

PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO HACIENDA LA CEIBA – 20.46KWp 2019

El documento presente es la memoria técnica del sistema solar FV de 20.46kWp para la HACIENDA LA CEIBA – ubicada en YUMBO, valle del Cauca. En este documento se encuentran cálculos técnicos del sistema solar fotovoltaico, de sus componentes principales y cálculo de coordinación de protecciones en sobretensiones y sobre corrientes, en cada punto de la instalación solar fotovoltaica, según la NTC 2050, RETIE 2013.

Presentación del proyecto

Nombre del proyecto

Sistema Solar Fotovoltaico HACIENDA LA CEIBA

Fecha Proyecto

Fecha Inicio Estudios: 01 de junio de 2019.

Fecha Inicio Instalación: 01 de julio de 2019.

Fecha de Entrada en Operación: 14 de agosto de 2019.

Antecedentes

SOLGER, empresa proyectista del sistema solar fotovoltaico, tiene experiencia en la ingeniería de los proyectos:

1. Sistema Solar FV Ingenio Providencia 30 kW.
2. Sistema Solar FV Avícola Huevo Rey 30 kW.
3. Sistema Solar FV para bombeo directo 50 kW.

Objetivo del proyecto

El principal objetivo al implementar una planta solar fotovoltaica es la generación de un ahorro en el recibo de la energía de la instalación. Planta solar fotovoltaica de 20.46kWp, que genera en promedio día el valor de la energía que consumen las cargas de la hacienda la ceiba, 70kWh. Esta energía eléctrica para suplir las cargas eléctricas repartidas en los circuitos internos de las instalaciones, esto es llamado técnicamente AUTOCONSUMO. De igual forma el propósito de generar energía limpia es actuar para mejorar las condiciones medioambiente de nuestro planeta.

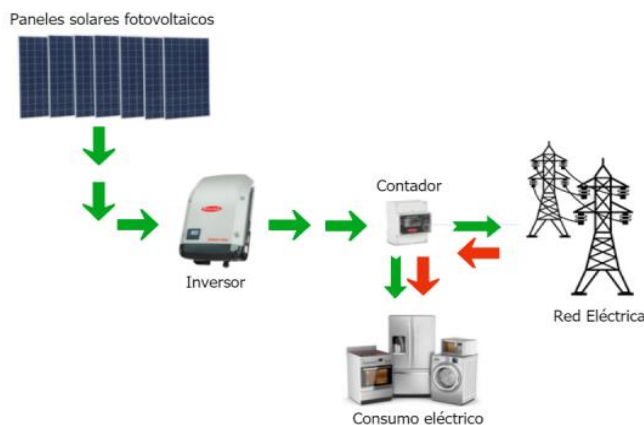
Metodología del Proyecto.

Las actividades ejecutadas para realizar el proyecto del sistema solar FV de la hacienda Brasil son:

1. Elaboración de ingeniería en detalle para la elaboración de la instalación
2. Instalación del sistema solar FV.
3. Elaboración de documentación y estudios para solicitar la conexión a red y el medidor bidireccional de acuerdo con la resolución 030 de la CREG.

Descripción del Proyecto

Un sistema fotovoltaico conectado a la red (SFVCR) para AUTOCONSUMO a pequeña escala consiste en un generador fotovoltaico el cual está formado por una serie de paneles solares conectados entre sí y acoplados a un inversor que opera conectado en paralelo con la red eléctrica convencional. Este sistema genera energía principalmente para suplir la demanda de energía de una carga en particular, cuando la energía generada es menor a la demandada por la carga se suple esta energía con la que se obtiene de la red eléctrica y cuando la energía demandada por la carga es menor a la generada por el sistema, este inyecta los excedentes de energía a la red eléctrica. En la siguiente grafica se muestra un diagrama de los componentes principales de un sistema de conexión a la red.



Grafica 1. Diagrama de los componentes principales de un sistema de conexión a la red.

Componentes principales del sistema solar FV:

1. Campo Solar Fotovoltaico.
2. Inversor, transforma e inyección la energía a Red.
3. Medidor Bidireccional.
4. Consumo de Energía Eléctrica.
5. Red Eléctrica.

