



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 1 de 40

SISTEMA FOTOVOLTAICO

ON-GRID 4,815 kW

GERARDO CUADROS CHAHIN

PIEDECUESTA, SANTANDER

INGENIERA ELECTRICISTA: JEIMY TATIHANA VÁSQUEZ BEJARANO

T.P SN205-150492

FEBRERO DE 2021



TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	4
2.	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	4
2.1	PROPIETARIO.....	4
2.2	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	4
3.	NORMAS.....	5
4.	MEMORIAS DE CÁLCULO SEGÚN RETIE- ARTÍCULO 10 “REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS”	6
4.1	(a) Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos	6
4.2	(b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.....	7
4.3	(c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.....	7
4.4	(d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.....	8
4.5	(e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.....	12
4.6	(f) Análisis del nivel tensión requerido	18
4.7	(g) Cálculo de campos electromagnéticos	18
4.8	(h) Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga	18
4.9	(i) Cálculo d puesta a tierra y estudio de resistividad.	19
4.10	(j) Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.....	20
4.11	(k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.....	21
4.12	(l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.....	21
4.13	(m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes.....	22
4.14	(n) Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electrodutos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.)	22



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 3 de 40

4.15 (o) Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia	23
4.16 (p) Cálculos de regulación MT y BT	23
4.17 (q) Clasificación de áreas	24
4.18 (r) Elaboración de diagramas unifilares	24
4.19 (s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción	24
4.20 (t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos.	24
4.21 (u) Establecer las distancias de seguridad requeridas	24
4.22 (v) 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.....	27
4.23 (w) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.....	27
5. Cálculo y especificación técnica de los equipos de medida	28
ANEXO ESTUDIO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA Y RETORNO DE INVERSIÓN	30



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 4 de 40

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se presenta un informe del diseño del sistema fotovoltaico para unidad residencial ubicada en el municipio de Piedecuesta- Santander. Este diseño y dimensionamiento se ajusta a lo especificado en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, expedido por el ministerio de minas y energía, por medio de la resolución No 90708 del 2013.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Este proyecto tiene como objeto diseñar el sistema fotovoltaico para una unidad residencial ubicada en Piedecuesta, Santander. Con el fin de alimentar la carga perteneciente a la vivienda familiar.

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1 PROPIETARIO

NOMBRE	GERARDO CUADROS CHAHIN
CÉDULA	91.246.994

2.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE	SFV GERARDO
DIRECCIÓN	CASA 15 VALLE DE ROCAS RUITOQUE
MUNICIPIO	PIEDECUESTA
NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	URBANA
TEMPERATURA MEDIA	25 °C
ALTITUD (MSNM)	1005 m.s.n.m

A continuación, se muestra el área de influencia de proyecto



3. NORMAS

Para el diseño, construcción e instalación del proyecto es necesario aplicar en todas las etapas mencionadas las normas nacionales y regionales las cuales no son de libre cumplimiento, ya que son de orden reglamentario.

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE resolución 90708 de agosto 30 de 2013 del ministerio de minas y energías.
- Código eléctrico colombiano NTC 2050. Primera actualización 1998.
- Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución ESSA esp. Revisión 2005.
- IEEE 80, “ Guide for safety in AC substationGrounding”, Guía para la seguridad de sistemas de puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna.



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 6 de 40

4. MEMORIAS DE CÁLCULO SEGÚN RETIE- ARTÍCULO 10 “REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS”

El Diseño detallado debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería cuya especialidad esté relacionada con el tipo de obra a desarrollar y la competencia otorgada por su matrícula profesional, conforme a las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003. Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños. La profundidad con que se traten los temas dependerá de la complejidad y el nivel de riesgo asociado al tipo de instalación y debe contemplar los ítems que le apliquen de la siguiente lista:

4.1 (a) Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos

Para el sector residencial se presenta un cuadro de carga por apartamento o casa tipo donde se especifique la carga instalada para alumbrado, tomacorrientes, cargas especiales.

CUADRO DE CARGAS CASA TIPO							
Circuito	Potencia (VA)	Tensión (V)	Corriente (A)	Protección	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda (VA)
1	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
2	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
3	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
4	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
5	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
6	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
7	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
8	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
9	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
10	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
11	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
12	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
13	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
14	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
15	1500	120	12,5	20	0,9	100%	1500
16 Y 17	2800	208	13,461538	2x50	0,9	100%	2800
TOTAL		N/A		N/A			25300

Tabla 1. Cuadro básico para determinar la carga instalada residencial (carga existente)

Para el sector comercial e industrial se presenta un cuadro donde especifica la carga instalada, en este proyecto no aplica ya que la vivienda no cuenta con locales comerciales.

CUADRO DE CARGAS LOCAL COMERCIAL O INDUSTRIAL							
Círcuito	Potencia (VA)	Tensión (V)	Corriente (A)	Protección	Factor de potencia	Factor de demanda	Demanda (VA)
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 2. Cuadro básico para determinar la carga instalada comercial e industrial

Los factores de demanda son los especificados en la norma NTC 2050 sección 220.

4.2 (b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

No aplica este análisis de acuerdo con el análisis del ítem 2.3 mostrado a continuación, solo se analiza para media tensión ya que en baja tensión por la magnitud de la tensión no se presentarán estos fenómenos.

Corrección del nivel de aislamientos por altura para este caso NO APLICA ya que Barrancabermeja está situada a 75 msnm.

4.3 (c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

Cálculo de corriente de corto circuito			
Tensión kV	0.208		
		Impedancias del sistema	
	R	X	Z
Red	0.194	0.788	
Cable	0.007	0.003	
Total	0.201	0.791	0.81613847
 Icc= 0.14714275 kA sim			
R/X= 0.25410872			
Factor K= 1.46		IEC60909	
Icc asimétrica	0.3	kA asim	

4.4 (d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos

Según la figura A.9 de la NTC 4552 el nivel ceráunico para la región es de $Nc=64.16$

La densidad de rayos a tierra es:

$$DDT = (0,0017) * (Nc)^2 [\text{rayos}/\text{km}^2 \cdot \text{año}]$$

$$DDT = (0,0017) * (64.16)^2 [\text{rayos}/\text{km}^2 \cdot \text{año}]$$

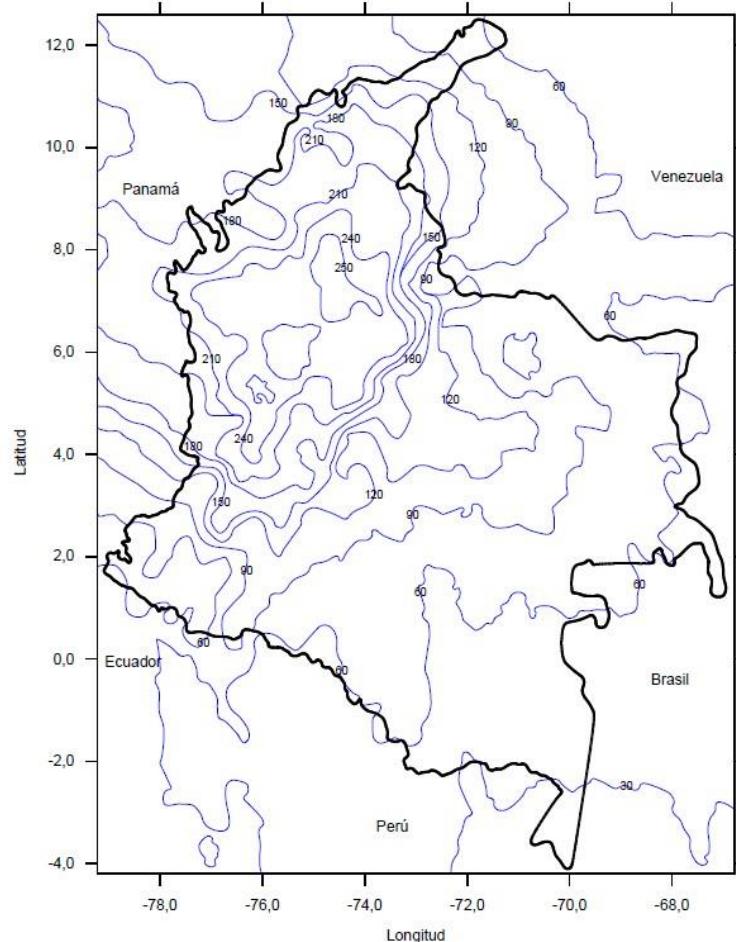


Figura 1. Mapa Isoceráunico Colombia

Tabla A.6. Densidad de descargas a tierra para algunas ciudades de Colombia

Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad promedio
Barranquilla	10,9	-74,8	1
Cartagena	10,5	-75,5	2
Corozal	9,3	-75,3	3
El Banco	9,1	-74,0	10
Magangue	9,3	-74,8	5
Montería	8,8	-75,9	2
Quibdo	5,7	-76,6	9
Santa Marta	11,1	-74,2	2
Tumaco	1,8	-78,8	1
Turbo	8,1	-76,7	5
Valledupar	10,4	-73,3	2
Riohacha	11,5	-72,9	2
Armenia	4,5	-75,8	2
Barranca	7,0	-73,8	7
Bogota	4,7	-74,2	1
Bucaramanga	7,1	-73,1	1
Cali	3,8	-78,4	1
Cúcuta	7,9	-72,5	1
Girardot	4,3	-74,8	5
Ibagué	4,4	-75,2	2
Ipiales	0,8	-77,6	1
Manizales	5,0	-75,5	2
Medellín	6,1	-75,4	1
Neiva	3,0	-75,3	1
Ocaña	8,3	-73,4	2
Pasto	1,4	-77,3	1
Pereira	4,8	-75,7	4
Popayán	2,4	-76,6	1
Remedios	7,0	-74,7	12
Villavicencio	4,2	-73,5	1
Bagre	7,8	-75,2	12
Samaná	5,4	-74,8	9

Se determinará el SIPRA para el proyecto CASA 15 VALLE DE ROCAS RUITOQUE.

Identificar el objeto a ser protegido y definir zonas

La estructura a la proteger es una edificación de vivienda unifamiliar con dimensiones aproximadas:

Alto (H) = 6m Ancho(W) = 14m Largo (L) = 16m

Rodeada por estructuras de igual altura, la estructura se asume como una única zona.



