

Instalación de sistemas solares 21 fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas



Dirección General DNP

Luis Alberto Rodríguez Ospino

Subdirección Territorial y de Inversión Pública

Amparo García Montana

Subdirección de Proyectos de Información para la Inversión Pública – DIFP

Diana Carolina Escobar Velasquez

Equipo Metodológico - DIFP

Nini Johana Mendez Nino

Subdirección de Minas y Energía

Diana Paola Diaz Betancourth

Dirección del Sistema General de Regalías

Álvaro Ávila Silva

Asesora Dirección del Sistema General de Regalías

Ana Matilde Juvingo

Equipo de estandarización

Luz Adriana Lopez Salazar

Angela Eunice Hurtado Palacios Angélica María Acosta Vergara Carolina Herrera Hoyos Cristian David Bolívar Buitrago Diego Alejandro Arias Díaz John Anderson Bocanegra Natalia Johanna Cuellar Salinas Yolanda Beatriz Caballero Pérez Zayra Johana Pérez Rueda Ministerio de Minas y Energía María Fernanda Suárez Londoño

> Viceministerio de Energía Diego Mesa Puyo

Jefe Oficina de Planeación y Gestión Internacional

Laura Jimena Mojica Salazar

Asesor Viceministro de Energía Miquel Lotero Robledo

Dirección de Energía Eléctrica

Rafael Madrigal Cadavid Emanuel Ramírez Suarez Juan Camilo Ramírez Arjona

Grupo de Ejecución Estratégica del Sector Extractivo

> José David Insuasti Avendaño Jaime García Arango Luis Edgar Peña Zúñiga Andrea Beleño Hernández Diana Carrillo Barbosa

El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas -IPSE

> Pedro Bejarano Silva Ruth Navas Contreras

Subdirección de Planificación y Promoción de Soluciones de Energéticos.

Bibiana Andrea Cuartas Tatiana Quintero Barrera



Contenido

GL	OSARIO Y S IGLAS	6
INTI	RODUCCIÓN	8
1.	OBJETIVOS DEL DOCUMENTO	10
1.1	. Objetivos Generales	10
1.2	. Objetivos Específicos	10
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
2.1	Análisis de alternativas	16
3.	MARCO NORMATIVO	17
3.1	NORMATIVA GENERAL	17
4.	RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	20
4.1	ETAPAS DE PROYECTO	20
5 .	CONDICIONES PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO	22
5.1	CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES.	22
5.2	DOCUMENTO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO.	23
5.3	EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN	25
6.	ALTERNATIVA PROPUESTA	26
6.1	CONFIGURACIÓN TÍPICA DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO:	26
6.2	DESCRIPCIÓN DE CARGAS TIPO.	27
6.3	Preparación de la alternativa.	27
6.4	ESPECIFICACIONES GENERALES	28
6.5	ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO	35
6.7	Proceso constructivo	40
7.	PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	46
7.1	Presupuesto General del proyecto	47



	9.	ANEXOS.	53
	8.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	52
	7.4	Cronograma	51
	7.3	Capacitaciones a la comunidad.	49
7	7.2	Interventoría y Apoyo a la Supervisión	48

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios para la implementación del modelo de diseño	22
Tabla 2: Carga tipo	27
Tabla 3: Especificaciones Sistema de protección	34
Tabla 4: Esquema de sostenibilidad para proyectos del Sistema General de Regalías	40
Tabla 5 Soporte para paneles solares	42
Tabla 6: Coordenadas de Latitudes por ubicación	42
Tabla 7 Paneles solares a instalar	43
Tabla 8: Actividades generales del presupuesto	46
Tabla 9: Valores de referencia de inversión del proyecto	47
Tabla 10. Cronograma de referencia	51

Indice de ilustraciones

Ilustración 1	iError! Marcador no definido.
Ilustración 2: Árbol de problemas	jError! Marcador no definido.
llustración 3: Árbol de Objetivos	15
llustración 4: Etapas del proyecto y la aplicación a los incent	ivos de la Ley 1715 de 2014 18
Ilustración 5: Esquema típico fotovoltaico	26
llustración 6: Capacidades portantes admisibles máximas pe	ermitidas33

Glosario y Siglas

Δ

Acometida: Derivación desde la red de distribución local del servicio de energía hasta la propiedad donde se hará uso de la energía eléctrica.

Amperio: Unidad de intensidad de la corriente eléctrica equivalente al paso de un culombio de carga eléctrica por segundo.

В

Batería de acumuladores: Equipo que contiene una o más celdas electroquímicas recargables.

C

Celdas solares: Dispositivo que convierte energía solar en energía eléctrica.

Corriente alterna: Corriente eléctrica variable en la que las cargas eléctricas cambian el sentido del movimiento de manera periódica.

Corriente continua: Flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo.

Ε

Energía solar: Energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética proveniente del sol. La energía solar es una energía renovable.

F

Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER): Recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la



7

geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME – Unidad de Planeación Minero Energética.

П

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Inversor: Dispositivo que transforma la corriente continua en corriente alterna.

P

Paneles solares: Conjunto de celdas solares fotovoltaicas

R

Radiación Solar: Conjunto de radiaciones electromagnéticas provenientes del sol.

Regulador de carga/controlador: Equipo electrónico que controla el flujo de energía en conjunto y garantiza un buen cuidado de la batería.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

5

Sistema fotovoltaico: Conjunto de dispositivos cuya función es convertir la energía solar directamente en energía eléctrica.

SSA: Sistema Solar Aislado

U

Usuario: Vivienda unifamiliar rural dispersa.

Z

Zona No Interconectadas (ZNI): Son aquellos municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado Nacional (SIN).



Introducción



Bienvenido. En sus manos se encuentra un **PROYECTO TIPO** que contiene los aspectos estándar, metodológicos y técnicos para que las Entidades Territoriales que requieran atender un problema específico, puedan de manera ágil, hacer realidad la solución en su territorio. Su aplicación genera dos importantes ahorros:

- Hasta el 70% de los costos calculados de preinversión.
- Hasta cuatro meses en la formulación y estructuración.

Para la correcta y eficiente formulación de la iniciativa de inversión, este proyecto tipo debe acompañarse de dos herramientas:

- El material de apoyo para formular y estructurar proyectos de inversión. Estas guías contienen los aspectos conceptuales necesarios para la formulación de un proyecto de inversión pública y puede ser consultada en la página web www.dnp.gov.co/NuevaMGA/Paginas/Ayuda-de-la-MGA.aspx
- Los contratos y pliegos Tipo que servirán de referencia para la fase contractual y referentes a la adquisición de bienes y servicios. En el enlace www.colombiacompra.gov.co/manuales -guias-y-pliegos-tipo/dnp

Este documento contiene un **PROYECTO TIPO** para **Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas**, que consiste en los requerimientos mínimos para la formulación de una iniciativa para la prestación del servicio de energía eléctrica en viviendas individuales aisladas. Esta alternativa de solución está diseñada cumpliendo con las indicaciones dadas por Ministerio Minas y Energía para este tipo de inversiones.

El contenido de este documento le permitirá avanzar de manera guiada en la formulación y estructuración del proyecto, a fin de lograr su financiación y ejecución; se incluye:

- Argumentación de la problemática a resolver con este proyecto.
- Detalle técnico de la alternativa propuesta y su costo estimado.
- Anexos técnicos, presupuesto y Cronograma

Es importante que tenga en cuenta que, para la formulación de este proyecto, se necesitará ajustar la información suministrada según las realidades particulares de su entidad territorial y





de la localización específica del proyecto.

Como ayuda para facilitar la formulación del proyecto, se presenta como ejemplo anexo a este documento una MGA-Web diligenciada, la cual debe ser ajustada con los datos reales de su entidad territorial.

En este documento se utilizan dos íconos de referencia para diferenciar el contenido de mayor relevancia para quienes estructuran el proyecto y para quienes tienen la responsabilidad técnica de ejecutarlo.



Indica información de interés para la FORMULACIÓN del Proyecto.



Indica información de interés para la EJECUCIÓN del proyecto.

La información contenida en este documento puede ser actualizada, tanto en sus cifras, como en las normas que aplican para su formulación. Recomendamos consultar la página https://proyectostipo.dnp.gov.co con el fin de verificar si el presente documento ha sido actualizado.



1.Objetivos del documento



1.1. Objetivos Generales

El objetivo de este documento es presentar un **PROYECTO TIPO** de **Instalación de sistemas** solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas que sirva a las entidades territoriales que hayan identificado limitado acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio.

1.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de este documento de **PROYECTO TIPO** son:

- Aportar una alternativa de solución, agilizando las tareas de formulación y estructuración, generando ahorros en costos y tiempo.
- Mejorar las prácticas de estructuración de proyectos, mediante la definición y desarrollo de los aspectos técnicos esenciales necesarios para la ejecución de este tipo de proyectos.
- Guiar a las Entidades en las actividades de formulación y estructuración de proyectos para contribuir al fortalecimiento de los procesos de gestión de recursos públicos.





2. Descripción del problema



En Colombia existen dos tipos de zonas en lo que se refiere a la prestación del servicio de energía eléctrica:

- a. Las Zonas del Sistema Interconectado Nacional (SIN). Son las localidades donde se podrá construir, o ya se tiene construida, la infraestructura eléctrica que amplía la cobertura y procura la satisfacción de la demanda de energía, mediante las redes provenientes del Sistema Interconectado Nacional, SIN. Estas redes son un conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, incluyendo las interconexiones internacionales, que transportan la energía desde las plantas de generación a las subestaciones de transformación y finalmente al consumidor final.
- b. Las Zonas No Interconectadas (ZNI), y de acuerdo con la normatividad vigente, son los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al SIN, ya sea por aspectos geográficos, técnicos o como sucede en muchos casos por los elevados costos de conexión por usuario. Las ZNI están ubicadas en lugares de difícil acceso, carecen de servicios públicos, de infraestructura y presentan dificultad para acceder a la comunicación.

El Gobierno de Colombia a través del El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas – IPSE, Establecimiento Público del Orden Nacional, adscrito al Ministerio de Minas y Energía, ha identificado que el modelo actual de expansión del sector eléctrico presenta dificultades para llevar el servicio de electricidad a la población que vive en las zonas rurales y no interconectadas por diferentes aspectos como¹:

- Zonas con características de difícil acceso, baja densidad de población, presencia de comunidades étnicas, restricciones ambientales, conflicto armado, bajo nivel de ingresos de sus pobladores, escaso desarrollo económico de los territorios, entre otros.
- Ineficiente operación y mantenimiento de los sistemas de generación de energía eléctrica implementados para la prestación del servicio en las zonas no Interconectadas.
- Difícil acceso a programas de capacitación y formación, por parte de las empresas prestadoras de servicio y de las comunidades de las ZNI.

¹ Tomado de la justificación realizada al proyecto de inversión presentado con código BPIN 2018011000873 - Desarrollo de proyectos energéticos sostenibles en las zonas no interconectadas, ZNI nacional IPSE. Presupuesto General de la Nación.



