



**IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS CON FUENTES NO  
CONVENCIONALES DE ENERGÍA PARA USUARIOS EN ZONAS RURALES DEL  
MUNICIPIO DE TEORAMA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INDIVIDUAL**

**BOGOTÁ D.C.**



## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	4
2.1. Socialización y divulgación .....	4
2.2. Localización y adecuación del terreno .....	5
2.3. Excavación para soporte .....	5
2.4. Ubicación poste de soporte .....	5
2.5. Instalación de paneles fotovoltaicos.....	6
2.6. Excavación zanja para cableado desde paneles y sistema de puesta a tierra .....	7
2.7. Instalación de gabinete .....	7
2.8. Instalación y conexonado de baterías .....	8
2.9. Instalación y conexonado de controlador de carga e inversor.....	9
2.10. Instalación de redes eléctricas internas .....	10
2.11. Puesta en servicio y capacitación.....	10
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	12
3.1. Replanteo de obra .....	12
3.2. Suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos tipo PERC "Half Cell" TIER 1 de 2010 Wp (3 paneles de 670 Wp cada uno) con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$ ; tolerancia $+3\%$ condiciones STC. Garantía de 12 años, producción de energía $\geq 90\%$ a los 12 años y $\geq 80\%$ a los 25 años, temperatura de trabajo de $-40^{\circ}\text{C}$ $+80^{\circ}\text{C}$ , IEC61205. Certificación de Conformidad de Producto RETIE. Incluye acometida subterránea desde módulos hasta gabinete .....	12
3.3. Suministro e instalación de estructura de soporte de tres (3) paneles, poste PRFV 510 kgf. Incluye cimentación (encamisado de $\Phi=55$ cm y altura de 1,15 cm). .....	14
3.4. Suministro e instalación de regulador (controlador) de carga, 50A/48V MPPT Solar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4 .....	16
3.5. Suministro e Instalación de batería de ión - litio tipo fosfato de hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 200 Ah - 51.2 VDC - 4000 ciclos hasta el 80% DOD, con BMS integrado .....	17
3.6. Suministro e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal pura, potencia de 2000 W, 48 VDC entrada - 120 VAC salida, $f=60$ Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga.....	18
3.7. Suministro e instalación de gabinete en lámina galvanizada, accesorios, conexonado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior para vivienda rural .....	20
3.8. Sistema de medición y gestión de energía.....	21
3.9. Suministro e instalación de sistema de puesta a tierra con varilla de cobre 2,4m x 5/8", bajante	



en cable de cobre desnudo temple duro No. 6 AWG, con terminales en cobre y tratamiento de suelo.....	23
3.10. Instalaciones eléctricas internas.....	23
3.11. Interruptores termomagnéticos.....	24
3.12. Cables aislados de baja tensión.....	25

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Socialización y divulgación de proyecto .....	4
Figura 2. Adecuación del terreno y señalización de área de influencia.....	5
Figura 3. Ubicación soporte de paneles.....	6
Figura 4. Instalación de paneles.....	6
Figura 5. Excavación e instalación de sistema de puesta a tierra .....	7
Figura 6. Instalación de gabinete .....	8
Figura 7. Montaje típico de batería dentro de gabinete .....	9
Figura 8. Montaje típico de inversor y controlador dentro de gabinete .....	10
Figura 9. Instalación de redes eléctricas internas .....	10
Figura 10. Entrega y capacitación de un sistema solar fotovoltaico individual.....	11

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características técnicas mínimas de los módulos solares fotovoltaicos.....	13
Tabla 2. Características técnicas mínimas de la estructura de soporte de tres paneles SFV .....	15
Tabla 3. Características técnicas mínimas del regulador o controlador de carga de 50A - 48VDC .....	16
Tabla 4. Características técnicas mínimas de la batería de 200 Ah - 51.2 VDC.....	17
Tabla 5. Características técnicas mínimas de los inversores de 2000 W .....	19
Tabla 6. Características técnicas mínimas de los gabinetes metálicos albergando 1 batería.....	20
Tabla 7. Características técnicas mínimas medición prepago 1F-2H-120V .....	22
Tabla 8. Características técnicas mínimas sistema de puesta a tierra de un electrodo .....	23
Tabla 9. Características técnicas mínimas de las instalaciones eléctricas de los usuarios .....	24
Tabla 10. Características técnicas mínimas de los interruptores termomagnéticos.....	25



## 1. INTRODUCCIÓN

Establecer las actividades técnicas mínimas de guía, para el proceso constructivo de soluciones solares fotovoltaicas individuales con acumulación, y que son alcance del proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS CON FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA PARA USUARIOS EN ZONAS RURALES DEL MUNICIPIO DE TEORAMA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER”.

## 2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

A continuación, se presenta un esbozo del procedimiento constructivo propuesto por el estructurador, el cual puede ser modificado de acuerdo al replanteo realizado y las condiciones con las que cuente el proyecto en el momento de la implementación.

Por lo que lo consignado en el presente documento es meramente informativo y sugerido para que el constructor pueda tener como guía.

### 2.1. *Socialización y divulgación*

El replanteo de obra es un proceso primordial, en el cual se realiza la revisión, validación y actualización del listado de usuarios a beneficiar por el proyecto, así como de las memorias, diseños y planos.

Se debe informar a los usuarios beneficiarios del proyecto SISFV el alcance del mismo y dar a conocer las actividades que se llevaran a cabo para la implementación de cada una de las soluciones solares fotovoltaicas (Proceso Constructivo), esto se podrá alcanzar mediante reuniones informativas por parte del Ingeniero o Técnico residente de la obra, de esta manera la comunidad tendrá claro el alcance del proyecto.



