo Inversor y la conexión de los bancos de baterías al mismo.

De igual forma, se anexa el plano donde se muestra el esquema de conexión de todos los equipos, en el cual se presenta de manera esquemática la interconexión del conjunto de equipos que forman parte del sistema de la planta solar.

17. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION COMPLEMENTARIAS

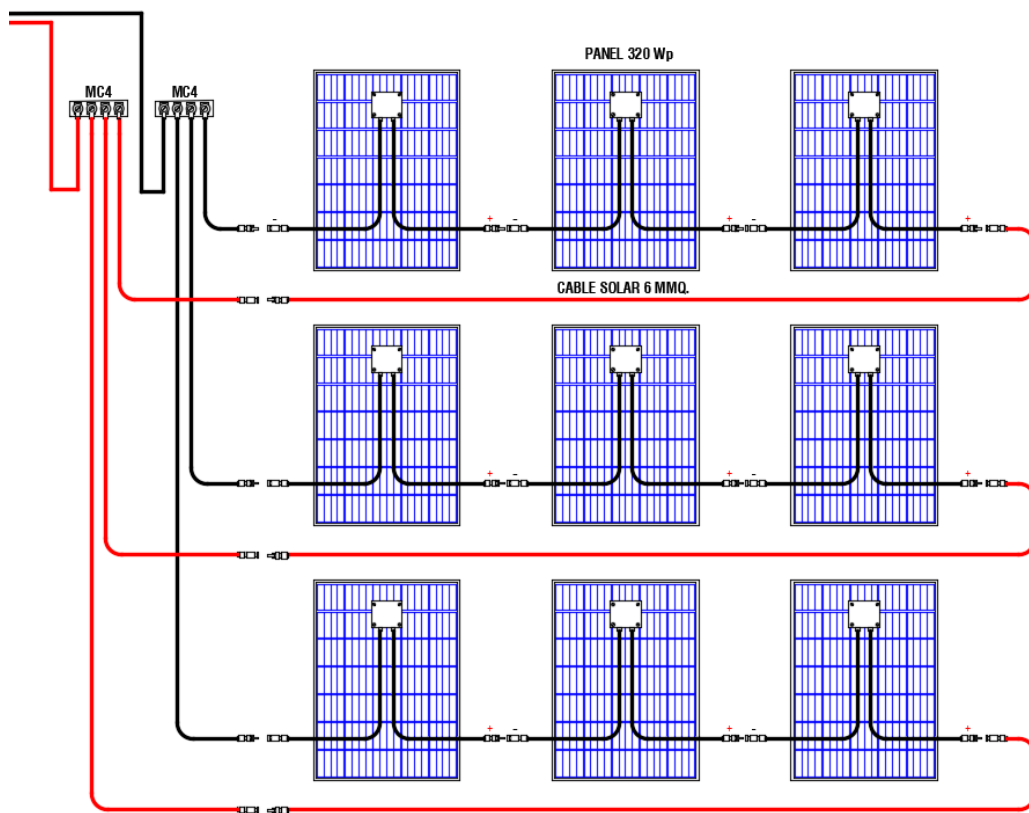
En este apartado se establecen las especificaciones técnicas de construcción del sistema de generación no convencional mediante módulos fotovoltaicos, donde se especifica la cantidad de paneles a implementar, sus configuraciones según el modo de operación al que pertenecen, la capacidad de los inversores, los regímenes de operación ON-GRID y OFF-GRID, entre otros.

De manera complementaria, se anexa el plano de esquemas de conexión de equipos.

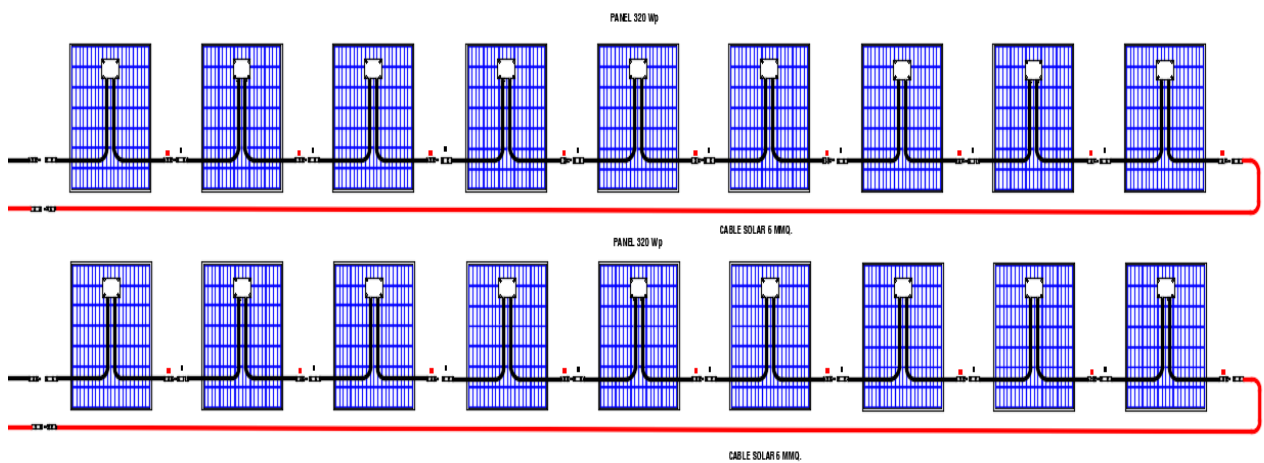
17.1 Módulos fotovoltaicos

El sistema Fotovoltaico de la vivienda cuenta en su totalidad con 72 módulos de 320 W cada uno, 54 de los cuales están conectados al sistema OFF-GRID y el restante al sistema ON-GRID.

Los paneles conectados al sistema OFF-GRID están conectados en una matriz de 3x3, 3 paneles conectados en serie y 3 en paralelo de la siguiente forma:



Por otra parte, los paneles conectados al sistema ON-GRID están conectados en 2 series de 9 módulos cada una así:



Los módulos se encuentran instalados en la superficie del techo, montados en estructuras de aluminio sujetos a través de sujetadores de tornillo, todo el montaje está aterrizado por medio de conductor aislado de cobre.

