



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®

Código: GDC-FR-13
Versión 9



INCREMENTO DE LA COBERTURA ENERGÉTICA EN ZONAS NO
INTERCONECTADAS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES PARA LA
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE NECHÍ

LUIS FEDERICO ÁLVAREZ ÁLVAREZ
YARLEY CRISTINA CARDONA HINCAPIÉ



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
MAESTRÍA EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS REGIONALES
MEDELLÍN
2021



SC 7134-1



Institución Universitaria - Vigilada Mineducación
PBX (+57 4) 448 0520 / FAX: (+57 4) 493 6363
Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador
Línea gratuita: 01 8000 510944
www.pascualbravo.edu.co



Alcaldía de Medellín

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Incremento de la cobertura energética en zonas no interconectadas mediante la instalación de paneles solares para la generación de energía eléctrica en el municipio de Nechí

Luis Federico Álvarez Álvarez
Yarley Cristina Cardona Hincapié

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en diseño y evaluación de proyectos regionales

Alejandra María Bedoya Ossa
Ingeniera industrial
Magíster en Ingeniería

Jonathan Daniel Gómez Zapata
Economista
Magíster en Estudios Latinoamericanos mención Economía
Doctor en Economía

Institución Universitaria Pascual Bravo
Facultad de Producción y Diseño
Maestría en Diseño y Evaluación de Proyectos Regionales
Medellín
2021

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Nota de Aceptación del Trabajo de Grado

ACTA DE EVALUACIÓN FINAL TRABAJO DE GRADO	Código:
	Versión:
	Página: 1 de 1

Nombre del trabajo de grado:

INCREMENTO DE LA COBERTURA ENERGÉTICA EN ZONAS NO INTERCONECTADAS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE NECHÍ

Datos de los estudiantes:

Nombres y apellidos	Cédula	Programa	Correo Institucional
LUIS FEDERICO ÁLVAREZ ÁLVAREZ	7.253.149	MAESTRÍA EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS REGIONALES	luis.alvarez149@p a scualbravo.edu.c o
YARLEY CRISTINA CARDONA HINCAPIÉ	43.838.13 6	MAESTRÍA EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS REGIONALES	yarley.cardona136 @ pascualbravo.edu.c o

Modalidad a la que pertenece el Trabajo:

Investigativa____Emprendimiento____Práctica____Formulación proyecto de inversión
x_

CONCEPTO EVALUACIÓN	SÍ	NO
Aprobado	x	
Aprobado con correcciones		
No aprobado		

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS DEL PROCESO:**Fecha de entrega:** 15 de diciembre de 2021
Firma: _

Nombre del Asesor: ALEJANDRA MARÍA BEDOYA
OSSA**Fecha:** 15 de diciembre de 2021

Elaboró: Jhobana Herrera Díaz	Revisó: Irma Lucía Franco	Aprobó
Fecha: 2020/11/26	Fecha:	Fecha:

Dedicatoria

Muchas gracias a nuestros seres queridos que de principio a fin estuvieron animando en una tarea que parecía titánica.

Dedicamos de manera especial a todas aquellas personas de la Universidad; maestros, maestras, asesores, asesoras, que acompañaron este proceso en su esfuerzo y dedicación para propiciar un aprendizaje dinámico y concurrente con la realidad actual. Las expectativas han sido colmadas, exaltamos su trabajo y agradecemos su contribución en el logro de esta nueva meta, nuestra maestría.

Resumen

El presente proyecto de inversión busca suplir el limitado acceso a la cobertura energética del municipio de Nechí mediante la electrificación de 160 viviendas en su área rural, con la implementación de sistemas de paneles solares, almacenamiento de energía y conversión. Para alcanzar lo propuesto, se proyecta realizar el estudio técnico de soluciones energéticas posibles mediante paneles solares, que proporciona la ubicación y caracterización de los usuarios, un siguiente paso consiste en definir el diseño modelo para la etapa constructiva del proyecto. Se propone, además, un proceso de sensibilización con las comunidades en temas asociados a la prestación del servicio, la eficiencia energética y el uso racional de la energía, lo cual contribuye en la sostenibilidad de la infraestructura energética dispuesta en la zona.

Resulta de sumo interés revisar los principales aportes académicos y técnicos que sostiene la diversificación de la matriz energética a través de las Fuentes de Energía Renovables No Convencionales -FERNC-, lo cual permite comprender no solo las condiciones ambientales que ocasionan los gases de efecto invernadero por la combustión fósil, sino también la importancia de la seguridad energética del país, al equilibrar la dependencia actual del suministro que se tiene por la vía de centrales hidroeléctricas y termoeléctricas.

Palabras clave: Electrificación rural - cambio climático - Fuentes de Energía Renovables No Convencionales –FERNC, - Zonas No Interconectadas ZNI.

Abstract

This investment project attempts to replace the limited access to energy coverage in the municipality of Nechí by electrifying 160 homes in its rural area with the implementation of solar panel systems, energy storage and conversion. To achieve what is proposed, it is planned to carry out the technical study of possible energy solutions using solar panels, which provides the location and characterization of the users, a next step is to define the model design for the construction stage of the project. In addition, an awareness process is proposed with the communities on issues associated with the provision of the service, energy efficiency and the rational use of energy, which contributes to the sustainability of the energy infrastructure available in the area.

It is relevant to review the main academic and technical contributions that sustain the diversification of the energy matrix through Non-Conventional Renewable Energy Sources - FERNC-, which allows us to understand not only the environmental conditions that cause greenhouse gases by combustion fossil fuel, but also the importance of the country's energy security, by balancing the current dependence on supply that exists through hydroelectric and thermoelectric plants.

Key words: Rural electrification - climate change - Non-Conventional Renewable Energy Sources, -Non-Interconnected Zones

Tabla de contenido

Lista de tablas.....	10
Lista de figuras	11
1. Planteamiento del Problema	12
1.1. Descripción del problema	12
1.1.1 Identificación y descripción del problema.....	12
1.2. Justificación	18
1.2.1 Contribución a la política pública	23
1.3 Participantes.....	25
1.3.1 Identificación de los participantes	25
1.3.2 Análisis de los participantes.....	26
1.3.3 Población.....	27
1.4. Objetivos.....	29
1.4.1 Objetivo general e indicadores de seguimiento	29
1.4.2 Objetivos específicos	30
1.5 Diagrama del árbol de objetivos (soluciones)	31
1.6. Alternativas de la solución	32
2. Marco de Referencia	42
2.1 Marco contextual	42
2.2 Marco Legal.....	46
2.3 Antecedentes.....	48
2.4 Marco teórico.....	50
3. Preparación	53
3.1 Estudio de necesidades	53
3.2 Alternativas de la solución	55
3.3. Localización.....	57
3.3.1 Localización de la alternativa	57
3.3.2 Factores analizados	60
3.4 Cadena de valor	63

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

3.5 Análisis de Riesgos.....	66
3.6. Ingresos y beneficios	68
4. Evaluación.....	74
4.1. Flujo económico	74
4.2. Indicadores de decisión (Evaluación económica):	76
5. Programación	78
5.1 Indicadores de producto.....	78
5.2 Indicadores de gestión	80
5.3. Fuentes de financiación	82
5.4. Matriz resumen del proyecto	83
6. Plan Director Del Proyecto	86
6.1 Acta de inicio del proyecto (project charter)	86
6.2 Alcance	93
6.3. Estructura de Descomposición De Trabajo – EDT	94
6.4 Cronograma	95
6.5 Recurso Humano	99
6.5.1 Organigrama	100
6.5.2 Cargos y Funciones.....	101
6.6 Comunicaciones.....	105
6.6.1 Identificación de las necesidades de comunicación de los interesados	105
6.6.2 Describa las fases o momentos que comprendería el proyecto.....	107
6.6.3 Información que se comunicará	110
6.6.4 Metodologías de comunicación	112
6.6.5 Frecuencia de comunicación.....	112
6.7 Responsables	113
6.8 Plan de Adquisiciones	114
7. Referencias bibliográficas	126

Lista de tablas

Tabla 1 Índice de Cobertura Energética de las nueve subregiones del departamento de Antioquia	20
Tabla 2 Contribución al Plan de Desarrollo Nacional Pacto por Colombia, Pacto por la equidad 2018-2022.....	23
Tabla 3 Contribución al Plan de Desarrollo Departamental Unidos por la vida 2020-2023	24
Tabla 4 Contribución al Plan de desarrollo Nechí municipio de todos 2020-2023	24
Tabla 5 Identificación de los participantes en el proyecto de acuerdo a su posición estimando sus intereses y contribuciones	25
Tabla 6 Pirámide poblacional al 2020 del Municipio de Nechí.....	28
Tabla 7 Indicador de producto objetivo general.....	29
Tabla 8 Definición de criterios de las alternativas de solución.....	36
Tabla 9 Impacto de las alternativas de solución.....	40
Tabla 10 Escenarios de proyectos Fotovoltaicos	46
Tabla 11 Marco normativo de las Fuentes de Energía Renovables No Convencionales	47
Tabla 12 Análisis del Estudio de necesidades de la oferta y la demanda	54
Tabla 13 Actividades principales para la alternativa de solución elegida.....	57
Tabla 14 Localización de la población objetivo del proyecto.....	59
Tabla 15 Cadena de valor. Presupuesto de productos y actividades del proyecto	65
Tabla 16 Análisis de riesgo del proyecto	66
Tabla 17 Análisis del riesgo de las actividades del proyecto.....	67
Tabla 18 Ingresos por Energía generada por instalación de paneles solares	68
Tabla 19 Ahorro por la no utilización de combustibles fósiles (ACPM, gasolina) asumiendo el consumo mensual de 3 galones mensuales por vivienda (160 viviendas)	69
Tabla 20 Emisiones de dióxido de carbono evitadas por instalación de paneles solares en 160 viviendas rurales del municipio de Nechí	70
Tabla 21 Ahorro en conservación de alimentos y medicamentos.....	71
Tabla 22 Costos evitados a cada familia por la compra de baterías convencionales	72
Tabla 23 Totales de ingresos y beneficios del proyecto.....	73
Tabla 24 Indicadores de decisión	77
Tabla 25 Indicadores de producto para el objetivo 1 del proyecto	78
Tabla 26 Indicadores de producto para el objetivo 2 del proyecto	79
Tabla 27 Indicadores de producto para el objetivo 3 del proyecto	80
Tabla 28 Indicadores de gestión del proyecto	81
Tabla 29 Fuentes de financiación del proyecto.....	82
Tabla 30 Acta de inicio del proyecto	86
Tabla 31 Lotes de control del proyecto.....	94

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 32 Estructura de Descomposición De Trabajo – EDT	95
Tabla 33 Proyección del recurso humano	100
Tabla 34 Catálogo de servicios del proyecto	114
Tabla 35 Plan de Adquisiciones del proyecto	117

Lista de figuras

Figura 1 Árbol de problemas.....	18
Figura 2 Cálculo del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica -ICEE-	19
Figura 3 Atlas Solar de Colombia con la visualización de la radiación.....	21
Figura 4 Árbol de Objetivos.....	31
Figura 5 Vivienda rural típica con paneles solares	33
Figura 6 Vivienda rural típica con extensión de redes de distribución aéreas	34
Figura 7 Planta eléctrica de combustible o grupo electrógeno.....	35
Figura 8 Pasos para realizar la alternativa de solución elegida.....	56
Figura 9 Localización del proyecto.....	58
Figura 10 Organigrama administración municipal de Nechí	60
Figura 11 Mapa de vías terciarias del municipio de Nechí.....	62
Figura 12 Cadena de valor. Productos y actividades de los objetivos específicos del proyecto....	64
Figura 13 Flujo de caja de los primeros 8 periodos del proyecto	75
Figura 14 Flujo de caja del periodo 9 al 15 del proyecto	76
Figura 15 Matriz resumen del aplicativo MGA Web.....	83
Figura 16 Cronograma del proyecto Lote de control 1	96
Figura 17 Cronograma del proyecto Lote de control 2	97
Figura 18 Cronograma del proyecto Lote de control 3	98
Figura 19 Cronograma del proyecto Lote de control 4	99
Figura 20 Organigrama del proyecto	101
Figura 21 Criterios para la implementación del modelo	107

1. Planteamiento del Problema

1.1. Descripción del problema

1.1.1 Identificación y descripción del problema

El presente proyecto expone la problemática de la cobertura en el acceso a las fuentes de energía eléctrica y su consecuente repercusión negativa en las necesidades básicas de la población, especialmente en aquella que reside en la ruralidad, además se resalta el impacto medioambiental resultado de la utilización de combustión fósil para el suministro eléctrico.

Para el desarrollo del proyecto, son propuestas dos categorías; la cobertura energética y el impacto medioambiental. Se relacionan con el análisis del índice de Cobertura de Energía Eléctrica - ICEE-, de aquí que se permite sustentar como la mejor opción para la cobertura del servicio eléctrico en el estudio de caso seleccionado para las Zonas No Interconectadas -ZNI- del municipio de Nechí, las fuentes no convencionales como la energía solar fotovoltaica -FV-.

Resulta de sumo interés para el punto de vista investigativo, revisar los principales aportes académicos y técnicos que sostiene la diversificación de la matriz energética a través de las Fuentes de Energía Renovables No Convencionales -FERNC-, lo cual permite superar no solo las condiciones ambientales que ocasionan los gases de efecto invernadero por efecto de la combustión fósil, sino también aumentar la seguridad energética del país, equilibrando así la dependencia actual del suministro que se tiene por la vía de centrales hidroeléctricas.

1.1.1.1 Problema central

El informe sobre el “estado de la cobertura eléctrica en Zonas No Interconectadas -ZNI- en la región Central”, identifica una difícil situación en el acceso a la energía eléctrica en el municipio de Nechí, ubicado en la subregión del Bajo Cauca del departamento de Antioquia; alrededor de 450 viviendas no tienen conexión eléctrica (2020).

La problemática que se plantea en general, es una situación de un limitado acceso a energía eléctrica en las zonas rurales apartadas en el Bajo Cauca del departamento de Antioquia, tomando como caso de estudio al municipio de Nechí.

1.1.1.2 Descripción de la situación existente con relación al problema

La energía eléctrica obtenida a través de fuentes convencionales, como son la madera, el carbón mineral y vegetal o los desechos de origen animal para cocinar y calentar los alimentos, son factores que contribuyen principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (ODS, 2020). Señalando esta problemática, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe –CEPAL, en el Marco de Seguimiento Mundial, en el “Informe de los resultados sobre los Avances en materia de energías sostenibles” relaciona las posibilidades que ofrece el acceso a la energía eléctrica no convencionales, con el favorecimiento en la calidad de vida y la satisfacción de las necesidades básicas, como las condiciones de salubridad, iluminación y conservación de alimentos, el acceso a las telecomunicaciones y la empleabilidad en las poblaciones rurales apartadas (2017).

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Desde esta perspectiva, el Objetivo de Desarrollo Sostenible #7 “Energía asequible y no contaminante”, destaca el acceso a la energía como fundamental para el diario vivir de las personas y la utilización de las FERNC como una estrategia con directa incidencia en el desarrollo sostenible de las comunidades, especialmente en las zonas rurales donde suelen presentarse un mayor porcentaje de necesidades básicas insatisfechas (UNDP, 2020).

En Colombia, las ZNI se definen en la Ley 855 de 2013, como aquellos municipios, corregimientos, localidades y caseríos que no se encuentran en el Sistema Interconectado Nacional -SIN- (art. 1); son áreas geográficas principalmente rurales, que no tienen acceso al servicio interconectado de energía eléctrica, pero que cuentan con otras soluciones de energía locales, que generalmente funcionan con la combustión fósil, que a su vez originan un aumento en la contaminación del aire (DNP, 2017). Estas condiciones además de producir un notable deterioro del medio ambiente, ocasiona una limitada cobertura energética lo que desmejora las condiciones de vida de los pobladores de estas zonas.

El Informe Nacional de Competitividad –INC- 2018-2019 de Colombia, ha venido analizando los avances en la diversificación de la matriz energética del país, con el fin de proporcionar una cobertura total de las zonas urbanas y rurales, así como evaluar el avance en FERNC en el país. Estudios recientes destacan que la capacidad del SIN, es decir, la capacidad efectiva neta descrita en Megavatios (MW) que consiste en la máxima potencia disponible que puede entregar un sistema de potencia a todos los usuarios conectados en un mismo país o región, aumentó en un 1,2%, hasta ubicarse en 16.778 MW, valor 2,08 veces superior a la demanda máxima de potencia. No obstante, esta situación, las FERNC continúan dependiendo ampliamente de la generación hidráulica (69,9%) que, si bien son energías limpias, ofrecen un mayor riesgo ante la

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

fluctuación del clima con los episodios de sequías como el fenómeno del niño, poniendo en riesgo la seguridad energética del país. Entre tanto, la Energía Fotovoltaica FV- (29,2%), las fuentes eólicas, solares y de cogeneradores (0,9%) se encuentran aún muy por debajo en número (INC, 2019, p.148).

Es de reconocer que si bien Colombia tiene una ubicación privilegiada que le permite contar con una gran cantidad de recursos hídricos para la generación de electricidad, también se debe propiciar un marco normativo e institucional fuerte para el avance de las FERNC. Al respecto, la investigación de Ladino (2011) “La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia”, sostiene que deben existir instrumentos de políticas públicas y mecanismos de apoyo y fomento financiero que posibiliten las condiciones para el aprovechamiento de las fuentes de electricidad no convencionales, especialmente para las actividades domésticas y productivas en las ZNI y rurales, de tal forma que se materialice en el mejoramiento de la calidad de vida y desarrollo sostenible de estas comunidades.

En virtud de lo anterior, queda preguntarse entonces ¿Cómo incrementar la cobertura energética para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que viven en zonas no interconectadas del municipio de Nechí del departamento de Antioquia?

En el departamento de Antioquia la cobertura de energía eléctrica (ver figura 1), se encuentra por encima del 90%, sin embargo, esta oferta no alcanza la zona rural, teniendo un subregistro en este aspecto (PDD, 2020, p.50). La generación limpia de energía eléctrica proviene en una mayor proporción de las fuentes hidráulicas (93%), frente a las que utilizan combustibles fósiles (7%), pero se destaca la debilidad en el suministro debido a las posibles coyunturas climáticas de sequías antes mencionado.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

En este sentido, es necesario ampliar y valorar el impacto de aquellas alternativas limpias para el suministro de la electricidad como las FERNC en ZNI, pues ofrecen una mejor disponibilidad de energía, especialmente en zonas que por su geografía presentan dificultades para el SIN y que se prestan como una solución viable para disminuir las emisiones de CO₂ que favorezca el cuidado del medio ambiente; en otras palabras, “[...] los proyectos de generación en el sistema eléctrico, impulsan el desarrollo sostenible, aprovechando las ventajas que geográficamente abundan y benefician la población carente de estos servicios, como son las zonas no interconectadas” (Cortés y Arango, 2017, p.8). De esta forma, estas representan una alternativa al uso de combustibles fósiles, convirtiéndose en una fuente de autoabastecimiento para las comunidades que se encuentran sin posibilidad de interconexión a las redes eléctricas existentes.

1.1.1.3 Magnitud actual del problema e indicadores de referencia

El Índice de Cobertura de Energía Eléctrica –ICEE- en Nechí es del 85,8%, en el sector rural de zonas apartadas se encuentran 256 viviendas correspondiente al 13,3% que están sin suministro eléctrico en el municipio (DANE, 2018).

1.1.1.4 Causas directas e indirectas que generan el problema

Derivado del problema central, esto es, un limitado acceso a energía eléctrica en las zonas rurales apartadas del municipio de Nechí, se exponen tres causas directas con sus correspondientes causas indirectas del meta problema identificado, así:

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Bajo conocimiento de la demanda de necesidades energéticas sobre el dimensionamiento de la solución técnica de las comunidades rurales del municipio de Nechí, con la causa indirecta de pocas horas de cobertura energética por parte de la comunidad rural del municipio de Nechí.
- Carencia de instalaciones asequibles para la cobertura e interconexión energética de las comunidades rurales en ZNI del municipio de Nechí, lo que tiene como causa indirecta la dificultad el acceso eléctrico de las comunidades rurales apartadas y no interconectadas por el Sistema de Interconexión Nacional -SIN-.
- Deficiencia en la sostenibilidad de la infraestructura energética con las comunidades, en temas asociados a la prestación del servicio, la eficiencia energética y el uso racional de la energía, su causa indirecta es el poco impacto en las poblaciones para la apropiación de obras en servicios públicos.

1.1.1.5 Efectos directos e indirectos generados por el problema

Se identifican dos efectos directos con sus correspondientes efectos indirectos del meta problema identificado, así:

- Aumento de la combustión fósil para generar energía en las zonas rurales y ZNI del municipio de Nechí, su efecto indirecto es la reducción de recursos ambientales estratégicos en la zona del Bajo Cauca.
- Restringido acceso a las redes eléctricas, ocasiona la desconexión de servicios como las TIC, lleva a la pérdida de alimentos, la barrera para utilizar nuevas herramientas de trabajo

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

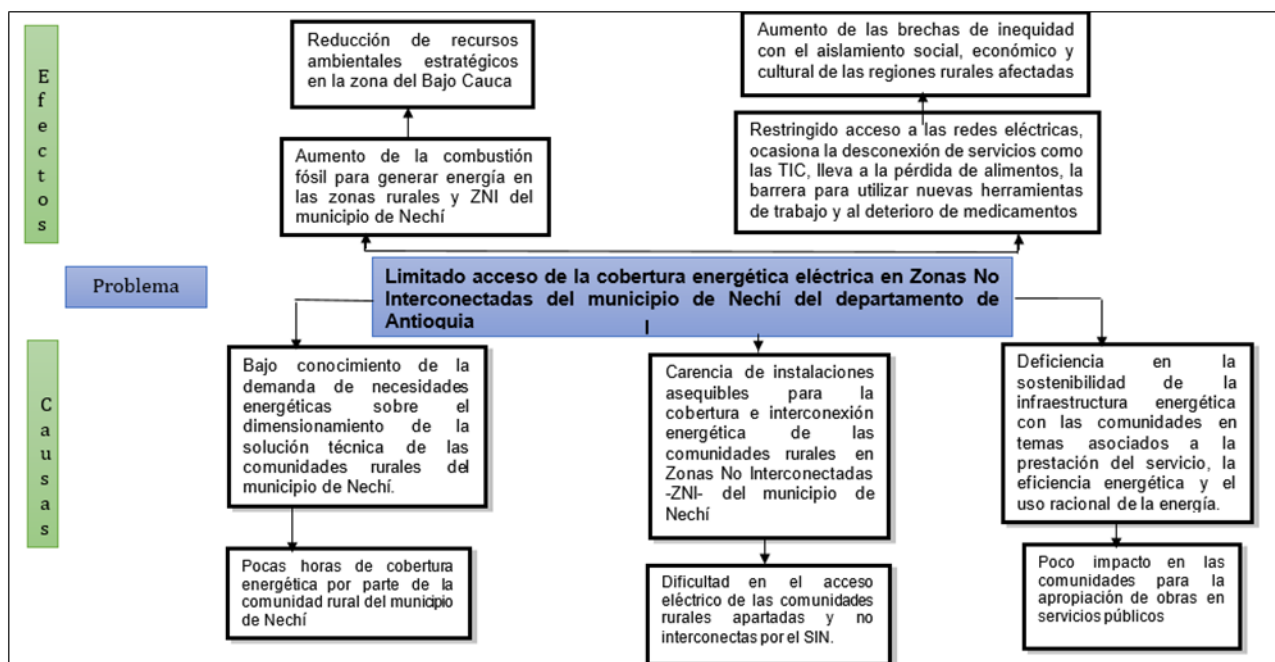
y al deterioro de medicamentos, tiene como efecto indirecto Aumento de las brechas de inequidad con el aislamiento social, económico y cultural de las regiones rurales afectadas.

