



**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS  
PARA LA ENERGIZACIÓN DE LA VEREDA EL CIELO,  
CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESUS EN MUNICIPIO DE  
VALLEDUPAR DEPARTAMENTO DEL CESAR.**



## **ESTADO DEL PROYECTO**

*Perfil*

### **FORMULADOR:**

**José Rafael Araujo Arzuaga**  
**Ingeniero Ambiental**

### **EQUIPO DE APOYO**

**María Camila Cuello Orozco**  
**Ingeniera de Minas**

## **PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DEL CESAR** **PERS CESAR**

UPME

IPSE

SECRETARIA DE AGRICULTURA DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR  
GOBERNACIÓN DEL CESAR

Valledupar – Cesar

2018



## TABLA DE CONTENIDO

FICHA RESUMEN.....	4
1. DIAGNOSTICO.....	5
1.1. PROPIETARIO DEL PREDIO .....	6
1.2. BATERÍA SANITARIA.....	7
1.3. FOSA SÉPTICA.....	8
1.4. UPM (Unidad Productiva Minera) .....	8
2. 1.5. ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	9
3. 1.6. INTEGRANTES DE LA FAMILIA ESTUDIAN Y CUANTOS NO.....	9
1.7. SEXO DE LA POBLACIÓN.....	10
2. PROBLEMA CENTRAL.....	10
2.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	10
4. ALTERNATIVA DE SOLUCION.....	14
5. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	15
6. ALCANCES DEL PROYECTO.....	15
9. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	25
10. DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA Y CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PARTE DE LA VEREDA BENEFICIADA. ....	28
<b>10.1. EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS. ..</b>	<b>28</b>
<b>10.1.1. EQUIPOS CONSUMIDORES.....</b>	<b>28</b>
<b>10.1.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO DE RED .....</b>	<b>29</b>
<b>10.1.3. COSTO PROYECTO SOLAR FOTOVOLTÁICO .....</b>	<b>31</b>
<b>10.1.4. INGRESOS PROYECTO PANELES SOLARES .....</b>	<b>32</b>
<b>10.1.5. VARIABLES FINANCIERAS .....</b>	<b>32</b>
<b>10.1.6. SENSIBILIZACIÓN .....</b>	<b>32</b>
11. CONCLUSIONES.....	34



### FICHA RESUMEN

Título del Proyecto:	<b>IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS PARA LA ENERGIZACIÓN DE LA VEREDA EL CIELO, CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESUS, EN MUNICIPIO DE VALLEDUPAR DEPARTAMENTO DEL CESAR.</b>	
Proponente:	Consortio PSC	
Población Objetivo:	34 familias de la vereda El Cielo, Corregimiento de Valencia de Jesús, municipio de Valledupar.	
Sub Región:	Noroccidental	
Ejecutor:	Gobernación del Cesar	
Organizaciones Cooperantes:	UPME, IPSE, Gobernación del Cesar	
Departamento:	Cesar	
Duración del Proyecto:	4 Meses	
Costo Total del Proyecto:	\$ 1.131.541.632	
Monto Solicitado:	\$ 1.131.541.632	
Monto Total Contrapartida		
Contrapartida Entidades	En Efectivo (\$)	En Especie (\$)
Entidad Financiadora	Gobernación del Cesar	Recursos del Sistema General de Regalías, o quien haga sus veces.
Gobernación del Cesar	\$ 1.131.541.632	SGR
Otros	Nación	UPME, IPSE
Lugar de Ejecución del Proyecto:	Vereda el Cielo, Corregimiento de Valencia de Jesús, municipio de Valledupar	Zona rural del municipio de Valledupar del departamento del Cesar
	Zona Rural	Departamento: Cesar
<b>Responsable del proyecto:</b>	Secretaria de Agricultura y Desarrollo Empresarial.	Cargo: Carlos Eduardo Campo Cuello
	Empresa/Institución:	Teléfono de Contacto: 5748230 Ext. 411 – 412, <a href="mailto:agricultura@cesar.gov.co">agricultura@cesar.gov.co</a> .



	Gobernación del Cesar	
--	-----------------------	--

## 1. DIAGNOSTICO

Cesar, departamento perteneciente a la Región Caribe, se encuentra ubicado en la zona nororiental del país, cuenta con un área de 22.905 kms, lo que lo lleva a representar el 2% del territorio nacional y el 15% a nivel regional, hecho que permite ubicarlo en el puesto 21 en cuanto a superficie departamental.

Para esta zona de Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE– (2017), proyectó una población de 1´053.475 habitantes para el año 2017, distribuidos principalmente en la cabecera 74,5% y el 25,5% restante se localiza en zona rural. Adicionalmente, este es uno de los lugares del país con límites internacionales, teniendo al Este a la República Bolivariana de Venezuela, al Norte limitando con los departamentos de La Guajira y Magdalena, al Sur con los departamentos de Bolívar, Santander y Norte de Santander y al Sureste con el Norte de Santander

El Departamento se encuentra dividido en seis regiones naturales: Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía del Perijá, Complejo Cenagoso de Zapatosa, Valle del Rio Cesar, Valle del Rio Ariguaní y Valle del Magdalena. Su topografía es de tipo montañosa en un 43% y el 57% restante son planicies; presenta una diversidad de climas en la que predomina el cálido en la zona plana, templado en la parte montañosa y páramo en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía de Perijá, sobre el área del súper páramo de Sabana Rubia al norte, entre los municipios de Manaure y Agustín Codazzi.

En cuanto a su economía, hace tres décadas esta zona se debía a los cultivos de algodón y a su vocación ganadera, pero paulatinamente la composición de su actividad productiva ha venido cambiando. Más recientemente el Informe de Coyuntura Económica Regional (2015) señala que el PIB de este territorio en el año 2014 ascendió a los \$13.442 miles de millones a precios corrientes a un ritmo de 6,1% superior al nacional (4,4%), registrando en este sentido uno de los tres mejores avances de los últimos 7 años, hecho que responde al buen desempeño de los sectores de minería (extracción de carbón), servicios sociales (administración pública) y servicios empresariales.

El servicio de Energía eléctrica en el municipio de Valledupar en el departamento del Cesar, según informe de cobertura a 2015 de la UPME, soportado en reportes por los operadores de red en éste caso Electricaribe S.A. E.S.P, DANE y el instituto

de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas IPSE a diciembre de 2014, el índice total de cobertura del municipio es de 81,94%. El mismo informe presenta cifras de cobertura para la zona rural dispersa del 47,86%, mientras que en el área urbana cubre el 98,98%. A pesar de las cifras que presenta este informe, el servicio presenta deficiencias por continuidad, calidad y tarifas, las que entre 2006 y 2010 subieron 12% por encima de la inflación. La economía del sector es netamente agropecuaria y los ingresos de esta población son inferiores a los 2 S.M.L.M.V, por lo tanto, no alcanzan a sustentar el consumo de energía para lograr actividades básicas como son la refrigeración de los alimentos, la iluminación de sus hogares en horarios nocturnos y el acceso a la tecnología para el desarrollo de las labores académicas de los estudiantes que allí habitan.

Según un informe hecho por la Secretaria de Minas del departamento del Cesar en la vereda El Cielo hay un total de 360 habitantes compuestos en 156 familias, de los cuales el 45% son mujeres y el 55% son hombres. La economía de estas familias se constituye básicamente de minería informal y los ingresos por familia no alcanzan los 2 salarios mínimos, por tanto, no tienen acceso a las necesidades básicas, como lo es la energía eléctrica.

La mayoría de las familias que habitan en la Vereda el Cielo se dedican a la elaboración de ladrillos a través de la alfarería artesanal, casi el 47% de los habitantes realizan esta actividad artesanal, pero no están agremiados, ni formalizados, así mismo ejercen su labor en predios no titulados por el estado.

En el año 2017, el gobierno departamental con apoyo del Ministerio de Minas y Energía adelantó un proyecto para que los pequeños mineros organicen y mejoren su actividad y tengan acceso a seguridad social y reglas de protección entre ellas indumentaria adecuada como guantes, cascos y demás elementos.