A continuación, se presentan los parámetros principales del sistema que se tienen al momento de la simulación mediante el software PVSYST para cada uno de los modos de operación ya mencionados:

Operación ON-GRID:

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	27°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	UP-M320P	Pnom	320 Wp
Generador FV	N° de módulos	18	Pnom total	5.8 kWp
Inversor	Modelo	PVI-6000-OUTD	Pnom	6.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Operación OFF-GRID:

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	10°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	UP-M320P	Pnom	320 Wp
Generador FV	N° de módulos	4	Pnom total	1.28 kWp
Inversor	Modelo	PVI-2000-OUTD	Pnom	2.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	27°	acimut	-180°
Módulos FV	Modelo	UP-M320P	Pnom	320 Wp
Generador FV	N° de módulos	18	Pnom total	5.8 kWp
Inversor	Modelo	PVI-6000-OUTD	Pnom	6.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	27°	acimut	-90°
Módulos FV	Modelo	UP-M320P	Pnom	320 Wp
Generador FV	N° de módulos	14	Pnom total	4.5 kWp
Inversor	Modelo	PVI-6000-OUTD	Pnom	6.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Se anexan en el documento las respectivas simulaciones hechas mediante el software PVSYST las cuales fueron suministradas por el encargado delegado por SERVIHOUSE COLOMBIA S.A.S.

17.2 Inversores

El sistema cuenta con 4 inversores de los cuales 3 estarán conectados para formar el sistema OFF-GRID y el otro inversor será el encargado del sistema ON-GRID.

En el sistema OFF-GRID cada uno de los inversores cuenta con las siguientes características:

MODEL	GeInfiniSolar V-1K-12	GeInfiniSolar V-2K-24	GeInfiniSolar V-3K-48	GeInfiniSolar V-4K-48	GeInfiniSolar V-5K-48
Max. PV Array Power	1000W	2000W	4000W	4000W	6000W
Rated Output Power	1000W	2000W	3000W	4000W	5000W
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	145 VDC	145 VDC	145 VDC	145 VDC	145 VDC
MPPT Range @ Operating Voltage	15 VDC ~ 115 VDC	30 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC	60 VDC ~ 115 VDC
MPP Tracker Number	1	1	1	1	2
GRID-TIE OPERATION					
GRID OUTPUT (AC)					
Nominal Output Voltage	220/230/240 VAC				
Output Voltage Range	184 - 264.5 VAC				
Nominal Output Current	4.3 A	8.7 A	13 A	17.4 A	21.7 A
Power Factor	> 0.99				
EFFICIENCY					
Maximum Conversion Efficiency (DC/AC)	90%				
OFF-GRID, HYBRID OPERATION					
GRID INPUT					
Acceptable Input Voltage Range	90 - 280 VAC or 170 - 280 VAC				
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)				
Maximum AC Input Current	30A		40A		
BATTERY MODE OUTPUT (AC)					
Nominal Output Voltage	220/230/240 VAC				
Output Waveform	Pure sine wave				
Efficiency (DC to AC)	93%				
BATTERY & CHARGER					
Nominal DC Voltage	12 VDC	24 VDC	48 VDC	48 VDC	48 VDC
Maximum Solar Charge Current	80 A	80 A	80 A	80 A	120 A
Maximum AC Charge Current	60 A				
Maximum Charge Current	140 A	140 A	140 A	140 A	180 A
GENERAL					
PHYSICAL					
Dimension, D x W x H (mm)	100 x 300 x 440	100 x 300 x 440	120 x 295 x 468	120 x 295 x 468	190 x 295 x 483
Net Weight (kgs)	8	8	11	11	16
INTERFACE					
Parallel Function	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
External Safety Box (Optional)	Yes				
Communication	USB or RS232/Dry-Contact				
ENVIRONMENT					
Humidity	0 ~ 90% RH (No condensing)				
Operating Temperature	0 to 50°C				

Para el sistema ON-GRID las características del inversor son las siguientes (Referencia PVI-10.0-TL-OUTD):

Technical data and types

Type code	PVI-10.0-TL-OUTD	PVI-12.5-TL-OUTD
Input side		
Absolute maximum DC Input voltage ($V_{max,dc}$)	900 V	
Start-up DC Input voltage (V_{start})	360 V (adj. 250...500 V)	
Operating DC Input voltage range ($V_{dc,min}...V_{dc,max}$)	0.7 x $V_{start}...850$ V (min 200 V)	
Rated DC Input voltage (V_{dc})	580 V	
Rated DC Input power (P_{dc})	10300 W	12800 W
Number of Independent MPPT	2	
Maximum DC Input power for each MPPT ($P_{mppt,max}$)	6500 W	8000 W
DC Input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{dc}	300...750 V	360...750 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [750 V ≤ V_{mppt} ≤ 850 V]	
DC power limitation for each MPPT with Independent configuration of MPPT at P_{dc} , max unbalance example	6500 W [380 V ≤ V_{mppt} ≤ 750 V] the other channel: P_{dc} -6500 W [225 V ≤ V_{mppt} ≤ 750 V]	8000 W [445 V ≤ V_{mppt} ≤ 750 V] the other channel: P_{dc} -8000 W [270 V ≤ V_{mppt} ≤ 750 V]
Maximum DC Input current ($I_{dc,max}$) / for each MPPT ($I_{mppt,max}$)	34.0 A / 17.0 A	36.0 A / 18.0 A
Maximum Input short circuit current for each MPPT	22.0 A	
Number of DC Input pairs for each MPPT	2	
DC connection type	PV quick fit connector *)	
Input protection		
Reverse polarity protection	Inverter protection only, from limited current source	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes	
Photovoltaic array Isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	25 A / 1000 V	
Fuse rating (versions with fuses)	15 A / 1000 V	
Output side		
AC grid connection type	Three-phase 3W+PE or 4W+PE	
Rated AC power (P_{ac} @ $\cos\phi=1$)	10000 W	12500 W
Maximum AC output power ($P_{ac,max}$ @ $\cos\phi=1$)	11000 W *)	13800 W *)
Maximum apparent power (S_{max})	11500 VA	13800 VA
Rated AC grid voltage (V_{ac})	400 V	
AC voltage range	320...480 V *)	
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	16.6 A	20.0 A
Contributory fault current	19.0 A	22.0 A
Rated output frequency (f_0)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz *)	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{ac}=10.0$ kW, ± 0.8 with max 11.5 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{ac}=12.5$ kW, ± 0.8 with max 13.8 kVA
Total current harmonic distortion	< 2%	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland M40	
Output protection		
Anti-Islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	25.0 A	
Output overvoltage protection - varistor	3 plus gas arrester	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	97.8%	
Weighted efficiency (EURO/CEC)	97.1% / -	97.2% / -
Feed In power threshold	30.0 W	
Night consumption	< 1.0 W	
Communication		
Wired local monitoring	PVI-USB-RS232_485 (opt.)	
Remote monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.), VSN700 Data Logger (opt.)	
Wireless local monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.)	
User Interface	16 characters x 2 lines LCD display	

