

## Anexo B - Detalles técnicos mínimos solicitados

### 1. ALCANCE.

El alcance de la presente necesidad comprende el diseño, suministro, instalación e implementación de soluciones solares fotovoltaica individuales entre 640 Wp y 800 Wp, con almacenamiento, para el suministro de energía en las viviendas de tipología 1, 2, 3 y 4 construidas por FINDETER en el marco del proceso de reconstrucción de las islas de Providencia y Santa Catalina luego del paso de los huracanes Eta y Iota en noviembre de 2020.

Con la implementación de las soluciones solares antes descritas, ubicadas en Providencia y Santa Catalina, se pretende reemplazar parte de la generación diésel por generación con Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y lograr así beneficios ambientales y reducción de costos de generación de energía a través de las plantas de diésel.

La instalación consta de dos fases:

- La primera fase consiste en desarrollar hasta 4 diseños (dependiendo de las 4 tipologías de vivienda) de los sistemas solares fotovoltaicos entre 640 Wp y 800 Wp con almacenamiento de energía a ser instalados en las viviendas de tipología 1, 2, 3 y 4 construidas por FINDETER en el marco del proceso de reconstrucción de las islas de Providencia y Santa Catalina, el cual debe integrar todos los componentes técnicos, ambientales, sociales y financieros que permitan definir el sistema que será implementado en las viviendas.
- La segunda fase, la cual solo se realizará previa aprobación de cada uno de los 4 diseños de los sistemas solares fotovoltaicos entre 640 Wp y 800 Wp por parte del Interventor del contrato, contempla la construcción y puesta en marcha de los sistemas solares fotovoltaicos diseñados con una potencia instalada entre 640 Wp y 800 Wp junto con los demás componentes que se establecen en las presentes especificaciones técnicas, sus anexos y la descripción de los servicios.

**Nota 1:** El contratista es el responsable de la calidad de los diseños (incluye los estudios necesarios de acuerdo a lo establecido en el Artículo 10.1 del RETIE vigente) y de todas las obras eléctricas, mecánicas, civiles, instrumentación y control.

### 2. GENERALIDADES.

- 2.1. Las obras eléctricas que son responsabilidad del CONTRATISTA sin limitarse a ellas son:
  - a) Realización de estudios eléctricos y diseños de los SSFVI conectados a la red e integrados al sistema eléctrico de la Isla, aunque los SSFVI no deben entregar excedentes a la red.
  - b) Estudio de cortocircuito y coordinación de protecciones de los SSFVI trabajando como isla y sincronizada con el Sistema eléctrico de la Isla. Se deben correr todos los escenarios de cortocircuito y asegurar la selectividad de las protecciones en cada caso.
- 2.2. Entre las obras mecánicas que son responsabilidad del CONTRATISTA están el diseño y construcción de bases y estructuras para el montaje de los equipos; además del montaje e interconexión de equipos.

Los equipos a suministrar en el proyecto serán nuevos y deberán contar con certificación de producto RETIE expedida por organismos acreditados. Las certificaciones presentadas, serán validadas por la interventoría del contrato.

- 2.3. Para el sistema de puesta a tierra, se debe realizar la evaluación de riesgo por rayos, de conformidad a los establecido en el Artículo 16 del RETIE y otros que apliquen.

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA INDIVIDUAL (SSFVI) EN USUARIOS RESIDENCIALES DE LAS ISLAS DE PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA.**

En el marco de la transformación energética de las islas de Providencia y Santa Catalina se prevé instalar una solución solar fotovoltaica individual (SSFVI) en cada una de las viviendas de tipología 1, 2, 3 y 4 que serán construidas por FINDETER; esta SSFVI tendrá una capacidad instalada total entre 640 Wp y 800 Wp que será instalada en el techo de las viviendas nuevas antes mencionadas. Este sistema estará interconectado con la red, aunque no tendrá posibilidad de entregar excedentes de generación de energía a la red. Además tendrá una batería a fin de garantizar respaldo en caso de fallas del sistema general de distribución o generación de la isla. La SSFVI debe incluir un sistema de transferencia y un dispositivo de disipación de potencia que evite la inyección de electricidad a la red en periodos de baja demanda al interior de la vivienda.

El suministro de energía eléctrica de cada una de las viviendas debe tener como fuente primaria la SSFVI en las horas de radiación solar. Cuando no haya radiación solar y esté agotada la batería de SSFVI, el servicio de energía eléctrica de la red de distribución entrará a suplir el suministro de energía eléctrica de cada vivienda.