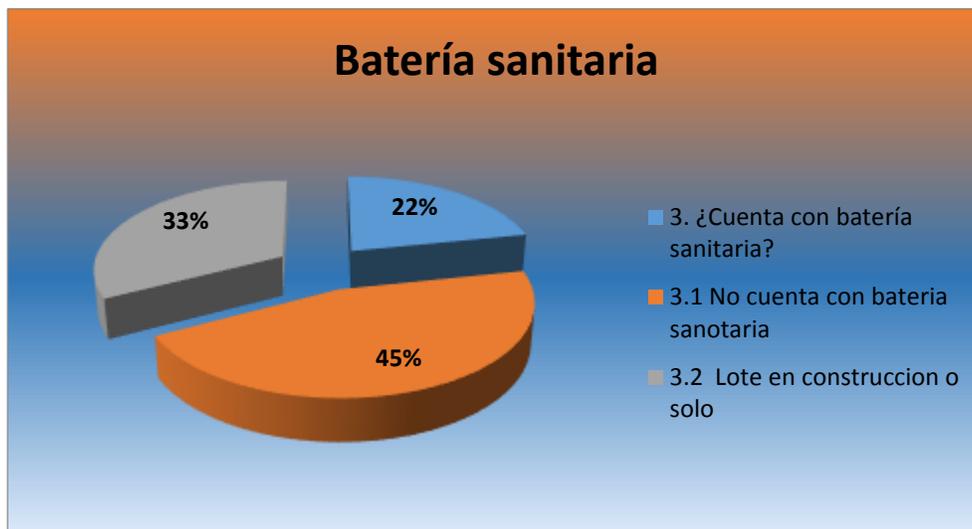
A continuación, se mostrarán algunos resultados que arrojó el estudio de la Secretaria de Minas Departamental:

### **1.1. PROPIETARIO DEL PREDIO**



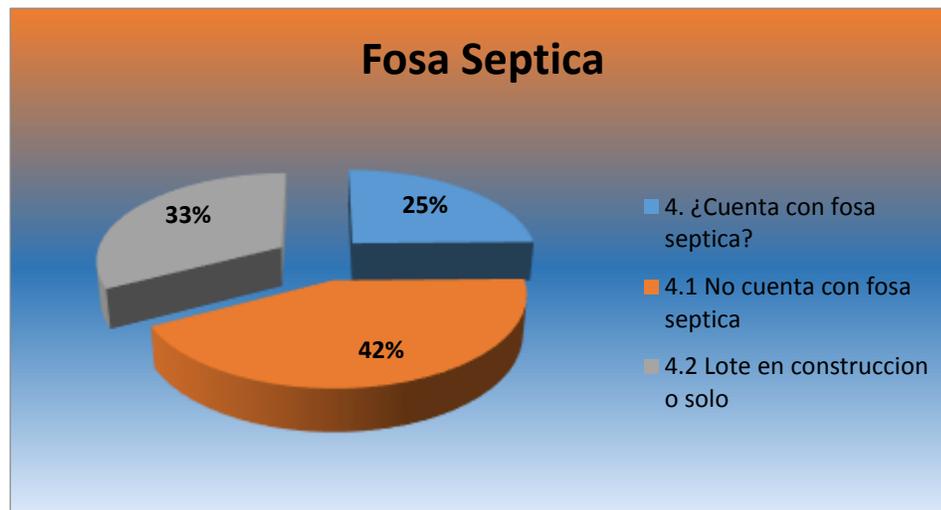
Como se describe en el grafico N° 1 que se presenta anteriormente, se quiso definir la importancia de las condiciones del predio que se habita (si es propietario o no) de la muestra para identificar, lo que arrojó que un 55% de la población es propietario del predio, un 33% es arrendatario y 12% son lotes en construcción.

## 1.2. BATERÍA SANITARIA



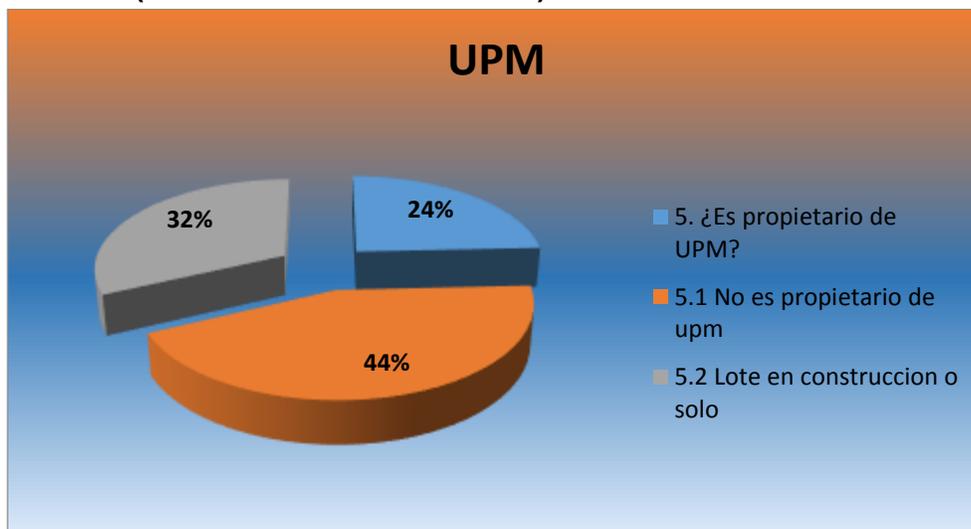
Como se describe en el grafico N° 2 que se presenta anteriormente, se indagó si cuentan o no con batería sanitaria, con la intención de identificar este tipo de necesidad básica insatisfecha, indicando que el 45% de la población no cuenta con batería sanitaria, 33% son lotes en construcción y solo el 22% cuenta con batería sanitaria.

### 1.3. FOSA SÉPTICA



Como se describe en el grafico N° 3 que se presenta anteriormente, se realiza esta indagación en cuanto a si la población cuenta o no con fosa séptica, lo que indico que 42% no mientras solo el 25% si cuentan con fosa séptica.

### 1.4. UPM (Unidad Productiva Minera)



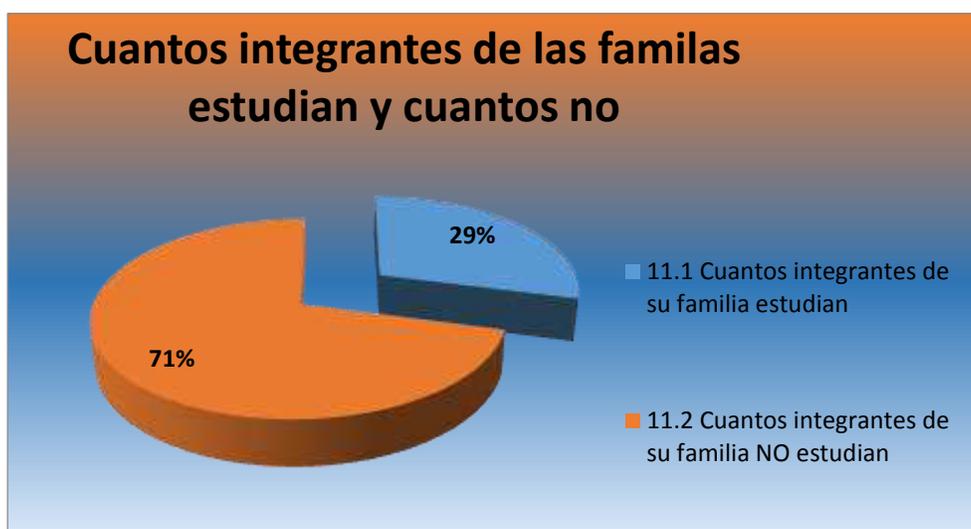
Como se describe en el grafico N° 4 que se presenta anteriormente, fue importante indagar sobre si es propietario de UPM o no, lo que dejo como resultado, que el 44% no es propietario, mientras el 32% son lotes en construcción solo el 24% es propietario del UPM.

## 2. 1.5. ACTIVIDAD ECONÓMICA



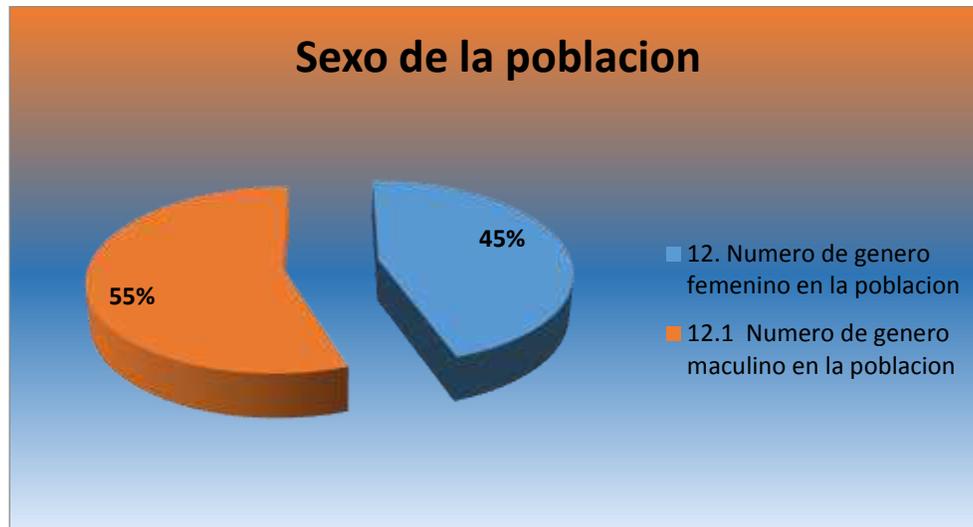
Como se describe en el gráfico N° 5 que se presenta anteriormente, se quiso definir la importancia de la actividad económica (trabajo) de la muestra, lo que arroja que es una población en un 59% depende de la actividad de la mina, 5% comerciantes, 2% área construcción y 1% son desempleados.