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 10 de 40

Piedecuesta sder FACTOR DE RIESGO PARA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS SEGÚN NORMA: NTC 4552-2 (2007) PROTECCIÓN CONTRA RAYOS - PARTE 2: EVALUACIÓN DE RIESGO POR RAYOS. PROYECTO:		19/feb/2021			
INFORMACIÓN GENERAL					
UBICACIÓN PROYECTO:	Piedecuesta sder				
OBJETO A PROTEGER:	Estructura				
TIPO DE RIESGO A EVALUAR:	Riesgo de lesiones a seres vivos R1 Riesgo de pérdida del servicio público R2 Riesgo de pérdida de valor cultural R3 Riesgo de pérdidas económicas R4				
I. DATOS DE LA ESTRUCTURA					
1. UBICACIÓN Y ENTORNO.-					
LARGO [m]:	16,00	ANCHO [m]:	14,00	ALTO [m]:	6,00
ESTRUCTURA CON ELEMENTOS PROTUBERANTES:	NO				
CIUDAD:	Piedecuesta sder	DDT [rayos/km ² -año]:	1		
UBICACIÓN RELATIVA:	Rodeado por objetos de la misma altura				
TIPO DE AMBIENTE [ENTORNO]:	Sub-Urbano				
TIPO DE PISO [INTERIORES]:	Rcontacto < 1 kilo Ohmio (Agricultura Concreto)				
TIPO DE SUELO [EXTERIORES]:	Rcontacto < 1 kilo Ohmio (Agricultura Concreto)				
2. ACOMETIDAS DE SERVICIOS					
UBICACIÓN DE LA ACOMETIDA:	Rodeado por objetos de la misma altura				
RESISTIVIDAD DEL TERRENO p:	46	Ω-m			
2,1 ACOMETIDAS DE ENERGÍA:					
TIPO DE ACOMETIDA:	Subterránea	Con Transformador			
Longitud de la Sección de la Acometida de servicio, de la estructura al primer nodo [m]:	30				
Altura de la estructura de donde proviene la acometida de Servicio [m]:	12				
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de Servicio [m]:	0				
Altura sobre la tierra de los conductores de Servicio [m]:	0				
INFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS ADYACENTES QUE COMPARTEN LA MISMA ACOMETIDA ELÉCTRICA:					
UBICACIÓN RELATIVA:	Rodeado por objetos de la misma altura				
2,2 ACOMETIDAS DE TELECOMUNICACIONES:					
TIPO DE ACOMETIDA:	Subterránea				
Longitud de la Sección de la Acometida de servicio, de la estructura al primer nodo [m]:	30				
Altura de la estructura de donde proviene la acometida de Servicio [m]:	12				
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de Servicio [m]:	0				
Altura sobre la tierra de los conductores de Servicio [m]:	0				
INFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS ADYACENTES QUE COMPARTEN LA MISMA ACOMETIDA DE TELCO:					
UBICACIÓN RELATIVA:	Rodeado por objetos de la misma altura				
II. INFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN					
1. INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA.-					
PROBABILIDAD DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO DENTRO DE LA ESTRUCTURA:					
Existen medidas de protección:	NO	Avisos de peligro:	NO		
Aislamiento eléctrico de las bajantes:	NO	Concreto reforzado como bajante:	NO		
Equipotencialización del suelo:	NO				
PROBABILIDAD DE DAÑOS EN LA ESTRUCTURA:	Sin SIPRA				
2. INFORMACIÓN DE PROTECCIONES EN ACOMETIDAS DE SERVICIOS .-					
TIPO DE DPS's:	No existen DPS's coordinados				
CARACTERÍSTICAS DEL CABLEADO INTERNO:	No apantallado, con lazos pequeños				



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 11 de 40

III. TIPOS DE PÉRDIDAS		
1. PELIGROS EXISTENTES.		
RIESGOS DE FUEGO:	Riesgo de Fuego Ordinario	
MEDIDAS PARA REDUCIR EL RIESGO DE FUEGO:	Extintor, Hidrante, etc.	
CLASE DE PELIGROS:	Nivel Medio de pánico (de 100 a 1000 personas)	
2. PÉRDIDAS ANUALES PARA R1 (RIESGOS OLEACIONES A SERES VIVOS)		
TIPOS / USOS DE LA ESTRUCTURA:	Industrias, Colegios, Comercio	
PERSONAS EXPUESTAS:	Personas fuera de la estructura y Personas dentro de la estructura	
POSIBLES FALLAS EN LOS SERVICIOS QUE REPRESENTEN PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS:	No hay Pérdidas L1	
3. PÉRDIDAS PROMEDIO ANUALES PARA R2 (PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO)		
TIPO DE ACOMETIDA:	Televisión, TV Cable, Energía Eléctrica	
4. PÉRDIDAS PROMEDIO ANUALES PARA R3 (PÉRDIDAS DE PATRIMONIO CULTURAL)		0
5. PÉRDIDAS ANUALES PARA R4 (PÉRDIDAS ECONÓMICAS)	INCERTO	
TIPOS / USOS DE LA ESTRUCTURA:	Hoteles, escuelas, oficinas, centros comerciales, Iglesias, bancos	
PERSONAS EXPUESTAS:	Personas fuera de la estructura y Personas dentro de la estructura	
POSIBLES FALLAS EN LOS SERVICIOS QUE REPRESENTEN PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS:		
Museos, uso agrícola, escuelas, iglesias, centros comerciales		

IV. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO					
1. NÚMERO DE EVENTOS PELIGROSOS:					
Impacto en la estructura		Nd =	0,00071000	Rayos/año	
Impactos cercanos a la estructura		Nm =	0,31221695	Rayos/año	
Impactos en las acometidas		NL =	0,00080485	Rayos/año	
Impactos cercanos a la acometida de servicio		Ni =	0,00000000	Rayos/año	
Impactos en las estructuras adyacentes		Nda =	0,00232684	Rayos/año	

2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO Y CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL SIPRA A IMPLEMENTAR					
OBSERVACIÓN	R	RT	R>RT?	Eficiencia SIPRA	IEC 61024
RIESGO DE PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS	R1	9,35E-06	1,00E-05	NO	-7%
RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	R2	4,49E-05	1,00E-03	NO	-2128%
RIESGO DE PÉRDIDAS DE PATRIMONIO CULTURAL	R3	0,00E+00	1,00E-03	NO	0%
RIESGO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS	R4	8,04E-05	1,00E-03	NO	-1144%

V. CONCLUSIONES					
Instalar medidas de protección para reducir el riesgo total R					
SIPRA recomendado a implementar: NO NECESA PROTECCIÓN EXTERNA					
Radio de la esfera a utilizar [m]: -					
Método de enmallado [m]: -					
Separación entre bajantes mínima [m]: -					

Se realiza el análisis general de protección ante rayos y no es necesario incorporar una punta captadora dadas las condiciones de la vivienda, teniendo en cuenta que es una estructura existente se utilizará un sistema de protección por medio de un bajante a tierra y conexión al sistema de puesta a tierra existente.



1.5 (e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones, la metodología a seguir en un caso en particular es la siguiente.

- a. Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- b. Definir si el riesgo es potencial o real.
- c. Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
- d. Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (A, B, C, D, E): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
- e. Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
- f. Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
- g. Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla (9.4 del RETIE)

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, principalmente en la distribución y uso final de la electricidad. Se anexa la matriz de identificación y valoración del riesgo para instalación de acometidas de baja tensión (B.T).



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 13 de 40

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto, cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar avisos de precaución, tableros bien cerrados y debidamente rotulados.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura		por	Arcos Eléctricos		(al) o (en)	Instalación BT			
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
	POTENCIAL	REAL		FRECUENCIA						
				E	D	C	B	A		
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	No 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 ES	Daño grave en infraestructura interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	
C O N S E C U E N C I A S	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Internacional	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO

POSSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación en baja tensión se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos y por violación de las distancias mínimas de a seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra sólidas, probar ausencia de tensión.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura		por	Contacto directo		(al) o (en)	Red Baja Tension 220 /110			
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
	POTENCIAL	REAL		FRECUENCIA						
				E	D	C	B	A		
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	No 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 ES	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	
C O N S E C U E N C I A S	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Internacional	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 14 de 40

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de baja tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra sólidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras		por	Contacto indirecto		(al) o (en)	RED BT 220/110		
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE		
	POTENCIAL	X	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA				
					E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes ES	Daño grave en infraestructur a. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de substitución	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Incapacidad temporal (> 1día)	Daños severos, Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTORES DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de baja tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra sólidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 15 de 40

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Instalar puestas a tierras sólidas, equipotencialización.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras, Electrocución			Sistema de puesta a tierra
	por		Rayos	
	EVENTO O EFECTO	FACTOR DE RIESGO	FUENTE (CAUSA)	
POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	E D C B A
C O N S E C U I A S	Daño grave en Infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5 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
E N C I A S	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Nacional	4 MEDIO ALTO ALTO MEDIO MUY ALTO
I	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Regional	3 BAJO MEDIO MEDIO MEDIO ALTO
S	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	2 BAJO BAJO MEDIO MEDIO MEDIO
M	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	1 MUY BAJO BAJO BAJO BAJO MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones eléctricas de Baja tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos, por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores, instalaciones que no cumplen con normas técnicas y conexiones flojas. Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, armónicos, no controlar el factor de potencia.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar interruptores automáticos , dimensionamiento técnico de conductores y equipos, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados.

RIESGO A EVALUAR:	Incendio			Conductores, equipos y/o red secundaria
	por		Sobrecarga	
	EVENTO O EFECTO	FACTOR DE RIESGO	FUENTE (CAUSA)	
POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	E D C B A
C O N S E C U I A S	Daño grave en Infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5 MEDIO ALTO ALTO ALTO MUY ALTO
I	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Nacional	4 MEDIO MEDIO MEDIO MEDIO ALTO
S	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Regional	3 BAJO MEDIO MEDIO MEDIO ALTO
C	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	2 BAJO BAJO MEDIO MEDIO MEDIO
M	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	1 MUY BAJO BAJO BAJO BAJO MEDIO



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 16 de 40

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media 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/restricción de acceso.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución		Tensión de contacto (al) o (en)	Conductores y equipos					
	por			Factor de riesgo (causa)				Fuente	
	Evento o efecto								
POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA					
				E	D	C	B	A	
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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	
C O N S	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
E C U	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
E N C I A S	Incapacidad temporal (> 1 dia)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad E2)	Daños importantes. Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media 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/restricción de acceso.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución		Tensión de contacto (al) o (en)	Conductores y equipos					
	por			Factor de riesgo (causa)				Fuente	
	Evento o efecto								
POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA					
				E	D	C	B	A	
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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	
C O N S	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
E C U	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
E N C I A S	Incapacidad temporal (> 1 dia)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad E2)	Daños importantes. Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 17 de 40

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

POSSIBLES 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					
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
	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 dia)	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
C O N S E C U E N C I A S	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 ELECTRICIDAD ESTÁTICA

POSSIBLES 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	Electricidad estática	(al) o (en)	Ambiente o manipulación de equipos				
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE				
	POTENCIAL	X	REAL	□	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
	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 dia)	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
C O N S E C U E N C I A S	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

1.6 (f) Análisis del nivel tensión requerido

Para presentar el análisis del nivel de tensión requerido para el proyecto en baja tensión hay que asegurar que la tensión de operación no exceda la normal del equipo.

Ficha técnica QS1A microinversor

Región	LATAM
Datos de entrada (CC)	
Potencia recomendada de módulo FV	250Wp-440Wp+
Rango de voltaje MPPT	30V-52V
Rango de voltaje de operación	16V-55V
Voltaje de entrada máximo	60V
Voltaje de arranque	20V
Corriente de entrada máxima	13.3A x 4
Corriente máxima de cortocircuito de CC	15A x 4
Datos de salida (CA)	
Potencia máxima de salida continua	1500W
Voltaje de salida nominal	240V/211V-264V
Voltaje ajustable de salida	150V-280V
Corriente de salida nominal	6.25A
Unidades máximas por ramal	3 unidades por cada disyuntor de CA de 25A
Rango de frecuencia de salida	60Hz/59.3Hz-60.5Hz
Rango de frecuencia de salida ajustable	55Hz-65Hz
Factor de potencia de salida	>0.99
Distorsión armónica total	<3%
Corriente máxima de falla de salida (CA) y duración	47.3 Apk, 1.4 ms de duración

Figura 4. Datos técnicos de los microinversores

Según la figura 4, el voltaje de la red requerido para operar estos inversores es de 150-280 V AC, el cual corresponde al nivel de tensión ofrecido por el operador de red. El microinversor a utilizar en este proyecto es la referencia **QS1A-NA APSYSTEMS** el cual se conecta a una red de tensión de 208V AC.

1.7 (g) Cálculo de campos electromagnéticos

No es necesario para este nivel de tensión

1.8 (h) Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga

No aplica para esta instalación

1.9 (i) Cálculo de puesta a tierra y estudio de resistividad.