6. Equipos de protección eléctrica.

Información Básica

Los equipos eléctricos utilizados para la instalación del sistema solar fotovoltaico son:

Descripción	
66 paneles solares fotovoltaicos	310Wp en potencia
1 Inversor de 24kW 480-3	24000W en potencia

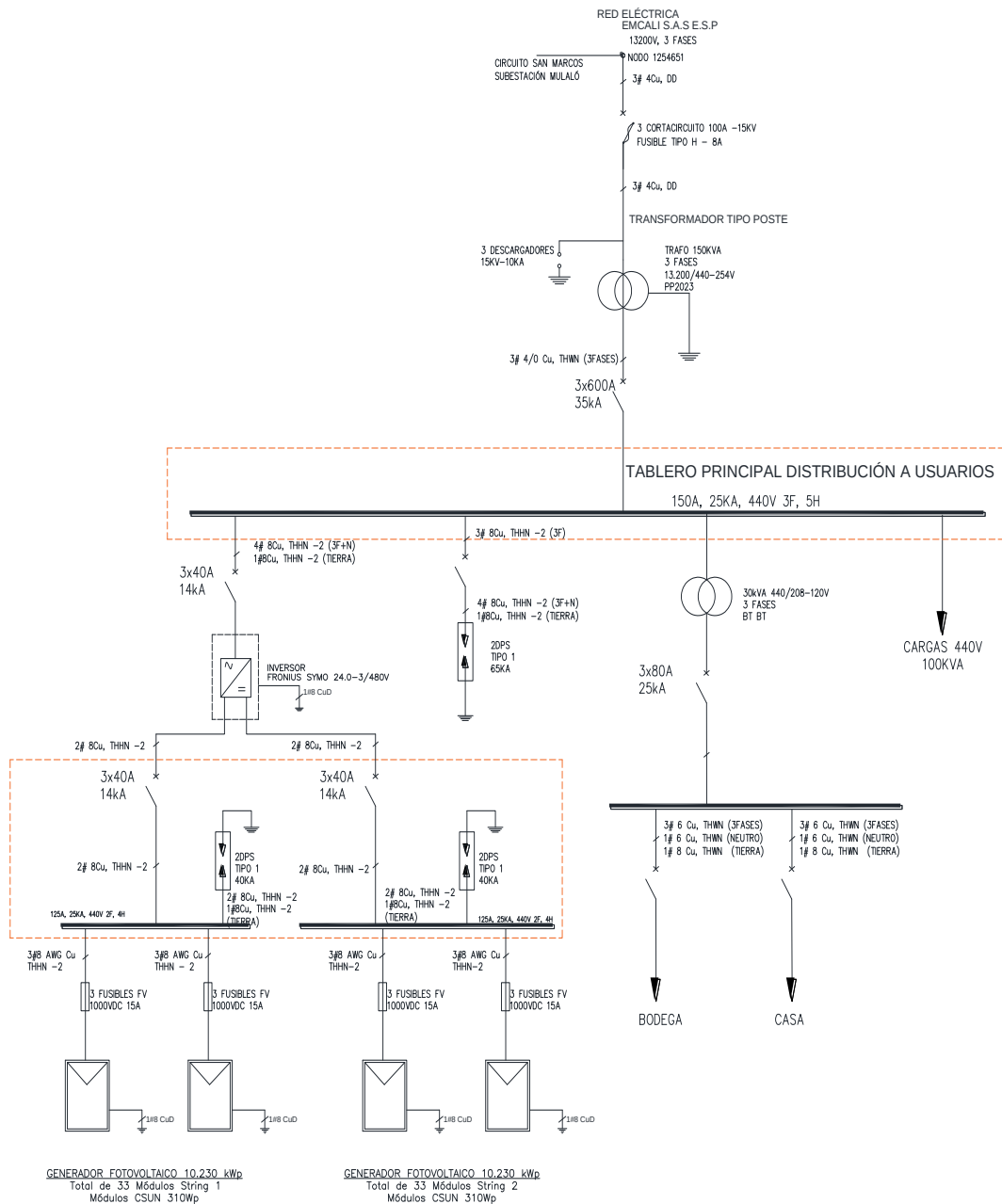
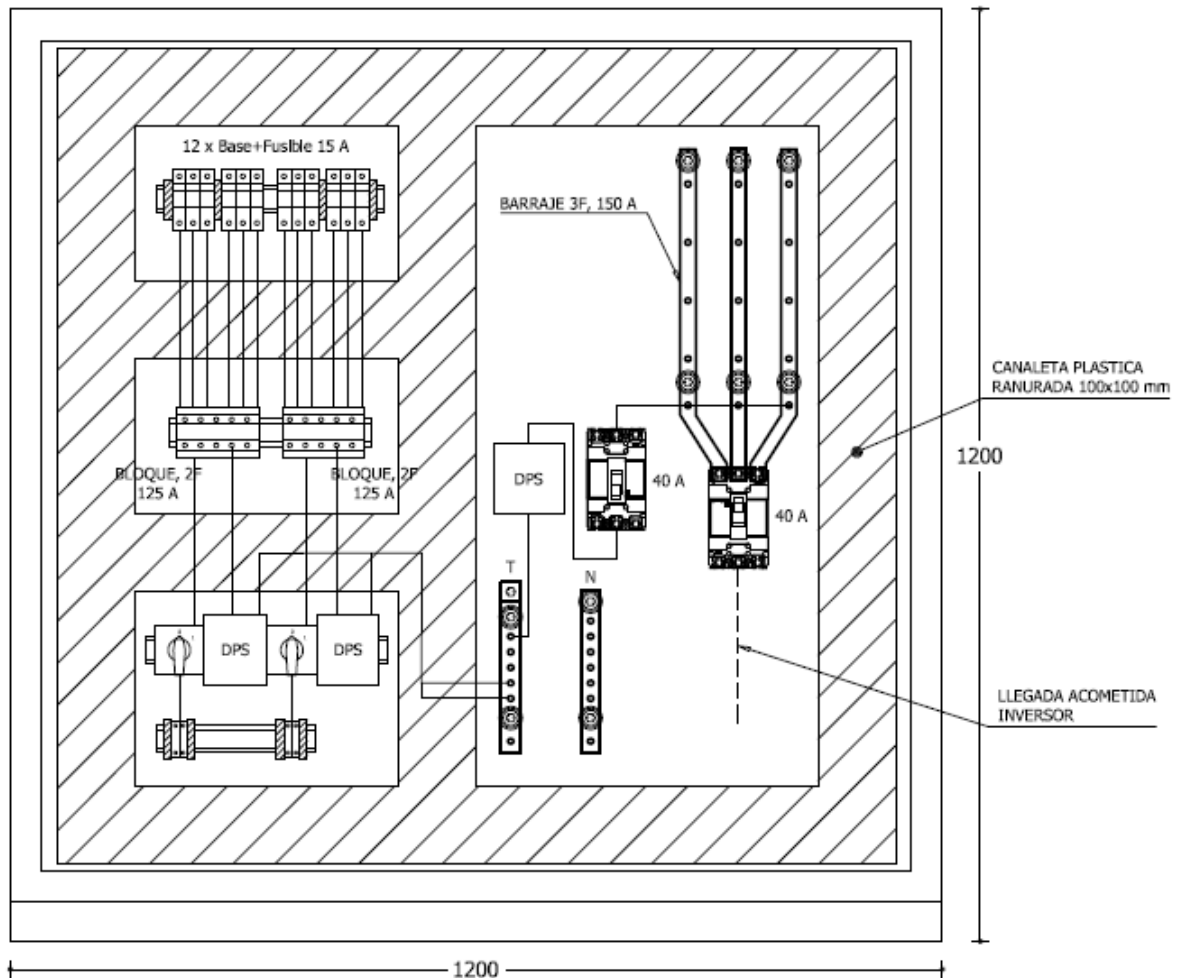