## 3. 1.6. INTEGRANTES DE LA FAMILIA ESTUDIAN Y CUANTOS NO



Como se describe en el gráfico N° 6 que se presenta anteriormente, en la importancia por caracterizar a la población, fue importante definir cuantos integrantes de la familia estudian y cuantos no, lo que arrojó en un alto porcentaje de 71% no está en proceso de capacitación y solo en un 29% si está en proceso de capacitación.

## 1.7. SEXO DE LA POBLACIÓN



Fuente: Secretaria de minas, Departamento del Cesar, Informe general de gestión social de la minería informal en la vereda el Cielo, 2017

Como se describe en el grafico N° 7 que se presenta anteriormente, se quiso definir el sexo de la población (comunidad), lo cual arrojó un 55% es del género masculino y el 45% es de género femenino.

## 2. PROBLEMA CENTRAL

Limitado acceso al servicio de energía eléctrica para el desarrollo de las actividades básicas en la vereda El Cielo, Corregimiento de Valencia de Jesús, Municipio de Valledupar.

### 2.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La crisis energética es un problema global, pero se acrecienta en las comunidades dispersas donde el uso de energía se relaciona con el consumo de combustibles fósiles para el desarrollo de actividades esenciales como la preparación de

alimentos, iluminación y el uso de electrodomésticos. Estas aplicaciones basadas en la utilización de recursos naturales representan factores de riesgo ambiental y de salud para la población en estas zonas, como la contaminación atmosférica o calentamiento global, debido al aumento del dióxido de carbono, uno de los gases responsables del efecto invernadero.

Teniendo en cuenta la identificación del problema, la cual es la carencia de energía eléctrica en la vereda El Cielo, el Proyecto logrará mejorar la calidad de vida de las 34 familias dando uso de la energía eléctrica para lograr satisfacer las diferentes necesidades, como iluminación, refrigeración, diversión, mejor ambiente, conectividad a electrodomésticos.

En Colombia, en cuanto a la energía eléctrica en el área rural alcanza un nivel de cobertura promedio de 83.39 %, siendo el departamento del Cesar unos de los territorios con los niveles de cobertura más bajos que alcanza un nivel del 45.10%. Bajo esta perspectiva, la ausencia de electricidad en el área rural incide de manera negativa en las condiciones de calidad de vida y desarrollo de sus habitantes.

El municipio de Valledupar, no es ajeno a esta tendencia, la mayor parte de su territorio rural, se caracteriza porque tiene baja cobertura en el suministro de energía eléctrica, dada su alta dispersión, por ende, los costos de la energía eléctrica son supremamente elevados para poder ser costeados.

Sin lugar a dudas, existen poblaciones que enmarcan su desarrollo en etapas de transformaciones históricas como lo es el aspecto económico, que tendrán implicaciones estructurales de gran alcance para los diversos sectores que involucran su composición, es decir, una comunidad que se crea entorno a una actividad económica particular se desarrolla con características de dicho entorno.

Por lo tanto, se focaliza una serie de situaciones y contexto que involucran a la comunidad desde los distintos aspectos de su cotidianidad, que se han visto involucrados por la actividad económica en la que está inmersa, como lo es, el proceso de movilidad, fuentes de ingreso (alfarero), deserción escolar, inseguridad, la falta de transporte público, necesidades básicas insatisfechas y sobre todo la falta de acceso a la energía eléctrica.

## 2.2. CAUSAS

- Ausencia de generación de energía eléctrica en la zona.
- Débil esquema institucional en el municipio de Valledupar para atender las necesidades de la población de la Vereda el Cielo.

- Deficiente preparación técnica en el uso eficiente de los recursos.
- Elevados costos de la energía convencional
- Baja gestión pública en la provisión de soluciones energética para realizar las actividades de la población.

### 2.3. EFECTOS

- Dificultad en la refrigeración de alimentos perecederos y bebidas.
- Aumento en el costo de transporte por la compra de alimentos y bebidas.
- Aumento de estrés dado los niveles de calor en la vereda.
- Limitadas horas de estudio y esparcimiento en los hogares.
- Alto nivel de incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAS).
- Bajo rendimiento escolar en los niños, niñas y jóvenes
- Bajo acceso a tecnología por falta de energía.

### 3. ANTECEDENTES

En Colombia, existen numerosos trabajos e investigaciones relacionadas con la implementación de sistemas de energización renovable en ZNI.

La siguiente tabla muestra como referencia algunas investigaciones realizadas:

Tabla 1. Referentes de Estudios e Investigaciones

Entidad /Organización	Titulo	Autores	Año
CORPOEMA UPME	Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE)	Consortio Energético Corpoema	2010
Universidad Javeriana Maestría en Gestión Ambiental	Energización de las zonas no Interconectadas a partir de las Energías Renovables Solar y Eólica	Natalia Esteve Gómez	2011
Colciencias. Convocatoria Ideas para el Cambio 2012.	Pretratamiento y Abastecimiento de agua a la Comunidad Wayuu del Reservoirio de la Gran Vía.	Universidad de la Guajira – Fundación Bioguajira	2012
Universidad de la Guajira – Fundación Universitaria del Norte	Desarrollo del Programa de I+D en Energías Renovables en el departamento de la Guajira	Ricardo Vásquez Padilla	2013

Fuente: Murgas, Jaime, energización para el mejoramiento del servicio en rancherías etnoturísticas del municipio de Riohacha, 2015 P 29.



En el año 2017, se priorizó la ejecución del Plan de Energización rural Sostenible para el departamento del Cesar, el cual se contrató en el presente año, ahí podemos evidenciar un estudio de oferta energética que realizó el consorcio para identificar las zonas donde se pueden implementar proyectos de energías renovables aprovechando las condiciones que la naturaleza nos ofrece.

Para la zonificación del potencial energético solar en el departamento del Cesar se tomaron datos de radiación y brillo solar del periodo 1981-2010, según datos oficiales Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), a través de los geoservicios WMS que ofrece esta entidad; esta información fue procesada en un software integral. Con la información obtenida se realizaron mapas de promedio multianuales mensuales y uno de promedio multianual. Así mismo, se contó con información de estaciones meteorológicas relacionadas en los diferentes validados por el IDEAM en el territorio del departamento del Cesar.

Adicional a los datos solares ofrecidos por el IDEAM, se extrajeron capas rásters multianuales desde el periodo 1970 hasta el 2000 de radiación solar, de la base de datos globales de clima por sus siglas en inglés (WorldClim). Estos datos fueron calibrados para la región de Colombia y se hizo una conversión en las unidades de medida de  $\text{KJ/día} \cdot \text{m}^2$  a  $\text{KWh/m}^2$ , Para poder realizar un análisis comparativo más secuencial de datos con los suministrados por el IDEAM.

De los resultados preliminares se puede observar en los Mapas 1 y 2, donde en la parte norte del departamento del Cesar se presenta mayor concentración de la radiación solar con un rango promedio entre 6 y 6,5  $\text{KWh/m}^2$  con una duración de las horas de brillo solar (HBS) promedio de entre 6 y 7 HBS.

Posteriormente se realizan consultas a otros entes, los cuales suministran información para el análisis del potencial Biomásico con el que se puede contar en el departamento del Cesar.

Para efectos de proyección en el departamento del Cesar, el PERS Cesar tiene en cuenta unos criterios básicos como potencial energético, características socioeconómicas, Biodiversidad, entre otros; los cuales han sido descritos anteriormente, y que sirven para establecer las cinco (5) Ecorregiones que conformarán el Departamento del Cesar para el presente estudio, quedando distribuidas así:

**Ecorregión Sierra Nevada de Santa Marta.** Esta ecorregión está conformada por parte territorial de los municipios de El Copey, Pueblo Bello y Valledupar respectivamente, los cuales tienen influencia en la parte norte del departamento del Cesar.



