

**COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA**

Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila

Campoalegre, Huila, 4 de julio de 2026

Doctor

EDWIN PALMA EGEA

Ministro de Minas y Energía

República de Colombia

Asunto: Solicitud de cofinanciación del Proyecto de Energía Solar Fotovoltaica para 50 familias campesinas de la vereda Alto Bejucal, municipio de Campoalegre (Huila).

Respetado señor Ministro, reciba un cordial saludo.

En mi calidad de Gerente de la **Cooperativa Multiactiva COMULACTIVA**, organización de economía solidaria conformada por familias campesinas de la vereda **Alto Bejucal**, municipio de Campoalegre (Huila), me permito presentar ante su despacho la solicitud de cofinanciación del **setenta y cinco por ciento (75 %)** del **Proyecto de Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 familias rurales**, cuyo valor total asciende a la suma de MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS VEINTIDÓS PESOS **(\$1.442.669.422)**.

Este proyecto nace de la iniciativa de una comunidad campesina organizada que decidió no esperar pasivamente la solución de sus necesidades, sino construir una propuesta técnica, financiera y social que hoy cuenta con el respaldo de la **Alcaldía de Campoalegre**, entidad que ha comprometido el **15 %** del valor total del proyecto, así como con el compromiso económico de las cincuenta (50) familias beneficiarias, quienes asumirán, mediante un crédito solidario administrado por COMULACTIVA, el **10 %** restante de la cofinanciación comunitaria.

Lo anterior demuestra que esta iniciativa no depende exclusivamente del Estado. Por el contrario, representa un ejercicio ejemplar de corresponsabilidad, donde las instituciones y la comunidad unen esfuerzos para hacer posible una transformación real del territorio.

La ejecución del proyecto permitirá mejorar sustancialmente la calidad de vida de cincuenta familias campesinas, reducir los costos del servicio de energía, fortalecer la productividad agropecuaria, promover el uso de energías limpias y contribuir al cumplimiento de los compromisos nacionales en materia de transición energética y desarrollo sostenible.

Consideramos que esta iniciativa reúne las condiciones necesarias para convertirse en un **proyecto piloto de transición energética comunitaria**, demostrando que cuando el Gobierno Nacional encuentra comunidades organizadas, responsables y comprometidas, las inversiones públicas generan resultados duraderos y replicables en otras regiones del país.

Las familias beneficiarias son campesinos trabajadores, honestos y profundamente arraigados a su territorio. Han decidido aportar recursos propios porque creen en este proyecto y porque están convencidos de que el desarrollo rural solo es posible cuando existe un esfuerzo compartido entre la comunidad y el Estado.

**COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA**

Nit: 901922624-0

Campoalegre, Huila

Señor Ministro, el tiempo apremia. Nos encontramos en la etapa final del actual período de gobierno, y precisamente por ello queremos invitar al Ministerio de Minas y Energía a que esta iniciativa haga parte de la intervención que el gobierno del cambio, de las transformaciones sociales deje en el municipio de Campoalegre y en el departamento del Huila. La instalación de estos sistemas fotovoltaicos no será únicamente una inversión en infraestructura; será un mensaje de confianza y compromiso hacia las comunidades rurales que han decidido organizarse, trabajar colectivamente y construir soluciones para su propio desarrollo.

Estamos convencidos de que, dentro de algunos años, cuando se hable de la transición energética en el Huila, Bajo Bejucal podrá ser recordado como uno de los primeros ejemplos exitosos de articulación entre el Gobierno Nacional, el gobierno local y una organización comunitaria campesina. Ese será un legado tangible, visible y perdurable que trascenderá cualquier período administrativo.

Por lo anterior, solicitamos respetuosamente al Ministerio de Minas y Energía estudiar la viabilidad de cofinanciar el **75 %** restante del proyecto, equivalente a la suma de **MIL OCHENTA Y DOS MILLONES DOS MIL SESENTA Y SEIS PESOS CON CINCUENTA CENTAVOS (\$1.082.002.066,50)**, permitiendo que esta iniciativa pueda ejecutarse durante la presente vigencia y beneficiar a las familias que han demostrado con hechos, su compromiso con el desarrollo de su comunidad.

Adjuntamos a la presente comunicación el proyecto completo, el esquema de cofinanciación, los compromisos institucionales y comunitarios, así como los documentos técnicos que soportan esta solicitud.

Agradecemos la atención brindada y quedamos atentos a la oportunidad de presentar personalmente esta iniciativa ante su despacho o ante el equipo técnico del Ministerio.

Con sentimientos de consideración y respeto,


HOWER ORJUELA AMEZQUITA

Gerente

Cooperativa Multiactiva COMULACTIVA

Campoalegre – Huila

Anexo:

- Resumen ejecutivo del proyecto
- Ficha técnica (costos, cronograma, beneficiarios, ubicación y mapa).
- Carta de compromiso de la Alcaldía con el 15 % de cofinanciación.
- Acta de compromiso de COMULACTIVA donde conste el aporte del 10 % por parte de las familias.
- Registro fotográfico de la vereda y de las familias beneficiarias.

COOPERTATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila

RESUMEN EJECUTIVO
PROYECTO
COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE

"COMULACTIVA"



COOPERTATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila

RESUMEN EJECUTIVO
PROYECTO
COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL



COOPERATIVA MULTIACTIVA
DE CAMPOALEGRE
"COMULACTIVA"

PROYECTO PILOTO COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"

ENERGÍA LIMPIA PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

VEREDA BAJO BEJUCAL – CAMPOALEGRE, HUILA

Transformamos
nuestra energía,
construimos
nuestro futuro. 



50

FAMILIAS
CAMPELINAS
BENEFICIADAS



\$1.442

MILLONES
DE INVERSIÓN TOTAL



75%

DE COFINANCIACIÓN
SOLICITADA AL
GOBIERNO NACIONAL



ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA



ALMACENAMIENTO
DE ENERGÍA



ENERGÍA CONFIABLE
PARA NUESTRAS
FAMILIAS



CERO EMISIONES
Y CUIDADO DEL
MEDIO AMBIENTE



DESARROLLO
RURAL Y BIENESTAR
COMUNITARIO

 ENERGÍA QUE TRANSFORMA VIDAS, COMUNIDAD QUE CONSTRUYE FUTURO

**RESUMEN EJECUTIVO
PROYECTO
COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL**

**Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 Familias
Campesinas
Municipio de Campoalegre – Departamento del Huila**

1. PRESENTACIÓN

La Cooperativa Multiactiva COMULACTIVA presenta el proyecto: **"Piloto de Comunidad Energética Rural 'Bajo Bejucal' – Modelo de Transición Energética Comunitaria para el Departamento del Huila"**, una iniciativa comunitaria orientada a implementar un sistema integral de energía solar fotovoltaica que beneficiará directamente a cincuenta (50) familias campesinas del municipio de Campoalegre, Huila.

El proyecto responde a la necesidad de garantizar un servicio energético más confiable, sostenible y económicamente accesible para una comunidad rural que enfrenta interrupciones frecuentes del servicio eléctrico y altos costos de operación, limitando el desarrollo de actividades productivas, educativas y familiares.

Más que una solución tecnológica, esta iniciativa constituye un modelo de desarrollo rural basado en la organización comunitaria, la economía solidaria y la transición energética justa, alineado con las políticas nacionales para la democratización del acceso a energías limpias.

2. OBJETIVO GENERAL

Implementar una Comunidad Energética Rural mediante la instalación de un sistema fotovoltaico centralizado y sistemas individuales de respaldo energético para cincuenta familias campesinas de la vereda Bajo Bejucal, mejorando la calidad del servicio eléctrico, reduciendo los costos de energía y fortaleciendo el desarrollo económico y social del territorio.

3. LOCALIZACIÓN

Departamento: Huila

Municipio: Campoalegre

Vereda: Bajo Bejucal

Beneficiarios directos: 50 familias campesinas.

4. COMPONENTES DEL PROYECTO

El proyecto contempla tres componentes principales:

**RESUMEN EJECUTIVO
PROYECTO
COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL**

Sistema Fotovoltaico Central

Instalación de una planta solar comunitaria de aproximadamente **127.8 kWp DC y 100 kW AC**, diseñada para producir alrededor de **14.250 kWh mensuales**, superando el consumo actual de la comunidad (13.500 kWh/mes) y permitiendo la inyección de excedentes al Sistema Interconectado Nacional como Autogenerador Colectivo.

Sistemas individuales por vivienda

Cada una de las cincuenta viviendas contará con un sistema de respaldo energético compuesto por:

- Inversor Off-Grid de 3 kW.
- Batería de litio LiFePO₄ de 5,12 kWh.
- Sistema automático de transferencia (ATS).
- Protecciones eléctricas certificadas.

Estos equipos garantizarán autonomía energética aproximada de **9,2 horas** durante interrupciones del servicio eléctrico.

Modernización de la infraestructura eléctrica

El proyecto contempla la instalación de un nuevo transformador de **225 kVA** y la adecuación de la red de media tensión, permitiendo no solamente la conexión del sistema proyectado sino futuras ampliaciones para incorporar nuevas familias al modelo comunitario.