Diagrama unifilar del proyecto 20.46kWp

Punto de Conexión a Red

El sistema solar FV, está diseñado para la tensión eléctrica 480V, esta tensión es medida en el barraje principal del tablero de circuitos certificado y realizado por la empresa ENERGIZAR.



Coordenadas geostacionarias

En la siguiente grafica se encuentra la georreferenciación de la zona de instalación de 20.46kWp en la hacienda la Ceiba.

Latitud: 3°35'33.2"N

Longitud: 76°28'16.0"W



Campo solar

El campo solar fotovoltaico está compuesto por 66 paneles solares fotovoltaicos de 310Wp, para una potencia total de 20.46kWp los cuales generan energía eléctrica a partir de la luminosidad del SOL (fotones), mediante un fenómeno llamado fotoeléctrico. El campo solar fotovoltaico se encuentra conectado a las protecciones presentes en el armario de protecciones (ENERGIZAR) cumpliendo con los límites de tensión y corriente permitidos en el diseño y expuestos en la memoria técnica.



Electrical characteristics at Standard Test Conditions (STC)

Module	CSUN 310-72P
Maximum Power - P _{mpp} (W)	310
Positive power tolerance	0~3%
Open Circuit Voltage - V _{oc} (V)	44.8
Short Circuit Current - I _{sc} (A)	9.04
Maximum Power Voltage - V _{mpp} (V)	36.1
Maximum Power Current - I _{mp} (A)	8.58
Module efficiency	16.01%

Inversor solar (Inversor string)

Un inversor o también conocido convertidor corriente directa (DC) / corriente alterna (AC), es un circuito cuya función es cambiar una tensión de entrada de corriente directa a una tensión simétrica de salida de corriente alterna, con una magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Los inversores son utilizados en una gran variedad de aplicaciones, desde pequeñas fuentes de alimentación para computadoras, hasta aplicaciones industriales para manejar alta potencia.