- Carencia de integración con los programas de desarrollo regional.
- Elevados costos de prestación del servicio y bajos niveles de utilización del mismo.
- Baja o nula rentabilidad de las inversiones realizadas.
- Limitado aprovechamiento del potencial energético local, baja cobertura, reducido número de horas diarias de servicio y deficientes niveles de calidad y confiabilidad del servicio prestado.

Las Zonas No Interconectadas han sido definidas en la Ley 855 de 2003², la cual establece en su artículo 1° que: "Para todos los efectos relacionados con la prestación del servicio público de energía eléctrica se entiende por Zonas no Interconectadas a los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectadas al sistema interconectado nacional, SIN". Así mismo lo establece el artículo 5 de la Ley 1715 de 2014. Estas zonas representan el 53% del territorio nacional y se encuentran ubicadas en 18 Departamentos, 78 Municipios, en las ZNI se encuentran, 5 Capitales Departamentales, 28 Cabeceras Municipales y 1.916 Localidades en operación.

Desde esta mirada y conforme al Plan Indicativo de Expansión de la Cobertura, PIEC 2019 - 2023-, publicado en diciembre de 2019, por la Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME, para la vigencia 2019³, se estima que existen 338.383 viviendas ubicadas en las zonas aisladas o Zonas No Interconectas, ZNI del país, que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, con una población total de 1.184.340 habitantes sin una solución energética sostenible. Esta condición genera en la población entre otros aspectos:

- Incipiente acceso al servicio público de energía eléctrica
- Restricción en el acceso a oportunidades de educación, salud, productividad y a las tecnológicas de la información.
- Limitada oferta laboral situación que genera desempleo, pobreza y desigualdad.
- Aumento en los costos de vida.
- Bajo aprovechamiento de las infraestructuras y servicios públicos.

Esta situación conlleva a plantear soluciones energéticas con fuentes no convencionales de energía, FNCE y de tipo Híbrido, de modo que se garantice un servicio de calidad, continuo, seguro, asequible, no contaminante, y que en la generación de energía eléctrica, se aprovechen los potenciales energéticos de las regiones donde sean implementados, e incluir como factor de sostenibilidad de dichos proyectos, la asistencia técnica a los prestadores del

³ Información actualizada con base en el PIEC 2019-2023, publicado en diciembre 30 de 2019, el cual se encuentra en revisión



² Por la cual se definen las Zonas No Interconectadas.



servicio y el fortalecimiento de las capacidades organizativas, además de capacitar a la comunidades en eficiencia energética y en el uso racional de la energía.

Las constantes preocupaciones con el medio ambiente, la amenaza de escasez de combustible fósil, el inminente calentamiento global, los impactos generados por emisiones de gases de efecto invernadero y de dióxido de carbono son factores que impulsan el desarrollo de las energías renovables, limpias y sustentables. Es así como se plantea los sistemas solares Fotovoltaicos, las cuales minimizan el impacto ambiental.

Este tipo de energía, generada por el sol, no necesita ser extraída como el caso de la energía fósil, ni es necesario transportarla hasta el lugar que se requiere, no genera emisión de gases ni de ruido, ni precisa de combustibles para su funcionamiento, tampoco requiere de grandes construcciones para su implementación y tiene requerimientos mínimos de cuidado y mantenimiento. Su instalación puede llegar a ser más ventajosa que otras alternativas de solución desde el punto de vista económico, si se compara en muchos casos con la extensión de redes para conectarse al SIN; adicionalmente, Colombia es un país que cuenta con zonas que poseen un alto potencial energético solar por su ubicación y radiación, ya que se encuentra en la zona ecuatorial, lo que hace que se ubique en la zona tórrida o intertropical, región de bajas latitudes, ocasionando que cuente con la misma iluminación solar todo el año.

En términos generales, las Celdas Solares Fotovoltaicas consisten en instalaciones destinadas a convertir la radiación solar en energía eléctrica. Existen tres tipos de instalaciones fotovoltaicas dependiendo de su conexión:

- a) **Móviles**, aquellas que pueden cargarse y utilizarse en diferentes lugares.
- b) Aisladas de la red eléctrica, son estacionarias y autónomas.
- c) Las interconectadas a la red eléctrica.

Por otro lado, estas soluciones pueden requerir el acoplamiento de elementos adicionales que se pueden desarrollar en los siguientes dos grupos:

- Soluciones integradas a una micro red.
- Soluciones individuales, que se describen a continuación en el siguiente capítulo.

A continuación, se presenta el árbol del problema y de objetivos del proyecto.



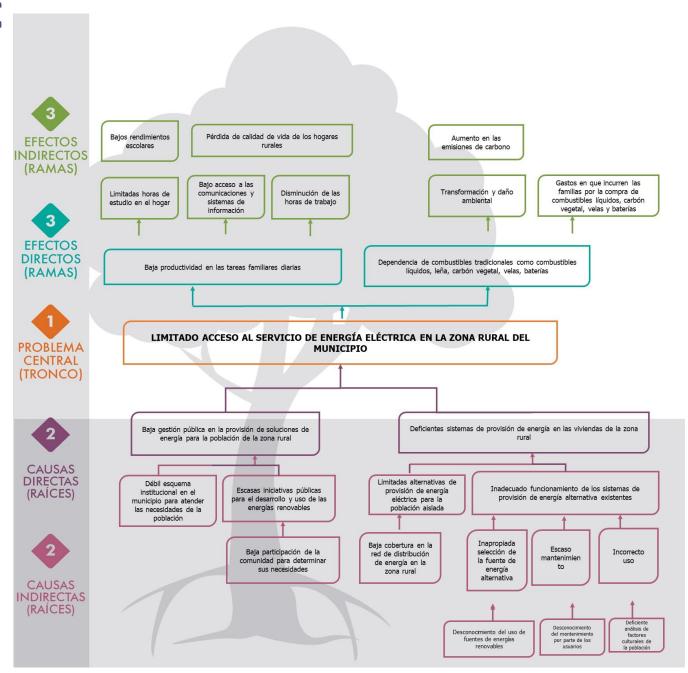


Ilustración 1 Árbol de problemas

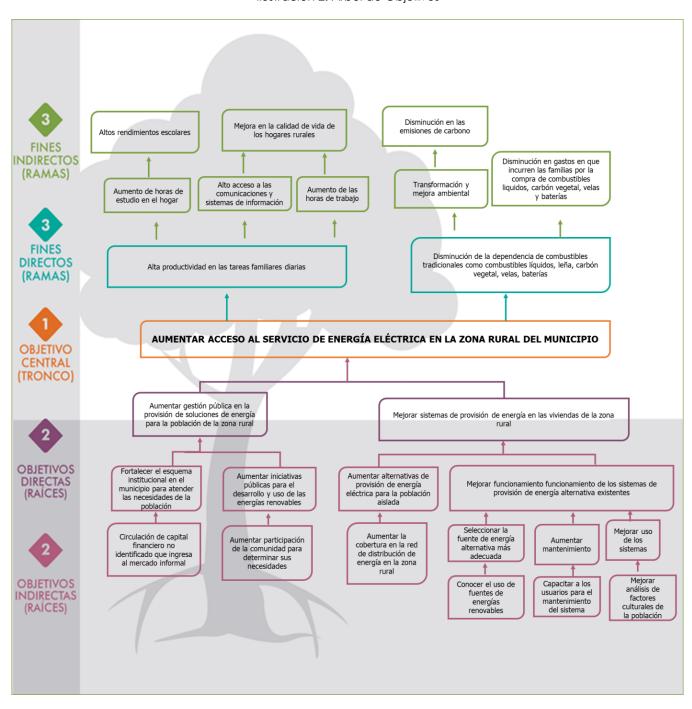
Fuente: Elaboración propia, DNP- Ministerio de Minas y Energía

En este orden de ideas, el proyecto a implementar buscará aumentar el acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio. Para lograr este incremento, el proyecto a implementar plantea aumentar la gestión pública en la provisión de soluciones de energía para la población de la zona rural y mejorar el sistema de provisión de energía en las viviendas de la zona rural. Para ello considera las siguientes acciones:



- Fortalecer el esquema institucional en el municipio para atender las necesidades de la población
- Aumentar iniciativas públicas para el desarrollo y uso de las energías renovables.
- Aumentar alternativas de provisión de energía eléctrica para la población aislada
- Mejorar funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes

Ilustración 2: Árbol de Objetivos



Fuente: Elaboración propia, DNP-Ministerio de Minas y Energía



La utilización de este Proyecto tipo debe justificarse a partir de las necesidades propias de cada entidad territorial. En este sentido, los formuladores de proyectos no están exentos de llevar a cabo un proceso comprehensivo y serio de diagnóstico y planeación que permita demostrar que la solución estándar aquí planteada es la idónea para atender su problemática y situación actual específica.

Bajo este entendido, este proyecto tipo pretende atender los objetivos planteados mediante la Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas para unas condiciones de servicio máximas.

2.1 Análisis de alternativas

Es importante tener en cuenta que existen otras alternativas de solución que no serán abordadas en este proyecto, por ejemplo, proyectos de instalación de microcentrales hidroeléctricas, soluciones híbridas, sistemas fotovoltaicos a partir de nuevas tecnologías y tipos de sistemas que varían en costos de inversión para su puesta en marcha, en su defecto soluciones fotovoltaicas con otras tipificaciones de carga máximas, que también pueden apuntar a atender la problemática planteada: Limitado acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio.

Dentro del marco metodológico de formulación de proyectos, el problema planteado se verá resuelto en su totalidad, una vez se atiendan todas sus causas, por tanto, la implementación de otros proyectos como los ya enunciados podría ser requerida. En el caso de este proyecto tipo, se pretende abordar la problemática atendiendo las dos causas directas asociadas: Aumentar la gestión pública en la provisión de soluciones de energía para la población de la zona rural y mejorar el sistema de provisión de energía en las viviendas de la zona rural. La entidad territorial deberá contar con los estudios y análisis que permitan sustentar esta causa y, por tanto, la necesidad que da lugar a este proyecto.



3. MARCO NORMATIVO



Este **PROYECTO TIPO** está diseñado cumpliendo con todas las normas que le son aplicables, las cuales deben ser consultadas al momento de implementar el proyecto, con el fin de verificar su estricto cumplimiento.

3.1 Normativa General

A manera de información, se presentan a continuación el marco normativo relevante para este PROYECTO DE REFERENCIA TIPO.

En la construcción de proyectos pertenecientes al sector energético, se debe tener en cuenta los lineamientos establecidos por el Ministerio de Minas y Energía, dada su condición de líder del sector y sus entidades adscritas.

El numeral 7.2 del artículo 7° de la **Ley 142 de 1994**, establece que los departamentos apoyarán financiera, técnica y administrativamente a las empresas de servicios públicos que operen en el Departamento o los municipios que hayan asumido la prestación directa.