Figura 1. Socialización y divulgación de proyecto

## **2.2. Localización y adecuación del terreno**

Actividad que consiste en el desmonte y limpieza del terreno en el área a intervenir por el proyecto (SISFV), en el cual se tendrán actividades como remoción de cobertura vegetal (pasto, rastrojos, raíces) de tal forma que el terreno quede en óptimas condiciones para la obra civil según especificaciones y diseños.

El estudio de localización del SISFV tiene como objetivo, seleccionar la ubicación más conveniente para su instalación, es decir, aquella alternativa que frente a otras opciones posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y la comunidad (mayor energía eléctrica producida).

El sistema de energía solar fotovoltaica se deberá localizar en donde no se generen sombras ya sea por vegetación o elementos estructurales cercanos.



*Figura 2. Adecuación del terreno y señalización de área de influencia*

## **2.3. Excavación para soporte**

Se realiza la excavación de la zapata según diseño, esta zapata será el apoyo de la estructura metálica que soportará los módulos solares fotovoltaicos, se construye de acuerdo al diseño aprobado.

## **2.4. Ubicación poste de soporte**

El poste metálico o según el que indique el diseño, deberá ser apoyado sobre un pedestal con espárragos para su correcta fijación y que garantice la soportabilidad de los esfuerzos estáticos y dinámicos ocasionado por el peso de los módulos y los vientos, se debe instalar de tal manera que el metal no esté en contacto directo con el suelo natural para evitar corrosión

y pérdida de metal en tiempos prematuros.



*Figura 3. Ubicación soporte de paneles*

## **2.5. Instalación de paneles fotovoltaicos**

Para la instalación de los módulos o paneles solares fotovoltaicos, y extraer la cantidad máxima posible de energía eléctrica se debe establecer un ángulo de inclinación teniendo en cuenta aspectos como: región donde se instalarán los paneles solares fotovoltaicos (altitud, longitud y latitud) y la orientación relativa del dispositivo solar acimut. En las regiones de Sudamérica (hemisferio sur), se recomienda que los paneles solares se encuentren dirigidos e inclinados al norte. Las regiones que se encuentran en el hemisferio norte, los paneles se dirigirán al sur.

Colombia tiene regiones en el hemisferio norte y sur, esto se define por la línea ecuatorial. La costa Atlántica, Santander, Antioquia se encuentran en el hemisferio Norte, Amazonas se encuentra en el hemisferio sur.



*Figura 4. Instalación de paneles*

## **2.6.     *Excavación zanja para cableado desde paneles y sistema de puesta a tierra***

Se deberá realizar una zanja para la instalación del sistema de puesta a tierra (conductores y electrodos), con una profundidad mínima de 40 cm, las uniones entre conductores y varillas deben realizarse mediante soldadura exotérmica.

También se debe construir una zanja con el fin de instalar ductos que protejan los conductores de la acometida desde los módulos solares fotovoltaicos y el regulador controlador solar que estará ubicado en el gabinete.

La instalación deberá contar con tubos conduit de uso bajo suelo y que protejan el cableado. Las instalaciones deben cumplir con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas — RETIE y el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050.

No se deben permitir empalme de conductores dentro del ducto, antes de rellenar la zanja se deberá poner una cinta amarilla con la frase “peligro”, con el fin de su identificación en caso de que a futuro se realicen actividades de excavación cerca al SISFV.



*Figura 5. Excavación e instalación de sistema de puesta a tierra*

## **2.7.     *Instalación de gabinete***

La función del gabinete es proteger a las personas de las partes energizadas con el fin de garantizar la seguridad su seguridad, también se brinda la protección de los equipos principales del sistema solar fotovoltaico individual (Baterías, regulador, inversor y protecciones). La instalación se deberá realiza en una superficie nivelada y sin hacer contacto directo con el suelo natural evitando exceso de humedad, corrosión y deterioro mecánico acelerado. El gabinete deberá contar con certificado de producto RETIE.



Figura 6. Instalación de gabinete

## **2.8. Instalación y conexionado de baterías**

La función de las baterías en un sistema de celdas fotovoltaicas es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo.

Los cables que conectan las baterías con el regulador se deben instalar adecuadamente, en donde el cable de polo positivo de la batería se conecta con el polo positivo del regulador.

Así mismo, en la entrada de corriente continua al inversor, se conectará el polo positivo el inversor con el polo positivo de la batería, de igual manera como se conectaron los polos positivos se conectarán los polos negativos, sin olvidar las protecciones que deben tener estas conexiones.

La batería será almacenada en un gabinete cerrado y ventilado, teniendo en cuenta las dimensiones de las baterías y las conexiones, sin que estas conexiones lleguen a tener contacto con las paredes del gabinete, la instalación se hará en un lugar seco y debidamente asegurado para que los niños no puedan manipular los aparatos y asegurándose que quede sobre el nivel máximo histórico de inundación