Realizar el diseño del sistema de puesta a tierra de acuerdo con la Metodología IEEE 80 o la metodología que mejor se adapte al diseño y garantizar que el sistema de puesta a tierra cumpla con el artículo 15 de RETIE 2013.

Cuando por requerimientos de un edificio existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC-61000-5-2, tal como aparece en la Figura 15.1 RETIE 2013.

El sistema de puesta a tierra para los paneles solares consta de una varilla de 5/8"X 2.40 m de longitud, ubicada cerca al tablero de medida. Se une la tierra del tablero de distribución principal de la vivienda con la tierra de los paneles solares por medio de cable #8 AWG, según las tablas 250-94 y 250-95 de la NTC 2050 para conductores de puesta a tierra.

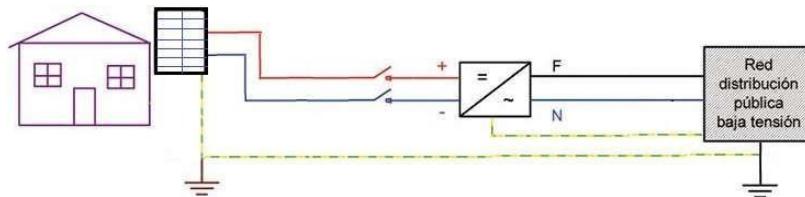


Figura 5. Sistema de puesta a tierra en proyecto solar

La resistencia máxima de puesta a tierra debe ser de 25Ω (Art 15.4 RETIE).

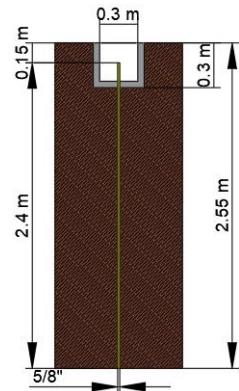
Resistividad del terreno $\rho : 46 \Omega * m$

Número de electrodos $n : 1$

Longitud del conductor $l: 2.4m$

$$R = \frac{\rho}{n * l} = \frac{46}{1 * 2.4} = 19.166\Omega$$

en la ecuación anterior se evidencia que el valor de la resistencia a tierra es inferior al máximo requerido por la norma.



2.
3. **Figura 6.** Detalle sistema de puesta a tierra

3.5 (j) Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

Para el cálculo de los conductores se tiene en cuenta el tipo de tensión sea DC o AC, los conductores en DC son resistentes a rayos solares y los conductores utilizados en AC se seleccionan para que soporten el 125% de la corriente nominal del circuito, los cuales se seleccionan cumpliendo los valores de regulación permitidos.

TRAMOS	DISTANCIA (km)	CARGA (kVA)	CORRIENTE (A)	FACTOR DE AJUSTE NTC 2050 S310-S318	CORRIENTE AJUSTADA [A]	MOMENTO ELÉCTRICO (kVA*m)	MATERIAL CONDUCTOR (Cu) AWG
cada módulo-microinversor	0,002	0,535	10,8431293	1,25	13,5539116	1,07	6mm 12 AWG cable solar
Microinversor 1-Barraje de conexión microinversores	0,002	1,605	4,45503453	1,25	5,56879316	3,21	12 AWG
Microinversor 2-Barraje de conexión microinversores	0,002	1,605	4,45503453	1,25	5,56879316	3,21	12 AWG
Microinversor 3 -Barraje de conexión microinversores	0,002	1,605	4,45503453	1,25	5,56879316	3,21	12 AWG
Barraje de conexión microinversores-	0,010	4,815	13,3651036	1,25	16,7063795	48,15	10 AWG

Tablero fotovoltaica/red						
--------------------------	--	--	--	--	--	--

Distancia de cable entre paneles y conexión microinversor = 2m

Carga máxima a suministrar por cada microinversor = 1.5kVA

$$\text{Corriente máxima de línea } I_L = \frac{S (VA)}{\sqrt{3} * V} = \frac{4500}{\sqrt{3} * 208} = 12.4907A$$

$$\text{Corriente con factor de ajuste} = 12.4907 * 1.25 = 15.6134A$$

Se selecciona cable N°10 AWG (Cu), con capacidad de corriente de 35 A, que cumple con el amperaje del tramo con el factor de ajuste de 1.25.

Se selecciona cable solar 2x6 mm² (12 AWG) de sección 6 mm² (Cu), con capacidad de corriente de 40 A.

3.6 (k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.

Los conductores se seleccionaron de acuerdo con la capacidad ampermétrica, la corriente de corto circuito y el valor nominal de las protecciones.

Conexión	Tensión [V]	Calibre	Material
Módulos solares- Barraje de conexión microinversores	49.34	2x12	Cable solar
Barraje de conexión microinversores- Tablero fotovoltaica/Red	208	2x10F+10N	Cu THW

Tabla 3. Conductores

3.7 (l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.

No aplica a esta instalación



**MEMORIAS DE CÁLCULO
SISTEMA FOTOVOLTAICO
GERARDO CUADROS- RUITOQUE**

Pág 22 de 40

3.8 (m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes.

Conexión	Tensión [V]	Protección	Tipo
Salida de microinversores- Tablero fotovoltaico/red	208	2x25	Protección termomagnética
Tablero fotovoltaico/red	208	2x25	Protección termomagnética
Tablero fotovoltaico/red- Tablero de distribución	208	2x40	Interruptor diferencial 4 polos

Tabla 5. Protecciones para utilizar

3.9 (n) Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electrodutos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conductetas, etc.)

Dependiendo de la instalación se utilizan dos tipos de tubos. Siendo IMC para canalización expuesta a la intemperie o tubo PVC en caso de que se decida empotrar la canalización embebida en cemento. El nivel máximo de ocupación del ducto no debe superar el 40 %, por lo cual se aconseja el uso de un ducto de 1" o superior de acuerdo con la tabla del apéndice C de la norma NTC 2050 para la selección de ductos.

CALIBRE	Número Máximo de Conductores por Ducto (Tabla C11 de NTC 2050)											
	1/2 "		3/4 "		1"		1,5"		2"		3"	
	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN
14 AWG	11	16	18	27	31	44						
12 AWG	8	11	14	19	24	32						
10 AWG	6	7	10	12	18	20	38	44				
8 AWG	3	4	6	7	10	12	21	25	33	40		
6 AWG	1	3	3	5	6	8	13	18	20	28	45	64
4 AWG	1	1	2	3	4	5	9	11	15	17	33	39
2 AWG	1	1	1	1	3	3	7	8	11	12	24	28
1 AWG	1	1	1	1	1	2	5	6	7	9	17	21
1/0 AWG	1	1	1	1	1	2	4	5	6	8	14	17
2/0 AWG	0	1	1	1	1	1	3	4	5	6	12	14
3/0 AWG			1	1	1	1	3	3	4	5	10	12
4/0 AWG			1	1	1	1	2	3	4	4	9	10
250 kcmil					1	1	1	2	3	3	7	8
300 kcmil					1	1	1	1	2	3	6	7
350 kcmil					1	1	1	1	2	2	5	6
400 kcmil					1	1	1	1	1	2	5	5
500 kcmil					0	0	1	1	1	1	4	4
750 kcmil					0	0	1	1	1	1	3	3
1000 kcmil					0	0	1	1	1	1	1	2

3.10 (o) Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

Conexión	Resistencia (ohm*km)	Momento (kVA*m)	Tensión (V)	FP	Perdidas %
Tablero microinversores- Tablero FV/red	3,34	48,15	208	0,9	0,45395539

3.11 (p) Cálculos de regulación MT y BT

TRAMO	LONGITUD (m)			TOTAL, DEMANDA (kVA)	MOMENTO (kVA*m)	KG	K	REGULACIÓN TOTAL	CTE (A)	PROT (A)	COND (THW)	CANALIZACIÓN
	Vert.	Hor.	Total									
Tablero microinversores- TABLERO FV/RED	4	6	10	4,815	48,15	337,15	0,0078	0,37523033	13,4	3x25	Cu 10	Tubo PVC 3/4"



3.12 (q) Clasificación de áreas

No aplica a esta instalación.

3.13 (r) Elaboración de diagramas unifilares

Plano en el Anexo 1.

3.14 (s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción

Plano en el Anexo 1.

3.15 (t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos.

Plano en el Anexo 1.

3.16 (u) Establecer las distancias de seguridad requeridas

Siguiendo lo establecido por el RETIE en su artículo 13 “DISTANCIAS DE SEGURIDAD”, para este proyecto se han tenido en cuenta los ítems 13.1 “DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES” y 13.4 “DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS” donde se establecen especificaciones técnicas las cuales se deben cumplir para garantizar que el montaje, operación y mantenimiento de los equipos se realice de una forma segura.

En el artículo 13.1 “DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES” se establecen las distancias de seguridad que se deben guardar en las partes energizadas respecto de las construcciones, las cuales están establecidas en la tabla 13.1 del RETIE y para su correcta interpretación se debe tener en cuenta la Figura 13.1 de la respectiva norma.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

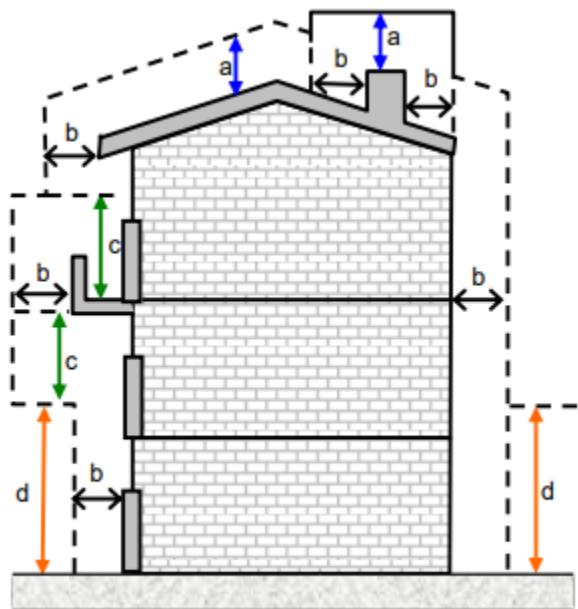


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

En el artículo 13.4 del RETIE “DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS” se establecen los siguientes requisitos que se deberán cumplir para actividades tales como cambio de interruptores, instalación y retiro de medidores, macromedidores, medición de tensión y corriente, entre otras.

