



**ENERGIZACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS TRAPICHES
PANELEROS EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE GONZALEZ.**



ENERGIZACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS TRAPICHES PANELEROS EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE GONZALEZ

ESTADO DEL PROYECTO

Prefactibilidad

FORMULADOR:

Ing. Jaime L. Murgas Bornachelly

*Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública y Privada
Candidato a Magister en Gestión de la Tecnología y la Innovación*

EQUIPO DE APOYO

Maria Camila Cuello
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

	Pág.
1. FICHA RESUMEN	6
2. RESUMEN DEL PROYECTO	8
3. IDENTIFICACIÓN	8
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	8
3.1.1. Diagnóstico del Área de Influencia del Proyecto	10
3.1.2. Diagnóstico de Participantes	13
3.1.3. Descripción del Servicio	21
3.2. MARCO DE REFERENCIA	24
3.2.1. Contribución a la Política Pública	24
3.2.2. Antecedentes	26
4. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS	30
5. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	31
5.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVA	31
5.1.1. Recursos Disponibles	31
5.1.2. Metodología de Selección de Alternativas	32
5.2. RESUMEN DE LA ALTERNATIVA	49
5.2.1. Matriz de Costos de Transporte	50
5.2.3. Posibles Tarifas	53
5.2.4. Disponibilidad a Pagar	55
5.3. OBJETIVOS	56
5.3.1. General	56
5.3.2. Específicos	56
5.4. PRODUCTOS, ACTIVIDADES Y PERSONAL REQUERIDO	58



5.5. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN PROPUESTA	58
5.6. METODOLOGIA Y DISTRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDADES	59
5.7. INDICADORES DE OBJETIVO GENERAL, DE PRODUCTO Y DE GESTIÓN	60
5.8 FUENTES VERIFICACIÓN Y SUPUESTOS	61
5.9. BIENES O SERVICIOS	62
5.10. BENEFICIOS E INGRESOS	63
5.11 HORIZONTE DEL PROYECTO	63
5.12. IMPACTOS ESPERADOS	64
5.13. EFECTOS AMBIENTALES	65
6. ANÁLISIS DE RIESGOS	71
6.2. ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD	74
6.3 CRONOGRAMA	89
6.4 . PRESUPUESTO	89
7. BIBLIOGRAFIA	90



1. FICHA RESUMEN

Título del Proyecto:	ENERGIZACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS TRAPICHES PANELEROS EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE GONZALEZ	
Proponente:	Consortio PSC	
Población Objetivo Inicial:	10 Trapiches Paneleros	
Sub Región:	Serranía de Perijá	
Ejecutor:	Por Definir	
Organizaciones Cooperantes:	UPME, IPSE, Gobernación del Cesar	
Departamento:	Cesar	
Duración del Proyecto:	12 Meses	
Costo Total del Proyecto:	\$ 11.410.728.410	
Monto Solicitado:	\$ 11.410.728.410	
Monto Total Contrapartida		
Contrapartida Entidades	En Efectivo (\$)	En Especie (\$)
Entidad Financiadora		
Gobernación del Cesar	\$ 11.410.728.410	
Otros		
Lugar de Ejecución del Proyecto:	Zona Urbana	Municipios: Todos Departamento: Cesar
Responsable del proyecto:		Cargo:
	Empresa/Institución:	Teléfono de Contacto:



2. RESUMEN DEL PROYECTO

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 tareas que agreguen valor a los productos de naturaleza primaria.

La idea central de la presente propuesta busca apoyar el proceso de fortalecimiento de la actividad productiva de los campesinos miembros de la Asociación de Productores de Panela de González (Cesar) - APROPANELA mediante energización de 42 trapiches paneleros dispersos en su zona rural.

La zona rural del municipio de Gonzalez se localiza aproximadamente a 360 kms de la capital del Cesar en estribaciones de la Cordillera Oriental. Actualmente, según información suministrada por miembros de la asociación, se encuentran sembradas alrededor de 2000 hectáreas de caña azúcar, beneficiando 1157 personas que derivan su sustento de la producción panelera. Esta zona fue beneficiada en el año 2015 con la dotación de los trapiches paneleros alimentados energéticamente con un equipo electrógeno de 30 HP.

Los trapiches paneleros no cuentan con iluminación, impidiendo el desarrollo de las actividades de molienda en horas nocturnas. Así mismo, no existen sistemas de riegos tecnificados para los cultivos de caña, suceso que limita la producción de tipo agroindustrial.

De acuerdo con lo anterior y tomando en cuenta las observaciones recibidas por algunos miembros de la comunidad, en el mediano plazo, la propuesta busca la sostenibilidad de la cadena productiva, incremento de los ingresos y el mejoramiento de las condiciones de bienestar socioeconómico de las familias intervenidas.



De acuerdo con lo anterior y tomando en cuenta las observaciones recibidas por algunos miembros de la comunidad, en el mediano plazo, la propuesta busca la sostenibilidad de la cadena productiva, incremento de los ingresos y el mejoramiento de las condiciones de bienestar socioeconómico de las familias intervenidas.



3. IDENTIFICACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La carencia de infraestructura energética ha sido un factor limitante para el desarrollo de las actividades productivas en las ZNI del territorio nacional, dado que sus necesidades de consumo se relacionan con el uso de generadores eléctricos tradicionales que generan contaminación y sobrecostos en los procesos de producción agropecuaria.

El municipio de González hace parte del epicentro de una región donde el principal cultivo es la caña de azúcar destinada a la producción de panela; la cual se hace en trapiches artesanales, con tecnología obsoleta que ocasiona una baja productividad y/o aprovechamiento de los jugos de la caña durante la molienda. Este proceso se lleva a cabo en trapiches que tienen más de 30 o 40 años y poseen una infraestructura inadecuada, cuyos procesos no cumplen con los estándares sanitarios y ambientales; según la información proporcionada por la Federación Nacional de Productores de Panela "FEDEPANELA", Saneamiento Ambiental y la normatividad legal y ambiental vigente colombiana (INVIMA).

“El cultivo de la caña panelera ocupa el primer reglón de la economía Gonzalense, de esta forma es uno de los generadores de empleo en el municipio, con 343 empleos directos y 814 empleos indirectos para un total de 1157 beneficiarios”¹.

La baja competitividad de los productores de panela dada sus limitaciones técnicas, de asociatividad, de infraestructura y financieras se ve reflejada en la situación socio-económica actual de los productores, dando como resultado una desmotivación de los

¹ SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEACIÓN. Plan de Desarrollo Municipal de Gonzalez. (2016 – 2019). “Bien Gobernados”. Pág.88.



productores y la gran posibilidad de la migración de los campesinos a la ciudad, y por consiguiente, el aumento del conflicto social y engrosamiento del nivel de pobreza.

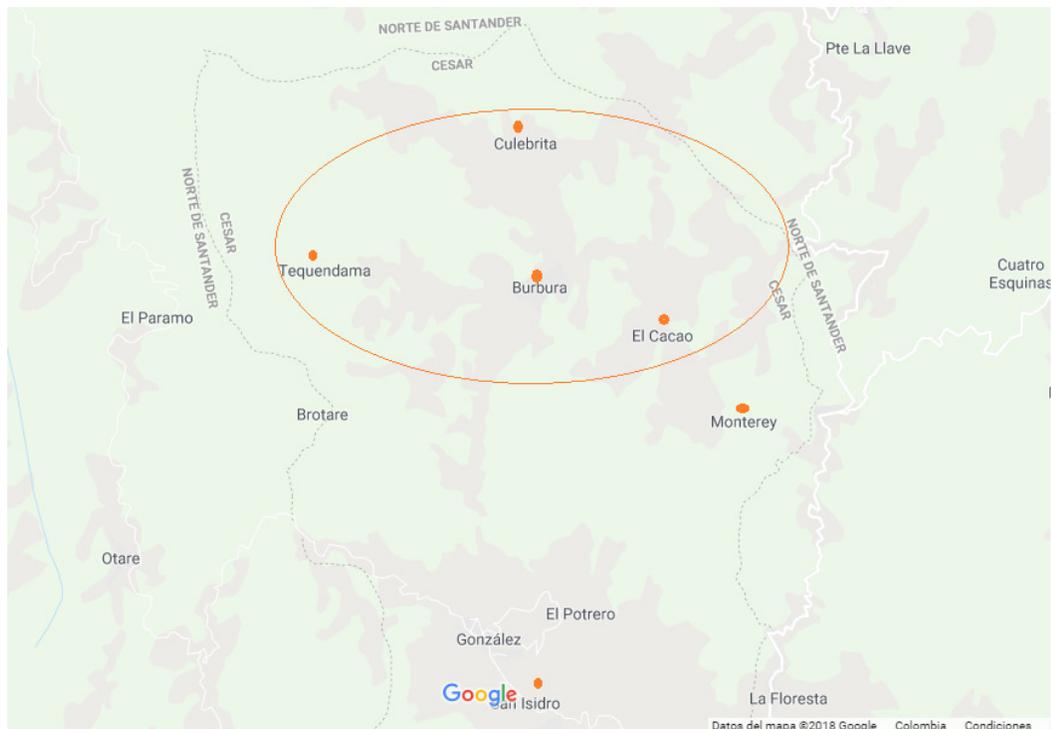
Dentro de los problemas detectados por los potenciales compradores y consumidores para la comercialización y posterior consumo de panela, se observa que la principal causa de que la panela no tenga buena aceptación en la canasta familiar se basa principalmente en la calidad de la misma; es decir, se comercializa una panela mal moldeada, con impurezas, porosidades, oscura y residuos no deseados; debido a que no se cuenta con capacitación técnica sobre el manejo y procesamiento de los jugos, gestión empresarial, cultura organizacional y mercadeo; actividades que pueden ser canalizadas y coordinadas

Finalmente teniendo en cuenta el aporte que representa la producción panelera a la capacidad de permanencia y sostenibilidad de las unidades productivas, la generación de empleo familiar y asalariado, ingresos, conocimiento y activos específicos constituye un elemento importante para establecer la dinámica que imprimen las actividades de transformación vinculadas al cultivo y elaboración de panela a los sistemas productivos locales y las estrategias de lucha contra la pobreza. (Ver Anexo 1. Documento Técnico - Árbol de Problemas).

3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada del Proyecto

El área de influencia del proyecto está ubicada en el municipio de Gonzalez, entre los diferentes corregimientos y veredas que integran su zona rural. Actualmente, según información suministrada por miembros de la asociación, se encuentran funcionando 42 trapiches paneleros mecanizados. La existencia de estos trapiches que se ubican en el corazón de las áreas con cultivos de caña, muestra la importancia de esta actividad para la economía municipal. El cultivo de la caña panelera ocupa el primer reglón de la economía de la región generando 343 empleos directos y 814 empleos indirectos para un total de 1157 beneficiarios.

Mapa 1. Ubicación Zona de Incidencia del Proyecto



Fuente: NASA. Google.Maps. 2018.



Según el Esquema de Ordenamiento Territorial, la zona rural del municipio de Gonzalez está catalogado como zona de reserva forestal del Río Magdalena, función que no se viene cumpliendo puesto que la mayor parte de los bosques han sido talados y las tierras han sido destinadas a cultivos agrícolas. La intervención antropica con la actividad agropecuaria en especial con el cultivo de la caña panelera, seguida de cultivos semestrales como la cebolla, el maíz y el frijol han conllevado a la desaparición de gran parte de su cobertura forestal.

Finalmente, estos suelos de aptitud media presentan una topografía ligeramente ondulada, que van desde los 1200–1500 msnm, con una temperatura media de 21 °C. La fertilidad de esta zona está influenciada por la cuenca de las quebradas Las Damas, Llanos del Oro, Cundina, La Estancia, Montera, El Oso y alrededor de seis nacimientos de agua.que existen en la zona.

- **Total, Población Afectada en el Territorio:** 1157 Personas que derivan su sustento de la actividad panelera.
- **Población objetivo:** 10 Unidades Productivas de las 42 ubicados en la Zona.

- **Tabla 1. Matriz de Identificación Poblacional**

Lugar del Proyecto	Población	Distancia Aprox. (Cabecera Municipal)	Condiciones de Acceso	Suministro de Agua	Suelos	Infraestructura de Generación Existente
Zona Alta del Municipio de Gonzalez	42 Trapiches Paneleros	10 Km (Cabecera Municipal)	Vía destapada	Agua Superficial de quebradas cercanas.	Topografía ondulada, suelos usados principalmente para actividades agrícolas.	42 Equipos Electrónicos Diesel (30 HP) usados solo para la operación de los trapiches.



- Esquema Organizativo

Tal como se había expresado, los campesinos de la zona, se encuentran organizados en la Asociación de Productores de Panela de González (Cesar) - APROPANELA que cuenta con 42 puntos de producción.

La organización cuenta con sus propios estatutos y actualmente se viene planteando la posibilidad de crear una figura para la administración de las soluciones que se entreguen en caso de ser beneficiados por el proyecto de energización.

- Esquema Productivo

En zona rural del municipio de Gonzalez, actualmente se cultivan aproximadamente 168 hectáreas (variedad no determinada), con un nivel de rendimiento anual de 6 toneladas por hectárea. Las actividades de cosecha o corte se realizan cada 10 meses.

Dada las gestiones realizadas por el Instituto para el desarrollo del Cesar (INDECESAR), la Gobernación del Cesar en el año 2015 se realizó el proceso de fortalecimiento de los trapiches paneleros dotándolos de maquinarias, equipos y de equipos eléctricos para la optimización del proceso de extracción.

En realidad, la producción panelera se puede resumir en cinco las etapas:

- **Corte de Caña o Apronte:** se corta la caña de raíz o se realiza el entresaque cada (10) diez meses dependiendo de las condiciones naturales que garantizan una buena cosecha.
- **Extracción del Jugo de Caña:** se introduce la caña al trapiche, con el objeto de obtener los jugos de la caña.
- **Clarificación:** Este proceso se realiza mediante la adición de las cortezas vegetales floculantes como Cal, Balso, Cadillo, Cachaza, entre otras. En esta parte del proceso se realiza el ajuste del PH, que debe fluctuar entre 5.5 y 5.8, para ello se adicional cal y esta evita la hidrolisis de la sacarosa y mejora la eficiencia del proceso porque desnaturaliza impurezas y material coloidal, las

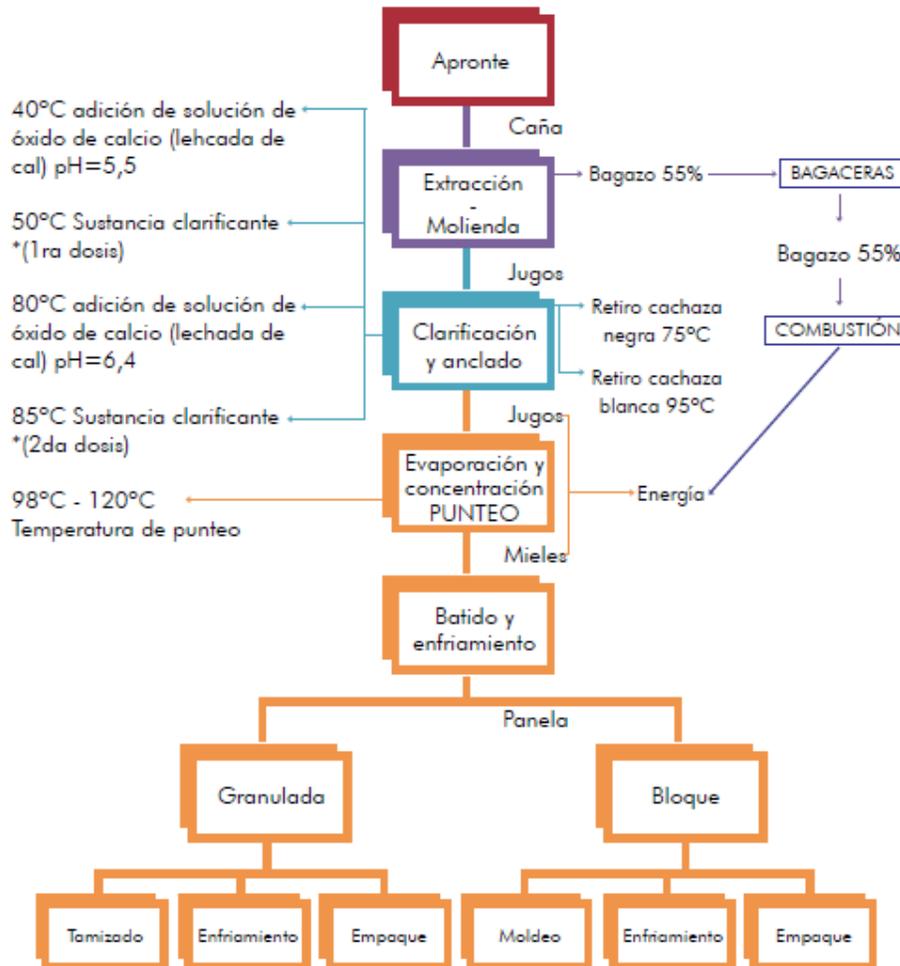


cuales pasan a hacer parte de la cachaza, subproducto que se aprovecha en alimentación de los animales de los campesinos de la zona.