Igualmente, el numeral 5.1 del artículo 5° de la Ley 142 de 1994, establece que es competencia de los municipios, en cuanto a la prestación de los servicios públicos, asegurar el prestar a sus habitantes, de manera eficiente, los servicios domiciliarios para el caso, energía eléctrica, por empresas de servicios públicos de carácter oficial, privado o mixto, o directamente por la administración central del respectivo municipio.

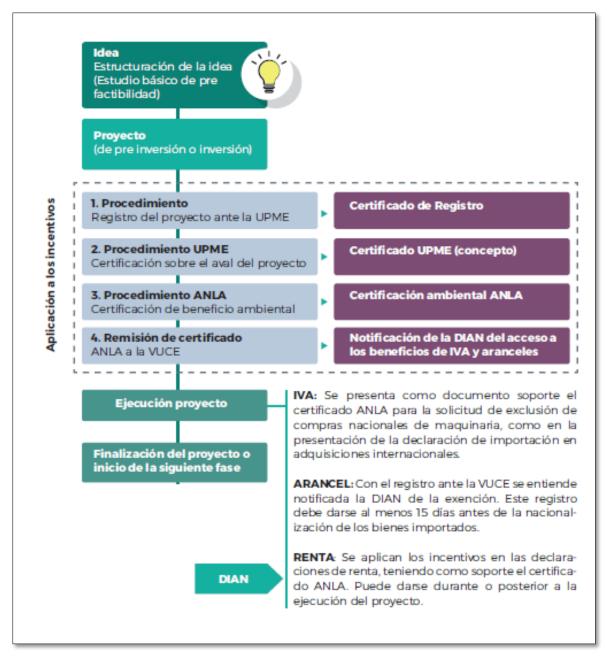
El numeral 2 del artículo 19 de la **Ley 1715 de 2014**, menciona que el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Vivienda y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco de sus funciones, fomentará el aprovechamiento del recurso solar en proyectos de urbanización municipal o distrital, en edificaciones oficiales, en los sectores industrial, residencial y comercial.

También se cuenta con incentivos tributarios que pueden tener estos proyectos que se mencionan en los Art. 11, 12, 13 y 14 de esta Ley (Ver mapa de proceso) y desarrollados a través del **Decreto 2143 de 2015** del Ministerio Minas y Energía, Hacienda y Crédito Público, Comercio, Industria y Turismo y de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El Decreto 1623 de agosto de 2015, establece los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el SIN y en las ZNI, y en el capítulo III relaciona la expansión de la cobertura en ZNI y en zonas aisladas.



Ilustración 3: Etapas del proyecto y la aplicación a los incentivos de la Ley 1715 de 2014



Fuente: Elaboración propia - La Unidad de Planeación Minero-Energética UPME



20

Recursos necesarios para la implementación del proyecto



Teniendo claridad sobre el problema a solucionar y las normas que aplican al proyecto, la siguiente pregunta que debe hacerse es:

¿Mi entidad territorial tiene los recursos necesarios para invertir en la Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas?

Las entidades territoriales cuentan con diversas fuentes de financiación como el Presupuesto General de la Nación (PGN), el Sistema General de Regalías (SGR), el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI), Rentas Propias, entre otros.

Todas estas fuentes deben ser consultadas, identificando los recursos que pueden financiar el proyecto y los requisitos a cumplir para tener acceso a cada una de ellas.

Conozca cuál es el alcance del proyecto y sus objetivos, con el fin de tener una descripción técnica de la solución para hacer un presupuesto de este.

4.1 Etapas de Proyecto

El proyecto cuenta con tres capítulos principales que deben ser financiados:

Pre-inversión: La etapa de preinversión es aquella donde se realizan todos los análisis y
estudios requeridos para definir la problemática e identificar la mejor alternativa de solución,
luego de haber agotado el proceso de evaluación de la factibilidad técnica, legal,
ambiental, económica y social de las opciones analizadas. Dentro de esta etapa se
distinguen tres fases denominadas perfil, prefactibilidad y factibilidad, las cuales pueden ser
aplicables según el grado de complejidad del problema a intervenir.

La diferencia entre las fases mencionadas radica en la precisión o certeza de la información que aportan los estudios que se realizan cada una y con los cuales se reduce la incertidumbre que representa la ejecución del proyecto. En la etapa de preinversión tienen lugar dos actividades: 1) La formulación y la 2) estructuración del proyecto. La primera, cubre aspectos como la identificación de una necesidad u oportunidad, la adecuada caracterización de la problemática, la articulación con los desafíos previstos en los Planes de Desarrollo, el planteamiento de las posibles alternativas de solución y la recomendación de la más adecuada. Por su parte, la estructuración comprende un conjunto de actividades y estudios de orden técnico, financiero, ambiental, social y legal que deben realizarse para definir el esquema más eficiente de ejecución de los recursos y dar inicio a la inversión con



el menor margen de error posible, para así reducir los niveles de incertidumbre y los riesgos potenciales en diferentes aspectos⁴.

Este proyecto tipo define aspectos técnicos requeridos para su implementación, genera un ahorro mayor al 70% en los costos correspondientes a preinversión.

Inversión: Superada la etapa de preinversión, podrá continuar el ciclo de vida del proyecto
y dar paso a las etapas de inversión y operación. Estas dos etapas se distinguen de las demás
porque en ellas se ejecutan las actividades propias del proyecto y se produce la entrega de
los bienes y/o servicios contemplados para atender las necesidades sociales que le dieron
al proyecto de inversión.

En la etapa de inversión se ejecutan todas las actividades que fueron planeadas para cumplir con el alcance y los objetivos propuestos en la formulación del proyecto, las cuales comprenden entre otros aspectos: La realización de trámites y la obtención de permisos requeridos, la contratación de proveedores para el suministro de los insumos, la administración de personal, equipos y materiales, la coordinación con los diferentes actores vinculados al proyecto, el control del presupuesto, el cronograma y otras acciones de gerencia del mismo⁵.

El valor total de la ejecución del proyecto depende de variables particulares para la Entidad Territorial (e.g. número de beneficiarios definidos para el proyecto, costos de transporte de materiales y equipos, TRM para la adquisición de insumos), por tanto, le corresponde a la Entidad Territorial identificar los valores unitarios mediante un estudio de mercado construido a partir su análisis particular.

• Operación y mantenimiento: La etapa de operación comprende el período de tiempo en que el proyecto entra en funcionamiento y por ende se generan los beneficios estimados en la población, según los objetivos establecidos. Dentro del horizonte de evaluación del proyecto definido en la etapa de preinversión, es fundamental contemplar la sostenibilidad para la operación y el mantenimiento de los bienes y/o servicios entregados por el mismo, no solamente porque se desvirtúan los resultados obtenidos en el proceso de evaluación ex ante en la medida que no se incluyen los costos asociados con las actividades requeridas para cumplir con este propósito, sino porque se pone en riesgo el cierre financiero del proyecto y por tanto el cumplimiento de sus objetivos⁶.

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/Teoria%20de%20Proyectos.pdf.



⁴ Departamento Nacional de Planeación (2018). DOCUMENTO GUÍA DEL MÓDULO DE CAPACITACIÓN VIRTUAL EN TEORÍA DE PROYECTOS. Colombia: Recuperado de

⁵ IBÍDEM

⁶ IBÍDEM

22

Condiciones para implementar el proyecto



Para el uso e implementación de este **PROYECTO TIPO**, la entidad debe verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones de entrada:

Tabla 1. Criterios para la implementación del modelo de diseño

Aspecto	Descripción	Requisito
Ubicación	Zona no interconectada o aislada	Se deberá verificar que no se encuentre en planes de interconexión de la empresa prestadora del servicio en los próximos 5 años. ⁷
Dispersión	Distancia entre los hogares a atender	Se debe verificar mediante georreferenciación el nivel de concentración de las viviendas
Usuarios	Número Viviendas mínimas para ejecución del proyecto	El proyecto no exige un número mínimo de usuarios sin servicio. Este dependerá del cierre financiero del proyecto.
Demanda máxima de consumo	40 – kW-h/Mes	La demanda de servicio se proyecta para un máximo de consumo en diferentes elementos eléctricos como: Lámpara LED, Licuadora, Nevera, Toma multipropósito, Radio AM/FM, TV Led, Cargador de Celular. Ver tabla 2 carga tipo.

Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

5.1 Cumplimiento de condiciones.

Para la implementación del **PROYECTO TIPO**, la entidad territorial debe tener en cuenta las siguientes consideraciones que permitan identificar la justificación de esta inversión.

De la primera etapa se podrá obtener información que permitirá conocer el cumplimiento de las condiciones de entrada del **PROYECTO TIPO**; las etapas siguientes, pretenden informar el procedimiento que deberá realizarse en la contratación, ejecución, seguimiento y monitoreo

⁷ En caso de contemplar la adquisición del predio con recursos del Sistema General de Regalías, se debe cumplir con los requerimientos establecidos en el Acuerdo Único para tal fin y desarrollar el análisis de las condiciones de implementación para cada alternativa propuesta



del proyecto y serán explicadas en la descripción de la alternativa (Pg. 26).

Etapa de planeación (Preinversión): En esta etapa, la entidad territorial deberá caracterizar las principales variables y aspectos del territorio y del sector energético que determinarán aspectos importantes para la implementación del proyecto; en este sentido, se deben tener en cuenta los siguientes elementos.

5.2 Documento técnico de diagnóstico del proyecto.

Para la presentación del proyecto, la entidad territorial deberá identificar de manera adecuada los potenciales beneficiarios del proyecto, para lo cual se presentan las siguientes recomendaciones:

- i. Identificación del potencial de beneficiarios: La entidad territorial deberá identificar las zonas (veredas, corregimientos o centros poblados rurales) en su territorio que no cuenten con el servicio de energía eléctrica. En este ejercicio podría identificar:
 - **Población localizada** en Zonas No Interconectadas
 - Población localizada en zonas interconectada pero que no hacen parte del plan de expansión de la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica.
 - **Población localizada** en zonas que presenten características geográficas de acceso y de comunicación que generan mayores costos de instalación y conexión de energía convencional comparado con implementación de energías alternativas
- ii. Análisis fuentes de información secundaria: En relación con la población potencialmente beneficiada la entidad territorial debe verificar diferentes fuentes de información para constatar aspectos como:
 - Instrumentos de Planeación: Constatar en los diferentes instrumentos como Plan de Ordenamiento territorial, Catastro municipal o en el Plan de Desarrollo municipal, información relevante sobre los usuarios como: grupos étnicos, territorios colectivos, resguardos indígenas, zonas de reserva ambiental, zona de reserva forestal o zonas de reserva campesinas, entre otros, y llevar a cabo el análisis relacionado con los potenciales beneficiaros del proyecto.
 - Información estadística sobre beneficios: Validar si la población potencialmente identificada ha sido objeto del beneficio de instalación de energías alternativas, dicha información podrá consultarse en el DANE, Sisbén, bases de datos históricas de la secretaria de planeación municipal o departamental (si existe), consultar con el ministerio de Minas y Energía IPSE, organizaciones no gubernamentales que operen en la región o con la empresa prestadora del servicio (si aplica).