Hay distintos tipos de inversores como son los inversores para sistemas aislados o los de conexión con la red eléctrica. Entre los de conexión de red eléctrica también podemos encontrar distintos tipos como son: el **inversor de cadena** (string), microinversor o inversor centralizado que es para grandes potencias.

El inversor de conexión a red incorpora algunas funciones de control que influyen notablemente en el funcionamiento del arreglo fotovoltaico como puede ser un seguidor de punto de máxima potencia o MPPT, conexión o desconexión de la Red en función de las condiciones de ésta y de la irradiación incidente

sobre el generador, detección de pérdidas de aislamiento, medida de energía, etc.

En el caso de la hacienda la Ceiba se instaló un inversor de 24kW, marca Fronius con dos entradas MPPT para la conexión de campo solar fotovoltaico. EN cada uno de las entradas se agruparon tres cadenas de 11 paneles para un total de 33 paneles de 310Wp por cada entrada de MPPT. El inversor Fronius cuenta con un sistema de comunicación que permite realizar el mantenimiento preventivo y predictivo del sistema, como también hacer seguimiento a la generación de energía, niveles de tensión, corriente y temperatura del sistema. Estas variables se podrán consultar en cualquier momento desde el portal vía internet y con aplicaciones app en tables, celulares y dispositivos visuales.

Características principales de los inversores Fronius.

Fronius Symo Advanced	24.0-3 480
------------------------------	-------------------

Datos de entrada

Gama de tensión MPP	500 - 800 V CC
Gama de tensión de entrada (con 1000 W/m ² / 14 °F en marcha sin carga)	200 - 1000 V CC
Máxima corriente de entrada (MPP1 / MPP2) (MPP1 + MPP2)	33,0 / 25,0 A 51 A
Máxima corriente de cortocircuito de los módulos solares (I _{SC} PV) (MPP1 / MPP2)	49,5 / 37,5 A
Máxima corriente de retroalimentación de la red CA ¹⁾	0,0 A ²⁾

Datos de salida

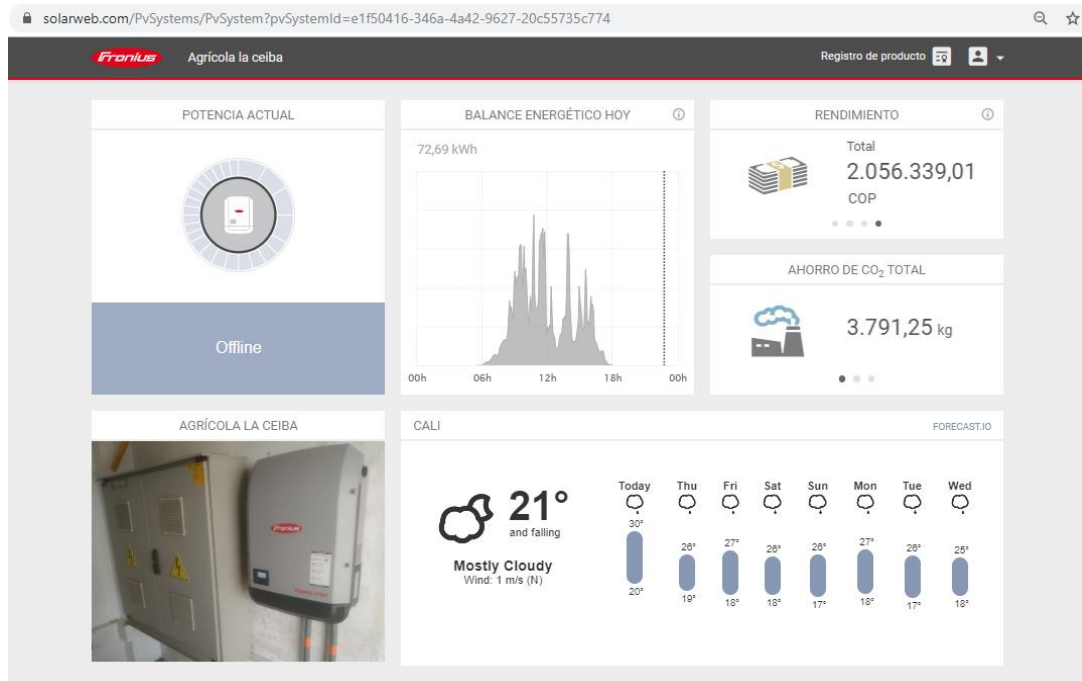
Potencia de salida nominal (P _{nom})	23995 W
Máxima potencia de salida (+104°F)	23995 W
Máxima potencia de salida (+140°F)	Con 480 V 14400 W
Fases	3 ~ NPE
Tensión de red nominal	Con 480 V 277 V / 480 V
Gama de servicio de la tensión CA	-12 ... +10 %
Margen de ajuste de la tensión de red	127 - 322 V / 220 - 558 V
Máxima corriente de salida permanente con V _{nom}	Con 480 V 28,9 A
Mínima protección por fusible recomendada contra exceso de corriente (CA)	Con 480 V 40 A
Máxima corriente de falta de salida por período de tiempo	30.9 A / 150,4 ms
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Coeficiente de distorsión no lineal	< 1 %
Factor de potencia cos phi	0 - 1 ind./cap. ³⁾

Monitoreo.