- **Evaporación y Concentración:** se continua con la evaporación del agua, aumentando de esta manera la concentración de azúcares en los jugos, cuando éstos alcanzan un contenido de sólidos solubles cercano a los 70 Brix y adquieren consistencia en forma de miel, pueden ser utilizadas para el consumo humano o continuar concentrando hasta el punto de panela. La producción de panela finaliza cuando se alcanza una temperatura entre 98^o y 120 ^oC y un contenido de sólidos solubles de 90 – 95 Brix².
- **Punteo, Batido, Moldeo y Enfriamiento:** la panela líquida se deposita en bateas de acero inoxidable y por acción de batido intensivo e intermitente se enfría para el moldeo, el cual se realiza mediante el uso de elementos en madera (moldes), denominados graveras, en cuales la panela se solidifica adquiriendo su forma definitiva (Figura 2).

² Los grados Brix (Bx), sirven para determinar el cociente total de sacarosa o sal disuelta en un líquido, es una medida de concentración de azúcar en una disolución. Su proporción se mide en relación a cada 100 gramos de solución.

Figura 1. Proceso de Producción de la Panela



Fuente: DNP. 2016. Proyecto Tipo - Construcción de Trapiches Paneleros.

En estos momentos, en el territorio se existen 42 trapiches paneleros accionado mecánicamente con un motor diésel de 30 Hp. En una jornada completa de producción (aprox. 8 horas), esta máquina es capaz de procesar la cantidad promedio de corte de 10 toneladas para un nivel estimado de producción de 600 kg o 1200 panelas de libra/ hectárea, que son empacadas en cajas de 40 unidades de libra.

- Esquema de Comercialización.

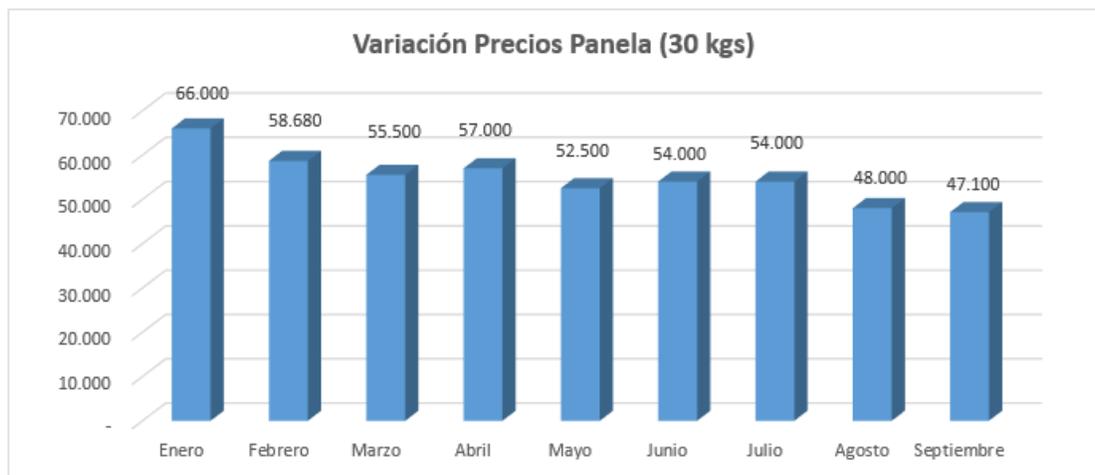
La mayor parte de la producción generada por cada familia de la zona, es comercializada en el mercado regional.

- Esquema de Precios:

“Los precios de la panela en el escenario regional presentan un patrón marcadamente estacional, según el análisis realizado por la Federación Nacional de Paneleros (2017), desde enero de cada año los precios de compra al productor y de venta al consumidor ascienden aceleradamente hasta mayo, a partir de este momento, comienza nuevamente el comportamiento estacional”.

Se puede entonces inferir entonces que existen dos momentos en los precios durante el año, entre enero y julio, los precios son un poco más altos y desde agosto a diciembre presentan un leve decrecimiento. En estos momentos, los precios promedio del año en curso (corte sep/2018), se mantienen en el orden \$ 1.825/ Kgs es decir \$ 54.750 por caja. La siguiente figura muestra las fluctuaciones estacionales de precios en la subregión:

Figura 2. Variación de Precios por Caja de Panela en la Zona



Fuente: Sistema de Información Panelero (SIPA). Fedepanela. 2018.

3.1.2. Diagnóstico de los Participantes o Cooperantes

Participante	Posición	Tipo de Contribución	Rol
Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)	Cooperante	Asistencia Técnica	Esta entidad tiene una amplia experiencia en el proceso de evaluación de proyectos de desarrollo energético en el territorio nacional.
Gobernación del Cesar	Cooperante	Recursos de Cofinanciación	La Gobernación a través de la secretaría de desarrollo económico se encarga de administrar y destinar recursos del Sistema General de Regalías.
Fedepanela	Cooperante	Asistencia Técnica	Asistencia técnica en el manejo de la BPM para la producción panelera.
Apropanela	Beneficiarios	Recurso Humano	Participar activamente en el proceso de desarrollo del proyecto.

3.1.3 Descripción del Servicio

En la zona rural del municipio de Gonzalez por estar en zonas de difícil acceso carece del servicio de energía eléctrica. La principal necesidad energética se encuentra relacionada con la dotación de sistemas de iluminación, dado que, en el año 2015, con recursos de la Gobernación del Cesar se realizó un proceso de modernización dotando a la comunidad de 42 trapiches alimentados eléctricamente con un equipo electrógeno de 30 HP. La siguiente tabla relaciona los equipos de generación disponibles:

Tabla 2. Relación de Equipos de Generación Disponibles

Equipo			Capacidad	Consumo (gr/kwh)	Estado	Usos
Generador Diesel	Marca		30 HP	N.E.	En Uso	Alimentación del Trapiche

Así mismo, según datos obtenidos a partir de la Resolución MME 180961 del 2004 y tomando como referencia algunos estudios realizados sobre la energización de ZNI a partir de Energía Eólica y Solar en Colombia, se tiene en consideración la relación de demanda promedio de consumo y la cantidad de habitantes por cada centro poblado así:

Tabla 3. Demanda Energética por Tipo de Centro Poblado

Descripción	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
# Usuarios	50	150	300	500
Horas diarias de servicio	4	5	8	10
KW/usuario	0,28	0,3	0,32	0,34
Potencia promedio por centro poblado (Kw)	14	45	96	170
Demanda diaria por centro poblado (Kw-h)	56	225	768	1700

Fuente: Esteve M, Universidad Pontificia Javeriana. 2011.

Tomado como referencia estos datos, el centro poblado a intervenir se consideran de tipo 1, dado que el sistema a instalar solo busca satisfacer las necesidades de iluminación de manera independiente en cada uno de los trapiches paneleros, dado que la alta dispersión de las plantas de procesamiento incrementaría considerablemente el costo para la extensión de redes hacia cada uno de los puntos de consumo.

Análisis del Mercado

- Estimación de la Demanda

El análisis de la demanda es un aspecto importante el diseño e instalación de cualquier solución energética. Sus resultados deben aportar el consumo actual de la población a la que se desea suministrar energía, proyectar la demanda durante un periodo de tiempo según la necesidad.

Dado que el proyecto se encuentra ubicado en una ZNI, no resulta posible aplicar los métodos tradicionales para la estimación de la demanda como la extrapolación de datos o la aplicación de los modelos econométricos de series de tiempo.

Por tanto, se puede utilizar otras técnicas para estimación basada en datos poblacionales, el número de viviendas, el comportamiento del ciclo productivo o la capacidad posible a instalar. Al no existir datos históricos, se puede estimar la demanda actual con base a la potencia de consumo posible de los equipos a utilizar, es decir la demanda máxima de consumo diario.

La siguiente tabla muestra el potencial de consumo diario (cuadro de cargas) considerado para la iluminación de la planta panelera.

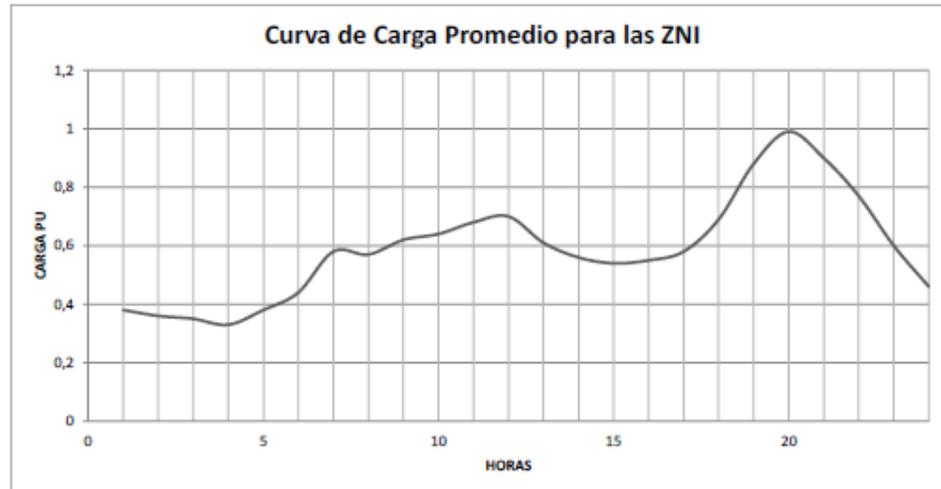
Tabla 4. Estimación Demanda de Consumo Promedio

Equipos	No. de Equipos Simultáneos	Potencia	Tiempo h/día	Consumo (Wh/día)
Trapiche Panelero Tipo R8	1	7450	18	134.100
Total Consumo Wh/día				134.100

Fuente: Equipo Investigador PERS –Cesar. 2018.

Sin embargo, esta técnica sólo tiene en cuenta el consumo promedio de los equipos a instalar en relación con sus horas de funcionamiento, sin considerar la simultaneidad de los equipos de consumo. En tal caso, el perfil de carga puede variar durante el día según las recomendaciones dado por la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG), en el documento 037 de 2005, en él se muestra la curva típica de consumo de potencia en ZNI durante un día completo (Figura 3).

Figura 3. Perfil de demanda promedio (en p.u) para ZNI



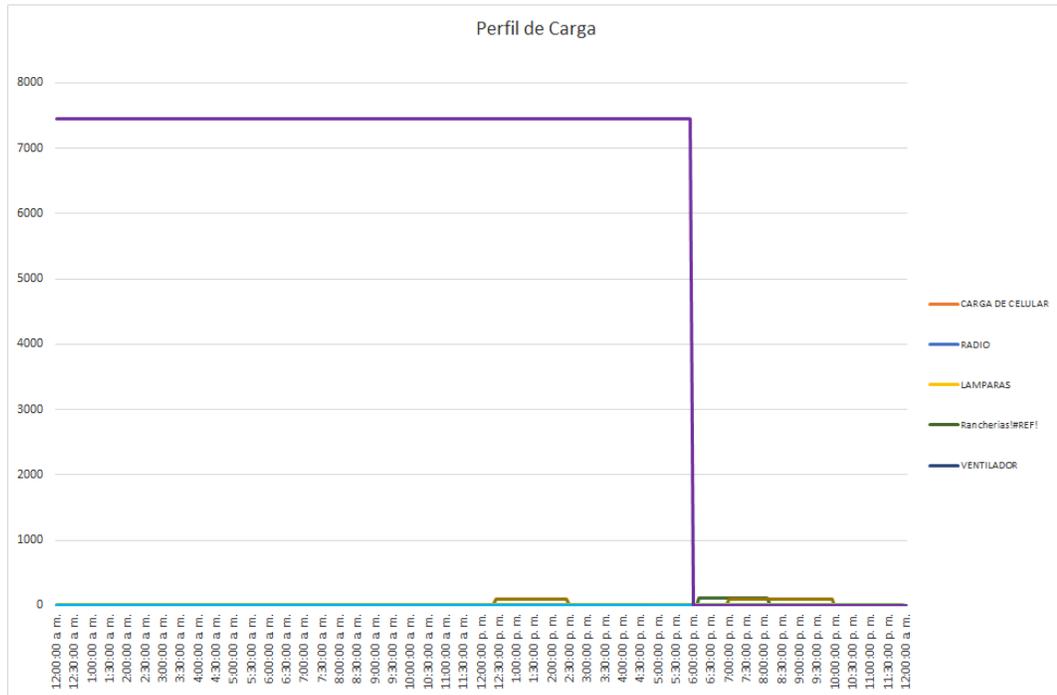
Fuente: CREG. Documento 037 del 2005.

La curva de carga establece valores por unidad (p.u) y cada valor en p.u corresponde a una hora específica del día. El valor en p.u de cada hora equivale al porcentaje de uso del valor total de carga instalada en un instante de tiempo. La curva indica baja actividad en horas de la mañana y tiene un crecimiento en el porcentaje de uso en horas de la tarde y la noche, teniendo su mayor incremento entre las 20:00 y 21:00 horas.

Otro método de cálculo, utiliza como base la variación del consumo de los equipos durante su funcionamiento a largo de un día completo. Para esto se tiene en cuenta la información de datos tomados a partir de los dataloggers usados en el PERS Nariño³. La Figura No. 4. representa el comportamiento posible de la demanda que tendrá el funcionamiento del trapiche panelero.

Figura 4. Perfil de Carga. Plantas Paneleras

³ VILLOTA, Jonathan. Simulación de Sistemas Híbridos para la Generación de Energía Eléctrica en ZNI utilizando la Herramienta Computacional HOMER. Borrador Documento Guía. Bogotá. Abril del 2015.



El esquema muestra una curva de color amarillo indica el consumo continuo de la luminarias en las horas nocturnas. Según este modelo, se considera que la potencia de consumo requerida para poner en funcionamiento de las luminarias y los demás elementos alcanza un promedio de 126.95 kWh/d.



3.2 MARCO DE REFERENCIA

3.2.1. Contribución a la Política Pública

Esta propuesta se encuentra alineada con las directrices actuales del plan de desarrollo nacional que tiene como línea estratégica la ampliar la cobertura y la generación de energía eléctrica para todos los colombianos. Tal como se menciona en el numeral d) del objetivo Estratégico No 5. Consolidar el desarrollo minero-energético para la equidad regional:

“En las zonas no interconectadas y en zonas de difícil acceso se implementarán sistemas de generación de energía eléctrica con un criterio de eficiencia económica, según los lineamientos del Plan de Energización de las Zonas No Interconectadas (PEZNI), dando prioridad a los proyectos contenidos en los planes de energización para estas zonas que consideren el uso productivo del recurso energético en beneficio de la comunidad”. (DNP, 2015, Pág 234).

En concordancia con esta directriz el Plan de Desarrollo Departamental (2016 – 2019). El Camino de Desarrollo y la Paz, reconoce la importancia de garantizar el acceso al servicio de energía eléctrica, mediante el uso de las energías renovables como insumo para el desarrollo de las actividades productivas en la zona rural. Finalmente, el Plan de Desarrollo Municipal del municipio de Gonzalez con el lema “Bien Gobernados”, establece en el eje Económico la necesidad de promover el desarrollo del sector panelero dado que juega un papel fundamental en la economía del territorio.

Figura 5. Contribución a la Política Pública

Plan del PND

(2014-2018) Todos por un Nuevo País.

Programa del PND

Pilar: Equidad

Objetivo 5. Consolidar el desarrollo minero-energético para la equidad regional.

Departamental:

Plan de Desarrollo. (2016 -2019). El camino de Desarrollo y la Paz.

2.1. Más Oportunidades para el desarrollo

2.2.1 La Revolución del Campo

2.7. Desarrollo Verde

Municipal:

Plan de Desarrollo Municipal de Gonzalez (2016-2019). “Bien Gobernados”.

3.2. Eje Económico: Desarrollo Productivo Participativo

3.2.1. Promoción del Desarrollo Rural

Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del departamento del Cesar

- Retos tecnológicos para la agroindustria.

Fuente: Equipo Investigador PERS – Cesar 2018.