Igualmente, la entidad debe constatar que dichos beneficiaros no estén identificados en proyectos estructurados y en proceso de financiación, o proyectos aprobados en curso de contratación o en ejecución.



iii. Socialización con las comunidades potenciales: Realizadas las actividades anteriores, la entidad cuenta con un grupo de potenciales beneficiarios debidamente identificados. Para estos, se sugiere llevar a cabo reuniones de socialización informando la propuesta del proyecto, las características y alcance del mismo, los posibles beneficios y la necesidad de ejecutar encuestas puerta a puerta de caracterización en los términos que la entidad defina.

Encuesta de caracterización: En los términos que defina la entidad territorial, el equipo de profesionales deberá desplazarse a cada vivienda y entrevistar puerta a puerta a los beneficiarios del proyecto con el propósito de identificar:

- Demanda del servicio
- Capacidad de pago
- Condiciones de carga
- Georreferenciación
- Registro fotográfico
- Información relevante para el proyecto

Para la realización de las encuestas, el IPSE presenta un formato el cual puede consultarse en la página web: http://www.ipse.gov.co/component/phocadownload/category/343-encuesta-socioeconomica-cultural-y-ambiental-por-vivienda-zni

- iv. Procesamiento de información: De la información obtenida en campo, se realizará el análisis para determinar aspectos como:
 - Listado de usuarios viables para incluir dentro de la solución planteada, debidamente georreferenciados en coordenadas formato Magna Sirga WGS84.
 - Descripción de los criterios de priorización que permitieron la selección de las zonas, veredas y/o localidades beneficiadas.
 - Caracterización socioeconómica de las comunidades.
 - Caracterización ambiental de las zonas donde se desarrollará el proyecto.
 - Determinación a partir de información secundaria, del potencial energético en las zonas donde se implementarán los proyectos (Análisis de Alternativas).
 - Identificación de necesidades energéticas y cálculo de demanda.
- v. Análisis de alternativas: con la recopilación de toda la información, la entidad deberá realizar los análisis técnicos, administrativos y financieros correspondientes para determinar las posibles alternativas de solución.

vi. Sostenibilidad del proyecto:

Para abordar el tema de sostenibilidad se debe tener en cuenta que este aspecto comprende cuatro dimensiones, la económica, la ambiental, la social, y la tecnológica, las cuales se detallan a continuación:



- Sostenibilidad económica: Busca que el proyecto sea diseñado en forma tal que se garantice su rentabilidad financiera y económica. Que los ingresos de los proyectos perduren en el tiempo.
- Sostenibilidad ambiental: Busca que los proyectos sean estructurados y diseñados en forma tal que el impacto sobre el medio ambiente sea mínimo, favoreciendo el uso de fuentes locales, preferiblemente renovables, que promuevan el re-uso de los desperdicios, que comprendan medidas de mitigación adecuadas, y que no afecte el entorno socioeconómico de la región en forma negativa, forzando el traslado de habitantes o deteriorando la calidad del entorno ambiental de los mismos.
- Sostenibilidad social: Busca que a través de la implantación de los proyectos se mejoren las condiciones económicas y sociales en la región, que favorezca la inclusión de la población local en el desarrollo y operación de los proyectos, que se garanticen los ingresos que permitan que los usuarios puedan acceder a la energía.
 - Que se favorezcan esquemas comunitarios o empresas locales en las cuales los entes territoriales y/o los residentes participen en forma activa en los proyectos.
- Sostenibilidad tecnológica: Busca que el proyecto use tecnologías compatibles con el entorno social y económico, que las tecnologías sean probadas y eficientes, que la operación pueda ser realizada con la capacitación adecuada del recurso humano local.

5.3 Evaluación de cumplimiento de condiciones de implementación

Si se cumple con las condiciones mencionadas en este capítulo, el proyecto debe ser adaptado a la realidad particular de su entidad territorial, partiendo del análisis diagnóstico que permitirá determinar las condiciones y requerimientos del Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas, de acuerdo con las verdaderas necesidades del contexto.

En el caso de que este proyecto tipo definitivamente no se adecue a las condiciones de su entidad territorial, pero la problemática puede abordarse con una solución similar, le presentamos a continuación un resumen de las actividades y lo invitamos a tomar en cuenta los lineamientos de este documento.



6. Alternativa propuesta



Para contribuir a revertir la situación del limitado acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio, se propone la implementación de un sistema solar fotovoltaico individual aislado, como solución individual para un hogar rural con un consumo de aproximadamente 40 kWh/mes, y la presentación de todos los elementos necesarios para el análisis del esquema sostenibilidad del proyecto. A continuación, se desarrolla cada aspecto:

6.1 Configuración típica de un sistema solar fotovoltaico:

A continuación, se desarrollan las características del sistema propuesto, el cual consiste en:

Consumo AC: 40 kWh/mesBaterías: 3.650 ciclos o más

Profundidad de descarga: 70% DOD

Vida útil: 10 años

Horas de servicios: 24 horas de autonomía

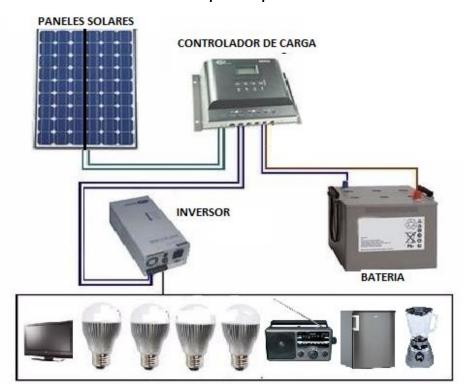


Ilustración 4: Esquema típico fotovoltaico





Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

6.2 Descripción de cargas tipo.

El proyecto tipo contempla que cada unidad habitacional tiene un consumo máximo de 40kWh/mes, con un día de autonomía; a continuación, se desagregan las cargas tipo según los equipos a considerar en cada unidad habitacional.

Tabla 2: Carga tipo

CARGAS TIPO					
Equipo	Potencia Equipo [Vatios)	Cantidad Equipos	Potencia Total Nominal [Vatios]	Horas diarias de Uso	Subtotal Energía Diaria (W-h/día)
Lámpara LED	9	4	36	5,0	180
Licuadora	450	1	450	0,1	45
Nevera	70	1	70	8,0	560
Toma multipropósito	30	2	60	2,0	120
Radio AM/FM	25	1	25	4,0	100
TV Led	70	1	70	4,0	280
Cargador de celular	5	1	5	4,0	20
Potencia Simultánea de Equipos			716	W-h/día	1.305
				kW-h/Mes	40

Fuente: Elaboración Propia Ministerio de Minas y Energía.

6.3 Preparación de la alternativa.

Los estudios necesarios para identificar si cumple con los criterios mencionados en la tabla anterior son:

a. Ubicación de predio para cada solución individual: Consiste en ubicar el predio destinado para la construcción identificando el área (m2). Asegurar que el predio no cuenta con servicio de energía eléctrica ni se encuentra en los planes de interconexión



al Sistema Interconectado Nacional - SIN o a los sistemas de distribución local SDL en los próximos 5 años. Esto debe corroborarse con el prestador del servicio de energía eléctrica. Téngase en cuenta las recomendaciones del capítulo <u>4.</u> Recursos necesarios para la implementación del proyecto.

- b. Dispersión: Se debe georreferenciar la ubicación de cada hogar que se va a beneficiar del proyecto de tal manera que pueda verificarse que son usuarios dispersos y no concentrados o agrupados (Mapa de georreferenciación o coordenadas de los hogares). En caso de estar concentrados se debe evaluar con alternativas de parques solares centralizados con red de alimentación, a fin de establecer si es más económica este tipo de soluciones.
- c. Cuantificar el total de usuarios que serán atendidos por el proyecto: No hay un número mínimo de usuarios requeridos para presentar el proyecto, sin embargo, la entidad postulante deberá constatar que dichos usuarios no hayan sido objeto de beneficio de este tipo de alternativas bajo otras fuentes de financiación. Es importante precisar que el Ministerio de Minas y Energía y el Departamento Nacional de Planeación a través de la Dirección del Sistema General de Regalías realizarán las validaciones correspondientes sobre los usuarios objeto del proyecto a presentar.

6.4 Especificaciones Generales

Este documento complementa las especificaciones y presupuesto como una referencia del sistema a instalar. En todos los casos los Análisis de Precios Unitarios (APU) deben incluir los rendimientos de las actividades, cubrir los costos de materiales y sus desperdicios comunes, mano de obra, prestaciones sociales, impuestos, tasas y contribuciones decretados por el gobierno nacional, departamental o municipal, permisos, licencias, herramientas, maquinaria o equipos, transportes de materiales, regalías, obras temporales, obra falsa (formaletas), servidumbres y todos los demás gastos inherentes al cumplimiento del contrato, incluso los gastos de administración imprevistos y utilidades del constructor.

De igual forma, desde la orden de iniciación y entrega de la zona de las obras al contratista y hasta la entrega definitiva de las obras a la entidad territorial, el contratista está en la obligación de señalizar las áreas correspondientes a lo contratado como prevención de riesgos a los usuarios y personal que trabajará en la obra, de acuerdo con las especificaciones vigentes sobre la materia.

El constructor deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las mismas y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.



La entidad contratante se debe reservar el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del contratista, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato. Los equipos a instalar deberán cumplir con los estándares mínimos de calidad y certificación para garantizar la perdurabilidad de los mismos enunciados en la descripción de equipos.

Para los equipos se debe tener el certificado de conformidad en la cual se establezca el cumplimiento de las normas técnicas oficiales obligatorias colombianas, así como el cumplimiento de los reglamentos técnicos pertinentes.

a. Paneles solares

Equipo formado por un conjunto de celdas solares incorporadas a un panel, cuyo propósito es convertir directamente en electricidad los fotones que provienen de la luz del sol. La producción de energía depende de la irradiación (nivel de iluminación), de modo que, cuanto más sea la luz captada, mayor será la producción de energía a través de este panel de celdas.

Especificación:

Se propone la utilización de paneles solares policristalinos o monocristalinos, cumpliendo en general con las especificaciones contempladas en las Normas IEC 61215 Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules - Design Qualification and Type Approval, para módulos fotovoltaicos terrestres de silicio cristalino, 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 Norma NTC 2883:2006 Módulos Fotovoltaicos (Fv) de Silicio Cristalino para Aplicación Terrestre. Calificación del Diseño y Aprobación de Tipo

La normatividad aplicable para este tipo es la norma NTC 2883 de 2006, en adición con la Guía Técnica Colombiana GTC 114.

b. Baterías

Equipo requerido para realizar el almacenamiento de energía solar producido por los paneles y contar con esta reserva de esta energía almacenada en los periodos que no se tenga la adecuada disponibilidad de esta. La capacidad de reserva de las baterías se define como la autonomía del sistema y se ha propuesto de un día de consumo. Los bancos de baterías en sistemas fotovoltaicos deben estar diseñados para para operar en ciclos de descarga profunda y que requieran bajo mantenimiento.