5. INVERSIÓN DEL PROYECTO

Concepto	Valor
Sistema Fotovoltaico Central	\$435.680.000
Sistemas individuales (50 viviendas)	\$777.265.000
Transformador y red media tensión	\$229.724.422
TOTAL PROYECTO	\$1.442.669.422

6. ESQUEMA DE COFINANCIACIÓN

El proyecto presenta un modelo de financiación compartida que demuestra el compromiso institucional y comunitario:

**RESUMEN EJECUTIVO
PROYECTO
COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL**

Entidad	Participación
Alcaldía Municipal de Campoalegre	15 %
Comunidad beneficiaria (COMULACTIVA)	10 %
Ministerio de Minas y Energía (solicitado)	75 %

Las cincuenta familias beneficiarias aportarán el diez por ciento (10 %) del proyecto mediante un mecanismo de crédito solidario administrado por COMULACTIVA, equivalente a **\$2.885.338,84 por familia**, reflejando un compromiso económico directo con la sostenibilidad de la iniciativa.

7. IMPACTO ESPERADO

Con la ejecución del proyecto se alcanzarán, entre otros, los siguientes resultados:

- Beneficio directo para **50 familias campesinas**.
- Mayor continuidad y calidad del servicio de energía.
- Reducción de los costos energéticos.
- Respaldo eléctrico domiciliario durante fallas de la red.
- Incremento de la productividad agropecuaria.
- Reducción de emisiones de gases efecto invernadero.
- Fortalecimiento de la economía solidaria.
- Generación de excedentes de energía para la red nacional.
- Creación del primer modelo comunitario de transición energética rural en la región.

8. UN PROYECTO PILOTO PARA EL HUILA Y COLOMBIA

La Comunidad Energética Bajo Bejucal reúne condiciones excepcionales para convertirse en un referente nacional de transición energética rural.

Su diseño integra:

- organización comunitaria;
- economía solidaria;
- generación distribuida;
- almacenamiento energético;
- resiliencia eléctrica;
- sostenibilidad financiera;
- participación ciudadana.

Su implementación demostraría que la transición energética puede construirse desde las comunidades rurales organizadas, generando beneficios sociales, económicos y ambientales de largo plazo.

**RESUMEN EJECUTIVO
PROYECTO
COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL**

9. SOLICITUD AL GOBIERNO NACIONAL

La Cooperativa Multiactiva COMULACTIVA solicita respetuosamente al **Ministerio de Minas y Energía** la cofinanciación del **setenta y cinco por ciento (75 %)** del proyecto, equivalente a **\$1.082.002.066,50**, recursos que permitirán culminar la estructuración financiera de esta iniciativa y hacer realidad una inversión transformadora para el municipio de Campoalegre.

Esta inversión no solo beneficiará a cincuenta familias campesinas; constituirá un legado tangible de la política de transición energética del Gobierno Nacional, demostrando que la articulación entre Estado, autoridades territoriales y organizaciones comunitarias puede producir soluciones sostenibles, replicables y de alto impacto para el desarrollo rural colombiano.



Hower Orjuela Amézquita

Gerente

Cooperativa Multiactiva – Comulactiva

Campoalegre Huila



FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO
PROYECTO PILOTO DE COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"
Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 Familias Campesinas

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila



COOPERATIVA MULTIACTIVA
DE CAMPOALEGRE
"COMULACTIVA"

PROYECTO PILOTO COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"

ENERGÍA LIMPIA PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

VEREDA BAJO BEJUCAL – CAMPOALEGRE, HUILA

Transformamos
nuestra energía,
construimos
nuestro futuro.



50
**FAMILIAS
CAMPELINAS
BENEFICIADAS**



\$1.442
**MILLONES
DE INVERSIÓN TOTAL**



75%
**DE COFINANCIACIÓN
SOLICITADA AL
GOBIERNO NACIONAL**



**ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA**



**ALMACENAMIENTO
DE ENERGÍA**



**ENERGÍA CONFIABLE
PARA NUESTRAS
FAMILIAS**



**CERO EMISIONES
Y CUIDADO DEL
MEDIO AMBIENTE**



**DESARROLLO
RURAL Y BIENESTAR
COMUNITARIO**



ENERGÍA QUE TRANSFORMA VIDAS, COMUNIDAD QUE CONSTRUYE FUTURO

FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO
PROYECTO PILOTO DE COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"
Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 Familias Campesinas

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila

INFORMACIÓN GENERAL

Ítem	Descripción
Nombre del Proyecto	Proyecto Piloto de Comunidad Energética Rural "Bajo Bejucal"
Entidad Proponente	Cooperativa Multiactiva COMULACTIVA
Representante Legal	Hower Orjuela Amézquita – Gerente
Departamento	Huila
Municipio	Campoalegre
Vereda	Bajo Bejucal
Sector	Minas y Energía – Transición Energética
Tipo de Proyecto	Comunidad Energética Rural
Estado	Estructurado y listo para ejecución
Población Beneficiaria Directa	50 familias campesinas
Población Beneficiaria Indirecta	Más de 100 familias de la vereda

La iniciativa busca implementar una comunidad energética rural basada en generación fotovoltaica, almacenamiento de energía y autogeneración colectiva, fortaleciendo la resiliencia del servicio eléctrico y el desarrollo sostenible de la comunidad.

LOCALIZACIÓN

Departamento: Huila

Municipio: Campoalegre

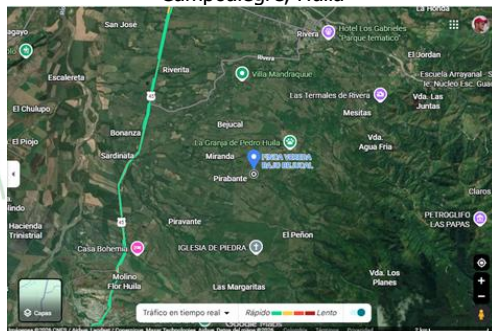
Vereda: Bajo Bejucal

La vereda Bajo Bejucal se encuentra localizada al norte del municipio de Campoalegre, aproximadamente en el kilómetro 8 de la vía Campoalegre–Neiva. La comunidad desarrolla principalmente actividades agrícolas y pecuarias y presenta afectaciones recurrentes por interrupciones del servicio eléctrico.

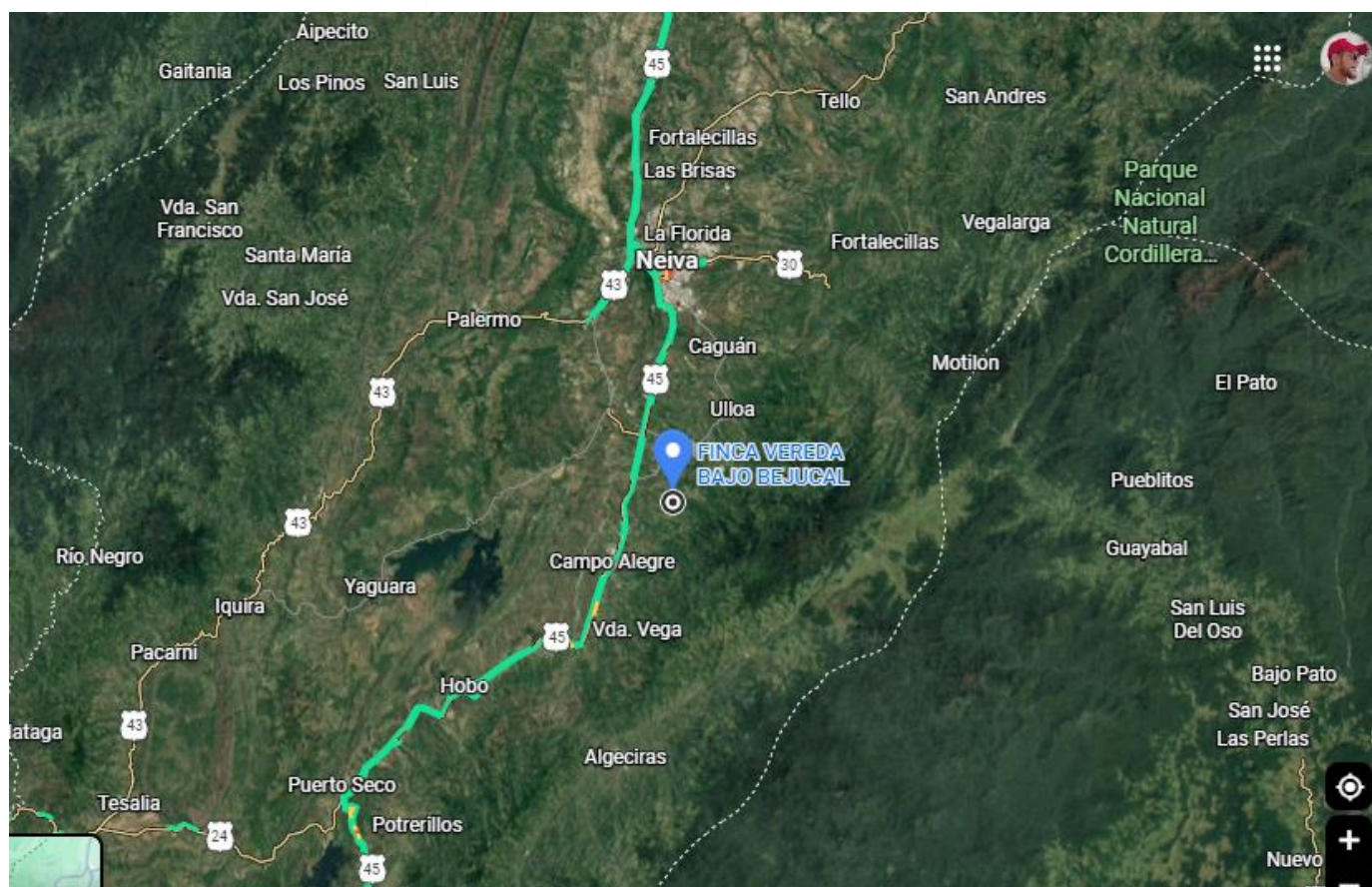
Mapa de ubicación

FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO
PROYECTO PILOTO DE COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"
Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 Familias Campesinas