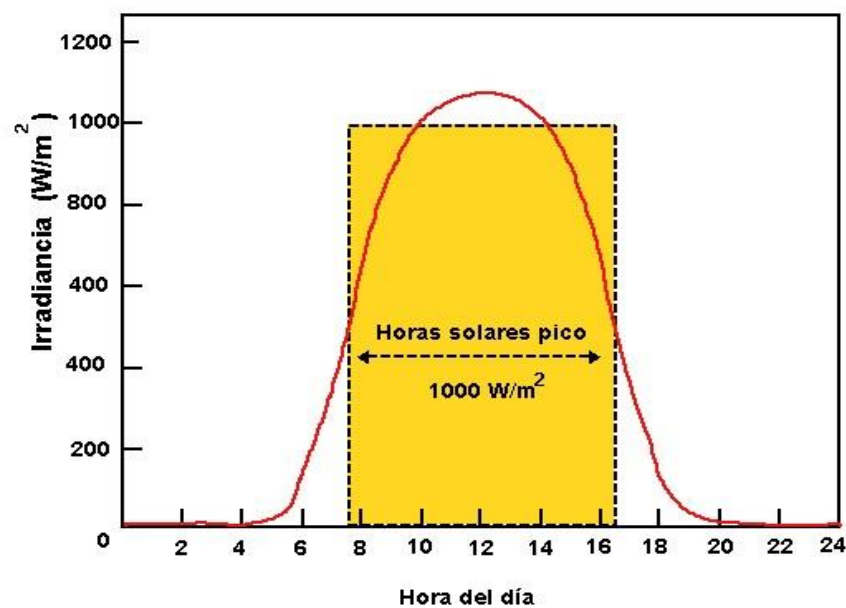
17.3 Régimen de operación

Operación OFF-GRID

Este sistema como principal fuente de energía utiliza las baterías, por tal motivo el régimen de salida está dado en forma continua, los módulos fotovoltaicos se encargan de mantener las baterías cargadas y solo en ese momento se alimentan las cargas directamente con la energía generada en los módulos FTV sin embargo el sistema bajo ninguna circunstancia varía la potencia total, esto quiere decir que este sistema siempre será capaz de abastecer 15 KVA en su salida, y en caso de no tener energía suficiente en módulos o en baterías tomará la energía necesaria de la red.

Operación ON-GRID

Debido a que este sistema no tiene banco de baterías esto lleva a que la energía generada será inyectada de forma continua a la red eléctrica de la vivienda, basados en eso el régimen de operación de generación está dado en punta, esto quiere decir que la máxima potencia del sistema se entregará en las horas cercas a las 12:00 pm y disminuirá entre más se aleje de dicha hora.



17.4 Sistema de control de tensión y frecuencia

Todos los equipos de inversión del sistema OFF-GRID controlan tanto la entrada como la salida de frecuencia y tensión, siguiendo los parámetros configurados, si en la entrada existe un fallo en cualquiera de los 2 parámetros el sistema se desconectará automáticamente de la red para protegerse, adicionalmente el inversor tiene la capacidad de analizar la red entrante y si es necesario adaptarse a la misma frecuencia de entrada cuando sea necesaria su utilización.

Estos inversores mantendrán la tensión de salida de forma constante y sin variaciones sin importar la carga en su salida (siempre y cuando esta esté en los parámetros de los equipos), en caso de que el sistema se quede sin potencia de baterías los inversores realizaran un Bypass y en ese caso el sistema adoptara los parámetros completos de la red eléctrica del recinto.

Por otra parte, el inversor en el sistema ON-GRID al no tener entrada y salida de forma independientes, analiza los parámetros de las fases conectadas al mismo y duplica esos mismos para inyectar la energía al sistema eléctrico, en caso de que el sistema eléctrico falle el inversor ON-GRID se desactivara hasta que el sistema se reactive, esto quiere decir que este sistema solo funciona si la red eléctrica del recinto está en funcionamiento.

ANEXO 1:

PLANOS ELÉCTRICOS

Se anexa en Medio Digital

ANEXO 2:

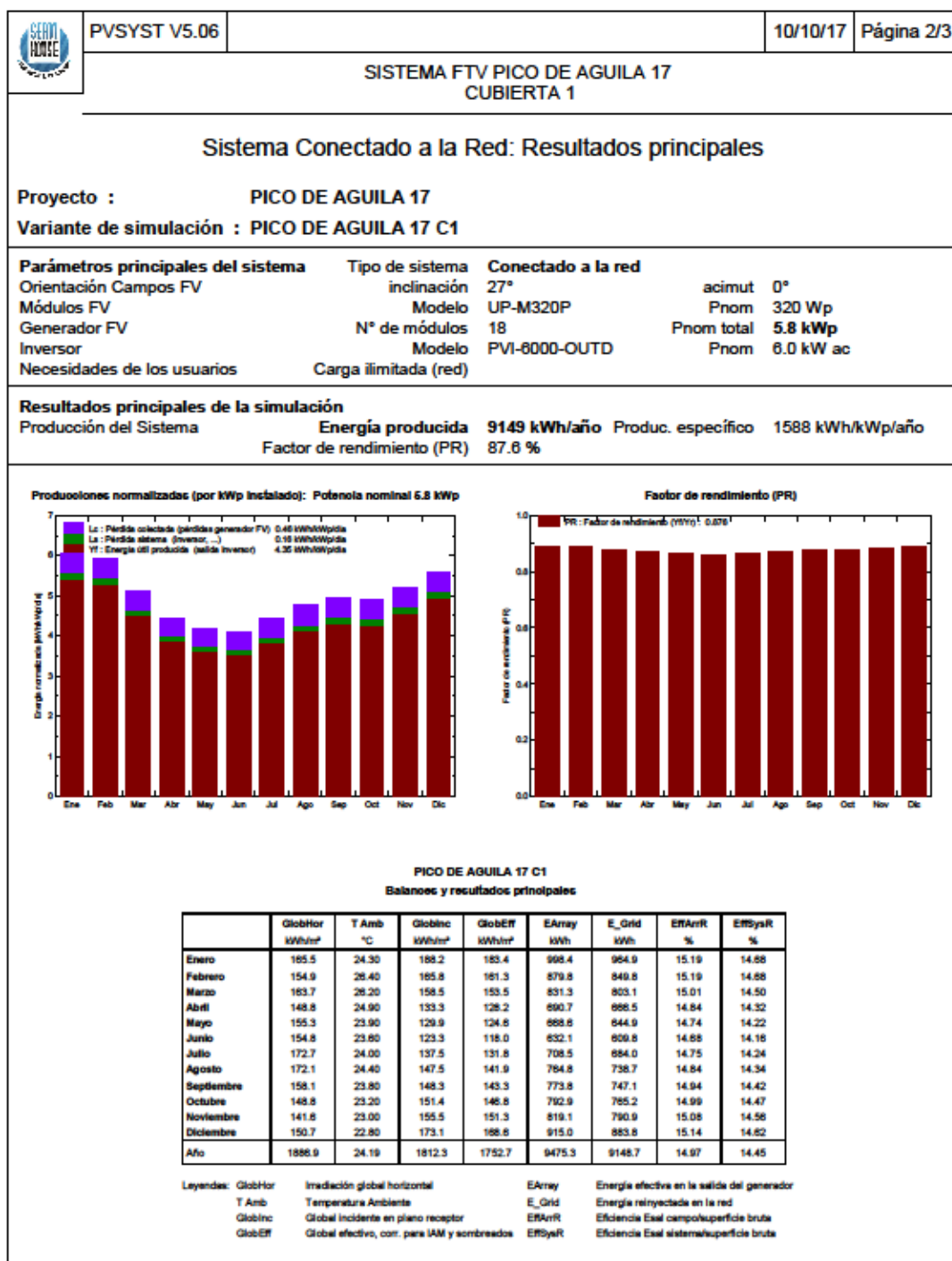
ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Se anexa en Medio Digital