Especificación: Se debe cumplir la Norma IEC 61427-1: Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application y IEC 61427-2: Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 2: On-grid applications; las cuales si cubren en su totalidad las baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos. La NTC 5287 de 2009 sobre Celdas secundarias y baterías para sistemas solares fotovoltaicos.

Los tipos de baterías requerido deben ser del tipo sellada de ciclo profundo, de 3.650 ciclos o más, libres de mantenimiento, y cuya vida útil sea mínimo de 10 años lo que debe reflejarse en el esquema de sostenibilidad del proyecto.

c. Controlador de Carga

Dispositivo encargado de controlar el estado de carga de las baterías, así como de regular la intensidad de alimentación con el fin de alargar la vida útil de las baterías. Controla la entrada de corriente proveniente de los paneles solares y evita que se produzcan sobrecargas y sobredescargas profundas en las baterías.

Especificación. Debe ser del tipo MPPT (Maximum Power Point Tracker) con el fin de obtener la máxima transferencia de potencia de los paneles durante el mayor tiempo posible.

Debe poseer las protecciones eléctricas necesarias para los casos de sobrecarga, cortocircuito, advertencia de alto voltaje, polaridad inversa, alta temperatura, corriente nocturna inversa.

La normatividad aplicable corresponde a las Normas IEC 62109-1:2010 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements, NTC2183: 2014 Artefactos electrodomésticos y similares. Seguridad. Parte 1: Requisitos Generales, adoptada de la norma IEC 60335-1:2010 Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements, incluida su Adenda 1:2013., NTC6016: 2013 Controladores de carga de batería para instalaciones fotovoltaicas. Comportamiento y rendimiento, adoptada de la norma IEC 62509:2010 Battery charge controllers for photovoltaic systems - Performance and functioning. • IEC 60730-2-11:2006, "Automatic electrical controls for household and similar use - Part 2-11: Particular requirements for energy regulators", adoptada bajo la NTC 5818 "Dispositivos de control eléctrico automático para uso doméstico y análogo. Requisitos particulares para reguladores de energía • IEC 61683-2001 Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency, adaptada bajo la NTC5759, 2010 sobre Sistemas Fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Función de control de carga. Ajustes de desconexión y reconexión a bajo voltaje:



- Protecciones eléctricas
- Recuperación automática sin fusibles
- Aportación solar: sobrecarga, cortocircuito, advertencia de alto voltaje, polaridad inversa, alta temperatura, corriente nocturna inversa
- Gasto de carga: sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje, polaridad inversa
- Batería: polaridad inversa (sin retirar la batería)

Carga de la batería:

- Carga: debe ser la adecuada para baterías de 3.650 ciclos o más
- Compensación de temperatura
- Poseer puertos de comunicaciones

d. Inversor

Equipo encargado de transformar el voltaje de las baterías que corresponde a corriente continua a corriente alterna requerida para el funcionamiento de la mayoría de los aparatos eléctricos de un hogar como televisores, neveras, luminarias, etc.

Especificación: El inversor debe tener la salida de corriente alterna en forma, sinusoidal de onda pura, cumpliendo lo siguiente:

- Incorporar encendido y desconexión automática cuando no se esté empleando ningún equipo de corriente alterna.
- Tensión DC de entrada: 12 Vdc, 24 Vdc o 48Vdc Rango variable.
- Eficiencia mínima del 90% o superior a potencia nominal Garantía mínima: 2 años
- Potencia nominal continua de salida de 1.000 w a 25°C.
- No debe producir interferencias en la recepción de radiofrecuencias (AM, FM y TV), para lo cual debe cumplir con las directivas compatibilidad electromagnética según norma IEC y sus respectivas homologaciones.
- Debe resistir, sin dañarse, una corriente a la salida 25% superior a la corriente nominal de operación.
- Contar con protección contra descarga del banco de baterías. Es decir, el inversor debe ser capaz de desconectar los consumos al detectar un bajo nivel de tensión o



bajo estado de carga del banco (alrededor de 30%). La reconexión de consumos debe configurarse para cuando se alcance al menos 70%.

Funciones de protección mínimas del inversor. Debe contar, como mínimo, con los siguientes sistemas de protección:

- Contra sobre carga o cortocircuito a la salida.
- Contra sobre temperatura.
- Contra niveles de tensión fuera del rango de operación del banco de baterías.
- Contar con modo de operación "Stand By" o equivalente (búsqueda, ahorro), durante el cual, el inversor consumirá el mínimo posible, al no detectar cargas conectadas. Este consumo debe ser igual o menor a 20W.
- Eficiencia superior al 90% en su punto óptimo de operación.
- Como mínimo, grado de protección IP21, según las normas IEC 60529 o DIN 40050.
- Contar con interruptor de encendido y apagado para dejar al inversor fuera de operación cuando no se requiera su utilización por tiempos prolongados.
- La normatividad aplicable corresponde a las Normas 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 ≤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.

e. Soportes Paneles Solares

Se requiere la instalación de una plataforma elevada con una altura entre 2 a 3 metros a fin de instalar los paneles. Para su elevación se podrá instalar un soporte tipo celosía o tipo poste y tendrá las dimensiones adecuadas según el peso de paneles y los esfuerzos dinámicos del viento que va a soportar. Esta estructura podrá ser de aluminio, acero galvanizado o con tratamiento ante agentes corrosivos, también puede ser en madera



tratada o fibra de vidrio. Cuando se habla de tipo poste, éste podrá tener un diámetro aproximado de 4 pulgadas.

La excavación para el soporte de la estructura tendrá la profundidad adecuada, según la cantidad de paneles a instalar, la dureza del terreno y las corrientes de viento, podrá variar entre una profundidad u otra, una profundidad media para instalar dos paneles está entorno de 60 cm a 80 cm.

No obstante lo anterior, se aporta la siguiente información para que la entidad territorial calcule la cimentación del poste teniendo en cuenta las características de la estructura a desarrollar. A continuación, se relacionan valores indicativos de capacidades portantes admisibles máximas, que corresponden a capacidades portantes promedio de diferentes tipos de suelo a una profundidad de desplante de 1,0 metro. Estos valores pueden ser usados como verificación a observaciones de campo, que sirvan como insumo para obtener datos aproximados de capacidad portante, insumo preponderante para el cálculo de su cimentación.

Ilustración 5: Capacidades portantes admisibles máximas permitidas

	Capacidad portante
Suelo	q_a ,
	kPa(kN/m²)
Suelo aluvial	≤ 50
Arcilla blanda	75
Arcilla firme	100
Arena húmeda	125
Arena y arcilla mezcladas	150
Arena fina seca (compacta)	200
Arcilla dura	250
Arena gruesa seca (compacta)	300
Arena y grava mezcladas (compacta)	350
Grava (compacta)	400
Roca blanda	600
Lutita o pizarra dura	800
Roca media	1000
Roca dura	1500

Fuente: AIS 114-17 1.

f. Cableado y Protecciones:

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura y prevengan los cortos que generen altas corrientes anormales. Por esta razón, los dispositivos de protección de sobre corriente deben aislar tales fallas en el



punto adecuado y con seguridad para minimizar el daño en circuitos y equipos, además de minimizar las molestias a los usuarios. Para el sistema se proponen las siguientes especificaciones:

Tabla 3: Especificaciones Sistema de protección

	Descripción	Especificación		
1	En Módulos Fotovoltaicos [Cable solar a THWN]			
	Cable cobre tipo solar THWN	N°10 AWG		
	Fusible	1x30 A		
2	Entre Modulo Fotovolticos y el controlador MPPT			
	Cable cobre aislado THWN	N°6 AWG		
	Interruptor termomagnetico DC	1x 40 A		
3	Entre el controlador MPPT y Bateria			
	Cable cobre aislado THWN	N°8 AWG		
	Interruptor termomagnetico DC	1 X 40 A		
4 Entre Batería y el Inversor				
	Cable cobre aislado THWN	N°8 AWG		
	Interruptor termomagnetico DC	1X 4 0A		
5	Entre el inversor y Tablero AC			
	Cable cobre aislado THWN	N°10 AWG		
	Interruptor termomagnetico AC	1 x 20 A		
6	Circuitos instalaciones internas			
	Cable cobre aislado THWN	N°12 AWG		
	Interruptor termomagnetico AC	1x15 A		

g. Monitoreo y medición.

Para la medición y monitoreo se proyecta un medidor prepago monofásico bifilar 120V - 80A incluye caja para medidor y protección eléctrica para su correcta instalación. Adicionalmente, debe contener el certificado de calibración vigente por un órgano acredito a nivel nacional y la plataforma (Software) gestión de medición de energía prepago, con licencia, esquema off line para adquisición de energía desde zonas no interconectadas. Este debe incluir los equipos, accesorios y capacitación de manejo de software necesarios para su correcto funcionamiento.



h. Instalaciones internas.

En razón a la integralidad del proyecto, es importante que se disponga de la financiación de las instalaciones internas ya que es necesario contar con un sistema eléctrico seguro al interior de la vivienda. De esta forma es necesario realizar un esquema tipo de instalación en el cual deben incluirse los siguientes elementos: Un tablero de distribución monofásico con dos interruptores monofásicos. Un circuito para tomas e iluminación y el otro para los equipos y tomas de cocina. El tablero debe cumplir con las disposiciones de la Norma ICONTEC 2050 y del RETIE entre las cuales se encuentran: apoyo firme, nivelado, cableado, uso del código de colores para diferenciar el conductor de fase con los de neutro y tierra y deberá ser accesible, siempre garantizando las distancias mínimas y las atura de instalación de estos equipos eléctricos.

El tablero será alimentado desde el medidor a través de cable encauchetado 3 X 12 y tubería FMT.

Toda la tubería dispuesta para las salidas eléctricas deberá ser en tubería tipo EMT, cumpliendo las exigencias del RETIE, en general así:

- Las tomas deben instalarse a una altura mínima de 30 cms
- El calibre de los tomacorrientes debe ser en calibre No 12 AWG
- El calibre de las salidas de alumbrado debe ser en No 14 AWG
- Todas las cajas metálicas deben estar sólidamente aterrizadas
- Cada circuito debe tener su línea de neutro y de tierra independiente.

Las cantidades de salidas de alumbrado son cuatro y tres tomacorrientes.

6.5 Esquema de sostenibilidad del proyecto

La sostenibilidad del proyecto "tipo" solar fotovoltaico debe garantizar el funcionamiento en el tiempo como mínimo de 10 años en consideración de la vida útil de las baterías, para ello las entidades además de analizar todo el componente técnico, deben incluir un modelo de negocio que garanticen la sostenibilidad del proyecto.