1.1.1.6 Diagrama de árbol de problema

En la figura 1 se plantea la descripción de la problematización, en causas y efectos:

Figura 1

Árbol de problemas



Nota. En el cuadro se establece el problema en el centro, las causas en debajo y los efectos sobre el problema. Elaboración propia

1.2. Justificación

El municipio de Nechí se encuentra ubicado en la Subregión del Bajo Cauca del departamento de Antioquia. Para el presente caso, es necesario conocer el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica –ICEE- para determinar la cobertura del servicio de energía eléctrica actual de

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

cada municipio para usuarios del área rural y urbana. El cálculo del ICEE se realiza teniendo en cuenta los siguientes parámetros (UPME, 2019):

- Número de usuarios urbanos (Cabecera municipal)
- Número de usuarios rurales (Resto)
- Número de usuarios de la Zona No Interconectada – ZNI
- Número de viviendas urbanas
- Número de viviendas rurales

La figura 2 muestra la fórmula para calcular el ICEE:

Figura 2

Cálculo del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica -ICEE-

$$ICEE_{t,i} = \frac{Usuarios_{t,i}}{Viviendas_{t,i}} \times 100\%$$

t = Periodo de tiempo calculado

i = Ubicacion Departamento, Municipio, Sitio.

Nota. Se observa el desglose de la fórmula. Tomado de Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. 2019.

El ICEE de las nueve subregiones de Antioquia se registran en la Tabla 1, allí se ubica el Bajo Cauca con el 84,1% frente al 94.4% del nivel departamental.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 1*Índice de Cobertura Energética de las nueve subregiones del departamento de Antioquia*

ICEE	Bajo Cauca	Magdalena Medio	Nordeste	Norte	Occidente	Oriente	Suroeste	Urabá	Valle de Aburrá
Cabeceras	99,7%	99,6%	99,1%	99,7%	99,1%	99,9%	99,7%	99,4%	100%
Rurales	84,1%	86,5%	87%	97,3%	95,4%	96%	94,9%	95,1%	95,9%
ICEE Total	95,3%	94,8%	93,8%	98,4%	06,7%	98,1%	97,2%	97,9%	99,7%

Nota. Esta tabla muestra el ICEE de la Subregión del Bajo Cauca en la zona rural, con el 84,1%, muy por debajo en relación a las demás Subregiones de Antioquia. Tomado del Plan de Desarrollo Departamental Unidos por la Vida 2020-2023. (p.288)

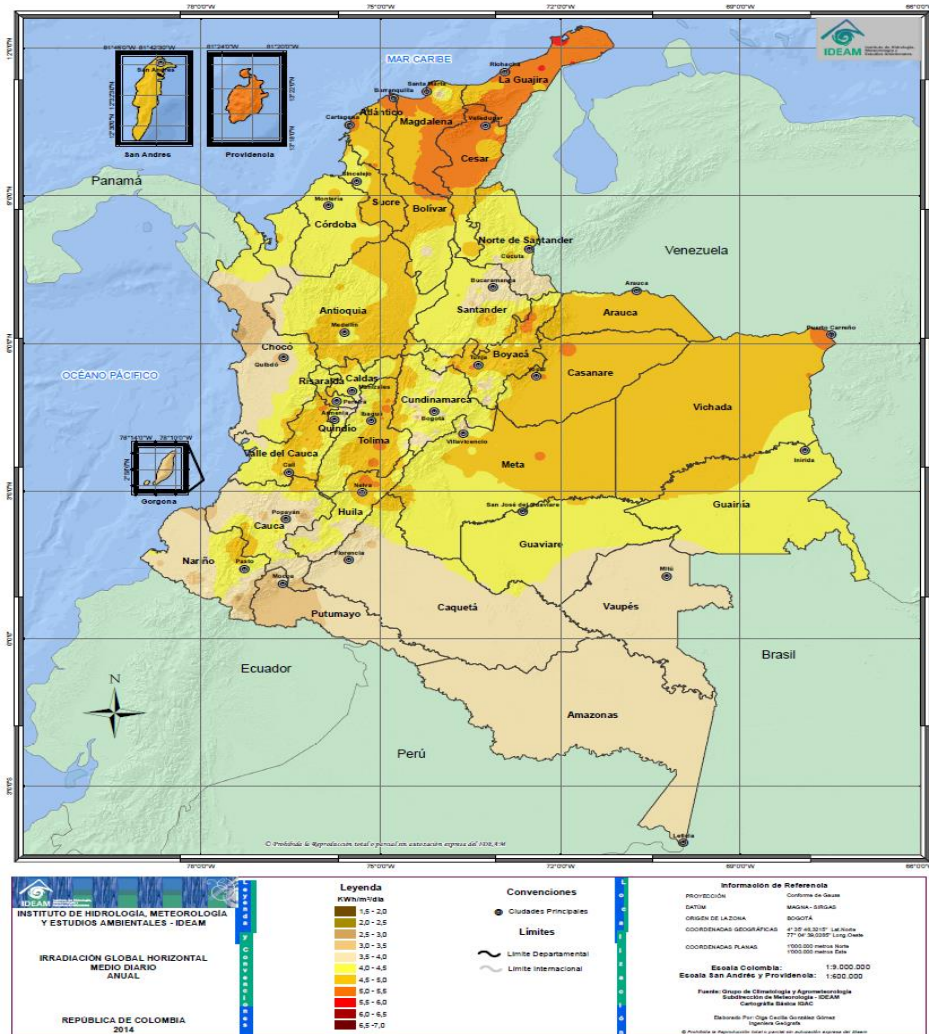
Estos diez puntos porcentuales por debajo de la máxima cobertura departamental, se relacionan con las complejas condiciones geográficas propias de la subregión, que dificulta a su vez la distribución eléctrica y aumentan los costos en la extensión de las redes aéreas (PDD, 2020).

No obstante, lo anterior y apoyados en los mapas de radiación solar en el territorio colombiano como se muestra en la figura 3, tomado del Atlas Solar del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales –IDEAM-, evidencia la evolución mensual durante un año de la radiación solar en la zona de interés para el proyecto.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 3

Atlas Solar de Colombia con la visualización de la radiación



Nota. Se observan las zonas con radiación. Tomado de Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales IDEAM 2014

El mapa anterior indica para la zona del Bajo Cauca, un alto potencial de radiación solar durante el día, entre 5.0 a 5.5 kWh/m² (kilovatios hora por metro cuadrado), condición que impulsa el desarrollo de FERNC como la energía solar fotovoltaica, lo cual constituye una solución ambientalmente sostenible para la conexión de las ZNI, aunado a la disminución de las emisiones

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

de gases de efecto invernadero y promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales (DNP, 2017)

El presente proyecto “Incremento de la cobertura energética en Zonas No Interconectadas mediante la instalación de paneles solares para la generación de energía eléctrica en el municipio de Nechí”, busca suplir el limitado acceso a la cobertura energética del municipio de Nechí. Para alcanzar lo propuesto, se proyecta realizar el estudio técnico de soluciones energéticas posibles mediante paneles solares, que proporciona la ubicación y caracterización de los usuarios, un siguiente paso consiste en definir el diseño modelo para la etapa constructiva del proyecto. Se propone, además, un proceso de sensibilización con las comunidades en temas asociados a la prestación del servicio, la eficiencia energética y el uso racional de la energía, lo cual contribuye en la sostenibilidad de la infraestructura energética dispuesta en la zona.

Es de resaltar como oportunidad, el renovado apoyo financiero para proyectos de inversión en FERNC, especialmente en energía eólica y solar, por parte de entidades multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo -BID, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial -FMAM, la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional –USAID, el Banco Mundial –BM–, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD– que han contribuido al aumento en estas nuevas tecnologías para transformar la matriz energética del país, cuya meta además es mitigar el cambio climático (UPME, 2015). Adicionalmente, con la ley 1715 de 2014 es positiva la aplicación de incentivos tributarios para los proyectos de generación con energías renovables (UPME, 2014) lo cual motiva aún más dicha inversión.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

1.2.1 Contribución a la política pública**1.2.1.1 Contribución al Plan Nacional de Desarrollo**

El proyecto responde a la Agenda internacional de los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS- 2030 y al Plan de Desarrollo Nacional Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad 2018-2022, con la articulación normativa que se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2

Contribución al Plan de Desarrollo Nacional Pacto por Colombia, Pacto por la equidad 2018-2022

Objetivos de desarrollo sostenible		Plan de desarrollo nacional Pacto por Colombia, Pacto por la equidad 2018-2022		
Objetivo de desarrollo sostenible a impactar	Meta	Línea estratégica	Componente	Proyecto
#7 Energía asequible y no contaminante	7.b De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo	Pactos transversales	VIII. Pacto por la calidad y eficiencia de los servicios públicos: Agua y energía para promover la competitividad y el bienestar de todos.	Línea 1. Energía que transforma: hacia un sector energético más innovador, competitivo, limpio y equitativo

Nota. Elementos de contribución desde los ODS. Tomado de: Plan de Desarrollo Nacional Pacto por Colombia, Pacto por la equidad 2018-2022.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

1.2.1.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

El proyecto responde al Plan de Desarrollo departamental de Antioquia Unidos por la vida 2020-2023, en la Tabla 3 se muestra la articulación normativa.

Tabla 3

Contribución al Plan de Desarrollo Departamental Unidos por la vida 2020-2023

Línea estratégica 2	componente 2.6	2.6.1. Programa 1	Indicador
Nuestra economía	Unidos por la energía sostenible para el desarrollo territorial	unidos por la energía para la equidad territorial	Nuevas conexiones del servicio de energía en las zonas rurales

Nota. Tomado del Plan de Desarrollo Departamental Antioquia Unidos por la vida 2020-2023.

1.2.1.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

El proyecto responde al Plan de Desarrollo municipal Nechí municipio de todos 2020-2023, con la articulación reflejada en la Tabla 4:

Tabla 4

Contribución al Plan de desarrollo Nechí municipio de todos 2020-2023

Línea estratégica 4	componente 4.2	Programa	Indicador
Comprometidos con el desarrollo	Otros servicios	comprometidos con los servicios públicos diferentes a acueducto alcantarillado y aseo	Redes internas de energía eléctrica instaladas

Nota. Tomado del Plan de Desarrollo Municipal Nechí municipio de todos 2020-2023.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

1.3 Participantes**1.3.1 Identificación de los participantes**

En la Tabla 5 se realiza la identificación de las personas participantes o involucradas en el proyecto:

Tabla 5

Identificación de los participantes en el proyecto de acuerdo a su posición estimando sus intereses y contribuciones

Actor	Entidad	Posición	Intereses o Expectativas	Contribución o Gestión
Municipal	Alcaldía municipal	Cooperante	Cumplimiento de indicadores del Plan de desarrollo municipal	Facilitar la rapidez para la ejecución del contrato
Departamental	Gobernación de Antioquia	Cooperante	Cumplimiento de indicadores del Plan de desarrollo departamental	Facilitar la rapidez para la ejecución del contrato
Municipal	Comunidades beneficiadas	Beneficiario	Acceso a la energía eléctrica de calidad y económica	Participación proactiva en las acciones conjuntas que establezca el proyecto
Municipal	Juntas de Acción Comunal.	Beneficiario	Acceso a la energía eléctrica de calidad y económica	Participación proactiva en las acciones conjuntas que establezca el proyecto
Municipal	Líderes sociales	Beneficiario	Aumento en la calidad de vida de sus pobladores	Apropiación del proyecto para la sostenibilidad social
Departamental	Fuerza pública (Ejército y Policía Nacional)		Garantía de la seguridad para la ejecución del proyecto	Vigilancia continua durante la ejecución del proyecto

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Externo	Directivas del proyecto.	Cooperante	Ejecución y entrega del proyecto correspondiente a lo planeado inicialmente	Facilitar la calidad y cumplimiento en la ejecución del contrato
Externo	Proveedores de los servicios de energía solar.	Cooperante	Ejecución y entrega del proyecto correspondiente a lo planeado inicialmente	Entrega a cabalidad de lo planeado en el proyecto

Nota. Se hace una descripción de los roles y responsabilidades de los actores involucrados. Elaboración propia.

1.3.2 Análisis de los participantes

En las fases previstas para el proyecto se reconoce la importancia de involucrar a los actores estratégicos de la zona de influencia, estos son los líderes comunales y los representantes de la institucionalidad, especialmente la Alcaldía municipal. Se debe socializar permanentemente el avance del proyecto, así como realizar acciones que involucren constantemente la participación entorno a la apropiación para una mayor sostenibilidad social del mismo.

Lo anterior obedece a que históricamente esta zona ha sufrido ausencia de la acción del Estado, su integración al Departamento de Antioquia ha quedado aplazada y la segunda mitad del siglo XX se dinamizan estrategias que favorezcan su desarrollo integral. La consecuente ausencia institucional de dicha entidad territorial posibilitó el auge de la autoridad paraestatal ejercida por grupos armados (guerrilla y paramilitares). Así, la desordenada afluencia de personas atraídas por la riqueza natural conduce a que desarrollen sus actividades económicas y sociales sin un entorno institucional, a una pobreza de reglas sociales, acudiendo generalmente a la protección de la autoridad de grupos armados al margen de la ley (García, 1993)

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

En la implementación es importante además contar con la fuerza pública para garantizar la seguridad de las personas en la zona elegida y de las instalaciones establecidas.

1.3.3 Población

1.3.3.1 Población afectada por el problema

Se localiza en ZNI de la zona rural la conformación promedio de 3,3 personas por familia en cada vivienda, por lo cual se estima aproximadamente 1024 usuarios, habitantes de 318 viviendas afectadas por la carencia en la conexión a energía eléctrica en el municipio de Nechí, Antioquia (DANE, 2018)

1.3.3.2 Población objetivo de la intervención

Las 256 viviendas identificadas sin conexión eléctrica obedecen a un 13,3%. Se estima la población objetivo para el proyecto en 528 usuarios habitantes de 160 viviendas que se asientan las zonas rurales no interconectadas del municipio de Nechí.

1.3.3.3 Características demográficas de la población objetivo

La población total del municipio de Nechí se encuentra en 27354 personas, la caracterización demográfica se señala en la Tabla 6.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 6*Pirámide poblacional al 2020 del Municipio de Nechí*

Clasificación	Detalle	Número de personas	Fuente de información
Etaria (Edad)	0 a 14 años	7816	DANE 2018
Etaria (Edad)	15 a 19 años	3897	DANE 2018
Etaria (Edad)	20 a 59 años	13029	DANE 2018
Etaria (Edad)	Mayor de 60 años	2612	DANE 2018
Grupos étnicos	Población Afrocolombiana	3392	DANE 2018/Ficha municipal 2017
Grupos étnicos	Población indígena	110	DANE 2018/Ficha municipal 2017
Grupos étnicos	Población Raizal	0	DANE 2018/Ficha municipal 2017
Grupos étnicos	Pueblo Rom	0	DANE 2018/Ficha municipal 2017
Grupos étnicos	Población mestiza		DANE 2018/Ficha municipal 2017
Grupos étnicos	Población Palenquera	0	DANE 2018/Ficha municipal 2017
Grupos étnicos	Ningún grupo étnico	23852	DANE 2018/Ficha municipal 2017
Género	Masculino	14098	DANE 2018
Género	Femenino	13256	DANE 2018

Nota. Se registra “Ningún grupo étnico” por el dato tan alto que denota carencia en el auto reconocimiento étnico por parte de la población. Tomado de la Ficha Técnica 05495 del Bajo Cauca, Municipio de Nechí. DANE. 2020.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

1.4. Objetivos**1.4.1 Objetivo general e indicadores de seguimiento**

Incrementar la cobertura energética en las zonas no interconectadas - ZNI- del municipio de Nechí del departamento de Antioquia.

En la Tabla 7 se muestra el indicador de producto, relacionando la codificación de la Metodología General Ajustada (DNP):

Tabla 7

Indicador de producto objetivo general

PRODUCTO	INDICADOR DE PRODUCTO	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas	CODIFICACIÓN MGA 2102 Consolidación productiva del sector de energía eléctrica	Número de unidades	Unidades de generación de energía eléctrica instaladas individualmente, mediante las cuales se realiza la transformación de la energía solar. Compuesta por celdas FV regulador de carga, inversor, baterías (sistema de almacenamiento), accesorios de conexión puesta a tierra y la estructura de soporte que se compone de poste galvanizado, base y cimentación en concreto.	Ministerio de Minas y Energía.

Nota. Se presentan los indicadores del producto. Tomado de Catálogo de indicadores. Departamento Nacional de Planeación –DNP- 2021.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

1.4.2 Objetivos específicos

- Dimensionar la capacidad de las soluciones técnicas de acuerdo con las necesidades de las comunidades rurales del municipio de Nechí.
- Implementar instalaciones asequibles para la cobertura e interconexión energética de las comunidades rurales en Zonas No Interconectadas -ZNI- del municipio de Nechí.
- Capacitar a las comunidades en temas asociados a la prestación del servicio, la eficiencia energética y el uso racional de la energía como factor de sostenibilidad de la infraestructura energética.

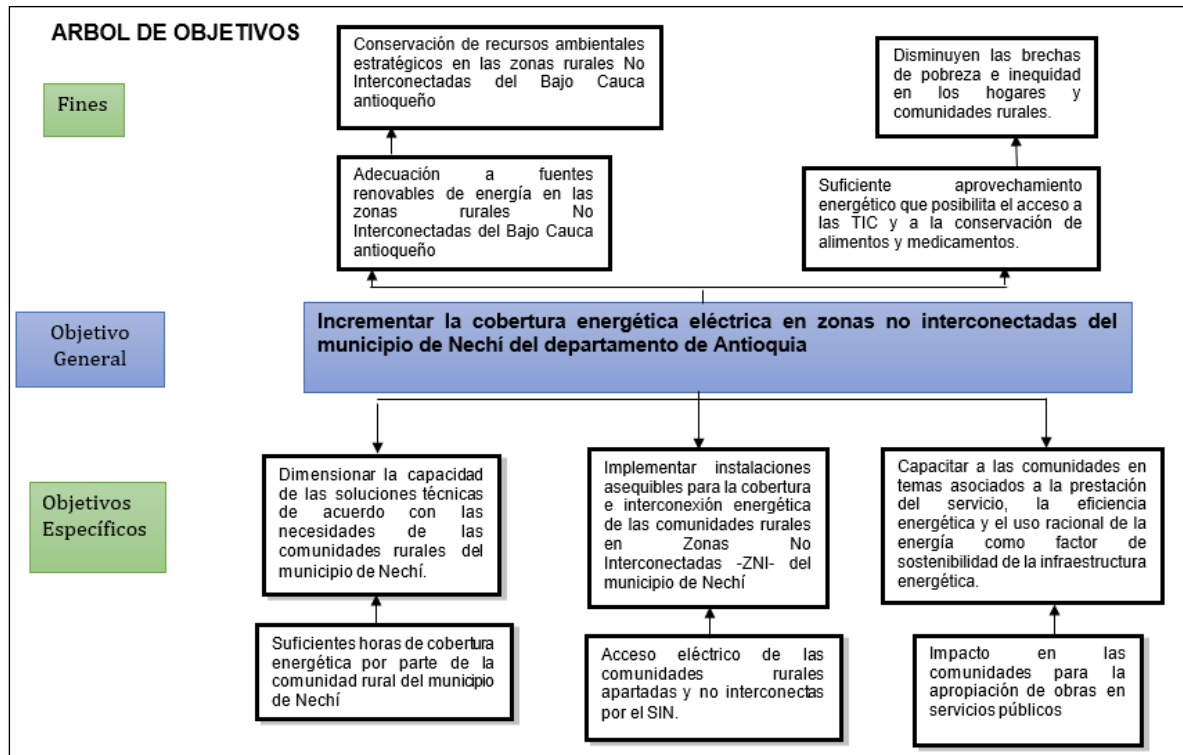
COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

1.5 Diagrama del árbol de objetivos (soluciones)

La figura 4 muestra la jerarquía de los objetivos y los fines, derivados del análisis de la problemática del proyecto.

Figura 4

Árbol de Objetivos



Nota. Se presenta en el centro el objetivo general, en el costado inferior los objetivos específicos y en el superior los fines. Elaboración propia

1.6. Alternativas de la solución

En este apartado se desarrollará el paso a paso para el análisis de tres alternativas de solución susceptibles para seleccionar por el proyecto.

Se han retomado para este efecto, las orientaciones realizadas en el Módulo de Evaluación del Proyecto, cuyo diseño se apoyó en la adaptación elaborada por el profesor Dubal Papamija de los textos de Cohen, E., & Franco, R. (2000). Evaluación de proyectos sociales. Siglo XXI; Pacheco, J. F., & Contreras, E. (2008). Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos y Sanín Ángel, H. (1995). Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social.

- Paso 1. Presentación de alternativas

En el siguiente apartado se explicarán las tres alternativas de solución propuestas y cómo estas responden a la problemática antes mencionada, así como al objetivo general del proyecto.

- ALTERNATIVA 1: Electrificación rural con paneles solares de 5, 10 y 20 kilovatios –kW-

Instalación de celdas solares en zonas no interconectadas y apartadas, las cuales debido a su topografía tienen pocas o ninguna posibilidad de extensión de redes eléctricas rurales. Esta solución está orientada a viviendas rurales del municipio de Nechí, que no cuentan con el servicio de electricidad proveniente de la red interconectada nacional.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 5

Vivienda rural típica con paneles solares



Nota. La ilustración representa la vivienda típica en las zonas rurales con este tipo de solución eléctrica.

Elaboración propia.

La infraestructura de las instalaciones eléctricas está adecuada para que en el futuro se pueda interconectar con redes que se construyan en la zona (10 a 15 años), además esta solución energética con paneles solares contribuye a la conservación del planeta y a la disminución de la utilización de la combustión fósil (UPME, 2018). Según el informe del mes de septiembre del 2021 del IPSE, la demanda de energía solar en Colombia aumentó el 28.1% lo que demuestra que se ha convertido en la solución más importante para la electrificación en zonas aisladas y de difícil acceso.

El costo de instalación promedio para Colombia es de aproximadamente 550000 dólares por kilovatio instalado, 2 millones/ kilovatio; si se estima una capacidad a instalar de 5 kW por usuario, alcanza un valor aproximadamente de unos \$11500000 por instalación, estos valores

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

varían dependiendo de otros factores locales como la ubicación geográfica, costo de transporte de materiales y mano de obra local (IBERDROLA, 2021)

- ALTERNATIVA 2: Electrificación rural mediante extensión de redes de distribución aéreas en media tensión hasta 13.2 kilovoltios y baja tensión hasta 240/120 voltios.

Figura 6

Vivienda rural típica con extensión de redes de distribución aéreas



Nota. La ilustración representa la vivienda típica en las zonas rurales con este tipo de solución eléctrica.

Tomado de Electrificación rural ESSA.

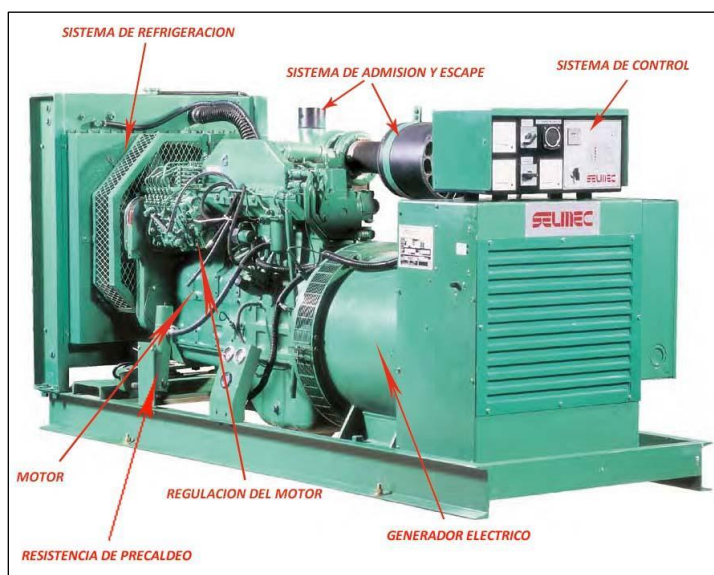
El costo de esta solución es de aproximadamente \$10000000 por kilómetro de red primaria (EPM, 2020)

- ALTERNATIVA 3: Instalación de Grupos electrógenos de 5, 10 o 20 kW.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 7

Planta eléctrica de combustible o grupo electrógeno



Nota. La ilustración muestra los componentes básicos de un grupo electrógeno.