3.2.2. Antecedentes

En Colombia, existen numerosos trabajos e investigaciones relacionadas con la implementación de soluciones híbridas como alternativa eficaz para el suministro de energía eléctrica en zonas no interconectadas. Entre los trabajos destacables vale la pena mencionar el realizado por un grupo de investigador de la Universidad Libre liderado por el Doctor Hernán Carvajal, igualmente existen algunos otros documentos producto de diversos profesionales egresados de la facultad de ingenierías en programas de maestrías de universidades reconocidas del país. La siguiente tabla muestra como referencia algunas investigaciones realizadas:

Tabla 5. Referentes de Estudios e Investigaciones

Entidad	Título	Autores	Año
CORPOEMA UPME	Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE)	Consorcio 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
Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para zonas no interconectadas (IPSE)	Proyecto de Energización Alternativa para la Comunidad de Bunkwiwake – Sierra Nevada de Santa Marta	Equipo del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para zonas no interconectadas	2011
Unidad de Planeación Minero Energética	Integración de las Energías Renovables no Convencionales en Colombia	UPME	2015
Universidad Libre de Colombia. Maestría en Ingeniería con énfasis en Energías Alternativas	Herramienta sistematizada de análisis Técnico-Económico simplificado, para la generación fotovoltaica y eólica en las zonas no interconectadas de Colombia	Juan Carlos Carreño Perez	2016

3.2.3. Marco Teórico



- Tecnologías de energía renovables

Las tecnologías de energía renovables son aquellas que transforman los flujos de energía que se presentan en la naturaleza. (UPME, CorpoEma, 2010: V.1); es decir, transforman la energía obtenida a partir de recursos renovables en otro tipo de energía útil, como, por ejemplo, energía eléctrica.

- Configuraciones de sistemas de generación

-Aislado (fuera de red): sistema de generación cuya potencia es del orden de W, generalmente se implementa para suplir la demanda energética de una vivienda.

-Minired: sistema de generación cuya potencia es del orden de 10^3 a 10^5 W, generalmente se implementa para suplir la demanda de un conjunto de viviendas o pequeño centro poblado, eléctricamente conectados por una red pequeña o local.

-Conectado a red: sistema de generación cuya potencia es del orden de MW, se implementa para generar energía que es entregada a la red de distribución eléctrica (Ej. Energía entregada al SIN)

-Energía solar

La energía solar es transportada por las ondas electromagnéticas que proviene del sol. La emisión de energía desde la superficie del sol se denomina radiación solar; y a la energía emitida, energía radiante. La energía radiante que incide sobre la superficie terrestre por unidad de área (irradiación o insolación), se mide en kWh/m²; y la potencia radiante que incide sobre la superficie terrestre por unidad de área (irradiancia), se mide en kW/m².

La radiación solar que incide sobre la Tierra tiene componentes directa, radiación que incide sobre la Tierra desde el sol, sin cambiar de dirección; y difusa, radiación que es dispersada en todas las direcciones debido a la presencia de moléculas y partículas; la radiación global es la suma de la componentes directa y difusa.

Existen diferentes formas de aprovechamiento de la energía solar:

-Energía Solar Fotovoltaica: aprovechamiento de la radiación solar para la generación de energía eléctrica.

-Energía Solar Térmica: aprovechamiento del calor solar para calentar un fluido (típicamente agua y aire). La energía solar en forma de calor es absorbida por un panel solar térmico o colector, y transferida al fluido para elevar su temperatura. Los usos más comunes son para calentar agua, climatización y calefacción; también es posible generar energía eléctrica a través evaporación del fluido mediante su calentamiento y haciendo que este mueva una turbina.

Sistemas fotovoltaicos

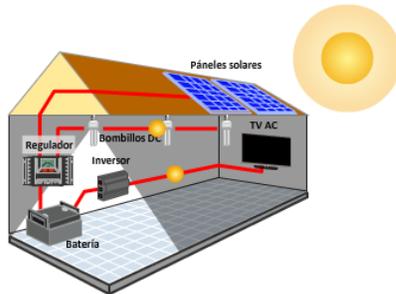
Los sistemas fotovoltaicos son dispositivos que generan energía eléctrica mediante el efecto Fotoeléctrico; los fotones (partículas de luz) que provienen de la radiación solar, inciden en los módulos fotovoltaicos y liberan electrones, los cuales generan una corriente DC. Se caracterizan por su sencillez, modularidad y operatividad.

Los componentes principales de los sistemas fotovoltaicos son:

- **Módulo fotovoltaico:** componente en donde se transforma la energía de la radiación solar (energía de los fotones) en energía eléctrica; están contruidos con determinados semiconductores basados principalmente en silicio mono cristalino y poli cristalino.
- **Regulador de Carga:** componente encargado de proteger la batería de la sobrecarga y la sobre descarga.
- **Batería:** componente encargado de almacenar la energía producida en los módulos.
- **Carga:** consumos o cargas que el sistema debe satisfacer (demanda energética), puede se DC o AC.

Los módulos fotovoltaicos tienen una potencia nominal, el Vatio Pico (Wp); que corresponde a la potencia máxima que puede generar dicho módulo, a 25°C de temperatura y con una irradiación de 1kW/m². Su producción de corriente eléctrica a un voltaje dado (fijo para el panel) varía con la temperatura, lo cual especifica el fabricante del panel en la forma de curvas de potencia.

Figura 6. Esquema del Funcionamiento SFV



4. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS

- **Problema Central:**

- Limitado acceso a fuentes de energía para el mejoramiento de los procesos producción panelera en la zona alta del municipio de Gonzalez.

- **Causas Directas:**

- Débil generación de energía eléctrica en la zona
- Inexistencia de sistemas de abastecimiento de agua para riego de los cultivos
- Deficiencia en la administración de procesos de producción agroindustrial

- **Efectos Directos:**

- Almacenamiento inadecuada de los productos
- Deficiente suministro de agua para el desarrollo de actividades productivas
- Baja productividad de las actividades de tipo agroindustrial

5. IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVAS

5.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVAS

El suministro de energía eléctrica como apoyo a la actividad de producción panelera la zona rural del municipio de Gonzalez se podría llevar a cabo de la siguiente forma:

Alternativa 1. Sistema Solar Fotovoltaico

Alternativa 2. Sistema Híbrido (Solar – Diésel).

5.1.1. Recursos

Según el mapa el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono en Colombia (UPME, IDEAM, 2015), la Subregión por sus condiciones geográficas y climatológicas posee un buen potencial en materia de recurso solar, se tienen en cuenta las siguientes alternativas:

Tabla 6. Potencial Promedio de Radiación Solar y Viento

Ecoregión	Municipio	Coordenada de Referencia	Radiación Solar Promedio (Kwh/m ² /dia)	Velocidad del Viento Promedio (50m)	Velocidad del Viento Promedio (10m)
Serranía del Perijá	Gonzalez	8° 26' 55.58 " N 75° 22' 32.44 " W	5, 0 – 5.5	2 – 2.8	1,4 – 1.8

Fuente: RETScreen – NASA. 2018.

5.1.2. Metodología de Selección de Alternativas

Para este caso, se realizó el análisis de cada una de las alternativas energéticas posibles, utilizando la aplicación **Homer (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables)** desarrollado por el laboratorio nacional de energía renovable de los Estados Unidos (*NREL*), este software es “ampliamente utilizado para la evaluación económica y ambiental de los sistemas eléctricos que utilizan fuentes de

generación renovables que son comúnmente designados como sistemas híbridos. El programa identifica el sistema o la configuración del mínimo costo posible simulando su comportamiento a lo largo de un año y clasificando las soluciones en orden creciente del Costo Presente Neto (CPN), para el ciclo de vida de la instalación”⁴.

El uso de la aplicación Homer, requiere la alimentación de datos de recursos naturales (eólicos, solares, hidrológicos, etc), las cargas o curvas de consumo de los sistemas a instalar, los costos (a precios del mercado) de cada uno de los componentes, incluyendo costos de reemplazo, mantenimiento y operación.

- Configuración General del Sistema

Alternativa (1). Sistema Solar: considera el uso sólo de los paneles fotovoltaicos.

Alternativa (2). Sistema Híbrido (Solar – Diésel): considera el uso combinado de dos o más tecnologías en función de los recursos disponibles en la zona

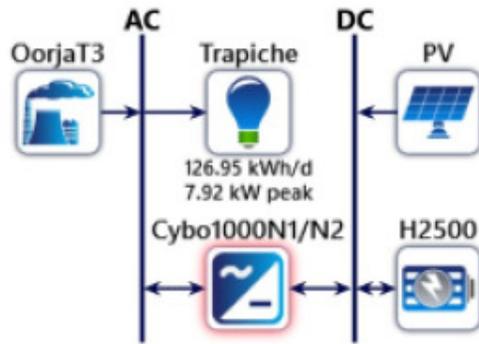
El sistema a simular tiene los siguientes elementos:

- Paneles solares
- Equipo Electrónico
- Baterías
- Conversor DC/AC

En la siguiente figura se muestran los componentes a simular.

Figura 7. Componentes a Simular

⁴ CASAROTTO, C.F. “Evaluación de Sistemas Híbridos para la Electrificación de Zonas Remotas mediante HOMER”. Universidad Nacional de Comahue. Ponencia. Cuarto Congreso Nacional – Tercer Congreso Iberoamericano Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN. 2011.

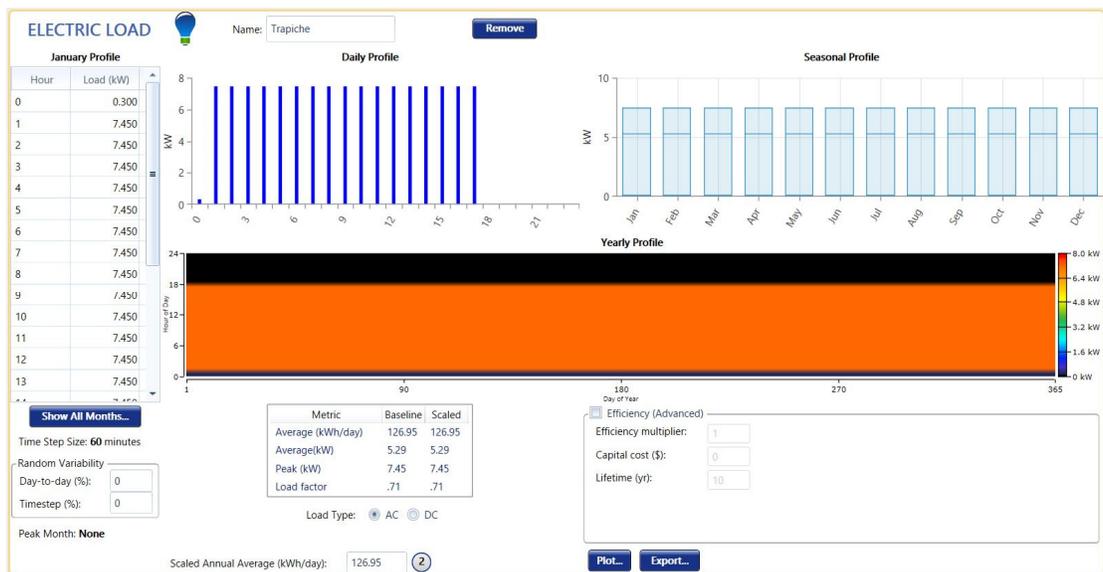


Fuente: Homer – Energy. 2018

- Demanda de la localidad

Tomando como referencia los datos asociados al perfil total de consumo, resultados de la estimación de demanda realizada en el aparte correspondiente, se ingresaron los datos de la curva de demanda en la aplicación Homer Pro. (Figura 8).

Figura 8. Datos Ingresados Homer Pro - Perfil de Demanda



La carga es completamente AC, lo cual implica que exista un convertidor para invertir la tensión que venga de las fuentes de energía de DC. El consumo de energía promedio diario debido al perfil de carga es 126.95 kWh/d.

- Costos de los elementos a utilizar en el sistema de generación:

Se realizaron consultas de varias fuentes secundarias, principalmente de proveedores certificados en la Web con el fin de establecer los costos de los sistemas de energización a instalar, considerando su capacidad, los costos transporte, montaje, reemplazo, operación y mantenimiento. La siguiente tabla muestra el resumen de los costos considerados por cada componente:

Tabla 7. Costos Componentes (Precios en Dólares Americanos)

Componente	Tamaño	Capital (\$)	Reemplazo (\$)	O & M
Paneles Fotovoltaicos	1	3000	3000	50
Baterias Hoppecke 20 OPzS 2500	-	1033	1033	35
Convertidor Cybo 1000 N1/N2	1	1000	1000	20
Equipo Electrónico	1.5	1000	1000	0.010

Fuente: Equipo Investigador PERS Cesar. 2018.

-Valores de los recursos naturales para el sistema de energización

Se ingresan a la aplicación los datos asociados a los recursos de ~~energía~~ energía solar, de viento disponibles descargados directamente por la aplicación del portal de Power Data Access Viewer - NASA.

Figura 9. Datos Ingresados Recurso Solar

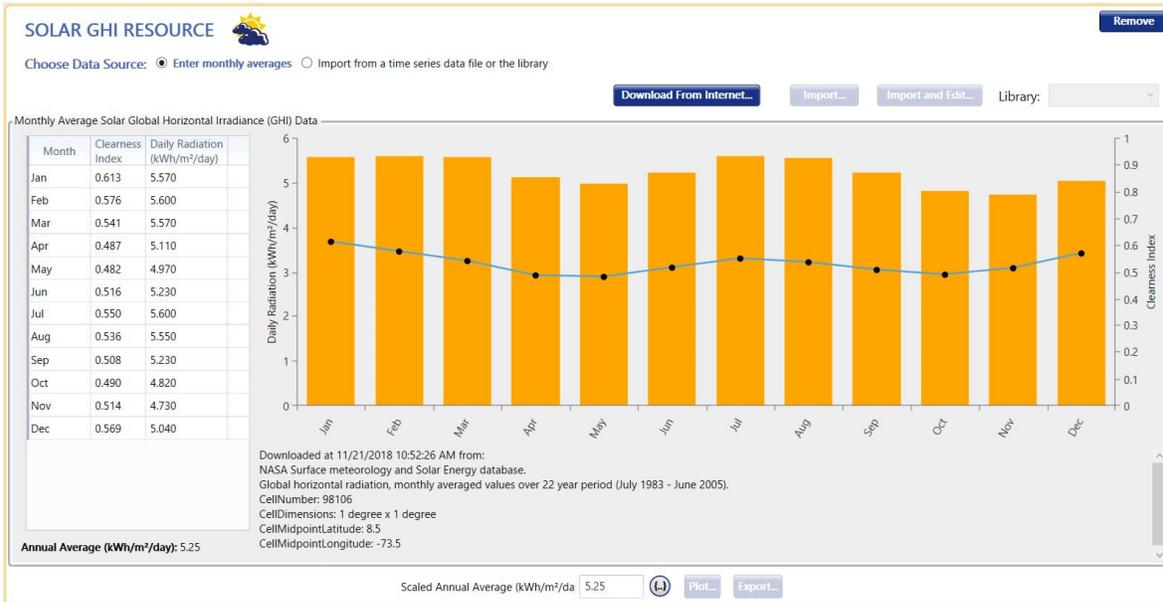
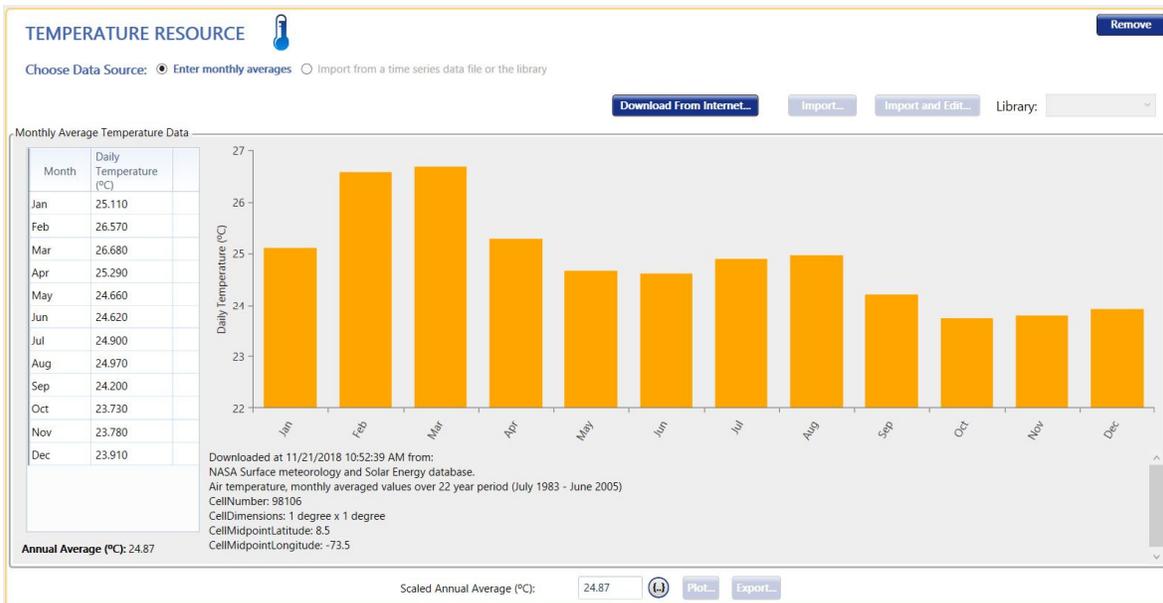


Figura 10. Datos Ingresados de Temperatura

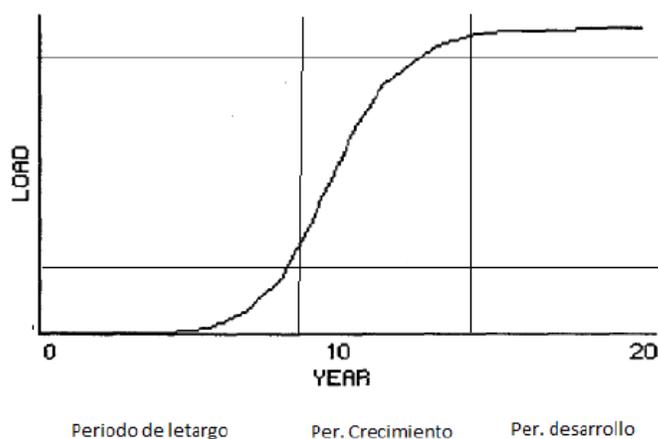


- Resultados

La ventaja de usar HOMER para determinar la mejor alternativa de energización, es que se pueden plantear escenarios. De tal forma que una solución no sea dimensionada para solucionar las necesidades inmediatas sino que permitan formular escenarios de desarrollo social, cultural y tecnológico a largo plazo, proponiendo metas de crecimiento de la demanda y del esquema productivo. Dicho de otra forma, el incremento futuro de la capacidad de producción en la zona ocasionará un mejoramiento de los ingresos permitiendo la adquisición de más bienes y servicios.