6.5.1 Medidas para garantizar la sostenibilidad

Ahora que se tiene un primer vistazo de la sostenibilidad, es necesario ahondar en las medidas necesarias para garantizarla, entre las cuales se pueden encontrar:



- **a. Sostenibilidad tecnológica**: Que los equipos a instalar, paneles, reguladores, inversores y baterías, se encuentren certificados homologados nacionalmente y que los instale empresas y/o profesionales competentes, con experiencia en este tipo de sistemas.
- b. Sostenibilidad social: Que a la comunidad se le socialice el tipo de solución energética que se va a brindar y esta manifieste que está de acuerdo con la misma, más aún que la necesidad sea manifestada por la propia comunidad, para garantizar durante la ejecución y operación del proyecto la participación de la misma y hacer que se apropien de la solución que se les brindará.
- c. Sostenibilidad ambiental: Que se establezca un procedimiento planificado de disposición final de las baterías con el objetivo de minimizar el impacto medio- ambiental del proyecto. Como las baterías son reciclables se plantea que con la entrega y disposición de las baterías desechadas se reconozca parte del pago de las nuevas.
- d. Sostenibilidad económica: Que se establezca con el operador del servicio, las responsabilidades de la operación del Sistema, basado en una estructura de costos e ingresos operativos, que incluirá unos niveles mínimos de servicio y que se cuenten con sistemas de recaudo y tarifas adaptados a la capacidad y voluntad de pago de los usuarios, verificando la posibilidad de obtener beneficios adicionales basados en los subsidios de acuerdo con la regulación vigente. De igual manera debe planearse como disponer de los recursos para los repuestos requeridos para el tiempo designado como horizonte de evaluación y que los mismos no se conviertan en una carga para el usuario.

6.5.2 Prestador del servicio.

Siempre debe existir un prestador del servicio, no es suficiente con solo instalar las soluciones, considerando que se requiere un mantenimiento periódico, en caso de fallas, realizar reposiciones, una atención a las quejas y reclamos de los usuarios, facturación y posterior cobro, entre otros. Para todos los efectos el prestador del servicio deberá estar inscrito ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios que se encargará de su supervisión.

Igualmente, es necesario establecer procedimientos, normas, estándares y definición de responsabilidades entre los distintos actores del país para la gestión, administración, operación y mantenimiento de los sistemas; en relación con el seguimiento, se deben considerar recursos que permitan realizar un seguimiento a los indicadores de resultado del proyecto, basados en una georreferenciación.



Básicamente, la administración, operación y mantenimiento se debe realizar con recursos obtenidos de una tarifa mensual que se obtenga por el servicio de energía solar de los equipos instalados por el Gobierno Nacional y los subsidios de ley entregados a la población beneficiada de acuerdo con la normativa al respecto, y con los cuales se pueda cubrir los siguientes costos una vez el sistema sea entregado a cada uno de los usuarios:

- Mantenimiento y limpieza, según la frecuencia recomendada por el constructor del panel solar.
- Mantenimiento y limpieza de los equipos como son inversor, regulador, gabinete y banco de baterías.
- Revisión del funcionamiento de los equipos a cada uno de los usuarios, con el fin de llevar una bitácora de las novedades sucedidas a cada uno de los sistemas y sus correspondientes usuarios.

Debe tenerse en cuenta que, con el fin de gestionar el servicio, debe incluirse un sistema de medición, monitoreo y/o gestión del servicio, que permita hacer seguimiento al sistema, conocer su consumo, cortes, saturación del sistema, igualmente que permita realizar recargas (sistema prepago) y cortes por falta de pago o mal uso, de igual forma la prestación del servicio de energía eléctrica, es supervisada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

6.5.3 Escenarios de prestación del servicio

Entre los principales objetivos y metas del gobierno nacional se encuentra proporcionar la energía eléctrica a 100 mil nuevos usuarios con recursos públicos en el cuatrienio 2018-2022, razón por la cual el presente proyecto de referencia tipo, basado en energía solar fotovoltaica, contribuirá enormemente a conseguir dicha meta, impulsando y gestionando desde el Estado mecanismos y oportunidades para cumplimiento de las metas institucionales con enfoque social.

Para la prestación del servicio, cualquiera de estas tres (3) organizaciones (Entidad Territorial, Comunidad Organizada y Operador de Red), que decida llevar a cabo el proyecto y posteriormente operarlo, deberá cumplir todas las condiciones establecidas para adelantar la Administración, Operación y Mantenimiento del proyecto y las que sean vigentes en su momento, según lo disponga la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios - SSPD.

Se identifica una mayor conveniencia en que sean los operadores de red o empresas de servicios públicos, quienes operen el proyecto.



A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de los actores.

Entidad Territorial: Las entidades territoriales son las llamadas a participar activamente en la determinación de qué usuarios son candidatos para hacer parte de las comunidades que serán beneficiadas con los proyectos tipo que darán solución a las necesidades energéticas a que todos tenemos derecho. Entonces las alcaldías municipales dispondrán de los recursos para formular las necesidades de una comunidad en particular y con base en criterios específicos esbozarán en la presentación del proyecto tipo, sus necesidades y qué usuarios requieren, con argumentación técnica y social, para dar una solución con la instalación de celdas solares en Zonas no Interconectadas, incluyendo la evaluación económica de la fase operativa, para realizar la Administración Operación y el Mantenimiento de la infraestructura construida, a través de una empresa de servicios públicos de la municipalidad.

Comunidad organizada – E.S.P.: En concordancia con el Articulo 18 de la Ley 142 de 1994, se establece la posibilidad de desarrollar la operación del proyecto a través de la comunidad para lo cual se debe concretar la preservación y el sostenimiento de la producción del proyecto. De esta forma debe realizar la evaluación económica de la fase operativa, para realizar la Administración Operación y el Mantenimiento de la infraestructura construida y establecer su sostenibilidad efectiva a mediano y largo plazo, como operador del sistema. Se sugiere que la comunidad conozca sus integrantes, las condiciones en las que viven, las posibilidades de crecer con los recursos que tienen, pero mejor aún programar dicho crecimiento con metas claras de desarrollo, con expectativas de mejorar su entorno de vida día a día.

Operador de Red: El objetivo de estas empresas es el de prestar un servicio público a una comunidad y velar por el buen funcionamiento, para ello dispondrá del conocimiento de sus técnicos para instruir a la misma comunidad en los cuidados básicos, en la preservación de los equipos, en el mantenimiento técnico y la instrucción necesaria para diagnosticar cualquier anomalía en el caso de requerirse la atención técnica especializada.

6.6 Requisitos generales para la prestación del servicio.

Capacitación técnica: El Sistema debe tener un responsable que permita conservar los equipos y mantenerlos en las mejores condiciones, se sugiere que sea una empresa prestadora de servicio público o un operador de red que se haga responsable del mantenimiento básico del proyecto financiado por el Estado. Para la entrega del sistema solar fotovoltaico a cada uno de los beneficiarios debe tenerse en cuenta que solo será posible una vez exista un responsable por el equipo donde el mismo opere, de



igual manera deberá registrarse su geo - posición y adjuntarse fotos como evidencia del montaje y entrega de los equipos en el lugar, casa y responsable(s), en acta donde se corrobore por parte del usuario la entrega y condiciones de la misma.

Capacitación a toda la comunidad en el uso de Sistemas Solares Aislados: Claramente como parte de la socialización y al momento de entrega de cada uno de los equipos, el acta de entrega y recepción de estos debe incluir la certificación del usuario que previamente tuvo capacitación en el uso de los equipos en mención. Se recomienda disponer en el desarrollo del proyecto de sistemas de medidores pre- pago de manera que se creen incentivos para un consumo adecuado de electricidad, usos productivos de la energía, procedimientos de planificación para la disposición de baterías obsoletas y deterioradas con el objetivo de minimizar el impacto medio - ambiental, y sistemas de medición basados en sistemas georreferenciados para desarrollar los mecanismos de supervisión adecuados de los sistemas que puedan ser utilizados por las responsables correspondiente.

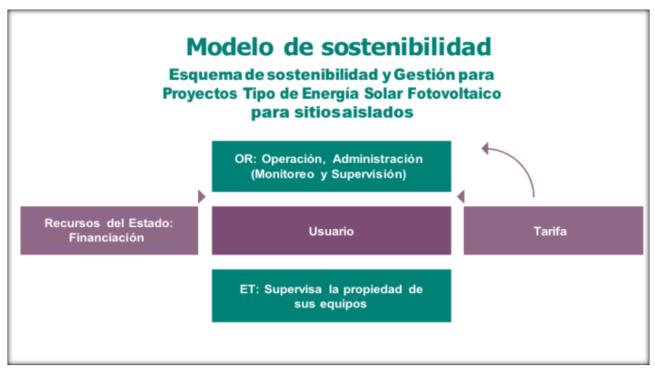
Tarifas: Establecidas para que el prestador del servicio realice el mantenimiento básico de los sistemas (Verificación de consumo, mantenimiento y operación del sistema), la reposición de equipos por falla y se encarga de recolectar los recursos por cada usuario y que contemplan los costos asociados a la visita de un técnico especialista de sistemas solares trimestralmente o según corresponda para realizar labores de mantenimiento y seguimiento que requieren de un conocimiento técnico mayor. Podrá incluir dentro de los ingresos los subsidios al consumo de energía que establezca la reglamentación vigente.

El Sistema debe disponer de un sistema de medición, monitoreo y gestión que apoye las actividades de recaudo, el cual puede disponer de un servicio de prepago para garantizar una cartera mínima y así en lo posible no afectar el sostenimiento general del sistema, disponer de recursos para mantenimiento y eventualidades que se presenten en el sistema (AOM). Este dispositivo encargado de la gestión del sistema (verificación de la carga, energía consumida, daños posibles, gestión de consumos etc.), deberá ir instalado dentro del gabinete con los demás equipos, permitiéndole al usuario administrar el consumo de su energía de diversas maneras, a saber, número de días de servicio, carga en energía o su equivalente en dinero.

Dichas recargas de energía podrán ser adquiridas en centros de acopio, de forma similar a como se recarga el servicio de comunicación celular, ej. a través de una agencia de comercialización ante la empresa prestadora del servicio o los centros autorizados para dicho recaudo.



Tabla 4: Esquema de sostenibilidad para proyectos del Sistema General de Regalías



Fuente: Elaboración propia Ministerio de Minas y Energía

El IPSE y el Ministerio de Minas y Energía, presentan una herramienta para facilitar el análisis financiero de la sostenibilidad de proyectos con sistema solar fotovoltaico individual (SSFVI) en las zonas no interconectadas (ZNI). Ver: **Anexo 4: Formato de modelo de sostenibilidad financiero**, conforme con lo establecido en las Resoluciones Nº 091 de 2007 y la Nº 072 de 2013 de la CREG, donde se establecen los cargos máximos de remuneración de generación, distribución y comercialización para sistemas solares fotovoltaicos individuales (SSFVI) en zonas no interconectadas.