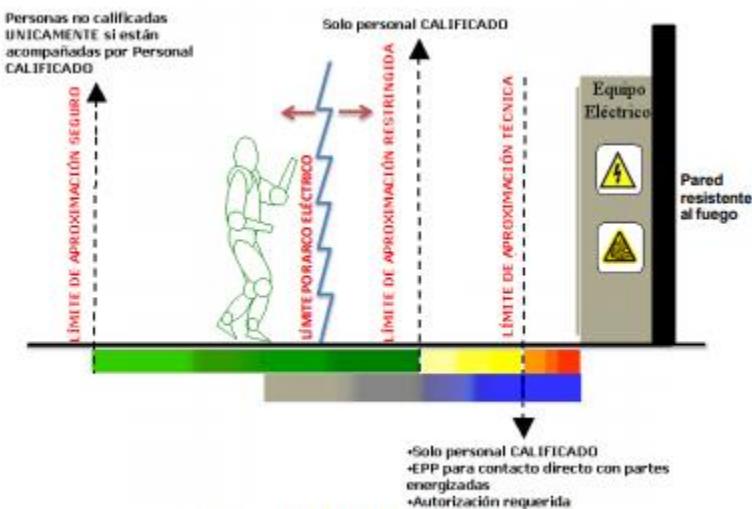
- a. Revisar el análisis de riesgo donde se tenga en cuenta la tensión, potencia de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falla, para definir la categoría del riesgo que determina el elemento de protección a utilizar. El análisis de arco debe revisarse en periodos no mayores a cinco años o cuando se realicen modificaciones mayores.
- b. Fijar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo y el equipo requerido.
- c. Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta.
- d. Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión, si es el caso.
- e. Tener un plano actualizado y aprobado por un profesional competente.
- f. Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.
- g. Usar equipos de protección personal certificados para el nivel de tensión y energía incidente involucrados, los cuales no deben tener nivel de protección menor al establecido en la Tabla 13.6 del RETIE.
- h. Las personas no calificadas, no deben sobrepasar el límite de aproximación seguro.
- i. El límite de aproximación restringida debe ser señalizado ya sea con una franja visible hecha con pintura reflectiva u otra señal que brinde un cerramiento temporal y facilite al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.
- j. Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos energizados de las Tablas 13.7 o 13.8 y la Figura 13.4 del RETIE según corresponda, las cuales son adaptadas de la NFPA 70 e IEEE 1584. Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y son básicas para la seguridad eléctrica.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

Tensión nominal	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
100 V – 300 V	3,0 m	1,0 m	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 1 kV	3,0 m	1,0 m	0,3 m	25 mm
1,1 kV – 5 kV	3,0 m	1,5 m	0,5 m	0,1 m
5,1 kV – 15 kV	3,0 m	1,5 m	0,7 m	0,2 m
15,1 kV – 45 kV	3,0 m	2,5 m	0,8 m	0,4 m
45,1 kV – 75 kV	3,0 m	2,5 m	1,0 m	0,7 m
75,1 kV – 150 kV	3,3 m	3,0 m	1,2 m	1,0 m
150,1 kV – 250 kV	3,6 m	3,6 m	1,6 m	1,5 m
250,1 kV – 500 kV	6,0 m	6,0 m	3,5 m	3,3 m
500,1 kV – 800 kV	8,0 m	8,0 m	5,0 m	5,0 m

Tabla 13.8. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua.



3.17 (v) 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.

No aplica.

3.18 (w) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

No aplica.

4. Cálculo y especificación técnica de los equipos de medida

De acuerdo con lo establecido en las resoluciones CREG 030 e 2018 y CREG 038 de 2014, en caso de que el autogenerador inyecte energía a la red se debe proyectar un medidor bidireccional que registre en cada hora del día la energía que consume de manera separada de la energía que se inyecta.

La Clasificación de puntos de medición CREG 038, determina que para la instalación se deben tener los valores de consumo mensual aproximado (470 kWh/mes en este caso), de acuerdo con este, tenemos que:

Tabla 1. Clasificación de puntos de medición

Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]	Capacidad Instalada, CI, [MVA]
1	$C \geq 15.000$	$CI \geq 30$
2	$15.000 > C \geq 500$	$30 > CI \geq 1$
3	$500 > C \geq 50$	$1 > CI \geq 0,1$
4	$50 > C \geq 5$	$0,1 > CI \geq 0,01$
5	$C < 5$	$CI < 0,01$

Tabla 2. Requisitos de exactitud para medidores y transformadores de medida

Tipo de puntos de medición	Índice de clase para medidores de energía activa	Índice de clase para medidores de energía reactiva	Clase de exactitud para transformadores de corriente	Clase de exactitud para transformadores de tensión
1	0,2 S	2	0,2 S	0,2
2 y 3	0,5 S	2	0,5 S	0,5
4	1	2	0,5	0,5
5	1 ó 2	2 ó 3	--	--

Se seleccionará un equipo de medida de clase:

Energía activa = 1

Energía Reactiva = 2

Medida directa

Con lo anterior se opta por la instalación de:

Medidor bidireccional Iskra MT174 3F/2F/1F 208/120VAC 60Hz Trifásico tetrafilar 208/120V 60Hz
(Puede ser usado en instalaciones bifásicas y monofásicas)

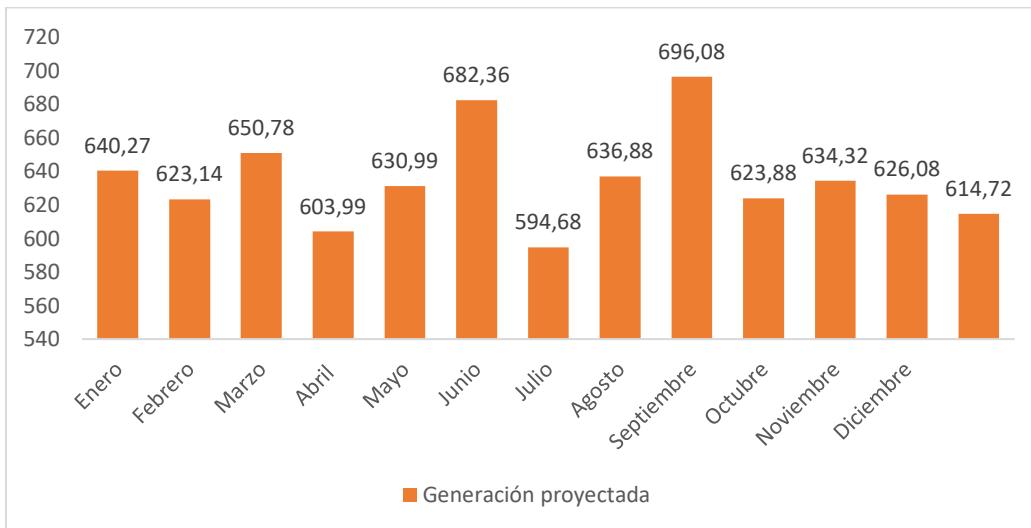
Especificaciones técnicas		MT174-D2	MT174-T1
		DIN	DIN
Tensión nominal		3x120/208 V	
Rango de tensión		0,8 - 1,15 Un	
Corriente	Corriente base In	5 A	1 A
	Corriente máxima I _{max}	120 A	6 A
Clase de Exactitud	Energía activa	Clase 1 (IEC 62053-21 NTC 4052)	
	Energía reactiva	Clase 2 (IEC 62053-23 NTC 4569)	
	Energía aparente	Clase 2	
Reloj tiempo real	Precisión	Mejor que ± 3 min/año a 23°C	
	Alimentación de respaldo	Pila Li: 5 años operac. hasta 20 años	
Rango temp. IEC 62052-11	Operación	-40°C...+60°C, extend. -40°C...+70°C	
	Almacenamiento	-40°C ... +80°C	
Protección ingreso polvo y agua		IP54	
Consumo		0.6 W / 10 VA (sin RS485) 0.8 W / 10 VA (con RS 485)	
Pantalla de cristal líquido			



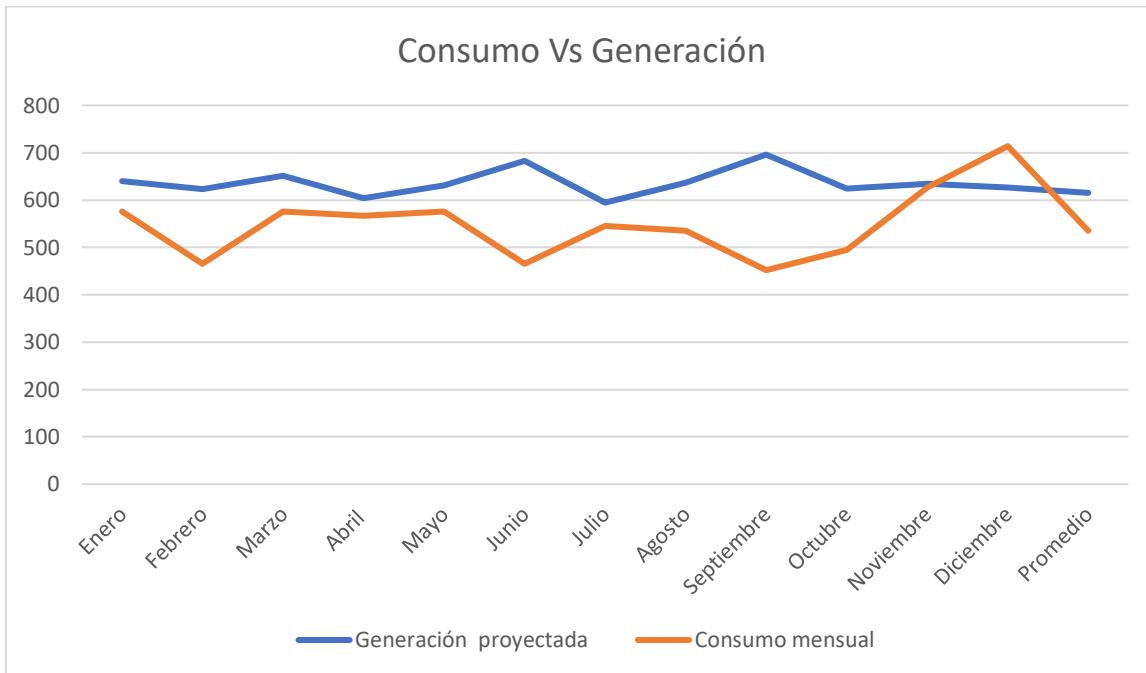
ANEXO ESTUDIO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA Y RETORNO DE INVERSIÓN

INFORMACIÓN DE INSTALACIÓN AGPE	
NÚMERO DE CUENTA	4901
PROMEDIO CONSUMO DIARIO REGISTRADO (Kwh/día)	17.83
CONSUMO PROMEDIO (kWh)	535
CAPACIDAD POR INSTALAR (kWp)	4.815
INFORMACIÓN DEL TRANSFORMADOR	
CÓDIGO	2B-SA49
CAPACIDAD NOMINAL (kVA)	225
TENSIÓN DE PUNTO DE CONEXIÓN	220
PANEL SELECCIONADO	
MARCA	JINKO
POTENCIA MÁXIMA (W)	535
CANTIDAD DE PANELES	9
ESPACIO REQUERIDO PARA LA INSTALACIÓN (m ²)	24
CAPACIDAD DE PANELES (kWp)	4.815

