

ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LAS VEREDAS EL TOTUMO Y LA CONCEPCIÓN UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE YONDÓ, ANTIOQUIA.

SANDRA MILENA RODRÍGUEZ ARISTIZABAL

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
MAESTRIA EN SOSTENIBILIDAD
MEDELLIN
2023

ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LAS VEREDAS EL TOTUMO Y LA CONCEPCIÓN UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE YONDÓ, ANTIOQUIA.

SANDRA MILENA RODRÍGUEZ ARISTIZABAL

Trabajo de grado para optar al título de Maestría
en Sostenibilidad

Asesor

HUGO ALBERTO CARDONA RESTREPO

Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
MAESTRIA EN SOSTENIBILIDAD
MEDELLIN
2023

Medellín, enero 24 de 2023

"Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad". Art. 82 Régimen Discente de Formación Avanzada, Universidad Pontificia Bolivariana.

Sandra Milena Rodríguez Aristizabal



Sandra Milena Rodríguez Aristizabal
1096-190.603.

Firma: _____
Sandra Milena Rodríguez Aristizabal

CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
2 JUSTIFICACIÓN	12
3 OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4 MARCO REFERENCIAL	14
4.1 MARCO CONCEPTUAL	14
4.2 MARCO LEGAL	17
4.3 ESTADO DEL ARTE	21
4.4 METODOLOGÍA	28
5 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	31
5.1 CARACTERIZACIÓN VEREDA LA CONCEPCIÓN (LA CONCHA)	31
5.2 CARACTERIZACIÓN VEREDA EL TOTUMO	41
5.3 CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ACTUAL DE ENERGÍA EN LAS VEREDAS LA CONCEPCIÓN Y EL TOTUMO	48
6 ESTADO DEL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS	50
7 EVALUACIÓN AMBIENTAL	55
7.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES PARA MEDIR LA SOSTENIBILIDAD POR EL USO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	58
8 ANÁLISIS DE RESULTADOS	59
9 CONCLUSIONES	64
10 CONCEPTO ÉTICO	66
11 RECOMENDACIONES	67
12 RBIBLIOGRAFÍA	68
13 ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proyectos de FNCER desarrollados en las ZNI de Colombia.....	25
Tabla 2. Ubicación vereda La Concepción.....	31
Tabla 3. Datos vereda La Concepción.	32
Tabla 4. Radiación solar y parámetros meteorológicos.	35
Tabla 5. Equipamientos vereda La Concepción.....	40
Tabla 6. Ubicación vereda El Totumo.....	41
Tabla 7. Datos vereda El Totumo.	42
Tabla 8. Radiación solar y parámetros meteorológicos.	45
Tabla 9. Áreas de vestigios arqueológicos.	46
Tabla 10. Equipamientos vereda El Totumo.	46
Tabla 11. Consumo de energía vereda La Concepción.	48
Tabla 12. Consumo de energía vereda El Totumo.	48
Tabla 13. Identificación de actividades	55
Tabla 14. Matriz de aspectos e impactos ambientales, escenario sin uso de los sistemas fotovoltaicos.....	56
Tabla 15. Matriz de aspectos e impactos ambientales, escenario con uso de los sistemas fotovoltaicos.....	57
Tabla 16. Conversión emisiones por electricidad	58
Tabla 17. Consumo de energía vereda La Concepción	59
Tabla 18. Consumo de energía vereda.....	59
Tabla 19. Total de emisiones de CO ² generadas por veredas	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Energía solar en el mundo.....	14
Figura 2. Energía eólica en el mundo.	15
Figura 3. Mapa de irradiación solar en Colombia.	16
Figura 4. Generación de energía más reciente instalada anual en 2010 vs. 2019.....	23
Figura 5. Caracterización general de las ZNI.	24
Figura 6. Objetivos de desarrollo sostenible.....	27
Figura 7. Objetivos de desarrollo sostenible objeto de análisis.....	28
Figura 8. Ubicación vereda La Concepción (La Concha).....	32
Figura 9. Transporte fluvial.	37
Figura 10. Visita a la Veredas.	37
Figura 11. Ubicación vereda El Totumo.	42
Figura 12. Características técnicas de los sistemas fotovoltaicos instalados convenio EPM-Alcaldía	49
Figura 13. Medio Abiótico	60
Figura 14. Medio Socioeconómico	61

RESUMEN

En este trabajo de grado se analiza como la implementación de los sistemas fotovoltaicos representa un mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las veredas la Concepción y el Totumo, ubicadas en el municipio de Yondó en el departamento de Antioquia.