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila



<https://maps.app.goo.gl/vttNKYdU2XkLLypW7>



OBJETIVO

Implementar una Comunidad Energética Rural mediante un sistema centralizado de generación solar fotovoltaica y sistemas individuales de respaldo energético para cincuenta familias

FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO
PROYECTO PILOTO DE COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"
Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 Familias Campesinas

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila

campesinas de la vereda Bajo Bejucal, garantizando un suministro eléctrico confiable, sostenible y resiliente.

BENEFICIARIOS

Beneficiarios directos

- **50 familias campesinas**
- Aproximadamente **200 personas**.

Beneficiarios indirectos

- Más de **100 familias** de la vereda.
- Productores agropecuarios.
- Comerciantes rurales.
- Instituciones comunitarias.
- Futuras familias que podrán integrarse a la comunidad energética.

COMPONENTES DEL PROYECTO

Sistema Fotovoltaico Central

- Potencia DC instalada: **127.8 kWp DC**
- Potencia AC: **100 kW**
- 180 paneles solares bifaciales
- Inversor 100kw
- Producción estimada:
14.250 kWh/mes

Sistemas individuales

Cada vivienda contará con:

- Inversor Off-Grid 3 kW
- Batería LiFePO₄ 5,12 kWh
- Sistema ATS automático
- Protecciones eléctricas

Autonomía aproximada:

9,2 horas por vivienda

FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO
PROYECTO PILOTO DE COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"
Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 Familias Campesinas

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
 Nit: 901922624-0
 Campoalegre, Huila

Infraestructura eléctrica

- Transformador trifásico **225 kVA**
- Línea de media tensión
- Adecuación de red
- Sistema de conexión a Electrohuila.

INVERSIÓN

Componente	Valor
Sistema Fotovoltaico Central	\$435.680.000
Sistemas Off-Grid (50 viviendas)	\$777.265.000
Transformador y red eléctrica	\$229.724.422
TOTAL PROYECTO	\$1.442.669.422

ESQUEMA DE FINANCIACIÓN

Fuente	Valor	Participación
Alcaldía de Campoalegre	\$216.400.413	15 %
COMULACTIVA y familias beneficiarias	\$144.266.942	10 %
Ministerio de Minas y Energía (Solicitado)	\$1.082.002.067	75 %
TOTAL	\$1.442.669.422	100 %

CRONOGRAMA PROPUESTO

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Legalización del convenio	•					
Contratación	•	•				
Compra de equipos		•	•			
Construcción infraestructura			•	•		
Instalación sistema fotovoltaico			•	•	•	
Instalación sistemas domiciliarios				•	•	
Pruebas y puesta en operación					•	•
Capacitación comunidad					•	•
Entrega del proyecto						•

FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO
PROYECTO PILOTO DE COMUNIDAD ENERGÉTICA RURAL "BAJO BEJUCAL"
Implementación de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para 50 Familias Campesinas

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE
COMULACTIVA
Nit: 901922624-0
Campoalegre, Huila

Tiempo estimado de ejecución: 6 meses.

RESULTADOS ESPERADOS

- 50 familias con energía más confiable.
- Producción estimada de **14.250 kWh/mes.**
- Cobertura superior al 100 % del consumo energético actual.
- Disminución de interrupciones del servicio.
- Mayor productividad agropecuaria.
- Reducción de emisiones de CO₂.
- Fortalecimiento de la economía solidaria.
- Primer proyecto piloto de comunidad energética rural del municipio de Campoalegre.

ALINEACIÓN CON LA POLÍTICA NACIONAL

El proyecto contribuye al cumplimiento de:

- Programa Colombia Solar.
- Política Nacional de Transición Energética.
- Democratización del acceso a la energía.
- Desarrollo Rural Sostenible.
- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7, 11 y 13).
- Modelo de Comunidades Energéticas promovido por el Ministerio de Minas y Energía.


Cooperativa Multiactiva de Campoalegre – Huila
COMULACTIVA
Hower Orjuela Amézquita
Gerente

04/07/2026

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS			 modelo integrado de planeación y gestión
	Macroproceso: Procesos de Apoyo			
	Proceso: Gestión Administrativa			
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos			
	FORMATO:			
	COMUNICACIÓN OFICIAL			
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02		Página: 1 de 2

Campoalegre, 08 de mayo de 2026

Señores:

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
FENOGE
GOBERNACIÓN DEL HUILA E. S. D.
Campoalegre Huila

Asunto: CARTA DE INTENCIÓN Y COMPROMISO DE COFINANCIACIÓN – PROYECTO DE ENERGIZACIÓN FOTOVOLTAICA VEREDA BAJO BEJUCAL.

Cordial saludo

En mi calidad de Alcalde Municipal de Campoalegre, Huila, y en cumplimiento de nuestro Plan de Desarrollo enfocado en el cierre de brechas sociales y la transición energética regional, me permito manifestar formalmente el interés y compromiso de esta administración para el apoyo y ejecución del proyecto: **“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA LA ENERGIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE LA VEREDA BAJO BEJUCAL, MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE – HUILA”**.

Este proyecto, gestado desde la base comunitaria por la **Cooperativa Multiactiva de Campoalegre (COMULACTIVA)**, representa una solución estructural para **50 familias** de la vereda Bajo Bejucal, quienes a través de la autogestión y el cooperativismo, buscan transformar su realidad mediante el uso de energías limpias.

Considerando la relevancia social y ambiental de esta iniciativa, la Alcaldía de Campoalegre se compromete a:

1. **Cofinanciación:** Aportar el **15% del valor total del proyecto \$1,442,669,422**, recursos que serán destinados a los rubros técnicos y operativos necesarios para garantizar la sostenibilidad del sistema en el tiempo.
2. **Apoyo Institucional:** Brindar el acompañamiento técnico y administrativo requerido durante las fases de formulación, implementación y seguimiento.
3. **Articulación Territorial:** Coordinar esfuerzos con la Gobernación del Huila y los Ministerios competentes para asegurar que la energización de la Vereda Bajo Bejucal sea un modelo de éxito en la política de transición energética justa.

Reconocemos en **COMULACTIVA** un aliado estratégico para el desarrollo rural. Estamos convencidos de que la unión entre el Gobierno Nacional, Departamental, Municipal y el

PROYECTADO POR: 	REVISADO POR: 	APROBADO POR:
NOMBRE: William Andrés Flórez Bermúdez	NOMBRE: William Andrés Flórez Bermúdez	NOMBRE: Víctor Ramon Vargas Salazar
CARGO: Director Técnico	CARGO: Director Técnico	CARGO: Alcalde Municipal

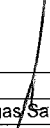
 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macroproceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 2 de 2

sector cooperativo es la vía más eficaz para dignificar la vida en el campo y promover la innovación tecnológica en nuestra región.

Agradecemos de antemano su atención a esta manifestación de voluntad política y administrativa, quedando a su entera disposición para avanzar en los trámites técnicos y presupuestales pertinentes.