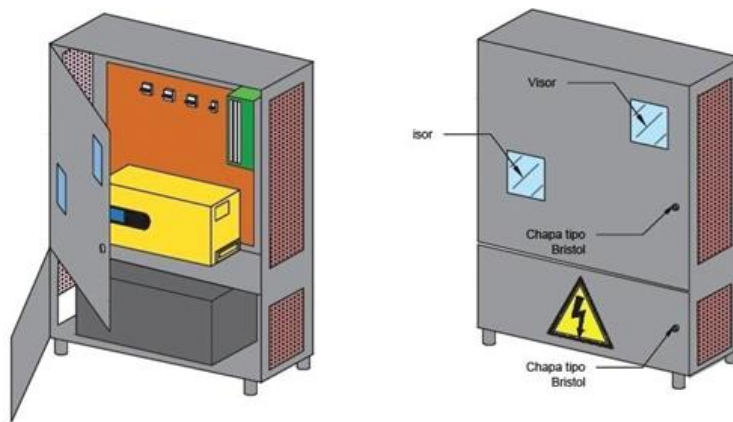


Figura 7. Montaje típico de batería dentro de gabinete

## 2.9. **Instalación y conexionado de controlador de carga e inversor**

El regulador tiene como función fundamental impedir que la batería continúe recibiendo energía del colector solar una vez ha alcanzado su carga máxima. Una vez que se ha alcanzado la carga máxima y se intenta seguir introduciendo energía, se inicia en la batería procesos que pueden llegar a ser peligroso (Calentamiento, descomposición química), y en cualquier caso, acortaría la vida de la misma.

El regulador de carga podrá compartir gabinete con el sistema de protecciones o con el inversor, dependiendo del grado de protección del inversor y sugerencias de ventilación por parte de los fabricantes. Para la instalación, conexionado y puesta en funcionamiento de las baterías al regulador se deberá configurar según las especificaciones técnicas del fabricante en modo apto para baterías de litio, cumpliendo con toda la reglamentación técnica a que tenga lugar.

El inversor al igual que el controlador/regulador de carga, deberá instalarse según las especificaciones del fabricante teniendo en cuenta los niveles de voltaje de operación. Todos los equipos deben tener protecciones para su correcta desconexión en caso de fallas de origen eléctrico.



Figura 8. Montaje típico de inversor y controlador dentro de gabinete

## **2.10. Instalación de redes eléctricas internas**

Para la construcción y montaje de redes eléctricas internas, se aplicarán las normas NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano), el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y las recomendaciones de los fabricantes de los equipos a instalar. Todos los materiales a utilizar en la construcción de las instalaciones eléctricas deben tener y se requiere adjuntar la respectiva certificación de producto RETIE. Se deberán instalar 4 salidas de iluminación y tres salidas de tomacorriente de acuerdo al diseño.



Figura 9. Instalación de redes eléctricas internas

## **2.11. Puesta en servicio y capacitación**

Al finalizar la construcción de los ítems anteriores incluyendo el sistema de medición de energía descrito en las especificaciones técnicas y planos, se procede con el comisionamiento del sistema solar fotovoltaico con el fin de verificar su aptitud para el servicio por parte del ingeniero encargado.



Se debe capacitar a usuario beneficiario sobre el uso correcto del sistema y funcionamiento advirtiéndolo sobre los peligros y riesgos eléctricos que están presentes.

El constructor deberá realizar una socialización final sobre el uso correcto de la energía URE con el objetivo de concientizar a los beneficiarios de las buenas prácticas y eficiencia de la energía.



*Figura 10. Entrega y capacitación de un sistema solar fotovoltaico individual*



### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Este numeral brinda recomendaciones sobre las especificaciones técnicas mínimas de los equipos y materiales principales a implementar en el proyecto.

#### 3.1. *Replanteo de obra*

El replanteo de la obra tiene como objetivo la localización individualizada de los usuarios a beneficiar por el proyecto, y con ello seleccionar la ubicación más conveniente para la instalación de cada sistema solar fotovoltaico.

El panel solar se debe ubicar, a ser posible, en un lugar que no genere sombras y que tenga la menor pérdida por caída de tensión.

Para el replanteo de obra se utilizará un GPS para la precisión de la localización de cada usuario.

**3.2. *Suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos tipo PERC "Half Cell" TIER 1 de 2010 Wp (3 paneles de 670 Wp cada uno) con las siguientes características:  $\eta \geq 20\%$ ; tolerancia  $+3\%$  condiciones STC. Garantía de 12 años, producción de energía  $\geq 90\%$  a los 12 años y  $\geq 80\%$  a los 25 años, temperatura de trabajo de  $-40^{\circ}\text{C}$   $+80^{\circ}\text{C}$ , IEC61205. Certificación de Conformidad de Producto RETIE. Incluye acometida subterránea desde módulos hasta gabinete***

La normativa aplicable para las características de los módulos solares fotovoltaicos es la siguiente, cabe destacar que no es obligatorio el cumplimiento de todas las certificaciones, considerando la amplia gama de equipos en el mercado, sin embargo, procurar que por lo menos dos condiciones se logren cumplir.

- IEC 61215 Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules - Design Qualification and Type Approval, para módulos fotovoltaicos terrestres de silicio cristalino.
- IEC 61701 Prueba de corrosión en presencia de niebla salina; requisitos de los módulos FV en aire cargado de sal, para instalaciones en medios con alto grado de contaminación salina o norma como la ASTM E 1524 (12.02). Así mismo, la UL 4703 para conductores y UL 6703 para conectores. En Colombia NTC5512, 2013
- IEC-61727-Photovoltaic (PV) systems Characteristics of the utility interface.
- IEC 61730-1:2016 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 1: Requirements for construction.



- IEC 61730-2:2016 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 2: Requirements for testing. En Colombia norma NTC 5899-1/2 de 2011
- IEC 62548 :2016 Photovoltaic (PV) arrays - Design requirements.
- IEC 60904-1:2016, Photovoltaic devices - Part 1: Measurement of photovoltaic current- voltage characteristics, para un rango de temperaturas entre 25 °C y 50 °C, y niveles de irradiancia entre y 1100 W/m2.
- ASTM E1171 Photovoltaic Modules in Cyclic Temperature and Humidity Environments.
- NTC 2883:2006 Módulos Fotovoltaicos (FV) de Silicio Cristalino para Aplicación Terrestre. Calificación del Diseño y Aprobación de Tipo Guía Técnica Colombiana GTC 114.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de los paneles o módulos solares fotovoltaicos propuestos, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.