Este municipio cuenta con 60 veredas de las cuales algunas no están conectadas al Sistema Interconectado Nacional SIN; por lo cual, las veredas que se encuentran en zonas geográficamente apartadas se denominan Zonas No Interconectadas ZNI.

Las causas principales por las cuales no ha sido posible la electrificación rural se deben a restricciones económicas y ambientales; siendo un impedimento para obtener la conexión al servicio público de energía por parte del operador de red (Empresas Públicas de Medellín-EPM).

Por lo anterior, estas veredas como ZNI requieren de soluciones energéticas de fácil instalación, técnicamente seguras, que represente ahorre en recursos naturales y sean autónomas como los sistemas fotovoltaicos aislados de la red.

En estas veredas habitualmente generan energía a partir del uso de generadores tipo lister que requieren consumo de combustibles fósiles, kerosene, leña, parafinas (velas) y consumo de baterías alcalinas, siendo alternativas de energía poco sostenibles con el medio ambiente.

Para este caso evidenciamos que en las veredas objeto de estudio se instalaron dos sistemas fotovoltaicos en las casetas comunales por parte EPM en alianza con la administración municipal, con el fin de ofrecer una alternativa temporal de acceso a la energía a las comunidades mientras se definen proyectos energéticos integrales por vivienda.

Es por esto, que se realiza el análisis de la sostenibilidad, basados en el contexto social, económico y ambiental de las veredas, con y sin el uso de los sistemas fotovoltaicos.

Palabras clave: Sostenibilidad, sistemas fotovoltaicos y zonas no interconectadas

ABSTRACT

In this degree work we analyze how the implementation of photovoltaic systems represents an improvement in the quality of life of the inhabitants of the villages of La Concepción and El Totumo, located in the municipality of Yondó in the department of Antioquia.

This municipality has 60 villages, some of which are not connected to the National Interconnected System SIN; therefore, the villages located in geographically remote areas are called Non-Interconnected Zones (ZNI).

The main reasons why rural electrification has not been possible are due to economic and environmental restrictions; being an impediment to obtain the connection to the public energy service by the network operator (Empresas Públicas de Medellín-EPM).

Therefore, these ZNI villages require energy solutions that are easy to install, technically safe, save natural resources, and are autonomous, such as off-grid photovoltaic systems.

In these villages they usually generate energy from the use of lister type generators that require consumption of fossil fuels, kerosene, firewood, kerosene (candles) and consumption of alkaline batteries, being energy alternatives that are not very sustainable with the environment.

In this case, we found that in the villages under study, two photovoltaic systems were installed in the communal huts by EPM in alliance with the municipal administration, in order to offer a temporary alternative of energy access to the communities while integral energy projects are defined for each house.

This is why the sustainability analysis is carried out, based on the social, economic and environmental context of the villages, with and without the use of photovoltaic systems.

Keywords: Sustainability, Photovoltaic Systems y non-interconnected zones

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, Colombia viene adelantando proyectos que permiten la provisión del servicio de energía eléctrica en aquellos territorios no conectados al sistema interconectado nacional (SIN), los cuales se definen como zonas no interconectadas (ZNI). En el departamento de Antioquia, en el municipio de Yondó, el gobierno local ha identificado que el municipio cuenta con ZNI y ha acudido al operador de red Empresas Públicas de Medellín (EPM) con el fin de identificar si es posible ejecutar proyectos de electrificación rural.

En estas zonas hay viviendas ubicadas en veredas que carecen del servicio de energía, también algunas viviendas ubicadas en veredas ya energizadas; esto se debe a que son viviendas muy dispersas, se ubican en áreas protegidas, no cuentan con los mínimos de usuarios requeridos y la ejecución de proyectos de electrificación rural pueden ser muy costosos.

El municipio de Yondó fue instituido el 23 de noviembre de 1978 como municipio y hace 44 años viene creciendo su población en la zona urbana y rural. El crecimiento poblacional ha generado necesidades en materia de la prestación de servicios públicos, de acuerdo con el plan de desarrollo 2020-2023 y el DANE, el servicio de energía es prestado al 98,9 % de las viviendas del municipio en la zona urbana y en la zona rural 93,6%.