**Ecorregión Valle del Cesar.** Con influencia en parte territorial de los municipios de Valledupar, Agustín Codazzi, Astrea, Becerril, Bosconia, El Copey, El Paso, La Jagua de Ibirico y San Diego respectivamente.

**Ecorregión Valle del Magdalena.** Esta ecorregión influencia en parte de los territorios de los municipios de Aguachica, Astrea, Chimichagua, Chiriguaná, Curumaní, González, La Gloria, La Jagua de Ibirico, Manaure, Pailitas, Pelaya, Rio de Oro, La Paz, San Alberto y San Diego.

**Ecorregión Serranía del Perijá.** Esta ecorregión tiene influencia en parte de los territorios de los municipios de Aguachica, Agustín Codazzi, Becerril, Chimichagua, Chiriguaná, Curumaní, González, La Gloria, La Jagua de Ibirico, Manaure, Pailitas, Pelaya, Rio de Oro, La Paz, San Alberto y San Diego.

**Ecorregión Ciénaga de la Zapatosa.** – Con influencia en parte de los territorios de los municipios de Chimichagua, La Gloria y Tamalameque

#### 4. ALTERNATIVA DE SOLUCION

El proyecto denominado: **“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS PARA LA ENERGIZACIÓN DE LA VEREDA EL CIELO, CORREGIMIENTO DE VALENCIA DE JESUS, MUNICIPIO DE VALLEDUPAR DEPARTAMENTO DEL CESAR”** que beneficiará a 34 familias de la vereda El Cielo, Corregimiento de Valencia de Jesús, en el municipio de Valledupar, busca el acceso a los beneficiarios a energías alternativas, donde los costos por energía son los más económicamente factible para brindar un buen servicio y por lo tanto lograr una mejora en las condiciones de vida de estas comunidades rurales.

En el siguiente cuadro comparativo se analizan las 4 generalidades en las que comparan las dos alternativas.

Tabla 2. Análisis Comparativo de Alternativas

ITEM	DESCRIPCIÓN	SISTEMA FOTOVOLTAICO	SISTEMA CONVENCIONAL
1	Fuente de suministro de energía	Radiación solar. Restricción por efectos climáticos (lluvias y nubosidad)	Sistema interconectado nacional. Salidas de servicio por fallas del sistema de distribución.

2	Desarrollo socioeconómico	Limitaciones del desarrollo socioeconómico de la comunidad por capacidad del sistema.	Conveniente para desarrollo socioeconómico de la comunidad para proyectos productivos.
3	Sostenibilidad del proyecto	Complejidad en este tipo de proyecto. Requiere alto nivel de organización de las comunidades. Viviendas dispersas.	Asegurada por el operador de red. Avaes técnicos y financieros expedidos por el operador de red.

Teniendo en cuenta lo establecido en el cuadro anterior, la alternativa del Sistema fotovoltaico es la mejor, debido a costos financieros para las familias, ya que en promedio cada vivienda asume una tarifa de \$15.000 mensuales, lo cual generaría un presupuesto anual de \$6.120.000, recursos que deben administrarse por la comunidad organizada a través de una cooperativa o ente sin ánimo de lucro. Estos recursos pueden ser destinado al mantenimiento de los paneles o adquisición de baterías que se vayan deteriorando o desgastando por el uso del sistema fotovoltaico.

## 5. OBJETIVO DEL PROYECTO

Suplir la necesidad de energía eléctrica del 100% de los hogares en la vereda El Cielo, Corregimiento de Valencia de Jesús, en el municipio de Valledupar, Departamento del Cesar, con la mejor opción de energización según costo-beneficio del proyecto.

## 6. ALCANCES DEL PROYECTO

1. Determinación de la cobertura y calculo la demanda de energía eléctrica por parte de la vereda beneficiada.
2. Establecimiento de inversiones y costos asociados a las dos alternativas de energización planteadas.
3. Evaluación financiera de las dos alternativas de energización planteadas.

## 7. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que este tipo de proyectos de energía solar o fotovoltaico en las viviendas de la vereda El Cielo, en el corregimiento de Valencia de Jesús, zona rural del municipio de Valledupar, debe garantizar el normal funcionamiento en el tiempo como mínimo durante la vida útil de los paneles solares es decir un promedio de 20 años, pero que es necesario que en los tres primeros años se revisen las conexiones, baterías e instalaciones, es posible que en este tiempo se afecten los ingresos de los habitantes, ya que es necesario que las viviendas hagan un aporte para el mantenimiento de las baterías y similares del proyecto, lo cual da una mediana sostenibilidad financiera y de calidad en lo social, económica y ambiental,. Así mismo, la parte tecnológica se mantiene con garantías de los equipos; es por esto que se recomienda que la población este organizada en una Junta de acción comunal u organización de base para que se encargue de la administración del proyecto y del recaudo del dinero que aportaran cada una de las 34 viviendas de la Vereda el Cielo, en la zona rural de Valledupar. De esta manera, es viable crear o conformar una pequeña cooperativa que se haga responsable del funcionamiento y operatividad del proyecto. Así, las cosas, se quiere que el proyecto perdure sin afectar los ingresos de los usuarios por lo menos durante la vida útil de los componentes del proyecto.

Con base en la fundamentación anterior, es necesario que el proyecto se cristalice y así dinamice la economía de la vereda el Cielo, en el municipio de Valledupar, para lo cual es conveniente apuntar a lo siguiente:

**Sostenibilidad económica:** *Esta se garantiza en la medida que se establezcan unos niveles mínimos de servicio y que se cuenten con sistemas de tarifas adaptados a la capacidad y voluntad de pago de los usuarios. De igual manera debe planearse como disponer de los recursos para el reemplazo de cada una de las partes al largo de la vida útil del proyecto y que el mismo no se convierta en una carga para el usuario. Cada una de las 34 vivienda realiza un aporte mensual de \$15.000.*

*Con el propósito de garantizar la sostenibilidad financiera del proyecto, es necesario acordar, concertar y validar una cuota mensual por vivienda, o lo cual se asemeja a una tarifa, siendo esta establecida de común acuerdo entre los miembros de la comunidad. Según (DNP, 2017), estos recursos serán destinados al mantenimiento básico de los sistemas (lectura de medidores, mantenimiento de paneles) y se encarga de recolectar los recursos por cada usuario definidos por la propia comunidad, 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.

**Sostenibilidad tecnológica:** Este tipo de sostenibilidad se garantiza en la medida que los equipos que se adquieran e instalen, tales como paneles, reguladores, inversores y baterías, se encuentren certificados nacional o internacionalmente y que los instale un profesional competente y con experiencia en este tipo de sistemas. Estos equipos deben ser adquiridos bajo la modalidad de garantía. Así mismo, debe haber una capacitación a cada usuario en el manejo del equipo y del circuito interno, como es el voltaje y que equipos deben encenderse y porque tiempo (horas).

**Sostenibilidad social:** esta se garantiza en la medida en 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 activa de la misma y hacer que se apropien de la solución que se les brindará.

**Sostenibilidad ambiental:** Que se establezca un procedimiento planificado de disposición final de las baterías con el objetivo de minimizar el impacto medioambiental 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.

En síntesis, y según lo establecido por el DNP en el año 2016, este proyecto es viable y su rentabilidad garantizada, ya que los mínimos de viviendas para realizarlo deben ser 20 y en la vereda el Cielo, Corregimiento de Valencia de Jesús, Municipio de Valledupar son 34 viviendas, con lo cual se optimizaría los costos de transporte, logística e instalación.

Por otra parte, las viviendas se encuentran ubicadas en una zona de clima cálido, o sea menos de 400msnm, situación que garantiza la captación de la energía solar en condiciones normales según el IDEAM.

## 8. MARCO TEÓRICO

Tecnologías de energía renovable

Las fuentes de energía renovables representan el futuro de la producción eléctrica y del desarrollo sostenible. Pocos saben que la historia de estas tecnologías está relacionada con las misiones espaciales, con experimentos de principios del siglo XIX y con una larga serie de innovaciones que se mantienen en la actualidad.

Cuarenta y nueve países han declarado que pretenden alimentarse al 100 % de fuentes de energía renovables antes de 2050. Para un grupo de investigadores de las universidades de Stanford, Berkeley, Berlín y Aarhus, podrían llegar a 139 los países que aspiran a este objetivo de cara a la misma fecha. ¿Energías renovables como única fuente de energía? ¿Utopía, esperanza, solución obligada u objetivo posible?

Los hechos son más claros que los sueños o las ambiciones. La energía hidroeléctrica es una garantía energética en muchos países. La tecnología de las energías solar e hidroeléctrica sigue desarrollándose en términos de inversión, eficacia, competitividad y nueva capacidad instalada. La energía geotérmica se extiende en nuevos mercados y economías desarrolladas.