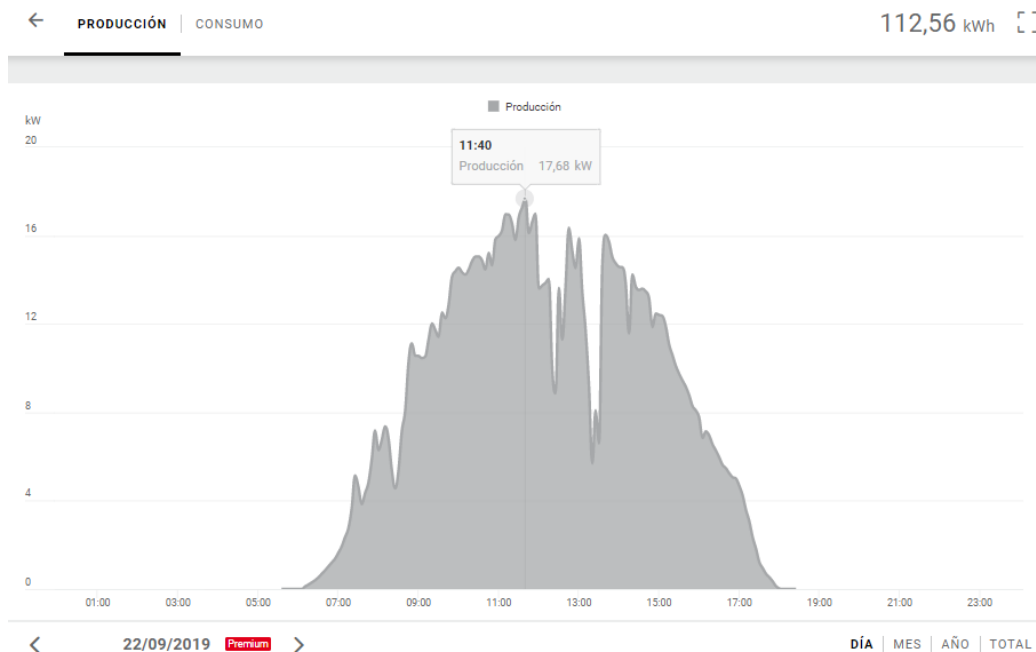
El sistema de monitoreo de fronius cuenta con una variedad de formas para acceder a la información de rendimiento y generación hora a hora, es el caso de

un link con el cual se puede visualizar las condiciones de operación de la instalación. <https://www.solarweb.com/Home/GuestLogOn?pvSystemId=a7dc112d-cd39-4e64-928f-a02e86e67b17>

Vista principal de los números en generación de la instalación hacienda la ceiba.



Información de generación en kW de la planta solar. Sistema de monitoreo de inversores FRONIUS.



MEMORIA DE CÁLCULOS DE ACUERDO A LISTA DE CHEQUEO DE DISEÑO DETALLADO DE ARTÍCULO 10.1.1 DEL RETIE

a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos – APLICA.

Las cargas existentes corresponden a la distribución interna de la vivienda y fueron preestablecidas en la construcción de la misma. El equipo inversor tiene un THD máximo de 1% individual que no supera lo establecido en la tabla 2 de la IEEE 519 y se puede dejar con la programación de fábrica de factor de potencia igual a 1. La mayor cantidad de carga del usuario por ser de tipo comercial se ve reflejada en iluminación, aires acondicionados, equipos de cómputo y algunos motores de uso limitado, que en toda la demanda sumada a la sincronización y entrada del sistema solar fotovoltaico no deben superar el 15% de distorsión. Es muy poco probable que la demanda en su punto máximo donde se registrará el mayor valor de distorsión, se dé simultáneamente con el mayor valor de producción solar. Estos conceptos pueden ser validados por el cliente con un análisis de redes donde compare un escenario donde el sistema se encuentre solar fotovoltaico se encuentre desconectado frente a otro cuando se encuentre en funcionamiento. Si por alguna razón se ve reflejado un aumento de la potencia reactiva, se sugiere programar el factor de potencia de los inversores a un valor entre 0.9 a 1 para que no se vea penalizado por mayor reactiva, dando como “sacrificio” un pequeño porcentaje de energía activa en función de mejorar este detalle de calidad del servicio.

b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico – APLICA.