Consiste en la instalación de plantas eléctricas de 5, 10 y 20 kilovatios para grupos de viviendas, las cuales utilizan combustible diésel (ACPM) y su generador alimenta una pequeña red eléctrica normalizada, que distribuye energía a un grupo de viviendas entre 5 a 20 instalaciones, en una extensión de unos 5 kilómetros de red. Tiene la ventaja en el mediano o largo plazo (15 a 20 años), que las redes construidas pueden aprovecharse en caso de que llegue algún proyecto de electrificación rural a la zona.

El costo del grupo electrógeno más la red es de aproximadamente de \$1.000 000 por kW instalado, precio de referencia del mercado nacional (Proveedor Nacional almacén Energía y Potencia y Potencia SAS) El costo de operación y mantenimiento del equipo, especialmente el suministro del combustible tiene un costo entre 1200 a 1500 pesos por kilovatio hora generado y

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

entre 12000 a 15000 pesos por galón puesto en sitio (valor del galón más el transporte al sitio, que puede incluir vehículo y jornales), siendo la más costosa, estos cálculos derivados del Informe UPME, 2018 Proyección de precios de los energéticos para generación eléctrica.

- Paso 2. Definiendo criterios pertinentes para escoger estrategias a utilizar

En la Tabla 8 se relacionan los criterios de Costo-Eficiente, Tiempo, Sostenibilidad Económica y Financiera, Impacto socio ambiental y viabilidad, que permiten analizar las alternativas de solución.

Tabla 8

Definición de criterios de las alternativas de solución

Criterio	Definición
	<p>Alternativa No 1: La energía eléctrica obtenida mediante el aprovechamiento de paneles solares, son una solución técnica a costos razonables y aplicable en términos económicos de retorno de la inversión (EPM, 2019), el mapa de radiación solar indica que en Colombia la irradiación solar promedio de 4.5 kWh/m²/d, superando el promedio mundial de 3.9 kWh/m²/d, en países como Alemania que tiene una potencia instalada de 36 GW Gigavatios, equivalentes a 6 millones de kilovatios instalados y mayor potencia solar instalada en el mundo. (REN21 Renewables Global Status Report, 2014). Se puede estimar un costo de 1 Eur/vatio, con tendencia a reducirse, ya que los paneles bajarán por vatio instalado. (ENEGY.VM), convirtiéndolo a pesos colombianos, para puede considerarse un precio de \$4 300 000 /kW instalado aproximadamente.</p>
Costo-Eficiente	<p>Alternativa No 2: El operador de red o empresa distribuidora y prestadora del servicio de energía en la subregión, normalmente es el promotor de proyectos de extensión de redes y electrificación rural, en los últimos 10 años se han desarrollado programas tales como “Antioquia Iluminada”, en la subregión del Bajo Cauca, pero en algunos casos no han sido suficientes para suplir las necesidades regionales y la creciente demanda del servicio público de electricidad. (Informe Antioquia Iluminada, EPM 2017) Al realizar las evaluaciones de retorno de la inversión en periodos de hasta 25 años, se determina que algunos proyectos no son viables o requieren que parte o la totalidad de la inversión sea subsidiada.</p>

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Alternativa No 3: La implantación de grupos electrógenos y redes aéreas, son una alternativa técnicamente viable, pero en el mediano plazo, los costos de inversión y operativos, transporte, costos derivados del suministro de combustibles (ACPM o Gasolina), (UPME 2018); además los costos de reposición del activo son demasiado altos para la solución energética que ofrecen, por lo tanto, solo son viables en sitios muy lejanos, donde no sea posible aprovechar otras fuentes energéticas (UPME, 2018).

Tiempo

Alternativa No 1: El tiempo promedio de instalación de la solución es de aproximadamente una semana y su retorno está entre 5 a 7 años. (ENERGYA:VM y Modelo ROI, EPC CELSIA).

Alternativa No 2: Tiempo de instalación varía entre una a cuatro semanas y depende de los accesos y transporte por caminos, trochas y cruces de ríos, para la construcción de la infraestructura requerida. El retorno está entre 20 a 25 años. (EPM Programa Antioquia iluminada 2017)

Alternativa No 3: Tiempo de instalación varía entre una a dos semanas y depende de los accesos y transporte por caminos, trochas y cruces de ríos, para la construcción de la infraestructura requerida. El retorno de la inversión se estima entre 8 a 12 años, dependiendo el régimen de utilización.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Sostenibilidad económica-financiera	<p>Alternativa No 1: La alternativa se diseña para una vida útil esperada de 15 años, el retorno de la inversión depende del porcentaje de utilización del equipo, con un tiempo de retorno de la inversión entre 7 a 15 años. (ENERGYA:VM y Modelo ROI EPC CELSIA).</p> <p>Alternativa No 2: Los proyectos de electrificación rural mediante la extensión de varios kilómetros de redes, para suplir de electricidad a viviendas alejados, tienen un alto costo por usuario conectado; la construcción de la red principal es de financiación pública y para uso general, normalmente son subsidiados parcial o totalmente mediante financiación estatal, fórmula tarifaria o por resoluciones de la Comisión Reguladora de Energía y Gas –CREG-</p> <p>Alternativa No 3: Esta alternativa tiene un alto costo de inversión, altos costos operativos y baja sostenibilidad económica, además solo tiene financiación mediante subsidios y apoyo estatal, en Zonas definidas oficialmente como Zonas No interconectadas (ZNI), como algunas regiones de los departamentos pertenecientes a la región de la Orinoquia, Amazonía, Llanos Orientales y archipiélago; en general regiones fuera del departamento de Antioquia.</p>
Impacto ambiental	<p>Alternativa No 1: Impacta positivamente la economía local en la empleabilidad de mano de obra calificada y no calificada de la zona.</p> <p>Ofrece posibilidades de disminución en el consumo de combustibles fósiles y biomasa o maderables, que se requieren para la utilización de artefactos, como iluminación, cargadores de celulares, televisión, y la energía para la conectividad y la educación virtual en los niveles de secundaria y superior a comunidades lejanas.</p> <p>Alternativa No 2: Tiene un impacto social importante en la generación de empleo, debido a la demanda generada por la construcción y mantenimiento que requiere el proyecto. Requiere una mayor gestión y trámite de permisos de cruce y servidumbre de las redes.</p> <p>Hay un impacto negativo provocado por la alta deforestación, tanto en su construcción como en el mantenimiento y despeje de la red durante el periodo operativo de la red.</p> <p>Alternativa No 3: Es un factor de contaminación por la quema de combustibles fósiles, presenta emisiones de partículas al aire y genera ruido y residuos contaminantes durante su operación y mantenimiento.</p>

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Alternativa No 1: La electrificación rural mediante paneles solares es una solución madura, con viabilidad técnica y económica, así como con un impacto socio ambiental positivo que favorece las regiones apartadas sin posibilidades cercanas de electrificación por redes. Tiene un retorno de inversión media, entre 20 a 30 años. (EPM, Programa Antioquia Iluminada 2017).

Viabilidad

Alternativa No 2: La electrificación rural mediante extensión de redes, es una solución madura, pero con viabilidad técnica y económica restringidas y en la mayoría de los casos de estudio, se convierte en una solución social, aunque de bajo retorno de la inversión, para regiones apartadas.

Alternativa No 3: Su viabilidad técnica y económica depende de otros factores, tales como las actividades productivas de los sitios de estudio. Ejemplo, La minería, Pesca, Agricultura, Procesamiento de alimentos para comercialización. Esta solución es técnicamente viable en aquellos sitios que, por su topografía, posibilitan la extensión de redes o cables aéreos de energía, soportados en postes de madera, metálicos o de fibra de vidrio, además las condiciones climáticas y del bosque permiten su construcción, sin necesidad de abrir grandes extensiones o talar importantes áreas forestales y de cobertura vegetal en general.

Nota. La información se obtuvo de las fuentes institucionales técnicas y se adaptó al esquema presentado.

Elaboración propia

- Paso 2. Aplicando filtros sobre las alternativas elegidas inicialmente.

Es importante conocer el impacto positivo del proyecto en términos de Costo-Eficiente, Tiempo, Sostenibilidad económica y financiera y viabilidad, por tanto, la Tabla 9 muestra el esquema de evaluación de estos criterios, teniendo en cuenta que alto impacto es positivo mientras que bajo impacto implicaría un efecto negativo del proyecto.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 9*Impacto de las alternativas de solución*

Peso	Peso de cada Impactos en cada solución. Se elige la de mayor impacto valor entre 0 y 100. Debe sumar 100%						Evalúe según la siguiente escala	
	30 %	25 %	20%	15%	10 %			
Soluciones	Costo-Eficiente	Tiempo	Sostenibilidad	Impacto socioambiental	Viabilidad	Evaluación		
ALTERNATIVA 1: Electrificación rural con paneles solares de 5kw,10 kw y 20 kw.	4	6		7	6	6	1 Alto Impacto	
			7					
ALTERNATIVA 2: Electrificación rural mediante extensión de redes de distribución aéreas en media y baja tensión.	6	6		4	4	4,8	3 Impacto bajo	
			4					
ALTERNATIVA 3: Instalación de Grupo electrógeno 10 KW	5	6		2	5	4,4	5 Impacto bajo	
			4					
	Selección						9	Alto Impacto

Nota. Se presentan las alternativas y sus diferentes impactos. Elaboración propia con datos del IPSE, 2020.

- Paso 4. Determinando una o más estrategias óptimas para el proyecto

De las siguientes tres alternativas de solución evaluadas:

ALTERNATIVA 1: Electrificación rural con paneles solares de 5 kw, 10 kw y 20 kw

ALTERNATIVA 2: Electrificación rural mediante extensión de redes de distribución aéreas en media tensión a 13.2 kV y baja tensión a 240/120V conectadas a la red de uso general.

ALTERNATIVA 3: Instalación de Grupo electrógeno de 5kw, 10 kw y 20 kw

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

La solución elegida que reúne los criterios de selección y la cual pasa la etapa de inversión, es la alternativa No 1. Se opta por esta alternativa, toda vez que presenta los mejores indicadores y resultados, tanto económicos como en el impacto positivo socio ambiental en el mediano y largo plazo.

Esta solución técnica se presenta como la más adecuada para el proyecto en la instalación de grupos de paneles solares para 160 viviendas de ZNI, con posibilidades de financiación a través de instituciones promotoras en la región, como el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas - IPSE-, Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía FENOGE, Empresas Públicas de Medellín -EPM-, CELSIA, Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales -FAER, El Programa de Normalización de Redes Eléctricas -PRONE y otras adscritas al Ministerio de Minas y Energía -MME, con el propósito de aumentar la cobertura y la interconexión energética en el municipio de Nechí.

La alternativa para dar solución a la problemática es la Electrificación rural con paneles solares de 5, 10 y 20 kw, toda vez que es la mejor opción para zonas no interconectadas y apartadas, las cuales debido a su topografía tienen pocas o ninguna posibilidad de extensión de redes eléctricas rurales. La solución está orientada a viviendas rurales que no cuentan con el servicio de electricidad proveniente de la red interconectada nacional.

2. Marco de Referencia

2.1 Marco contextual

El ODS 7 “Energía asequible y no contaminante”, identifica el acceso a la energía eléctrica como fundamental para el diario vivir de las personas especialmente, en las zonas rurales; 1 de cada 7 personas aún no tiene acceso a la electricidad (UNDP, 2020). En las metas mundiales en materia de energía se pasó de 1200 millones en 2010 y 1000 millones en 2016 a 840 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad en 2019. Aunque el avance es significativo no ha sido suficiente, pues se proyecta que para el 2030 todavía habrá 650 millones de personas sin conexión a una fuente de energía eléctrica (BID, 2021).

A partir de esta situación, es posible plantear la cuestión central sobre la importancia del acceso y utilización de las fuentes eléctricas para el desarrollo sostenible de las comunidades. Esta conexión energética incide directamente en la calidad de vida y en las condiciones de salubridad de las poblaciones, a lo cual las FNCER se identifican como una solución limpia y más viable frente a otros medios de generación de energía eléctrica que generan efectos adversos al medio ambiente.

Es de anotar, que las fuentes de generación pueden ser renovables, cuando los recursos tienen una naturaleza inagotable, renovable y su utilización es libre de polución, entre estas se encuentran el sol, el viento, el agua. Las no renovables se caracterizan por ser finitas; son los hidrocarburos (gas natural, carbón, petróleo y energía nuclear) y que tienen un impacto en la explotación para el medio ambiente (Cortés y Arango, 2017).

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

En esta lógica, un elemento clave para profundizar el análisis meramente geográfico de las FNCER es el “enfoque de nexos”, entendido como un análisis orgánico e interdependiente que permite establecer las interrelaciones que existen entre energía, la conservación de los recursos naturales y la disminución del calentamiento global, así como su conexión en términos de desarrollo rural con la salud, los alimentos y la empleabilidad de las personas (CEPAL, 2017, p.72).

En el análisis de la CEPAL, se resalta igualmente como importantes el desarrollo legislativo y de políticas en el campo de las FNCER, avances que además vienen acompañados de mecanismos financieros y económicos para fomentar la competitividad en esta clase de mercados (2017 p.53). Cuestión similar asevera la investigación “Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas” de Rodríguez (2008), al realizar un rastreo histórico sobre la materialización del desarrollo de la energía solar en Colombia, principalmente en sus aplicaciones y las actividades de Investigación y Desarrollo (I&D). Dicho autor utiliza como fuentes documentales la institución que lidera las acciones del Estado en la energización del campo colombiano, el Instituto para la Promoción de Soluciones Energéticas –IPSE- así como el Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica –PESENCA-, proyecto realizado por la Corporación de Energía Eléctrica de la Costa Atlántica -CORELCA-, el Instituto Colombiano Agropecuario –ICA- y la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica –GTZ- y el Instituto de Estudios Ambientales –IDEAM.

Como conclusiones sostienen que las FERNC deben integrar tres elementos: política, desarrollo de capacidad y desarrollo de proyectos, así:

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

[...]. En términos de política, se deben incluir el análisis de las barreras, la formulación de mecanismos para aliviar o eliminar estas barreras, metas de desarrollo y recursos apropiados, normatividad e incentivos fiscales. En cuanto a desarrollo de capacidad, se debe incluir el sector académico y de I&D, firmas de ingeniería y las autoridades que formulan las políticas energéticas del país. Y en términos de desarrollo de proyectos, la formulación de proyectos de pre-inversión, el desarrollo de proyectos [...] y el monitoreo y seguimiento de los mismos para evaluar los logros alcanzados (Rodríguez, 2008, p. 89).

En este aspecto, Colombia ha emprendido notables avances en el marco jurídico que proporciona seguridad en la conversión de la matriz energética, en las que además se incorporan energías renovables en el sistema eléctrico del país. Entre las principales se destacan:

(1) la modernización de los mercados actuales y promoción de la innovación; (2) la promoción de la competencia y del desarrollo de negocios descentralizados; (3) la mejora de la regulación y vigilancia en los mercados energéticos; y (4) el cierre de brechas en cobertura de energéticos (PDN, 2020, p.741)

Un avance sustantivo en esta materia es el Plan de Expansión de Referencia Generación Transmisión 2015-2029, elaborado con el objetivo de garantizar un adecuado abastecimiento de la demanda de energía eléctrica del país, mediante la planificación de los recursos de generación y la expansión de las redes de transmisión eléctrica a nivel nacional (UPME, 2015, p. 4). En este, la diversificación de la matriz eléctrica nacional con FERNC, como eólica, solar, geotérmica y biomasa, se proyecta en varios escenarios de largo plazo en ZNI y con una mayor penetración en el SIN. De este modo, se busca que la población residente en la ruralidad, que debido a su ubicación

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

dispersa y a las características topográficas de las ZNI, presentan mayores dificultades para la cobertura eléctrica encaminada especialmente a la satisfacción de sus necesidades básicas (IDEM)

Es de resaltar que “[...] Colombia tiene una capacidad instalada de aproximadamente 16.000 MW de los cuales el 69,77% se genera a partir de centrales hídricas, el 18,30% corresponde a centrales térmicas y el 11,94% a otras fuentes de energía renovable como la eólica” (Cortés y Arango, 2017, p.8), bajo estas condiciones actualmente se busca migrar la dependencia a la generación de energía hidráulica por fuentes menos susceptibles a las sequías, como el fenómeno del niño y la sedimentación de embalses (PDN, 2018, p.742).

Aquí la oportunidad para la ampliación de los proyectos eólicos y fotovoltaicos especialmente. En este sentido, el Ministerio de Minas y Energía -MME- anunció que se desarrollará el proyecto de electrificación rural con paneles solares más grande que se ha ejecutado en Colombia, inversión total de \$72.121 millones de pesos colombianos, lo que permitirá conectar por primera vez al servicio de energía eléctrica a 4.009 familias del municipio de Uribia, del departamento de la Guajira (MME, 2020). Es importante destacar que los proyectos de generación fotovoltaica han ido tomando mayor auge en el país, especialmente para ZNI.

Al respecto, Castaño y García (2020) relacionan la capacidad instalada del potencial que tiene el mercado eléctrico colombiano respecto a la inclusión de energía solar fotovoltaica. El estudio realiza una comparación de tres escenarios con sus respectivas características, a continuación, se describen en la Tabla 10.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 10*Escenarios de proyectos Fotovoltaicos*

Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Presenta un proyecto residencial de capacidad típica. Este escenario es rentable con entrega de excedentes y esquemas de créditos para los excedentes que sean producidos por autogeneradores de pequeña escala que utilicen FNCER	Se plantea un modelo financiero de una granja solar FV, con una capacidad instalada de 375 kW. El precio utilizado es 175 USD/MWh proyectado con el índice de precios al productor (IPP) y el LCOE es de 190 USD/MWh	Es un proyecto a gran escala; con una capacidad instalada mayor a 1 MW. también se evalúa con la metodología de flujo de caja descontado, La tasa interna de retorno (TIR) del proyecto es 30,47% y tiene un precio de energía de 175 USD/MWh

Nota. Se describe el análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia. Tomado de Castaño y García (2020).

El escenario 3 se considera el más realista para el caso que ocupa el presente proyecto, esto es, la instalación de celdas solares en 160 viviendas ubicadas en las ZNI del municipio de Nechí de la subregión Bajo Cauca Antioqueño. El resultado establece que este último es el mejor escenario, pues el periodo de retorno de la inversión es de 4 años, además de vender el 49% de la energía generada en el sistema (IDEM)

2.2 Marco Legal

En Colombia se crea la Ley 1715 de 2014, “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”, con el objeto de promover el desarrollo y la utilización de las FERNC en el sistema energético nacional, además de la gestión eficiente de la energía, en materia de eficiencia energética y respuesta de la demanda.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

La Tabla 11 expone el camino normativo que ha recorrido la reglamentación de dicha Ley, como medio no solo para el desarrollo económico sostenible, sino también en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético (MME, 2020)

Tabla 11*Marco normativo de las Fuentes de Energía Renovables No Convencionales*

Normatividad	Descripción
Ley 1955 de 25 de mayo de 2019	Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022. "Pacto por Colombia, pacto por equidad". El artículo 174 modifica el artículo 11 de la Ley 1715 de 2014
Resolución Min ambiente 1303 del 13 de julio de 2018	Por la cual se modifica la Resolución 1283 de 2016 y se dictan otras disposiciones
Resolución Min Ambiente 1312 de 11 agosto de 2016	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones
Resolución Min Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016	Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones
Decreto 2143 de 2015	Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de 2014
Resolución UPME 0281 de 2015	Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala
Resolución CREG 024 de 2015	Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN)

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Ley 1715 de 2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional
Decreto 2492 de 2014	Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda
Decreto 2469 de 2014	Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración
Resolución UPME 703 del 14 de diciembre de 2014	Por la cual se establecen el procedimiento y los requisitos para obtener la certificación que avala los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención de gravamen arancelario de que tratan los artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de y se adoptan otras disposiciones".

Nota. Desarrollo legislativo adaptado de información del Ministerio de Minas y Energía, Colombia. 2020

2.3 Antecedentes

En primer lugar, es necesario reconocer el gran impacto de la electricidad a nivel mundial, utilizada no solo para la preparación de alimentos, sino también para el funcionamiento de aparatos que requieren conectarse a la electricidad y mejoran las condiciones y calidad de vida de las personas; la energía eléctrica proviene a nivel mundial en especial de fuentes fósiles, aproximadamente un 81% frente al 19% derivado de fuentes renovables (UPME, 2015). Esta considerable dependencia del petróleo, el carbón, gas natural o combustibles nucleares ocasionan además alrededor del 60% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (PNU, 2020).

Para tener una idea, la energía fotovoltaica se entiende como la transformación directa de los rayos solares en electricidad a partir de los paneles fotovoltaicos. En la medida en que se aprovechan más paneles solares, se puede obtener mayor energía eléctrica de sus bornes. La diferencia de potencial se produce mediante la excitación de los electrones debido a la radiación

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

solar que se aprovecha en los materiales semiconductores con los cuales se fabrican los paneles solares (Agenergia, 2018)

Es importante considerar en un segundo lugar, que la electrificación rural en Latinoamérica y particularmente en Colombia no es un tema nuevo. Este camino, como lo indica Fonseca (2000, citado por Ladino, 2011), inició en la década de los setenta, cuando el gobierno nacional lanzó programas de electrificación rural con una cobertura que pasó del 15% al 40%, pero ante el aumento de los costos internos de las Empresas prestadoras del servicio llevó a una crisis económica más adelante. En los años ochenta por su parte, se pasa de una etapa de pequeñas aplicaciones solares fotovoltaicas en zonas rurales pobres a realizar el análisis de la demanda en zonas rurales no interconectadas y con población dispersa, además de capacitar técnicos y usuarios y recibir los primeros créditos financieros. Finalmente, en los años noventa se demuestra que sí puede existir un desarrollo rural alrededor de la energía solar con excedentes de energía eléctrica que nutrirán el anillo nacional.

En el mismo sentido, como lo expone Velasco (2009) y la revista Naturgy (2009) especializada en ingeniería de energías renovables, la evolución de la electricidad a partir de los paneles solares se remonta a los años 50, cuando se fabricaron los primeros paneles e inició su evolución. En 1985 se inicia la búsqueda de fuentes de energía no fósiles. De 1988 hasta el año 2000 con la estabilización del precio del petróleo, el precio de la energía solar no era atractivo y se pierde el interés por la energía limpia, las energías renovables quedaron en un segundo plano. En la década del 2000 se viene sensibilizando a la mayor parte de la población en el uso y aplicación de la energía solar, en la lucha contra el cambio climático y la búsqueda de otras formas de

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

obtención de energía eléctrica, lo cual a su vez ha sido una de las grandes preocupaciones de los gobiernos en los últimos años.

En este panorama, la energía fotovoltaica ha tomado cada vez más importancia en la matriz energética mundial, despertando un gran interés por los fabricantes de equipos eléctricos dado sus avances tecnológicos y el mejoramiento y la evolución en la eficiencia energética de los paneles solares (UPME, 2015)

2.4 Marco teórico

Como se ha dicho, las categorías definidas para el desarrollo del proyecto son la cobertura energética y el impacto medioambiental, todas ellas entrelazadas en el análisis de una realidad social asentada en ZNI, es decir, en aquellos espacios geográficos que no tienen acceso al servicio de energía eléctrica a través de la red interconectada, se adecúan soluciones locales por combustión fósil para el suministro eléctrico, lo que en consecuencia no llega a suplir por completo la cobertura por 24 Horas de electricidad, ocasiona la emisión de GEI que impactan negativamente las condiciones ambientales y desmejora la calidad de vida de los habitantes.