*Tabla 1 Características técnicas mínimas de los módulos solares fotovoltaicos*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PANEL SOLAR FV</b>
<b>TIPO DE CELDA</b>	MONOCRISTALINA PERC "HALF CELL"
<b>MARCO</b>	ALEACIÓN DE ALUMINIO ANODIZADO
<b>VIDRIO FRONTAL</b>	CRISTAL TEMPLADO 3,2 mm
<b>POTENCIA PICO</b>	MÍNIMO 670 Wp
<b>EFICIENCIA</b>	>20%
<b>TOLERANCIA POSITIVA</b>	+ 3%
<b>No DE CELDAS/PANEL</b>	132 (6x22)
<b>COEFICIENTE DE TEMPERATURA PARA TENSION (Voc)</b>	$\geq -0,35\%/^{\circ}\text{C}$
<b>COEFICIENTE DE TEMPERATURA PARA CORRIENTE (Isc)</b>	$\leq 0,05\%/^{\circ}\text{C}$
<b>COEFICIENTE DE TEMPERATURA PARA POTENCIA (P)</b>	$\geq -0,49\%/^{\circ}\text{C}$
<b>TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	-40°C hasta 85°C
<b>CAJA DE CONEXIÓN, CABLES 4 mm<sup>2</sup>, CONECTORES MC4 Y PROTECCIÓN IP65</b>	SI
<b>DIODOS DE BYPASS</b>	SI
<b>GARANTIA DEL PRODUCTO</b>	MÍNIMO 12 AÑOS
<b>GARANTÍA DE POTENCIA</b>	>90% EN LOS 12 AÑOS
	>80% EN LOS 25 AÑOS
<b>NORMATIVIDAD</b>	VER NUMERAL



### ***3.3. Suministro e instalación de estructura de soporte de tres (3) paneles, poste PRFV 510 kgf. Incluye cimentación (encamisado de $\Phi=55$ cm y altura de 1,15 cm).***

La normativa aplicable para las características de las estructuras metálicas de soporte y poste en fibra de vidrio de los SISFV es la siguiente, cabe destacar que no es obligatorio el cumplimiento de todas las certificaciones, considerando la amplia gama de equipos en el mercado, sin embargo, procurar que por lo menos las condiciones técnicas de los elementos a adquirir cumplan con los requisitos de resistencia, durabilidad y calidad con las que fueron contemplados los diseños, se cumplan.

- NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
- NTC 4526-2021 Tubería estructural de acero al carbono formada en frío, con y sin costura, redonda y de otras formas
- NTC 3470-2021 Tubos de acero soldados y sin costura, negros y recubiertos de cinc por inmersión en caliente
- NTC 3320-2008 Recubrimientos de cinc (galvanizado por inmersión en caliente) en productos de hierro y acero
- NTC 6275 Postes de soporte para redes de distribución eléctrica, iluminación y telecomunicaciones fabricados en materiales compuestos reforzados con fibra de vidrio.
- ASCE 104 Práctica recomendada para productos fabricados con polímeros reforzados con fibra usados en estructuras.
- UL94-2001 Prueba de inflamabilidad del plástico Materiales para piezas en dispositivos y electrodomésticos
- AAMA 615 Intemperismo Retención de color Dureza de Película Seca Adhesión de película Seca/húmeda

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de las estructuras de soporte de los paneles SFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.



Tabla 2. Características técnicas mínimas de la estructura de soporte de tres paneles SFV

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES SOLARES FV EN LA VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ESTRUCTURA DE SOPORTE</b>
<b>TIPO</b>	POSTE CÓNICO ESTRUCTURAL EN POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO MONOLÍTICO (ASCE 104) RECUBRIMIENTO SKIN COAT DE COLOR GRIS CON PROTECCIÓN U.V. (RAL 7040 APROX.) CARGA DE ROTURA* 510 kgf PESO TOTAL 21 Kg
<b>ALTURA TOTAL</b>	4 METROS
<b>ALTURA LIBRE</b>	3 METROS
<b>DISEÑO MÍNIMO VELOCIDAD DE VIENTO</b>	100 KM/H
<b>PEDESTAL</b>	<u>CONCRETO</u> CIMENTACIÓN: CILINDRO - SOLADO 5CM $f_c = 21 \text{ MPa}$ (210 kg/cm <sup>2</sup> ) (3000 psi) <u>ACERO DE REFUERZO</u> $F_y = 420 \text{ MPa}$ (4200 kg/cm <sup>2</sup> ) (60.000 psi)
<b>PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO PEDESTAL</b>	1.05 M SOBRESALIENDO 10 CM DEL NIVEL DEL SUELO
<b>SOPORTE SUPERIOR PANELES</b>	MARCO FIJO CON PERFILES TIPO L (LADOS IGUALES) ASTM 572-GR. 50. INCLUYE PLATINAS DE CONEXIÓN EN LÁMINA ASTM A36 Y PERNOS ASTM A325. (VER PLANO)
<b>ÁNGULO DE INCLINACIÓN SOPORTE SUPERIOR PANELES</b>	10°
<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL</b>	SI
<b>NORMATIVIDAD</b>	VER NUMERAL



### **3.4. Suministro e instalación de regulador (controlador) de carga, 50A/48V MPPT Solar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4**

La normatividad aplicable para los reguladores o controladores de carga solares de los SISFV es la siguiente, cabe destacar que no es obligatorio el cumplimiento de todas las certificaciones, considerando la amplia gama de equipos en el mercado, sin embargo, procurar que por lo menos dos condiciones se logren cumplir.