#### Diseño del Sistema

El contratista deberá analizar los planos eléctricos para cada una de las tipologías de las viviendas (1, 2, 3 y 4) que serán construidas por FINDETER; y diseñar de acuerdo con esta información y la demás levantada en sitio, la alternativa óptima para la instalación de la SSFVI para cada una de las tipologías de vivienda.

En caso de que los diseños de los planos eléctricos sean entregados por parte de la Unidad Coordinadora del Programa (UCP), deberá analizar los diseños de las SSFVI de las tipologías, con el fin de avalar su implementación en las viviendas construidas por FINDETER.

Características constructivas de los techos: Cubierta: Metálica a dos aguas con aleros laterales; compuesta por estructura metálica, sobre ellas está una lámina de OSB Ref: LP TECHSHIELD, Dim 1.22X2.44m, espesor= 11.1-15.1mm, y la teja trapezoidal estructural calibre 24 (Corpacero ó Arquitectónica de Acesco) como acabado, entre correas hay un aislamiento termo acústico en FRESCASA ECO 600"x48"x2,5 o Poliuretano y finalmente un acabado en cielorraso de fibrocemento de 6mm.

Instalaciones de canalizaciones: Las canalizaciones para la instalación del SFV (para tuberías, cajas, tableros y puesta a tierra) no están contempladas en el diseño original de las viviendas. Sin embargo, hay un capacete de ingreso para la acometida de la electrificadora que puede ser usado para ingresar el cableado fotovoltaico.

El diseño de los planos eléctricos (o su validación) deberá integrar un análisis de riesgos naturales y antropogénicos que permita integrar dentro de la ingeniería de detalle las medidas preventivas y correctivas pertinentes que garanticen la durabilidad y sostenibilidad del sistema solar fotovoltaico.

Se anexa diseño arquitectónico de las tipologías 1, 2, 3 y 4 (ANEXO D- Planos eléctricos-).

La totalidad de los componentes del sistema solar fotovoltaico como cableado, tableros de control, sistema de transferencia y equipo de protección deberán dar cumplimiento al RETIE y deberán ser aprobados por el interventor del contrato.

El gabinete donde se alojarán los equipos, que debe ubicarse en la parte exterior de la vivienda, debe ser de lámina galvanizada con un IP 67. El beneficiario de la vivienda nueva construida por FINDETER no debe tener acceso al interior del gabinete ya que los equipos asociados a la SSFVI serán propiedad del Ministerio de Minas y Energía.

a. Paneles Solares

Se instalarán dos (2) paneles solares en las viviendas de tipología 1, 2, 3 y 4 construidas por FINDETER, con las siguientes características:

1. Los módulos, en conjunto, deben tener eficiencias mayores al 18%, a fin de optimizar el área disponible, donde en el diseño se debe especificar la selección de equipos con su respectivo diagrama de conexión. De igual manera se debe limitar la caída de voltaje en las instalaciones a valores inferiores al 3%.  
Los paneles deben contar con certificación de producto para soportar cargas de vientos mayores a 2400 pascales (norma IEC62938 o equivalente) y certificación de producto para operar en condiciones de niebla salina, así como resistencia al amoníaco.
2. En condiciones estándares de prueba (STC "Standard Test Conditions") de irradiación de 1.000 vatios/m<sup>2</sup> en el espectro AM 1,5 a una temperatura de celda de 25°C, los paneles deberán cumplir como mínimo los parámetros técnicos establecidos en el RETIE.
3. Tipo de celda: El contratista podrá plantear el tipo de celda de silicio que suministre la mayor eficiencia, la mayor vida útil y el mejor funcionamiento del generador, siempre y cuando no aumenten los costos de construcción y puesta en funcionamiento para la fase dos y cumpla lo establecido en el RETIE.
4. Los paneles deberán contar con una garantía mínima de (10) años con un porcentaje (%) de degradación de pérdida de potencia no mayor al 10% en el año 10, y no mayor al 20% de su capacidad nominal en el año 25.
5. Cada módulo debe venir correctamente etiquetado, dónde se evidencien las variables de operación listadas a continuación: corriente de corto circuito ( $I_{sc}$ ), corriente a potencia máxima ( $I_{mpp}$ ), tensión de circuito abierto ( $V_{oc}$ ), tensión a máxima potencia ( $V_{mpp}$ ), potencia nominal, fabricante, y lugar de origen.
6. Los paneles podrán tener una variación de potencia de 0 a +5 W, y protección contra degradación inducida por potencial (Anti PID).
7. El contratista deberá entregar las curvas de eficiencia en el tiempo de los paneles y también eficiencia vs temperatura.
8. Los módulos deben estar probados con uno de los siguientes programas de calidad y durabilidad (también se puede aceptar un programa de prueba equivalente si se pueden proporcionar pruebas suficientes de su independencia y calidad):
  - Durabilidad de Fraunhofer Iniciativa PVDI testing.
  - Calificación Plus de NREL para la fiabilidad del módulo fotovoltaico.
  - Programa de pruebas de durabilidad VDE.
  - TÜV Sud Thresher o equivalente.
  - Programa de prueba de durabilidad Atlas 25+ PV.
  - Programa de prueba de calificación de proveedor de PVEL.
9. El Contratista deberá suministrar solo módulos de fabricantes TIER 1, de la misma marca y referencia para todas las soluciones.