Uno de los mayores retos que presenta la administración municipal actual, es la asignación de recursos por lo que ha tenido que buscar alianzas estratégicas con el fin de materializar proyectos de energía renovables, por tal motivo ha acudido al operador de red EPM con el fin de buscar apoyo y recursos para la implementación de este tipo de proyectos.

Por lo anterior, la administración municipal junto con EPM suscribió en el año 2021 un convenio interadministrativo con el fin de instalar dos sistemas fotovoltaicos en las veredas La Concepción y El Totumo, que fueron instalados en marzo de 2022 y presentaron falla en agosto de 2022.

Por lo tanto, este estudio busca aportar el análisis de sostenibilidad de la implementación de sistemas fotovoltaicos en las veredas mencionadas.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad EPM presta el servicio de energía eléctrica en el municipio de Yondó ubicado en el departamento de Antioquia, cuenta con una subestación de energía de 44/13,2 kV que incluye un transformador de potencia de 10 MVA y sus redes de distribución local.

Esta subestación entró en operación en el año 2020, con el fin de atender la demanda energética y mejorar la calidad y confiabilidad del servicio en la zona urbana y rural del municipio.

A causa de la construcción de la subestación Yondó, se han generado altas expectativas por parte de las comunidades de las veredas más apartadas del casco urbano del municipio, quienes aún no cuentan con el servicio de energía en sus viviendas.

La falta de acceso a la electricidad ha generado en los habitantes de esas veredas inconvenientes que dificultan su vida diaria; siendo zonas donde las temperaturas oscilan entre 30° y 33° centígrados en el año, afectando la capacidad de trabajo, la educación, el ocio, el acceso a la información, las garantías de salud y la higiene.

EPM ha recibido solicitudes de la alcaldía para la electrificación de las veredas La concepción y El totumo, las cuales han sido denegadas por los resultados de los estudios que identifican restricciones ambientales y económicas que impiden viabilizar la construcción de las redes eléctricas.

Los motivos que justifican esta falta de servicio son principalmente: alto costo de la electrificación convencional debido a la gran distancia (caída de tensión) entre el centro de carga y los puntos de consumo (viviendas). A ello hay que añadir la falta de capacidad financiera de los propios usuarios y de las instituciones que deberían garantizar el suministro eléctrico a las comunidades rurales.

Por lo tanto, las conclusiones de los estudios fueron determinantes para que EPM, a través del Proyecto Electrificación Rural, decidiera no electrificar estas veredas.

Con el fin de buscar una alternativa de solución para las veredas, identificamos que EPM se encuentra formulando un proyecto para definir e implementar la estrategia integral de acceso al servicio de energía a las comunidades rurales a partir de soluciones técnicas y costo eficientes para las zonas no interconectadas (ZNI) y zonas aisladas de transmisión y distribución del grupo EPM, pero este proyecto podría tardar en ejecutarse entre dos y tres años.

Actualmente, de acuerdo con el informe sectorial de la prestación del servicio de energía eléctrica del año 2022 emitido por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las zonas no interconectadas (IPSE), las ZNI representan el 53% del territorio nacional.

Estas dificultades exigen unas soluciones específicas para el desarrollo de programas de electrificación en zonas rurales que tengan en cuenta el uso de recursos energéticos locales, un costo prácticamente fijo para la operación y el mantenimiento del servicio, la gestión por parte de la propia comunidad beneficiaria y una buena relación costo/servicio al usuario.

Por lo anterior, para brindar una alternativa de acceso energético a las veredas, EPM en alianza con la alcaldía municipal suscribieron un convenio con el fin de instalar un sistema fotovoltaico en las casetas comunales de cada vereda, permitiendo el acceso a la energía, mientras se instalan soluciones energéticas integrales por vivienda.

Siendo así, el propósito de este proyecto de grado es elaborar un análisis de sostenibilidad que presente los impactos positivos económicos, ambientales y sociales de las comunidades de las veredas. Y como este tipo de proyectos se alinean a las metas y a los objetivos de desarrollo sostenible definidos por la Organización de Naciones Unidas (ONU).

2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, Colombia avanza en la implementación de proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable para atender la demanda de las zonas no interconectadas ZNI.