- IEC 62109-1:2010 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements
- IEC 62509:2010 Battery charge controllers for photovoltaic systems - Performance and functioning
- NTC 6016-2013 Controladores de carga de batería para instalaciones fotovoltaicas. comportamiento y rendimiento.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de los reguladores o controladores de carga de los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.

*Tabla 3. Características técnicas mínimas del regulador o controlador de carga de 50A – 48VDC*

<b>ESECFICACIONES TÉCNICAS DEL REGULADOR O CONTROLADOR SOLAR VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CONTROLADOR</b>
<b>TIPO</b>	MPPT "MAXIMUM POWER POINT TRACKER"
<b>TENSIÓN DE SALIDA</b>	48 VDC
<b>TENSIÓN MÁXIMA DE ENTRADA</b>	150 VDC
<b>RANGO DE TENSIÓN DE ENTRADA</b>	50 VDC - 108 VDC
<b>CORRIENTE MÁXIMA DE CARGA</b>	MÍNIMO 50 A
<b>EFICIENCIA</b>	$\geq 96\%$
<b>TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	0°C a 60°C
<b>CLASE DE PROTECCION</b>	$\geq$ IP21
<b>PUERTO DE COMUNICACIONES</b>	SI
<b>DESCONEXION Y RECONEXION AUTOMATICA</b>	SI





<b>ESECIFICACIONES TÉCNICAS DEL REGULADOR O CONTROLADOR SOLAR VIVIEND, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CONTROLADOR</b>
DESCONEXIÓN POR CORTOCIRCUITO, SOBRECARGA, FALLA A TIERRA, BAJA TENSIÓN Y POLARIDAD INVERSA	SI
DISPLAY LCD	SI
GARANTIA	MÍNIMO 2 AÑOS
NORMATIVIDAD	VER NUMERAL

### 3.5. Suministro e Instalación de batería de ión - litio tipo fosfato de hierro (LiFePO<sub>4</sub>) de ciclo profundo de 200 Ah – 51.2 VDC - 4000 ciclos hasta el 80% DOD, con BMS integrado

La normatividad aplicable para las baterías de los SISFV es la siguiente, cabe destacar que no es obligatorio el cumplimiento de todas las certificaciones, considerando la amplia gama de equipos en el mercado, sin embargo, procurar que por lo menos dos condiciones se logren cumplir.

- IEC 61427-1: Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application
- IEC 61427-2: Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 2: On-grid applications.
- NTC 5287 de 2009 sobre celdas secundarias y baterías para sistemas solares fotovoltaicos.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de las baterías para los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.

Tabla 4. Características técnicas mínimas de la batería de 200 Ah – 51.2 VDC

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BATERÍA VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>BATERÍA</b>
TIPO	IÓN - LITIO (FOSFATO DE HIERRO: LiFePO <sub>4</sub> )
AUTONOMÍA	1 DÍA
CAPACIDAD	MÍNIMO 200 AH
CICLOS	>=4000 AL 80%DOD



PROFUNDIDAD DE DESCARGA (DOD)	HASTA 80%
TENSION NOMINAL	51.2 Vdc
TASA DE AUTO DESCARGA (25°C)	3% MENSUAL MAXIMO
TEMPERATURA DE TRABAJO	0°C a 60°C
CLASE DE PROTECCION	>= IP55
SELLADA	SI
LIBRE DE MANTENIMIENTO	SI
CON BMS "BATTERY MANAGEMENT SYSTEM" INTEGRADO	SI
CARCAZA PLÁSTICA ABS "ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE"	SI
TERMINALES TIPO M8	SI
APLICACIÓN	SISTEMAS SOLARES FV
GARANTIA	MINIMO 5 AÑOS
NORMATIVIDAD	VER NUMERAL

**3.6. Suministro e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal pura, potencia de 2000 W, 48 VDC entrada - 120 VAC salida,  $f=60$  Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga**

La normatividad aplicable para los inversores de los SISFV es la siguiente, cabe destacar que no es obligatorio el cumplimiento de todas las certificaciones, considerando la amplia gama de equipos en el mercado, sin embargo, procurar que por lo menos dos condiciones se logren cumplir.

- IEC 62109-1: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements (Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica. Parte 1. Requisitos generales).
- IEC 62109-2: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 2: Particular requirements for inverters (Seguridad de los convertidores de potencia para uso en sistemas de energía fotovoltaica. Parte 2. Requisitos particulares para inversores).
- IEC 61727. Photovoltaic (PV) systems — Characteristics of the utility interface (Sistemas fotovoltaicos (FV) — Características de la interface con la red en el punto de conexión) para inversores de sistemas fotovoltaicos de potencias  $\leq 10$  kVA, utilizados en instalaciones residenciales o similares monofásicas o trifásicas o que se conecten a la red de distribución a BT.
- UL1741. Standard for inverters, converters, controllers and interconnection system equipment for use with distributed energy resources.



- NTC 5759-2010. Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de los inversores de los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.