Es necesario aclarar que, las ZNI integradas por el 52% del territorio colombiano se encuentra una población estimada de 1.900.000 habitantes, “Estas zonas las integran un departamento insular (Archipiélago de San Andrés y Providencia), cuatro capitales departamentales (Amazonas, Vichada, Guainía y Vaupés), 17 departamentos, 97 municipios, 37 cabeceras municipales y 1.728 localidades” (IPSE, 2017), con la característica de que se asientan en la ruralidad dispersa de los territorios.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Al respecto, se sostiene que el acceso y la cobertura a la energía eléctrica van de la mano con el mejoramiento de la calidad de vida. La cobertura eléctrica a nivel nacional se encuentra en un 96.53%, lo que equivale a 13.798.765 usuarios y 14.294.753 viviendas conectadas, sin embargo, se registra que 495.988 viviendas de las zonas rurales, aún se encuentran sin acceso a una fuente de suministro eléctrico (ICEE, 2019) La utilización de la energía eléctrica para necesidades cotidianas en las viviendas como cocinar, almacenar alimentos, el funcionamiento de aparatos tecnológicos, hasta su necesidad en el sector del comercio, ha provocado el incremento de la demanda energética en Colombia lo que en consecuencia origina una ineficiencia del sector.

La falta de acceso a la electricidad no es cuestión menor, pues esta contribuye al aumento de las brechas de inequidad, debido a la ausencia de oportunidades para asegurar óptimas condiciones en las necesidades básicas de las personas, como la salud, la seguridad alimentaria, educación y comunicación. Esta situación es aún más compleja cuando se presenta en las zonas apartadas y periféricas (IPM, 2020). En este sentido, el Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica PIEC 2019-2023, señala las escasas posibilidades de acceso y aprovechamiento de las fuentes de electricidad para las necesidades básicas como las actividades domésticas y productivas especialmente en las zonas no conectadas al Sistema Interconectado Nacional - SIN (MME, 2019).

De otro lado, el principal recurso para el suministro de energía eléctrica en estas zonas rurales y apartadas, es a través de fuentes no renovables, en la utilización de la combustión fósil, lo cual directamente tiene un impacto medioambiental. En Colombia, el 36% promedio de las emisiones son el uso convencional de centrales termoeléctricas (IDEAM, 2016) las cuales apoyan el suministro de energía en el SIN.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

En ese sentido, las emisiones de GEI son una consecuencia lógica en la inequidad del acceso a una fuente de energía eléctrica. Con el fin de solucionar esta problemática se ha venido invirtiendo en energías renovables en diferentes países de la región, aprovechando los recursos naturales propios de la Región, especialmente los relacionados con centrales hidroeléctricas (Cortés y Arango, 2017). Sin embargo, la diversificación de la matriz energética es prioridad en la planeación de corto y mediano plazo a nivel nacional y departamental, pues la dependencia de las hidroeléctricas trae consigo dificultades coyunturales debido a las variaciones en el surtido del agua, con fenómenos como el niño. En este contexto, las FERNC representan una alternativa al uso de combustibles fósiles, convirtiéndose en una posibilidad real de autoabastecimiento para las comunidades que se encuentran sin posibilidad de interconexión a las redes eléctricas existentes.

3. Preparación

3.1 Estudio de necesidades

Uno de los proyectos más importantes de electrificación rural en el departamento de Antioquia fue el proyecto “Antioquia Iluminada” para cubrir unas 77000 familias (EPM, 2017) es referencia importante para este apartado, toda vez que se desarrolló durante 12 años, entre el 2008 y 2020. El censo rural en Antioquia del 2008, determinó que cerca de 67 mil viviendas rurales en el Departamento, carecían de energía eléctrica, muchos campesinos de zonas como el Bajo Cauca, Urabá, Nordeste y Magdalena Medio, no tenían acceso a este servicio; la falta de energía ocasiona aislamiento, oscuridad, falta de oportunidades y problemas de salubridad que afectan la calidad de vida, más deforestación y contaminación de las cuencas y un almacenamiento inadecuado de los alimentos (EPM, Programa Antioquia Iluminada 2007-2019). El programa estuvo dirigido a familias de los estratos 1 y 2; alcanzó una mediana cobertura para nuevos usuarios, sin embargo, se identificó una demanda creciente, frente a las necesidades de electrificación rural en la zona del Bajo Cauca y más específicamente en el municipio de Nechí.

En el siguiente análisis de la Tabla 12 se indica la evolución de la oferta y la demanda proyectada, a partir de los informes de electrificación rural en la zona del Bajo Cauca, en el municipio de Nechí, tomados de los informes de indicadores de cobertura entre 2012 y 2017.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 12*Análisis del Estudio de necesidades de la oferta y la demanda*

Bien o servicio	Unidad de medida	Descripción	Fecha de inicio	Fecha final	Último año
Instalaciones fotovoltaicas	Número	Frente a la demanda de las necesidades de electrificación rural, la oferta de la Instalación de paneles solares que convierte la radiación solar en energía eléctrica, los elementos de conversión eléctrica y la instalación eléctrica asociada	2017	2021	2024

AÑO	OFERTA	DEMANDA	DÉFICIT
2017	120	120	0
2018	52	250	-198
2019	21	382	-361
2020	11	512	-501
2021	07	640	-633
2022	19	480	-461
2023	28	518	-590
2024	52	558	-506

Nota. Descripción por año. Tomado de indicadores de cobertura en electrificación de EPM. Gobernación de Antioquia, 2017.

Como se observa en la tabla 12, la oferta no satisface la demanda, la cual continúa en ascenso hasta el 2021 donde se estima aproximadamente en 506 viviendas sin electrificación.

De acuerdo con la interpolación de los anteriores años y proyectándose a un crecimiento del 8%, se encuentra que para el año 2023 estarán sin electrificación unas 590 viviendas y en el 2024 se estiman 558 sin suministro eléctrico. La oferta continuará siendo deficitaria frente a la demanda en la subregión, ya que no se estiman programas de electrificación para el área rural en el municipio.

3.2 Alternativas de la solución

La solución elegida es la No 1, porque presenta los mejores indicadores y resultados, tanto económicos como en el impacto positivo socio ambiental en el mediano y largo plazo.

Es la más adecuada para el proyecto en la instalación de grupos de paneles solares para 160 viviendas de ZNI, con posibilidades de financiación a través de instituciones promotoras en la región, como:

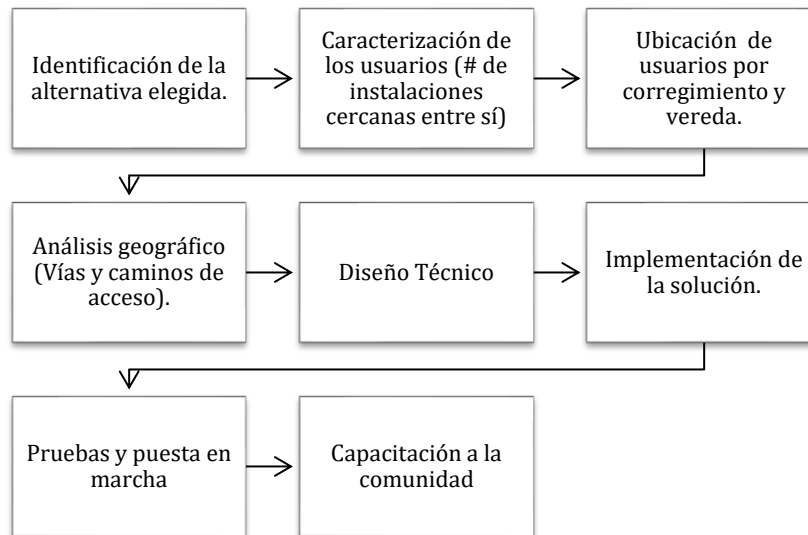
- El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas – IPSE
- Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía FENOGE
- Empresas Públicas de Medellín -EPM-, CELSIA
- Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales -FAER
- El Programa de Normalización de Redes Eléctricas -PRONE
- Otras adscritas al Ministerio de Minas y Energía -MME, con el propósito de aumentar la cobertura y la interconexión energética en el municipio de Nechí.

Para llevar a cabo esta alternativa de solución se realizará una ruta técnica, la cual se muestra en la figura 8.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 8

Pasos para realizar la alternativa de solución elegida



Nota. Se detallan los pasos de manera secuencial.

El proyecto se realizará en tres momentos consecuentes con los objetivos específicos propuestos y sus productos. En la Tabla 13 se describen las actividades principales para cada uno de estos productos.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 13*Actividades principales para la alternativa de solución elegida*

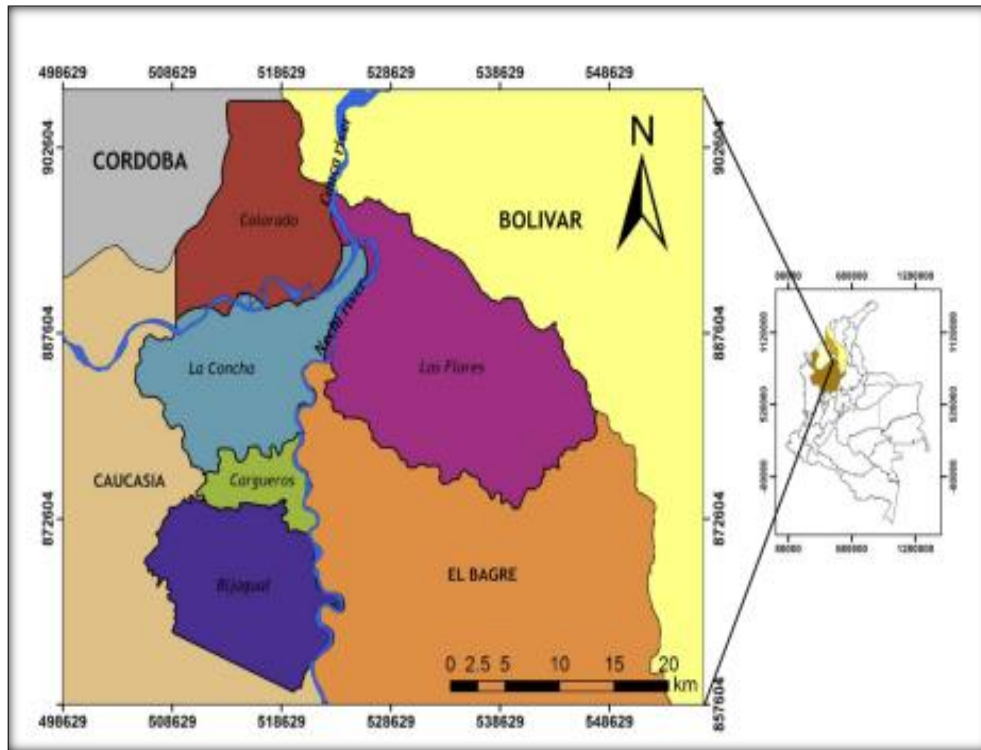
Producto	Actividades
Documentos de lineamientos técnicos	Evaluar las necesidades energéticas de acuerdo con el número de viviendas en un área, el consumo energético y las cargas especiales.
	Elaborar los planos que cuantifican y dimensionan el número de viviendas con o sin servicio de electricidad.
Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas	Contratar la mano de obra requerida según perfil.
	Realizar las actividades de localización y replanteo de instalaciones en el terreno.
	Instalar y poner en operación las celdas solares e instalaciones eléctricas.
Servicio de educación informal a las comunidades en temas de eficiencia energética y el uso racional de la energía	Ejecutar reuniones periódicas con las comunidades.
	Capacitar a las comunidades sobre la sostenibilidad de la infraestructura energética.

Nota. Se detallan las actividades por producto.

3.3. Localización**3.3.1 Localización de la alternativa**

El proyecto se localiza en la región del Bajo Cauca antioqueño, en zona rural del municipio de Nechí; el cual cuenta con cinco corregimientos y 52 veredas.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 9*Localización del proyecto*

Nota. Mapa de la distribución política del municipio de Nechí. Tomado de Cambios en la cobertura del suelo en Nechí, Antioquia: una aproximación al impacto ambiental de la minería, 1986-2010.

Los paneles solares serán instalados en sitios cercanos a las viviendas en estructuras adecuadas para esta aplicación y que no representen riesgo para la comunidad. El proyecto se localizará en sus 5 corregimientos de acuerdo a la Tabla 14, los cuales son Bijagual, Cargueros, Colorado, La Concha, Las Flores y sus veredas.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 14*Localización de la población objetivo del proyecto*

Región	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Localización específica
Bajo Cauca	Antioquia	Nechí	Bijagual,	Cacerí, La Avenosa, Puerto Gatan, Quebrada Ciénaga
			Cargueros	Bella Sola, El Guamo
			Colorado	Colorado, Caño Pescado, Correntoso, La Libertad, Londres, Popales, San Lorenzo
			La Concha	Buenos Aires, Granada, Hoyo Grande, La Bomba, La Concepción, La Concha, La Montaña, La Ye, Mina Montón, Parapeto, Puerto Nuevo, Taboga
			Las Flores	Corrales, El Cedro, El Once, Flores Viejas, La Ceiba, La Esperanza, La Plata, La trinidad abajo, Las Flores, Los Planos, Madre de Dios, Matanoche, Plan Bonito, Quebrada Ciénaga San Pedro, Santa Elena, Santa María, Tres Casas, Trinidad arriba, Zaragoza

Nota. Se detalla las localizaciones. Adaptado del Anuario Estadístico de Antioquia del DANE. 2018

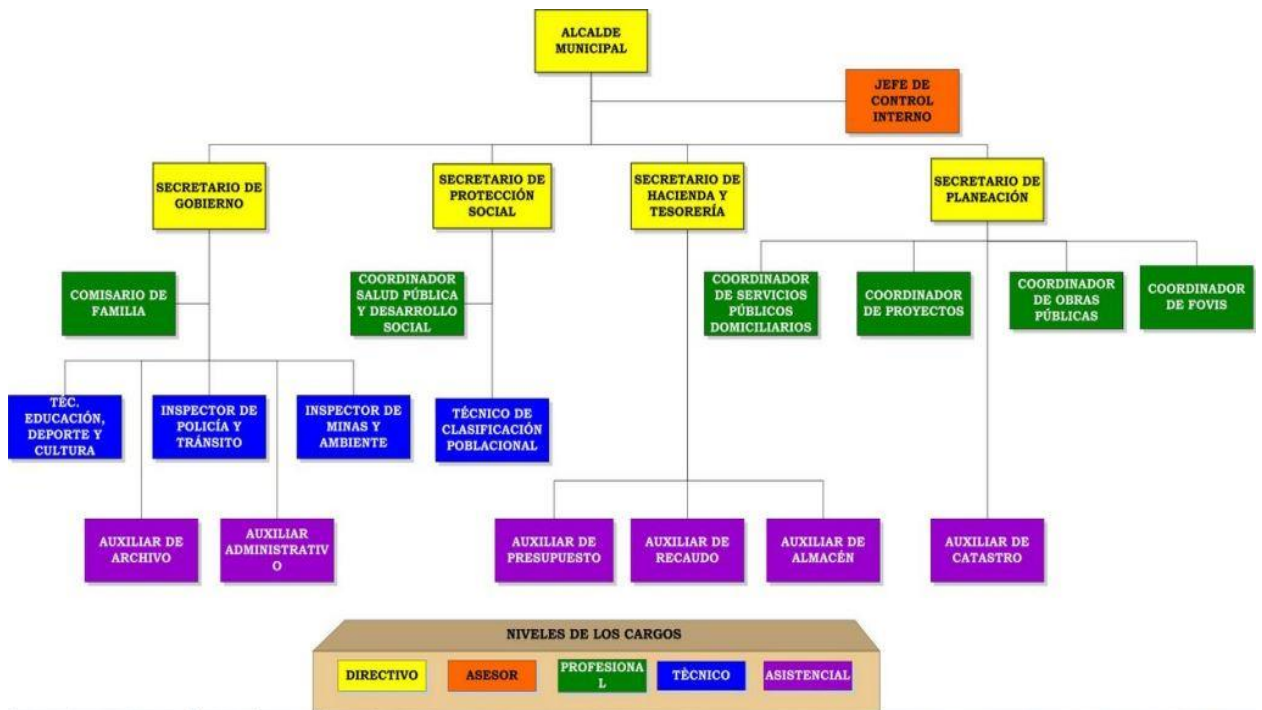
COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

3.3.2 Factores analizados

- Aspectos administrativos y políticos: El municipio cuenta con una estructura gubernamental con diferentes Secretarías encargadas de los principales sectores, tal como se muestra en la figura 10.

Figura 10

Organigrama administración municipal de Nechí



Nota. Se presenta el organigrama con sus respectivos niveles. Adaptado del Plan de Desarrollo municipal Nechí de todos 2020-2023

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Comunicaciones: En el municipio de Nechí se encuentra una baja cobertura en servicios de telecomunicaciones, lo cual dificulta el desarrollo de regiones rurales según información de la gobernación de Antioquia (2020)
- Cercanía a la población objetivo: La población objetivo del proyecto se encuentra en las zonas rurales de los corregimientos de Bijagual, Cargueros, Colorado, La Concha, Las Flores
- Cercanía de fuentes de abastecimiento: apoyados en los mapas de radiación solar en el territorio colombiano como se muestra en la ilustración y tomado del Atlas Solar del Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales –IDEAM-, se evidencia la evolución mensual durante un año de la radiación solar en la zona de interés para el proyecto.
- Costo y disponibilidad de terrenos: Se espera que los terrenos en los cuales se instalarán los paneles son propiedad de los beneficiarios.
- Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (Agua, energía y otros): en cuanto al servicio de energía, actualmente se estima que 600 viviendas ubicadas en la zona rural del municipio de Nechí no cuentan con servicio de energía. Estas viviendas son la población objetivo del proyecto y se elegirán 160 viviendas que por su ubicación no es factible la extensión de redes de energía eléctrica.
- Disponibilidad y costo de mano de obra: La mano de obra especializada se desplazará desde la ciudad de Medellín y se contratará mano de obra no especializada en el municipio de Nechí.
- Estructura impositiva y legal: El proyecto se acoge a la normatividad vigente en materia legal, RETIE y Resoluciones de la CREG en materia de energía.
- Factores ambientales: El proyecto contribuye al logro de objetivos de desarrollo sostenible porque es amigable con el medio ambiente mediante la instalación de paneles solares no

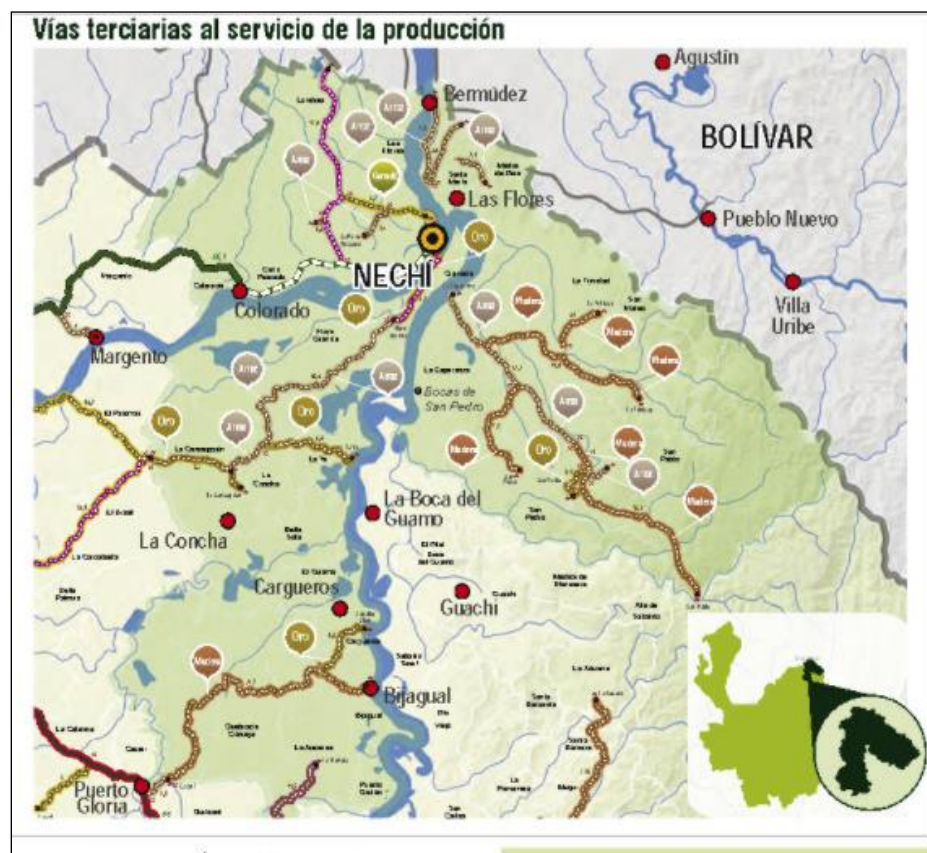
COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

contaminantes, así mismo contribuye a la generación de energía limpia, el aprovechamiento de los recursos naturales y la buena disposición de baterías.

- Medios y costos de transporte: Los paneles solares son fáciles de transportar y Nechí cuenta con vías veredales para la implementación del proyecto según información de la Secretaría de Infraestructura de Antioquia (2018) En la figura 11 se muestran los accesos en vías que tiene el municipio.

Figura 11

Mapa de vías terciarias del municipio de Nechí.



Nota. Se presentan las vías del municipio de Nechí. Tomado de cartografía municipal Nechí 2020

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Orden público: En el municipio de Nechí, como lo señala la historiadora Clara García (1993) históricamente se han presentado conflictos producto de enfrentamientos entre grupos delincuenciales y de narcotráfico. Actualmente se adelantan negociaciones para llegar a acuerdos entre estos grupos para mejorar la convivencia ciudadana.
- Topografía: Se sitúa al norte de la región Antioqueña, comprendida por las planicies cálidas per húmedas (2.000 - 4.000 mm/año), húmedas (1.000 - 2.000 mm/año) y las vertientes cálidas subhúmedas (4.000 - 8.000 mm/año), como prolongación de las vertientes caucanas del Nordeste. La mayor parte del territorio se encuentra entre alturas comprendidas entre los 0 y 1.000 msnm. Las planicies formadas a lo largo de los ríos Cauca y Nechí, son mal drenadas e inundables periódicamente. Presentan también colinas terciarias y terrazas angostas con suelos superficiales o profundos de baja fertilidad.