Estos proyectos se promueven y se ejecutan por las iniciativas del gobierno nacional y del sector privado, que tienen como meta facilitar el acceso a la energía eléctrica y avanzar en el cumplimiento de las metas de los objetivos de desarrollo sostenible definidos por la Organización de las Naciones Unidas ONU.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen un llamado global, para que los países implementen acciones para poner fin a la pobreza, proteger el ambiente y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo.

A pesar de las iniciativas que se adelantan en el territorio nacional, según el informe sectorial de la prestación del servicio de energía eléctrica en Zonas No Interconectadas-ZNI (IPSE, 2022), publicado por la superintendencia de servicios públicos domiciliarios para el año 2022 las ZNI representan un área de 1.141.748 km² que corresponde al 52% del país que no tienen acceso al Sistema de Interconectado Nacional SIN.

Una ZNI identificada en el departamento de Antioquia, es el municipio de Yondó que lo integran 60 veredas, de las cuales algunas no tienen acceso a la energía eléctrica, esto debido a las limitaciones geográficas, económicas y restricciones ambientales, no ha sido posible ejecutar proyectos de electrificación rural que permitan el acceso de la energía eléctrica a las comunidades.

Adicionalmente, estas veredas no cuentan con servicios públicos, haciéndose más difícil el desarrollo de las actividades productivas, domésticas y comerciales de la comunidad; en consecuencia, son comunidades que presentan condiciones de pobreza.

Por lo anterior y con el fin de contribuir al desarrollo del municipio de Yondó, Empresas Públicas de Medellín EPM, suscribió en el año 2021 una alianza con la alcaldía municipal aportando la instalación de un sistema fotovoltaico en los salones comunales de las veredas La Concepción y El Totumo, esto es una alternativa parcial, mientras el gobierno local provee soluciones energéticas integrales por vivienda.

Todo lo anterior, demuestra la importancia de realizar un análisis de sostenibilidad que demuestre si el uso de los sistemas fotovoltaicos impacta de manera positiva o negativa a las comunidades a nivel ambiental, económico y social.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Formular un análisis de sostenibilidad sobre el uso de los sistemas fotovoltaicos en las veredas la Concepción y el Totumo ubicadas en el municipio de Yondó, departamento de Antioquia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar mediante información primaria y secundaria, el contexto social, económico y ambiental de las veredas La Concepción y El Totumo ubicadas en el municipio de Yondó, departamento de Antioquia.
- Caracterizar el consumo actual de energía de acuerdo con la instalación de los sistemas fotovoltaicos en las veredas.
- Identificar y analizar cuales objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la ONU se impactarán y su cumplimiento frente al uso de los sistemas fotovoltaicos en las veredas.
- Elaborar la matriz de aspectos e impactos ambientales incluyendo como actividad el uso de los sistemas fotovoltaicos en las veredas.
- Determinar los indicadores ambientales, económicos y sociales en ocasión a la instalación de los sistemas fotovoltaicos en las veredas.
- Evaluar los indicadores ambientales, económicos y sociales en ocasión a la instalación de los sistemas fotovoltaicos en las veredas.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONCEPTUAL

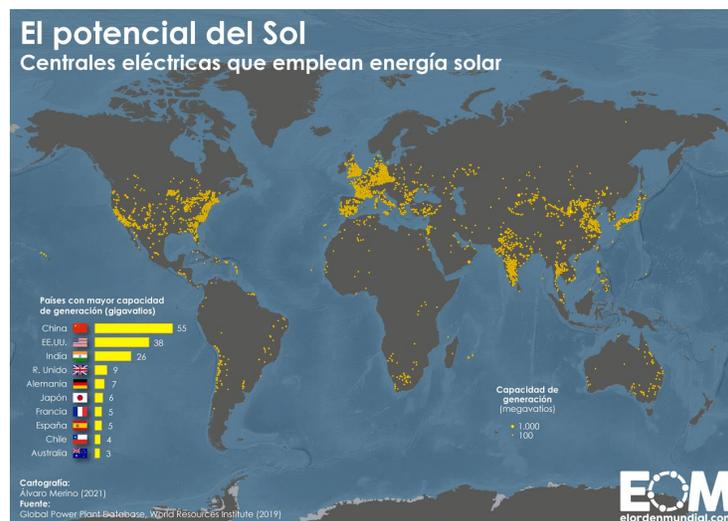
Los sistemas fotovoltaicos son sistemas capaces de generar energía eléctrica proveniente de la energía solar; en este sentido, en la actualidad existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos, (el sistema aislado a base de baterías o también denominado sistema solar fotovoltaicos aislado de la red y el sistema interconectado a la red eléctrica).