*Tabla 5. Características técnicas mínimas de los inversores de 2000 W*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INVERSOR VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>INVERSOR</b>
<b>TIPO</b>	"OFF-GRID"
<b>FORMA DE ONDA</b>	SENOIDAL PURA
<b>FRECUENCIA DE SALIDA</b>	60 HZ
<b>TENSION DE ENTRADA</b>	48 V <sub>DC</sub>
<b>TENSION DE SALIDA</b>	120 V <sub>AC</sub> +/- 5%
<b>DISTORSION ARMONICA</b>	< 3%
<b>EFICIENCIA</b>	>= 90%
<b>POTENCIA NOMINAL DE SALIDA</b>	MÍNIMO 2000W
<b>TEMPERATURA DE TRABAJO</b>	0°C a 60°C
<b>CLASE PROTECCIÓN</b>	>= IP21
<b>DESCONEXIÓN AL LLEGAR LA BATERÍA AL DOD DE DISEÑO</b>	SI
<b>DESCONEXIÓN POR MAL FUNCIONAMIENTO</b>	SI
<b>DESCONEXIÓN POR CORTOCIRCUITO, SOBRECARGA, FALLA A TIERRA, SOBRETENPERATURA Y POLARIDAD INVERSA</b>	SI
<b>DESCONEXION AUTOMATICA POR AUSENCIA DE CARGA</b>	SI
<b>PUERTO DE COMUNICACIONES</b>	SI
<b>ACOPLE AL CONTROLADOR DE CARGA SOLAR</b>	SI
<b>DISPLAY LCD</b>	SI
<b>GARANTIA</b>	MINIMO 2 AÑOS
<b>NORMATIVIDAD</b>	VER NUMERAL



### **3.7. Suministro e instalación de gabinete en lámina galvanizada, accesorios, conexionado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior para vivienda rural**

La normatividad aplicable para los gabinetes metálicos de los SISFV es la siguiente, cabe destacar que no es obligatorio el cumplimiento de todas las certificaciones, considerando la amplia gama de equipos en el mercado, sin embargo, procurar que por lo menos dos condiciones se logren cumplir.

- NTC 4011 Producto planos de acero recubiertos con zinc (galvanizados) o recubiertos con aleación hierro zinc (galvannealed) mediante proceso de inmersión en caliente
- NTC 3940 Requisitos generales para lámina de acero con recubrimiento metálico mediante el proceso de inmersión en caliente

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de los gabinetes metálicos de los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.

*Tabla 6. Características técnicas mínimas de los gabinetes metálicos albergando 1 batería*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GABINETE METÁLICO VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>GABINETE METÁLICO</b>
<b>MATERIAL</b>	LÁMINA DE ACERO GALVANIZADA EN CALIENTE CALIBRE 16 BWG
<b>CLASE</b>	AUTOSOPORTADO
<b>USO</b>	INTERIOR
<b>PINTURA</b>	ELECTROSTÁTICA EN POLVO HORNEADA COLOR GRIS
<b>DIMENSIONES (ALTURA x ANCHO x PROFUNDIDAD)</b>	0.84 x 0.6 x 0.46 METROS
<b>APERTURA DE PUERTA</b>	LATERAL MÍN 120° RESPECTO A LA SECCIÓN HORIZONTAL DEL ARMARIO
<b>AGARRADERA</b>	QUE FACILITE SU ACCIONAMIENTO.
<b>BISAGRAS Y TORNILLOS</b>	GALVANIZADAS, CROMADAS, NIQUELADAS Ó EN ACERO INOXIDABLE, BRONCE O ALUMINIO
<b>MARQUILLADO</b>	EN ACRILICO
<b>GRADO DE PROTECCIÓN</b>	MÍNIMO IP33
<b>BARRAJE DE PUESTA A TIERRA</b>	SI
<b>NORMATIVIDAD</b>	NTC4011 - NTC3940



### **3.8. *Sistema de medición y gestión de energía***

El sistema de medición de la energía en los SISFV estructurados será prepago, o sea el usuario debe comprar la energía que requiera anticipadamente, de tal forma que el operador de los SISFV, le vende un pin por el valor de la energía requerida por el usuario. Dicho pin generado por un datáfono consiste en un código numérico, el cual es digitado por el usuario en el teclado que se encuentra conectado al medidor prepago, para que dicho dispositivo permita el paso de la energía generada por el SISFV a las instalaciones eléctricas internas de la vivienda. El medidor desconectará el paso de la energía del SISFV a las instalaciones eléctricas internas, cuando se agote el valor de la energía comprada por el usuario para dicho pin. Por lo tanto, el usuario debe estar pendiente y planear anticipadamente la compra de los pines de energía necesarios para que no se quede sin energía abruptamente cuando se agote el valor del pin de energía comprado. De todas formas, el usuario puede consultar en su teclado, el cual dispone de un “display”, el saldo que le queda de energía, para que compre con anticipación otro pin de energía para recargar el medidor.

El operador de los SISFV debe implantar un sistema para gestionar la venta de energía prepago, mediante el montaje de una plataforma compuesta por un servidor con un software que se encargue de almacenar y procesar toda la información obtenida en el proceso de venta prepago de energía y gestionar la generación de los pines de energía comprados por los usuarios a través de datáfonos sincronizados con el servidor con comunicación “on-line” tipo LAN Ethernet o GPRS, ubicados en puntos de venta principales, cercanos a los usuarios. En caso de que los usuarios estén muy alejados de estos puntos de venta principales, donde no hay comunicación posible, el operador puede programar recorridos periódicos y vender los pines de energía a estos usuarios remotos, mediante datáfonos viajeros los cuales no requieren comunicación para generar los pines, más sin embargo, al terminar de hacer el recorrido deben comunicarse con el servidor para que se sincronice con este y descargue la información de las ventas efectuadas.

En el componente técnico se muestra en mayor detalle las especificaciones técnicas del sistema de recarga y de comunicaciones, así como para el sistema de medida y telemetría hecho para el municipio.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de la medición prepago de los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.