Por lo anterior, se propone el siguiente escenario: El crecimiento de la demanda de energía para zonas rurales y aisladas se comporta como un sigmoidea (Figura 11).

Figura 11. Comportamiento de la Demanda en ZNI



Fuente: Equipo Investigador PERS. 2018.

Dado que el proyecto tendrá una duración de 20 años, la demanda diaria de consumo se podría incrementar en función al acceso a nuevos servicios y usos por:

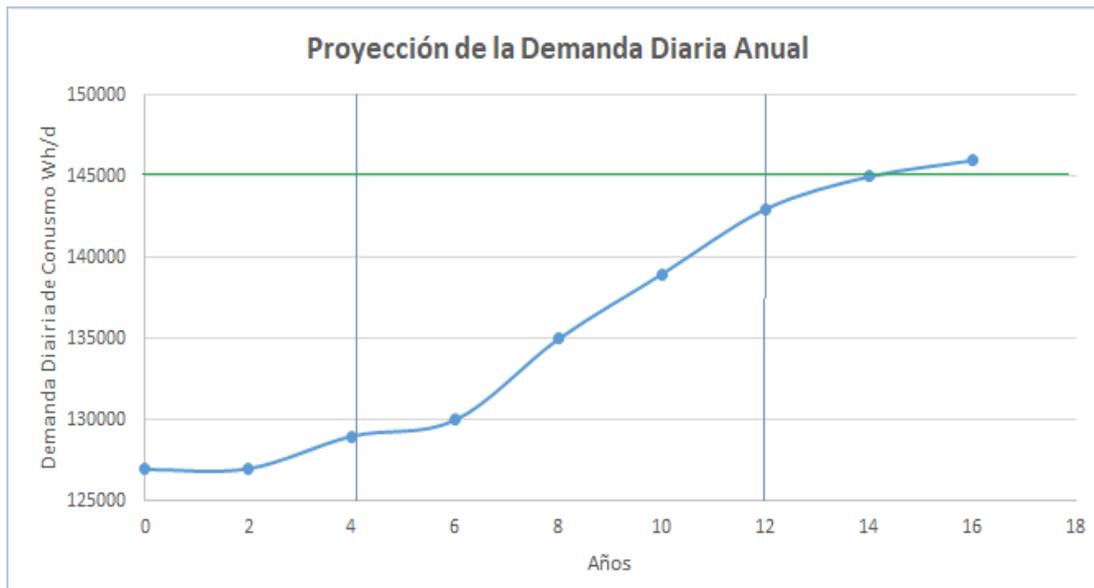
- La ampliación de los electrodomésticos utilizados en las fincas.

Dentro del esquema (Figura 12), se toma como año base la demanda diaria inicial estimada en la propuesta de 126.95 kWh/d, dado que el sistema satisface completamente los requerimientos de energía para la población objetivo y la operación normal de la despulpadora.

Entre el (4 - 12) año, sucede un periodo de aceleración, donde se considera que la población incrementará el consumo de la energía en función del aumento de su capacidad adquisitiva para la compra de bienes o servicios. Igualmente debe existir un crecimiento significativo en el número de residentes en la zona.

En la etapa final del escenario, se considera que la comunidad incluyó nuevos elementos dentro del esquema de producción (maquinas o equipos), también se asocia que existen nuevas elementos conectados al sistema, donde se considera que la demanda de energía promedio diaria podría alcanzar los

Figura 12. Proyección de Demanda Diaria por Año



Fuente: Equipo PERS Cesar. 2018.

De acuerdo al contexto anterior, se simula el conjunto posible de alternativas con HOMER, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 13. Resultados HOMER

Export...		Export All...		Sensitivity Cases								
				Left Click on a sensitivity case to see its Optimization Results.								
Sensitivity		Architecture						Cost				System
Trapiche Scaled Average (kWh/d)		PV (kW)	OorjaT3 (kW)	H2500	Cybo1000N1/N2 (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	
127		44.1		72	9.90	CC	\$289,227	\$0.483	\$5,624	\$216,520	100	
135		50.0		72	10.2	CC	\$308,255	\$0.484	\$5,704	\$234,519	100	

De acuerdo a los resultados de HOMER, para los dos escenarios no existe una configuración común que satisfaga plenamente las necesidades de consumo para los dos escenarios planteados. Por tanto se seleccionará un escenario único con una demanda 127 kWh/d

Figura 14. Escenario. Demanda de 127 kWh/d

Export...		Optimization Results											
		Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.											
		Architecture						Cost				System	
		PV (kW)	OorjaT3 (kW)	H2500	Cybo1000N1/N2 (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Hours
		44.1		72	9.90	CC	\$289,227	\$0.483	\$5,624	\$216,520	100	0	
		44.0	1.50	72	9.83	LF	\$290,047	\$0.484	\$5,641	\$217,128	100	1.20	1.00

Alternativa 1. Sistema Solar

Esta alternativa contiene los siguientes elementos:

- **Tabla 8. Componentes Alternativa No.1.**

Elemento	Cantidad
PV	44.1 kW
Battery	72 Hoppecke 20 OPzS 2500
Inverter	9.90

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

En la siguiente tabla, se puede ver el resumen de los costos para esta primera alternativa:

Tabla 9. Costos Alternativa No. 1

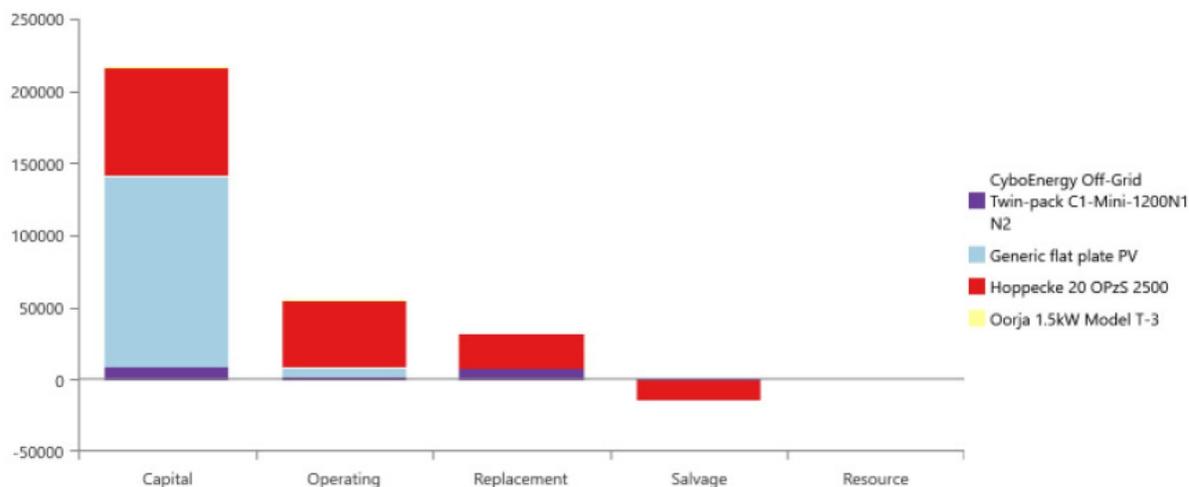
Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 289.227
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.483/kWh

Costo anual de operación	\$ 5.624 /yr
--------------------------	--------------

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Igualmente, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los costos por elemento, el único reemplazo a lo largo del proyecto, está dado por los convertidores. Los costos de operación y mantenimiento se aplican al uso de los paneles y las baterías.

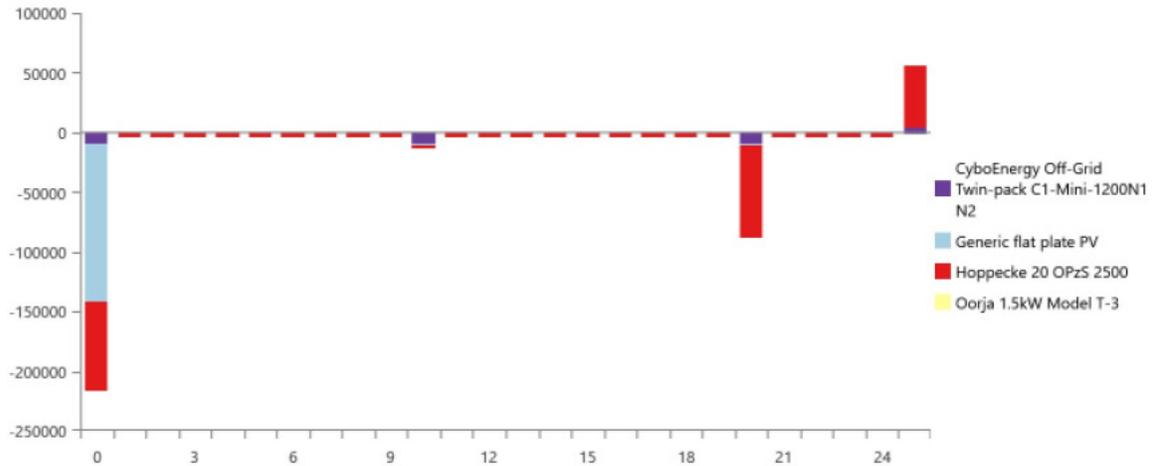
Figura 15. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 1.



Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Dado estos parámetros, el costo de inversión inicial tiene un valor de \$ 216.520. En la figura No. 16, se muestra un reemplazo de los convertidores en el Año 10 y de las baterías en el año 12. En el último año de proyección se produce ahorros asociados al valor de salvamento de las baterías y el controlador.

Figura 16. Flujo Neto de Inversión



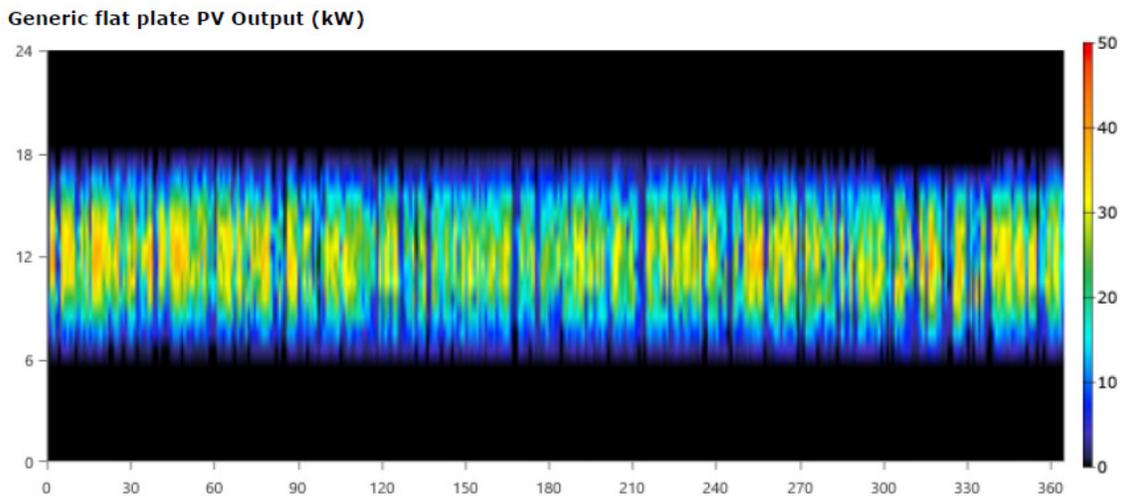
En la tabla 10, se muestra que el sistema fotovoltaico es la encargada de asumir la todos los requerimientos de energía para la iluminación de la planta panelera.

Tabla 10. Generación Eléctrica / Componente

Componente	Producción (kWh/año)	Fracción
PV	68.140	100%
Equipo Electrónico	1.50	0.00220
Total	68.142	100%

Fuente: Homer – Energy. Pro 2018.

Figura 17. Potencia de Salida Anual Diaria – Paneles Fotovoltaicos



Sin embargo, el sistema incorpora dentro de los gastos unos componentes de apoyo como son las baterías para garantizar el servicio continuo durante cierto periodo de tiempo. HOMER, consideró un (1) arreglo de 6 filas con 12 Baterías a 24 V, dando al sistema una autonomía de 56.6 horas con carga completa para el escenario de consumo planteado.

En la tabla 12, se muestra la información relacionada con los costos y capacidad de las baterías.

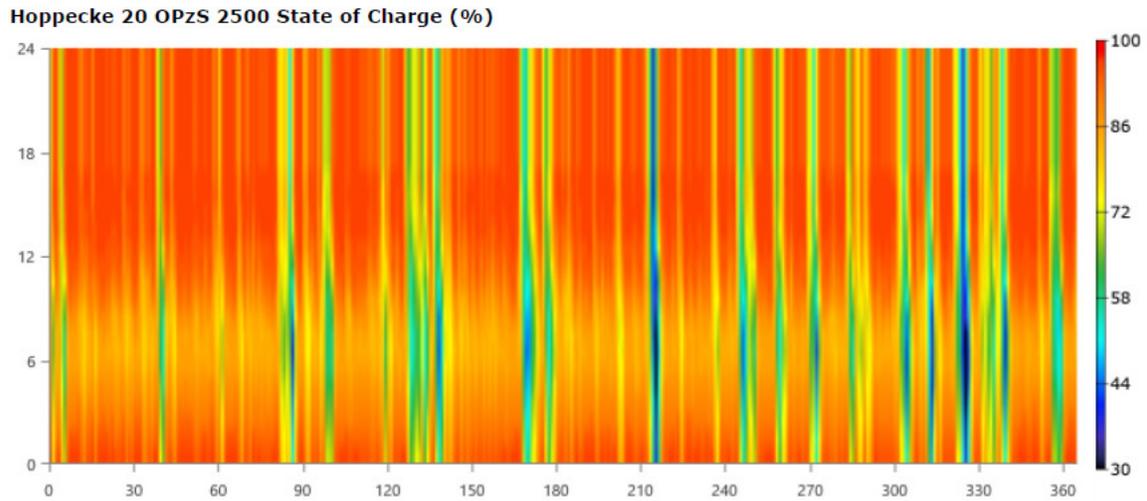
Tabla 11. Costos y Capacidad Baterías

Quantity	Value	Units
Nominal capacity	428	kWh
Usable nominal capacity	299	kWh
Autonomy	56.6	hr
Lifetime throughput	429,815	kWh
Storage Wear Cost	0.132	\$/kWh
Average energy cost	0	\$/kWh

Fuente: Homer Pro. 2018.

La simulación, muestra el comportamiento del estado de carga de las baterías en función de las horas del día, nótese que las baterías logran su estado de carga ideal entre las 12 – 18 horas. (Figura 18), con excepción en el tiempo donde el recurso solar disminuye.