ANEXO 3:

SIMULACIONES PVSYST V5

Cubierta 1: Modo de operación ON-GRID

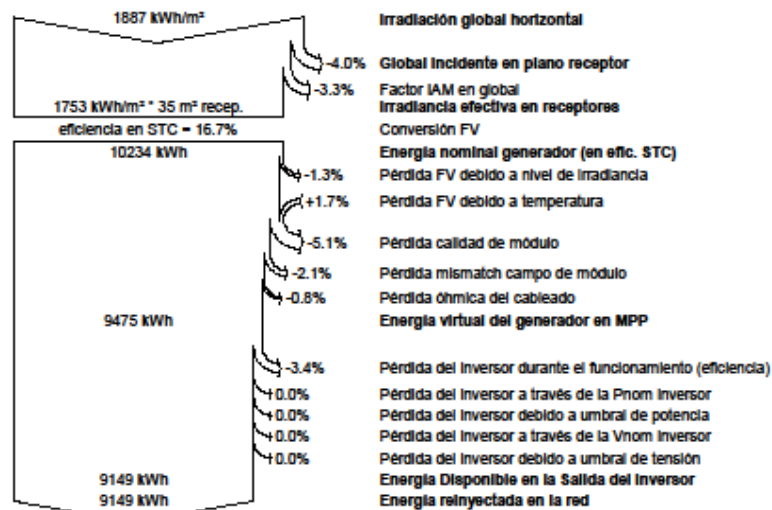


Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.


	PVSYST V5.06		10/10/17	Página 1/3
	<p align="center">SISTEMA FTV PICO DE AGUILA 17 CUBIERTA 1</p>			
<p align="center">Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación</p>				
<p>Proyecto : PICO DE AGUILA 17</p>				
Lugar geográfico		Bucaramanga	País	Colombia
Ubicación	Latitud	7.1°N	Longitud	73.1°W
Hora definido como	Hora Solar		Altitud	900 m
	Albedo	0.20		
<p>Datos climatológicos : Bucaramanga, Síntesis datos por hora</p>				
<p>Variante de simulación : PICO DE AGUILA 17 C1</p>				
<p align="center">Fecha de simulación 10/10/17 08h55</p>				
<p>Parámetros de la simulación</p>				
Orientación Plano Receptor		Inclinación	27°	Acimut 0°
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas		Sin sombreado		
<p>Características generador FV</p>				
Módulo FV	Si-poly	Modelo	UP-M320P	
		Fabricante	UpSolar	
Número de módulos FV		En serie	9 módulos	En paralelo 2 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	18	Pnom unitaria 320 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	5.8 kWp	En cond. funciona. 6.0 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	350 V	I mpp 17 A
Superficie total		Superficie módulos	34.9 m²	
Inversor		Modelo	PVI-6000-OUTD	
		Fabricante	Power One	
Características		Tensión Funciona.	90-580 V	Pnom unitaria 6 kW AC
<p>Factores de pérdida Generador FV</p>				
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, VelViento=1m/s)				TONC 45 °C
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	304 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	5.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	2.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parámetro bo	0.05
<p>Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)</p>				

**SISTEMA FTV PICO DE AGUILA 17
CUBIERTA 1****Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas****Proyecto :** PICO DE AGUILA 17**Variante de simulación :** PICO DE AGUILA 17 C1