b. Inversor

El contratista seleccionará el inversor o grupo de inversores que, tenga una certificación UL 1741 o IEEE 1547 o IEC62109-1 o equivalente; que mediante la electrónica de potencia, optimice la generación de energía en el lado AC. Esta selección deberá tener en cuenta la mejor relación entre el número de paneles y el MPPT que disminuya las pérdidas del lado AC, por tal motivo se deberán tener en cuenta que del lado de corriente directa se tendrán 48VDC y debe contar como mínimo los siguientes requerimientos:

Tipo de Inversor	Inversor Cargador
Mínima Potencia Continua de salida @ 25 °C	3000 W
Voltaje Nominal de entrada	110 V <u>L-N</u>
Voltaje nominal de salida	Sinusoidal pura 120 V
Rango de voltaje nominal	90 V a 140 V
Frecuencia de entrada	45 Hz a 65 Hz
Frecuencia de salida	60Hz
THD	≤3%
Tipo de Conexión	1ø+N/GND
Eficiencia (%)	Mayor o igual a 93
Garantía Mínima	5 años
Voltaje DC nominal	48VDC
Corriente de Carga	60 A
Voltaje de entrada CA	120 VAC
Rango de Voltaje	65-140VAC
Rango de Frecuencia	50HZ/60Hz
Rango en Voltaje MPPT	30 VDC-aa5dc
Máx Voltaje de Circuito abierto PV	145 vdc

Además, el inversor cargador debe cumplir las siguientes condiciones:

- No debe derratear potencia por debajo de 40°C.
- Tener HMI (interfaz hombre maquina) para facilidad de pruebas y mantenimiento en el sitio.
- Disponer de un sistema que proteja la electrónica de potencia de la humedad y corrosión.
- Tener un bajo consumo energético en periodos de stand-by.
- Estar equipados con sistemas de protección interna para proteger contra todo daño por defectos eléctricos.
- Contar con envolvente con grado de protección IP 65 o equivalente, montaje con protección contra la lluvia y los rayos UV.
- Tener su propio sistema de refrigeración y ventilación. Contar con mecanismos que garanticen respuesta a sobretensiones y transitorios que excedan los límites permitidos por la normativa aplicable.
- Que pueda evitar las sobrecargas de una fuente de CA limitada
- El Contratista deberá suministrar solo inversor- cargador de fabricantes reconocidos, con presencia y representación nacional.

c. Banco de baterías

La batería que acompaña la SSFVI deberá ser de litio y contar con certificación de norma IEC 62133, o equivalente. Y debe tener una garantía mínima de 2 años.

Se deben cumplir como mínimo con los siguientes requerimientos: BMS funciones de protección que incluyen descarga excesiva, sobrecarga, sobrecorriente y temperatura alta / baja; también debe permitir la comunicación entre la batería y los equipos principales del sistema con capacidad útil de 2500 Wh - 48 VDC -3.650 ciclos hasta el 80% DOD. Tasa de autodescarga mensual  $\leq 2\%$  con SOC  $\geq 50\%$  a 25°C, 1000msnm, RH55%;  $\leq 3\%$  con SOC

d. Controlador de carga

El regulador de carga de la SSFVI debe cumplir como mínimo los siguientes requerimientos: 40A/48V MPPT Solar,  $V_{oc}$  mayor o igual a 150 V, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO<sub>4</sub>, con protecciones sobre voltaje de entrada y salida, protección de bajo y alto voltaje de batería, polaridad inversa, por alta y baja temperatura, cortocircuito, sobre corriente fotovoltaica.

Garantía mínima: 5 años.

Nota: el controlador de carga podrá estar integrado al inversor, siempre y cuando el equipo cumpla con lo especificado en los literales c. y e.

e. Sistema de Puesta a tierra y sistema de apantallamiento contra descargas eléctricas atmosféricas

Se deberá garantizar que los trabajos cumplan como mínimo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Artículo 15) para los sistemas de puesta tierra, protección contra descargas atmosféricas, compatibilidad electromagnética y redes equipotenciales.