6.7 Proceso constructivo

El proceso constructivo es el conjunto de fases, sucesivas o simultáneas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto; en este caso, la instalación de un sistema fotovoltaico para la producción de electricidad de uso doméstico

- Realizar obras preliminares: Dentro de estas actividades se encuentran aquellas necesarias para empezar la ejecución de la obra, tales como: localización y replanteo, y dependiendo de su tamaño será necesario otras actividades tales como: adecuación del terreno, limpieza, descapote y nivelación del terreno.
- Localización y Replanteo: El estudio de localización tiene como objetivo seleccionar la



ubicación más conveniente para el proyecto, es decir, aquella que, frente a otras opciones posibles, produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y la comunidad.

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.

- Adecuación del terreno: En esta actividad se deberá realizar la preparación del terreno para la adecuación de la zona en donde se llevará a cabo la respectiva instalación de la unidad solar; consiste en limpiar y despejar toda el área de rastrojo, maleza, bosque o pastos. Se debe hacer hincapié que el impacto que tendrá la instalación fotovoltaica será mínimo y podrá seguir su actividad agrícola normalmente, siempre y cuando los nuevos cultivos no generen sombras. En caso de que las sombras producidas por la naturaleza sean inmodificables, habrá que hacer replanteo o nuevo cálculo en el campo de generación fotovoltaico.
- Excavación para soporte y ubicación: La base soporte podrá ser tipo celosía o tipo poste y tendrá las dimensiones adecuadas según el peso de paneles y los esfuerzos dinámicos del viento que va a soportar. Esta estructura podrá ser de aluminio, acero galvanizado o con tratamiento ante agentes corrosivos, también puede ser en madera tratada o fibra de vidrio de vidrio. Cuando se habla de tipo poste, éste podrá tener un diámetro aproximado de 4 pulgadas, según carga a soportar y una altura de 2 a 2,5 m.

La excavación para el soporte de la estructura tendrá la profundidad adecuada, según la cantidad de paneles a instalar, la dureza del terreno y por corrientes de viento, podrá variar entre una profundidad u otra, una profundidad media para instalar dos paneles está entre 60 cm a 80 cm.



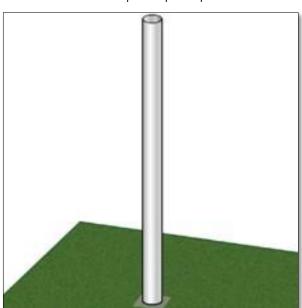


Tabla 5 Soporte para paneles solares

Fuente: Programa de Energía Limpia para Colombia USAID

Vale la pena resaltar que el poste podrá ser circular, cuadrado o cualquier otra geometría que cumpla con la resistividad de cargas portantes y esfuerzos dinámico.

- Instalación paneles solares: Serán las actividades necesarias para ubicar los paneles solares fotovoltaicos en la estructura soporte y se dará la orientación e inclinación necesarias para un buen funcionamiento. La instalación eléctrica deberá cumplir con el RETIE- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y la Norma Técnica Colombiana NTC 2050.
- Instalación celdas solares: En las regiones de Sur América (hemisferio sur), se recomienda que los paneles solares se encuentren dirigidos 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, Santanderes, Antioquia se encuentran en el hemisferio norte, Amazonas se encuentra en el hemisferio sur.

Las coordenadas de latitud indican si se está en el hemisferio norte o sur, así:

Tabla 6: Coordenadas de Latitudes por ubicación.

Ubicación	Latitud
Armenia	04 ° 35′N
Barrancabermeja	07 ° 00′N
Buenaventura	03 ° 53′N"
Florencia	01 ° 36′N



Ubicación	Latitud
Leticia	04°09′S
Puerto Leguízamo	0 ° 12′S"

Fuente: Elaboración propia Ministerio de Minas y energía.

El grado de inclinación de los paneles será la misma que la latitud, en caso de que la latitud sea inferior a diez grados se mantendrá los mismos 10 grados de inclinación para cualquiera de estas latitudes. Por ejemplo, si la instalación está en Barrancas – La Guajira, se instalarán los paneles a una inclinación de 12° con respecto a la horizontal o si la instalación está en Armenia, la instalación se hará a 10° de inclinación y orientados hacia el sur. En todo caso, la instalación de 10° como mínimo es para autolimpieza de los módulos.



Tabla 7 Paneles solares a instalar

Fuente: TIENSOL. Estructuras-elevadas-soporte-con-poste

 Instalar cables y dispositivos de procesamiento de la energía: Dentro de estas actividades se encuentran aquellas necesarias para conectar las celdas solares con los dispositivos que se encargaran de hacer el almacenamiento, control y entrega de la energía en la vivienda.



- Excavación zanja para cables: De acuerdo con la zona, se debe establecer la mejor forma de llevar los cables al gabinete de control de acuerdo con las condiciones del terreno, en general se podrá hacer una zanja que tendrá de ancho 20 cm y de profundo 25 cm. Se utilizará el mismo material excavado para acondicionar el lugar. La instalación se hará con tubos galvanizados y el diámetro será de acuerdo con el RETIE, capacidad máxima de conductores por tubo. Todas las instalaciones deben cumplir con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y el Código eléctrico colombiano NTC 2050.
- Sistema de puesta a tierra: El sistema de puesta a tierra deberá instalarse de acuerdo con las especificaciones técnicas del RETIE. La estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una puesta de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación. Se realizará la debida puesta a tierra del rack o gabinete de las baterías, del gabinete de protecciones, del inversor y de la estructura soporte del generador fotovoltaico, unidos a una misma puesta a tierra para guardar la equipotencialidad de la instalación.
- Instalación y conexión de la batería: 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.

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

Así mismo, en la entrada de corriente continua al inversor, se conectará el polo positivo del 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 personal no autorizado no pueda manipular los aparatos y asegurándose que quede sobre el nivel máximo histórico de inundación.

• Instalación y conexión regulador: El regulador tiene como función fundamental impedir que la batería continúe recibiendo energía del panel solar una vez que ha alcanzado su carga máxima. Si, una vez que se ha alcanzado la carga máxima, se intenta seguir introduciendo energía, se inician procesos en la batería que pueden llegar a ser peligrosos y podrían acortar sensiblemente la vida de la misma. Así mismo, controla la energía que llega del panel solar y regula la energía que sale de la batería para el



funcionamiento de los equipos instalados.

El controlador de carga podrá compartir gabinete con el sistema de protecciones, baterías y el inversor, dependiendo del grado de protección que se requiera y las sugerencias de ventilación.

- Realizar instalaciones internas y conexión de equipos en la vivienda: Para la construcción y montaje se aplicarán las Norma ICONTEC 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 utilizados para la construcción de las instalaciones eléctricas deben tener la respectiva certificación y homologación RETIE de Materiales y esto se debe adjuntar.
- Realizar gestión social: Es el componente correspondiente al envío de personal para determinar las condiciones sociales, logísticas y de seguridad en la zona de interés. La información que se obtiene en esta etapa ayudará a minimizar riesgos y costos por imprevistos.

Compartir información y experiencias de otros proyectos ya en operación, reducirá la curva de aprendizaje de las nuevas comunidades beneficiarias de la solución.

Para el desarrollo de este componente se sugiere a la entidad considerar las recomendaciones del Manual de Usuario, Anexo al presente proyecto.



7. Presupuesto y cronograma

Los valores que le son referenciados aquí tienen como base proyectos ejecutados en el país. No son los valores reales o finales. Puede que las necesidades reales de la entidad territorial no incluyan actividades aquí descritas.

Las actividades que se utilizan para la implementación de un proyecto tipo de celdas solares fotovoltaicas, parte de una carga de consumo aproximado de 40kWh/mes y un día de autonomía con lo cual se ha desarrollado; a continuación, se relacionan las actividades generales:

Tabla 8: Actividades generales del presupuesto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN				
1	Implementación y puesta en funcionamiento de equipos para la operación fotovoltaica				
1.1	Replanteo de obra	UN			
1.2	Suministro e instalación de Módulos solares fotovoltaicos monocristalinos 740Wp (2 paneles de 370 W) cada uno con las siguientes características: η=18,8% +5% condiciones STC. Garantía de producción a 12 años del 90% y del 80% a 25 años, temperatura de trabajo de -40°C +80°C, IEC61205. Certificación de Conformidad de Producto Internacional incluye acometida subterránea desde módulos hasta gabinete	UN			
1.3	Suministro e instalación de estructura de soporte de paneles. Incluye poste galvanizado de 4", altura de 3m, incluye base en ángulo y cimentación en concreto con resistencia mínima de 21MPa				
1.4	Suministro e instalación de Regulador de Carga, 40A/12/24V MPPTSolar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4				
1.5	Suministro e Instalación Batería de ión - litio tipo fosfato de hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 120 Ah - 25,6 VDC -3.650 ciclos hasta el 80% DOD				
1.6	Suministro, transporte e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal de onda pura, potencia de 1000 W, 24 VDC input - 120 VAC output, f=60 Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga	UN			
1.7	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.	UN			
2	Sistema de medición y gestión de energía				
2.1	Medidor prepago monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado. Sistema de gestión de recaudo, Incluye equipos de comunicación offline Nota: este valor de medidor aplica para una cantidad de 1.000 unidades	UN			
2.2	Sistema de puesta a tierra con varilla de cobre 2,4m x 5/8", bajante en alambre desnudo cobre No 2, con terminales en cobre y tratamiento de suelos				

ÍTEM	DESCRIPCIÓN						
3	Instalaciones Internas						
3.1	Instalaciones Internas que incluyan cuatro salidas de alumbrado y tres tomacorrientes. Se considera implementación de hasta 20 metros de tubería EMT de 3/4" y hasta 80 mts de cable AWG12.	GL					

^{*}Estas especificaciones podrán variar dependiendo de las características de cada proyecto Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

7.1 Presupuesto General del proyecto

Los costos presentados en el presupuesto pueden variar acorde con las variaciones del IPC anual, mano de obra, costos de transporte de material y puesta en el sitio donde se desarrolle el proyecto, por lo cual requerirá un ajuste de los mismo:

Tabla 9: Valores de referencia de inversión del proyecto

Objetivo General Proyecto	AUMENTAR	R ACCESO AL SERVICIO	D DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ZONA RURAL	DEL MUNICIPIO
	Produ	ctos		Costo Total
Objetivos específicos	Producto	Unidad de Medida	Actividades	(No incluye costos de Interventoría o supervisión)
			1.2.1Replanteo de Obra Incluye AIU 29%	\$77.030
Mejorar sistemas de provisión de energía en las viviendas de la zona rural	Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas		1.2.2 Realizar la implementación y puesta en funcionamiento de equipos para la operación fotovoltaicas. <i>Incluye AIU 29</i> %	\$ 11.487.486
		Número de Unidades	1.2.3 Instalar el Sistema de medición y gestión de energía. Incluye AIU 29%	\$ 1.151.453
			1.2.4 Construir las Instalaciones Internas. Incluye AIU 29%	\$ 1.101.300
			1.2.5 Interventoría Integral	\$ 1.247.699
			1.2.6 Apoyo a la Supervisión	\$ 138.173
			1.2.7 Realizar Capacitaciones	\$ 38.420
			Valor del producto	\$ 19.248.569
	VALOR TOT	AL DEL PROYECTO: Inv	versión	\$ 19.248.569

Fuente: Elaboración propia, DNP – Ministerio de Minas y Energía – IPSE



7.2 Interventoría y Apoyo a la Supervisión

La interventoría consistirá en el seguimiento integral que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la entidad territorial.