Atentamente,


VICTOR RAMON VARGAS SALAZAR
 Alcalde del Municipio

PROYECTADO POR: 	REVISADO POR: 	APROBADO POR: 
NOMBRE: William Andrés Flórez Bermúdez	NOMBRE: William Andrés Flórez Bermúdez	NOMBRE: Víctor Ramon Vargas Salazar
CARGO: Director Técnico	CARGO: Director Técnico	CARGO: Alcalde Municipal

PROYECTO COMUNIDAD ENERGÉTICA

VEREDA BAJO BEJUCAL

CAMPOALEGRE – HUILA

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA LA ENERGIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE LA VEREDA BAJO BEJUCAL, MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE – HUILA

**SISTEMA FOTOVOLTAICO TRIFÁSICO CON CAPACIDAD DE INYECCIÓN A RED
SISTEMAS INDIVIDUALES OFF-GRID DE RESPALDO ENERGÉTICO (50 VIVIENDAS)**

ELABORADO POR:

Cooperativa Multiactiva de Campoalegre (COMULACTIVA)
CAMPOALEGRE – HUILA

2026

CONTENIDO

CONTENIDO	2
1. MARCO NORMATIVO	3
1.1 RESOLUCIÓN 40159 DEL 16 DE MARZO DE 2026 – PROGRAMA COLOMBIA SOLAR ...	3
2. COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN COLOMBIA	5
3. CONDICIONES ACTUALES VEREDA BAJO BEJUCAL	6
3.1 FALLAS EN EL SERVICIO DE ENERGÍA	6
4. COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL	7
4.1 RED DE TRANSFORMADORES	7
4.2 CONSUMO ENERGÉTICO VEREDA BAJO BEJUCAL	8
5. SISTEMA FOTOVOLTAICO VEREDA BAJO BEJUCAL	9
5.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRAL – INYECCIÓN A RED (127.8 kWp / 100 kW AC) ...	9
5.1.1 Parámetros del Módulo Fotovoltaico	10
5.1.2 Parámetros de los Inversor central de string	10
5.1.3 Parámetros Generales del Sistema Fotovoltaico	11
5.1.4 Diseño de Strings – Distribución y Verificación	12
5.1.5 Inventario Completo de Strings	12
5.1.6 Protecciones DC	13
5.1.7 Protecciones AC	14
5.1.8 Calibre de Cable AC	15
5.2 COSTOS	15
5.3 TRANSFORMADOR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRAL	16
6. SISTEMAS INDIVIDUALES OFF-GRID POR VIVIENDA (50 UNIDADES)	18
6.1 INVERSOR OFF-GRID 3.0 KW	18
6.2 BATERÍA LiFePO ₄ 5.0KWH	19
6.3 PROTECCIONES DC – BATERÍA	20
6.4 PROTECCIONES AC Y CONMUTADOR ATS	21
6.5 CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR	23
6.6 RESUMEN SISTEMA OFF-GRID POR VIVIENDA Y PARA 50 VIVIENDAS	23
6.6 COSTOS SISTEMAS OFF-GRID	24
7. COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN	24
8. CONCLUSIONES	26

1. MARCO NORMATIVO

La Constitución Política de Colombia establece la energía como un derecho y servicio público, considerando en su artículo 365 que "los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares".

En Colombia se cuenta con una matriz energética mixta soportada principalmente por recursos hídricos a través de centrales hidroeléctricas, con un respaldo de confiabilidad asociado a plantas de generación térmica. Con estas condiciones fue necesario proyectar alternativas que, además de diversificar esta matriz energética, permitieran hacerla más amigable con el medio ambiente, promoviendo la incorporación de Fuentes no Convencionales de Energía Renovable (FNCER) en el camino hacia una transición energética real.

El punto de partida de la transición energética puede situarse con la promulgación de la Ley 1715 de 2014 "Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional", cuyo objeto es "promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, sistemas de almacenamiento de tales fuentes y uso eficiente de la energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas, en la prestación de servicios públicos domiciliarios y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad de abastecimiento energético".

A partir de la promulgación de la Ley 1715 de 2014 se ha venido reglamentando el marco técnico que regula la implementación de proyectos de energía renovable, a través de la Resolución CREG 174 de 2021 aplicable a Autogeneradores a Pequeña Escala (AGPE) con capacidad menor a 1 MW, Autogeneradores a Gran Escala (AGGE) con capacidad en el rango de 1 MW a 5 MW y Generación Distribuida (GD) con capacidad menor a 1 MW.

Buscando condiciones para la Transición Energética Justa y herramientas para democratizar el acceso a la energía eléctrica, el gobierno nacional propició la Resolución CREG 101-072 de 2025, cuyo objetivo es armonizar "la regulación para la integración de las comunidades energéticas al Sistema Energético Nacional", integrando la regulación vigente y regulando aspectos operativos y comerciales para la integración de las Comunidades Energéticas (CE) al Sistema de Distribución Local (SDL) en el SIN y en las ZNI, conforme al Decreto 2236 de 2023.

1.1 RESOLUCIÓN 40159 DEL 16 DE MARZO DE 2026 – PROGRAMA COLOMBIA SOLAR

El 16 de marzo de 2026, el Ministerio de Minas y Energía expidió la Resolución 40159, mediante la cual se reglamenta el Programa Colombia Solar, declarado de Interés Estratégico Nacional (PINE) por la Comisión Intersectorial de Proyectos Estratégicos (CIPE). Esta resolución representa el instrumento normativo más importante para proyectos de comunidades energéticas como la Vereda Bajo Bejucal, por las siguientes razones:

Ventajas de la Resolución 40159/2026 para la Comunidad Energética Vereda Bajo Bejucal		
Aspecto	Disposición de la Resolución 40159	Beneficio para Bajo Bejucal
Autogeneración colectiva	Habilita soluciones fotovoltaicas individuales y colectivas para estratos 1, 2 y 3 del SIN	El proyecto aplica directamente al modelo de autogeneración colectiva para los 50 hogares beneficiarios
Sustitución de subsidios	Reemplaza gradualmente los subsidios eléctricos (~\$7 billones/año) por infraestructura de autogeneración	Los hogares participantes reducen su dependencia de subsidios y estabilizan sus tarifas a largo plazo
Contratos de largo plazo	Define instrumentos contractuales y reglas de propiedad, O&M por horizontes de hasta 25 años	Garantiza sostenibilidad del sistema fotovoltaico y los sistemas off-grid durante toda su vida útil
Medición avanzada	Incorpora medición avanzada para monitorear consumo y energía generada	Permite medir la inyección a red y el autoconsumo, facilitando la facturación neta y el seguimiento del proyecto
Priorización territorial	Focaliza por pobreza multidimensional, pobreza energética y potencial de radiación solar por región	El Huila, con alta irradiación (>1700 kWh/m ² /año), y la condición de vulnerabilidad de Bajo Bejucal califican para priorización
Marco financiero	Establece fuentes de financiación públicas y privadas para la ejecución del programa	Abre posibilidades de cofinanciación estatal para el transformador de 225 kVA y la infraestructura de red
Zonas no interconectadas	Extiende beneficios a ZNI, validando soluciones off-grid complementarias	Respalda la decisión de incluir sistemas off-grid individuales como complemento resiliente al sistema central

2. COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN COLOMBIA

De acuerdo con la Resolución CREG 101-072 de 2025, la Comunidad Energética (CE) es una "comunidad organizada que surge en virtud de un acuerdo entre personas naturales y/o jurídicas de derecho público o privado que cooperan entre sí a través de un contrato o convenio asociativo para desarrollar las siguientes actividades: generación, comercialización y uso eficiente de la energía a través del uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovables (FNCER), combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos".

Para el Ministerio de Minas y Energía, las comunidades energéticas se fundamentan en los siguientes principios:

- Son formas de asociatividad entre usuarios y/o potenciales usuarios de servicios energéticos.
- Las constituyen personas naturales o jurídicas que cooperen entre sí, a través de un contrato de derecho privado.
- Su objetivo fundamental es la generación, comercialización y uso eficiente de la energía.
- Funcionan a través del uso de i) FNCER, ii) combustibles renovables y iii) recursos energéticos distribuidos.
- Actúan como agentes denominados: i) Autogenerador Colectivo (AGRC) o ii) Generador Distribuido Colectivo (GDC).

Estos dos agentes se definen según sus actividades:

Tipo de Agente	Descripción y Actividades
Autogenerador Colectivo (AGRC)	Produce energía a través de FNCER para su autoconsumo. En caso de tener excedentes, los comercializa, generando ingresos adicionales para los usuarios pertenecientes a la comunidad.
Generador Distribuido Colectivo (GDC)	Produce energía a través de FNCER para comercializarla a través del Sistema de Distribución Local (SDL).

Tabla 2-1. Tipos de agentes en Comunidades Energéticas (CREG 101-072 de 2025)

3. CONDICIONES ACTUALES VEREDA BAJO BEJUCAL

La vereda Bajo Bejucal pertenece al municipio de Campoalegre y se encuentra ubicada al norte del municipio, ingresando por el costado derecho en el km 8 de la vía Campoalegre–Neiva.



Figura 3-1. Localización Vereda Bajo Bejucal. Fuente: Google Maps

Actualmente la vereda está habitada por más de 100 familias que derivan su sustento de actividades agrícolas y pecuarias. Más del 95% de las viviendas cuentan con conexión al Sistema de Distribución Local (SDL) y con servicio de energía eléctrica activo.

3.1 FALLAS EN EL SERVICIO DE ENERGÍA

Dada la frecuente ocurrencia de eventos naturales, se presentan suspensiones recurrentes del servicio de energía que pueden obedecer a daños en componentes de la red. Por la logística de reparación, el restablecimiento del servicio puede durar varios días, afectando los hogares y las actividades económicas de pequeña escala que se desarrollan en la vereda. Esta situación justifica la necesidad de implementar soluciones de generación distribuida y almacenamiento de energía que garanticen la continuidad del suministro.