Para la medición de la continuidad, se evaluará la equipotencialidad en varios puntos principales de la instalación para verificar el estado de la instalación actual, determinando si hay resistencias de puestas a tierra elevadas como consecuencia de conductores demasiado largos, secciones demasiado pequeñas, contactos defectuosos, conexiones erróneas, malos contactos, etc.

f. Sistema de Protección

Para los sistemas de protección en AC/DC, se debe tener en cuenta la norma NTC2050 y para el cálculo de la coordinación de protecciones y las IEC 60947-2 e IEC 60909. Los dispositivos tienen la misión de detectar condiciones anormales en el funcionamiento de un sistema eléctrico (FV), actuando automáticamente para restablecer el servicio normal.

Ante una falla o perturbación, el sistema de protección debe ser capaz de detectar y aislar la zona afectada, minimizando la posibilidad de incendio, el peligro para las personas y el riesgo de daños de equipos eléctricos asociados.

g. Estructura

Se deberá garantizar que la estructura cumpla los mínimos estándares para cargas establecidos en el código de prácticas estándar para estructuras de Acero (NTC 5832). El contratista realizará el diseño y construcción de la estructura en acero galvanizado al caliente. Los diseños deberán contener entre otros:

- ✓ Diseño tuercas, pernos arandelas de anclaje
- ✓ Resistencia requerida
- ✓ Diseño para el estado límite de resistencia
- ✓ Diseño para la estabilidad
- ✓ Diseño de conexiones
- ✓ Redistribución de momentos en vigas
- ✓ Diseño para empozamiento de agua
- ✓ Diseño por fatiga
- ✓ Diseño para efectos de la corrosión por salinidad y cambios de temperatura.
- ✓ Anclaje a concreto.

Se deberá cumplir como mínimo para el diseño y la construcción las siguientes normas:

- NSR-10 Capítulo F estructuras metálicas.
- NTC 5832: Código de Prácticas Estándar para Estructuras de Acero.
- A53/A53M-07 Especificación estándar para tubos de acero, en negro y galvanizados por inmersión en caliente, soldados o sin costura.
- A449-07b Especificación estándar para tornillos de cabeza hexagonal, pernos y espigos en acero, tratados térmicamente, con resistencia mínima a tensión de 120/105/90 ksi, para aplicaciones generales.
- F1852-04 Especificación estándar para sistemas perno/tuerca/arandela con mecanismo de control de tensión, de acero tratado térmicamente con resistencia mínima a tensión de 120/105 ksi.
- AWS D1.1/D1.1M-2008 Código de Soldadura Estructural en Acero (con errata 2009).
- AWS D1.3-2008 Código de Soldadura Estructural – Lámina de Acero.

h. Excavación (en caso de requerirse)

El contratista procederá inicialmente a desalojar o reubicar del área de construcción, todos los arbustos, troncos, rocas, postes y demás elementos que puedan entorpecer las labores de construcción, conforme al Plan de Manejo Ambiental y Social del programa y las instrucciones dadas por el interventor. Las excavaciones se harán con el mayor cuidado, en la vecindad de estructuras u obras existentes asegurando la estabilidad, perfilado y conservación de las mismas. Esta excavación incluye el descapote, rocería, perfilada, sacada, retiro, transporte y colocación de los materiales producidos por corte en los sitios indicados por el interventor.

i. Preparación de la Zona de los Trabajos (en caso de requerirse)

La preparación de la excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto incluye su limpieza y apuntalamiento. Las zonas donde se preparen las mezclas de concreto deben ser impermeabilizadas para evitar afectación a los suelos y no se permite el flujo de mezclas de concreto en los cuerpos de agua, se debe aislar la zona con el objeto recolectar el producto derramado. Las barras de refuerzo para las zapatas deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas: ICONTEC 161, 245 y 248; AASHTO M-31 y ASTM A-706 o las que la modifiquen, adicionen o sustituyan. Todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero.

j. Sistema de Monitoreo por vivienda

El sistema de monitoreo deberá facilitar la medición del desempeño del sistema fotovoltaico propuesto, analizando las condiciones de radiación solar del lugar, la energía que está siendo suministrada por el sistema a la red interna de las instalaciones, la temperatura del sistema y la energía que ha sido generada de forma

acumulada diaria y mensual, el factor de rendimiento, parámetros eléctricos como voltaje, frecuencia, corriente por línea del sistema híbrido. El sistema propuesto debe permitir el acceso y consulta remota de las mediciones registradas.