Los sistemas solares fotovoltaicos aislados de la red se componen de los siguientes elementos: panel solar, controlador de carga, inversor y banco de baterías.

Los sistemas solares fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica se componen de los siguientes elementos: generador o panel solar, inversor, contadores de producción y consumo y la red eléctrica que conduce la energía desde las subestaciones.

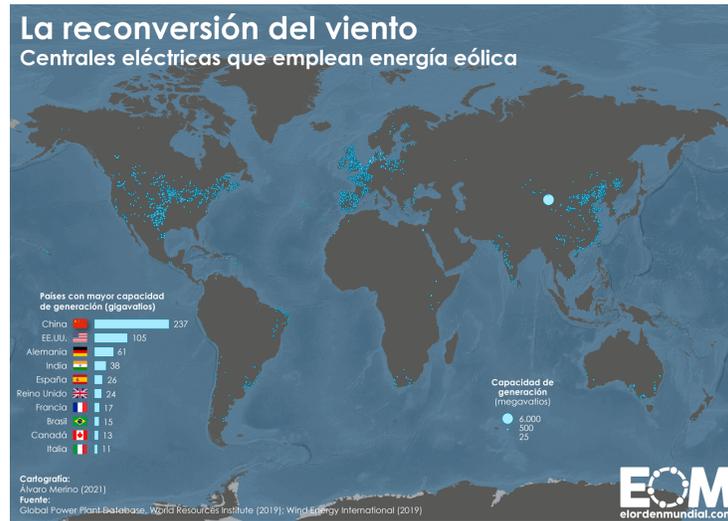
La energía solar fotovoltaica actualmente es la segunda fuente de energía renovable más utilizada o implementada en el mundo, después de la Eólica. Esto se debe a que brinda soluciones a un sin número de problemáticas en este sector. Solo un 2,6% de la electricidad mundial se genera a través de energía solar (Figura 1); por su parte, La energía eólica, es responsable del 5,3% de la producción de electricidad en el mundo (Figura 2).

Figura 1. Energía solar en el mundo.



Nota. Adaptado Global Power Plant Database [Mapa], (Meriño, 2021), (<https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/mapas-produccion-electricidad-mundo/>).

Figura 2. Energía eólica en el mundo.



Nota. Adaptado Global Power Plant Database [Mapa], (Meriño, 2021), (<https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/mapas-produccion-electricidad-mundo/>).

Uno de los beneficios ambientales es que la energía fotovoltaica frente a otras fuentes de energía genera menores emisiones de dióxido de carbono (CO₂), efecto invernadero, lluvia ácida y óxidos de azufre. Igualmente, este tipo de energía contribuye de forma positiva al bienestar social en la medida que reduce las externalidades negativas sobre el medio ambiente.

Los sistemas fotovoltaicos son alternativas energéticas para poblaciones y viviendas apartadas de los centros urbanos; estas zonas se denominan zonas no interconectadas (ZNI) las cuales pueden ser municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado Nacional (artículo 1 de la Ley 855 de 2003).