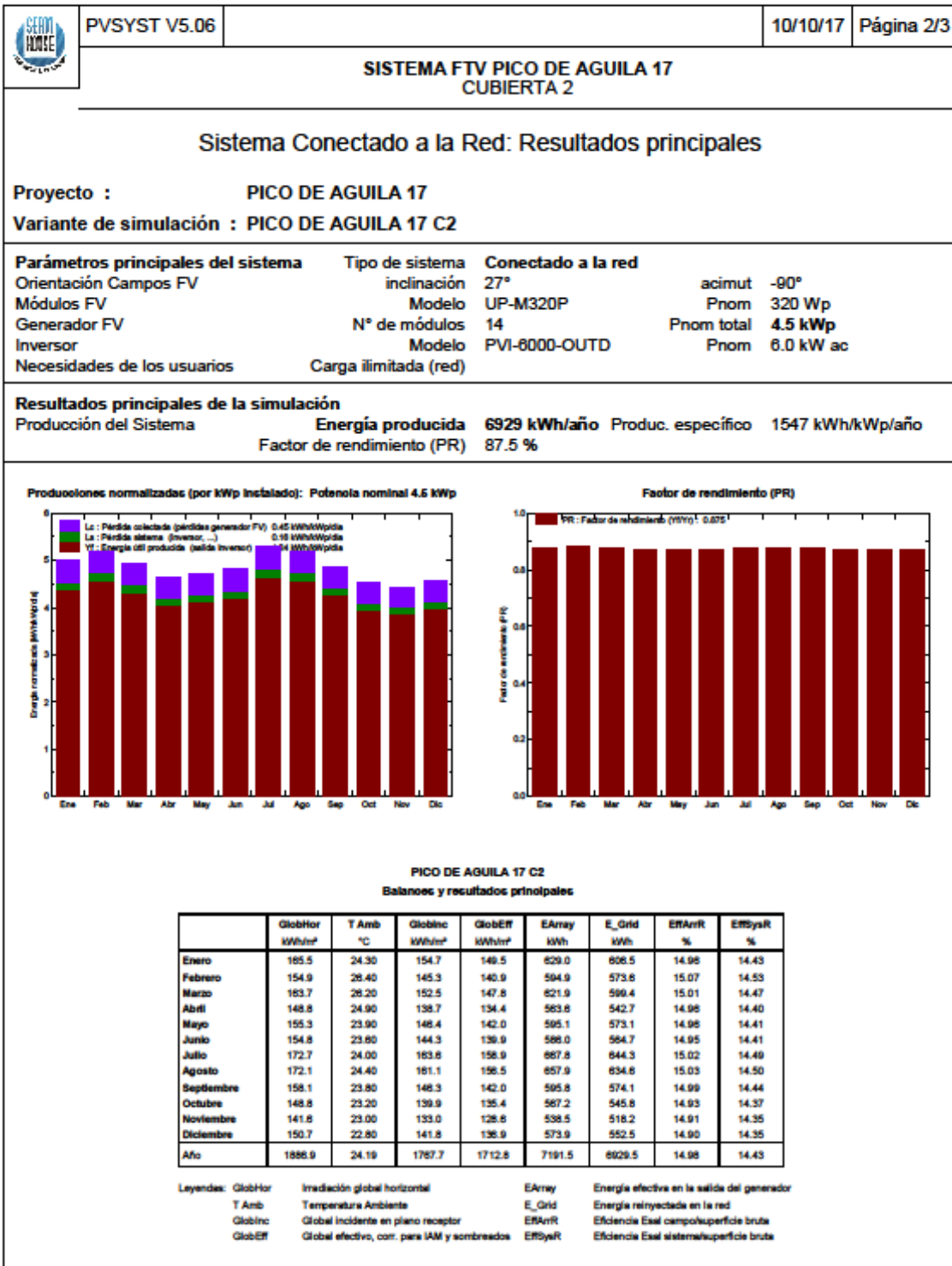
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	27°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	UP-M320P	Pnom 320 Wp
Generador FV	N° de módulos	18	Pnom total 5.8 kWp
Inversor	Modelo	PVI-6000-OUTD	Pnom 6.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año


Cubierta 2: Modo de operación OFF-GRID

	PVSYST V5.06	10/10/17	Página 1/3
	SISTEMA FTV PICO DE AGUILA 17 CUBIERTA 2		
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto : PICO DE AGUILA 17			
Lugar geográfico		Bucaramanga	País Colombia
Ubicación	Latitud 7.1°N Hora definido como Hora Solar Albedo 0.20	Longitud 73.1°W Altitud 900 m	
Datos climatológicos : Bucaramanga, Síntesis datos por hora			
Variante de simulación : PICO DE AGUILA 17 C2			
Fecha de simulación 10/10/17 08h58			
Parámetros de la simulación			
Orientación Plano Receptor		Inclinación 27°	Acimut -90°
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos	
Sombras cercanas		Sin sombreado	
Características generador FV			
Módulo FV	Si-poly	Modelo UP-M320P Fabricante UpSolar	
Número de módulos FV	En serie 7 módulos	En paralelo 2 cadenas	
N° total de módulos FV	N° módulos 14	Pnom unitaria 320 Wp	
Potencia global generador	Nominal (STC) 4.5 kWp	En cond. funciona. 4.6 kWp (50°C)	
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp 272 V	I mpp 17 A	
Superficie total	Superficie módulos 27.2 m²		
Inversor			
	Modelo PVI-6000-OUTD Fabricante Power One		
Características	Tensión Funciona. 90-580 V	Pnom unitaria 6 kW AC	
Factores de pérdida Generador FV			
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const) 29.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s	
=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, VelViento=1m/s)		TONC 45 °C	
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador 236 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC	
Pérdida Calidad Módulo		Fracción de Pérdidas 5.0 %	
Pérdidas Mismatch Módulos		Fracción de Pérdidas 2.0 % en MPP	
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	Parámetro bo 0.05	
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)			

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



Cubierta 3: Modo de operación OFF-GRID

	PVSYS V5.06	10/10/17	Página 1/3
SISTEMA FTV PICO DE AGUILA 17 CUBIERTA 3			
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto : PICO DE AGUILA 17			
Lugar geográfico	Bucaramanga	País	Colombia
Ubicación	Latitud 7.1°N	Longitud	73.1°W
Hora definido como	Hora Solar	Altitud	900 m
	Albedo 0.20		
Datos climatológicos : Bucaramanga, Síntesis datos por hora			
Variante de simulación : PICO DE AGUILA 17 C3			
	Fecha de simulación	10/10/17 09h00	
Parámetros de la simulación			
Orientación Plano Receptor	Inclinación 27°	Acimut	-180°
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Sin sombreado		
Características generador FV			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	UP-M320P
		Fabricante	UpSolar
Número de módulos FV	En serie	9 módulos	En paralelo 2 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	18	Pnom unitaria 320 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	5.8 kWp	En cond. funciona. 6.0 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	350 V	I mpp 17 A
Superficie total	Superficie módulos	34.9 m²	
Inversor		Modelo	PVI-6000-OUTD
		Fabricante	Power One
Características	Tensión Funciona.	90-580 V	Pnom unitaria 6 kW AC
Factores de pérdida Generador FV			
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, VelViento=1m/s)			TONC 45 °C
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	304 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas 5.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 2.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parámetro bo 0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)			

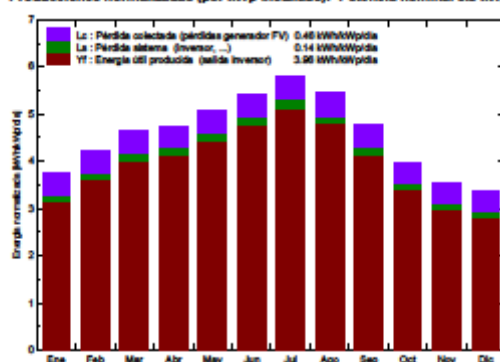
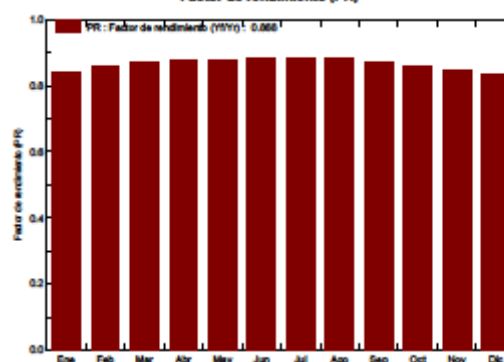
Treducción sin garantía, Sólo el texto inglés está garantizado.