Todas las renovables son formas de energía muy concretas que, además de tener un futuro brillante por descubrir, cuentan con una historia, a veces de siglos, que es interesante conocer.

### **Configuración de sistemas aislados**

Los sistemas eléctricos aislados de tierra suponen una ventaja intrínseca para la protección contra los riesgos de la energía eléctrica en las personas y las instalaciones. Para diseñar un sistema eléctrico aislado de tierra IT con vigilancia del aislamiento, se debe considerar una serie de puntos imprescindibles, que determinarán la eficacia, continuidad y seguridad de la instalación.

### **Sistema conectado a red**

Un sistema fotovoltaico conectado a la red consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional. El concepto de inyección a la red tiene un amplio margen de aplicaciones, desde pequeños sistemas de pocos kilowatts pico (kWp) de potencia instalada hasta centrales de varios megawatt pico (MWp). En la figura 1 se muestra un diagrama de los componentes principales de un sistema de conexión a la red.

El generador fotovoltaico capta la radiación solar y la transforma en energía eléctrica, que, en lugar de ser almacenada en baterías, como en los sistemas aislados e híbridos, se puede utilizar directamente en el consumo o entregarla a la

red eléctrica de distribución. Estas dos funciones las realiza un inversor de corriente directa a corriente alterna, especialmente diseñado para esa aplicación.

El generador fotovoltaico o campo de paneles se puede integrar a techos o fachadas en las viviendas y edificios, o en estructuras especiales. Es conveniente incluir, tras el inversor, un transformador para aislamiento, un interruptor automático de desconexión para cuando la tensión de la red está fuera de márgenes (vigilante de tensión) y el correspondiente contador, en serie con el habitual y en sentido inverso, para medir la energía eléctrica inyectada en la red.

El carácter modular de la tecnología fotovoltaica permite, al contrario de la mayoría de las fuentes convencionales, un costo unitario y una eficiencia independiente del tamaño o la escala de la instalación; por ello los pequeños sistemas presentan un gran interés para la producción de energía descentralizada o independencia del usuario o consumidor. Entre las principales ventajas de estos sistemas se pueden mencionar las siguientes:

- Al generar en el mismo punto en que se produce el consumo, se eliminan las pérdidas en la transmisión (8-12%) y distribución (16-22%) de la energía eléctrica.
- Se instalan fácil y rápidamente sobre cualquier edificio o área de parqueo bien expuesta al sol, sin obstáculos ni edificios próximos que proyecten sombras, sin consumir más espacio del que ya ocupa el edificio en el medio urbano.
- No producen contaminación ni efecto nocivo alguno.
- Son sistemas modulares: permiten inversiones de forma progresiva.
- Los costos de operación y mantenimiento son incomparablemente inferiores a los de las termoeléctricas.

Inicialmente, los sistemas fotovoltaicos de conexión a la red se desarrollaron para centrales fotovoltaicas de gran tamaño. Tras comprobarse en la práctica que estas centrales trabajaban correctamente, en la medida en que avanzó el desarrollo de la electrónica se comenzaron a diseñar sistemas de menor envergadura, más pequeños y manejables, con la finalidad de ser instalados a modo de pequeñas centrales domésticas solares, totalmente adaptables a viviendas dotadas de una acometida convencional de suministro eléctrico desde la red.

## **Energía solar**

El término energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol. Se trata de un tipo de energía renovable. La energía contenida en el Sol es tan abundante que se considera inagotable. El Sol lleva 5 mil millones de años

emitiendo radiación solar y se calcula que todavía no ha llegado al 50% de su existencia.

La energía solar, además de ser inagotable es abundante: la cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. La radiación recibida se distribuye de una forma más o menos uniforme sobre toda la superficie terrestre, lo que dificulta su aprovechamiento.

La energía solar, además de ser una fuente de energía renovable, es una energía limpia y supone una alternativa a otros tipos de energía no renovables como la energía fósil o la energía nuclear.

### **Definición de energía solar**

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma de energía térmica o energía eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite.

El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar. Los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar:

- Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica)
- Mediante módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica)
- Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva)

### **Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Este tipo de energía, a menudo se la denomina directamente energía fotovoltaica.

Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para la fabricación de paneles fotovoltaicos suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula solar genera una corriente eléctrica. Esta electricidad generada se puede aprovechar como fuente de energía.

La fabricación las células fotovoltaicas es un proceso costoso, tanto económicamente como en tiempo. El silicio con el que se fabrican las células fotovoltaicas es un material muy abundante en la Tierra. Sin embargo, el procesamiento del silicio es laborioso y complicado. Mediante unos procesos muy complicados se elaboran lingotes de silicio. Posteriormente, de estos lingotes de

silicio se cortarán las obleas (células fotovoltaicas). Otra fuente de obtención de silicio es el reciclado de la industria electrónica.

En la actualidad se están preparando otros materiales de mayor rendimiento. Es importante que todas las células que componen un panel solar fotovoltaico tengan las mismas características. Después de la fabricación de las células fotovoltaicas, hay que seguir un proceso de clasificación y selección.

### **Energía solar térmica**

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía procedente del Sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire.

Entre las distintas aplicaciones de la energía solar térmica existe la posibilidad de generar energía eléctrica. La tecnología actual permite calentar agua con la radiación solar hasta producir vapor y posteriormente obtener energía eléctrica. Aunque el principio de funcionamiento es muy similar existen dos aplicaciones principales de la energía solar térmica:

### **Energía solar térmica para uso en viviendas e instalaciones pequeñas**

Grandes centrales de energía solar térmica. En estas centrales se concentra el calor en un punto para generar vapor, con el vapor se acciona una turbina para generar energía eléctrica. Una vez generado el calor el funcionamiento de una central de energía solar térmica es muy similar al de una central térmica o una central nuclear. La diferencia radica en que una central térmica el calor para generar el vapor proviene de la combustión de combustibles fósiles, normalmente carbón, y en una central nuclear, el calor se obtiene fisionando el núcleo de átomos de uranio.

Los colectores de energía solar térmica son los encargados de captar la energía térmica de la radiación solar. Estos colectores solares se clasifican como colectores de baja, media y alta temperatura dependiendo de su forma de trabajar.

Colectores de baja temperatura. Proveen calor útil a temperaturas menores de 65 °C.

Colectores de temperatura media. Son los dispositivos que concentran la radiación solar para entregar calor útil a mayor temperatura, usualmente entre los 100 y 300 °C.

Colectores de alta temperatura. Trabajan a temperaturas superiores a los 500°C. Se usan para la generación de energía eléctrica.

## Sistemas Fotovoltaicos

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos se basan en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar energía solar en energía eléctrica (DC). En un sistema conectado a la red eléctrica esta energía, mediante el uso de un inversor, es transformada a corriente alterna (AC), la cual puede ser utilizada en hogares e industrias.

La generación de energía eléctrica dependerá de las horas que el sol brille sobre el panel solar y del tipo y cantidad de módulos instalados, orientación, inclinación, radiación solar que les llegue, calidad de la instalación y la potencia nominal.

Los dispositivos a través de los cuales se absorbe la energía solar son las celdas solares. Estos son elementos de los sistemas fotovoltaicos que tienen la capacidad de producir energía eléctrica al aprovechar la luz solar que incide en ellos. Las celdas solares se fabrican con materiales semiconductores, tales como el silicio, que tienen la función de recibir los fotones que viajan a través de los rayos solares.

Una vez que los fotones que emite la radiación solar entran en contacto con los átomos presentes en las celdas solares, se liberan electrones que comienzan a circular a través del material semiconductor con el que se fabrican las celdas y se produce energía eléctrica.

Un sistema fotovoltaico puede ser “interconectado” que es lo más conveniente para residencias o negocios con acceso a la red eléctrica de la CFE.

Con este sistema la energía generada se inyecta a la red eléctrica y de allí se toma cuando uno la necesita. La otra opción es un sistema “isla” que permite el suministro de energía eléctrica en lugares inaccesibles para la red eléctrica. Estos sistemas son usados principalmente en casas de campo o en antenas de telecomunicación.

## Módulo fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares son dispositivos que se utilizan para capturar la energía de la luz. Los paneles solares fotovoltaicos contienen un conjunto de células solares que convierten la luz en electricidad. Se llama solar porque el sol es una de las fuentes de energía más fuertes para este tipo de uso. Las células solares a veces se llaman células fotovoltaicas, y la fotovoltaica significa literalmente "luz-electricidad". Las células solares tienen el efecto fotovoltaico para absorber la energía del sol y hacer que la corriente eléctrica fluya entre dos capas cargadas en la dirección opuesta.