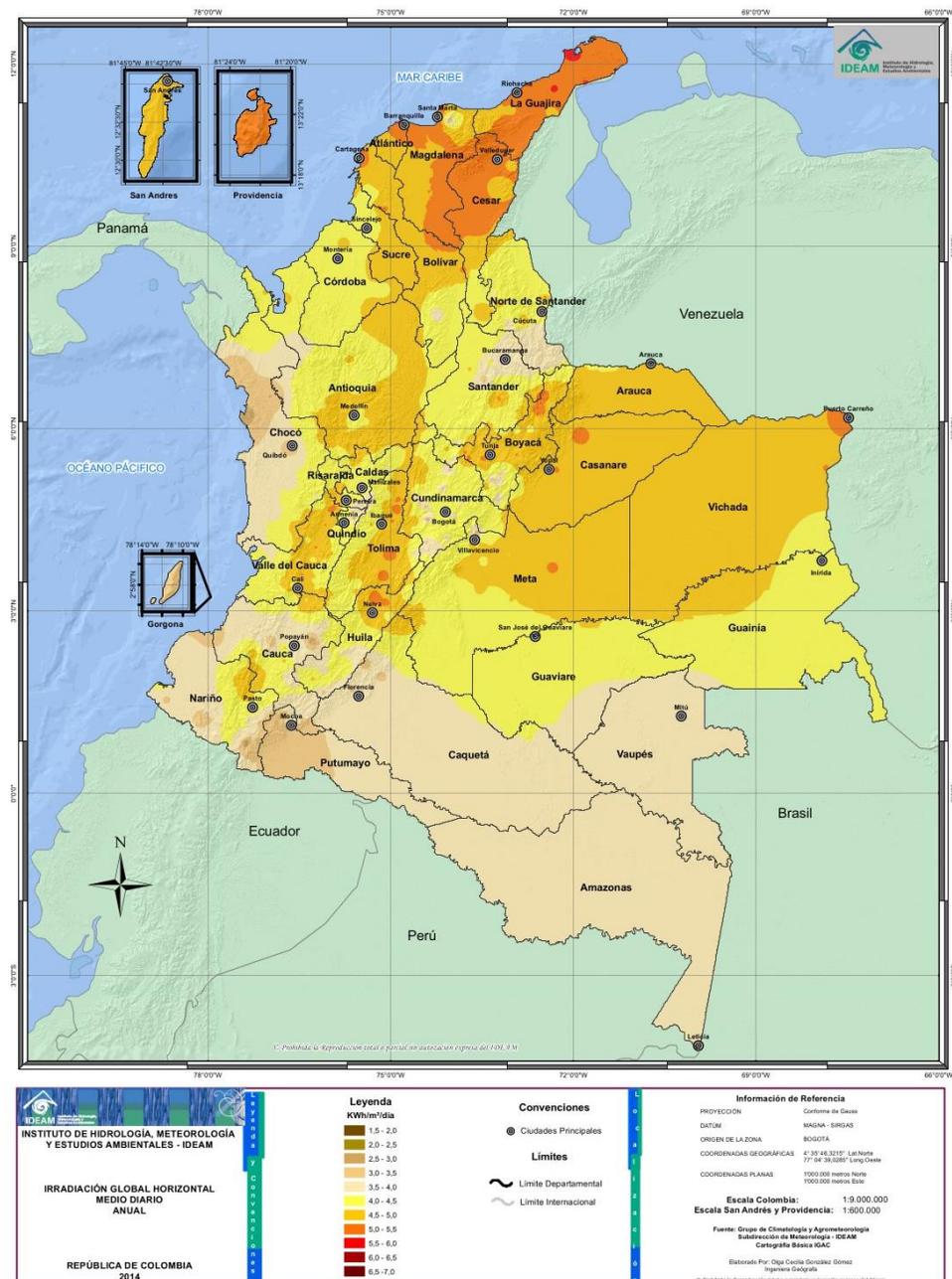
Las empresas prestadoras del servicio público de energía eléctrica localizadas en las ZNI pueden desarrollar, en forma integrada, las actividades de generación, distribución y comercialización (artículo 74 de la Ley 143 de 1994). Esto aplica para los sistemas interconectados a la red.

La entidad encargada de regular los servicios de electricidad y gas en Colombia según se establece en la ley 142 y 143 de 1994, es la Comisión de Regulación de Energía, Gas y Combustibles (CREG) quien se encuentra adscrita al Ministerio de Minas y Energía.

En Colombia y los países ecuatoriales se cuenta con la ventaja de tener un buen recurso de radiación solar promedio a lo largo del año al no experimentar el fenómeno de las estaciones.

Por lo tanto, en Colombia se evidencia que en todo el territorio el promedio de irradiación solar es alto. El mayor potencial en Colombia se encuentra en las regiones de la Costa Atlántica y Pacífica, la Orinoquía y la Región Central (Figura 3).

Figura 3. Mapa de irradiación solar en Colombia.



Nota. Adaptado Atlas de radiación solar ultravioleta y ozono de Colombia [Mapa], (IDEAM, 2014), (<https://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>).

En el departamento de Antioquia se ubica el municipio de Yondó que cuenta con dos veredas la vereda La Concepción y la vereda El Totumo, las cuales son objeto del presente estudio, siendo consideradas Zonas no interconectadas que no tienen acceso a la energía eléctrica convencional.