**SISTEMA FTV PICO DE AGUILA 17
CUBIERTA 3****Sistema Conectado a la Red: Resultados principales****Proyecto :** PICO DE AGUILA 17**Variante de simulación :** PICO DE AGUILA 17 C3

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	27°	acimut	-180°
Módulos FV	Modelo	UP-M320P	Pnom	320 Wp
Generador FV	N° de módulos	18	Pnom total	5.8 kWp
Inversor	Modelo	PVI-6000-OUTD	Pnom	6.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Resultados principales de la simulación


Producción del Sistema	Energía producida	8318 kWh/año	Produc. específico	1444 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	88.8 %		

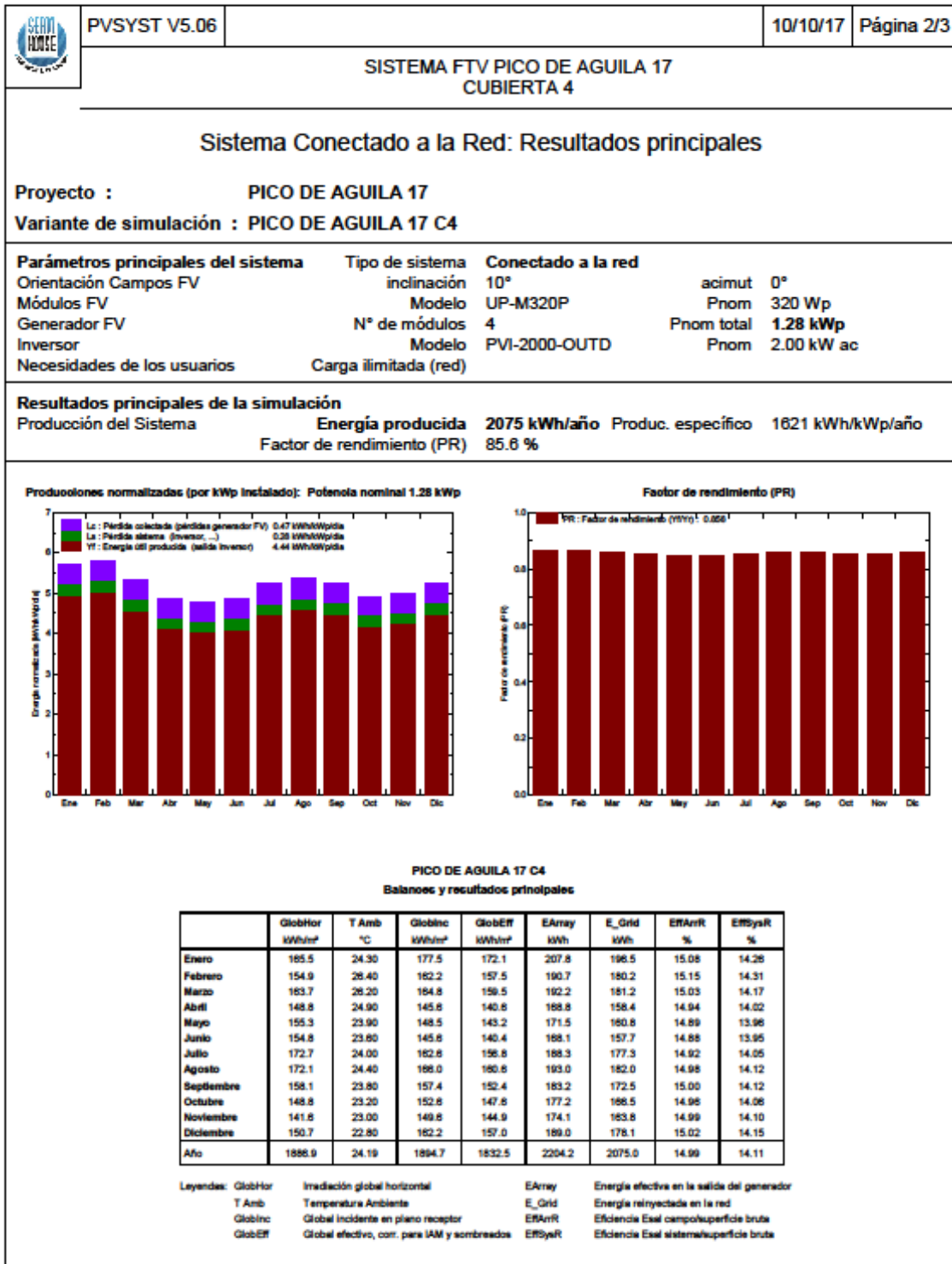
Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 5.8 kWp**Factor de rendimiento (PR)****PICO DE AGUILA 17 C3
Balances y resultados principales**

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEFF kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EFFArrR %	EFFSysR %
Enero	185.5	24.30	118.4	109.4	588.5	565.1	14.42	13.89
Febrero	154.9	26.40	117.9	112.1	605.4	583.8	14.70	14.18
Marzo	183.7	26.20	143.4	137.8	743.9	718.3	14.85	14.34
Abril	148.8	24.90	142.0	137.3	741.2	715.8	14.94	14.43
Mayo	155.3	23.90	158.9	152.3	822.4	794.1	15.01	14.49
Junio	154.8	23.80	162.1	157.8	853.3	824.4	15.07	14.56
Julio	172.7	24.00	179.9	175.0	948.2	916.7	15.09	14.59
Agosto	172.1	24.40	168.9	163.9	886.7	857.1	15.03	14.53
Septiembre	158.1	23.80	142.7	137.5	741.4	715.8	14.88	14.38
Octubre	148.8	23.20	123.3	117.8	631.8	608.8	14.86	14.14
Noviembre	141.6	23.00	105.7	100.1	534.3	514.3	14.47	13.93
Diciembre	150.7	22.80	105.0	98.3	524.0	504.1	14.29	13.74
Año	1886.9	24.19	1684.4	1599.4	8818.8	8318.2	14.83	14.31

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente en plano receptor	EFFArrR	Eficiencia Esl campo/superficie bruta
	GlobEFF	Global efectivo, corr. para IAM y acobresados	EFFSysR	Eficiencia Esl sistema/superficie bruta