De acuerdo con el Anexo E de la NTC4552-1, la definición de Aislamiento: *“Es la separación de dos o más superficies conductoras por medio de un dieléctrico (incluyendo el aire), ofreciendo una alta resistencia al paso de la corriente.”* Para el cumplimiento de esta condición se recurre a la revisión de los envolventes de los equipos asociados a la instalación eléctrica en conjunto con la aplicación del capítulo 13 del Retie y a la sección 110 de la NTC2050, de las cuales se anexan detalles en el plano. Además, en la clasificación de los equipos usados frente a la tabla E.3. de la NTC4552-1. Nivel básico de impulso (BIL) de equipos de acuerdo a su ubicación en las instalaciones:

Tabla E.3. Tensión al impulso que deben soportar los equipos

Nivel de tensión de operación de los equipos V	BIL requerido en (kV)			
	Contadores	Tableros, interruptores, cables, etc.	Electrodomésticos, herramientas portátiles	Equipo electrónico
	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
120 – 240 ; 120 / 208	4	2,5	1,5	0,8
254 / 440 ; 277 / 480	6	4	2,5	1,5

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS EN LA INSTALACIÓN	APLICA	NO APLICA	TENSIÓN DE OPERACIÓN (V)	CATEGORÍA	BIL (KV)
CONTADORES	X		440	IV	4
TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	X		440	III	2,5
PROTECCIONES EN BT	X		440	III	2,5
CONDUCTORES (CABLES)	X		440	III	2,5
ELECTRODOMÉSTICOS		X	NA	NA	NA
HERRAMIENTAS PORTÁTILES		X	NA	NA	NA
EQUIPOS ELECTRÓNICOS		X	NA	NA	NA

c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra – APLICA

En la carga existente hay motores, pero de pequeñas potencias que no hacen un aporte significativo al nivel de cortocircuito. Para determinar el nivel mínimo de ruptura de los interruptores se toma como referencia la capacidad nominal del inversor:

CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO - CORTE PROTECCIÓN		
Icc trifásica o de descarga de los DPS's	10000	A
KVA Base	24	KVA
I Base	31,49	A
Z Transformador	0,045	
Vbase	13,2	KV
$Z_c \text{ pu} = \text{KVA Base} / \text{Pcc}$	1,82E-04	
$Z \text{ total} = Z_{\text{trans}} + Z_c$	0,045181818	
$I_{cc} = I_{\text{base}} / Z_{\text{total}}$	697,0227834	A
$I_{cc} \text{ ASIM} = I_{cc} \times 1,25$	871	A
Capacidad mínima del interruptor a 440V	10	KA C.I

Los interruptores usados en la instalación tienen capacidad de ruptura de 25KA para un nivel de tensión de 480-277V.

d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos – NO APLICA

Se cita el alcance de las instalaciones que requieren del análisis de nivel de riesgo por rayos de acuerdo al Retie 16.1: *“También deben contar con una evaluación del nivel de riesgo por rayo, las instalaciones de uso final donde se tenga alta concentración de personas, tales como: Edificaciones de viviendas multifamiliares, edificios de oficinas, hoteles, centros de atención médica, lugares de culto, centros educativos, centros comerciales, industrias, supermercados, parques de diversión, prisiones, aeropuertos, cuarteles, salas de juzgados, salas de baile o diversión, gimnasios, restaurantes, museos, auditorios, boleras, salas de clubes, salas de conferencias, salas de exhibición, salas de velación, lugares de espera de medios de transporte masivo. Igualmente aplica a edificaciones aisladas, edificaciones con alturas que sobresalgan sobre las de su entorno y donde se tenga conocimiento de alta densidad de rayos.”* Se distingue entonces que esta edificación no hace parte del alcance que requiera el análisis y/o diseño de una solución de apantallamiento contra rayos. Aun así, se hace instalación de sistemas de protección DPS de acuerdo al artículo 690-5 de la NTC2050.

e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. Para un análisis de riesgos de origen eléctrico, el diseñador debe hacer una descripción de los factores de riesgos potenciales o presentes en la instalación y las recomendaciones para minimizarlos - APLICA

Anexo a este documento en memorias.

f. Análisis del nivel tensión requerido – APLICA

De acuerdo al Artículo 12 “Clasificación de los niveles de tensión”, se aplican los literales:

- d. Baja tensión (BT): Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000V.