Figura 18. Estado de Cargas de las Baterías



Fuente: Homer Pro. 2018.

Alternativa 2. Sistema Híbrido (Solar – Diésel)

Esta alternativa contiene los siguientes elementos:

- **Tabla 12. Componentes Alternativa No.1.**

Elemento	Cantidad
PV	44 kW
Battery	72 Hoppecke 20 OPzS 2500
Convertidor	9.83
Equipo Electrónico	1,5 kW

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

En la siguiente tabla, se puede ver el resumen de los costos para esta primera alternativa:

Tabla 13. Costos Alternativa No. 1

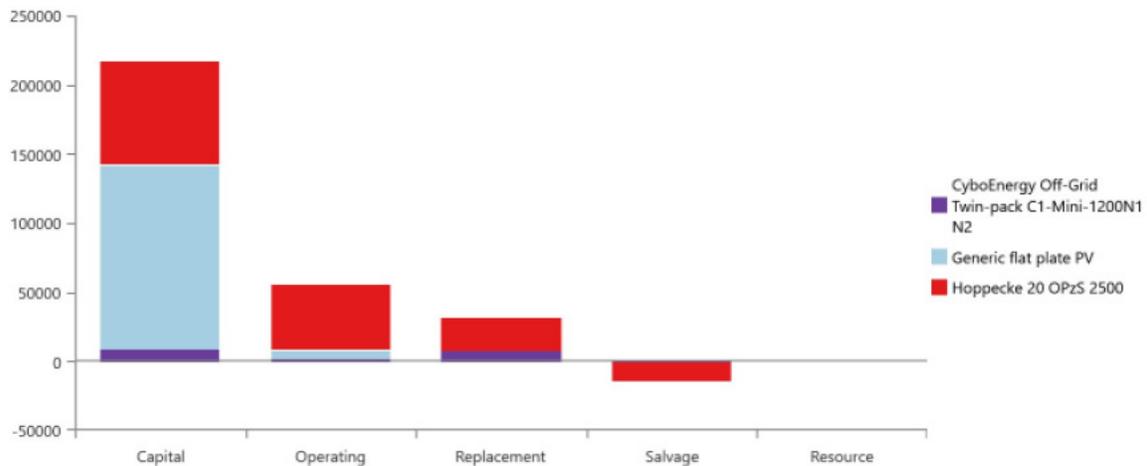
Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 290.047
Costo Nivelado	\$ 0.484 /kWh

de la Energía	
Costo anual de operación	\$ 5.641 /yr

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Igualmente, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los costos por elemento, el único reemplazo a lo largo del proyecto, está dado por los convertidores y las baterías.

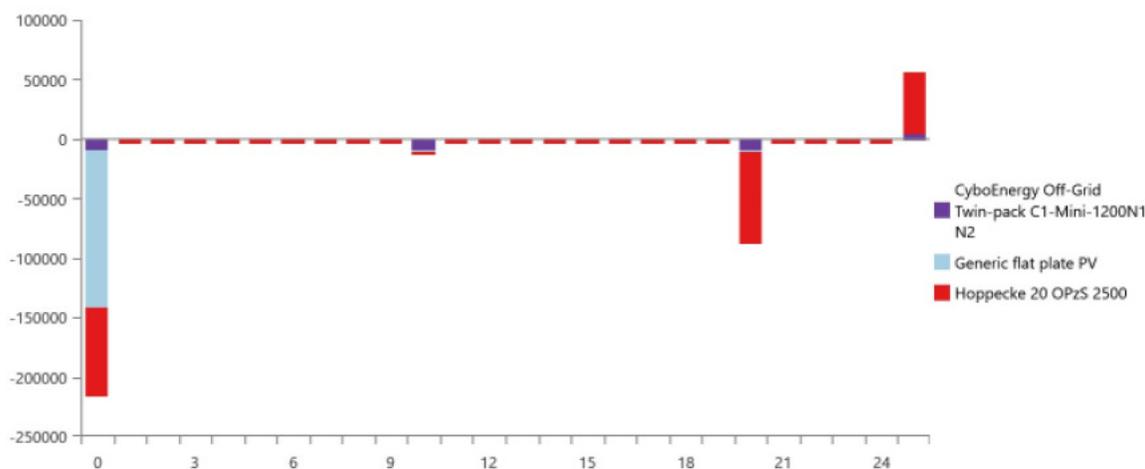
Figura 19. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 2.



Fuente: Homer Pro. System Simulation Report. 2018.

Dado estos parámetros, el costo de inversión inicial tiene un valor de \$ 217.128. En la figura No. 20, se muestra un reemplazo de los convertidores en el Año 10. En el último año de proyección se produce algún retorno por las baterías que fueron reemplazadas 2 veces durante el ciclo de vida del proyecto.

Figura 20. Flujo Neto de Inversión



Fuente: Homer Pro. System Simulation Report. 2018.

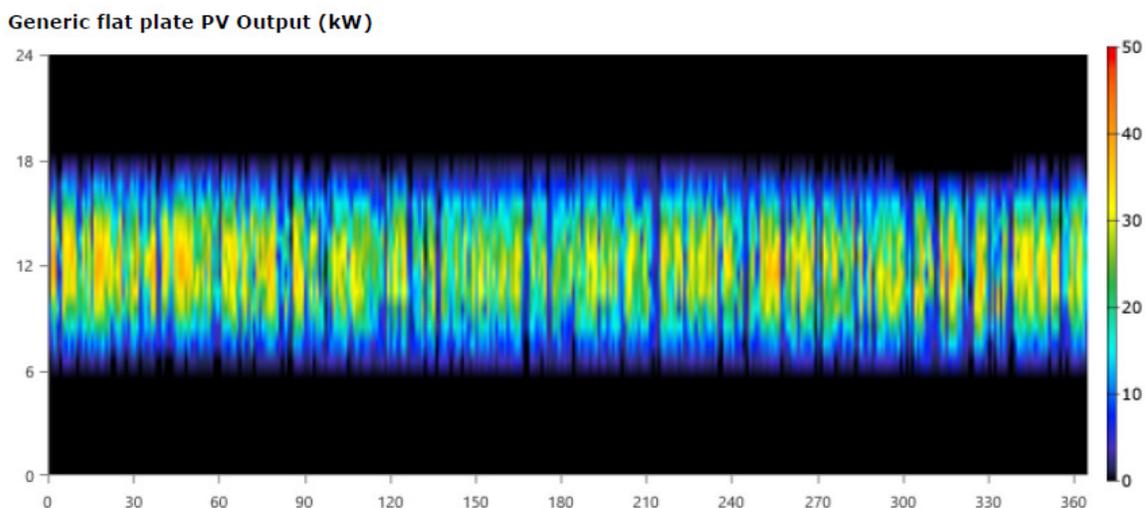
En la tabla 14, se muestra que el sistema fotovoltaico es la encargada de asumir la el total de los requerimientos de energía de cada finca cafetera.

Tabla 14. Generación Eléctrica / Componente

Componente	Producción (kWh/año)	Fracción
PV	68.308	100%
Total	68.308	100%

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Figura 21. Potencia de Salida Anual Diaria – Paneles Fotovoltaicos



Fuente: Homer Pro. System Simulation Report. 2018.

Sin embargo, el sistema incorpora dentro de los gastos de inversión unos componentes de apoyo como son baterías para garantizar el servicio continuo durante cierto periodo de tiempo. HOMER considero (1) arreglo de 6 filas con 12 Baterías a 24 V, dando a la configuración una autonomía de 56.6 horas con carga completa para el escenario de consumo planteado.

En la tabla 15, se muestra la información relacionada con los costos y capacidad de las baterías.

Tabla 15. Costos y Capacidad Baterías

Quantity	Value	Units
Nominal capacity	428	kWh
Usable nominal capacity	299	kWh
Autonomy	56.6	Hr
Lifetime throughput	429578	kWh
Storage Wear Cost	0.132	\$/kWh
Average energy cost	0	\$/kWh

Fuente: Homer – Energy. 2018.

La simulación, muestra el comportamiento del estado de carga de las baterías en función de las horas del día, nótese que las baterías logran su estado de carga ideal entre las 12 – 18 horas. (Figura 22), con excepción en el tiempo donde el recurso solar disminuye.

Figura 22. Estado de Cargas de las Baterías

Hoppecke 20 OPzS 2500 State of Charge (%)

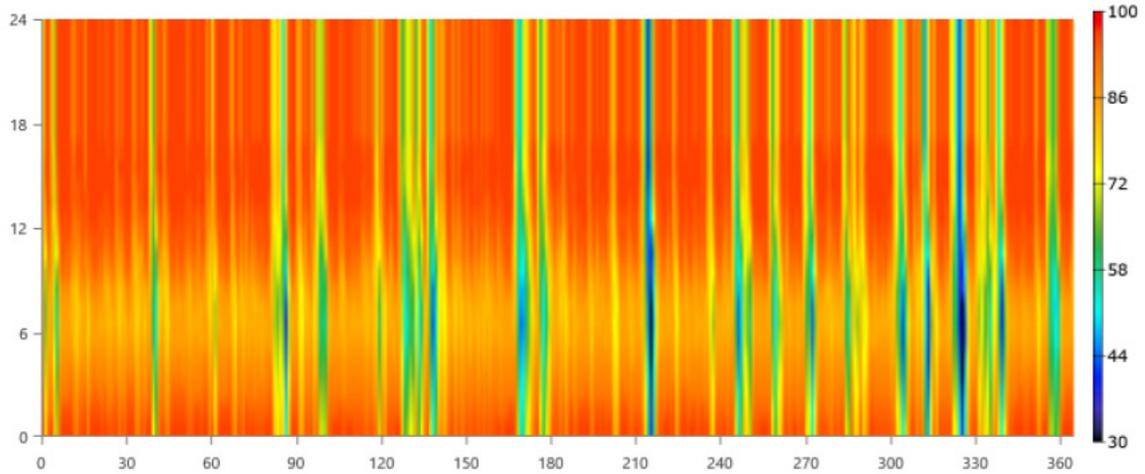


Tabla 16. Configuración de las Alternativas

	Elemento	Capacidad
Alternativa 1	PV	44.1 kW
	Battery	72 Hoppecke 20 OPzS 2500
	Convertidor	9.90
Alternativa 2	PV	44 kW
	Battery	72 Hoppecke 20 OPzS 2500
	Convertidor	9.83
	Equipo Electrónico	1,5 kW

En la siguiente Tabla, se muestra la comparación de los costos para cada una de las alternativas:

Tabla 17. Comparación de costos entre alternativas y escenarios

	Escenario 1.	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo Presente Neto	\$ 289.227	\$ 290.047
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.483/kWh	\$ 0.484 /kWh
Costo anual de operación	\$ 5.624 /yr	\$ 5.641 /yr

Conclusiones de la simulación

Al comparar las dos alternativas, se puede observar que la alternativa 1, presenta un menor Costo Presente Neto, esto sustentado en su menor dimensionamiento. Igualmente este arreglo fotovoltaico proporciona el 100% de la generación necesaria para satisfacer la demanda.

5.2 RESUMEN DE LA ALTERNATIVA

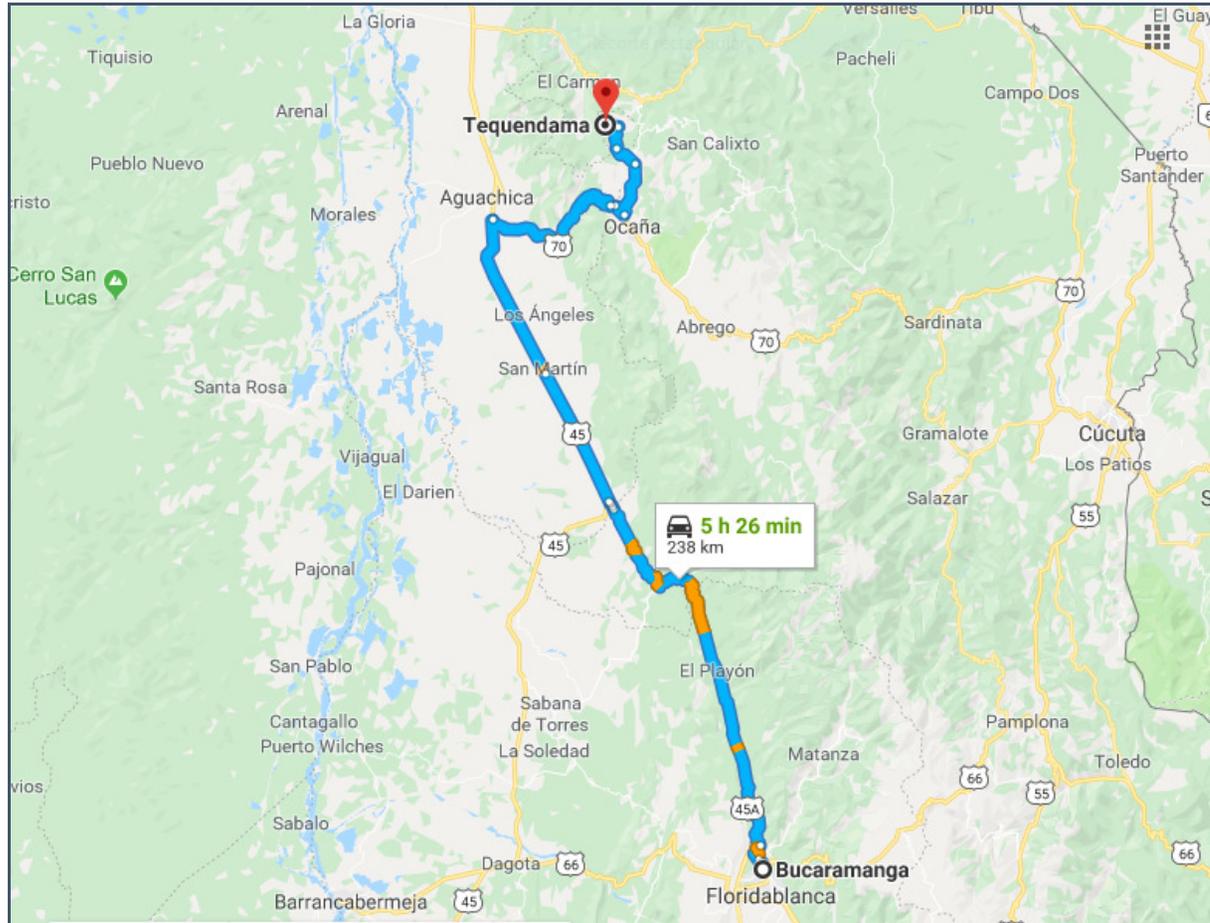
Como alternativa posible de solución al problema de limitada oferta energética que se presenta en la zona de producción panelera del municipio de Gonzalez, se centrará en la instalación de módulos fotovoltaicos de 44.1 kWp en promedio que permitirá el funcionamiento de cada trapiche panelero.

El montaje del sistema de generación se considera una alternativa de generación de energía eléctrica viable, dada su baja inversión, fidelidad, sostenibilidad y la posibilidad de participación de la comunidad en la etapa de implementación. Igualmente los costos de mantenimiento son razonables, en relación a los cambios poco frecuentes de los accesorios del sistema.

5.2.1 Matriz de Costos de Transporte

Para el montaje de las soluciones energéticas se requiere trasladar un volumen importante de materiales y equipos. Bajo este criterio, se pretende acceder a todos estos elementos desde la ciudad de Bucaramanga (Santander) hasta la zona rural del municipio de Gonzalez, ubicado a 238 Kms de distancia por carretera asfaltada. La capital de Santander dispone de una infraestructura importante de proveedores de materiales y de empresas transportadoras que garantizan el descargue en zona rural. Desde el corregimiento, resulta fácil la contratación de vehículo 4 x 4 para el traslado de los materiales hasta los corregimientos de la zona rural. El siguiente mapa muestra la ruta de transporte.

Mapa 2. Ruta Transporte de Materiales y Equipos



Fuente: Google Maps. 2018.

En relación con los costos de transporte se realizó la consulta con empresas de transporte conocidas como Servientrega, Coordinadora y proveedores locales, tomando en cuenta información relacionada con pesos, volúmenes, impuestos y demás condiciones necesarias para el cobro del servicio, la tabla muestra los costos promedios del servicio de transporte hasta los corregimientos donde funcionan los trapiches paneleros.