4. COMUNIDAD ENERGÉTICA VEREDA BAJO BEJUCAL

Considerando las condiciones de falla frecuente del servicio de energía eléctrica y la afectación en las actividades económicas y hogareñas, la comunidad de la vereda Bajo Bejucal, a través de COMULACTIVA, se organizó para, de manera asociativa, constituir la Comunidad Energética Vereda Bajo Bejucal de Campoalegre con una base de 50 hogares que actualmente cuentan con servicio legal de energía eléctrica. Las redes de energía eléctrica pertenecen a Electrohuila S.A. E.S.P. y cuentan con una línea principal de media tensión a 13.8 kV.

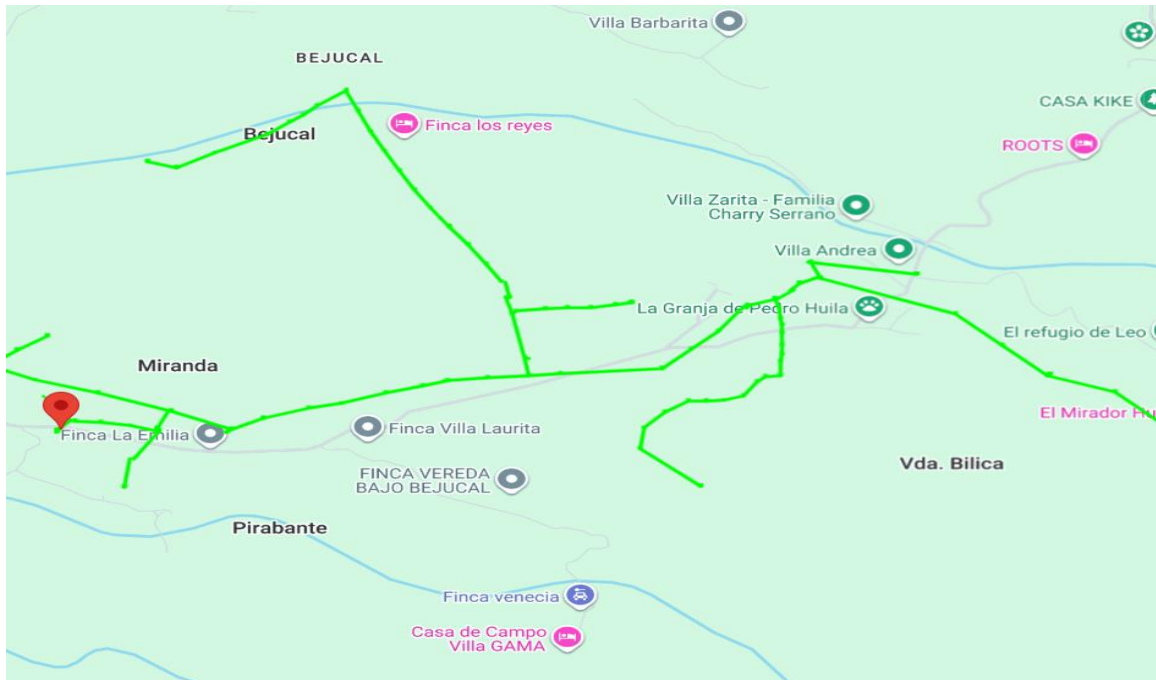


Figura 4-1. Red de media tensión Vereda Bajo Bejucal. Fuente: SPARD – Electrohuila S.A. E.S.P.

4.1 RED DE TRANSFORMADORES

Actualmente la red eléctrica de la vereda cuenta con aproximadamente 10 transformadores de 220 V a 13.8 kV con capacidades entre 10 KVA y 37.5 KVA. El siguiente inventario resume los equipos identificados:

Transformador	Capacidad (KVA)
T02656	15
T02687	25
T21225	10
T02682	37.5

Transformador	Capacidad (KVA)
T02663	15
T02662	15
T02683	15
TOTAL	132.5 KVA

Tabla 4-1. Transformadores red eléctrica Vereda Bajo Bejucal

De acuerdo con la Tabla 4-1, la capacidad instalada de transformación equivale a 132.5 KVA, lo cual representa una capacidad máxima disponible de 61.25 kW para instalaciones fotovoltaicas bajo los transformadores existentes. Dada la potencia del sistema proyectado (100 kW AC), se requiere un transformador adicional de 225 kVA.

4.2 CONSUMO ENERGÉTICO VEREDA BAJO BEJUCAL

Actualmente las 50 familias constituyentes de la comunidad energética de la Vereda Bajo Bejucal presentan un consumo promedio por familia de aproximadamente 270 kWh/mes, constituyendo un consumo total aproximado de 13.500 kWh/mes. El sistema fotovoltaico proyectado está dimensionado para cubrir este requerimiento con un excedente para compensación en red.

Indicador	Valor	Unidad
Número de familias	50	hogares
Consumo promedio por familia	270	kWh/mes
Consumo total comunidad	13.500	kWh/mes
Generación fotovoltaica proyectada	14.250	kWh/mes (est.)
Cobertura del consumo	> 100%	con excedente a red

Tabla 4-2. Consumo energético y cobertura proyectada – Comunidad Energética Bajo Bejucal

5. SISTEMA FOTOVOLTAICO VEREDA BAJO BEJUCAL

Considerando el consumo actual de los miembros de COMULACTIVA, se presenta la necesidad de suplir como mínimo 13.500 kWh/mes. Se analizaron varias opciones desde el punto de vista técnico-económico, con sus características y costo de implementación:

Tipo	Características	Ubicación paneles	Batería en casa	Inversor en casa	Cargador batería	Area casa	Area común	Excedentes a red
1	Conectado a red	Techo casa	No	Si	No	18 m2	0 m2	Si
2	Hibrido	Techo casa	Si	Si	Si	18 m2	0 m2	Si
3	Centralizado + Baterías	Área común	Si	No	Si	0 m2	900 m2	Si
4	Aislado	Techo casa	Si	Si	Si	18 m2	0 m2	No

Figura 5-1. Comparación de opciones técnico-económicas evaluadas

Por evaluación económica, factibilidad para el montaje e impacto relacionado con el aseguramiento del suministro de energía durante los eventos de falla del servicio, se determinó la pertinencia de un sistema mixto compuesto por:

- Sistema centralizado de generación mediante paneles solares e inversores que permitan la inyección a la red eléctrica (127.8 kWp DC / 100 kW AC).
- Sistema individual de acondicionamiento y almacenamiento de energía en cada vivienda (50 unidades), consistente en un inversor-controlador 3.0 KW de 3 kVA con batería LiFePO₄ 5.0kwh, operando en modo off-grid con conmutación automática (ATS).

5.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRAL – INYECCIÓN A RED (127.8 kWp / 100 kW AC)

El sistema central consiste en 180 paneles solares bifaciales JA Solar JAM72D40-710/MB de 710 W, distribuidos en 10 strings homogéneos conectados a un inversor de 100 kW, dando una potencia pico DC en STC de 127.8 kWp y una potencia AC total de 100 kW.



Figura 5-2. Estructura soporte de acero galvanizado para el sistema fotovoltaico central

5.1.1 Parámetros del Módulo Fotovoltaico

Módulo FV – JA Solar JAM72D40-710/MB Bifacial	
Parámetro	Valor / Especificación
Potencia pico (Pmp)	710 W
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmp)	38.9 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp)	18.77 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	47.4 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	18.51 A
Coeficiente de temperatura de Voc (β)	-0.28 %/°C
Coeficiente de temperatura de Isc (α)	+0.05 %/°C
Ganancia bifacial	+5%
Temperatura mínima de diseño	-10 °C

Tabla 5-1. Parámetros eléctricos del módulo JA Solar JAM72D40-710/MB

5.1.2 Parámetros de los Inversor central de string

Inversor 100kw – Especificaciones Técnicas	
Parámetro	Inversor 100Kw
Potencia AC nominal	100 kW
Potencia DC máxima (datasheet)	140 kW
Tensión DC máxima	1100 V
Rango MPPT	200–1000 V
Número de trackers MPPT	10
Entradas por MPPT	2
Corriente DC máxima por MPPT	40 A
Tensión AC de salida	380-400 V 3Φ
Corriente AC máx.	145.2 A
Ratio DC/AC datasheet	1.3
Ratio DC/AC diseño	1.28

Tabla 5-2. Especificaciones técnicas inversor de string

5.1.3 Parámetros Generales del Sistema Fotovoltaico

Parámetros Generales – Sistema FV Central	
Parámetro	Valor / Especificación
Número total de paneles	180 unidades
Número de strings Inversor 100kw	10 strings x 18 paneles (homogéneos)
Potencia DC total STC	127.800 kWp
Potencia DC con ganancia bifacial (+5%)	134.190 kWp
Potencia AC total	100 kW
Ratio DC/AC sistema total	1.28 (≤ 1.3)

Parámetros Generales – Sistema FV Central	
Parámetro	Valor / Especificación
Tensión AC del sistema	380-400 V trifásico (3Φ)
Transformador de conexión	225 kVA
Longitud cable AC (inversores → transformador)	50 m
Caída de voltaje máxima permitida	3%

Tabla 5-3. Parámetros generales del sistema fotovoltaico central

5.1.4 Diseño de Strings – Distribución y Verificación

Los 10 strings del sistema son heterogéneos para optimizar el uso de la capacidad DC de cada inversor, manteniendo el ratio $DC/AC \leq 1.4$ y las tensiones de string dentro del límite de 1100 V DC en todas las condiciones de temperatura.