Actualmente, los costos asociados con los módulos solares se vuelven baratos en aplicaciones donde la potencia de las estaciones eléctricas está disponible. El costo de los combustibles fósiles está aumentando, y la experiencia de producción está reduciendo los costos de las células solares, esto puede no verse en un futuro muy cercano, pero a la larga la tendencia es un aumento en el uso de este tipo de energía renovable.

Un módulo fotovoltaico es un conjunto de células fotovoltaicas interconectadas entre sí protegidas del exterior por una estructura compuesta básicamente por un vidrio y un marco rígido.

Las células fotovoltaicas son unos elementos que gracias a las propiedades del silicio permiten transformar la radiación solar en energía eléctrica a muy baja tensión mediante el efecto fotovoltaico.

El panel fotovoltaico tiene la función de agrupar todas estas pequeñas tensiones generadas para proporcionar una tensión nominal más alta al sistema.

Los módulos fotovoltaicos proporcionan una tensión en corriente continua. El resto de los elementos del sistema fotovoltaico se encargarán de gestionar y transformar esta tensión en corriente alterna, si fuera necesario.

Los colectores solares son los paneles solares que, mediante las leyes de la termodinámica, aprovechan el calor del sol para calentar un líquido.

### **Regulador de carga**

Un regulador de carga solar se coloca entre el campo fotovoltaico y el campo de baterías y básicamente se encarga de controlar el flujo de energía que circula entre ambos equipos.

El control del flujo de energía se realiza mediante el control de los parámetros de Intensidad (I) y Voltaje (V) al que se inyecta en la batería.

Este flujo de energía depende del estado de carga de las baterías y de la energía generada por el campo fotovoltaico.

El regulador de carga solar controla constantemente el estado de carga de las baterías para hacer el llenado óptimo y así alargar su vida útil.

## Batería

Esencialmente, una batería es un recipiente de químicos que transmite electrones. Es una máquina electro-química, o sea, una máquina que crea electricidad a través de reacciones químicas.

Las baterías tienen dos polos, uno positivo (+) y otro negativo (-). Los electrones (de carga negativa) corren del polo negativo hacia el polo positivo, o sea, son recogidos por el polo positivo. A no ser que los electrones corran del polo negativo hacia el polo positivo, la reacción química no ocurre. Esto significa que la electricidad solo es generada cuando se le liga una carga.

La unidad básica de este sistema se denomina celda o elemento, reservando el nombre de batería a la unión de dos o más celdas conectadas en serie, paralelo o ambas formas, para conseguir la capacidad y tensión deseadas

La celda está constituida por los siguientes componentes básicos:

- Electrodo.
- Electrolito.
- Separadores.
- Elemento.

## CARGAS

Tipo de interacción (atractiva o repulsiva) entre cargas de igual y distinta naturaleza. La carga eléctrica es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas a través de campos electromagnéticos. La materia cargada eléctricamente es influida por los campos electromagnéticos, siendo, a su vez, generadora de ellos.

La denominada interacción electromagnética entre carga y campo eléctrico es una de las cuatro interacciones fundamentales de la física. Desde el punto de vista del modelo estándar la carga eléctrica es una medida de la capacidad que posee una partícula para intercambiar fotones.

Una de las principales características de la carga eléctrica es que, en cualquier proceso físico, la carga total de un sistema aislado siempre se conserva. Es decir, la suma algebraica de las cargas positivas y negativas no varía en el tiempo.

La carga eléctrica es de naturaleza discreta, fenómeno demostrado experimentalmente por Robert Millikan. Por razones históricas, a los electrones se les asignó carga negativa:  $-1$ , también expresada  $-e$ . Los protones tienen carga

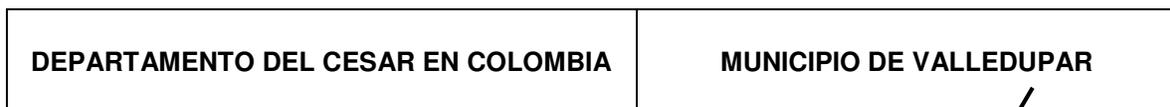
positiva: +1 o +e. A los quarks se les asigna carga fraccionaria:  $\pm 1/3$  o  $\pm 2/3$ , aunque no se los ha podido observar libres en la naturaleza.

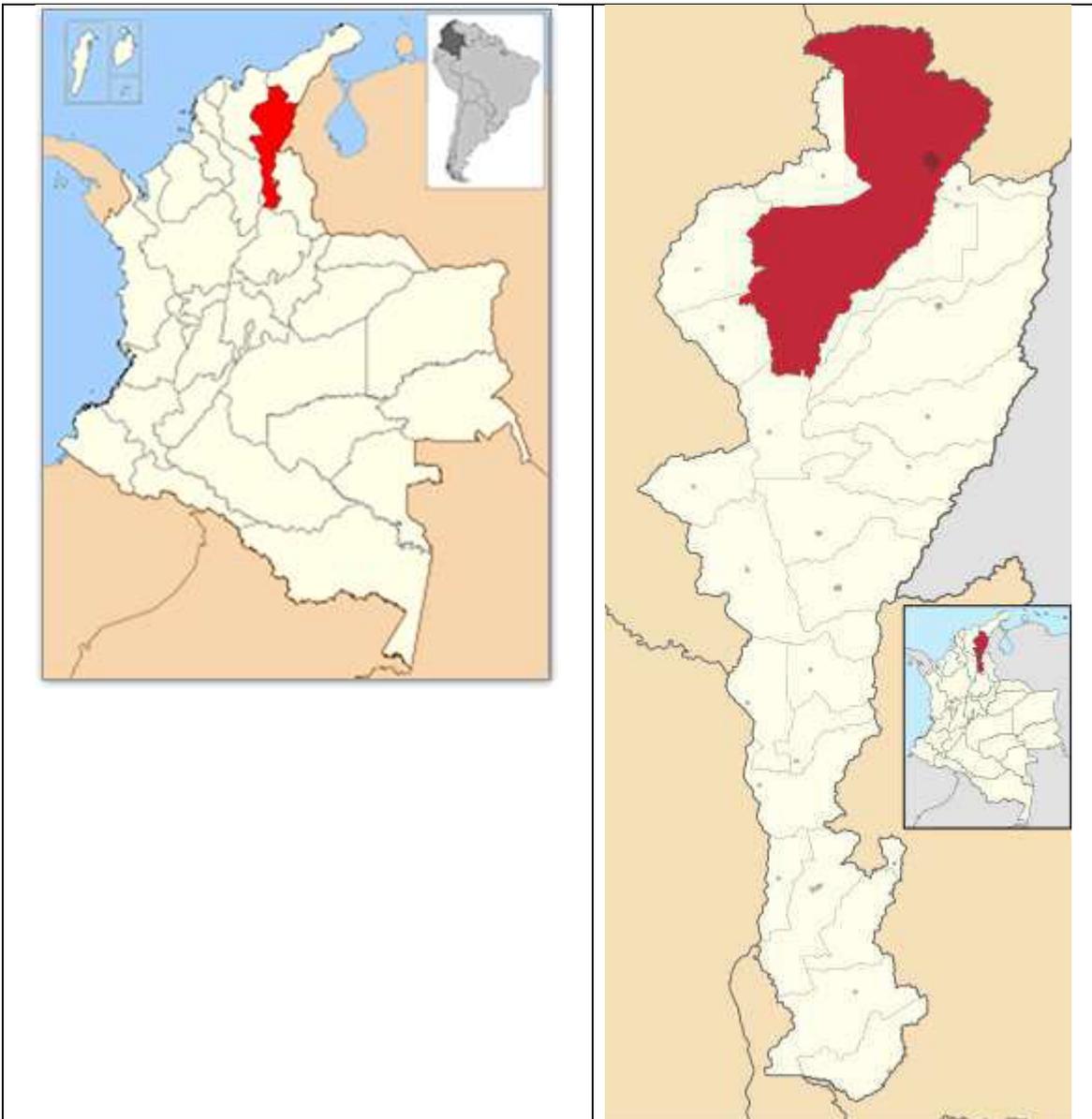
### Energía eólica

La energía eólica es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. El principal medio para obtenerla son los aerogeneradores, “molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La energía del viento puede obtenerse instalando los aerogeneradores tanto en suelo firme como en el suelo marino.