Tabla 7. Características técnicas mínimas medición prepago 1F-2H-120V

<b>MEDIDOR PPKW MONOFASICO BIFILAR</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	
<b>TIPO DE MEDIDOR Y CONEXIÓN</b>	MONOFÁSICO BIFILAR 1F2H CONEXIÓN DIRECTA
<b>VOLTAJE NOMINAL</b>	120V, 220V
<b>CORRIENTE NOMINAL - MAXIMA</b>	5(80)A,
<b>FRECUENCIA</b>	50 / 60HZ
<b>PRECISIÓN</b>	CLASE 1
<b>MODO DE OPERACIÓN</b>	PREPAGO (ENERGÍA O TIEMPO), POSPAGO (ENERGÍA) / BIDIRECCIONAL (OPCIONAL)
<b>INSTALACION</b>	RIEL DIN
<b>PROTECCIÓN IP</b>	BIDIRECCIONAL PARA ENERGÍA ACTIVA
<b>COMUNICACIÓN ENTRE MEDIDOR Y CONTROL REMOTO (CIU)</b>	2W: LOOP DE CORRIENTE AISLADO POR CABLE (2X22AWG O MAYOR). PLC: COMUNICACION POR LÍNEA ELÉCTRICA, NO REQUIERE ALAMBRADO
<b>DIMENSIONES MEDIDOR</b>	2W      PLC LONGITUD: 123MM    160 MM ANCHO:      59MM    48 MM ALTO:      59MM    98 MM
<b>PROTECCIONES Y ANTIFRAUDE</b>	POTENCIA INVERSA PROTECCIÓN DE SOBRECARGA PROTECCIÓN DE CERO CARGA DETECCIÓN DE SRE (SIGNIFICANT REVERSE ENERGY)
<b>PUERTO ÓPTICO</b>	SI
<b>CONTROL REMOTO</b>	
<b>DISPLAY</b>	LCD
<b>TECLADO</b>	PLC: 12 TECLAS QUE INCLUYEN DÍGITOS DEL 0 -9, TECLA DE RETROCESO Y ENTER. 2W: CAMPO ELÉCTRICO.
<b>ALARMA SONORA</b>	BUZZER
<b>DIMENSIONES CONTROL REMOTO</b>	2W      PLC LONGITUD: 119 MM    156 MM ANCHO:      74 MM    92 MM ALTO:      21 MM    31 MM
<b>INSTALACION</b>	EN MURO
<b>ESTANDARES Y NORMAS</b>	
<b>PREPAGO</b>	STS
<b>ESTANDARES TECNICOS</b>	IEC 62052-11, IEC 62053-21, IEC 62055-41, IEC 62055-51 IEC 62056-61, IEC 62056-21, IEC 62055-31, DISSCAA9 (MC171)



### **3.9. Suministro e instalación de sistema de puesta a tierra con varilla de cobre 2,4m x 5/8", bajante en cable de cobre desnudo temple duro No. 6 AWG, con terminales en cobre y tratamiento de suelo**

La norma ICONTEC 2050 y el RETIE establecen los parámetros normativos para los sistemas de puesta a tierra.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de los sistemas de puesta a tierra de los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.

*Tabla 8. Características técnicas mínimas sistema de puesta a tierra de un electrodo*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SISTEMA PUESTA A TIERRA VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>SISTEMA PUESTA A TIERRA</b>
<b>ELECTRODO</b>	VARILLA DE COBRE DE 5/8"x2,4 M
<b>No. ELECTRODOS</b>	1
<b>CABLE</b>	COBRE DESNUDO TEMPLE DURO No. 6 AWG
<b>UNIÓN CABLE - ELECTRODO</b>	SOLDADURA EXOTÉRMICA 90 GR.
<b>MEJORAMIENTO RESISTIVIDAD TERRENO</b>	SUELO ARTIFICIAL (SI REQUIERE)
<b>CAJA DE INSPECCIÓN</b>	30x30CM
<b>CONEXIÓN</b>	BORNA TERMINAL BIMETÁLICA No. 6 AWG
<b>RESISTENCIA</b>	< 10 $\Omega$
<b>NORMATIVIDAD</b>	RETIE

### **3.10. Instalaciones eléctricas internas**

La norma ICONTEC 2050 y el RETIE establecen los parámetros normativos para las instalaciones eléctricas internas.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de las instalaciones eléctricas internas de los SISFV para las viviendas, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.



Tabla 9. Características técnicas mínimas de las instalaciones eléctricas de los usuarios

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERNAS VIVIENDA E INSTITUCIÓN EDUCATIVA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INSTALACIONES INTERNAS</b>
<b>TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN</b>	VIVIENDA RURAL: 1F-3H-4 CIRCUITOS
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I: 1F-3H-4
<b>PROTECCIONES</b>	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS
	VIVIENDA RURAL: 2 x (1 x 20 A - 120 V - 10 KA)
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I: 2 x (1 x 20 A - 120 V) -
<b>CABLE</b>	COBRE MONOPOLAR AISLADO THHN No. 12 AWG
<b>SALIDAS TOMACORRIENTES</b>	VIVIENDA RURAL: CUATRO (4)
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I: CUATRO (4)
<b>SALIDAS ILUMINACIÓN</b>	VIVIENDA RURAL: CUATRO (4)
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I: SEIS (6)
<b>TUBERÍA EXPUESTA Y</b>	METÁLICA GALVANIZADA EMT F3/4"
<b>CAJAS METÁLICA GALVANIZADAS</b>	OCTOGONALES - RECTANGULARES 2" x 4" -
<b>TOMACORRIENTES</b>	DOBLES CON POLO A TIERRA - 120 V - 15 A Y CON GFCI -
<b>INTERRUPTORES</b>	SENCILLOS - 120 V - 15 A
<b>PLAFONES</b>	DE
<b>CONECTORES</b>	TIPO RESORTE No. 12 AWG
<b>EQUIPOTENCIALIZACIÓN DE LOS ACCESORIOS</b>	SI
<b>NORMATIVIDAD</b>	RETIE

### 3.11. Interruptores termomagnéticos

La norma ICONTEC 2050 y el RETIE establecen los parámetros normativos para los Interruptores Termomagnéticos.