Tabla 18. Resumen Matriz de Costos de Transporte

Ítem	Descripción	Origen	Destino	Distancia (Km)	Transporte	Tipo	Trayecto	Peso (Kgs)	Valor Estimado
1	Módulos de Energización Solar	Bucaramanga	Gonzalez	228	Terrestre	Camión	Pavimentado	N.E.	10.000.000
		Gonzalez	Tequendama	10		Campero (4x4)	Placa Huella		900.000
Total Transporte Materiales y Equipos									\$ 10.900.000

5.2.3 Posibles Tarifas

Para determinar las posibles tarifas que se van a cobrar a los usuarios o beneficiarios de la iniciativa, se debe tomar como referencia las disposiciones establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), según el documento CREG 002 del 26 de enero del 2014, propone para los operadores del servicio “la fórmula tarifaria general para los usuarios regulados del servicio público domiciliario de energía eléctrica en las ZNI”⁵:

Dónde:

$$CU_{nm} = \frac{G_m}{1 - p_D} + D_{m,n} + C_m$$

⁵ **Documento CREG 002 del 2014.** Metodología para Remunerar las Actividades de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en ZNI.

- CU n,m:** Costo unitario de prestación de servicio de energía eléctrica para los usuarios conectados al nivel de tensión n, correspondiente al mes m, \$ / kWh.
- n:** Nivel de Tensión
- m:** mes de Prestación del Servicio
- Gm:** Cargo de generación en el mes de prestación de servicio m, \$/kWh.
- 1 – Pd:** Fracción (o porcentaje expresado como fracción) de pérdidas técnicas y no técnicas reconocidas en distribución. Las pérdidas eficientes reconocidas serán del 10% para el sistema de distribución a menos que el prestador del servicio tenga un plan aprobado de pérdidas, más las pérdidas reconocidas en la línea de interconexión en caso de que exista.
- D m,n:** Cargo de distribución en el mes de prestación de servicio m, el nivel de tensión n, \$ kWh.
- C m:** Cargo máximo de comercialización del mes m, \$ kWh.

Así mismo, este documento también determina que los costos de generación máxima serán establecidos por los operadores del servicio, teniendo en cuenta “el análisis de la inversión, los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM), así como la cantidad de energía eléctrica generada”⁶.

Según la estimación de la demanda realizada, el consumo promedio en la estación los Marimondos en plena operación sería de 126.95 kWh/d, es decir un consumo de 3.808,5 kWh/mes. Dado que cada empresa u operador del servicio por disposición de la CREG puede realizar el costo de generación en función del cargo por generación, distribución, comercialización y la tarifa de referencia actualizada. Para facilidad de cálculo se tomara como costo de referencia el reporte del Sistema Único de Información para ZNI el mayor valor posible (\$ 1.292.64 kWh)⁷.

Es decir que el valor posible a facturar promedio mensual sería de \$ 4.923.019 M/L, por cada unidad productiva Así mismo, el Ministerio de Minas y Energía en pro de estimular las inversiones asociadas a la implementación de alternativas de generación de energía eléctrica determinó las condiciones para el otorgamiento de subsidios a los usuarios del servicio de energía en ZNI, mediante las resoluciones 182138 de 2007 y 180069 de 2008, en donde se establecen dos formas de otorgar subsidios por menores tarifas; a los usuarios de menos ingresos, mediante la disminución del cobro de la tarifa y a los

⁶ Resolución CREG 004 del 2014.

⁷ Sistema Único de Información para Servicios Públicos Domiciliarios. Superservicios. 2018.

prestadores de servicio, mediante la asignación en parte de los recursos invertidos en el proceso de generación.

En el Artículo 1 de Resolución MME 180961 del 2004 se define “el factor de subsidio que se otorga a los usuarios mediante la disminución del cobro en la tarifa, este valor se asigna por rango de número de usuarios. El cálculo de factor de subsidio se realiza definiendo el porcentaje de usuarios de los estratos 1, 2 y 3, correspondiente a cada grupo, y haciendo un ponderado por el porcentaje de subsidio definido en la legislación vigente (60% para el estrato 1 y 50% para el 2).

Para este caso, el factor de subsidio es del 60% sobre el valor total de la factura, que es compensado anualmente sobre el costo total de la facturación reportado por el operador al Sistema Único de Información (SUI). En tal caso, el valor del subsidio se puede trasladar directamente al usuario, según el siguiente resumen:

Tabla 19. Posible Tarifa (2019) – Comunidad Cafetera

Centro de Consumo	Consumo Estimado Mensual /Unit	\$ kWh	Valor Mensual Individual	Número de Familias	Valor Total Mensual Sin Subsidio	Valor Mensual a Pagar con Subsidio
Trapiches	3808.5 kWh/m	1.292,64	4.923.019	10	\$ 49.230.190	\$ 19.692.076

5.2.4. Disponibilidad a Pagar

Durante el proceso de estructuración de la propuesta y socialización de la alternativa seleccionada, la comunidad mostro su disposición a participar activamente, según el acta de concertación anexa al presente documento. Además se está conformando un esquema asociativo de trabajo que se encargará de la administración de los recursos entregados.



5.3. OBJETIVOS

5.3.1. General

Incrementar la oferta energética para el desarrollo de los procesos de producción panelera en la comunidad del municipio de Gonzalez.

5.3.2. Específicos

- Implementar al menos (10) sistemas de generación fotovoltaica para la operación de los trapiches paneleros la zona rural del municipio de Gonzalez.
- Capacitar a 50 personas de la zona en esquemas que permitan la administración adecuada de los recursos disponibles para la producción de tipo agroindustrial.

5.4. PRODUCTOS, ACTIVIDADES Y PERSONAL REQUERIDO

Tabla 20. Productos, Actividades y Personal Requerido

Componentes	Productos	Código Actividad	Actividad	Personal Requerido
A. Sistemas de Generación Eléctrica Implementados	42 Módulos de Energización Instalados	A- 1-1	Vinculación del Personal responsable de la Coordinación del Proyecto.	Ingeniero Coordinador del Proyecto
		A - 1-2	Diseño del Sistema de Energización	Ingenieros y Técnicos Empresa Ejecutora
		A-1-4-1	Instalación de los Módulos Individuales de Energización Solar	
B. Fortalecimiento de las capacidades técnica, administrativas y de producción agroecológica	50 Personas Capacitadas	B -1- 1	Realizar talleres de formación comunitaria.	1 Ingeniero Mecánico, 1 Profesional en Ciencias Económicas o Administrativas

5.5. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN PROPUESTA

La propuesta de implementar soluciones de energización renovable es novedosa en la región, dado que no existen proyectos similares en el territorio.

Otro punto importante para destacar resulta la participación activa de la comunidad beneficiaria en algunas actividades importantes del proyecto como mano de obra efectiva para el desarrollo de tareas asociadas al retiro de la cobertura vegetal. Igualmente dentro del esquema asociativo que se está conformando existirá un comité de la administración de los recursos recaudados por la prestación del servicio de energía eléctrica y el mantenimiento de los equipos.

5.6. METODOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDADES

Dado el grado de complejidad que implica la ejecución de la propuesta, el ente territorial o el operador designado efectuarán la apertura por licitación pública o convocatoria abierta la selección del proponente que desarrollará cada una de las actividades conforme a las condiciones técnicas, los requisitos y la normatividad vigente que garantice la calidad de obras relacionadas con el proyecto.

5.7. INDICADORES DE OBJETIVO GENERAL, DE PRODUCTO Y DE GESTIÓN

La siguiente tabla muestra los indicadores relacionados con el objetivo general, resultado de la Metodología de Marco Lógico. (Ver Anexo. Documento Técnico).

Tabla 21. Relación Objetivo General, Indicadores de Producto y de Gestión

Objetivo General: Mejorar la oferta energética para el desarrollo de los procesos de producción panelera en la comunidad del municipio de Gonzalez.		
Indicador	Meta	Unidad de Medida
Número de Centros Poblados Intervenidos	Al finalizar la implementación del proyecto, la comunidad asentada en la zona, cuenta con una oferta energética que garantizan el desarrollo normal de sus actividades productivas	Cantidad o Número

Fuente: DNP. Metodología Conceptual para la formulación de Proyectos. 2016.

5.7 . INDICADORES DE OBJETIVO ESPECÍFICO, PRODUCTO Y DE GESTIÓN

Tabla 22. Indicadores de Objetivo Específico, Producto y de Gestión

Componentes	Producto	Indicador	Unidad	Meta	Año
A. Sistemas de Generación Eléctrica Implementados	10 Módulos de Energización Instalados	Equipos Operativos Especializados Adquiridos	Número	Al terminar el mes junio del 2019, han sido instalados los módulos de energización.	
B. Fortalecimiento de las capacidades técnica, administrativas y de producción agroecológica	50 Personas Capacitadas	Personas Capacitadas	Cantidad	Al terminar la ejecución de la proyecto. 50 personas de la comunidad han sido capacitadas en el mejoramiento de sus capacidades técnicas.	

Fuente: DNP. Metodología Conceptual para la formulación de Proyectos. 2016.

5.8. FUENTES DE VERIFICACIÓN Y SUPUESTOS

Tabla 23. Fuentes de Verificación y Supuestos

Componentes	Producto	Indicador	Fuente de Verificación	Supuestos
A. Sistemas de Generación Eléctrica Implementados	10 Módulos de Energización Instalados	Equipos Operativos Especializados Adquiridos	Informes de interventoría e Intervención	Resistencia de los posibles beneficiarios a participar en el proyecto.
B. Fortalecimiento de las capacidades técnica, administrativas y de producción agroecológica	50 Personas Capacitadas	Personas Capacitadas	Actas de Visita, Informes de seguimiento y control.	Bajo compromiso por parte de la comunidad

Fuente: DNP. Metodología Conceptual para la formulación de Proyectos. 2016.

5.9. BIENES O SERVICIOS

En relación con los bienes o servicios a considerar dado la problemática existente, este se relaciona directamente con la actividad productiva del café. La siguiente tabla muestra el bien que se piensa mejorar con base al suministro de energía eléctrica en la zona.

Tabla 24. Tipificación Bien o Servicio

Bien o Servicio	Unidad de Medida	Descripción	Año inicial Histórico	Año Final Histórico	Año de Proyección
Unidad Productiva Familiar	Número	Toneladas de Caña Procesadas	2015	2018	2025

Tabla 25. Análisis Oferta y Demanda de Bienes o Servicios

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2015	13500	15000	1500
2016	14000	15200	1200
2017	14500	15600	1100
2018	14000	16000	2000
2019	14200	16200	2000
2020	14400	16600	2200
2021	14600	16800	2200
2022	14900	17000	2100
2023	15200	17000	1800
2024	15400	17100	1700
2025	15700	16800	1100
2026	15800	17000	1200
2027	16000	17100	1100
2028	16100	17000	900



5. 10. BENEFICIOS E INGRESOS

En relación con los beneficios estos se relacionan directamente con el cobro de tarifas asociados al consumo de energía eléctrica dentro de la comunidad de tal manera que compensen parte de la inversión realizada. Los costos de inversión del sistema de generación inciden directamente en el mejoramiento de la capacidad productiva asociado a las tareas de beneficio del café. En el documento técnico se muestra las proyecciones realizadas en este sentido, tomando como referencia las recomendaciones de evaluación económica dada por la CREG en el documento 002 del 2014.

5.11 HORIZONTE DEL PROYECTO

Dado que el proyecto requiere una inversión importante y considerando la vida útil de la alternativa energética a implementar, se estima un horizonte para el proyecto de 20 años.

5.12. IMPACTOS ESPERADOS

La siguiente tabla muestra los impactos positivos generados ante la posible ejecución de la propuesta:

Tabla 26. Impactos Esperados

Clase de Impacto	Subclase	Nivel de Incidencia	Indicador	Meta Esperada	Observaciones
Científico y Tecnológico	Participación del recurso humano de la organizaciones cooperantes en la ejecución	Alto	Número de Docentes Vinculados	4	Se aspira a que al menos (2) docentes participen como observador en el desarrollo del proyecto.
	Actividades de Divulgación y Transferencia Tecnológica		Número de Estudiantes Universitarios Sensibilizados	250	Ninguna
	Mejoramiento en la oferta de destinos para visitas técnicas.		Número de Programas de Formación que desarrollan visitas técnicas	1	Articulación de los programas con acciones de acompañamiento y visitas técnicas en la comunidad.
Productividad y Competitividad	Plantas de Procesamiento vinculadas	Alto	Cantidad de Productores directamente involucrados	10 de 42 plantas paneleras vinculados en el proyecto.	Ninguno
	Acceso a nuevos mercados		Ampliación de Cobertura de Mercado	(1) nuevo territorio vinculados dentro del mercado nacional de comercialización de la panela.	Ninguno

5.13. EFECTOS AMBIENTALES

La evaluación de los posibles efectos asociados con el proyecto puede ser de tipo ambiental, social y económico. Este proceso se utiliza para asegurar que los proyectos, programas y políticas sean económicamente viables, socialmente equitativos y ambientalmente sostenibles.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se debe partir de la caracterización del área de influencia. Dicha caracterización expresa las condiciones generales de la zona sin los efectos del proyecto, dado que se constituye en la base para analizar como la iniciativa la modificará.

La identificación de las acciones del proyecto de generar impacto, así como los lugares y elementos que puedan verse afectados, permite definir un listado acotado de las posibles implicaciones que haga lugar. Este análisis también abarca los potenciales efectos positivos sobre el entorno.

- Impacto Ambiental y Socioeconómico

El impacto ambiental es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o una actividad. Dicha alteración no siempre es negativa y puede ser favorable o desfavorable para el medio, se considera positivo si sirve para mejorar el medio ambiente y negativo si degrada de alguna forma la zona, dependiendo de la extensión, la intensidad y recuperación de los eventos.

Bajo este contexto, la implementación del proyecto de energización puede generar impactos negativos en algunos de sus componentes, dado que se ejecutarán obras complejas que puede afectar los recursos ambientales a una escala considerable.

La magnitud de los impactos ambientales, depende del sistema a instalar, su estructura, el esquema productivo existente y las obras civiles a realizar, su correcta identificación permite a mediano plazo reducirlos o mitigarlos.

Por otra parte, el impacto de la alternativa seleccionada sobre el medio socioeconómico se considera altamente positivo y beneficioso, no sólo por contar con modernas instalaciones para captación de agua en la zona, sino por la disponibilidad de una fuente de energía eléctrica que favorece al mejoramiento de los procesos de producción panelera. Bajo este esquema, se identifican las siguientes afectaciones:

- **Calidad del Aire**

Dado que el proyecto solo requiere la presencia de vehículos para el traslado de los componentes de los módulos fotovoltaicos y el ahoyado de los soportes metálicos. Estos impactos no son considerados significativos debido a que las emisiones serán mínimas y esporádicas.

También se presentaran ruidos y vibraciones producto de los vehículos contratados, por tanto se deberán implementar medidas preventivas y de control para evitar sobrepasar los parámetros establecidos en la Resolución 627 del 2006, para zonas suburbanas o rurales de tranquilidad y ruido moderado ($x \geq 55$ DB).

- **Calidad del Agua**

Este es uno de los recursos medianamente afectado, dado que se utiliza este recurso para el riego de las plantaciones de caña.

Calidad del Suelo

La instalación de cada uno de los componentes impactarán de manera leve este recurso, debido al descapote de la capa vegetal en las labores para el montaje de los módulos fotovoltaicos.

- **Generación de Empleo**

Se generaran empleos temporales principalmente en la etapa inicial debido al montaje de los módulos fotovoltaicos. Igualmente con el desarrollo de las alternativas se generan efectos positivos asociados al incremento de los ingresos familiares percibidos por la actividad.

Teniendo en cuenta la anterior descripción de los efectos tanto positivos como negativos que tendrá el proyecto sobre el medio social, ambiental y económico, se establece la siguiente matriz de impactos:

Tabla 27. Matriz de Impactos Zona Cafetera Municipio del Copey

Impacto	Tipo de impacto	Nivel de impacto	Calificación del Impacto	Observaciones o Medidas de Mitigación
Emisión de material particulado	Negativo	Local	Baja	<p>Prevención</p> <ul style="list-style-type: none"> – Minimizar tránsito en suelos sensibles a la erosión. <p>Mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> – Se humectarán, periódicamente, las vías de tránsito vehículos medianos, en los lugares que no existan las placas huellas, principalmente en temporada de verano y periodos largos sin precipitación en la zona. <p>Compensación</p> <ul style="list-style-type: none"> – La empresa deberá plantear en conjunto con la CAR las medidas de compensación y restitución de especies arbóreas taladas durante la etapa de adecuación del terreno, esto con el fin de disminuir la erosión del suelo.
Emisión de gases y olores	Negativo	Local	Baja	<p>Prevención</p> <ul style="list-style-type: none"> – Monitorear la calidad del aire local y reducir operaciones en caso de ser necesario. – Realizar adecuado mantenimiento de vehículos y equipos. – Se controlará, en forma periódica, el correcto funcionamiento de los motores de vehículos y maquinarias utilizadas, sometiéndolos a mantenencias programadas. – Utilizar el equipamiento dentro de las especificaciones de uso.