Verificación de Tensiones – Configuraciones de String						
Configuración	N° paneles	Inversor	Voc STC (25°C)(V)	Voc @-10°C (V)	Límite Vdc	Verificación
10 strings	18	100Kw – MPPT 1-10	753.3	985.1	1100 V DC	CUMPLE

Tabla 5-4. Verificación de tensiones por configuración de string a temperatura mínima

Distribución por Inversor – Verificación Ratio DC/AC							
Inversor	Config. strings	N° strings	Paneles	P DC (kWp)	P AC (kW)	Ratio DC/AC	Límite 1.4
Inversor 100Kw	10×18P	10	180	127.8	100	1.28	$1.28 \leq 1.4$
TOTAL SISTEMA	10 strings	10	180	127.8	100	1.28	$1.28 \leq 1.4$

Tabla 5-5. Distribución por inversor y verificación del ratio DC/AC

5.1.5 Inventario Completo de Strings

Inventario Completo de Strings – Sistema FV Central							
String	Inversor	MPPT	N° paneles	Vmp (V)	Voc STC (V)	Isc (A)	P (kWp)
STR-01	Inversor 100Kw	MPPT-1	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-02	Inversor 100Kw	MPPT-2	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-03	Inversor 100Kw	MPPT-3	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-04	Inversor 100Kw	MPPT-4	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-05	Inversor 100Kw	MPPT-5	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-06	Inversor 100Kw	MPPT-6	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-07	Inversor 100Kw	MPPT-7	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-08	Inversor 100Kw	MPPT-8	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-09	Inversor 100Kw	MPPT-9	18	753.30	985.1	18.92	12.78
STR-10	Inversor 100Kw	MPPT-10	18	753.30	985.1	18.92	12.78

Tabla 5-6. Inventario completo de strings – 180 paneles / 10 strings

5.1.6 Protecciones DC

Las protecciones del lado DC se diseñaron con base en el criterio NEC 690.9 / IEC 60269-6: fusible comercial $\geq 1.25 \times I_{sc} = 1.25 \times 18.92 \text{ A} = 23.65 \text{ A} \rightarrow 25 \text{ A}$ nominal. Los equipos seleccionados deben cumplir con la certificación RETIE.

Tabla de Protecciones DC por String							
String	Inversor / MPPT	Config.	DPS DC Moreday	Fusible Moreday	Portafusible	Breaker DC Moreday	Vn
STR-01	100Kw/MPPT-1	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-02	100Kw/MPPT-2	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-03	100Kw/MPPT-3	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-04	100Kw/MPPT-4	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-05	100Kw/MPPT-5	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-06	100Kw/MPPT-6	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-07	100Kw/MPPT-7	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-08	100Kw/MPPT-8	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-09	100Kw/MPPT-9	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC
STR-10	100Kw/MPPT-10	18P/Vmp=753V	PV1000-2P	25A gPV 10×38	PF 10×38	Breaker DC 25A	1000V DC

Tabla 5-7. Protecciones DC por string – Sistema FV Central

5.1.7 Protecciones AC

El dimensionamiento de breakers AC se realizó con factor de protección $1.25 \times I_{ac}$ nominal, conforme a NEC/IEC 60947. El sistema opera a 800 V AC trifásico (tensión del inversor).

Cuadro de Protecciones AC							
Circuito	Equipo Moreday	In (A)	Polos	Vn (V AC)	DPS AC Moreday	Icc (kA)	Cant.
Salida 100Kw	Breaker 200A 3P	145	3P	380-400	DPS AC 3P	≥40 kA	1
Totalizador	Breaker 200A 3P	145	3P	380-400	DPS AC 3P	≥40 kA	1

Tabla 5-8. Cuadro de protecciones AC – Sistema FV Central

5.1.8 Calibre de Cable AC

El cable AC (inversores → transformador 225 kVA,) fue seleccionado garantizando una caída de voltaje máxima del 3% y ampacidad superior a la corriente total de 68.56 A.

Selección de Cable AC – Tramos Inversores → Transformador							
Tramo	Calibre	Sección (mm²)	Ampacidad (A)	ΔV (V)	ΔV (%)	Conductores	Tipo cable
100Kw → Cuadro AC	2/0 AWG	70	178	2.5	0.650%	3+T	Cu THHN 600V
Cuadro AC → Trafo 225kVA	2/0 AWG	70	178	2.5	0.650%	3+T	Cu THHN 600V

Tabla 5-9. Selección de cable AC – Sistema FV Central (ΔV < 3%)

5.2 COSTOS

Los costos asociados a la instalación del sistema centralizado de generación fotovoltaica se detallan en la siguiente tabla:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Panel solar 710w bifacial	UND	180	865,000.00	\$155,700,000.00
Suministro e instalacion de Inversor Solar Trifasico On-Grid 100kw	UND	1	48,400,000.00	\$48,400,000.00
Estructura en acero galvanizado para soporte de paneles en suelo (Incluye el Suministro, Transporte, Pilotaje y Montaje de la Estructura)	UND	180	680,000.00	\$122,400,000.00
Cable solar fotovoltaico 6mm2 rojo	ML	1000	10,500.00	\$10,500,000.00

Cable solar fotovoltaico 6mm2 negro	ML	1000	10,500.00	\$10,500,000.00
Fusible DC 25A 10x38	UND	20	22,000.00	\$440,000.00
Portafusible 10x38	UND	20	34,500.00	\$690,000.00
Breaker 25A 2P 600VDC	UND	10	155,000.00	\$1,550,000.00
DPS Tipo 2 2P 600VDC	UND	10	360,000.00	\$3,600,000.00
Suministro y montaje de tablero DC. Incluye gabinete IP 65, barraje y cableado	UND	1	6,300,000.00	\$6,300,000.00
Canalización string box a inversor	ML	100	190,000.00	\$19,000,000.00
Tablero de distribución AC en gabinete metalico con proteccion IP65. Incluye totalizador y sistema de protecciones AC, barrajes en cobre y cableado.	UND	1	12,300,000.00	\$12,300,000.00
Suministro e instalación de acometida AC para conexión al transformador	UND	1	4,500,000.00	\$4,500,000.00
Cable flexible multifilar 1/0 AWG	ML	60	110,000.00	\$6,600,000.00
Cable flexible multifilar 2/0 AWG	ML	80	190,000.00	\$15,200,000.00
Suministro, instalación y legalización de medidor bidireccional	UND	1	6,000,000.00	\$6,000,000.00
Sistema de comunicación y monitoreo de sistema fotovoltaico	UND	1	3,500,000.00	\$3,500,000.00
Certificación RETIE del sistema fotovoltaico	UND	1	8,500,000.00	\$8,500,000.00
TOTAL				\$435,680,000.00

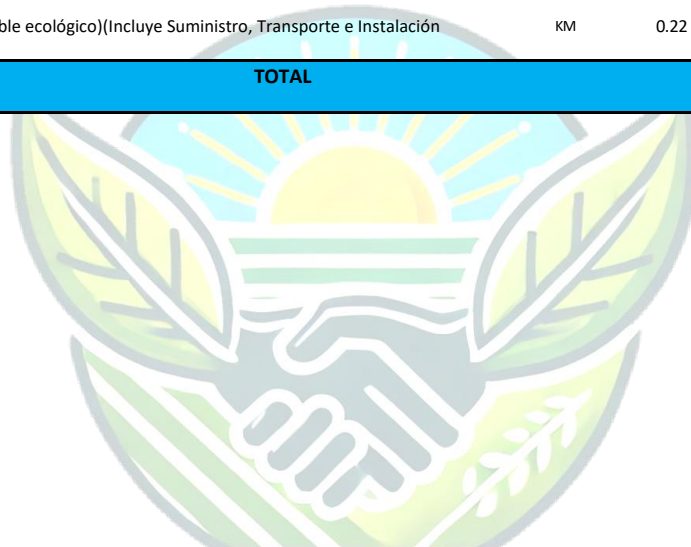
5.3 TRANSFORMADOR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CENTRAL

Dadas las limitaciones en capacidad de los transformadores actualmente disponibles en la zona (132.5 KVA instalados), se requiere la instalación de un transformador de 225 KVA, que permita la conexión a la red del sistema fotovoltaico proyectado y la posibilidad de futuras ampliaciones de la comunidad energética para soportar el ingreso de más familias.