3.4 Cadena de valor

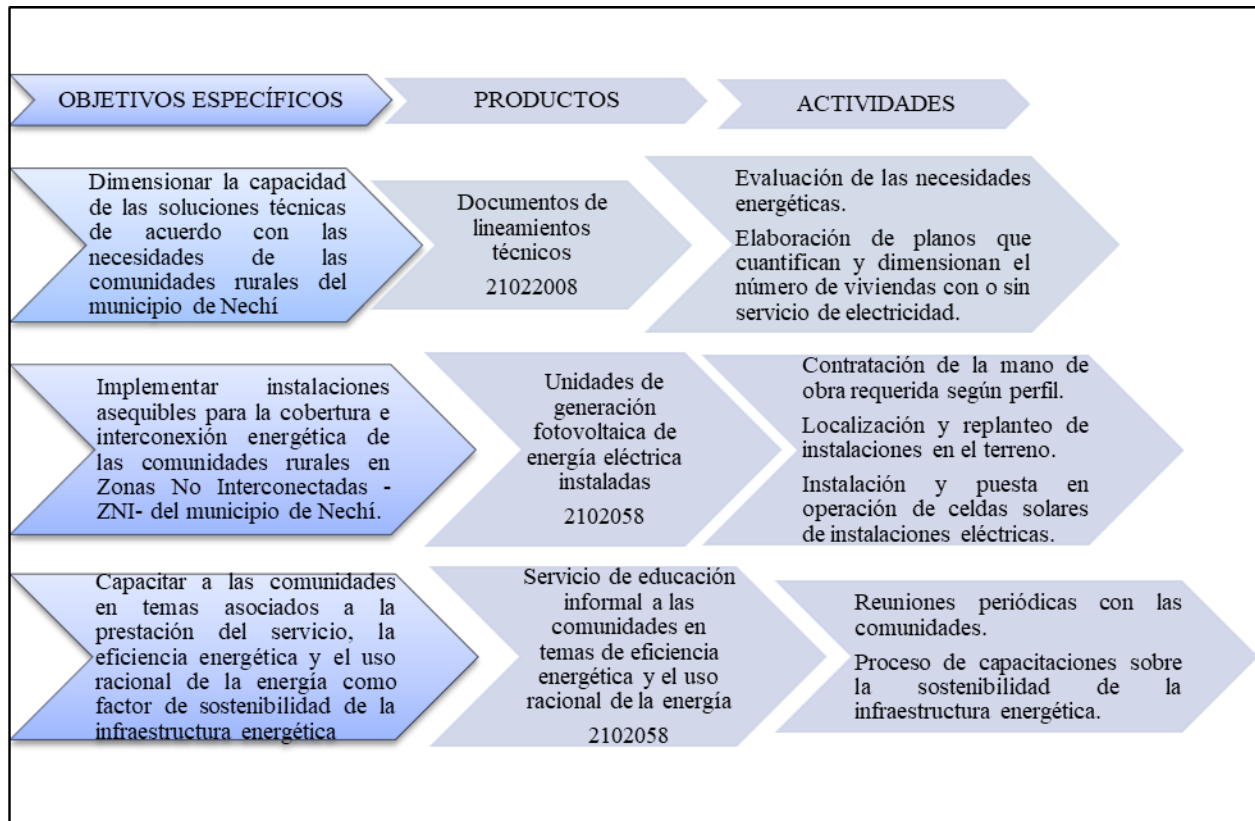
El siguiente apartado muestra la cadena de valor del proyecto, describiendo los objetivos específicos, con su respectivo producto y actividades, así mismo se plantea el presupuesto para cada ítem.

En la figura 12 se presentan los tres objetivos específicos donde se describen sus productos y actividades principales del proyecto.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 12

Cadena de valor. Productos y actividades de los objetivos específicos del proyecto



Nota. Para los productos señalados se identifica el código actualizado del catálogo MGA

En la Tabla 15 se presupuestan los anteriores productos y actividades para completar la cadena de valor del proyecto en un total de \$3.145.700.091. El primer objetivo específico tiene un total de \$25.350.000; un segundo objetivo específico y el de mayor costo tiene un total de \$3.116.951.091; finalmente, el tercer objetivo específico se totaliza en \$3.399.000.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 15*Cadena de valor. Presupuesto de productos y actividades del proyecto*

Producto	Actividades	Insumo	Cant.	Unidad	Valor Unidad	Valor Total
Documentos de lineamientos técnicos 21022008	Evaluar las necesidades energéticas de acuerdo con el número de viviendas en un área, el consumo energético y las cargas especiales.	Levantamiento, replanteo y caracterización de las soluciones	1	Diagnóstico	\$12.600.000	\$12.600.000
	Elaborar los planos que cuantifican y dimensionan el número de viviendas con o sin servicio de electricidad.	Plano arquitectónicos, diagramas unifilares eléctricos y por tipo de instalaciones (I, II, Y III)	1	Planos	\$12.750.000	\$12.750.000
Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas 2102058	Contratar la mano de obra requerida según perfil.	Plan de contrataciones		contrataciones	\$	\$209.001.091
	Realizar las actividades de localización y replanteo de instalaciones en el terreno.	Planos de localización por corregimiento, ubicación y accesos	10	Planos	\$	\$25.750.000
	Instalar y poner en operación las celdas solares e instalaciones eléctricas.	Informe de instalación	160	Instalaciones	\$	\$2.882.200.000
Servicio de educación informal a las comunidades en temas de eficiencia energética y el uso racional de la energía 2102058	Capacitar para el sostenimiento, reposición de equipos, gestión energética y uso racional de energía	Logística del proceso de capacitación. Materiales de información y comunicación.	3	Número	\$515.000	\$1.545.000
	Ejecutar reuniones periódicas con las comunidades	Logística y procesos relacionados con alquiler de local, silletería y equipo audiovisual. Materiales de información y comunicación.	6	Número	\$309.000	\$1.854.000
TOTAL DEL PROYECTO:					\$3.145.700.091	

Nota. El total del proyecto es en pesos colombianos.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

3.5 Análisis de Riesgos

De acuerdo a la Metodología de identificación de riesgos, en la Tabla 16 se analizan las situaciones más susceptibles de presentarse para el propósito y los componentes del proyecto.

Tabla 16

Análisis de riesgo del proyecto

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	EFECTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Propósito (Objetivo general)	Incrementar la cobertura energética en las zonas no interconectadas - ZNI- del municipio de Nechí del departamento de Antioquia.	Se encuentra solución energética con mejores características técnico económicas	Financieros	IMPROBABLE 2	MODERADO 3	Ajuste en los planos de diseño y en la tecnología propuesta, que no estaban contempladas en la etapa pre constructiva y constructiva.	Evaluar la tecnología más adecuada para la zona beneficiada y realizar los planes técnicos de acuerdo a los resultados generados por estos estudios
	Estudio de las necesidades energéticas de la población	Crece la demanda energética de manera imprevista	Operacionales	PROBABLE 4	MENOR 2	Fallas de los equipos por no tener la adecuada capacidad de entrega de energía eléctrica, demandada por los usuarios	Aplicar adecuados criterios de ingeniería
Componentes (productos)	Instalación de redes eléctricas con celdas solares internas en las viviendas beneficiadas	Se encuentran elementos en el subsuelo que comprometen la estabilidad de la construcción	Financieros	IMPROBABLE 3	MENOR 4	Se deben reubicar estructuras, como soportes de los paneles solares, postes de redes de energía, por inestabilidad del terreno, lugares de alto riesgo por derrumbes, inundaciones, movimiento del subsuelo etc.	Realizar adecuadamente los estudios y análisis de suelos, donde se emplazan las obras y equipos electromecánicos
	Capacitaciones en prestación del servicio, la eficiencia energética y el uso racional de la energía	Se detiene o retrasa el proyecto, por problemas de orden público, por protestas de líderes sociales, ONG, o grupos que están en	De calendario	MODERADO 3	MENOR 2	Se ocasiona retraso en los tiempos de la etapa de pre factibilidad y de construcción, generando sobrecostos en el proyecto	Coordinar el manejo de la crisis, mediante la utilización de procesos de relacionamiento permanentes, mediante un plan de comunicaciones efectivo que permita la

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

contra del
proyecto

continuidad del
proyecto.

Nota. Se visualizan los riesgos destacados para el objetivo general y sus componentes

Igualmente, la Tabla 17 expone los casos riesgosos para las actividades que comprende el proyecto.

Tabla 17

Análisis del riesgo de las actividades del proyecto

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	EFEECTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Inscripción y trámites técnicos, ambientales y legales	Las autoridades Municipales, gubernamentales o Nacionales, no otorgan los permisos legales y ambientales para el proyecto	Legales	PROBABLE 4	MENOR 2	Se detiene el proyecto o la obra debido al incumplimiento de aspectos legales	Realizar debidamente los trámites legales y ambientales, ajustados a la ley y normatividad departamental, regional o municipal a la cual corresponda
Actividades	Actividades de localización y replanteo de instalaciones en el terreno	Los insumos como pintura, unidades sanitarias, lavamanos no llegan en el tiempo establecido para ser instalados	Financieros	IMPROBABLE 3	MAYOR 4	Se ocasiona retraso en los tiempos de la etapa constructiva generando sobrecostos en el proyecto	Elaborar una lista de posibles proveedores que cumplan con los tiempos, calidad y servicio necesarios. Con lo anterior, cotizar un mes antes de lo programado en el mercado los insumos necesarios.
	Instalación y puesta en operación de celdas e instalaciones eléctricas	Se presenta vandalismo en las obras por parte de desconocidos	De calendario	MODERADO 3	MENOR 2	Por vandalismo o robo de la infraestructura electromecánica, dejan de funcionar los paneles o las instalaciones eléctricas	Contratar seguridad permanente y equipos tecnológicos para la vigilancia durante la etapa de instalación.

Nota. Se visualizan los riesgos destacados para las actividades más importantes del proyecto

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

3.6. Ingresos y beneficios

En la Tabla 18 se muestra el principal ingreso del proyecto por el cobro de energía generada por instalación de paneles solares.

Tabla 18

Ingresos por Energía generada por instalación de paneles solares

Energía generada por instalación de paneles solares			
Tipo: Ingresos			
Medido a través de: Número			
Bien producido: Energía eléctrica servicios			
Razón Precio Cuenta (RPC): 0.79			
Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	76800	720	55296000
1	76800	778	59750400
2	76800	840	64512000
3	76800	907	69657600
4	76800	979	75187200
5	76800	1057	81177600
6	76800	1142	87705600
7	76800	1233	94694400
8	76800	1332	102297600
9	76800	1438	110438400
10	76800	1553	119270400
11	76800	1678	128870400
12	76800	1812	139161600
13	76800	1957	150297600
14	76800	2113	162278400
15	76800	2283	175334400

Nota. Los valores iniciales se retoman del cálculo del IPSE, 2020.

En la Tabla 19 se muestra el beneficio asumido por el ahorro en la no utilización de combustibles fósiles, siendo uno de los más importantes aportes del proyecto a la conservación del medio ambiente.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 19

Ahorro por la no utilización de combustibles fósiles (ACPM, gasolina) asumiendo el consumo mensual de 3 galones mensuales por vivienda (160 viviendas)

Ahorro por la no utilización de combustibles fósiles (ACPM, gasolina) asumiendo el consumo mensual de 3 galones mensuales por vivienda (160 viviendas)
 Tipo: Beneficios
 Medido a través de: Galones
 Bien producido: Energía eléctrica servicios
 Razón Precio Cuenta (RPC): 0.79

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	160	25182	4029120
1	160	27196	4351360
2	160	29372	4699520
3	160	31722	5075520
4	160	34259	5481440
5	160	37001	5920160
6	160	39961	6393760
7	160	43157	6905120
8	160	46610	7457600
9	160	50339	8054240
10	160	54366	8698560
11	160	57715	9234400
12	160	63412	10145920
13	160	68485	10957600
14	160	73964	11834240
15	160	79881	12780960

Nota. Los valores iniciales se retoman del cálculo del IPSE, 2020.

En esta misma línea de protección ambiental, se retoman en la Tabla 20 los beneficios por concepto de las emisiones de dióxido de carbono evitadas por la implementación del proyecto con paneles solares.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 20

Emisiones de dióxido de carbono evitadas por instalación de paneles solares en 160 viviendas rurales del municipio de Nechí

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	56,2	5486250	308327250
1	56,2	5760562	323743584,4
2	56,2	6048040	339899848
3	56,2	6351020	356927324
4	56,2	6668571	374773690,2
5	56,2	7001999	393512343,8
6	56,2	7352099	413187963,8
7	56,2	7719704	433847364,8
8	56,2	8105689	455539721,8
9	56,2	8510974	478316738,8
10	56,2	8936523	502232592,6
11	56,2	9383349	527344213,8
12	56,2	9852516	553711399,2
13	56,2	10345142	581396980,4
14	56,2	10862399	610466823,8
15	56,2	11405519	640990167,8

Nota. Los valores iniciales se retoman del cálculo del Inventario de, Inventario Nacional y Departamental De Gases Efecto Invernadero – Colombia, 2020.

Otro de los beneficios más importantes en el proyecto se muestra en la Tabla 21, con el ahorro que tienen los hogares en la conservación de alimentos y medicamentos debido a la cobertura eléctrica que aporta el proyecto.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 21*Ahorro en conservación de alimentos y medicamentos.*

Ahorro en conservación de alimentos y medicamentos. \$75 000 por mes por vivienda.
 Tipo: Beneficios
 Medido a través de: Pesos
 Bien producido: Energía eléctrica servicios
 Razón Precio Cuenta (RPC): 0.79

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	160	0	0
1	160	78750	12600000
2	160	82687	13229920
3	160	86822	13891520
4	160	91163	14586080
5	160	95721	15315360
6	160	100507	16081120
7	160	105532	16885120
8	160	110809	17729440
9	160	116349	18615840
10	160	122167	19546720
11	160	128275	20524000
12	160	134689	21550240
13	160	141423	22627680
14	160	148495	23759200
15	160	155919	24947040

Nota. Los valores iniciales se retoman del cálculo del IPSE, 2020.

Finalmente, se cree pertinente realizar el cálculo del ahorro de las familias cuando dejan de utilizar baterías convencionales para el suministro de energía en los hogares. En la Tabla 22 se muestran los resultados de esta valoración.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 22*Costos evitados a cada familia por la compra de baterías convencionales*

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	3840	3500	13440000
1	3840	3675	14112000
2	3840	3858	14814720
3	3840	4051	15555840
4	3840	4254	16335360
5	3840	4466	17149440
6	3840	4690	18009600
7	3840	4924	18908160
8	3840	5171	19856640
9	3840	5429	20847360
10	3840	5071	19472640
11	3840	5986	22986240
12	3840	6285	24134400
13	3840	6599	25340160
14	3840	6929	26607360
15	3840	7276	27939840

Nota. Los valores iniciales se retoman del cálculo del IPSE, 2020.

Finalmente, se registran los ingresos y beneficios totales en cada periodo, obteniendo como resultado la viabilidad en el horizonte de vida del proyecto. La Tabla 23 ofrece un consolidado de este tema.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 23*Totales de ingresos y beneficios del proyecto*

TOTALES DE INGRESOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO			
PERIODO	TOTAL BENEFICIOS	TOTAL INGRESOS	TOTAL
0	325796370	55296000	381092370
1	354806944,4	59750400	414557344,4
2	372644008	64512000	437156008
3	391450204	69657600	461107804
4	411176570,2	75178200	486354770,2
5	431897303,8	81177600	513074903,8
6	453672443,8	87705600	541378043,8
7	476545764,8	94694400	571240164,8
8	500583401,8	102297600	602881001,8
9	525834178,8	110438400	636272578,8
10	552369712,6	119270400	671640112,6
11	580088853,8	128870400	708959253,8
12	609541959,2	139161600	748703559,2
13	640322420,4	150297600	790620020,4
14	672667623,8	162278400	834946023,8
15	706658007,8	175334400	881992407,8
			9.681.976.367

Nota. Los cálculos se retoman de los resultados del proyecto en la MGA

4. Evaluación

4.1. Flujo económico

En el flujo de caja se identifican los costos de inversión basados en los supuestos establecidos por el IPSE de aproximadamente \$19.600.000 por vivienda. De la misma manera, se monetizan los beneficios que aplican al proyecto, estos se distribuyen de la siguiente manera:

- Ahorro anual en el consumo de combustible fósiles, estimado en 3 galones mensuales por vivienda, con un ahorro estimado de \$ 4.029 120.
- Ahorro anual por la no emisión de CO₂, evitados por la instalación de paneles solares, estimado en 56 ton/año a un valor de referencia estimado de \$8000000 por tonelada de CO₂ en el mercado actual, para un beneficio anual de \$308.327 250.
- Costos anuales evitados a cada familia por la no utilización de pilas convencionales de tipo AA o AAA, utilizados en artefactos electrónicos, como linternas, reproductores de sonido, radios, estimados en \$13. 440 000.
- Ahorro en costos anuales por la conservación de alimentos y medicamentos, estimados en \$ 12 000 000.

Los beneficios se corren en la MGA, como flujos positivos, arrojando unos indicadores que proporcionan viabilidad al proyecto.

En la figura 13 se presenta el flujo económico del proyecto que visualiza los costos de inversión y los beneficios e ingresos en los primeros 8 periodos del horizonte de 15 años del proyecto.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 13*Flujo de caja de los primeros 8 periodos del proyecto*

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO									
	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8
+ Beneficios e ingresos	\$ 310.542.972,3	\$ 327.500.302	\$ 345.353.246,3	\$ 364.275.165	\$ 384.227.378	\$ 405.329.174	\$ 427.688.654,6	\$ 451.279.730	\$ 476.275.991
+ Créditos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de preinversión	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de inversión	\$ 2.454.527.211	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de operación	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Amortización	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Intereses de los créditos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
+ Valor de salvamento									
Flujo neto de caja	-\$ 2.143.984.23	\$ 327.500.302	\$ 345.353.246,3	\$ 364.275.165	\$ 384.227.378	\$ 405.329.174	\$ 427.688.654,6	\$ 451.279.730	\$ 476.275.991

Nota. Las referencias de precios se toman de los últimos proyectos desarrollados por el IPSE, 2020.

Como se aprecia en la figura 14, en los siguientes periodos del proyecto se identifica la recuperación de la inversión y la rentabilidad de la misma.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 14*Flujo de caja del periodo 9 al 15 del proyecto*

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO							
	PERIODO 9	PERIODO 10	PERIODO 11	PERIODO 12	PERIODO 13	PERIODO 14	PERIODO 15
+ Beneficios e ingresos	\$ 502.655.337,25	\$ 530.595.688,	\$ 560.077.810,50	\$ 591.475.811,77	\$ 624.589.816,12	\$ 659.607.358,80	\$ 696.774.002,16
+ Créditos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de preinversión	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de inversión	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de operación	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Amortización	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Intereses de los créditos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
+ Valor de salvamento							\$ 32.584.000,00
Flujo neto de caja	\$ 502.655.337,25	\$ 530.595.688,	\$ 560.077.810,50	\$ 591.475.811,77	\$ 624.589.816,12	\$ 659.607.358,80	\$ 729.358.002,16

Nota. Las referencias de precios se toman de los últimos proyectos desarrollados por el IPSE, 2020.

4.2. Indicadores de decisión (Evaluación económica):

Al evaluar el proyecto en la MGA, entrega un Valor Presente Neto positivo (VPN) del 1.489.234.670 y una tasa interna de retorno TIR de 17,91% la cual se ubica por encima del 12 % estipulado para proyectos de inversión pública. Igualmente se presenta una Relación Beneficio Costo (BC) de 1,61 y un Costo Anual Equivalente (CAE) de \$179.154 996. En la Tabla 24 las variables analizadas significan que se tiene viabilidad y rentabilidad financiera porque los ingresos son más altos que los costos del proyecto.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 24*Indicadores de decisión*

Alternativa de solución: Electrificación rural con paneles solares de 5, 10 y 20 kilovatios –kW								
Indicadores de Rentabilidad			Indicadores de costo-eficiencia		Indicadores de costo mínimo			
Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)	Relación Beneficio Costo (BC)	Costo por beneficiario	Valor presente de los costos	Costo Anual	de	Equivalente (CAE)	
\$ 1.489.234.670,00	17,91 %	1,61	\$4.648.725,78	\$ 2.454.527.211,80	\$ 179.154.796,33			

Nota. Indicadores económicos diligenciados en base a las proyecciones del IPSE, 2020.

5. Programación

5.1 Indicadores de producto

En los indicadores de producto, se identifican los objetivos con sus indicadores, teniendo en cuenta el número de usuarios beneficiados y el número de instalaciones a construir. Es de señalar que el proyecto tiene el periodo 0 para la programación y ejecución de las actividades contenidas en los objetivos, toda vez que del periodo 1 al periodo 15 se da el retorno de la inversión.

En la Tabla 25 se muestra el producto de documentos de lineamientos técnicos para el objetivo 1, cuya programación se da en el primer mes del periodo 0 del proyecto, con un costo de \$25.350.000.

Tabla 25

Indicadores de producto para el objetivo 1 del proyecto

OBJETIVO 1: DIMENSIONAR LA CAPACIDAD DE LAS SOLUCIONES TÉCNICAS DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES DE LAS COMUNIDADES RURALES DEL MUNICIPIO DE NECHÍ	
PRODUCTO: DOCUMENTO DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS	INDICADOR: DOCUMENTOS DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS REALIZADOS.
MEDIDO A TRAVÉS DE: NÚMERO DE DOCUMENTOS	MEDIDO A TRAVÉS DE: NÚMERO
META TOTAL: 1,00000	META: 1,00000
COSTO; 25.350.000	ES ACUMULATIVO: NO
	ES PRINCIPAL: SI

Nota. El código de la MGA para este indicador es el 2102008

En la Tabla 26 se muestra el producto del objetivo 2, unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas, cuya programación inicia en el segundo semestre del periodo 0 del

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

proyecto. Es el producto de más alto costo con \$3.116.951.091, pues en este se contempla la instalación y puesta en operación de los paneles solares para 160 viviendas.

Tabla 26

Indicadores de producto para el objetivo 2 del proyecto

OBJETIVO 2: IMPLEMENTAR INSTALACIONES ASEQUIBLES PARA LA COBERTURA E INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DE LAS COMUNIDADES RURALES EN ZONAS NO INTERCONECTADAS -ZNI- DEL MUNICIPIO DE NECHÍ.	
PRODUCTO: UNIDADES DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA INSTALADAS	INDICADOR: UNIDADES DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA INSTALADAS
MEDIDO A TRAVÉS DE: NÚMERO DE UNIDADES	MEDIDO A TRAVÉS DE: NÚMERO
META TOTAL: 160	META: 160
COSTO: 3.116.951.091	ES ACUMULATIVO: NO
	ES PRINCIPAL: SI

Nota. El código de la MGA para este indicador es el 2102058

Por su parte, en la Tabla 27 se evidencia el producto del objetivo 3, el servicio de educación informal a las comunidades en temas de eficiencia energéticas y el uso racional de la energía con un costo de \$3.399.000. Este componente incluye costos básicos por capacitaciones y reuniones para 528 usuarios beneficiarios.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 27*Indicadores de producto para el objetivo 3 del proyecto*

Objetivo 3: Capacitar a las comunidades en temas asociados a la prestación del servicio, la eficiencia energética y al uso racional de la energía como factor de sostenibilidad de la infraestructura energética.	
Producto: Servicio de educación informal a las comunidades en temas de eficiencia energética y el uso racional de la energía	Indicador: Personas capacitadas
Medido a través de: Número de personas	Medido a través de: Número
Meta Total: 528	Meta: 528
Costo: 3.399.000	Es acumulativo: No
	Es principal: Si

Nota. El código de la MGA para este indicador es el 2102036

Finalmente, el proyecto tiene un valor total de \$ 3.145.700.251

5.2 Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión del proyecto están asociados a aquellas actividades que son centrales en la gerencia del proyecto, pues son los que medirán el logro de los resultados propuestos en su trámite.

En la Tabla 28 se muestran los principales indicadores con su unidad de medida, su respectivo código de la MGA, así como la fórmula y fuente de verificación.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 28*Indicadores de gestión del proyecto*

INDICADOR	MEDIDO A TRAVÉS DE	CÓDIGO	FÓRMULA	TIPO DE FUENTE	FUENTE DE VERIFICACIÓN
Informes De Seguimiento De Las Interventorías Realizados	Número	1100G073		Inspección	Informes de inspección de la obra: (Plan ambiental, Plan de calidad, Seguridad y salud en el trabajo)
Informes de interventoría revisados	Número	0600G136		Informe	Informes de interventorías y seguimiento a la ejecución del proyecto
Usuarios atendidos	Número	0500G099	No. de usuarios atendidos por año	Informe	Informe de atención a usuarios
Programas de capacitación ejecutados	Porcentaje	0500G088	Programas de capacitación ejecutados/Programas de capacitación programados) * 100	Informe	Informes de capacitaciones
Solicitudes de declaración de zonas de comunidades étnicas resueltas	Número	0500G078	Sumatoria de solicitudes resueltas	Informe	informes de reuniones y actas de acuerdos con comunidades
Mapas e informes de desplazamientos relativos realizados	Número	0500G058		Informe	Informes de levantamientos de información
Estudios De Prefactibilidad Y Factibilidad Elaborados Para El Establecimiento De Plantas Generadoras De Energía Eléctrica Con Base En Fuentes No Convencionales De Energía	Número	0500G042		Informe	Informe de Prefactibilidad y Factibilidad del proyecto
Medidas De Manejo Ambiental En Proyectos De Infraestructura Energética Diseñadas	Número	0500G043		Informe	Informe de avances del proyecto

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Producción De Energía Eléctrica	kilovatio	0500G02	Pee = Eeg1 - Eego	Informe	Informe de operación
---------------------------------	-----------	---------	-------------------	---------	----------------------

Nota. Datos sustraídos de la MGA del proyecto

5.3. Fuentes de financiación

Para este proyecto se propone como fuente de inversión desde lo nacional el IPSE, en el departamento la Gobernación de Antioquia y finalmente en el orden territorial EPM. La Tabla 29 discrimina los aportes y el origen de los mismos.