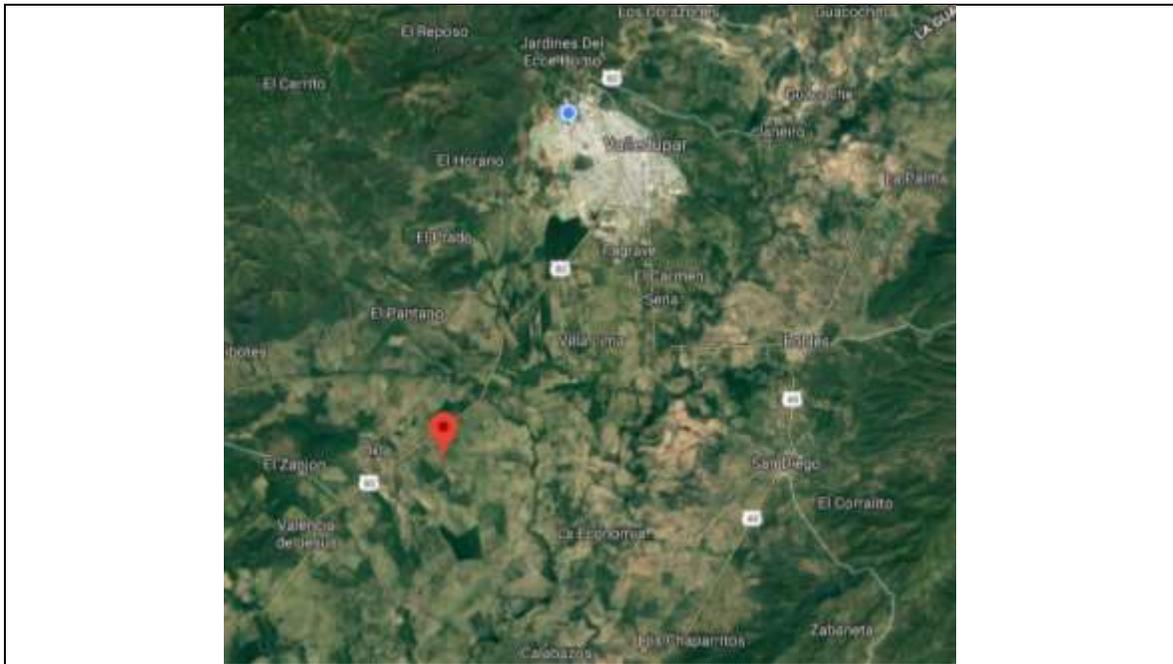
## 9. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Ilustración 1: Localización geográfica del proyecto





**Coordenadas Geográficas Ubicación Vereda El Cielo Corregimiento de Valencia de Jesús,  
Municipio de Valledupar  
10°20'03.3"N 73°20'01.7"W**



## 10. DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA Y CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PARTE DE LA VEREDA EL CIELO.

### 10.1. EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS.

Las viviendas rurales del municipio de Valledupar en el Departamento del Cesar tienen un perfil de consumo tipo casas agrícolas con maquinarias de intensidad energética alta, su canasta energética es completamente perteneciente a combustibles líquidos, teniendo como principal concepto la falta del recurso energético eléctrico en las instalaciones de vivienda de los trabajadores y dueños de los cultivos, se considera factor de prioridad una solución para mejorar la calidad de vida de los habitantes de estas viviendas.

Al ser una vivienda rural, con vocación al desarrollo de cultivos agrícolas, ganadería y pesca, las viviendas rurales del municipio de Valledupar poseen hábitos de consumo con horarios laborales simples.

Esto traduce un horario de consumo de 24 horas diarias durante toda la semana. Lo equivalente a que requiere energía los 365 días del año, lo equivalente a 8760 horas de consumo anuales.

#### 10.1.1. EQUIPOS CONSUMIDORES

Capacidad instalada promedio de las viviendas: 360Wp

ANEXO 1 - MEMORIA DE CÁLCULO INSTALACIÓN SOLAR						
CÁLCULO DEL CONSUMO MEDIO DE ENERGÍA DIARIO	Unidades	Carga	Potencia Unitaria (W)	Horas de funcionamiento al día (Horas)	Total Energía necesaria (Wh)	Total Energía necesaria (Wh) x Margen de Seguridad (10%)
	6	Bombillos	9	6	324	356
	1	TV	100	5	500	550
	1	Radio	100	6	600	660
	1	Nevera	150	12	1800	1980
	<b>TOTAL</b>	359		<b>3224</b>	<b>3546</b>	<b>3,5464</b>
				Wh/día	Wh/día	kWh/día
Tomaremos un rendimiento de la batería de la batería de un 95%, del inversor un 90% y de los conductores un 100%. Para el cálculo de los consumos medios diarios (Lmd) consideramos la siguiente expresión:						
Lmd_DC	0	Wh/día	siendo Lmd_DC el consumo medio de energía diario de las cargas en continua			
Lmd_AC	3546	Wh/día	siendo Lmd_AC el consumo medio de energía diario de las cargas en alterna			
$\eta_{inv}$	0,90					
$\eta_{bat}$	0,95					
$\eta_{cond}$	1					
Lmd	4147,84	Wh/día	siendo Lmd el consumo medio de energía diario			

Ilustración 9. Consumo de Energía por Vivienda.



El recurso más abundante de energía renovable para la zona rural del municipio de Valledupar es el recurso solar. Al ser viviendas cuya canasta energética es netamente eléctrica, la solución propuesta es incorporar un sistema fotovoltaico aislado.

La energía diaria promedio que incide en el municipio de Valledupar es de 1881,5kWh/m<sup>2</sup>x año, lo que indica que es posible aprovechar este recurso para autoabastecer los consumos.

El diseño aportará una fracción solar equivalente a un 100% la cual permitirá suplir un equivalente a 1511kWh/año.

### 10.1.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO DE RED

Esta configuración consiste en generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos para suplir las necesidades energéticas del proyecto.



Los componentes principales del sistema son paneles fotovoltaicos (1), inversores de onda pura (2), sistema de control fotovoltaico (3), baterías de ciclo profundo (4), controlador de carga (5), una red en DC y una red en AC (6).

La idea fundamental de este sistema consiste en que la energía generada por el campo fotovoltaico

**Campo Fotovoltaico:** El sistema contará con un campo fotovoltaico compuesto por paneles solares de tecnología policristalina y con una potencia unitaria de 320w.

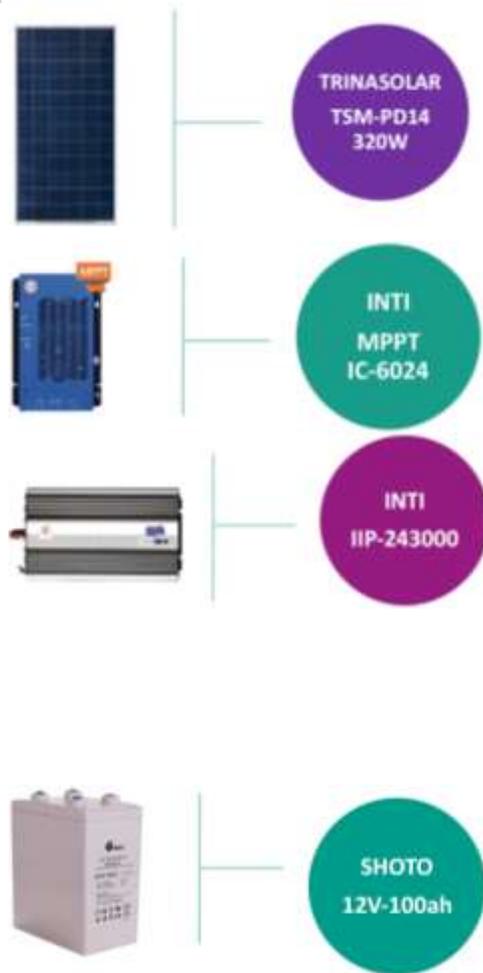
**Controladores de Carga:** El sistema contará con 1 controlador de carga que permitirá hacer uso inteligente de la energía producida por los paneles y cargará las baterías para posteriormente utilizarla en los consumos.

**Central de Inversores:** El sistema contará con 1 inversor de onda pura que permiten transformar la corriente directa proveniente del campo fotovoltaico en corriente alterna.

**Baterías de Ciclo Profundo:** las baterías de ciclo profundo permiten aplicaciones de energía solar sin necesidad de la red eléctrica, la tecnología de gel que utilizan permiten reducir los problemas típicos de utilizar baterías, ya que la vida útil de estas puede superar los 5 años.

El objetivo principal de este elemento es almacenar la energía producida por el campo solar, para ser utilizada posteriormente cuando el recurso solar sea escaso o en las noches.