Los costos asociados a la instalación del transformador y de la línea de media tensión se detallan en la siguiente tabla:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Poste en Concreto de 12 M X 510 KG (Incluye suministro, transporte, y proceso de hincada y aplomada)	UND	1	2,509,082.80	\$2,509,082.80
Poste en Concreto de 12 M X 1050 KG (Incluye suministro, transporte, y proceso de hincada y aplomada)	UND	2	3,819,165.00	\$7,638,330.00
Poste en Concreto de 14 M X 1050 KG (Incluye suministro, transporte, y proceso de hincada y aplomada)	UND	1	4,085,138.40	\$4,085,138.40
Estructura 550 ICEL (Incluye el Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura)	UND	2	1,319,948.00	\$2,639,896.00

Estructura 711 ICEL Montaje de Transformador 3 F. CON P&T Y PROTECCIÓN DE TRAF0 (Incluye Suministro, Transporte y Montaje de la Estructura)	UND	4	5,490,639.00	\$21,962,556.00
Estructura LA 461 (Incluye suministro, transporte, y montaje de la Estructura)	UND	3	978,882.80	\$2,936,648.40
Estructura LA 466 (Incluye suministro, transporte, y montaje de la Estructura)	UND	2	1,567,463.80	\$3,134,927.60
Estructura LA 464 (Incluye suministro, transporte, y montaje de la Estructura)	UND	2	1,660,878.80	\$3,321,757.60
Estructura LA 476 (Incluye suministro, transporte, y montaje de la Estructura)	UND	2	2,065,635.60	\$4,131,271.20
Espaciador Red Compacta 15 KV (Incluye suministro, transporte, y montaje)	UND	12	201,971.00	\$2,423,652.00
Empalme Tubular Para Red de Media Tensión (Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	UND	1	1,187,092.20	\$1,187,092.20
Cable XLPE-TK ACSR 2 15 kV (cable ecológico)(Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	KM	0.22	19,222,154.00	\$4,228,873.88
Cable mensajero en acero 3/8"(Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	KM	0.22	12,371,809.80	\$2,721,798.16
Puesta a Tierra / Media Tensión (Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	UND	3	638,941.80	\$1,916,825.40
Acometida Subterránea Transformador de 300 kVA + Reserva, Con Protección (Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	UND	40	837,804.80	\$33,512,192.00
Transformador Trifásico de 225 kVA, 440-256V/13200 (Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	UND	1	58,054,964.80	\$58,054,964.80
Maniobra en línea viva 13.2 KV.	UND	10	4,937,076.20	\$49,370,762.00
Suministro e instalacion de tablero autosoportado para protección acometida	UND	1	15,448,043.80	\$15,448,043.80
Cable XLPE-TK ACSR 1/0 15 kV (cable ecológico)(Incluye Suministro, Transporte e Instalación)	KM	0.22	38,639,134.80	\$8,500,609.66
TOTAL				\$229,724,422



6. SISTEMAS INDIVIDUALES OFF-GRID POR VIVIENDA (50 UNIDADES)

Como complemento al sistema centralizado de inyección a red, cada una de las 50 viviendas pertenecientes a la Comunidad Energética contará con un sistema individual de almacenamiento y respaldo energético en modo off-grid. Este sistema garantiza el suministro ininterrumpido de energía a nivel domiciliario durante los períodos de falla de la red eléctrica, constituyendo la capa de resiliencia del proyecto.

Cada sistema domiciliario está compuesto por un inversor-cargador 3.0 KW de 3 kVA (onda senoidal pura), una batería LiFePO₄ 5.0kwh (51.2 V nominal), y un conmutador automático de transferencia (ATS) GEYA G2R-63 II que garantiza la continuidad del suministro en menos de 50 ms.

6.1 INVERSOR OFF-GRID 3.0 KW

Inversor Off-Grid – 3.0 KW	
Parámetro	Valor / Especificación
Potencia nominal AC	3.000 W / VA
Potencia pico (surge)	6.000 VA
Factor de potencia	1.0
Tensión AC de salida	220 / 230 V AC
Frecuencia de salida	50 Hz
Corriente AC nominal salida	13.6 A (3000W / 220V)
Corriente AC pico salida	27.3 A (6000VA / 220V)
Tensión AC entrada (red)	180 – 265 V AC
Corriente AC entrada máxima	40 A (según manual)
Tensión batería	48 V DC (nominal)
Corriente de carga batería máx. desde AC	40 A
Tipo de onda de salida	Senoidal pura

Inversor Off-Grid – 3.0 KW	
Parámetro	Valor / Especificación
Tiempo de transferencia (UPS)	< 10 ms (típico)
Comunicación batería	CAN / RS485
Controlador solar MPPT integrado	80 A / 120–250 V DC
Eficiencia máxima	90%
Protección IP	IP 20
Paralelismo	Hasta 6 unidades

Tabla 6-1. Especificaciones técnicas inversor 3.0 KW

6.2 BATERÍA LiFePO_4 5.0KWH

La tecnología LiFePO_4 (Litio Ferrofosfato) fue seleccionada sobre alternativas como las baterías OPzV de plomo-ácido, por su superior rendimiento en ciclado diario en condiciones tropicales: mayor profundidad de descarga (DoD 90% vs 50%), mayor vida útil (>6.000 ciclos vs ~1.500 ciclos), menor peso, cero mantenimiento y compatibilidad nativa con el inversor a través del protocolo BMS CAN/RS485.

Batería LiFePO_4 – 5.0kwh	
Parámetro	Valor / Especificación
Modelo	5.0kwh
Capacidad nominal	5.12 kWh
Capacidad utilizable (DoD 90%)	4.60 kWh
Capacidad en Ah	100 Ah
Tensión nominal	51.2 V DC
Tensión operativa	47.2 – 56.8 V DC
Tecnología	LiFePO_4 (LFP) – Sin cobalto
Corriente de carga/descarga nominal	50 A (1 módulo)

Batería LiFePO ₄ – 5.0kwh	
Parámetro	Valor / Especificación
Corriente de carga/descarga máxima	50 A (1 módulo)
Comunicación	CAN / RS485 – Compatible SPF
Ciclos de vida	> 6.000 ciclos
Profundidad de descarga (DoD)	90%
Protección IP	IP 65 (Interior/exterior)
Temperatura operativa	0 – 50 °C
Módulos mínimo/máximo	1 / 10 módulos
Certificaciones	IEC62619 / CE / UN38.3
Peso aproximado	≈ 60 kg
Autonomía estimada (carga 500 W)	~9.2 horas

Tabla 6-2. Especificaciones técnicas batería 5.0kwh

6.3 PROTECCIONES DC – BATERÍA

Las protecciones del circuito DC entre batería e inversor se dimensionaron conforme al manual 3.0 KW y a los criterios NEC/IEC 60269, seleccionando 40 A ($\geq 1.25 \times 25 \text{ A} = 31.3 \text{ A}$ nominal de batería) y considerando la corriente máxima del inversor ($\sim 62.5 \text{ A} = 3000 \text{ W}/48 \text{ V}$).

Protecciones DC – Circuito Batería–Inversor					
Protección	Modelo / Tipo	In (A)	Vn DC (V)	Norma	Cant.
Fusible DC batería	Fusible cartucho 40A / 80V DC	80 A	80 V DC	IEC 60269-2	1
Portafusible DC	Portafusible 80V DC para fusible cartucho	80 A	80 V DC	IEC 60947-3	1

Protecciones DC – Circuito Batería-Inversor					
Protección	Modelo / Tipo	In (A)	Vn DC (V)	Norma	Cant.
Breaker DC batería	MCB DC 40A / 1P / 80V DC	80 A	80 V DC	IEC 60947-2	1
Cable DC bat.– inversor	Cu 35mm ²	–	–	NEC/IEC 60228	1

Tabla 6-3. Protecciones DC batería – Sistema off-grid domiciliario

6.4 PROTECCIONES AC Y CONMUTADOR ATS

Cuadro de Protecciones AC – Sistema Off-Grid por Vivienda					
Circuito	Protección / Equipo	In (A)	Vn (V AC)	Tipo / Norma	Cant.
Entrada: Red → Inversor (AC IN)	MCB 40A / 1P+N / 230V AC	40 A	230 V AC	MCB curva C / IEC 60898	1
DPS AC entrada (red→inversor)	DPS Tipo 2 / 230V AC	–	230 V AC	IEC 61643-11	1
Salida: Inversor → ATS (AC OUT)	MCB 20A curva C / 1P+N / 230V AC	20 A	230 V AC	MCB curva C / IEC 60898	1
ATS (conmutador automático)	GEYA G2R-63 II / 2P / 63A / 220V	63 A	220 V AC	Clase PC / CE / CB	1
Salida ATS → Cuadro vivienda	MCBs por circuito según carga	Var.	230 V AC	Según cuadro vivienda	Var.