Tabla 29

Fuentes de financiación del proyecto

Etapa	Entidad	Tipo de entidad	valor	Porcentaje
Inversión	Antioquia	Gobernación de Antioquia – SGR – Asignación para la paz	\$800.000.000	25,4%
Inversión	Empresas Públicas de Medellín -EPM	Empresas Públicas territoriales –Recursos propios-	\$345.700.251	11%
Inversión	Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas – IPSE-	de Entidades presupuesto Nacional PGN- para ZNI	\$2.000.000.000	63,6%
Total inversión			\$3.145.700.251	100%

Nota. Se detallan las fuentes para la etapa de inversión con las entidades involucradas. Elaboración propia.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

5.4. Matriz resumen del proyecto

Se presenta en la figura 15 la Matriz resumen del aplicativo MGA web.

Figura 15

Matriz resumen del aplicativo MGA Web

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Objetivo General	Incrementar la cobertura energética en las zonas no interconectadas - ZNI- del municipio de Nechí del departamento de Antioquia	servicio de apoyo financiero para la financiación de infraestructura de energía eléctrica en las ZNI	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informe de interventoría del proyecto	Se dispone de la tecnología mas adecuada para la zona beneficiada y realizar los planes técnicos de acuerdo a los resultados generados por estos estudios
	1.1 Documentos de lineamientos técnicos	Documentos de lineamientos técnicos realizados	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informe de interventoría	Se cuenta con los estudios de ingeniería acordes al crecimiento de las necesidades energéticas, previendo el aumento de la demanda
Componentes (Productos)	1.2 Servicio de apoyo financiero para la financiación de infraestructura de energía eléctrica en las zonas no interconectadas (Producto principal del proyecto)	Usuarios beneficiados con la ampliación de cobertura	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informe de interventoría	
	2.1 Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas	Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informe y protocolos de puesta en servicio	Se realizan adecuadamente los estudios y análisis de suelos, donde se emplazan las obras y equipos electromecánicos.
	3.1 Servicio de educación informal a las comunidades en temas de eficiencia energética y el uso racional de la energía	Personas capacitadas	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informe y registros de capacitación	Se coordina el manejo de la crisis mediante la utilización de procesos de relacionamiento permanentes, contenido en un plan de comunicaciones efectivo que permite la continuidad del proyecto.
Actividades	1.1.1 - Evaluar las necesidades energéticas de acuerdo con el número de viviendas en un área, el consumo energético y las cargas especiales. (*) 1.1.2 - Elaborar los planos que cuantifican y dimensionan el número de viviendas con o sin servicio de electricidad. (*)	Nombre: Produccion De Energía Electrica Unidad de Medida: kilovatio Meta: 1.0000	Tipo de fuente: Fuente:	Se realizan debidamente los trámites legales y ambientales, ajustados a la ley y normatividad departamental, regional o municipal a la

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

		<p>Nombre: Medidas De Manejo Ambiental En Proyectos De Infraestructura Energética Diseñadas</p> <p>Unidad de Medida: Número</p> <p>Meta: 1.0000</p> <p>Nombre: Estudios De Prefactibilidad Y Factibilidad Elaborados Para El Establecimiento De Plantas Generadoras De Energía Eléctrica Con Base En Fuentes No Convencionales De Energía.</p> <p>Unidad de Medida: Número</p> <p>Meta: 1.0000</p>		cual corresponde.
		<p>Nombre: Mapas e informes de desplazamientos relativos realizados</p> <p>Unidad de Medida: Número</p> <p>Meta: 5.0000</p> <p>Nombre: Solicitudes de declaración de zonas de comunidades étnicas resueltas</p> <p>Unidad de Medida: Número</p> <p>Meta: 1.0000</p> <p>Nombre: Programas de capacitación ejecutados</p> <p>Unidad de Medida: Porcentaje</p> <p>Meta: 3.0000</p> <p>Nombre: Usuarios atendidos</p>		

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

6. Plan Director Del Proyecto

El proyecto desarrollará sus tareas actividades principales y secundarias de diseño, levantamiento; adquisición de bienes,; instalación y puesta en servicio; y, capacitación y entrega en un plazo de un año.

6.1 Acta de inicio del proyecto (project charter)**Tabla 30***Acta de inicio del proyecto*

Nombre del Proyecto: INCREMENTO DE LA COBERTURA ENERGÉTICA EN ZONAS NO INTERCONECTADAS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE NECHÍ	
Preparado por: Yarley Cristina Cardona y Luis Federico Álvarez Álvarez	
Fecha: 19 de noviembre del 2021	
Iniciación:	<p>Nombre del proyecto: INCREMENTO DE LA COBERTURA ENERGÉTICA EN ZONAS NO INTERCONECTADAS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE NECHÍ</p> <p>Duración en meses: 12 meses</p> <p>Perfil requerido del director del proyecto: Ingeniero electricista, electrónico o electromecánico</p> <p>Nombre del director designado para el proyecto: Yarley Cristina Cardona</p>
Propósito / Necesidades de Negocios: Se identificaron los usuarios potenciales y beneficiarios del producto que el proyecto	<p>Propósito:</p> <p>El proyecto pretende dar solución a las necesidades de servicio de electricidad de comunidades y viviendas apartadas de la subregión del bajo cauca antioqueño, donde los programas de electrificación rural mediante redes no han llegado por diferentes causas económicas o técnicas.</p> <p>BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:</p> <p>160 familias, ubicadas en las áreas rurales del bajo cauca.</p> <p>BENEFICIOS SOCIALES O ECONÓMICOS</p>

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

<p>desarrolla para satisfacer las necesidades y dar solución al problema.</p>	<p>COBERTURA: El bajo cauca tiene un 84.1 % de cobertura en el servicio eléctrico, con este proyecto se pretende aumentar en tres puntos porcentuales este indicador de cobertura en la zona</p> <p>GENERACIÓN DE EMPLEO: Con el proyecto se pretende generar alrededor de 10 empleos directos y 12 indirectos por un periodo de 12 meses. El personal indirecto se compone de habitantes de la zona</p> <p>AMBIENTAL: Se obtendrá energía sostenible mediante paneles solares para disminuir el consumo de combustibles fósiles; se espera con este proyecto reducir la brecha en comunicación, conectividad y educación virtual en la zona rural.</p> <p>COSTO SOCIAL: Se mide a través de la mano de obra calificada y la calidad de las viviendas con energía sostenible a bajo costo.</p> <p>EXCENCIÓN EN IMPUESTOS: Los aplicables según las leyes y normas colombianas, especialmente las disposiciones descritas en la Ley 1715 del 13 de mayo del 2014.</p>
<p>Descripción del Producto y Entregables:</p>	<p>Electrificar 160 viviendas rurales ubicadas en zonas aisladas dentro de la Subregión del Bajo Cauca mediante paneles solares a pequeña y mediana escala, para garantizar el acceso a la energía eléctrica permanentemente.</p> <p>El proyecto se enmarca dentro del Plan de Desarrollo de Antioquia para fortalecer los servicios sociales en las zonas rurales del departamento, específicamente, el acceso a los servicios públicos básicos en el Bajo Cauca.</p> <p>Teniendo en cuenta que las zonas rurales representan un potencial de desarrollo, se promueve la instalación de celdas solares financiadas por el Estado con el propósito de proveer de energía eléctrica a viviendas y caseríos pequeños.</p> <p>Esta alternativa energética contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida de estas poblaciones en materia de necesidades básicas, acceso a la educación y en general al desarrollo regional.</p> <p>ENTREGABLES</p> <p>Informe de necesidades energéticas por grupo o caserío</p> <p>Planos de diseño e informe de cálculos.</p> <p>Informe de instalación, inscripción de usuarios y manual de funcionamiento del equipo.</p>
<p>Supuestos y Riesgos:</p>	<p>SUPUESTOS</p> <p>Técnicos: ¿Se encuentran elementos en el subsuelo que comprometen la estabilidad de la construcción?</p> <p>Humanos: ¿La comunidad se encuentra inconforme con la disposición de una o varias estructuras de los paneles y requieren reubicación ocasionando pérdidas económicas indirectas?</p> <p>Jurídicos: ¿Se detiene o retrasa el proyecto por problemas de orden público y/o intervención de líderes sociales, ONG, o grupos en contra del proyecto?</p> <p>Físicos: Se deben reubicar estructuras como soportes de los paneles solares, postes de redes de energía por inestabilidad del terreno, lugares de alto riesgo por derrumbes, inundaciones, movimiento del subsuelo, etc.</p> <p>Financieros: ¿Resulta una solución energética con mejores características técnico-económicas?</p> <p>Administrativos: ¿Crece la demanda energética de manera imprevista?</p> <p>Tiempo: ¿Ya existe algún proyecto de electrificación rural para los próximos 5 a 8 años? (Antioquia iluminada).</p>

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

	<p>RIESGOS</p> <p>Técnico: Ajuste en los planos de diseño y en la tecnología propuesta que no estaban contempladas en la etapa constructiva y reconstructiva.</p> <p>Humanos: Se deben reubicar estructuras como soportes de los paneles solares y postes de redes de energía por inconformidad de la comunidad o por alguna obra nueva; así mismo, se requiere adelantar requerimientos ante la inspección de policía y la secretaría municipal de obras públicas para determinar el grado de exposición de la comunidad.</p> <p>Jurídicos:</p> <p>Físicos: Fallas de los equipos por no tener la adecuada capacidad de entrega de energía eléctrica demandada por los usuarios.</p> <p>Financieros: Se ocasiona retraso en los tiempos de la etapa constructiva generando sobrecostos en el proyecto.</p> <p>Administrativos: Se detiene el proyectos o la obra debido al incumplimiento de aspectos legales.</p> <p>Tiempo: Modificación del cronograma de ejecución por diferentes razones (orden público, políticas)</p>
<p>Actividades y Recursos:</p>	<p>Actividades</p> <p>Identificar las necesidades energéticas de poblaciones no interconectadas de Antioquia.</p> <p>Realizar las Investigaciones socioeconómicas por regiones.</p> <p>Programar las reuniones y comunicación con las comunidades afectadas y beneficiarias.</p> <p>Replantear las instalación de equipos.</p> <p>Realizar la capacitación y transferencia de tecnología.</p> <p>Desarrollar e instalar los equipos.</p> <p>Planear, gestionar y monitorear las comunicaciones del proyecto.</p> <p>Realizar la caracterización de necesidades energéticas por grupos poblacionales.</p> <p>Diligenciar el análisis del mapa actual de ZNI y proyección a 5 años.</p> <p>Realizar estudios de radiación solar por regiones, departamentos y municipios en ZNI.</p> <p>Levantar y seleccionar los casos de estudio.</p> <p>Realizar el Modelamiento Técnico y Financiero de la Solución.</p> <p>Llevar a cabo reuniones y comunicación con las comunidades.</p> <p>Adelantar la inscripción y trámites técnicos, ambientales y legales.</p> <p>Realizar la Planeación, gestión y monitoreo de las comunicaciones del proyecto.</p> <p>Recursos físicos</p> <p>Componentes de tecnología.</p>

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

	<p>Estructuras.</p> <p>Cableados.</p> <p>Paneles solares.</p> <p>Tornillería.</p> <p>Cemento.</p> <p>Arena.</p> <p>Gravilla.</p> <p>Hierro.</p> <p>Pinturas de protección.</p> <p>Instalaciones eléctricas.</p> <p>Marcaciones y señalizaciones de seguridad e informativas.</p> <p>Recurso o talento Humano (Max. un año)</p> <p>1 Gerente Técnico.</p> <p>1 Residente de Obra (Ingeniero electricista).</p> <p>1 Supervisor (Tecnólogo electricista).</p> <p>4 Técnicos Instaladores (4 Técnicos electricistas).</p> <p>4 Ayudantes de obra (Personal de apoyo de la región).</p>
Comunicación e informes:	<p>COMUNICACIÓN</p> <p>¿Qué reuniones consideraría hacer?:</p> <p>Reuniones con líderes indígenas y de poblaciones afrodescendientes</p> <p>Reuniones con líderes sociales y políticos de las regiones donde se desarrollará el proyecto.</p> <p>Entendimiento con fuerzas políticas de las regiones afectadas y beneficiarias.</p> <p>Aplicaciones móviles para comunicación y reuniones (Team, Hangut, Skype y otras).</p> <p>Reuniones asistidas, teleconferencias con trabajadores sociales.</p> <p>Cartelera comunitarias.</p> <p>Estas reuniones serían presenciales o en línea: Algunas presenciales y otras a través de aplicaciones para reuniones grupales</p> <p>Si el proceso de comunicación seria solo por correo electrónico: Algunas comunicaciones serían por medio de correo certificado y también correo electrónico, según las posibilidades teniendo en cuenta las zonas apartadas que no cuentan con señal de datos o de celular.</p> <p>Qué otros procesos utilizarían: Avisos radiales, mensajes a través del párroco de las comunidades, de las fuerzas militares, del corregidor, de las UMATAS, de los despachos de las alcaldías y de la oficina de la mujer.</p>

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

	<p>ENTRADAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acta de constitución del proyecto. 2. Plan para la dirección del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> - Plan de gestión de recursos. - Plan de involucramiento de los interesados. 3. Documentos del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> - Documentación de requisitos. - Registro de interesados. 4. Factores ambientales de la empresa. 5. Activos de los procesos de la organización. <p>HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Juicio de expertos. 2. Análisis de requisitos de comunicación. 3. Tecnología de la comunicación. 4. Modelos de comunicación. 5. Métodos de comunicación. 6. Habilidades interpersonales y de equipo: <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de estilos de comunicación. - Conciencia política. - Conciencia cultural. 7. Representación de datos: <ul style="list-style-type: none"> - Matriz de evaluación de la participación de los interesados. 8. Reuniones. <p>SALIDAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de gestión de las comunicaciones. 2. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> - Plan de involucramiento de los interesados. 3. Actualización a los documentos del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> - Cronograma del proyecto. - Registro de interesados.
<p>Aceptación:</p> <p>Indica el método y el criterio para que el patrocinador y los interesados acepten las entregas específicas del proyecto como completadas y adecuadas.</p>	<p>CRITERIOS</p> <p>El proyecto describe un alcance, unos componentes y también los hitos. Se requiere verificar el cumplimiento de la normatividad técnica Nacional e internacional sobre el tipo de instalaciones eléctricas, fuentes de energía, fuentes de almacenamiento de energía, estructuras y normatividad de seguridad; además del cumplimiento de los objetivos institucionales y de políticas gubernamentales para el desarrollo y operación del proyecto.</p>


COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

<p>Gerencia del cambio:</p>	<p>Desarrollo de la Metodología para el Manejo del Cambio</p> <p>Se debe adoptar y aplicar la normatividad vigente, políticas empresariales e institucionales para el manejo del cambio, con el fin de garantizar la seguridad y la trazabilidad en el manejo de la información técnica y documentos administrativos y contractuales, que se consideran críticos e información privilegiada, con el fin de garantizar su seguridad y actualización.</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[0. Reconocimiento del cambio] --> B[1. Revisión inicial por el propietario del cambio] B --> C[2. Revisión por el aprobador del cambio] C --> D[3. Evaluación detallada del riesgo del cambio] D --> E[4. Aprobación] E --> F[5. Implementación] F --> G[6. Verificación y cierre] </pre> </div> <p style="text-align: center;">ESTÁNDARES INTERNACIONALES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">APLICACIÓN</th> <th style="text-align: left;">ESTÁNDAR O NORMA TÉCNICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">INVERSOR AC/DC</td> <td> <p>IEEE1547: Pruebas de interconexión de sistemas de generación distribuida a la red eléctrica.</p> <p>IEC (International Electrotechnical Commission. UL: Under written Laboratories: pruebas en los equipos. Requisitos para el desempeño, operación, pruebas consideración de seguridad y mantenimiento de la interconexión eléctrica.</p> <p>IEC 61727 y UL 1741: Aplicación en Norteamérica.</p> <p>NMX-J-643/1 –ANCE – 2011: Dispositivos fotovoltaicos – Parte 1. Procedimientos para la medición de las características corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos con luz solar natural o con simulador solar aplicado a celdas solares individuales.</p> <p>NMX – J – 643/3 –ANCE- 2011 Dispositivos fotovoltaicos parte 3: principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación especial, principios de medición espectral básicos para determinar la salida eléctrica de dispositivos PV.</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">NORMAS NACIONALES</p>	APLICACIÓN	ESTÁNDAR O NORMA TÉCNICA	INVERSOR AC/DC	<p>IEEE1547: Pruebas de interconexión de sistemas de generación distribuida a la red eléctrica.</p> <p>IEC (International Electrotechnical Commission. UL: Under written Laboratories: pruebas en los equipos. Requisitos para el desempeño, operación, pruebas consideración de seguridad y mantenimiento de la interconexión eléctrica.</p> <p>IEC 61727 y UL 1741: Aplicación en Norteamérica.</p> <p>NMX-J-643/1 –ANCE – 2011: Dispositivos fotovoltaicos – Parte 1. Procedimientos para la medición de las características corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos con luz solar natural o con simulador solar aplicado a celdas solares individuales.</p> <p>NMX – J – 643/3 –ANCE- 2011 Dispositivos fotovoltaicos parte 3: principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación especial, principios de medición espectral básicos para determinar la salida eléctrica de dispositivos PV.</p>
APLICACIÓN	ESTÁNDAR O NORMA TÉCNICA				
INVERSOR AC/DC	<p>IEEE1547: Pruebas de interconexión de sistemas de generación distribuida a la red eléctrica.</p> <p>IEC (International Electrotechnical Commission. UL: Under written Laboratories: pruebas en los equipos. Requisitos para el desempeño, operación, pruebas consideración de seguridad y mantenimiento de la interconexión eléctrica.</p> <p>IEC 61727 y UL 1741: Aplicación en Norteamérica.</p> <p>NMX-J-643/1 –ANCE – 2011: Dispositivos fotovoltaicos – Parte 1. Procedimientos para la medición de las características corriente-tensión de los dispositivos fotovoltaicos con luz solar natural o con simulador solar aplicado a celdas solares individuales.</p> <p>NMX – J – 643/3 –ANCE- 2011 Dispositivos fotovoltaicos parte 3: principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación especial, principios de medición espectral básicos para determinar la salida eléctrica de dispositivos PV.</p>				

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

	NTC – ISO 50001 ICONTEC	Sistema de gestión de energía (SGEN) Gestión de la energía desde la investigación del desarrollo tecnológico y la innovación. (Colciencias y UPME) 30 de noviembre de 2011. Criterios y parámetros para un sistema de gestión de energía en una organización para mejorar el desempeño energético.
	LEY 1715 del 13 de mayo de 2014	Integra y regula las energías renovables en el Sistema Interconectado Nacional y en el territorio colombiano; regulado por la CREG (Comisión reguladora de energía y gas).
	NTC 5899 1 de 2011	Especifica los requisitos para la construcción de sistemas fotovoltaicos.
	NTC 5899 – 2 DE 2011	Requisitos para realizar pruebas a sistemas y seguridad en módulos fotovoltaicos.
	NTC 2883 DE 2006	Paneles de Silicio cristalino. Requisitos para la calificación del diseño y aprobación de tipos de Módulos fotovoltaicos para paneles solares de silicio monocristalinos, policristalinos o amorfos.
	NTC 5464 de 2010	Requisitos de la IEC (International Electrotechnical Commission) para calificación de diseño y homologación de módulos de lámina delgada de larga duración.
	NTC 5512 de 2013	Requisitos para módulos utilizados en ambientes altamente corrosivos de tipo exterior.
	BATERÍAS	
	NTC 5287 de 2009	Requisitos para baterías utilizadas en sistemas solares fotovoltaicos.
	NTC 6078 o equivalente internacional	Requisitos para cables eléctricos utilizados en bancos de baterías.
	REGULADORES DE CARGA	
	NTC 6016 DE 2013	Requisitos aplicados al comportamiento y rendimiento de controladores de carga de baterías.
	ACONDICIONADORES DE POTENCIA	
	NTC 5759 de 2010	Pautas para la medida de rendimiento de los acondicionadores de potencia en sistemas solares fotovoltaicos aislados.
	RETIE	Capítulo 3: Requisitos para el proceso de Generación, Numeral 21.8.2 Instalación de paneles solares fotovoltaicos, utilizados para proveer de energía eléctrica a instalaciones domiciliarias, industriales, comerciales o establecimientos públicos.
Aprobación YARLEY CRISTINA	Director del proyecto: LUIS FEDERICO ALVAREZ	Patrocinadores: INSTITUTO PARA EL DESARROLLO DE ANTIOQUIA IDEA EPM

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

CARDONA P.		FENOGE
<p>Resumen de hoja de vida del director del proyecto: RESUMEN HOJA DE VIDA</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="flex-grow: 1;"> <p><i>Luis Federico ALVAREZ A.</i> Nacido en Medellín Colombia,</p> <p>Formación Académica: Ingeniero Electricista, egresado de la Universidad Pontificia Bolivariana en el 2015, Tecnólogo Electricista, Egresado del Instituto Tecnológico Pascual Bravo, Medellín (ITPB 1997. Técnico Electricista Egresado del SENA.</p> <p>Posgrado: Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Universidad de Antioquia, 2018.</p> <p>Experiencia como Docente: Fue instructor del área eléctrica en la Unidad de Capacitación Energía de las Empresas Públicas de Medellín, entre el año 1997 al 1999; Docente del Tecnológico Pascual Bravo en las asignaturas de Circuitos Eléctricos I - II y Redes de Distribución Eléctrica entre 1998 al 2001.</p> <p>Instructor del SENA para el módulo de Centrales eléctricas, dictado para el programa de formación de tecnólogos electromecánicos en el año 2010.</p> <p>Experiencia en el Área Técnica: Auxiliar de ingeniería en las áreas de distribución energía de las EPM entre 1998 al 2001; Desde el 2001 hasta 2008, se desempeñó como Operador de Centrales Eléctricas y del 2012 al 2016 se desempeñó como Tecnólogo en el área de Mantenimiento Eléctrico, actualmente está adscrito como profesional técnico Operaciones y planeador del equipo de Mantenimiento en las Centrales Hidroeléctricas Porce II y Porce III de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.</p> <p>Áreas de Interés: Comisionamiento y puesta en marcha de Centrales Hidroeléctricas, Subestaciones en Alta y Extra Alta Tensión, diseño y montaje de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, (MCHs y PCHs), Diseños de instructivos y manuales de Operación y de mantenimiento de equipos electromecánicos en centrales hidroeléctricas; ha participado en varios diplomados sobre el tema y ha realizado estudios de estabilidad para el dimensionamiento de equipos como: Reguladores de velocidad, Reguladores de Tensión, Volantes de Inercia, Turbinas Hidráulicas y Generadores de mediana capacidad.</p> </div> </div>		

Nota. El tema del acta de inicio se elaboró en el Módulo Gestión de la calidad y se actualizó en el proyecto final. Elaboración propia.