GENERACIÓN DE ENERGÍA

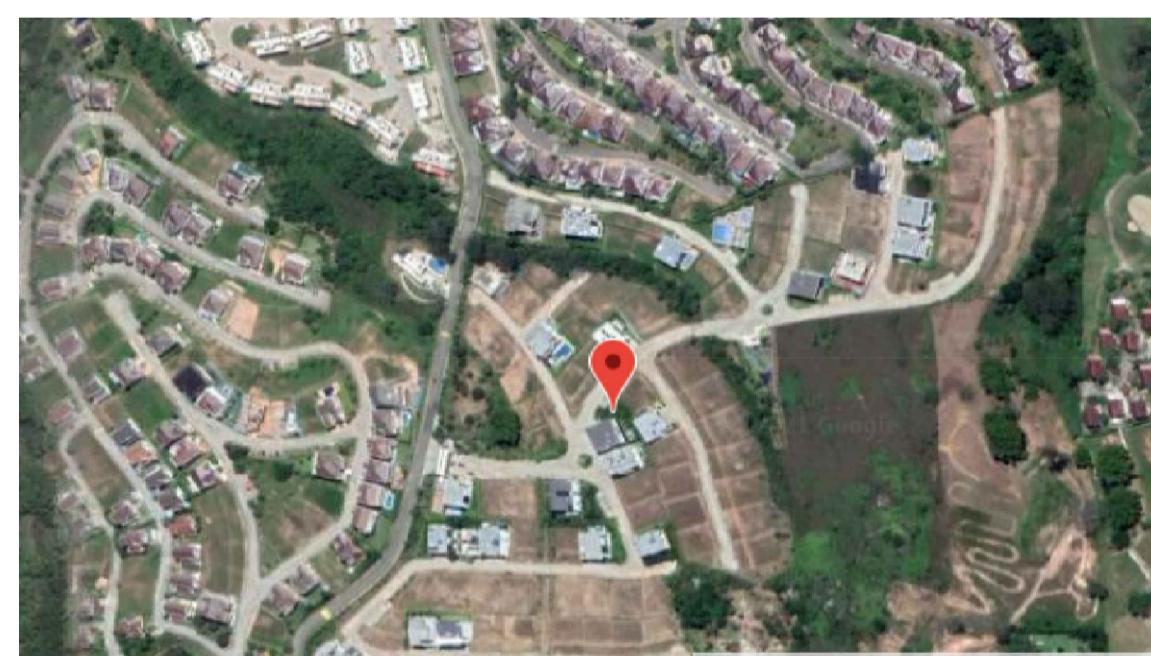
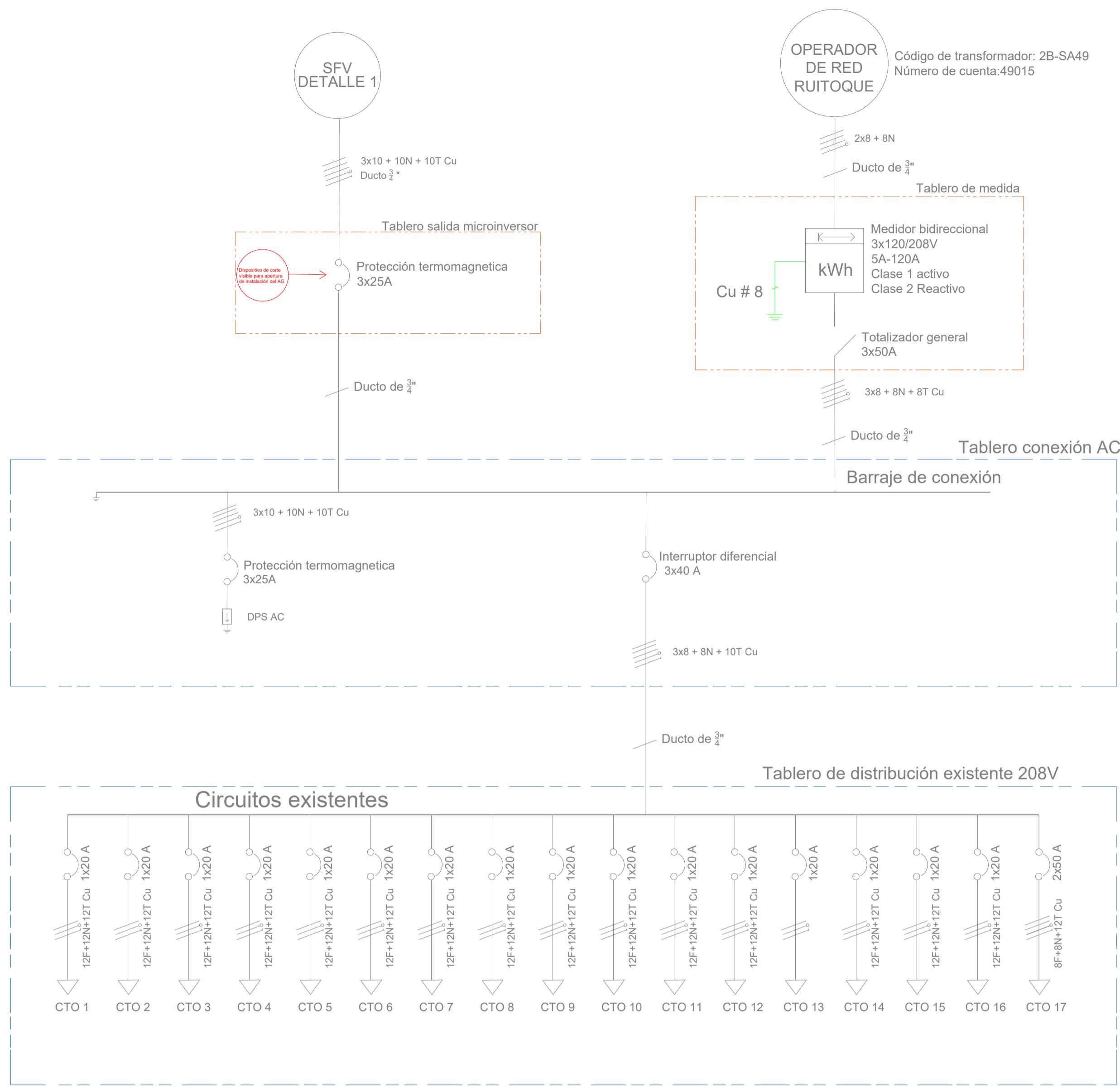
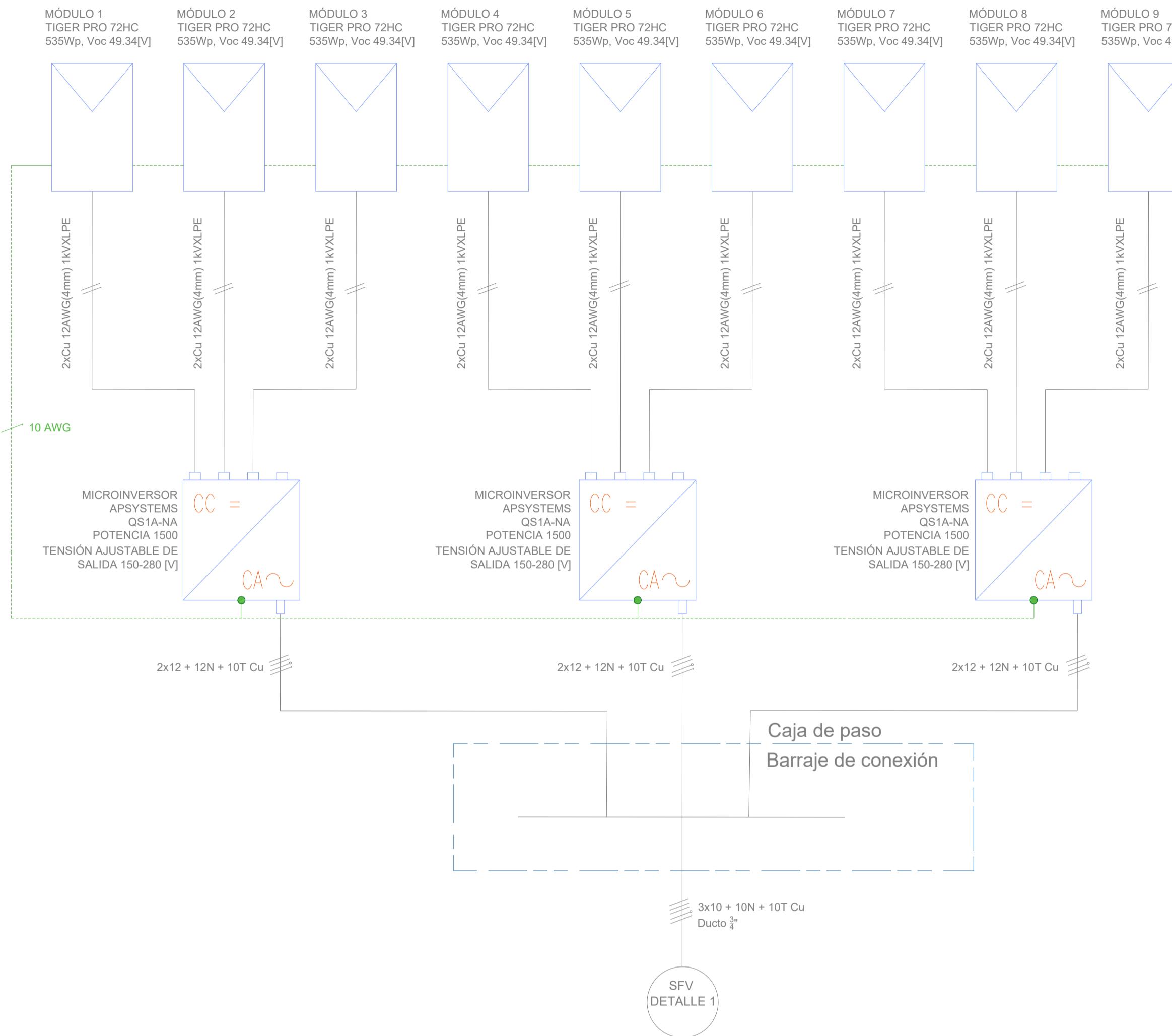


De acuerdo con los niveles de radiación en la zona de Piedecuesta, se proyecta este rendimiento para el SFV.

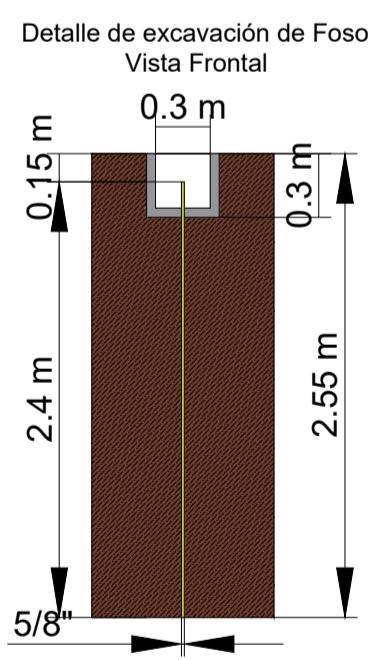


SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED 4.815kWp

DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO 4.815kWp



UBICACIÓN



DETALLE 5. SPT

TRAMO	LONGITUD (m)			TOTAL DEMANDA (kVA)	MOMENTO (kVA*m)	KG	K	REGULACIÓN TOTAL	CTE (A)	PROT (A)	COND (THW)	CANALIZACIÓN
	Vert.	Hor.	Total									
Tablero microinversores-TABLERO FV/RED	4	6	10	4,815	48,15	337,15	0,0078	0,37523033	13,4	3x25	Cu 10	Tubo PVC 3/4"

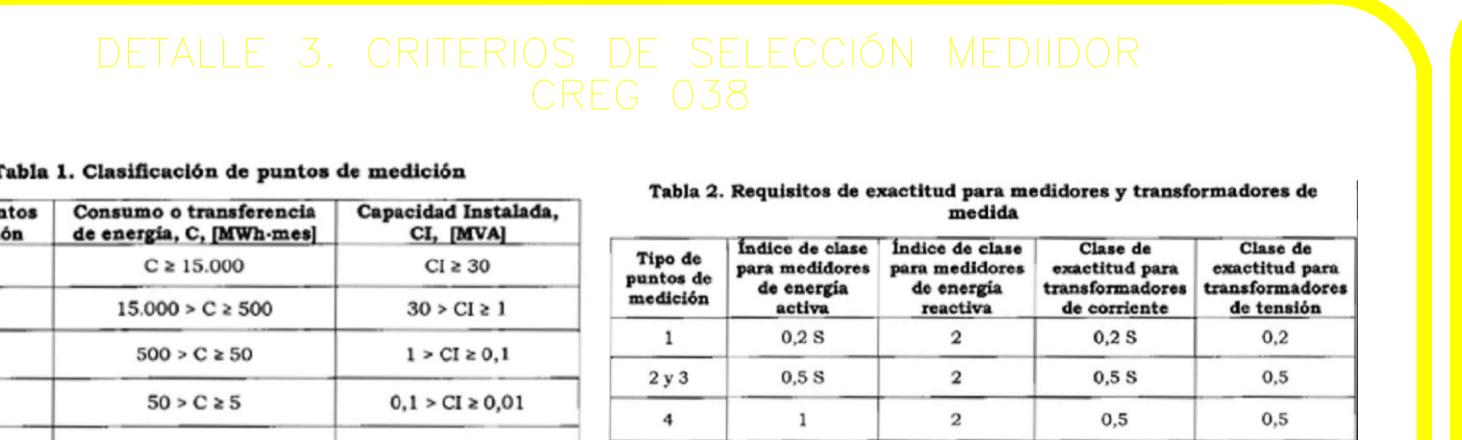
REGULACIÓN



DETALLE 2. MEDIDOR BIDIRECCIONAL

Tabla 1. Clasificación de puntos de medición		
Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, Ci, (MWb/mes)	Capacidad Instalada, Ci, (MVA)
1	C ≥ 15.000	Ci ≤ 30
2	15.000 > C ≥ 500	30 > Ci ≥ 1
3	500 > C ≥ 50	1 > Ci ≥ 0,1
4	50 > C ≥ 5	0,1 > Ci ≥ 0,01
5	C < 5	Ci < 0,01