Tabla 6-4. Protecciones AC – Sistema off-grid domiciliario

ATS GEYA G2R-63 II – Especificaciones	
Parámetro	Valor / Especificación
Modelo	GEYA G2R-63 II
Corriente nominal	63 A

ATS GEYA G2R-63 II – Especificaciones	
Parámetro	Valor / Especificación
Tensión nominal	220/230 V AC
Frecuencia	50/60 Hz
Polos	2P (monofásico)
Clase	PC (protección combinada)
Tiempo de conmutación	< 50 ms
Montaje	Riel DIN
Certificación	CE / CB
Tensión de aislamiento	690 V
Resistencia al impulso	8 kV
Poder de ruptura	50 kA
Vida mecánica	≥ 8.000 ciclos
Vida eléctrica	≥ 1.500 ciclos
Fuente A (principal)	Red eléctrica principal
Fuente B (respaldo)	Inversor 3.0 KW
Función	Auto A→B y B→A

Tabla 6-5. Especificaciones ATS GEYA G2R-63 II

6.5 CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR

Configuración de Programas – Inversor 3.0 KW		
Programa	Función	Ajuste recomendado
Programa 01 – Input priority	Prioridad de fuente de entrada	Grid priority (usar red para cargas + carga batería)
Programa 05 – Battery type	Tipo de batería	LI (litio → activa comunicación BMS)
Programa 36 – BMS protocol	Protocolo de comunicación BMS	Protocolo CAN o RS485
Programa 11 – AC charge current	Corriente de carga desde red	Ajustar a 40A máx. desde red
Programa 14 – Charger source	Fuente de carga de batería	Utility + Solar (permitir carga desde red)

Tabla 6-6. Configuración de programas inversor 3.0 KW

Lógica de operación del ATS: Con red disponible → Fuente A activa (cargas alimentadas desde red; inversor carga batería desde AC). Con fallo de red → conmuta automáticamente a Fuente B (inversor alimenta cargas con energía de batería, < 50 ms). Al restablecer red → retorna automáticamente a Fuente A.

6.6 RESUMEN SISTEMA OFF-GRID POR VIVIENDA Y PARA 50 VIVIENDAS

Resumen Sistema Off-Grid – Una Vivienda y Total Comunidad (50 unidades)		
Componente / Parámetro	Por vivienda	Total 50 viviendas
Inversor off-grid	3.0 KW	50 unidades
Potencia nominal AC	3.000 W	150 kW
Batería	5.0kwh LiFePO ₄	50 unidades
Capacidad almacenamiento nominal	5.12 kWh	256 kWh
Capacidad utilizable (DoD 90%)	4.60 kWh	230 kWh
ATS automático	GEYA G2R-63 II (63A/2P)	50 unidades
Tiempo conmutación ATS	< 50 ms	< 50 ms

Resumen Sistema Off-Grid – Una Vivienda y Total Comunidad (50 unidades)		
Componente / Parámetro	Por vivienda	Total 50 viviendas
Autonomía estimada (500 W)	~9.2 horas	~9.2 horas/vivienda
Ciclos de vida batería	> 6.000 ciclos	> 6.000 ciclos
Tecnología batería	LiFePO ₄ – sin cobalto, BMS integrado	LiFePO ₄ – sin cobalto, BMS integrado
Fusible DC batería	80A / 80V DC	50 unidades
Breaker DC batería	MCB DC 80A / 80V DC	50 unidades
MCB AC entrada (red→inversor)	80A / 1P+N / 230V AC	50 unidades
MCB AC salida (inversor→ATS)	20A curva C / 1P+N / 230V AC	50 unidades

Tabla 6-7. Resumen sistema off-grid por vivienda y para la comunidad de 50 viviendas

6.6 COSTOS SISTEMAS OFF-GRID

Se detallan los costos para las instalación de los sistemas de respaldo para las 50 viviendas:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Inversor Off-Grid 3kw	UND	50	5,130,000.00	\$256,500,000.00
Batería de litio LiFePO ₄ 5.0KWh	UND	50	6,873,000.00	\$343,650,000.00
Sistema de proteccion DC para baterías. Incluye cableado, fusible, portafusible, breaker, barraje y cofre certificados	UND	50	1,410,000.00	\$70,500,000.00
Sistema de protección AC para salida del inversor. Incluye cableado, DPS, breakers, barraje y cofre certificados.	ML	50	1,079,000.00	\$53,950,000.00
Conmutador automático ATS	ML	50	1,053,300.00	\$52,665,000.00
TOTAL				\$777,265,000.00

7. COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN

Los costos de implementación del sistema total se resumen en la siguiente tabla:

COOPERATIVA MULTIACTIVA DE CAMPOALEGRE

Item	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Sistema fotovoltaico centralizado 130 KWp	1	\$435,680,000.00	\$435,680,000.00
2	Sistema Off-Grid para vivienda	50	\$15,545,300.00	\$777,265,000.00
3	Transformador y línea media tensión	1	\$229,724,422.00	\$229,724,422.00
			TOTAL	\$1,442,669,422.00



8. CONCLUSIONES

- Proyectos como la Comunidad Energética Vereda Bajo Bejucal representan la materialización de la democratización del acceso a la energía eléctrica y un paso importante en el camino de la Transición Energética Justa. El modelo asociativo-cooperativo adoptado permite a hogares de estrato bajo acceder a tecnología de punta (paneles bifaciales de 730 W, baterías LiFePO₄, inversores con comunicación BMS) que individualmente sería inaccesible.
- Los problemas actuales de acceso permanente al servicio de energía eléctrica en la Vereda Bajo Bejucal representan un reto para el correcto desarrollo de las actividades hogareñas y económicas de las familias. La solución propuesta, con un sistema centralizado de 127.8 kWp DC / 100 kW AC y 50 sistemas off-grid individuales de 5.12 kWh cada uno, ataca el problema desde dos frentes complementarios: generación limpia y resiliencia ante fallas.
- Es necesario aunar esfuerzos entre la comunidad y los diferentes actores gubernamentales a nivel municipal, departamental y de gobierno central para el desarrollo del proyecto, y más allá para el exitoso desarrollo de iniciativas asociativas que potencialicen el impacto del trabajo comunitario.
- El rediseño del sistema fotovoltaico central a 180 paneles (127.8 kWp DC, 100 kW AC) con strings heterogéneos optimizados permite un ratio DC/AC del sistema total de 1.287, dentro del límite de diseño de 1.4, garantizando el aprovechamiento máximo de la capacidad de los inversores sin riesgo de clipping excesivo en condiciones de operación reales en el Huila.
- La selección de baterías LiFePO₄ (5.0kwh) sobre tecnologías de plomo-ácido (OPzV) representa una ventaja técnica y económica de largo plazo: mayor profundidad de descarga (DoD 90% vs 50%), vida útil más de cuatro veces superior (>6.000 ciclos vs ~1.500), cero mantenimiento, menor peso, sin riesgo de electrolito y comunicación nativa BMS con el inversor, reduciendo significativamente el costo total de propiedad (TCO) durante los 25 años de vida del proyecto.
- La combinación del sistema central de inyección a red con los 50 sistemas off-grid individuales crea una arquitectura de suministro energético dual que maximiza la resiliencia: cuando la red falla, cada hogar cuenta automáticamente (< 50 ms de conmutación) con una autonomía individual de ~9.2 horas (a 500 W de carga), lo que cubre los eventos de interrupción más comunes. La energía total almacenada en la comunidad asciende a 230 kWh utilizables, equivalente a un respaldo significativo del consumo domiciliario colectivo.
- El sistema fotovoltaico proyectado generará aproximadamente 14.250 kWh/mes (estimado conservador bajo condiciones de irradiación del Huila, ≥ 1.700 kWh/m²/año), superando el consumo actual de la comunidad de 13.500 kWh/mes. Los excedentes inyectados a la red permitirán a la comunidad actuar como Autogenerador Colectivo (AGRC) bajo la Resolución CREG 101-072/2025, generando créditos de energía o ingresos que contribuyen a la sostenibilidad financiera del proyecto.

- La entrada en vigencia de la Resolución 40159 del 16 de marzo de 2026 (Programa Colombia Solar) abre una ventana de oportunidad única para el proyecto Bajo Bejucal: al ser declarado Proyecto de Interés Nacional y Estratégico (PINE), el programa contempla fuentes de financiación públicas para la infraestructura de autogeneración colectiva en estratos 1, 2 y 3, lo que podría viabilizar la cofinanciación del transformador de 225 kVA y parte de los costos de instalación de los sistemas domiciliarios off-grid.
- El cumplimiento del marco técnico normativo vigente (RETIE, NEC 690.9, IEC 60269-6, IEC 61643, IEC 60947) en todas las protecciones DC y AC del sistema, tanto en el campo fotovoltaico central como en los sistemas off-grid domiciliarios, garantiza la seguridad eléctrica de las instalaciones, facilita la certificación de los equipos y respalda técnicamente el proyecto ante Electrohuila S.A. E.S.P. para los trámites de conexión al Sistema de Distribución Local.
- La Comunidad Energética Vereda Bajo Bejucal, al articularse bajo el marco de la Resolución CREG 101-072 de 2025 y el Programa Colombia Solar (Resolución 40159/2026), se convierte en un modelo replicable de transición energética rural en el Huila y en Colombia, demostrando que la combinación de generación distribuida fotovoltaica, almacenamiento en baterías de litio y organización comunitaria cooperativa puede transformar la calidad de vida de comunidades vulnerables en zonas rurales, reducir la dependencia de subsidios estatales y contribuir a la descarbonización del sector energético nacional.