Cubierta 4: Modo de operación OFF-GRID

	PVSYST V5.06	10/10/17	Página 1/3
SISTEMA FTV PICO DE AGUILA 17 CUBIERTA 4			
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto :	PICO DE AGUILA 17		
Lugar geográfico	Bucaramanga	País	Colombia
Ubicación	Latitud 7.1°N	Longitud	73.1°W
Hora definido como	Hora Solar	Altitud	900 m
	Albedo 0.20		
Datos climatológicos :	Bucaramanga, Síntesis datos por hora		
Variante de simulación : PICO DE AGUILA 17 C4			
	Fecha de simulación	10/10/17 09h01	
Parámetros de la simulación			
Orientación Plano Receptor	Inclinación 10°	Acimut	0°
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Sin sombreado		
Características generador FV			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	UP-M320P
		Fabricante	UpSolar
Número de módulos FV	En serie	4 módulos	En paralelo 1 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	4	Pnom unitaria 320 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	1.28 kWp	En cond. funciona. 1.33 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	155 V	I mpp 9 A
Superficie total	Superficie módulos	7.8 m²	
Inversor		Modelo	PVI-2000-OUTD
		Fabricante	Power One
Características	Tensión Funciona.	90-580 V	Pnom unitaria 2.0 kW AC
Factores de pérdida Generador FV			
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, VelViento=1m/s)			TONC 45 °C
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	270 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas 5.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 2.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)		Parámetro bo 0.05
Necesidades de los usuarios :	Carga ilimitada (red)		



Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1.28 kWp



Factor de rendimiento (PR)



PICO DE AGUILA 17 C4

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEFF	EArray	E_Grid	EFFArrR	EFFSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	%	%
Enero	185.5	24.30	177.5	172.1	207.8	196.5	15.08	14.28
Febrero	154.9	26.40	162.2	157.5	190.7	180.2	15.15	14.31
Marzo	183.7	26.20	164.8	159.5	192.2	181.2	15.03	14.17
Abril	148.8	24.90	145.8	140.8	168.8	158.4	14.94	14.02
Mayo	155.3	23.90	148.5	143.2	171.5	160.8	14.89	13.96
Junio	154.8	23.80	145.8	140.4	168.1	157.7	14.88	13.95
Julio	172.7	24.00	162.8	156.8	188.3	177.3	14.92	14.05
Agosto	172.1	24.40	168.0	160.8	193.0	182.0	14.98	14.12
Septiembre	158.1	23.80	157.4	152.4	183.2	172.5	15.00	14.12
Octubre	148.8	23.20	152.8	147.8	177.2	168.5	14.98	14.06
Noviembre	141.6	23.00	149.8	144.9	174.1	163.8	14.99	14.10
Diciembre	150.7	22.80	162.2	157.0	189.0	178.1	15.02	14.15
Año	1886.9	24.19	1894.7	1832.5	2204.2	2075.0	14.99	14.11

Leyendas:

GlobHor

T Amb

GlobInc

GlobEFF

Irradiación global horizontal

Temperatura Ambiente

Global incidente en plano receptor

Global efectivo, corr. para IAM y acobresados

EArray

E_Grid

EFFArrR

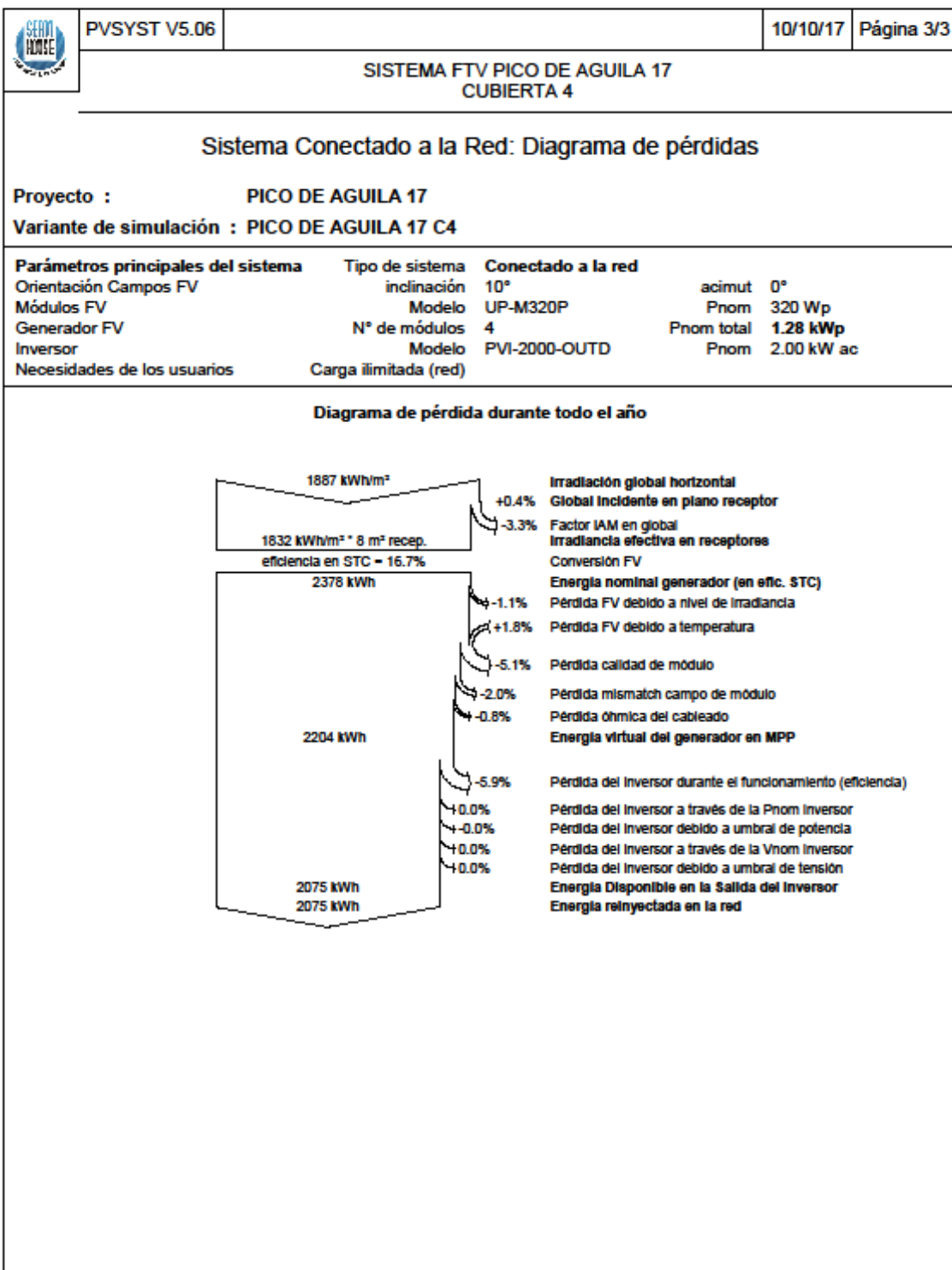
EFFSysR

Energía efectiva en la salida del generador

Energía reinyectada en la red

Eficiencia Esl campo/superficie bruta

Eficiencia Esl sistema/superficie bruta



A

B

C

D

E

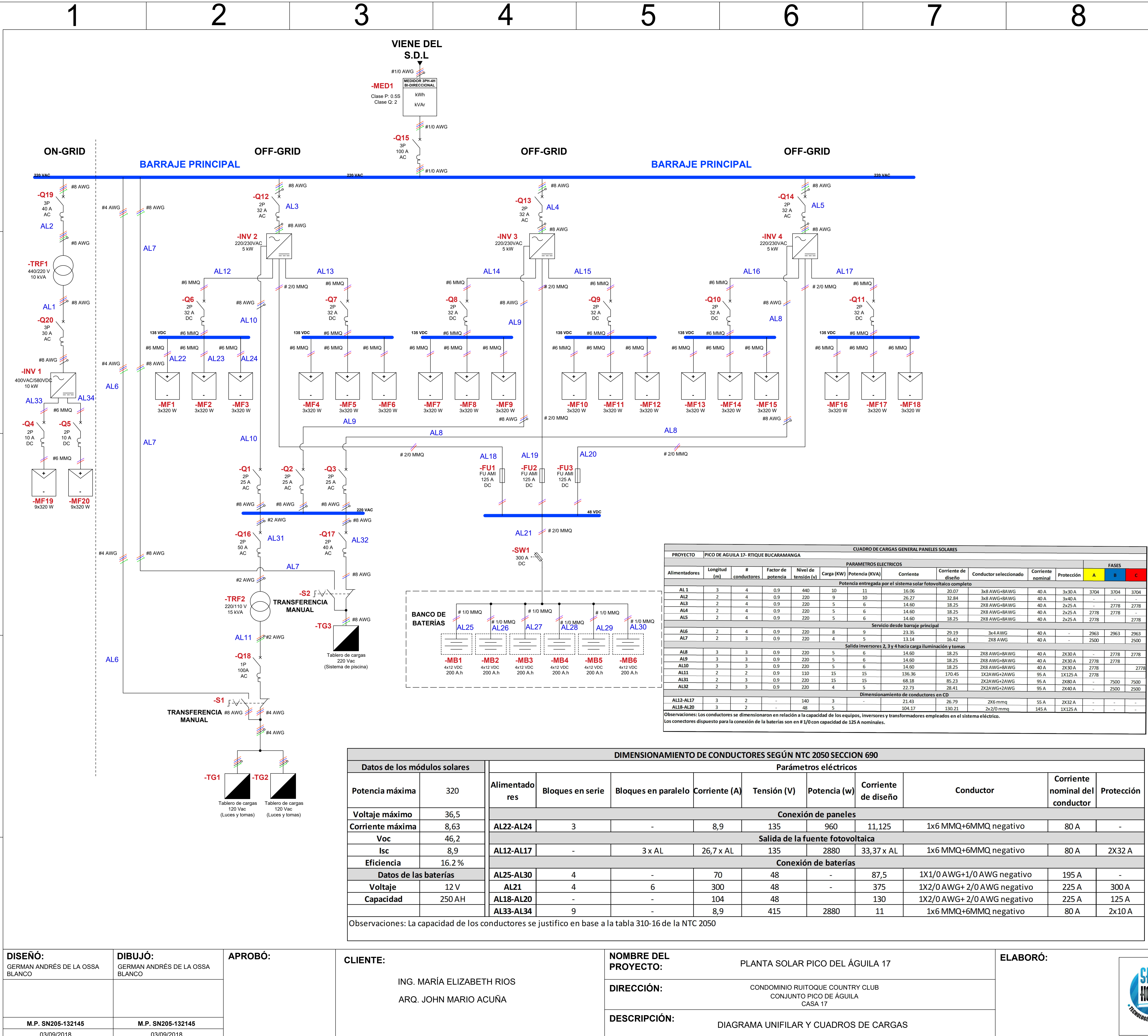
A

B

C

D

E



DISEÑO: GERMÁN ANDRÉS DE LA OSSA BLANCO	DIBUJÓ: GERMÁN ANDRÉS DE LA OSSA BLANCO	APROBÓ:
M.P. SN205-132145	M.P. SN205-132145	
03/09/2018	03/09/2018	

CLIENTE:	ING. MARÍA ELIZABETH RIOS ARQ. JOHN MARIO ACUÑA
----------	--

NOMBRE DEL PROYECTO:	PLANTA SOLAR PICO DEL ÁGUILA 17
DIRECCIÓN:	CONDOMINIO RUITOQUE COUNTRY CLUB CONJUNTO PICO DE ÁGUILA CASA 17
DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA UNIFILAR Y CUADROS DE CARGAS

ELABORÓ:	
----------	--

PÁGINA N°: 1 DE 3	VERSIÓN: AS BUILT
ORDEN DE COMPRA N°:	
PLANO N°:	

NOTAS

- La potencia máxima de cada uno de los equipos es de 5000 VA/ 4200 W, conectando 3 de ellos en paralelo tenemos que la máxima potencia del sistema será de 15 kVA/12,6 kW, potencia máxima que se pedirá a la Red eléctrica en caso que el sistema falle.
- El sistema OFF-GRID trabaja de forma monofásica bifilar (F-N 230 Vac). Estará conectado a dos de las fases (220 Vac) que alimentan la vivienda y sólo se usará esa energía en casos realmente necesarios, como lo son: exceso de carga, carga mínima de baterías y falla del sistema.
- Se cuenta con un total de 72 paneles solares de 320 W cada uno, repartidos en la forma 54 paneles en el sistema OFF-GRID y 18 paneles en el sistema ON-GRID.
- Cada uno de los equipos tiene un sistema interno que sincroniza el sistema solar con el SDL.

CONVENCIONES

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

CONEXIÓN

INTERRUPTOR

PROTECCIÓN TÉRMICA

PROTECCIÓN MAGNÉTICA

PROTECCIÓN TERMO-MAGNETICA

INVERSOR DE TENSIÓN

PANEL FOTOVOLTAICO

SELECTOR DE DOS POSICIONES FIJAS

BANCO DE BATERÍAS

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

MÓDULO FOTOVOLTAICO

FUSIBLE

EQUIPO DE MEDIDA

CONTACTO INSTANTÁNEO

BATERIA 12 VDC 200Ah

PANEL FOTOVOLTAICO

TIERRA

NEUTRO

FASES

POSITIVO

NEGATIVO

CONECTORES

BORNERAS DE CONEXIÓN