Tabla 2. Requisitos de exactitud para medidores y transformadores de medida		
Tipo de puntos de medición	Índice de clase para medidores de corriente activa	Índice de clase para medidores de corriente activa/reactiva
1	0,2 S	2
2 y 3	0,5 S	2
4	1	2
5	1 o 2	2 o 3



DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1)	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
13,8/13,2/11,4/7,6	44/30,5/33	3,8
13,8/13,2/11,4/7,6	44/30,5/33	0,45
65/57,6	2,5	
44/29,1/4/3	2,3	
13,8/13,2/11,4/7,6	44/30,5/33	2,3
13,8/13,2/11,4/7,6	44/30,5/33	1,7
65/57,6	2,5	
13,8/13,2/11,4/7,6	44/30,5/33	4,1
13,8/13,2/11,4/7,6	44/30,5/33	3,5
65/57,6	5,8	
44/29,1/4/3	5,6	
13,8/13,2/11,4/7,6	44/30,5/33	5,6

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

C. CUADROS-RUITOQUE FOTOVOLTAICA.DWG	
Proyecto	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CASA 15 VILLAS DE ROCA RUITOQUE – SANTANDER
Fecha	01 DE FEBRERO 2021
Escala	1:50
Firma: Tatiana Vásquez	
Constructora	SOCIEDAD SOCACHA INGENIERIA LTDA CRA. 34 No. 54-46 Bucaramanga Nit. 900.445.192-0 www.socach.com.co
Diseño Electrico	JEMY TATIANA VÁSQUEZ BEJARANO M. P. No. SN250-150491
Contenido del plano	INGENIERIA DE DETALLE DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED
Versión	ING – 01
Observaciones	La instalación debe cumplir con las disposiciones descritas en el RETIE 2013 en el art. 28.3.10 y lo descrito en la sección 690 de la NTC 2050. De acuerdo con el art. 240.21 puede omitirse el uso de protección contra sobrecorriente en la derivación de un alimentador o del secundario del transformador, cuando la longitud de los conductores no supere los 3,0. Esta instalación especial requiere de una certificación plena (declaración de cumplimiento RETIE descripción por el constructor y dictamen de inspección dado por un organismo evaluador de la conformidad avalado por la ONAC).
Interventor / Revisores	
Proyecto	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO
Fecha	01 DE FEBRERO 2021
Escala	1:50
Aviso:	C.CUADROS-RUITOQUE FOTOVOLTAICA.DWG

Certificado de Conformidad de Producto

Product Certificate of Conformity

Certificado No. / Certificate No.

PR1-100687

Informe No. / Report No.

BSP-0396

Nombre y dirección del titular del Certificado
Name and address of the Certificate Holder

Shanghai JA Solar Technology Co., Ltd
No. 118 Lane 311, West Huangcheng Road, Fengxian, Shanghai

Nombre y dirección de la fabrica(s)
Name and address of the factory(ies)

Anexo
Annex

País de Origen / Origin Country

China

China

Panel solar fotovoltaico
PV Module

Designación / Type Designation

JAM72S30-XXX / MR
JAM66S30-XXX / MR
JAM72D30-XXX / MB
JAM66D30-XXX/ MB

Marca / Trademark

JA SOLAR

Características principales
Ratings and principal characteristics

Module	Potencia (W)	Tension maxima del sistema (V)	Clase de proteccion
JAM72S30-XXX / MR	535 - 550	1500	2
JAM66S30-XXX / MR	490 - 505	1500	2
JAM72D30-XXX / MB	530 - 545	1500	2
JAM66D30-XXX/ MB	485 - 500	1500	2

Evaluado de acuerdo con los requisitos de:
Tested according to:

Resolución 90708: 2013. Ministerio de Minas y Energía de Colombia, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. RETIE, artículo 20 y 20.22.
(IEC 61730-2:2016, Calificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV) - Parte 2: Requisitos para ensayos).

Resolution 90708:2013, Mining and Energy Ministry, Colombian Mandatory Electrical Safety Regulation for Electrical Installation, article 20 and 20.22.
(IEC 61730-2:2016, Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing).

Esquema de Certificación:
Certification type scheme:

Esquema Tipo 5
Type 5 scheme

Fecha de Emisión / Valid from:

22/01/2021

Vigente Hasta / Valid until:

21/01/2024

Autorizado Por:
Authorized by:



SERGIO AYALA
Gerente Producto
TÜV Rheinland Colombia S.A.S.
Calle 108 No. 45 – 27 Bogotá - CO
(+57 1) 7460980



ISO/IEC 17065:2012
15-CPR-002

TÜVRheinland®
Precisely Right.

www.tuv.com/co/

Certificado de Conformidad de Producto

Product Certificate of Conformity

Anexo / Annex

Certificado No. / Certificate No. PR1-100687

Nombre y dirección de la fabrica(s)
Name and address of the factory(ies)

Shanghai JA Solar Technology Co., Ltd.

No. 118, Lane 3111, West Huancheng Road, Fengxiang District, 201401,
Shanghai, P.R China

JA Solar (Xingtai) Co., Ltd.

No. 1688, Chang An Road, Xingtai Economic Development Area, Xingtai City,
Hebei Province, P.R. China Post Code: 054000

Hefei JA Solar Technology Co., Ltd.

No.999, Changning Road, Hi-tech Zone, Hefei City, Anhui Province, P.R. China

JA Solar New Energy Yangzhou Co., Ltd

No.1 Jinhua Road, Economic Development Zone, 225000 Yangzhou City,
Jiangsu Province, P.R. China

Fecha de Emisión / Valid from:
Vigente Hasta / Valid until:

22/01/2021
21/01/2024

Autorizado Por:
Authorized by:



SÉRGIO AYALA
Gerente de Producto
TÜV Rheinland Colombia S.A.S.
Calle 108 No. 45 – 27 Bogotá - CO
(+57 1) 746 0980



ISO/IEC 17065:2012
15-CPR-002



TÜVRheinland®
Precisely Right.

www.tuv.com/co/



Certificate of Compliance

Certificate: 70184750

Master Contract: 259077

Project: 80035082

Date Issued: 2020-04-03

Issued to: Altenergy Power System Inc.
No.1 Yatai Road
Jiaxing, Zhejiang, 314050
CHINA

Attention: Kevin Lu

The products listed below are eligible to bear the CSA Mark shown with adjacent indicators 'C' and 'US' for Canada and US or with adjacent indicator 'US' for US only or without either indicator for Canada only



Issued by: Rohana Yang
Rohana Yang

PRODUCTS

CLASS - C531109 - POWER SUPPLIES - Distributed Generation Power Systems Equipment

CLASS - C531189 - POWER SUPPLIES - Distributed Generation-Power Systems Equipment - Certified to U.S. Standards

Grid Support Utility Interactive Microinverter, Model QS1200 and QS1, Rack mounted.
Utility Interactive Microinverter, Model QS1A, Rack mounted.

For details related to rating, size, configuration, etc., reference should be made to the CSA Certification Record, Certificate of Compliance Annex A, or the Descriptive Report.

APPLICABLE REQUIREMENTS

CSA-C22.2 No. 107.1-16 - Power conversion equipment

*UL1741 - Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use With Distributed Energy Resources (Second Edition, Revision dated February 15, 2018)

UL1741 CRD - Grid Support Utility Interactive Interoperability Optional Functions: Prevent Enter Service and Limit Active Power (CA Rule 21, Phase 3, functions 2 and 3) (Dated October 22, 2019)



Certificate: 70184750

Project: 80035082

Master Contract: 259077

Date Issued: 2020-04-03

*Note: Conformity to UL 1741 (Second Edition, Revision dated February 15, 2018) includes compliance with applicable requirements of IEEE 1547-2003 (R2008), IEEE 1547.1-2005(R2011), California Rule 21 and Supplement SA8-SA18.

*Note: This product is PV Rapid Shut Down Equipment and conforms with NEC-2014 and NEC-2017 Article 690.12 and CEC-2018 Sec 64-218 Rapid Shutdown of PV Systems, for AC and DC conductors, when installed according manufacturer's instructions.



March 18, 2020

Kevin Lu
Altenergy Power System Inc.
No. 1 Yatai Road, Jiaxing
ZheJiang, China, 314050

Subject: Evidence of inverter support for IEEE 2030.5/Rule 21 CSIP Phase 2 and Phase 3 Function 1 and 8 Functionality

Dear Kevin Lu,

This letter confirms that CSA Group witnessed the Appendix C testing listed in Resolution E-5000 from the California Public Utilities Commission Draft dated July 11, 2019 (as modified by Resolution E5036) under the CSA project 80037979. The Resolution requires the verification of five test cases for inverters that do not directly implement IEEE 2030.5 client functionality. During the tests, the inverter is to be connected to a SunSpec Certified IEEE 2030.5/CSIP gateway. The five tests are listed below and specified in the SunSpec IEEE 2030.5/CSIP test procedures:

- Inverter Status (BASIC-028)
- Inverter Meter Reading (BASIC-029)
- Basic Inverter Control – Volt/Var (BASIC-006)
- Basic Inverter Control – Fixed Power Factor (BASIC-008)
- Basic Inverter Control – Volt-Watt (BASIC-011)

The tests were performed on the Grid Support Utility Interactive Microinverter on 3/14/2020 with the ECU (<https://sunspec.org/wp-content/uploads/2020/01/SunSpec-APSystems-certificate-CS-000012.pdf>) model number ECU-R connected to Grid Support Utility Interactive Microinverter Inverter model number QS1/QS1200 bearing the serial number 801002160022 which is used to represent the inverter models below:

APsystems Model Numbers

- QS1/QS1200



The inverter under test was subjected to testing conditions as follows:

- The inverter was operating during test harness verification procedure
- The ECU was given stimuli in the form of IEEE 2030.5 commands (Inverter Status, Inverter Meter Reading, Volt/VAR, Fixed Power Factor, and Volt/Watt) sent from an IEEE 2030.5 server that were subsequently translated to signals understood by the inverter.
- The inverter parameters were verified: a) to change during the test cases for Volt-VAR, Fixed Power Factor, and Volt-Watt and b) report monitored data during the test cases for Inverter Status and Inverter Meter Reading. Based on this procedure, the requirements from Appendix C of the resolution were verified.