6.2 Alcance

El alcance del proyecto está delimitado por los objetivos descritos, con un plazo de ejecución de un año, como se enuncia en el cronograma, partir del año cero (0). La Tabla 31, indica cómo se desarrolla el alcance mediante 4 lotes de trabajos, que inician desde los estudios necesidades, programas externos, diseño de soluciones energéticas, hasta el montaje y puesta en marcha de la solución energética así:

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 31*Lotes de control del proyecto*

1. Lote de Control 1 Estudio de Necesidades energéticas	2. Lote de Control 2 Capacitaciones	3. Lote de Control 3 Diseño de las Soluciones energéticas	4. Lote de Control 4 Montaje y puesta en servicio de las instalaciones energéticas
1.1 Lote de trabajo Estudio técnico de las necesidades energéticas de la población objetivo.	2.1 Lote de trabajo Plan de comunicaciones	3.1 Lote de trabajo Línea de base con las condiciones energéticas encontradas en la población objetivo	4.1 Lote de trabajo Factor de utilización del sistema de paneles por vivienda.
1.2 Lote de trabajo Planos de ubicación de las Viviendas	2.2 Lote de trabajo Vigilancia y control de la obra	3.2 Lote de trabajo Evaluación de acuerdo con el número de viviendas en un área, el consumo energético y las cargas especiales.	4.2 Lote de trabajo Instalaciones electrificadas

Nota. Los lotes de control corresponden a la EDT del proyecto. Elaboración propia

6.3. Estructura de Descomposición De Trabajo – EDT

El acta de inicio se desarrolla conforme a los lineamientos dados en el módulo de Gestión de la calidad del proyecto, dividiéndose en 4 lotes de control, en una estructura de desglose de trabajo EDT, descrita en la Tabla 32 de la siguiente forma:

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 32*Estructura de Descomposición De Trabajo – EDT*

1. Lote de Control 1 Estudiar las necesidades energéticas	2. Lote de Control 2 Desarrollar capacitaciones	3. Lote de Control 3 Diseñar las Soluciones energéticas	4. Lote de Control 4 Realizar el Montaje y puesta en servicio de las instalaciones energéticas
Criterios de aceptación de este lote	Criterios de aceptación de este lote	Criterios de aceptación de este lote	Criterios de aceptación de este lote
1. Permisos gestionados y autorizados	1. Plan de comunicaciones interno y externo aprobado	1. Viabilidad técnico - económica aprobada	1. Mano de obra calificada contratada
2. Licencias gestionadas y aprobadas	2. Disponibilidad de equipo técnico y de oficina	2. Mano de obra no calificada contratada	2. Mano de obra no calificada contratada
3. Estudio técnico y socioeconómico aprobado	3. Transporte y comunicaciones disponibles	3. Mano de obra calificada contratada	3. Paneles solares y plataformas de carga instalados y funcionando
4. Estudio ambiental y de suelos aprobados	4. Plan socioambiental de obra PASAO socializado y aprobado	4. Evaluación de viviendas en el área, consumo energético y cargas especiales autorizadas	4. Curvas de cargabilidad energética aprobadas
5. Planos levantados y aprobados	5. Posicionamiento del proyecto ante la comunidad	5. Campamentos con especificaciones técnicas aprobado	

Nota. Los lotes de control corresponden a la EDT del proyecto. Elaboración propia.

6.4 Cronograma

Se presenta un cronograma de actividades, detallado por semana, con un plazo de un año para la ejecución de los 4 lotes de trabajo del proyecto. En la figura 16 se desarrollan los tiempos para el Lote de Control 1 correspondiente al Estudio de Necesidades energéticas.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 16*Cronograma del proyecto Lote de control 1*

CRONOGRAMA PERIODO 0												
ACTIVIDADES/TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Lote de Control 1 Estudio de Necesidades energéticas												
1.1 Lote de trabajo Estudio técnico de las necesidades energéticas de la población objetivo.												
1.1.1 Estudio técnico y socio económico aprobado al lote de trabajo												
1.1.1.1 Informes del Estado socio económico de las viviendas.												
1.1.2 Diagnóstico ambiental de la zona de estudio												
1.1.2.1 Consulta marco legal												
1.2 Lote de trabajo Planos de ubicación de las Viviendas												
1.2.1 Aprobación de Planos												
1.2.2 Estudio de mercado												
1.2.3 Estudio económico												

Nota. Cronograma del periodo inicial. Elaboración propia

En la figura 17 se señalan los tiempos para el Lote de Control 2 correspondiente a las capacitaciones y que es transversal en el desarrollo del proyecto para la consecución de su sostenibilidad social especialmente.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 17*Cronograma del proyecto Lote de control 2*

CRONOGRAMA PERIODO 0												
ACTIVIDADES/TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2. Lote de Control 2 Capacitaciones												
2.1 Lote de trabajo Plan de comunicaciones												
2.1.1 Piezas gráficas de la obra												
2.1.2 Relacionamiento y negociación con las comunidades												
2.1.2.1 Reuniones y audiencias públicas (Persuasión frente al proyecto)												
2.2 Lote de trabajo Vigilancia y control de la obra												
2.2.1 Mapa de actores e involucrados												
2.2.2 Promoción de veedurías ciudadanas												
2.2.3 Reuniones y audiencias públicas (cumplimiento de ley: antes, durante y después de												

Nota. Cronograma periodo para las capacitaciones. Elaboración propia

En la figura 18 se estiman los tiempos para el Lote de Control 3 correspondiente al Diseño de las soluciones energéticas, es decir, a la instalación final de las soluciones con paneles solares.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 18

Cronograma del proyecto Lote de control 3

CRONOGRAMA PERIODO 0												
ACTIVIDADES/TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3. Lote de Control 3 Diseño de las Soluciones energéticas												
3.1 Lote de trabajo Línea de base con las condiciones energéticas encontradas en la población objetivo												
3.1.1 Informe de la cuantificación y dimensión del número de viviendas con o sin servicio de electricidad.												
3.1.2. Informe de levantamiento de viviendas y censo de beneficiarios												
3.2 Lote de trabajo Evaluación de acuerdo con el número de viviendas en un área, el consumo energético y las cargas especiales.												
3.2.1 Informe de viabilidad técnico-económica de los proyectos												
3.2.2 Estudio de costos												

Nota. Cronograma fase de diseño con las diferentes actividades desglosadas. Elaboración propia

Finalmente, en la figura 19 se estiman los tiempos para el Lote de Control 4 correspondiente a la puesta en marcha de las instalaciones energéticas con paneles solares.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 19*Cronograma del proyecto Lote de control 4*

CRONOGRAMA PERIODO 0												
ACTIVIDADES/TIEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4. Lote de Control 4 Montaje y puesta en servicio de las instalaciones energéticas												
4.1 Lote de trabajo Factor de utilización del sistema de paneles por vivienda.												
4.1.1. Informe de los consumos energéticos por vivienda												
4.1.2. Elaboración de curvas de cargabilidad energética												
4.2 Lote de trabajo Instalaciones electrificadas												
4.2.1.- Manuales de operación y mantenimiento												
4.2.2. - Paneles instalados en funcionamiento												

Nota. Cronograma con el desglose de actividades para la puesta en marcha. Elaboración propia.

6.5 Recurso Humano

En la Tabla 33 se describe el recurso humano requerido y el costo estimado para la mano de obra calificada y no calificada.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 33*Proyección del recurso humano*

CARGOS	CANT	CANT. SMLV	SLMLV 2021	VALOR ANUAL	PERIODO 1	
Gerente técnico	1	3	\$ 908.526	\$ 16.353.468	\$ 16.353.468	\$ 4.088.367
Residente de Obra	1	3	\$ 908.526	\$ 16.353.468	\$ 16.353.468	\$ 12.265.101
Auxiliar administrativo y comunicador	1	2	\$ 908.526	\$ 10.902.312	\$ 10.902.312	\$ 8.176.734
Técnico instalador	4	2	\$ 908.526	\$ 43.609.248		\$ 32.706.936
Ayudante de obra	4	1,2	\$ 908.526	\$ 26.165.549		\$ 13.082.774
Transportador	1			\$ 52.007.798		\$ 0
			SUBTOTAL M.O. CALIF	\$ 87.218.496		\$ 70.319.912
			SUBTOTAL M.O. NO CALIF	\$ 26.165.549		\$ 26.165.549
			TOTAL		\$ 43.609.248	\$ 70.319.912
				\$ 156.993.293		
			SUBTOTAL	\$ 209.001.091		

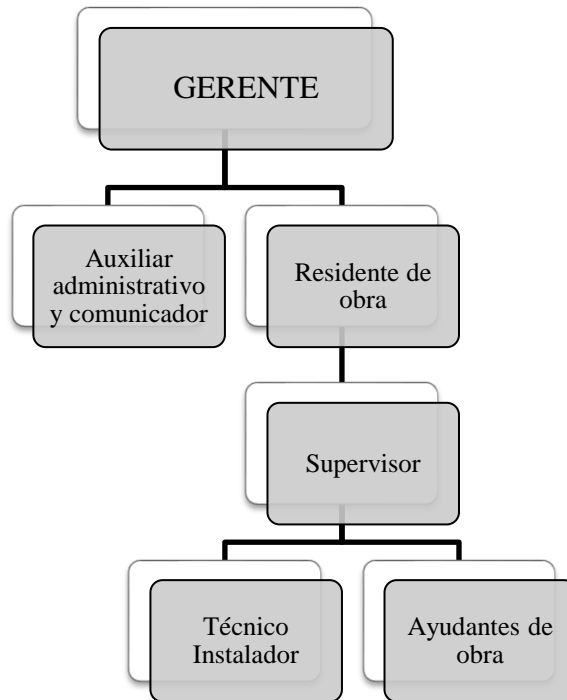
Nota. Se calcula la estimación del costo de la Mano de Obra basados en valores del año 2021. Elaboración propia.

6.5.1 Organigrama

Para el proyecto se requiere una persona que gerencie, así como un auxiliar administrativo, un residente de obra, un supervisor de la obra, un técnico instalador y sus ayudantes de obra. En la figura 20 se observa la jerarquía de los cargos en el organigrama del proyecto.

Figura 20

Organigrama del proyecto



Nota. Se presenta el organigrama para la ejecución de las diferentes etapas del proyecto. Elaboración propia.

6.5.2 Cargos y Funciones

A continuación, se describen las diferentes funciones para los cargos señalados como necesarios en el proyecto.

6.5.2.1 Gerente

- Gestionar el equipo de soporte técnico y evaluar el desempeño.
- Contratar, formar y apoyar el soporte técnico.
- Establecer protocolos de contratación.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Hacer un seguimiento a los contratistas para determinar áreas de mejora.
- Atender los lineamientos definidos por la junta directiva, los requerimientos legales y de calidad en todas las actividades contratadas.

6.5.2.2. Auxiliar administrativo y comunicador

- Transcribir correspondencia, informes, textos, facturas, minutas, escrituras y otros documentos legales.
- Recibir y registrar correspondencia y otro material, coordinar el flujo de información, internamente o con otros departamentos y organizaciones.
- Revisar y corregir los documentos y correspondencia que sale de la oficina para garantizar el cumplimiento de los procedimientos.
- Programar y confirmar los compromisos y reuniones de los jefes.
- Organizar y mantener actualizado el archivo por obra, contratista y vigencia.
- Organizar la agenda del gerente y del ingeniero.
- Preparar correspondencia de rutina.
- Atender al público y responder llamadas telefónicas.
- Verificar las afiliaciones a Seguridad Social de todo el personal.
- Tomar notas y apuntes, preparar actas e informes de las reuniones.
- Hacer registros contables, conciliaciones bancarias, facturas, cotizaciones, manejo de caja menor, liquidación de viáticos.

6.5.2.3. Residente de Obra

- Verificar y validar el proyecto de ejecución de la obra, confrontándolo con el contrato y teniendo en cuenta las modificaciones sugeridas.
- Verificar el cronograma de la obra y el cumplimiento de los plazos establecidos.
- Controlar el cumplimiento de los diseños y especificaciones técnicas del proyecto por parte de los contratistas.
- Aprobar los inicios de los trabajos a ser ejecutados, controlando la calidad de los proyectos asignados; una vez concluidos, emitir las correspondientes certificaciones de fin de obra autorizando el pago de lo contratado.
- Verificar el cumplimiento de las normas en seguridad industrial.
- Verificar el cumplimiento de la normativa laboral vigente por parte del contratista.
- Verificar el cumplimiento de las normativas municipales, autonómicas o estatales de aplicación, como la normativa medioambiental.

6.5.2.4. Supervisor

- Inspeccionar las actividades de trabajo cotidiano: recepción, almacenamiento, control y el envío de materiales a todos los frentes del proyecto.
- Definir los procedimientos de seguridad.
- Atender quejas de los empleados de la obra.
- Lleva a cabo la inspección y ordena las reparaciones de mantenimiento para el depósito de distribución.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Organizar el servicio de transporte en toda la obra.

6.5.2.5 Técnico Instalador

- Instalar sistemas de cableado eléctrico, paneles e infraestructura electromecánica del proyecto.
- Montar equipos y accesorios del sistema eléctrico.
- Diagnosticar un equipo o sistema eléctrico en busca de fallos.
- Reparar las posibles averías de un sistema eléctrico.
- Examinar los planos y los diagramas de circuito para determinar la instalación de los sistemas o solución de averías.
- Inspeccionar equipos, componentes o cableados eléctricos para descubrir posibles defectos o riesgos.
- Instalar tableros de distribución eléctricos y acometidas internas y externas.
- Comprobar la continuidad de los circuitos.
- Conocer y aplicar las medidas de seguridad propias de los trabajos con corriente eléctrica.
- Aislar los sistemas eléctricos y comprobar que todos los circuitos son seguros.

6.5.2.6. Ayudante de obra

- Carga y descarga de material y piezas.
- Preparación del ámbito de trabajo y organización del entorno en obra.
- Paso de cables.
- Colaboración en la instalación de mecanismos.
- Colaboración en la instalación de cuadros de maniobra y control eléctrico.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Colaboración en la instalación de equipos y aparatos eléctricos.
- Colaboración en la en los trabajos de mantenimiento y reparación de redes y equipos.
- Montaje y desmontaje de andamios.
- Limpieza del taller.
- Limpieza del área de trabajo en la obra.
- Mantenimiento de las herramientas, maquinaria y equipos de trabajo.
- Manipulación de los elementos, herramientas, materiales, medios auxiliares, protecciones colectivas e individuales necesarias para desarrollar el trabajo.

6.6 Comunicaciones

6.6.1 Identificación de las necesidades de comunicación de los interesados

Como se describe en el capítulo 10 del PMBOK, el propósito final de la planificación de las comunicaciones (en este caso el proyecto de implantación de paneles solares en zonas no interconectadas ZNI del municipio de Nechí Antioquia), el beneficio es lograr un enfoque documentado de manera eficaz y eficiente, mediante la presentación oportuna de información relevante, como se define en el plan de gestión de las comunicaciones y en el plan de involucramiento de los interesados, además se debe llevar a cabo durante todo el proyecto.

En el ciclo de vida del proyecto también se desarrolla un plan eficaz de gestión de las comunicaciones, esto se logra muy tempranamente cuando se identifican los interesados en el proyecto y el desarrollo del plan para la dirección del proyecto; en el proyecto de soluciones solares en zonas no interconectadas, se inicia con la identificaciones, localización y caracterización de

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

necesidades energéticas de las poblaciones y su proyección de desarrollo, en paralelo con un estudio social y antropológico, ya que en algunas comunidades, priman las costumbres ancestrales sobre el estilo de vida y aspiraciones de los jóvenes, como en las poblaciones indígenas; para ello, es necesario el entendimiento con las comunidades sobre sus necesidades básicas en temas de servicios públicos, como potabilización del agua, iluminación, actividades domésticas y agroindustriales.

Se debe garantizar la oportuna y adecuada recopilación, creación distribución, almacenamiento, recuperación, gestión y disposición final de la información del proyecto, para lograr un flujo adecuado de información entre el proyecto y los interesados, para la comunicación entre el proyecto y las comunidades se usarán técnicas y medios adecuados, con base en las condiciones socioeconómicas, culturales y religiosas de las regiones, tratando de no afectar las condiciones culturales y creencias de su entorno.

La población afectada y beneficiaria del proyecto de instalación de paneles solares, está conformada en su mayoría por caseríos asentados en las riberas de los ríos y vías terciarias en condiciones precarias para su acceso vehicular, en la parte sociocultural son personas de bajo grado de escolaridad y analfabetismo, comunidades ubicadas en asentamientos indígenas, afrodescendientes y raizales. En la figura 21 se visualiza el modelo para este tipo de proyectos derivado del Ministerio de Minas y Energía.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Figura 21*Criterios para la implementación del modelo*

Criterio	Descripción	Condición
Ubicación	Zona no interconectada o aislada	Se deberá verificar que no se encuentre en planes de interconexión en los próximos 5 años
Dispersión	Distancia entre los hogares a atender	Se debe verificar mediante georreferenciación que los hogares no se encuentran agrupados o concentrados
Usuarios	# Viviendas mínimas para ejecución del proyecto	Se deberá contar al menos con 20 usuarios sin servicio
Recurso	Radiación solar	Utilización del mapa de radiación solar del IDEAM
Piso térmico	Se tendrán variaciones dependiendo del piso térmico	Menor a 1000 msnm Mayor a 1000 msnm
Solución Solar Aislada SSA	Sistema que se instalará para cada usuario	Relacionar los criterios de piso térmico y recurso solar

Nota. Se explicitan los criterios, descripción y condición para la ejecución de los proyectos de paneles solares. Tomado del Ministerio de Minas y Energía, 2020.

6.6.2 Describa las fases o momentos que comprendería el proyecto

El plan de comunicaciones se ajustaría a las fases del proyecto de implantación de paneles solares en ZNI, en la forma en que se desarrollan este tipo de proyectos.

6.6.2.1 Prefactibilidad y Factibilidad.

- Identificación de las necesidades energéticas de poblaciones no interconectadas.
- Investigación socioeconómica por regiones.
- Caracterización de necesidades energéticas por grupos poblacionales.
- Análisis del mapa actual de ZNI y proyección a 5 años.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Estudio de radiación solar por regiones, departamentos y municipios en ZNI.
- Levantamiento y selección de casos de estudio.
- Modelamiento Técnico y Financiero de la Solución.
- Reuniones y comunicación con las comunidades.
- Inscripción y tramites técnicos, ambientales y legales.
- Planeación, Gestión y Monitoreo de las comunicaciones del proyecto.

6.6.2.2 Desarrollo del proyecto.

- Reuniones y comunicación con las comunidades afectadas y beneficiarias.
- Replanteo e instalación de equipos.
- Capacitación y transferencia de tecnología.
- Desarrollo e instalación de los equipos.
- Planeación, gestión y monitoreo de las comunicaciones del proyecto.

6.6.2.3 Proceso constructivo.

- Realizar obras preliminares.
- Localización y replanteo.
- Adecuación del terreno.
- Instalar sistema de celdas solares.
- Excavación para soporte y ubicación.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Instalación de celdas solares.
- Instalar cables y dispositivos de energía.
- Excavación zanjas para cables.
- Sistemas de puesta a tierra.
- Instalación y conexión de las baterías.
- Instalación y conexión del regulador.
- Realizar instalaciones internas y conexión equipos en las viviendas.
- Instalación de redes internas.
- Interventoría y supervisión del proyecto.

6.6.2.4 Operación y sostenimiento de la infraestructura.

- Reuniones y comunicación con las comunidades.
- Capacitación para el sostenimiento y reposición de equipos.
- Capacitación para la gestión energética y uso racional de la electricidad.
- Capacitación del modelo de recuperación de la inversión.
- Planeación, gestión y monitoreo de las comunicaciones del proyecto.

6.6.2.5 Distribución de la información.

La distribución de la información debe realizarse mediante herramienta informática y software para el control de la información enviada y recibida, bases de datos, así como interfaces para interactuar con otros sistemas de información, para el levantamiento de indicadores clave de desempeño, como KPI y otros. También se puede incluir otro tipo de información tipo Push, como correos, cartas memorandos, informes, fax, blogs y comunicados de prensa.

6.6.2.6 Resultados esperados.

- Actualizaciones del plan para la dirección del proyecto.
- Actualizaciones al cronograma.
- Actualizaciones a las listas de interesados.
- El plan de involucramiento de los interesados.
- El plan de gestión de las comunicaciones.

6.6.3 Información que se comunicará

6.6.3.1 Tipo de información a comunicar

El tipo de información a comunicar puede variar de un proyecto a otro o de una región a otra; a continuación, se relacionan los tipos de información a comunicar:

- Cronograma del proyecto.
- Lista de beneficiarios y afectados.
- Datos e información general del proyecto (Tel, e-mail de oficinas principales etc.).
- Estructura organizacional del proyecto.
- Cronograma de ejecución.

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- Plan general a nivel nacional e información oficial sobre el proyectos.
- Boletines y comunicados, publicaciones de artículos.
- Metodología para selección de proyectos.
- Procedimiento para solicitudes de infraestructura de nuevos proyectos.
- Procedimiento para hacer PQR.

Además, se deben considerar algunos aspectos en la comunicación, por su sensibilidad y confidencialidad, para aplicar medidas de seguridad y políticas de confidencialidad, a los empleados a fin de garantizar la seguridad y protección de la información privilegiada.

Las tecnologías usadas para la planificación de la gestión de las comunicaciones se pueden dividir en 2 grupos:

- *Para comunicación interna:* Es la comunicación entre los miembros del proyecto; se dispone de las tecnologías de la información y computación y en general los medios informáticos necesarios para la administración del proyecto, tecnologías que permitan registrar, transmitir, recuperar, interactuar, hacer seguimiento y almacenar tales como: software, hardware, comunicaciones móviles y sus aplicaciones, radioteléfono, alguna información puede caracterizarse como sensible, reservada, privilegiada y debe contar con los respectivos controles y seguridad para su acceso.
- *Para comunicación externa:* Se refiere a la comunicación entre el proyecto y Clientes, proveedores, otros proyectos, organizaciones gubernamentales o nacionales, públicos de interés y defensores ambientales; Se buscan las tecnologías más adecuadas y eficientes en costos para la comunicación, dependiendo su ubicación y los interesados; se seleccionan como un medio eficaz para zonas

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

apartadas para el proyecto de instalación de paneles solares, la telefonía para comunicación con líderes sociales, correos certificados.

6.6.3.2 Programación de las actividades de comunicación

- Recursos necesarios: Medios de computación social, Telefonía móvil, radioteléfono, emisoras locales, carteleras comunitarias, canales regionales, el sacerdote de la comunidad.
- Registro de las comunicaciones: Archivos controlados electrónicos y físicos para registros de reuniones, Buzones electrónicos, sitios web y blogs, urnas virtuales para quejas y reclamos.

6.6.4 Metodologías de comunicación

Reuniones presenciales, cartas al personal y voluntarios, boletines, comunicados de prensa, bases de datos, correos electrónicos, sitios web y otros repositorios (para comunicación de tipo Pull), avisos en carteleras comunales, presentaciones, reuniones grupales, avisos en emisoras locales, conversaciones telefónicas, conversaciones directas con líderes sociales, líderes indígenas y líderes de comunidades afrodescendientes, Palabreros, Chamanes, Caciques y Reyes en comunidades apartadas en los diferentes departamentos de la amazonia, la Orinoquia, el alto y bajo Baudó, en los departamentos de Nariño, Cauca y La Guajira.

6.6.5 Frecuencia de comunicación

La información será proporcionada con una frecuencia semanal para las comunidades y diaria a nivel interno

6.6.6 Procesos de comunicación.

- Reuniones con líderes indígenas y de poblaciones afrodescendientes
- Reuniones con líderes sociales y políticos de las regiones donde se desarrollará el proyecto
- Entendimiento con fuerzas políticas de las regiones afectadas y beneficiarias
- Aplicaciones móviles para comunicación y reuniones (Team, Hangut, Skype y otras)
- Reuniones asistidas, teleconferencias con trabajadores sociales
- Carteleras comunitarias

Algunas presenciales y otras a través de aplicaciones para reuniones grupales y algunas comunicaciones serían por medio de correo certificado y también de correo electrónico, según las posibilidades ya que estas varían por ser zonas apartadas, algunas sin señal de datos ni de celular. Otros procesos a utilizar son avisos radiales, mensajes a través del párroco de las comunidades, a través de las fuerzas militares, del corregidor, de las UMATAS, de los despachos de las alcaldías, de la oficina de la mujer.