Captación de agua	Negativo	Local	Baja	Ninguna
Contaminación del agua superficial	Negativo	Local	Baja	<p>Prevención</p> <ul style="list-style-type: none"> - Almacenar sustancias peligrosas alejadas de cursos de agua, estableciendo un perímetro de seguridad.
Erosión	Negativo	Local	Media	<p>Prevención</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demarcar y señalizar las vías transitables. - Evitar en lo posible la remoción y/o descapote de material vegetal con el fin de prevenir la erosión.
Afectación de la Flora	Negativo	Local	Baja	<p>Prevención</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evitar en lo posible la tala de árboles de especies protegidas, previamente identificada en el inventario forestal pertinente. Compensación: En conjunto con la CAR plantear las medidas de compensación pertinentes al caso acorde al inventario forestal pertinente.
Empleo y mano de Obra	Positivo	Local	Media	<p>Observación:</p> <p>Se aumentara el empleo durante la etapa de instalación del sistema de energización y el fortalecimiento de la actividad productiva.</p>
Molestias a la comunidad	Negativo	Local	Baja	<p>Prevención</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar reuniones con las comunidades, propietarios privados y sus representantes para informar sobre las actividades, el tiempo que tomará su ejecución y el lugar donde se desarrollaran. - Informar a los trabajadores sobre las costumbres y forma de vida de los pobladores. - Evitar los ruidos en horas de descanso de la población.
Mejora de Servicios	Positivo	Local	Media	<p>Observación:</p> <p>Se mejoraran notablemente los servicios prestados a los turistas y visitantes de la Comunidad o vereda.</p>

Economía Local	Positivo	Local	Alta	<p>Observación:</p> <p>La economía se verá impactada positivamente debido a que aumentara en el futuro las visitas de turistas en la comunidad, el mejoramiento de infraestructura de servicios disponible, entre otros.</p>
Paisaje	Negativo	Local	Baja	<p>Mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - El diseño y arquitectura a utilizar para la construcción se realizara con materiales que minimicen el impacto visual y de manera armónica al entorno. <p>Compensación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Señalización con información (señales indicativas de dirección, ubicación y orientación en general, señales de peligro, mapas informativos e interpretativos, etc.).

Resulta importante resaltar que la empresa ejecutora u operadora del proyecto debe ceñirse al artículo 9, inciso 4 del decreto 2041 del 2014, en la cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de proyectos que ameritan el trámite de licencias ambientales y permisos pertinentes, en tal caso deben tramitarse ante la autoridad ambiental los siguientes permisos:

✓ **Permisos de aprovechamiento forestal:**

Se debe llevar a cabo cuando se realiza una tala masiva de especies arbóreas, este permiso se debe tramitar ante la autoridad ambiental, según el Decreto 1791 de 1996.

6. ANALISIS DE RIESGOS

Según el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), el análisis de riesgo es el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un evento no deseado con una determinada severidad o consecuencias en la seguridad, salud, medio ambiente o bienestar público. A partir de este análisis, se deben establecer las medidas que permitan prevenir y mitigar dichos riesgos, para atender los eventos con la suficiente eficacia, minimizando los daños a la comunidad, al ambiente y recuperarse en el menor tiempo posible.

Para un adecuado análisis se debe considerar la naturaleza del riesgo, su facilidad de acceso o vía de contacto (posibilidad de exposición), las características del sector, la población expuesta (receptor), la posibilidad de que ocurra, la magnitud de exposición y sus consecuencias, para de esta manera, definir medidas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar.

En concordancia con las medidas y acciones establecidas dentro del Plan Departamental de Gestión de Riesgo del Cesar, relacionadas con la valoración y calificación del riesgo en la subregión, la siguiente tabla muestra los posibles riesgos generados por la implementación del proyecto:

Tabla 28. Análisis de Riesgo según actividades del Proyecto

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
Caída de ramas sobre los componentes del sistema por tormentas eléctricas y huracanes.	Poco Probable	La caída de ramas u otros elementos afectaría partes del sistema, suceso que impediría el normal funcionamiento del sistema, disminuyendo la producción de energía del sistema durante el tiempo de afectación y las actividades de mantenimiento.	Moderado	- Realizar el montaje de un enrejado sobre el canal para evitar la entrada al sistema de sólidos de gran tamaño como rocas, ramas entre otros que puedan obstruir e impedir el flujo regular del agua.
Daño en los equipos eléctricos del sistema por la presencia de tormentas eléctricas.	Probable	Este riesgo es muy probable debido a la amenaza de tormentas eléctricas en esta zona del departamento es alta, lo cual traería daños por rayos o sobrecargas en el equipo eléctrico del sistema (regulador, tablero de control). En consecuencia se presenta una interrupción en el servicio de energía que proporciona el sistema a la comunidad.	Alto	- Instalación de un sistema polo tierra (Para Rayos) para el aislamiento y control de descargas eléctricas que provengas de las fuertes tormentas que puedan presentarse en la zona.

<p>Afectaciones a la estructura del sistema por objetos impulsados por el viento en vendavales.</p>	<p>Poco Probable</p>	<p>Este riesgo afectaría partes del sistema, lo cual impediría su normal funcionamiento.</p>	<p>Moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Muros de contención para evitar afectaciones y/o obstrucciones por deslizamientos y movimientos en masa de agua y tierra. - Construcción de rejillas para la retención de sólidos de gran tamaño.
--	----------------------	--	-----------------	--

En la zona se presenta diversos riesgos relacionados principalmente con las amenazas de deslizamiento de tierra. Las inundaciones generalmente corresponden a procesos naturales de probable ocurrencia durante las épocas de invierno; actualmente este fenómeno es cada vez más frecuente cerca de las riveras de los ríos afectando principalmente a las poblaciones rurales ubicados en terrenos bajos. En la zona no existen dificultades para el acceso de personas y vehículos debido a las características propias del trazado de la vía de acceso.

Tabla 29. Análisis de Riesgo relacionado con el Entorno

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
Contacto con los sistemas de almacenamiento de energía (Banco de Baterías).	Poco probable	Este riesgo es poco probable y se debe tener en cuenta debido a la presencia de niños o personas que por negligencia o descuido puede entrar en contacto con el banco de baterías recibiendo daños severos por descargas eléctricas.	Alto	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar al personal, brindarle conocimientos hacia las normas de seguridad que deben cumplir al manipular estos equipos y su nivel de peligrosidad. - Señalizar la zona con imágenes que ayuden a la población a identificar las zonas y objetos de mayor peligrosidad. - Aislamiento y enrejado del cuarto de máquinas para evitar que animales y niños entren en contacto con la maquinaria y banco de baterías.

6.2. ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD

Para realizar el análisis de sostenibilidad se utilizó la “metodología de optimización multiobjetivo para la selección de la mejor alternativa energética sostenible en las localidades pertenecientes a la ZNI”⁸. La metodología permite la evaluación de criterios sociales, económicos, ambientales, físicos, además de tener en consideración de energías renovables, sistemas híbridos y la participación de la comunidad dentro del proceso de decisión para determinar la mejor alternativa energética, bajo el concepto de sostenibilidad.

De este modo bajo esta metodología el problema de planificación enmarca una serie de decisiones para la elección de la alternativa más adecuada y sostenible. La metodología busca la mejor alternativa de generación de energía mediante optimización y toma de decisiones multiobjetivo teniendo en cuenta criterios físicos, sociales, naturales y económicos que son evaluaciones necesarias para ZNI.

Esto se debe a las condiciones socioeconómicas características de estas poblaciones donde la selección de un proyecto de energización no solo depende de los resultados de evaluación económica de la alternativa y la satisfacción de la demanda, sino que su sostenibilidad también depende del aprovechamiento futuro de los recursos físicos y humanos disponibles. Los propósitos de la energización planteados en la metodología son atender la demanda con el fin de maximizar el beneficio de la localidad y mejorar los procesos productivos, esto se hace con la evaluación de cada uno de los criterios en los siguientes módulos.

Módulo 1. Oferta Energética

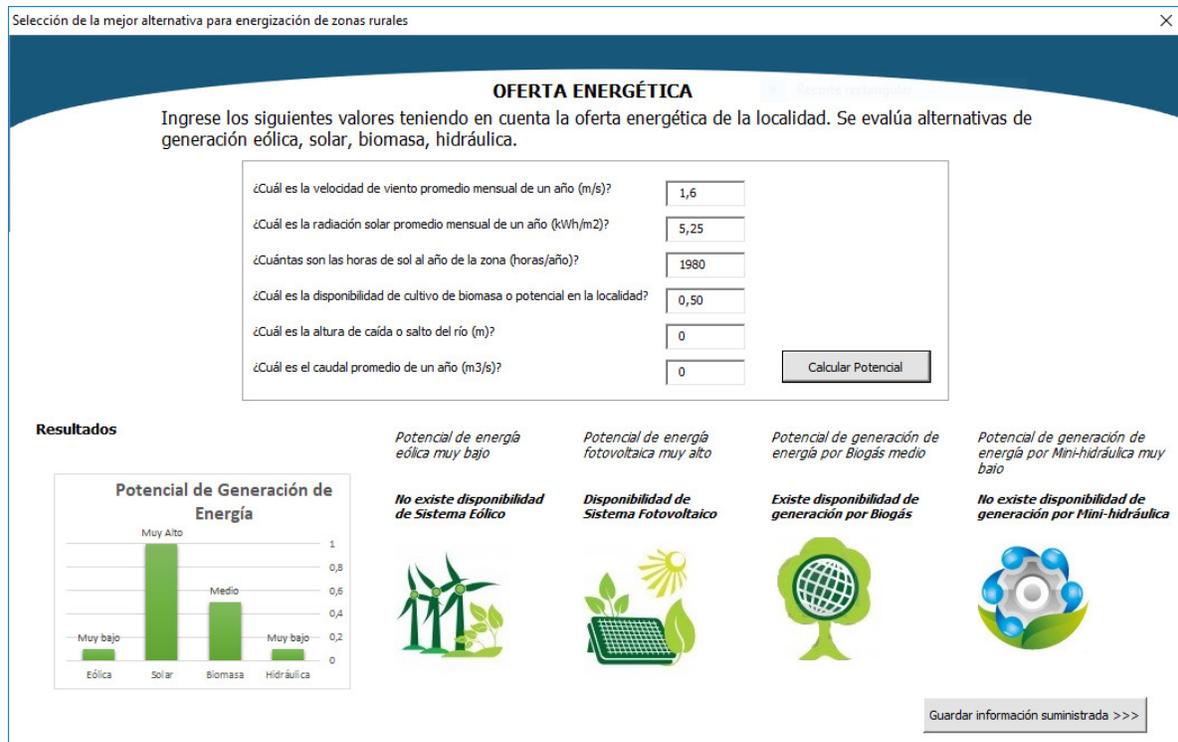
Se diligencia la información requerida con el fin de identificar un conjunto factible de alternativas de generación de energía eléctrica. Se evalúa los sistemas solar, eólico, generador biogás y mini-hidráulicas. Los criterios de evaluación para determinar la disponibilidad de la AE (Alternativa Energética) son los relacionados en la tabla No.30, para éste caso el usuario debe ingresar el valor de los diferentes criterios con el que cuenta la localidad en promedio anual con respecto a los recursos físicos disponibles como se muestra en la Figura 23.

⁸ Metodología desarrollada en el Plan de Energización Rural y Sostenible del departamento de Nariño – PERS Nariño – Convenio Interinstitucional No. 110 del 2012 celebrado entre la Universidad de Nariño, UPME, IPSE y TETRA TECH (USAID Programa CED).

Tabla 30. Disponibilidad de Recursos Naturales

Alternativa energética	Criterio evaluación	Unidad	Promedio mensual de un año
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	Radiación solar	kWh/m ²	5.25
	Tiempo de Exposición de horas de sol al año	h/a	1980
SISTEMAS EÓLICOS	Velocidad de viento	m/s	1.6
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	Caudal o flujo de agua	m ³ /s	0
	Pendiente o altura de caída	m	0
	Mínimo porcentaje de flujo de agua	%	0
	Máximo porcentaje de flujo de agua	%	0
GASIFICACIÓN	Área total en la localidad disponible para cultivo de biomasa	%	50%

Figura 23. Resultado Modulo 1. Oferta Energética



Como se muestra en la Figura No. 23, se tiene una evaluación preliminar de las alternativas que se puede utilizar para la energización de la localidad según la evaluación de recurso. Mediante esta primera evaluación se tiene como opciones favorables el uso de paneles solares y el uso potencial de gasificadores en menos proporción.

Módulo 2. Demanda de Consumo y Análisis de Criterios

El modulo dos se encarga de determinar la sostenibilidad relacionada con el consumo energético y su relación con los características sociales, físicas y económicas presentes en la comunidad. El criterio social es uno de los principales a la hora de evaluar una alternativa de energización, dado que se puede formar un círculo virtuoso en que la comunidad se convierta en gestora de la consolidación o el mantenimiento de la solución permitiendo lograr los objetivos de crecimiento y desarrollo.

Tabla 31. Componentes del Criterio Social

Criterio	Variable	Unidad	Valor	
Capacidad de apropiación de la tecnología por parte de la comunidad	Número total de pobladores mayores de 23 años que han alcanzado cada uno de los siguientes niveles educativos	Ninguno	U	8
		Primaria	U	299
		Secundaria	U	700
		Técnico	U	100
		Universitario	U	50
Presencia sector público	Definir si hay presencia o no	Alcaldías o entes territoriales	NA	Si
		Empresas oficiales o mixtas de servicios públicos domiciliarios	NA	No
		Fuerzas militares	NA	No
		Policía.	NA	No
Presencia Institucional	Definir si existe o no	Hospitales o puestos de salud	NA	No
		Centros educativos	NA	Si
		Instituciones financieras	NA	No
		Iglesias	NA	Si
Participación social de las comunidades	Definir si existe o no	Organizaciones sociales o comunitarias	NA	Si
		Consejos municipales	NA	No
		Participación electoral en la localidad.	NA	Buena

Figura 24. Ingresos de los Datos Nivel Educativo

Selección de la mejor alternativa para energización de zonas rurales

Nivel educativo

Nivel Educativo

¿Cuál es el número total de pobladores mayores de 23 años que han alcanzado cada uno de los siguientes niveles educativos?

Ninguno	<input type="text" value="8"/>
Primaria	<input type="text" value="299"/>
Secundaria	<input type="text" value="700"/>
Técnico	<input type="text" value="100"/>
Universitario	<input type="text" value="50"/>

Siguiente >>

Siguiente >>> Criterio Físico



Figura 25. Ingreso de datos Sector Público y Presencia Institucional en la localidad

Selección de la mejor alternativa para energización de zonas rurales

Nivel educativo | Presencia Institucional y del sector público

Sector Público

¿Existe presencia de Alcaldías o entes territoriales en la localidad?

¿Existe presencia empresas públicas, privadas o mixtas de servicios públicos domiciliarios en la localidad?

¿Existe presencia de Fuerzas militares en la localidad?

¿Existe presencia de policía en la localidad?

Presencia Institucional

¿Existen hospitales o puestos de salud en la localidad?

¿Existen centros educativos en la localidad?

¿Existen instituciones financieras en la localidad?

¿Existen iglesias en la localidad?

Siguiente >>

Siguiente>>> Criterio Físico 

Figura 26. Ingreso de datos de la participación social de la localidad

Selección de la mejor alternativa para energización de zonas rurales

Nivel educativo | Presencia Institucional y del sector público | Participación social de las comunidades

Participación Social de la comunidad

¿Existe en la localidad Organizaciones sociales o comunitarias?

¿Existe en la localidad Consejos municipales?

¿Cuál es el nivel de participación electoral en la localidad?

Siguiente>>> Criterio Físico 

- Criterio físico, infraestructura y medios de comunicación con la localidad

El módulo 2 también evalúa la calidad de las vías y medios de comunicación de la localidad. Por medio de este aspecto se mide la viabilidad del transporte de los elementos de cada alternativa y las dificultades de acceso de las mismas desde la capital más próxima.

Tabla 32. Datos correspondientes a evaluar la infraestructura de la localidad

Criterio	Variable	Unidad	Valor
Infraestructura	Tipo de medio de comunicación existente	NA	Vial (carreteras)
	Estado del medio (bueno, regular, malo)	NA	Bueno
	Existe otro medio de comunicación?, Cuál?	NA	No
	Distancia entre la población y la red de transporte más cercana (km) que puede ser vial (carreteras), aérea (aeropuertos), fluvial o marítima (puertos marítimos)	km	5
	Distancia entre la población y el sitio de distribución o localidad principal más cercana (km).	km	10

- Criterio económico

El criterio económico evalúa dos componentes esenciales en el proyecto de energización. El primero se refiere a la disponibilidad y capacidad de pago de la localidad, que se traduce en la valoración del servicio que se recibe. Si hay valoración por el servicio es más fácil para establecer mecanismos tarifarios y de facturación, lo que permite cubrir parte de los costos de inversión, operación y mantenimiento.