Very truly yours,

Tested By,

Test Engineer Name: Xueji Dong

Test Engineer Title: Certifier

SunSpec ATL name: CSA Group



Letter of Attestation

Document: 70203119

Master Contract: 259077

Project: 70203119

Date Issued: November 12, 2018

Issued to: Altenergy Power System Inc.
No.1 Yatai Road,
Jiaxing, Zhejiang, 314050
China
Attention: Guofeng Jiang

*CSA Group, Certification and Testing hereby confirms that it has completed an evaluation of:
Utility Interactive Microinverter (at 240Vac output)*

Model: QS1 and QS1200

*CSA Group, Certification and Testing hereby attests that the products identified above and described
in test report 70203119 dated November 12, 2018
complies with the following standards/tests, to the extent applicable:*

The testing of the subject inverters were completed according to the following sections of the test protocol entitled “Performance Test Protocol for Evaluating Inverters Used in Grid-Connected Photovoltaic Systems” prepared by “Sandia National Laboratories, Endecon Engineering, BEW Engineering, and Institute for Sustainable Technology”, dated October 14, 2004 as modified by the “Guidelines for the use of the Performance Test Protocol for Evaluating Inverters Used in Grid-Connected Photovoltaic Systems” prepared by KEMA-Xenergy, and BEW Engineering, dated March 1, 2005 with deviations according to the requirements of the California Energy Commission New Solar Homes Partnership Guidebook Sixth Edition (CEC-300-2016-008-CMF), Appendix III section C – “Inverters”.

- ***Maximum Continuous Power***
- ***Conversion Efficiency***
- ***Tare Losses***

Notes:

1. Units verified against CSA report 70203119, dated November 12, 2018.
2. Refer to TIS report and Testdata for test results and setup details.

Allen Yao
Issued by: _____
Name of CSA Staff



Page 2

Document: 70203119

Project: 70203119

Master Contract: 259077

Date: November 12, 2018

THIS LETTER OF ATTESTATION DOES NOT AUTHORIZE THE USE OF THE CSA MARK ON THE SUBJECT PRODUCTS.

QUOTATIONS FROM THE TEST REPORT OR THE USE OF THE NAME OF THE CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION AND CSA GROUP OR ITS REGISTERED TRADEMARK, IN ANY WAY, IS NOT PERMITTED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF THE CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION OPERATING AS CSA GROUP, CERTIFICATION AND TESTING DIVISION.



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Certificado No.:ANC1901C00006426

Página 1 de 3

La Asociación de Normalización y Certificación, A.C., en su carácter de Organismo de Certificación de Producto acreditado por ema, a.c. con acreditación No. 01/10 vigente a partir del 09/03/2010 y aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), de conformidad con los artículos 1, 2, 3 fracciones III, IV-A, XII, XV-A, 38 fracción VI, 52, 53, 68, 70, 70-C, 73, 74, 79, 80, y demás relativos y aplicables de la misma Ley, así como de su respectivo reglamento, en atención a la solicitud con número de Referencia 19DOM17235A00R00, de acuerdo al procedimiento de Certificación PROCERT-17 de ANCE, y con base en el (los) informe(s) de prueba(s) No(s).: 2019LAB-ANCE13568, otorga el presente Certificado de Conformidad de Producto, a:

ALTENERGY POWER SYSTEMS MEXICO S.A DE C.V

RFC: APS160715SV0

Nombre genérico:	MICROINVERSOR DE CORRIENTE
Tipo(s):	NINGUNO
Subtipo(s):	NINGUNO
Marca(s):	APsystems
Categoría:	NUEVO
Modalidad:	CERTIFICACIÓN CON VERIFICACIÓN MEDIANTE PRUEBAS PERIÓDICAS
Fabricado y/o importado y/o comercializado	ALTENERGY POWER SYSTEMS MEXICO S.A DE C.V RFC: APS160715SV0
Bodega(s):	LAZARO CARDENAS No. 2850 INT. 501-A, COL. JARDINES DEL BOSQUE CENTRO MUN. EL SALTO , C.P. 44520, JALISCO
País(es) de origen:	CHINA
País(es) de procedencia:	CHINA
Fracción(es) arancelaria(s):	Fracción 1 : 85044099; ANC1901C00006426
Modelo(s):	QS1
Especificaciones:	Entrada: 16 - 55 V== 48 A (12 A x 4) Salida: 220 V ~ / 176 - 242 V ~ 5 A 1 200 W



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Certificado No.:ANC1901C00006426

Página 2 de 3

De conformidad con la Norma **NOM-001-SCFI-1993**, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 13 de octubre de 1993, se expide el presente Certificado en la Ciudad de México, el día 10 de octubre de 2019, con vigencia hasta el día 09 de octubre de 2020, para los efectos que convenga al interesado.

La vigencia de este certificado está sujeta a la observancia de las cláusulas indicadas al reverso, por lo que es fundamental asegurar su veracidad y validez en www.ance.org.mx o enviar el certificado escaneado a consultavigencia@ance.org.mx.

ATENTAMENTE



JUAN UBALDO ISLAS GUERRERO
GERENTE DE CERTIFICACION DE PRODUCTO

Elaboró:JIJH

Supervisó:JBL



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Certificado No.:ANC1901C00006426

Página 3 de 3

Con base en el artículo 76 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 83 de su reglamento, así como también en lo dispuesto en la norma oficial mexicana NOM-106-SCFI-VIGENTE "Características de diseño y condiciones de uso de la contraseña oficial", los productos amparados por esta certificación deberán, según el caso, ostentar la contraseña que denota el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana vigente y aplicables cuando así proceda.



CLAUSULAS:

Una vez autorizado por la Asociación, el titular podrá ostentar la marca ANCE, mediante etiquetas, estampado u otro procedimiento que la haga ostensible e indeleble en cada unidad de los productos que ampara este certificado de conformidad, bajo las especificaciones establecidas por la misma.

1. La contraseña oficial NOM y/o la marca ANCE deberá ostentarse, una vez que la Asociación haya dado su autorización de uso correspondiente sobre esta última, de acuerdo a los requisitos y especificaciones establecidos para ello, mediante etiquetas, estampado y otro procedimiento que la haga ostensible e indeleble en cada unidad de los productos que ampara este certificado.
2. El titular de este certificado se compromete a respetar las condiciones de uso, tanto del propio certificado como de la contraseña oficial NOM y/o la marca ANCE.
3. El titular del certificado debe garantizar que los productos certificados, que ostentan la contraseña oficial NOM y/o marca ANCE, cumplen con las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana aplicable.
4. Ni este certificado, ni el uso de la contraseña oficial NOM y/o la marca ANCE, sustituyen en ningún caso la garantía del cumplimiento del producto en los términos de la legislación y las normas aplicables en vigor.
5. El certificado será cancelado, cuando:
 - Las especificaciones técnicas en las que se basa el certificado dejan de ser aplicables.
 - Se incurra en mal uso del certificado o de la marca ANCE.
 - Se incurra en un incumplimiento con la norma aplicable, durante el plazo de vigencia establecido en el certificado.
 - El titular del certificado ingrese dicha petición por escrito.
6. Todo empleo indebido del certificado, ya sea del titular o de un tercero, dará derecho a una acción jurídica por parte de ANCE.
7. La(s) fracción(es) arancelaria(s) son responsabilidad del titular del certificado.
8. El titular de la certificación debe informar a ANCE de cualquier cambio en su estructura, dirección, propietarios o representantes legales de la empresa.



CE

EU-Type Examination Certificate

with respect to the presumption of
Compliance of a product with the essential requirements of

RE DIRECTIVE 2014/53/EU

Certificate Number	RE-20050704
Certificate Holder	ALTENERGY POWER SYSTEM INC.
Address	No.1 Yatai Road, Jiaxing 314050 Zhejiang Province, P.R. China
Manufacturer	ALTENERGY POWER SYSTEM INC.
Address	No.1 Yatai Road, Jiaxing 314050 Zhejiang Province, P.R. China
Product Type/Description	Grid-tied Microinverter
Trade Name	APsystems
Model Number	QS1
Product Identification Element	QS1

Applied / Complied Harmonized Standards	Complied
RE Directive 2014/53/EU, Article 3(1)(a) ■ Safety	EN 62109-1:2010, EN 62109-2:2011
RE Directive 2014/53/EU, Article 3(1)(a) ■ Health	EN 62479:2010
RE Directive 2014/53/EU, Article 3(1)(b) ■ EMC	EN 61000-6-3:2007+A1:2011, EN 61000-6-4:2019 EN 61000-6-1:2019, EN 61000-6-2:2019 EN 61000-3-2:2019, EN 61000-3-3:2013+A1:2019 EN 301 489-1 V2.2.1, EN 301 489-17 V3.1.1
RE Directive 2014/53/EU, Article 3(2) ■ Radio	EN 300 328 V2.2.2

Authorized By:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bai".

Leslie Bai, Director of Certification

Issue Date: May 7, 2020

Expiry Date: May 6, 2025

PS: This Certificate is Issued in Accordance with Annex III of the RE Directive 2014/53/EU and is only valid in Conjunction with the Following Annex I.

Bureau Veritas Consumer Products Services, Inc.

775 Montague Expressway, Milpitas, CA 95035, USA

Tel: 408 526 1188, Fax: 408 526 1088,

Website: <https://cpsusa-bureauveritas.com>, Email: sales.eaw@us.bureauveritas.com



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Certificado No.:ANC2001C00006008

Página 1 de 3

La Asociación de Normalización y Certificación, A.C., en su carácter de Organismo de Certificación de Producto acreditado por ema, a.c. con acreditación No. 01/10 vigente a partir del 09/03/2010 y aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), de conformidad con los artículos 1, 2, 3 fracciones III, IV-A, XII, XV-A, 38 fracción VI, 52, 53, 68, 70, 70-C, 73, 74, 79, 80, y demás relativos y aplicables de la misma Ley, así como de su respectivo reglamento, en atención a la solicitud con número de Referencia 20DOM03497A00R00, de acuerdo al procedimiento de Certificación PROCER-17 de ANCE, y con base en el (los) informe(s) de prueba(s) No(s).: 2020LAB-ANCE03636, otorga el presente Certificado de Conformidad de Producto, a:

ALTENERGY POWER SYSTEMS MEXICO S.A DE C.V

RFC: APS160715SV0

Nombre genérico:	<u>MICRO INVERSOR</u>
Tipo(s):	<u>NINGUNO</u>
Subtipo(s):	<u>NINGUNO</u>
Marca(s):	<u>APsystems</u>
Categoría:	<u>NUEVO</u>
Modalidad:	<u>CERTIFICACIÓN CON VERIFICACIÓN MEDIANTE PRUEBAS PERIÓDICAS</u>
Fabricado y/o importado y/o comercializado	<u>ALTENERGY POWER SYSTEMS MEXICO S.A DE C.V</u> <u>RFC: APS160715SV0</u>
Bodega(s):	<u>LAZARO CARDENAS No. 2850 INT. 501-A, COL. JARDINES DEL BOSQUE CENTRO</u> <u>MUN. EL SALTO , C.P. 44520, JALISCO</u>
País(es) de origen:	<u>CHINA</u>
País(es) de procedencia:	<u>CHINA</u>
Fracción(es) arancelaria(s):	<u>Fracción 1 : 85044099; ANC2001C00006008</u>
Modelo(s):	<u>QS1A</u>
Especificaciones:	<u>ENTRADA: 60 V== 13 A X 4</u> <u>SALIDA: 211.2 / 240 / 264 V~ 59.3Hz / 60Hz / 60.5Hz 6.25 A</u>



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Certificado No.:ANC2001C00006008

Página 2 de 3

De conformidad con la Norma NOM-001-SCFI-1993, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 13 de octubre de 1993, se expide el presente Certificado en la Ciudad de México, el día 24 de abril de 2020, con vigencia hasta el día 23 de abril de 2021, para los efectos que convenga al interesado.