6.7 Responsables

De acuerdo con las definiciones descritas en el PMBOK, la responsabilidad es una asignación que debe delegarse dentro de un plan para la dirección del proyecto de modo tal que el recurso asignado incurra en la obligación de llevar a cabo los requisitos de la asignación.

La responsabilidad principal está en cabeza de la dirección del proyecto, ya que es quien le corresponde la rendición de cuentas y la autoridad asignadas al nivel jerárquico, la oficina de dirección de proyectos puede tener la responsabilidad a nivel de toda organización. Además, todos

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

los miembros del proyecto tienen la responsabilidad de garantizar que se sigan las reglas documentadas en el acta de constitución del equipo.

6.8 Plan de Adquisiciones

En la Tabla 34 se describe un catálogo de servicios así:

Tabla 34

Catálogo de servicios del proyecto

Código EDT	Producto o Entregable	Tipo de Adquisición	Modalidad de Adquisición	Fechas Estimadas		Presupuesto Estimado
				Inicio	Fin	
A	BLOQUE 1 (KINDER)					
	PRELIMINARES					
A1	REPLANTEO					
A2	LOCALIZACIÓN, TRAZADO Y REPLANTEO.	contratación directa	Contrato directo de servicio			
A3	DESCAPOTE					
A4	Rocería y limpieza, Incluye cargue, transporte y botada de material	contratación directa	Contrato directo de servicio			
A5	INSTALACIONES PROVISIONALES					
A6	Suministro y construcción de , acopios de materiales de playa, acero, cemento.	contratación directa	Contrato suministro de materiales			
B	MOVIMIENTOS DE TIERRA					
B1	LLENOS EN ARENILLA, compactados mecánicamente hasta obtener una densidad del 98% de la máxima obtenida en el ensayo del Proctor modificado.	contratación directa	Contrato suministro de materiales			
B2	LLENOS EN SUELO CEMENTO CON ARENILLA, compactados mecánicamente. Incluye arenilla, 2 sacos de cemento de 50 kg por cada m3,	contratación directa	Contrato suministro de materiales			
B3	LLENOS EN MATERIAL PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN, compactados	contratación directa	Contrato suministro de materiales			

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

	mecánicamente hasta obtener una densidad del 95%		
B4	Colocación de MALLA ELECTROSOLDADA TIPO D 221. Incluye el suministro y el transporte del material y todos los elementos necesarios para su correcta colocación.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
B5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
B6	Suministro, transporte e instalación de tablero de 2 circuitos monofásico 120 voltios, lamina de lámina cola rolled calibre 18, pintura en polvo de aplicación electrostática, tipo epoxi poliéster, barraje en cobre electrolítico 99% de pureza, barras de neutro y tierra, para interruptores tipo QUICK-LAG. Incluye puerta bisagrada, cerradura con llave, tarjetero, obra civil, botada de escombros y demás accesorios necesarios para su correcta instalación. Certificación RETIE y UL 67.		
B7	Suministro, transporte e instalación de materiales para salida eléctrica de toma doble con polo a tierra 15 A, .LEV ref 5320, 125 V y según la norma NEMA 5-15R, certificación RETIE y pruebas de conformidad UL. Incluye toma, la tapa, cajas 4"x4" con tapa suplemento, ducto pvc, conectores de conexión y empalme, adaptadores terminales, curvas, pega pvc, tornillos, conductores de cobre 12 AWG-CU-THHN/THWN-90°C, obra civil, y demás accesorios y elementos para su correcta instalación y funcionamiento.(3 tomas por vivienda).		
B8	Suministro, transporte e instalación de materiales para salida eléctrica expuesta en tubería EMT para interruptor monopolar de alumbrado 10-15		

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

A, 125V, TIPO LEV 1451 o equivalente. Incluye interruptor, ducto EMT, encintada, conductores de cobre 12 AWG-CU-THNN/THWN, cajas metálicas galvanizadas 12*12*5 de sobreponer con tapa suplemento, conectores de conexión y/o empalme, grapa metálica galvanizada doble ala, marcación con pinturita de acuerdo con la norma, obra civil y demás accesorios necesarios para su correcta instalación. (Salida promedio 4 m).

Nota. Adaptado de catálogo de proyectos EPM, 2020.

Por último, en la Tabla 35 se identifica el Plan de Adquisiciones del proyecto así:

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Tabla 35

Plan de Adquisiciones del proyecto

Código EDT	Producto o Entregable	Tipo de Adquisición	Modalidad de Adquisición	Fechas Estimadas		Presupuesto Estimado
				Inicio	Fin	
B9	Suministro, transporte e instalación de materiales para salida eléctrica expuesta en tubería EMT para interruptor bipolar de alumbrado 10-15 A, 125V, TIPO LEV 5224 o equivalente. Incluye suiche, ducto EMT, encintada, conductores de cobre 12 AWG-CU-THNN/THWN, cajas metálicas galvanizadas 12*12*5 de sobreponer con tapa suplemento, conectores de conexión y/o empalme, grapa metálica galvanizada doble ala, marcación con pintura de acuerdo con la norma, obra civil y demás accesorios necesarios para su correcta instalación. (Salida promedio 4 m).	contratación directa	Contrato suministro de materiales			
B10	Suministro, transporte e instalación de salida eléctrica expuesta para alumbrado, en tubería EMT. Incluye ducto EMT, encintada, conductores de cobre 12 AWG-CU-THNN/THWN, cajas metálicas galvanizadas 12*12*5 de sobreponer con tapa suplemento y /o tapa lisa, conectores de conexión y/o empalme, grapa metálica galvanizada doble ala, marcación con pintura de acuerdo con la norma, obra civil y demás accesorios necesarios para su correcta instalación. (salida promedio 4 m).	contratación directa	Contrato suministro de materiales			
B11	Suministro, transporte y colocación de materiales para caja de piso de 40X40X40 cm medidas internas, según normas de EE.PP.M. Incluye excavación, botada de material sobrante, concreto 21 Mpa, mortero 1:5, cama de triturado en el fondo de e=0.06m, bloques de concreto de 0.15x0.20x0.40 m, herraje tipo pesado, tapa tipo pesado y demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento según norma RS3-0002 de EE.PP.M.	contratación directa	Contrato suministro de materiales			

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

B12	Suministro, transporte e instalación de materiales para salida eléctrica de toma doble con polo a tierra 15 A, .LEV ref 5320, 125 V y según la norma NEMA 5-15R, certificación RETIE y pruebas de conformidad UL. Incluye toma, la tapa, cajas 4"x4" con tapa suplemento, ducto PVC, conectores de conexión y empalme, adaptadores terminales, curvas, pega PVC, tornillos, conductores de cobre 12 AWG-CU-THHN/THWN-90°C, obra civil, y demás accesorios y elementos para su correcta instalación y funcionamiento.(Salida promedio de 5 m).	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
B13	Suministro, transporte e instalación de luminaria hermética pandora 2x28W 120-277V, con factor de potencia mayor al 99%, distorsión armónica menor al 10%, con frecuencia de 50Hz-60Hz,con montaje sobre bandeja fácilmente desmontable, sujeta al cuerpo de la luminaria por medio de tornillo	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
B14	Suministro, transporte e instalación de luminaria de sodio 20W 120-277V, con factor de potencia mayor al 99%, distorsión armónica menor al 10%, con frecuencia de 50Hz-60Hz,con montaje sobre bandeja fácilmente desmontable, sujeta al cuerpo de la luminaria por medio de tornillo	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
C	PROTECCIONES ELÉCTRICAS		
C1	Suministro, transporte e instalación de interruptor automático monopolar enchufable (Breaker) de 15 - 50 Amp, tipo QUICK-LAG, THQL o equivalente-ICC=10 KA, no reparable, sellado y contramarcado. Certificación RETIE, UL, SA.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
C2	Suministro e instalación de breaker totalizador industrial de 2x70A, 10kA.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
D	ACOMETIDAS DE ENERGÍA MONOFÁSICAS		
D1	Suministro, transporte e instalación de acometida monofásica para transformador de 5KVA, 7.65KV/240V/120V en 2No8 + 1No 8 AWG THHN/THWN. Incluye	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

	conectores, encintada y demás accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento según normas RETIE y EPM.		
D2	Suministro, transporte e instalación de acometida monofásica en cables 2No6+2No8 AWG- cobre THHN/THWN-90°C. Incluye conectores, encintada y demás accesorios para su correcta instalación y funcionamiento según RETIE.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
D3	Suministro, transporte e instalación de cajón con doble fondo, con cerradura de llave para ML, incluyendo barraje, marcación para la identificación clara de los circuitos, señalización de riesgo eléctrico, elementos de fijación y espacio para totalizador.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
D4	Suministro y transporte de Kit de señalización riesgo eléctrico.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
D5	Suministro e instalación de breaker totalizador industrial de 2x100A, 10kA.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
D6	Suministro transporte e instalación de panel solar 450W, incluye marcación de circuitos, accesorios de fijación, conectores y demás implementos para su correcto funcionamiento.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
E	PUESTA A TIERRA Y SUS DERIVADOS, EQUIPOS DE MEDIDA, TRANSFORMADORES Y NORMAS PARA REDES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE EE.PP.M		
E1	Suministro, transporte y montaje de transformador monofásico de 5 KVA 7.65KV/240/120V tipo convencional para montar en poste según norma RA3-026: Incluye calibración en EPM y todos los elementos y accesorios de la norma.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
E2	Suministro, transporte e instalación de contador electrónico multifuncional 3fases- 3H calibrado y aprobado ante EPM. Incluye 2 transformadores de corriente 100/5A clase 0.5 calibrados y aprobados por EPM y accesorios para su correcta instalación.	contratación directa	Contrato suministro de materiales

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

E3	Suministro, transporte e instalación de bornera Landis para contador multifuncional aprobada por EPM. Incluye accesorios para su correcta instalación.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E4	Suministro, transporte e instalación de cable de cobre desnudo calibre No. 1/0 AWG, cableado clase B, instalado enterrado en terreno natural a 0,5m. Cilíndrico, compactado, concéntrico, trenzado, formado con alambre cilíndrico sin revestimiento, construido con un núcleo central rodeado por una o más capas de hilos compactados, cableados helicoidalmente, Norma B-8 de la ASTM.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E5	Suministro, transporte e instalación de cable THW No 1/0 AWG, incluye sus accesorios para su correcta instalación	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E6	Suministro, transporte y colocación de soldadura por reacción exotérmica de 90gr, incluye carga, molde, pinzas de sujeción del molde y del cable, chispero y todos los demás elementos y accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E7	Suministro, transporte e instalación de Caja 12x12x5 tipo intemperie, incluye todo sus accesorios para su correcta instalación y funcionamiento	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E8	Suministro, transporte e instalación de cable de cobre desnudo calibre No. 1/0 AWG, cableado clase B, instalado enterrado en terreno natural a 0,5m. Cilíndrico, compactado, concéntrico, trenzado, formado con alambre cilíndrico sin revestimiento, construido con un núcleo central rodeado por una o más capas de hilos compactados, cableados helicoidalmente, Norma B-8 de la ASTM.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E9	Suministro, transporte e instalación de puesta a tierra según norma RA6-013 de EE.PP.M con varilla copperweld 5/8" de 2.4 metros (3 electrodos). Incluye la varilla y demás elementos necesarios para su correcta instalación.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

E10	Suministro, transporte e instalación de cable de cobre desnudo calibre No. 1/0 AWG, cableado clase B, instalado enterrado en terreno natural a 0,5m. Cilíndrico, compactado, concéntrico, trenzado, formado con alambre cilíndrico sin revestimiento, construido con un núcleo central rodeado por una o más capas de hilos compactados, cableados helicoidalmente, Norma B-8 de la ASTM.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E11	Suministro, transporte e instalación de puesta a tierra según norma RA6-013 de EE.PP.M con varilla copperweld 5/8" de 2.4 metros (3 electrodos). Incluye la varilla y demás elementos necesarios para su correcta instalación.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
E12	Suministro, transporte y colocación de soldadura por reacción exotérmica de 90gr, incluye carga, molde, pinzas de sujeción del molde y del cable, chispero y todos los demás elementos y accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
F	ELEMENTOS Y CABLES PARA ILUMINACION		
F1	Suministro, transporte e instalación de salida para bombilla 6W. Incluye toma sencillo de la línea Luminex KORA, caja metálica galvanizada/PVC 4"x4" con tapa suplemento y demás accesorios necesarios para su correcta instalación.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
F2	Suministro, transporte e instalación de acometida para en cable de antifraude (2x8) polarizado. Incluye identificación de cables con anillos, encintada, chequeo de continuidad (megger) y demás elementos necesarios para su correcta instalación por tubería existente.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
G	ELEMENTOS Y CABLES PARA RED INTERNA		
G1	Suministro transporte e instalación de salida para access point por tubería EMT. Incluye caja de 12x12x5, tapa y accesorios necesario para su correcto funcionamiento, con aparato.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

G2	Suministro, transporte e instalación de luminaria exterior tipo poste 30W por cabeza 120-277V, con grado de protección IP67, factor de potencia mayor al 90%, distorsión armónica menor al 20%, con frecuencia de 60Hz, cuerpo en plástico de alta resistencia a los impactos y altas temperaturas, batería en plomo calcio, con recarga automática por panel solar y batería individual, libre de mantenimiento con auto diagnóstico autonomía de 90 min.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
G3	Suministro, transporte e instalación de luminaria bala cilindro circular capela 2x26W, 120-277V, con grado de protección 20, factor de potencia mayor al 98%, distorsión armónica menor al 10%, con frecuencia de 50Hz-60Hz, con Socket G24 o E27.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
G4	Suministro e instalación de acometida en 3No4+1No8, por ducto PVC de 1 1/4" incluye tubería y accesorios.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
G5	Suministro, transporte e instalación de Unión galvanizada 3/4" incluye sus accesorios para su correcta instalación	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
G6	Suministro, transporte e instalación de bajante de 3 metros en tubería metálica galvanizada en caliente tipo pesada de 3/4". Incluye boquillas, grapas doble ala y accesorios necesarios para su correcta instalación. Según diseño.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
G7	Suministro, transporte e instalación de conector a compresión bimetálico para cables calibre 1/0.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
	Suministro, transporte y colocación de soldadura para Conexión al acero de refuerzo. Incluye soldadura exotérmica de 115, soldadura eléctrica y todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
G8	Suministro, transporte y colocación de soldadura para Conexión al acero de refuerzo. Incluye soldadura exotérmica de 115, soldadura eléctrica y todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
H	REDES EXTERIORES		

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

H1	Suministro, transporte y colocación de materiales para caja de piso de 40X40X40 cm medidas internas, según normas de EE.PP.M. Incluye excavación, botada de material sobrante, concreto 21 Mapa, mortero 1:5, cama de triturado en el fondo de e=0.06m, bloques de concreto de 0.15x0.20x0.40 m, herraje tipo pesado y antifraude, tapa tipo pesado y demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento según norma RS3-016 de EE.PP.M.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
H2	Suministro, transporte e instalación de tubería PVC de 3/4" por piso, muro y/o buitrón. Incluye obra civil, pega PVC más limpiador, curvas, adaptadores, resanes en mortero 1:5 y demás elementos necesarios para su correcta instalación.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
H3	Suministro, transporte y colocación de materiales para caja de piso de 40X40X40 cm medidas internas, según normas de EE.PP.M. Incluye excavación, botada de material sobrante, concreto 21 Mpa, mortero 1:5, cama de triturado en el fondo de e=0.06m, bloques de concreto de 0.15x0.20x0.40 m, herraje tipo pesado y antifraude, tapa tipo pesado y demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento según norma RS3-016 de EE.PP.M.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
H4	Suministro, transporte y colocación de materiales para caja de piso de 40X40X40 cm medidas internas, según normas de EE.PP.M. Incluye excavación, botada de material sobrante, concreto 21 Mpa, mortero 1:5, cama de triturado en el fondo de e=0.06m, bloques de concreto de 0.15x0.20x0.40 m, herraje tipo pesado y antifraude, tapa H5 tipo pesado y demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento según norma RS3-016 de EE.PP.M.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales
I	POSTES DE ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES		
II	Suministro, transporte e hincada de poste de energía de 12 metros 510kg. Incluye pintura de acuerdo con normas EPM.	contrat ación directa	Contrato suministro de materiales

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

I2	Suministro, transporte e hincada de poste de energía de 8 metros 510kg norma RA7-035. Incluye pintura de acuerdo con normas EPM.	contratación directa	Contrato suministro de materiales
I3	Suministro y transporte de Kit de señalización riesgo eléctrico	contratación directa	Contrato suministro de materiales
J	ASEO Y REMATES		
J1	Suministro, transporte y aplicación de ácido nítrico e hidrosolve proporción 1:1:5 para lavada de muros exteriores, con todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	contratación directa	Contrato directo de servicio
J2	Suministro, transporte y aplicación de hidrófugo impermeabilizante del tipo siliconita (Sika transparente o equivalente) o equivalente para mampostería de fachadas, con todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento.	contratación directa	Contrato directo de servicio
K	ESTUDIOS Y DISEÑOS		
K1	ELABORACIÓN DE PLANOS		
K2	Planos récord o planos de obra terminada Arquitectónicos, Estructurales, Hidrosanitarios y Eléctricos actualizados elaborados por el Contratista y aprobados por la Interventoría.	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia
K3	Informe final de las obras construidas de ocupación de cauce, plano y registro fotográfico. Incluye la solicitud y trámite del cierre del expediente o resolución ante dicha autoridad ambiental.	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia
K4	Informe final de las obras construidas de concesión y vertimientos de aguas, plano y registro fotográfico. Incluye la solicitud y trámite del cierre del expediente o resolución ante dicha autoridad ambiental.	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia
L	LEGALIZACIONES		
L1	Inspección de obra y verificación el cumplimiento de la instalación eléctrica interna con respecto a los requerimientos del reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, incluye el pago y	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

	constancia de dictamen de inspección por parte de la empresa certificadora.		
L2	Trámites de legalización de la energía. Incluye pagos y certificación del RETIE de toda las instalaciones eléctricas completas tanto internas como externas, incluyendo el transformador proyectado con su acometida secundaria y tableros de medida con sus protecciones principales, se debe presentar constancia del dictamen de inspección por parte de la empresa certificadora y trámites ante el operador de redes.	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia
L3	Limpieza de cámaras de inspección, limpieza de la tubería de alcantarillado residual, lluvia o combinada que se construyó. Se contrata mínimo dos horas	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia
L4	Inspección de obra y verificación de conformidad de transformador proyectado, acometida secundaria, tablero de medida con sus protecciones principales para el cumplimiento del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, incluye anexar factura de pago y constancia de dictamen de inspección por parte de la empresa certificadora.	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia
L5	Levantamiento, diseño y trámites de aprobación ante EPM del proyecto de redes, conforme a disposiciones establecida por EPM. Incluye solicitud del punto de conexión, corriente de cortocircuito en ese punto y cantidades de obra.	Preasignado	Decisión Gobernación de Antioquia

Nota. Ítem de adquisiciones. Elaboración propia.

7. Referencias bibliográficas

Alcaldía municipal de Nechí. (2020). *Plan de desarrollo Nechí compromiso de todos 2020-2023*.

<http://www.nechi-antioquia.gov.co/noticias/acuerdo-no004-junio-11-de-2020>

Betancur, T., Mejía, O., & Palacio, C. (2009). Modelo hidrogeológico conceptual del Bajo Cauca antioqueño: un sistema acuífero tropical. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (48), 107-118.

Castaño, M., García, J. (2020). Análisis de los incentivos económicos en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia. *Lecturas de Economía*, (93), 23-64.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1552/155262601002/html/index.html>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe –CEPAL. (2017). *Avances en materia de energías sostenibles en América Latina y el Caribe. Resultados del Marco de Seguimiento Mundial*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42552/1/S1701027_es.pdf

Cortés, S., Arango, A. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38),375-390.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151354939007>

Departamento Administrativo de Estadística -DANE- (2 de septiembre de 2021). *Información Pobreza multidimensional nacional 2020*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-multidimensional>

Departamento Administrativo de Estadística DANE. (2020). *Proyecciones de población*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y->

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

poblacion/proyecciones-de-poblacion

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda, Geoportal*. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2019). *Boletín Técnico Pobreza Monetaria Departamental Año 2018*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2018/bt_pobreza_monetaria_18_departamentos.pdf Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2019). *Encuesta de Calidad de Vida Año 2019*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2019#:~:text=Para%202019%20en%20centros%20poblados,40%2C4%25%2C%20respectivamente.>

Departamento Nacional de Planeación -DNP- (2017). *Zonas No Interconectadas –ZNI Diagnóstico de la prestación del servicio de energía eléctrica*.

Empresas Públicas de Medellín –EPM-. (2019). *Energía Solar, Cronología en Energía Solar. Documento de prensa*. www.epm.com.co/site/energía-solar-epm.

García, C. (1993). *El Bajo Cauca antioqueño: cómo ver las regiones. Instituto de Estudios Regionales –INER- Colección Sociedad y Conflicto*. Universidad de Antioquia.

Gobernación de Antioquia. (2020). *Ordenanza 06. Plan de desarrollo “Unidos por la vida” 2020-2023*. https://plandesarrollo.antioquia.gov.co/archivo/PlanDesarrolloUNIDOS_VF comprimido-min.pdf

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM-. (s.f). *Colección Atlas de Radiación Solar de Colombia. Mapa de Radiación Solar sobre una superficie plana.*

IDEAM. http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/2-Mapas_Radiacion_Solar.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM. (2016). *Inventario Nacional y Departamental de Gases Efecto Invernadero - INGEI.*

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>

Ladino, R. (2011). *La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Caso vereda Carupana, municipio de Tauramena, departamento de Casanare*

(Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/1085>

Michael Ezequiel Gómez-Rodríguez; Francisco José Molina-Pérez; Diana María Agudelo-Echavarría; et al. (2017). Cambios en la cobertura del suelo en el municipio de Nechí: Una

aproximación al impacto ambiental de la minería, 1986-2010. *Revista Facultad de Ingeniería*, 26(45), 149-163. <https://www.redalyc.org/journal/4139/413954888012/>

Ministerio de Minas y Energía. (2019). *Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica PIEC, 2019-2023.* Unidad de Planeación Minero Energética UPME.

<http://www.upme.gov.co>

Ministerio de Minas y energía. (2020). *Energías Renovables No Convencionales.*

<https://www.minenergia.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (s.f) *Objetivos de Desarrollo Sostenible.*

COBERTURA ENERGÉTICA CON INSTALACIÓN DE PANELES EN NECHÍ

- <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>
- Red de pobreza multidimensional. (2020). *Índice de Pobreza Multidimensional -IPM-*.
<https://mppn.org/es/pobreza-multidimensional/por-que-el-ipm/>
- República de Colombia. (2018). *Ley 1955 de 2019. Plan de Desarrollo Nacional “Pacto por Colombia, Pacto por la equidad” 2018-2022.* <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30036488>
- Rocha, S. (2003). *Proyecto de Electrificación de comunidades Rurales por medio de Fuentes Alternativas de Energía.* Tesis en Opción al grado de Maestro en ciencias de la ingeniería Eléctrica con Especialidad en Potencia. <http://eprints.uanl.mx/1454/1/1020149207.PDF>
- Rodríguez Murcia, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería*, (28), 83-89.
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2020). *Estado de la cobertura eléctrica y las zonas no interconectadas -ZNI- en la Región Central de Colombia.*
<https://regioncentralrape.gov.co>