El nivel de tensión usado en el circuito de fuente fotovoltaica es inferior a 600VDC y el del circuito de salida del inversor es de 440/277V y 208/120VAC debido al requerimiento de las cargas a instalar.

g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1 – NO APLICA

No se superan los 1000A de transporte de corriente en conductores activos para requerir la medición.

h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga – APLICA

Este literal va ligado al literal a. Se anexa documento de memoria de cálculo solar como homólogo de transformador de la potencia instalada frente a la entregada.

i. Cálculo del sistema de puesta a tierra – APLICA

Se realizó de acuerdo a art 250-23 y tablas 250-94 y 250-95 de la NTC2050. Se tuvo en cuenta la aplicación de conductores de protección de equipos sugeridos en la tabla 250.95 de la NTC2050.

Para el caso del conductor de protección de equipos desde los strings hasta los inversores se tuvo en cuenta lo citado en el artículo 250-95: *“Cuando un conductor sencillo de puesta a tierra de equipos vaya con circuitos múltiples en el mismo conducto o cable, su calibre se debe determinar de acuerdo con el mayor dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja a los conductores del mismo conducto o cable.”*, sobre la capacidad del fusible interno y se lleva un solo hilo pues el inversor solo tiene una bornera individual para este conductor. Se dejan estas referencias en el diagrama unifilar.

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

Se anexa cálculo relacionado con conductor de circuito de salida del inversor.

CÁLCULO DE ACOMETIDA POR PÉRDIDAS ECONÓMICAS		
Conductor escogido	6	Cu
Tarifa promedio pagada por energía	320	\$/kWh
Costo del conductor por kg de peso	12.000	\$/kg
Tiempo de servicio max del conductor	3.211	h/año
Interés corriente % anual efectivo	22	%
% carga max estimado en conductor	83	%
Área mínima calculada del cond (Ac)	13,20	mm ²
Área del cond escogido Ae (Ae>Ac)	13,29	mm ²
Verificación de cumplimiento	CUMPLE	

- 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 IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente – APLICA**

Se anexa cálculo relacionado con conductor de circuito de salida del inversor.

CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO - CONDUCTOR		
Tiempo de duración de la falla	0,5	Segs
Tmax en Ccto sin daño al aislamiento	120	°C
Área mínima calculada para soportar lcc	0,01	mm ²
Área del cond escogido Ae (Ae>Ac)	13,29	mm ²
Conductor escogido	6	Cu
Cantidad de hilos por conductor	1	#
Verificación de cumplimiento	CUMPLE	

- l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos – APLICA**

Se anexa layout de estructura en el plano y ficha técnica de los accesorios utilizados.

- m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A – APLICA**

Se calculan las protecciones teniendo en cuenta las características de cumplimiento con la máxima corriente a transportar y lo descrito en la sección 240 "Protección contra sobrecorriente" de la NTC2050. En el caso de la protección de la carga y del campo FV, de acuerdo a IEC 60947-2, los interruptores sugeridos son de categoría "A" con selectividad amperimétrica.

- n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.) – APLICA**

CÁLCULO DE DUCTO TUBULAR MÍNIMO PARA STRINGS A INVERSOR					
Calibre	Calibre mm2	Diámetro con aislamiento en mm2	Tipo y uso del conductor	Cantidad de conductores	Espacio total ocupado
12	4	26,42	USE	12	317,04
8	8,36	20,51	THHN, THWN	1	20,51
Diámetro (mm) total de conductores alojados en ducto					337,55
Ducto mínimo escogido		Tubo IMC		2"Ø	936,52
Verificación de cumplimiento					CUMPLE

CÁLCULO DE CANALETA DC AL 40% DE OCUPACIÓN				
Calibre	Tipo y uso del conductor	Sección transversal mm2	# de conductores	Área total en mm2 de ocupación
10	USE SR	34,21	1	34,21
8	USE SR	50,21	4	200,84
Área total de conductores en mm2				235,05
Área en mm2 de bandeja a usar			75x100mm	7500
Área en mm2 de bandeja ocupación al 40%				3000
Verificación de cumplimiento				CUMPLE

CÁLCULO DE CANALETA AC AL 40% DE OCUPACIÓN				
Calibre	Tipo y uso del conductor	Sección transversal mm2	# de conductores	Área total en mm2 de ocupación
10	THWN THHN	27,06	1	27,06
6	THWN THHN	44,89	3	134,67
Área total de conductores en mm2				161,73
Área en mm2 de bandeja a usar			75x100mm	7500
Área en mm2 de bandeja ocupación al 40%				3000
Verificación de cumplimiento				CUMPLE

El porcentaje de ocupación se tuvo en cuenta de acuerdo a de acuerdo a la tabla 4 del capítulo 9 de la NTC2050.

o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia – APLICA

Se anexa cálculo relacionado con acometida. El resto de cálculos de pérdidas se relacionan en el documento anexo de cálculo solar.