El sistema tendrá baterías de ciclo profundo, de esta manera el sistema contará con energía las 8760 horas del año.



### 10.1.3. COSTO PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO

El proyecto de electrificación mediante energía solar fotovoltaica de la vereda consta de equipos como paneles, baterías, inversores y la acometida para soportar dichas estructuras, a continuación, en la tabla # se especificará el costo de inversión de la energía solar:

Tabla 3. Costo total Proyecto Energización Solar Vereda El Cielo, Área Rural Valledupar

<b>IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS PARA LA ENERGIZACIÓN DE LA VEREDA EL CIELO EN MUNICIPIO DE VALLEDUPAR DEPARTAMENTO DEL CESAR.</b>					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	Localización y Georeferenciación de Viviendas	UND	34	131.733,26	4.478.930,84
1.2	Adecuación de la Zona de instalación de Paneles	GLOBAL	34	66.024,52	2.244.833,68
1.3	Local o vivienda para acopio de materiales	Mes	12	1.500.000,00	18.000.000,00
1.4	Transporte de Kit desde Valledupar a vereda el Cielo	KIT	34	64.614,52	2.196.893,68
	<b>SUBTOTAL PRELIMINARES</b>				<b>26.920.658,20</b>
2	<b>INSTALACION SISTEMA CELDAS SOLARES</b>				
2.1	Excavación para soporte y Fijación	M3	21,76	30.768,39	669.520,17
2.2	Concreto de 30 PSI para soporte.	M3	21,76	491.763,60	10.700.775,94
	<b>SUBTOTAL SISTEMAS DE CELDAS SOLARES</b>				<b>11.370.296,10</b>
3	<b>INSTALACION SISTEMA DE PANELES SOLARES</b>				
3.1	Instalación de cables y dispositivos	GLOBAL	34	412.043,33	14.009.473,22
3.2	Excavación zanja para conectar cable	M3	34	30.768,39	1.046.125,26
3.3	Sistema de puesta a tierra de todo el sistema	UND	34	664.086,66	22.578.946,44
3.4	Suministro e instalación de las baterías	UND	136	1.284.086,66	174.635.785,76
3.5	Suministro, instalación Regulador 20Amp	UND	34	1.254.086,66	42.638.946,44
3.6	Suministro, instalación de Paneles	UND	136	1.274.086,66	173.275.785,76
3.7	Suministro, instalación de Paneles	UND	30	1.374.086,66	41.222.599,80
3.8	Suministro, instalación de Inversor	UND	34	1.937.086,66	65.860.946,44
3.9	Suministro, instalación de Soportes	UND	34	1.214.086,66	41.278.946,44
3.10	Suministro, instalación de RACK	UND	34	784.086,66	26.658.946,44
3.11	Realizar instalaciones y conexiones	GLOBAL	34	424.086,66	14.418.946,44
	<b>SUBTOTAL INSTALACIONES</b>				<b>617.625.448,44</b>
4	ASEO Y LIMPEZA	UND	34	4.733,60	160.942,40
	<b>SUBTOTAL ASEO Y LIMPIEZA</b>				<b>160.942,40</b>
5	<b>COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>				
5.1	Mano de Obra calificada	GLOBAL			95.706.000,00
5.2	Mano de Obra No calificada	GLOBAL			37.610.000,00



	TOTAL COSTOS ADMINISTRATIVOS				133.316.000,00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				789.393.345,14
	<b>COSTOS INDIRECTOS (25%) DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>197.348.336,29</b>
		ADMINISTRACION	0,15		118.409.001,77
		IMPREVISTOS	0,05		39.469.667,26
		UTILIDAD	0,05		39.469.667,26
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				197.348.336,29
	TOTAL COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS				986.741.681,43
	INTERVENTORIA		0,07		69.071.917,70
	TOTAL COSTOS DEL PROYECTO				1.055.813.599,13
	<b>COSTO APROXIMADO POR CADA VIVIENDA</b>				<b>31.053.341,15</b>

#### 10.1.4. INGRESOS PROYECTO PANELES SOLARES

Se efectuará una recolecta mensual por cada una de las 34 viviendas, estipulada en \$15.000 (Quince Mil Pesos), que se depositarán a un fondo común para tener a disposición recursos económicos para suplir costos de mantenimiento y cambio de equipos como baterías, teniendo en cuenta que legalmente en Colombia aún no se ha implementado un impuesto para la captación de energía solar, obteniendo a final de año un monto aproximado de \$6'120.000 (Seis Millones Ciento Veinte Mil Pesos moneda corriente).

#### 10.1.5. VARIABLES FINANCIERAS

Ilustración 1. Costo Proyecto Energización con Paneles Solares

CPN	886.105.339
-----	-------------

En la ilustración 10 se evidencia que la alternativa propuesta por éste grupo de estudio para electrificar la vereda El Cielo, Corregimiento de Valencia de Jesús en el municipio de Valledupar es ambientalmente más amigable pero financieramente menos atractiva porque su costo presente neto supera a la alternativa de electrificación por redes convencionales

#### 10.1.6. SENSIBILIZACIÓN

En ésta alternativa de electrificación, se sensibilizará los ingresos obtenidos por recaudación de aportes en dinero efectivo por cada una de las 34 viviendas electrificadas de la vereda El Cielo municipio de Valledupar – Cesar.

Recaudo	CPN
\$5.000	\$886.105.339
\$10.000	\$702.505.339
\$15.000	\$518.905.339
\$20.000	\$335.305.339
\$25.000	\$151.705.339
\$30.000	-\$31.894.661

Para aportes superiores a \$27.000 (Veintisiete mil pesos, moneda corriente) por cada hogar al mes, se lograría un costo neto negativo, haciendo el proyecto rentable en todo su ciclo de vida.



## 11. CONCLUSIONES.

- El CPN de ambos proyectos es positivo, lo que implica la no viabilidad de ambas alternativas durante toda la etapa del proyecto, sin embargo, la opción de energización por redes eléctricas convencionales es la mejor, debido a que su CPN es 620'488.441, un 30% inferior con respecto a la alternativa de energización por medio de paneles solares fotovoltaicos cuyo CPN es 886'105.339.
- Para el sistema de Paneles Solares la solución sería, alargar el tiempo del proyecto, bajar los costos (que dependen directamente del consumo de energía por hogar) y aumentar el recaudo de dinero anual.
- Un factor importante que justifica la realización del proyecto fotovoltaico es el asociado a la operación y el mantenimiento de cada uno de los sistemas aislados, debido a su bajo, mientras que, con las redes de MT, BT Y sus componentes asociados, se debe hacer mantenimiento periódico.
- La cobertura de electrificación de las viviendas de la vereda con cualquiera de los dos proyectos es del 100%, y el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica con éste proyecto aumenta un 5,81%, alcanzando una cifra de 53,67% en lo que respecta al municipio de Valledupar

## POSIBLES FUENTES DE FINANCIACION:

**GOBERNACION DEL CESAR:** Teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019, el Programa Cesar Siembra y el Plan de irrigación de Irrigación y el Plan de Ordenamiento Productivo y Social en el Departamento, la entidad territorial puede ser una fuente de financiación a través de recursos del Sistema General de regalías o quien haga sus veces.

**UPME, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA.** Teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 40 de la ley 1715 de 2014, lo cual estipula que “con el objetivo de continuar la financiación de planes, programas y proyectos priorizados de inversión para la construcción de la nueva infraestructura eléctrica y para la reposición y rehabilitación de la existente, con el propósito de ampliar la cobertura y procurar la satisfacción de la demanda de energía en las Zonas No Interconectadas, se prorroga la vigencia del artículo 1o de la Ley 1099 de 2006”.



En este contexto es necesario tener en cuenta el artículo 1 del decreto 142 de 2015, el cual corrige el artículo 40 de la ley 1715 de 2014.

**FONDO DE APOYO FINANCIERO PARA ENERGIZACION DE ZONAS NO INTERCONECTADAS (FAZNI)**, a través de este organismo adscrito al Ministerio de Minas y Energía, se pueden acceder a recursos vía Presupuesto General de la Nación, previa concertación con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

**FINDETER:** La Financiera de Desarrollo Territorial tiene una Línea Especial Energías Renovables, Alumbrado e Iluminación, la cual que dispone de 100 mil millones de pesos, para apoyar la modernización y expandir el servicio de alumbrado, iluminación, energías renovables y todas las inversiones de este tipo, en el sector público y privado.

**ORGANISMOS DE COOPERACION INTERNACIONAL:** dentro del contexto internacional una parte de los recursos puede financiarse bajo el patrocinio de organismos internacionales como USAID, Embajada Española, Embajada de Francia.