Tabla 33. Capacidad de pago del servicio de energía

Criterio	Variable	Unidad	Valor
Capacidad de pago del servicio de energía	¿Existe disponibilidad de pago por parte de la mayoría de usuarios de la localidad?	NA	Si
	Capacidad de pago de los usuarios de la localidad de estudio	\$ COP	40.000
	Capacidad de pago de los usuarios del municipio.	\$ COP	60.000

El siguiente aspecto a evaluar dentro de este criterio son, las inversiones realizadas en los sistemas de generación. Para esto se tiene en cuenta los siguientes valores de cada una de las alternativas:

- Costo o capital inicial de la inversión (\$)
- Costo Presente Neto (\$)
- Costo Nivelado de la Energía (\$/kWh)
- Costo anual de operación (\$/año)

Las alternativas que fueron factibles utilizando Homer, se ingresaron los datos asociados a su configuración, tal como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 34. Conjunto de alternativas factibles para el proyecto

	Elemento	Capacidad
Alternativa 1	PV	44.1 kW
	Battery	72 Hoppecke 20 OPzS 2500
	Convertidor	9.90
Alternativa 2	PV	44 kW
	Battery	72 Hoppecke 20 OPzS 2500
	Convertidor	9.83
	Equipo Electrónico	1,5 kW

Tabla 35. Costo relacionado por cada Alternativa

	Alternativa 1	Alternativa 2
Capital inicial	\$ 216.520	\$ 217.128
Costo Presente Neto	\$ 289.227	\$ 290.047
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.483/kWh	\$ 0.484 /kWh
Costo anual de operación	\$ 5.624 /yr	\$ 5.641 /yr

En la Figura 27, se muestran las alternativas seleccionadas y el nivel considerado de participación de cada uno de los componentes

Figura 27. Ingreso de configuración de las alternativas factibles

Selección de la mejor alternativa para energización de zonas rurales

Recorte rectangular

Ingrese las configuraciones del sistema de generación más factibles encontrados en el Módulo 3: Software Homer®. De las configuraciones ingresadas se determinará la mejor alternativa energética para la localidad evaluada.

Selección Conjunto de Alternativas

Para seleccionar las alternativas entregadas por Homer® tenga en cuenta la siguiente nomenclatura
[Ver nomenclatura](#)

Seleccione el número de alternativas a evaluar

Alternativa 1

Alternativa 2



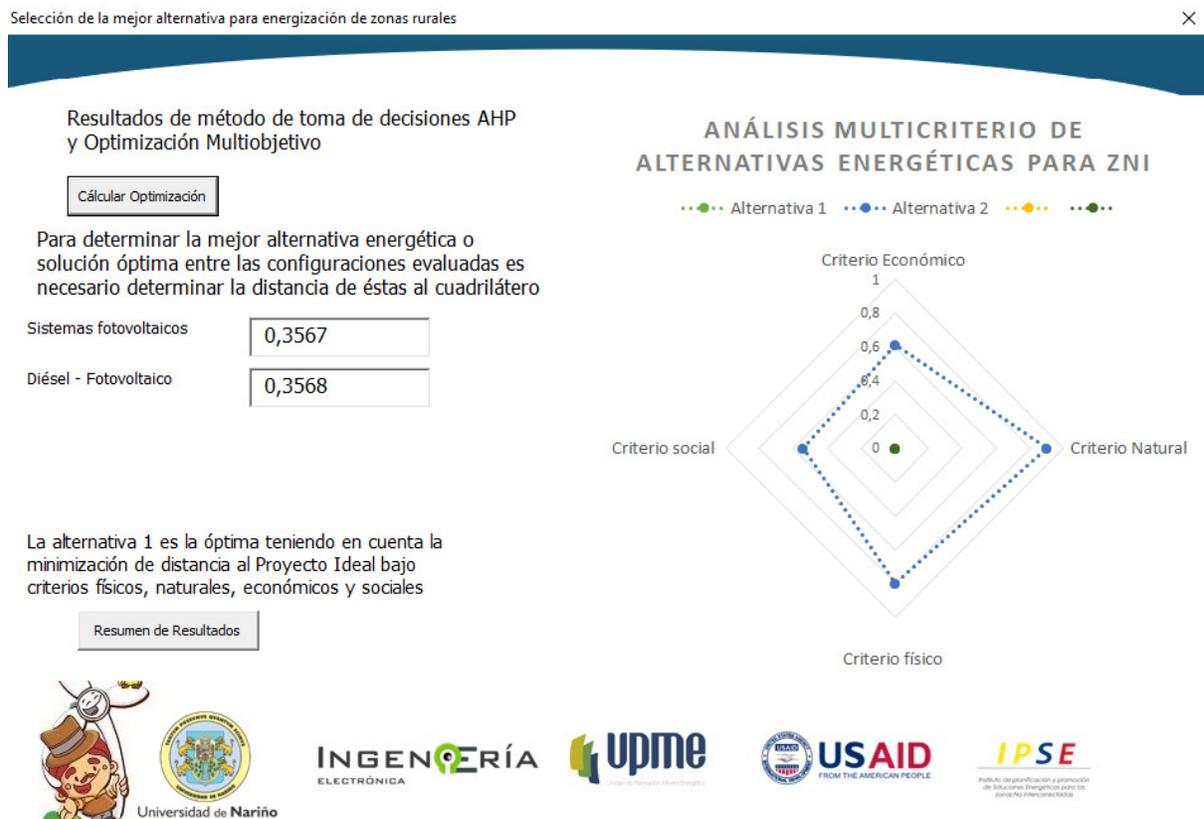
Ingresar Herramienta >>>



Resultados de la Simulación

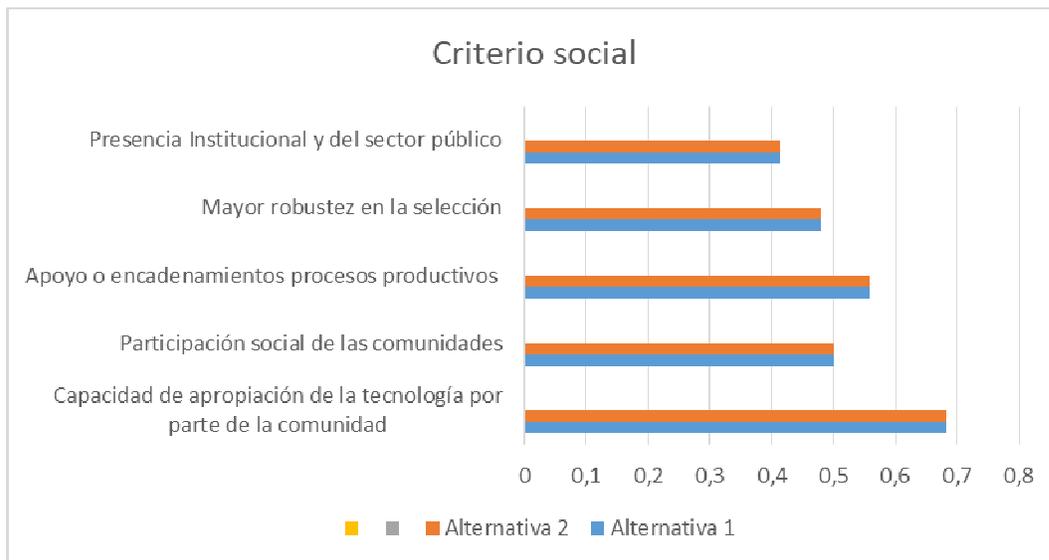
De acuerdo a la simulación de las alternativas en la metodología, se obtiene que la alternativa 1, se considera la óptima y que aporta más a cada criterio a evaluar. En la Figura 28, se muestran los resultados de la evaluación.

Figura 28. Resultados Evaluación de la sostenibilidad para las alternativas



En términos generales, el modelo considera que el uso del sistema Solar Fotovoltaico (alternativa 1) es una solución sostenible en el tiempo y aporta significativamente a los capitales de sostenibilidad, sin embargo encuentra una dificultad en el criterio social, debido a la baja presencia de institucional en el territorio, siendo este un aspecto a trabajar dentro del proyecto para garantizar un círculo virtuoso.

Figura 29. Análisis y propuestas de sostenibilidad para los criterios que dependen de la localidad



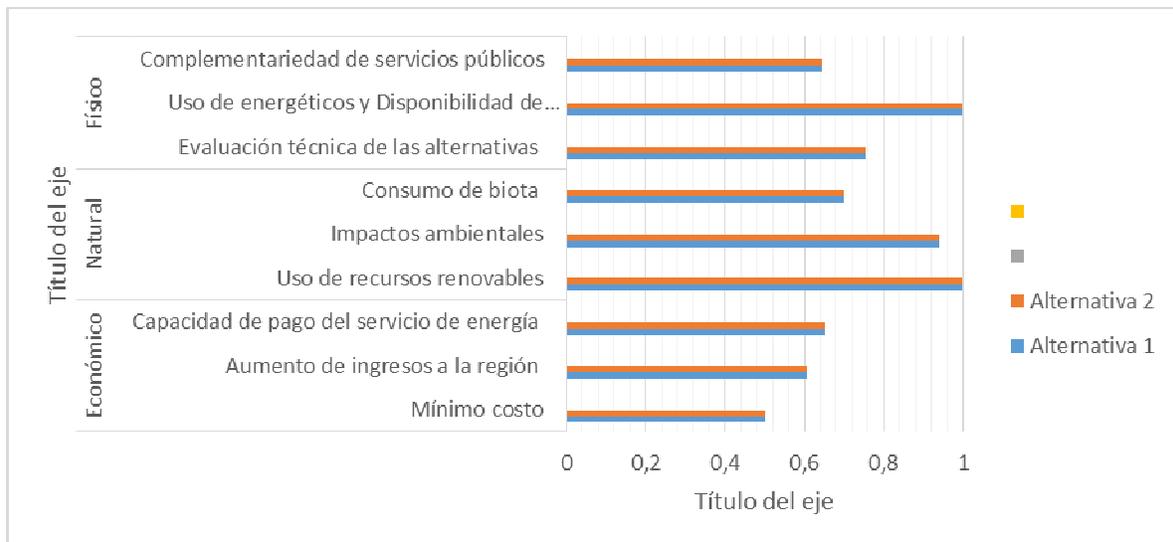
Según la Figura No. 29, se puede ver que el nivel educativo apropiación de la tecnología en la población es bueno, con tan solo 8 personas sin ningún nivel educativo. Aproximadamente el 2% de la población encuestada se encuentra en nivel profesional. El objetivo del proyecto debe estar enfocado aprovechar las capacidades de estos profesionales, se propone entonces asignarles las obligaciones de dirección y veeduría de los procesos como son mantenimiento, facturación del servicio, control interno y tesorería para los pagos de las obligaciones.

El criterio social también evalúa aspectos organizacionales de la localidad en términos de medir la capacidad de los pobladores en reunirse en torno a gremios, agrupaciones sociales, etnoculturales o religiosas para poder trabajar en conjunto y de forma solidaria tras un objetivo mutuo (Cherni, 2007). En tal caso sería, importante considerar un revisar el funcionamiento actual de la asociaci

Por lo anterior y bajo las condiciones que la localidad muestra, se puede desarrollar acciones tendientes a mejorar el liderazgo de la asociación, dado que se reconoce la

autoridad de la agremiación. Otro aspecto que tienen a su favor está asociado al buen nivel de participación electoral, suceso que garantiza la credibilidad en las instituciones.

Figura 30 .Resultados que dependen de la localidad



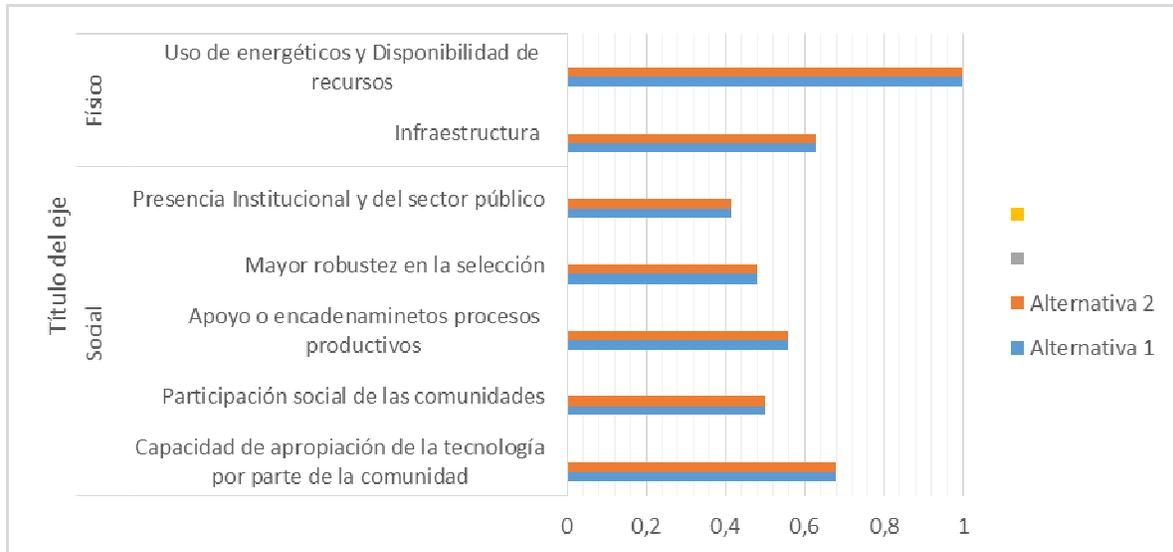
Como se mira en la figura, ambas alternativas aportan en el uso de los recursos naturales renovables.

Un elemento diferenciador dentro de la primera alternativa, con respecto a la segunda, se relaciona con su mayor robustez. Un sistema de generación es robusto cuando no permite mayor autonomía de uso en caso de fallas. En caso de la primera alternativa, el equipo electrógeno entra como respaldo en caso que se presenten emergencias.

- Análisis y propuestas de sostenibilidad para los criterios que dependen de la alternativa

Como se muestra en la figura 31, se realiza la calificación de los criterios dependiendo de la alternativa. Se puede ver que de acuerdo a la información suministrada al modelo, la alternativa 1 en términos de costo es levemente mejor que la alternativa 2, debido a que la inversión inicial de la alternativa 1 es más baja (\$ 216.520) así como el costo nivelado de la energía (\$0.483/kWh).

Figura 31. Calificación de los criterios que dependen de la alternativa





6.3. CRONOGRAMA

(Ver Archivo Adjunto – Documento Técnico – Hoja Cronograma Flujo de Fondos)

6.4 PRESUPUESTO

(Ver Archivo Adjunto – Documento Técnico – Hoja Presupuesto).



7. BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA MUNICIPAL DE GONZALEZ. Secretaria de Planeación. Plan de Desarrollo Municipal. “Bien Gobernados”. (2016 – 2019).

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO PARA EL FOMENTO DE LA CIENCIA, LA INVESTIGACION Y LA TECNOLOGIA. (2015). Estado de la Ciencia en Colombia. Bogotá.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA (2015). Caracterización Poblacional del Departamento del Cesar. .

ESTEVEZ, Natalia (2011). Energización de las zonas no Interconectadas a partir de las Energías Renovables Solar y Eólica. Universidad Pontificia Javeriana. Maestría en Gestión Ambiental. Bogotá.

GOBERNACION DEL CESAR. Secretaria de Planeación Departamental. Borrador Plan de Desarrollo del Departamento de Cesar. “El Camino de Desarrollo y la Paz”. (2016 – 2019).

UPME. (2011) Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia. Bogotá.

UPME. (2015). Integración de las Energías No Convencionales en Colombia. Bogotá.



Plan de Energización Rural Sostenible del Departamento del Cesar

(PERS- CESAR)

Convenio Interinstitucional

GOBERNACIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

FRANCISCO OVALLE ANGARITA
Gobernador

CARLOS EDUARDO CAMPO CUELLO
Secretario de Agricultura y Desarrollo Empresarial

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME)

RICARDO RAMIREZ CARRERO
Director General

OSCAR PATIÑO ROJAS
Jefe Oficina de Gestión de Proyectos de Fondos

INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN Y PROMOCIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS (IPSE)

NEILA LUZ BALETA MIZAR
Directora (E)

CONSORCIO PSC

ORANGEL DE JESUS NORIEGA
Coordinador Administrativo

GERARDO CHAVES
Asesor Externo