CÁLCULO DE ACOMETIDA POR PÉRDIDAS DE ENERGÍA		
Conductor escogido	6	Cu
Tiempo de servicio del conductor	3.211	h/año
% carga estimado en el conductor	83	%
Longitud del conductor escogido	17	m
Resistividad del conductor escogido	1,61E-03	Ω /m
Pérdidas por efecto Joule	1.169	W/h/año
Área mínima calculada del cond (Ac)	13,20	mm2
Área del cond escogido Ae (Ae>Ac)	13,29	mm2
Verificación de cumplimiento	CUMPLE	

p. Cálculos de regulación – APLICA

CÁLCULO DE CONDUCTOR POR CRITERIO DE REGULACIÓN EN BT DC EN STRINGS A TABLERO DC										
Ubicación		# de hilos	Longitud	Carga	Momento	Conductor	K	K / # de hilos	% Regulación	
Desde	Hasta	x polo	mts	KW	eléctrico	Cu	Conductor		Parcial	Total
String 1	Tablero DC	1	47	3,41	160,27	4mm2	0,00509	0,00509000	0,816	0,816
String 2	Tablero DC	1	45	3,41	153,45	4mm2	0,00509	0,00509000	0,781	0,781
String 3	Tablero DC	1	43	3,41	146,63	4mm2	0,00509	0,00509000	0,746	0,746
String 4	Tablero DC	1	41	3,41	139,81	4mm2	0,00509	0,00509000	0,712	0,712
String 5	Tablero DC	1	42	3,41	143,22	4mm2	0,00509	0,00509000	0,729	0,729
String 6	Tablero DC	1	44	3,41	150,04	4mm2	0,00509	0,00509000	0,764	0,764

CÁLCULO DE CONDUCTOR POR CRITERIO DE REGULACIÓN EN BT DC EN CTO DE FUENTE FV A CTO DE SALIDA FV										
Ubicación		# de hilos	Longitud	Carga	Momento	Conductor	K	K / # de hilos	% Regulación	
Desde	Hasta	x polo	mts	KW	eléctrico	Cu	Conductor		Parcial	Total
String 1-2-3	Inversor	1	5	10,23	51,15	4mm2	0,00509	0,00509000	0,260	2,604
String 4-5-6	Inversor	1	5	10,23	51,15	4mm2	0,00509	0,00509000	0,260	2,465

El total de la regulación de cada circuito de fuente fotovoltaica se suma a la del circuito de salida fotovoltaica para la estimación de la caída de tensión completa en el sistema.

CÁLCULO DE CONDUCTOR POR CRITERIO DE REGULACIÓN EN BT AC EN ALIMENTADOR A TRAFO BT-BT										
Ubicación		# de hilos	Longitud	Carga	Momento	Conductor	K	K / # de hilos	% Regulación	
Desde	Hasta	x fase	mts	KVA	eléctrico	Cu	Conductor		Parcial	Total
Inversor	Tablero AC	1	5	24	120	6	9,77E-04	0,00097695	0,117	0,117
Tablero AC	Trafo BT-BT	1	12	24	288	6	9,77E-04	0,00097695	0,281	0,399

q. Clasificación de áreas – APLICA

La instalación es de uso final de tipo especial de acuerdo al Artículo 28.3 “Instalaciones especiales” corresponde a la sección 690 “Sistemas solares fotovoltaicos” y 705 “Fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas” de la NTC2050, de la que se aplican sus condiciones constructivas sugeridas para conformidad y cumplimiento.

r. Elaboración de diagramas unifilares – APLICA

Se anexa en plano.

s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción – APLICA

Se anexa en plano en la planta y en los detalles de construcción.

t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares – APLICA

Se anexa en plano en las notas.

u. Establecer las distancias de seguridad requeridas – APLICA

Se tuvo en cuenta la sección 110, con énfasis en el artículo 110.16 en adelante, de la NTC 2050 donde se citan las disposiciones de los espacios de trabajo. Los aplicables de esta bibliografía se anexan en los detalles y en la planta del plano, además de anexo de documento en memorias.

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

No hay desviación de la normativa vigente en el alcance de esta obra.

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

No se requieren estudios adicionales en el alcance de esta obra.

El diseñador y/o constructor quedan exonerados de cualquier responsabilidad si estos cálculos y distribuciones son alterados o modificados sin autorización previa escrita en su diseño y construcción original por el cliente, propietario del proyecto o terceros. No se permite su empleo o reproducción total o parcial con fines distintos al contratado.

Declaro que el contenido total de este documento es cierto y se encuentra soportado con los cálculos anexos.

Atentamente,



AT 205-56136

Maikol Meza Charris
Ingeniero eléctrico
Mat. Prof: AT205-56136
C.C: 72'342.433 de Barranquilla