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de los Interruptores Termomagnéticos de los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.





Tabla 10. Características técnicas mínimas de los interruptores termomagnéticos

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS VIVIENDA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA TIPO I</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO</b>
<b>PROTECCIÓN</b>	CONTRA SOBRECARGA Y CORTOCIRCUITO
<b>NÚMERO DE POLOS</b>	DC: 2
	AC: 1
<b>CARACTERÍSTICAS DE DISPARO</b>	CURVA C
<b>CORRIENTE NOMINAL</b>	DC-2: 25 A - 50 A
	AC-1: 20 A - 25 A
<b>FRECUENCIA NOMINAL</b>	AC: 60 Hz
<b>TENSIÓN NOMINAL</b>	DC: 250 V
	AC-1: 110-120 V
<b>CAPACIDAD NOMINAL DE CORTOCIRCUITO</b>	6kA – DC, 10 kA - AC
<b>TIEMPO DE DISPARO A CORTOCIRCUITO</b>	≤ 0,1 seg
<b>TIEMPO DE DISPARO A SOBRECARGA</b>	≤ 1 hora
<b>No. OPERACIONES</b>	MECÁNICA: 20.000 VECES
	ELÉCTRICA: 10.000 VECES
<b>MATERIAL CARCAZA</b>	POLIAMIDA PA6
<b>GRADO DE PROTECCIÓN</b>	IP20
<b>NORMATIVIDAD</b>	RETIE

### 3.12. Cables aislados de baja tensión

La norma ICONTEC 2050 y el RETIE establecen los parámetros normativos para los Cables Aislados de Baja Tensión

En la siguiente tabla se detalla un resumen de las principales características técnicas mínimas de los Cables Aislados de Baja Tensión de los SISFV, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el IPSE y el DNP y la estructuración del proyecto obtenida en este estudio.

Tabla 11 Características técnicas mínimas del cableado eléctrico

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CABLES AISLADOS DE BAJA TENSIÓN VIVIENDA</b>	
<b>CIRCUITO FV DE SALIDA</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>MATERIAL</b>	COBRE
<b>No. HILOS</b>	19 De acuerdo con la tabla 690.31 (E) de la NTC 2050
<b> AISLAMIENTO</b>	POLIETILENO RETICULADO O DE CADENA CRUZADA (XLPE)
<b>CALIBRE AWG</b>	6mm2 o 10 AWG



TENSIÓN DE OPERACIÓN	600 V
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	90°C
RETARDANTE A LA LLAMA	SI
NORMATIVIDAD	UL 4703, RETIE
<b>CIRCUITO DE SALIDA DEL CONTROLADOR Y ENTRADA AL INVERSOR</b>	
ITEM	DESCRIPCIÓN
MATERIAL	COBRE FLEXIBLE SOLDADOR
AISLAMIENTO	TERMOPLÁSTICO
CALIBRE AWG	6 AWG
TENSIÓN DE OPERACIÓN	600 V
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	60°C - 105°C
RETARDANTE A LA LLAMA	SI
NORMATIVIDAD	NTC 1865, ASTM-B3
<b>CIRCUITO DE SALIDA DEL BANCO DE BATERIAS</b>	
ITEM	DESCRIPCIÓN
MATERIAL	COBRE FLEXIBLE SGT
AISLAMIENTO	PVC
CALIBRE AWG	6 AWG
TENSIÓN DE OPERACIÓN	600 V
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	60°C - 105°C
RETARDANTE A LA LLAMA	SI
NORMATIVIDAD	NPT 370.250/252, NPT-IEC 60228
<b>CIRCUITO DE SALIDA DEL INVERSOR HACIA LA CARGA</b>	
ITEM	DESCRIPCIÓN
MATERIAL	COBRE
AISLAMIENTO	THHN/THWN-2
CALIBRE AWG	8 AWG
TENSIÓN DE OPERACIÓN	600 V
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	60°C - 90°C
RETARDANTE A LA LLAMA	SI
NORMATIVIDAD	NTC 1332, UL83
<b>ACOMETIDA SUBTERRANEA</b>	
ITEM	DESCRIPCIÓN
MATERIAL	COBRE
No. HILOS	19 De acuerdo con la tabla 690.31 (E) de la NTC 2050
AISLAMIENTO	POLIETILENO RETICULADO O DE CADENA CRUZADA (XLPE)
CALIBRE AWG	6mm2 o 10 AWG
TENSIÓN DE OPERACIÓN	600 V
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	90°C



RETARDANTE A LA LLAMA	SI
NORMATIVIDAD	UL 4703, RETIE
<b>CIRCUITO INSTALACIONES INTERNAS</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
MATERIAL	COBRE
AISLAMIENTO	THHN/THWN-2
CALIBRE AWG	12 AWG
TENSIÓN DE OPERACIÓN	600 V
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	60°C - 90°C
RETARDANTE A LA LLAMA	SI
NORMATIVIDAD	NTC 1332, UL83