Se tendrá en cuenta los parámetros del compromiso pactado mediante contrato y se revisará que cumpla los estándares técnicos de los equipos, se realizarán las pruebas necesarias y se dejará, al finalizar la construcción, consignados los siguientes datos:

- Tensión en circuito abierto de paneles.
- Tensión en circuito cerrado de paneles.
- Tensión en arreglo de baterías al inicio.
- Corriente de carga en el momento de la medida.
- Corriente de consumo en DC sin elementos conectados de la vivienda.
- Tensión en AC del inversor.
- Corriente de consumo de AC.
- Resistividad de la tierra.
- Diagramas as-built del sistema con sus respectivas protecciones.

Además, se hará inspección visual del estado y posición de los gabinetes y registro fotográfico, así como la recopilación de información de cada uno de los equipos y elementos instalados para realizar la georreferenciación; así como las demás obligaciones que requiera la entidad territorial.

En resumen, la interventoría integral será aquella que sea técnica, administrativa y financiera, se hará de manera presencial a través del personal asignado por el interventor. En esta, se debe ofrecer además de la aplicación de todos los recursos y sistemas utilizados para la ejecución del contrato, objeto de interventoría, la implementación del plan de calidad.

Con el fin de diagramar los procedimientos de las principales actividades que la interventoría debe cumplir durante la obra, estas se califican de la siguiente manera:

- Actividades Técnicas
- Actividades Administrativas y Financieras
- Actividades de Control



49

Las tres (3) actividades anteriores se deben cumplir en sus tres fases durante la ejecución del contrato de obra a intervenir:

- Preliminares e iniciación del contrato
- Desarrollo y ejecución de la obra
- Recibo y liquidación de la Obra

La Supervisión, es el seguimiento integral que debe hacer la Entidad Estatal a la ejecución de uno o varios contratos de un proyecto en sus etapas (precontractual, contractual y post contractual) para asegurar que cumplan con su propósito, para esto puede designar uno o varios profesionales de apoyo con conocimientos y experiencia en actividades relacionadas con el objeto contractual por modalidad de prestación de servicios, mediante un oficio de designación.

El rol del profesional de **apoyo a la supervisión** (Como funcionario o servidor público de la entidad) es de revisión constante de la ejecución de los contratos de obra e interventoría a su cargo, en sus aspectos técnicos, administrativos, financieros, contables y jurídicos (según aplique).

Para los proyectos que contemplen en sus estructura presupuestal el apoyo a la supervisión, es necesario presentar un análisis de costos para realizar dicha actividad. Se sugiere presupuestar un profesional con un perfil mínimo de conocimientos académicos en electricidad o electrónica, con experiencia especifica en obra o supervisión de proyectos de instalación de sistemas fotovoltaicos, con una dedicación mensual del 100%, podría incluir costos administrativos (equivalente a equipos de oficina y transporte), el valor mensual podrá cotizarse con base a las tablas prestacionales establecidas por la entidad por un tiempo igual o superior al del proyecto. considerando que podría realizar el seguimiento de ambos contratos (obra e interventoría) en sus etapas pre y pos contractual. El presupuesto se debe presentar desagregado. Ver Anexo 3 Presupuesto de referencia.

7.3 Capacitaciones a la comunidad.

En el presupuesto se contempla dentro un componente de capacitación a la comunidad sobre el uso de energía eléctrica para el mantenimiento y sostenibilidad de las obras, es decir, el establecimiento de las actividades mínimas que el usuario podría realizar frente a los elementos instalados en cada hogar. El proyecto tipo propone un cálculo porcentual de hasta un 0.2% del valor total del proyecto. Esta actividad será de manera opcional y cada entidad en sus procesos de planeacion del proyecto determinará si la incluye o no.



Para la implementación del presupuesto, la entidad deberá tener en cuenta:

- **a.** Cada entidad territorial dado su contexto debe entregar el estudio de mercado soportado en cotizaciones para presupuestar cada actividad, dado que las condiciones geográficas, de transporte, de servicios, entre otras, para cada entidad territorial presentan variaciones que afectan el presupuesto del proyecto.
- **b.** Los costos de Preinversión son indicativos, estos pueden ser cuantificados en los gastos del contrato de consultoría pagados por la entidad a un tercero para formular el proyecto o el análisis de los costos y recursos empleados por los profesionales de la entidad para formular el proyecto. Dichos costos no serán sujetos de financiación en la etapa de inversión, ver capitulo. **4.1 Etapas de Proyecto.**
- c. La información debe ser consistente con el número de beneficiaros y su localización.
- **d.** Las entidades territoriales deben cotizar los elementos del proyecto teniendo en cuenta algunas recomendaciones:
 - Tecnologías existentes en el mercado que puedan brindar mayor capacidad, mejor rendimiento o mayor vida útil al menor costo.
 - Facilidad de transporte e instalación a las zonas o territorios seleccionados en el proyecto.
 - Cada elemento cotizado deberá incluir pólizas y garantías que permitan el reemplazo o reparación de aquellos equipos que en la ejecución del proyecto se identifiquen como inadecuados o ineficientes.
 - Los equipos deberán cumplir con de los reglamentos técnicos pertinentes, los estándares mínimos de calidad y contar con la Certificación de Conformidad de Productos Internacional conforme a SICERCO⁸
- **e.** Para la adquisición de los medidores, se sugiere realizar cotizaciones partiendo de una economía de escala que busque la eficiencia de los recursos del proyecto.
- **f.** El proyecto plantea una interventoría integral y/o apoyo a la supervisión. Cada entidad según el alcance del proyecto presentará el análisis presupuestal.
- **g.** El proyecto tipo anexa un formato de presupuesto con las actividades mínimas, el cual puede ser complementado y ajustado por las entidades en su implementación del proyecto.

⁸ El Sistema de Información de Certificados de Conformidad –SICERCO- tiene como fin consolidar en un solo sitio los certificados de conformidad expedidos por los Organismos Evaluadores de la Conformidad acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia –ONAC, para expedir certificados de productos y servicios sujetos al cumplimiento de reglamentos técnicos cuyo control y vigilancia le han sido asignados a la Superintendencia de Industria y Comercio.





7.4 Cronograma

Se presenta un cronograma de referencia para la instalación de Soluciones Solares Aisladas (SSA) en un proyecto de 241 usuarios.

Tabla 10. Cronograma de referencia

				MES 1 MES 2			MES 3				MES 4				MES 5								
Сар	Descripción de la actividad	Duración (días hábiles)	Precedencias	S1	S2	S3	S4	S 5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
1	1 Etapa precontractual																						
2	Implementación y puesta en funcionamiento de equipos para la	80	Act. 1																				
3	3 Sistema de medición y gestión de		Act. 1																				
4	4 Instalaciones Internas		Act. 1																				
5	5 Capacitaciones a la comunidad		Act. 2,3,4 y 5																				
6	6 Realizar el apoyo a la supervisión o		Act. 1																				
7	7 Liquidación y cierre del proyecto		Act. 2,3,4,5,6																				

Fuente: Elaboración propia -Ministerio de Minas y Energía

Nota: Cronograma de referencia la entidad territorial debe considerar los tiempos que toma la adquisición de materiales y equipos. Este cronograma obedece al proyecto de referencia bajo el cual se estructuró la MGA tipo presentada en el anexo 1 a este documento. Por lo tanto, las condiciones de tiempo pueden variar de acuerdo con las características de la zona y la especificidad del proyecto.

8. Operación y mantenimiento



De acuerdo con los trabajos adelantados por la UPME y el IPSE en el marco de los PERS se ha evidenciado que los habitantes rurales suelen comprar velas para iluminación y pilas para radio y linternas. A partir de la instalación del sistema fotovoltaico, las familias no dependerán de otros sistemas de iluminación o entretenimiento. Con la instalación del sistema que suministre energía para el televisor, nevera, radio y de la iluminación se garantiza que los habitantes disminuyan la compra de velas y pilas, por lo que el dinero de dicho gasto debería recaudarse para asegurar el mantenimiento y la operación de las soluciones solares aisladas, el cual podrá ser parte de los compromisos de pago de tarifa que el usuario adquiere cuando se reciba la solución.

Estas instalaciones requieren un mantenimiento periódico en el que se haga una limpieza general de los paneles, revisión de la operación de los equipos entre otros, además los elementos deben ser reemplazados una vez cumplan su vida útil. A pesar de que algunos de los equipos están diseñados para una vida útil mayor de 10 años, el modelo sugerido contempla un horizonte de evaluación de 10 años a fin de permitir el ingreso de nuevas tecnologías y por lo tanto en esta evaluación no se considera reposición de equipos (principalmente baterías). Al final de la vida útil de las baterías, el operador debe realizar la correspondiente disposición final de las mismas acorde con la normatividad ambiental vigente.

En todo caso los estudios de sostenibilidad deben tener en cuenta en el horizonte de evaluación que se escoja, los elementos necesarios que aseguren un servicio continuo durante el horizonte escogido, es decir que, si se requiere reposición de equipos en el periodo definido, sus costos deben ser considerados en el estudio de sostenibilidad. En todo caso es necesario asegurar la sostenibilidad de los sistemas, diseñando mecanismos de recaudo que cubran estos costos. Este recaudo podrá hacerse vía tarifa y subsidios de acuerdo con la regulación. Para la tarifa a los usuarios se debe establecer una forma de medición por lo cual se sugiere la utilización de mecanismos de medición tipo prepago.

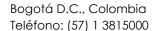
En todo caso el esquema de recaudo, aseguramiento del mantenimiento y la operación deberá incluirse dentro de la propuesta del proyecto de acuerdo con la regulación vigente. Dentro de la presentación del proyecto deberá incluirse el costo estimado de operación y mantenimiento ya sea por kWh o el costo equivalente mensual con el fin de tener una referencia de este costo dentro del proyecto total. Estos costos se remunerarán en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto por lo que NO se financian en el proyecto de inversión de infraestructura.



9. Anexos

- 1. Anexo 1: Lista de chequeo: Listado de documentos necesarios para la estructuración y presentación del proyecto.
- 2. Anexo2: Modelo de la Metodología General Ajustada. Ver en: https://sts.dnp.gov.co/ MGA WEB o la página web: https://proyectostipo.dnp.gov.co/ en formato PDF
- 3. Anexo 3: Presupuesto de referencia AIU, Interventoría integral, cronograma y cadena de valor.
- 4. Anexo 4: Formato de modelo de sostenibilidad financiero.
- 5. Anexo 5: Esquema de distribución de equipos.
- 6. Anexo 6: Manual de usuario final







Calle 43 No. 57 - 31 CAN Bogotá D.C., Colombia Teléfono: (57) 1 2200300