La vigencia de este certificado está sujeta a la observancia de las cláusulas indicadas al reverso, por lo que es fundamental asegurar su veracidad y validez en www.ance.org.mx o enviar el certificado escaneado a consultavigencia@ance.org.mx.

ATENTAMENTE



JUAN UBALDO ISLAS GUERRERO
GERENTE DE CERTIFICACION DE PRODUCTO

Elaboró:JIJH

Supervisó:VGJB



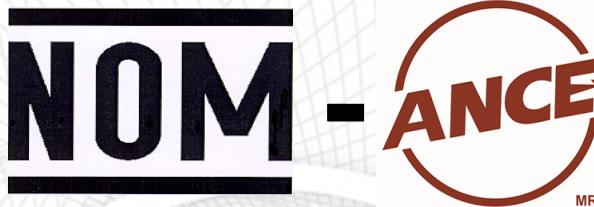


CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Certificado No.:ANC2001C00006008

Página 3 de 3

Con base en el artículo 76 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 83 de su reglamento, así como también en lo dispuesto en la norma oficial mexicana NOM-106-SCFI-VIGENTE "Características de diseño y condiciones de uso de la contraseña oficial", los productos amparados por esta certificación deberán, según el caso, ostentar la contraseña que denota el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana vigente y aplicables cuando así proceda.



CLAUSULAS:

Una vez autorizado por la Asociación, el titular podrá ostentar la marca ANCE, mediante etiquetas, estampado u otro procedimiento que la haga ostensible e indeleble en cada unidad de los productos que ampara este certificado de conformidad, bajo las especificaciones establecidas por la misma.

1. La contraseña oficial NOM y/o la marca ANCE deberá ostentarse, una vez que la Asociación haya dado su autorización de uso correspondiente sobre esta última, de acuerdo a los requisitos y especificaciones establecidos para ello, mediante etiquetas, estampado y otro procedimiento que la haga ostensible e indeleble en cada unidad de los productos que ampara este certificado.
2. El titular de este certificado se compromete a respetar las condiciones de uso, tanto del propio certificado como de la contraseña oficial NOM y/o la marca ANCE.
3. El titular del certificado debe garantizar que los productos certificados, que ostentan la contraseña oficial NOM y/o marca ANCE, cumplen con las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana aplicable.
4. Ni este certificado, ni el uso de la contraseña oficial NOM y/o la marca ANCE, sustituyen en ningún caso la garantía del cumplimiento del producto en los términos de la legislación y las normas aplicables en vigor.
5. El certificado será cancelado, cuando:
 - Las especificaciones técnicas en las que se basa el certificado dejan de ser aplicables.
 - Se incurra en mal uso del certificado o de la marca ANCE.
 - Se incurra en un incumplimiento con la norma aplicable, durante el plazo de vigencia establecido en el certificado.
 - El titular del certificado ingrese dicha petición por escrito.
6. Todo empleo indebido del certificado, ya sea del titular o de un tercero, dará derecho a una acción jurídica por parte de ANCE.
7. La(s) fracción(es) arancelaria(s) son responsabilidad del titular del certificado.
8. El titular de la certificación debe informar a ANCE de cualquier cambio en su estructura, dirección, propietarios o representantes legales de la empresa.

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y ENSAYO DE MEDIDORES DE
ENERGIA ELECTRICA**
CERTIFICADO DE ENSAYOS Y CALIBRACION
No. INC-313319-2020



ISO/IEC 17025:2017
12-LAC-042

ISO/IEC 17025:2017
12-LAB-042

Solicitante		Dirección			Teléfono		Ciudad									
INELCA SAS		Calle 15 No. 22-207 Terminal Logístico Valle del Pacífico Bodega 4C Autopista Cali – Yumbo			6957111		Yumbo									
Serie del medidor N°	75443097				Fecha calibración: 09/12/2020											
DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO DE PRUEBA Y OTROS:																
Marca:	ISKRA			Clase E.A:	1	Constante E.A:	1000,00 Imp/kWh									
Tipo:	MT 174			Clase E.R	2	Constante E.R:	1000,00 Imp/kvarh									
Tensión:	3x120/208V	Año Fabricación:	2020	Temperatura:	23.0 C°	Humedad:	48,0 %									
Corriente In o Ib (Imax):	5/120 A	Fase(s), Hilos:	TRIFASICO TETRAFILAR (3F - 4H)													
Resultados de pruebas y ensayos																
Pruebas de exactitud																
Nº	%Tensión	lb ó In	FP	Fase(s)	Lep	Eex	Uexp	k	Resultado							
1	100% Un	5 % lb	Cos (1.0)	RST	±2.00%	0.26%	±0.07%	2.00	CEEX							
2	100% Un	100 % lb	Cos (1.0)	RST	±1.25%	0.20%	±0.08%	2.00	CEEX							
3	100% Un	100 % lb	Cos (1.0)	--R	±2.25%	0.21%	±0.07%	2.00	CEEX							
4	100% Un	100 % lb	Cos (1.0)	-S-	±2.25%	0.40%	±0.09%	2.00	CEEX							
5	100% Un	100 % lb	Cos (1.0)	T--	±2.25%	0.01%	±0.07%	2.00	CEEX							
6	100% Un	100 % lb	Cos (0.5i)	RST	±1.50%	0.23%	±0.11%	2.00	CEEX							
8	100% Un	2400 % lb	Cos (1.0)	RST	±1.25%	0.44%	±0.09%	2.00	CEEX							
1	100% Un	5 % lb	Sen (1.0)	RST	±3.50%	0.09%	±0.12%	2.00	CEEX							
2	100% Un	100 % lb	Sen (1.0)	RST	±2.50%	0.50%	±0.07%	2.00	CEEX							
3	100% Un	100 % lb	Sen (1.0)	--R	±3.50%	0.47%	±0.07%	2.00	CEEX							
4	100% Un	100 % lb	Sen (1.0)	-S-	±3.50%	0.64%	±0.08%	2.00	CEEX							
5	100% Un	100 % lb	Sen (1.0)	T--	±3.50%	0.25%	±0.07%	2.00	CEEX							
6	100% Un	100 % lb	Sen (0.5i)	RST	±3.00%	0.47%	±0.09%	2.00	CEEX							
8	100% Un	2400 % lb	Sen (1.0)	RST	±2.50%	0.73%	±0.07%	2.00	CEEX							

Ensayos

Propiedad Dieléctric as	Funciona miento sin carga	Arranque	Ensayo de Verificación de la Constante						Resultado del ensayo	
			Lectura Inicial (kWh ó kVARh)	Lectura final (kWh ó kVARh)	Ener. Dosificada (kWh ó kVARh)	Uexp (%)	Ep (%)	Ereg (%)		
NR	CEFC	CEAR	5.93	6.93	1.00	0.09	0.00	0.44	8	CEVC

Condición Metrológica: CONFORME

Información sello(s) de seguridad instalados

Serie	Tipo	Color	Posición	Estado	Ubicación
2181125	ROTOSEAL	AZUL	7	BUENO	TAPA
2181126	ROTOSEAL	AZUL	5	BUENO	TAPA
1593381	ETIQUETA	GRIS	4	BUENO	TAPA

TRABAJO REALIZADO: El medidor fue probado como medidor de energía activa y/o reactiva según aplique. Las actividades realizadas son las siguientes: (4.4.4.1 ó 4.4.4.2) Ensayo de arranque, (4.4.5) Ensayo de funcionamiento sin carga, (4.4.2.1) Ensayo de exactitud, (4.4.3.2) Ensayo de verificación de la constante. La calibración se efectuó según norma NTC 4856:2018 "Verificación inicial y posterior de medidores de energía eléctrica". **MÉTODO DE CALIBRACIÓN Y TRAZABILIDAD:** El método de calibración es el de comparación directa del medidor objeto de prueba y el equipo de calibración (EPM) el cual suministrando la misma energía a ambos equipos. El error se determina por comparación de energía registrada por el medidor objeto de prueba y el equipo de calibración. Los equipos probadores de medidores (EPM) ISKRA – EPS20-3EH utilizados en la calibración están trazados al patrón de referencia PTS 400.3-120V de ELGSIS, mediante certificado de calibración 170519-56387 de 19/05/2017. **INCERTIDUMBRE:** La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Observaciones: Este certificado corresponde a la calibración exportada de la energía activa/reactiva.

Revisado por:

INELCA – LAB

INELCA S.A.S. Oscar Muñoz Llara
NIT. 817.000.513 - 0 Director de Laboratorio

Convenções:
FUNCIONAMIENTO SIN CARGA
CEFC: Cumple ; NCEFC: No Cumple
ARRANQUE
CEAR: Cumple ; NCEAR: No Cumple
EXACTITUD
CEEX: Cumple ; NCEEX: No Cumple
VERIFICACIÓN DE LA CONSTANTE
CEVC: Cumple ; NCEVC: No cumple

PROPIEDADES DIELECTRICAS: N/A

Uexp: Incertidumbre de medición
Ep: Error Porcentual
Ereg: Error de registrador (Ep-Eex)
NR: no realizado.
Lep: Límite de error porcentual.
Eex: Error de exactitud.
k: Factor de cobertura (dist. t-student)



INELCA S.A.S.
NIT. 817.000.513 - 0

Este certificado se expide de acuerdo a las condiciones de aprobación otorgadas por el Organismo Nacional de Acreditación De Colombia – ONAC, y expresa únicamente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite.



Grupo epm

siempre adelante

PARAMETRIZACION DE MEDIDORES

DATOS DEL MEDIDOR

SERIE:	75443097	FECHA :	2021-02-10
FABRICANTE:	ISKRA	TIPO:	MT174-D2

DISPLAY

CODIGOS	DESCRIPCION	CODIGOS	DESCRIPCION
C.10	Serie	3.8.0	Reactiva Total Importada
0.9.2	Fecha	4.8.0	Reactiva Total Exportada
0.9.1	Hora	1.7.0	Factor de Potencia
1.8.0	Activa Total Importada	14.7.0	Frecuencia
2.8.0	Activa Total Exportada	F.F.0	Alarms

TARIFAS

Planas

DATOS ADICIONALES

ENTEROS(Kwh):	6	RELACION CT:	1
DECIMALES(Kwh):	2	RELACION PT:	1
PULSOS PROGRAMADOS:	1000	COMUNICACIÓN:	Modem Externo

PERFIL DE CARGA-curva de carga 1

CANAL 1:	kWh - Del	CANAL 5:	No Asignado
CANAL 2:	kVArh - Del	CANAL 6:	No Asignado
CANAL 3:	kWh - Rec	CANAL 7:	No Asignado
CANAL 4:	kVArh - Rec	CANAL 8:	No Asignado

PERFIL DE CARGA-curva de carga 1

CANAL 1:	1.8.0 A+ Todas las fases de energia total.	CANAL 2:	2.8.0 A+ Todas las fases de energia total.
----------	--	----------	--

OBSERVACIONES

SELLO 90518741

PARAMETRIZADO POR

Cesar Fernando Mosquera Muñoz
Profesional 1
Subgerencia de Conexiones
cesar.mosquera@essa.com.co
telefono: 6339767 ext 1338

CODIGO DE CONEXIÓN	CAPACIDAD NOMINAL(KVA)	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	VOLTAJE NOMINAL	DISP POTENCIA (%)	DISP ENERGIA (%)
2B-SA49	225	-73.0899	7.02423	NO_REGISTRA	NO_REGISTRA	0.00	0.00

Anterior Siguiente

Clic antes de.. Info. factura Con. medición Proc. conexión Cond. conexión Definiciones Enviar Cancelar

Ubicación geográfica



Imágenes ©2021, CNES / Airbus, Maxar Technologies Términos de uso Notificar un problema de Maps