4.2 MARCO LEGAL

El sector eléctrico colombiano ha venido generando estrategias para mejorar las condiciones de abastecimiento y disponibilidad de la energía eléctrica de carácter renovable. Por medio de entes reguladores como el Ministerio de Minas y Energía (MME), la Unidad de Planificación Minero-Energética (UPME) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), los cuales han trabajado en legislaciones y decretos, entre estos:

- El Gobierno Nacional creó la Ley 29 de 1990 y el Decreto 393 de 1991, para impulsar la investigación en el URE (Uso Racional de la Energía) a través de Colciencias.
- En 1992, se incluyó un documento llamado "Políticas en fuentes alternas de energía, presente y futuro". Encaminado a políticas de orden, en el campo de las fuentes alternas no convencionales de energía para la población urbana y rural. En el documento se señala las funciones asignadas por el artículo 63 de la Ley 1 de 1984, correspondientes a:
 - Promover la aplicación de fuentes alternas de energía mediante la utilización de recursos energéticos localmente disponibles, especialmente en áreas donde los servicios públicos son deficientes.
 - Evaluar y supervisar la ejecución de proyectos en zonas aisladas.
 - Evaluar el potencial de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER).
 - Efectuar estudios para el desarrollo de las FNCER con el fin de formular políticas a nivel nacional.
- Mediante la Ley 164 de octubre de 1994 y el artículo 1º de la Ley 7ª de 1994. El Congreso de la República aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992. Encaminado a enfrentar los GEI (Gases de efecto Invernadero) y el cambio climático por medio de una política global.
- En 1994 se reestructuró la expedición de las Leyes 142 y 143; en la cuales se establecieron límites en cuanto a actividades de funcionamiento del sector energía eléctrica: generación, transmisión, distribución y comercialización para las SIN y ZNI. Se

- le asignó a la UPME elaborar el Plan Energético Nacional (PEN) y el Plan de Expansión del sector eléctrico.
- El INEA elaboró el Plan de Desarrollo de Energías Alternativas 1996 – 1998, publicado en febrero de 1995. Este trataba acerca de una recopilación de proyectos.
 - Se creó el Plan Energético Nacional (PEN) 1997 – 2010 Autosuficiencia Energética Sostenible, el cual es un documento que presenta ideas, perspectivas, retos, requerimientos y competencias sobre el desarrollo futuro del sector energético colombiano, en este se ratificó la Convención Marco por parte del Congreso, respecto a las emisiones del GEI.
 - En diciembre del año 2000, se aprobó la Ley 620, la cual trataba acerca del “Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático”, favoreciendo a Colombia en cuanto a uso del Mecanismo Desarrollo Limpio previsto en dicho Protocolo.
 - Colombia se acogió al Protocolo de Kioto, el cual ratificó mediante la Ley 697 del 2000. Encaminado a disminuir los efectos del cambio climático por la contaminación ambiental.
 - Mediante la Ley 697 de 2001, se fomentó el uso racional y eficiente (URE) de energía en Colombia. El cual adoptó normas y estrategias para garantizar la satisfacción de las necesidades energéticas (eficiencia).
 - Para impulsar el uso de fuentes alternas de energía (Solar Fotovoltaica), se creó el Decreto 3652 y 3683 de 2003, los cuales establecen el programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales – PROURE.
 - Actualmente existe la Ley 143 de 1994, la cual establece el régimen de las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, de acuerdo con las actividades legales correspondientes al MME (Ministerio de Minas y Energía).
 - Mediante la resolución 18-0919 de junio de 2010, se promueve la utilización de energías alternativas.
 - La ley 1715 de 2014, se creó con el fin de reglamentar la integración de las energías renovable no convencionales al sistema energético nacional, dentro de sus funciones delega a la CREG establecer tarifas para la energía solar FV, también regula la venta de créditos o excedentes de energía entregados a la red de distribución y transporte para auto generadores que produzcan menos de (5 MW), apoya la utilización de fuentes

locales para producción de energía a través del Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE).

- Los lineamientos de la política energética general vigente se encuentran en el PEN 2050, el cual presenta ideas, perspectivas, retos, requerimientos, competencias y panorama del sector energético.
- 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"
- 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)".
- Decreto 1623 de 2015, "Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas".
- Resolución Minambiente 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 Minambiente 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".

- Resolución UPME 703 del 14 de diciembre de 2018, "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 2014, y se adoptan otras disposiciones".
- Resolución Minambiente 1303 del 13 de julio de 2018, "Por la cual se modifica la Resolución 1283 de 2016 y se dictan otras disposiciones".
- 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.
- Ley 2008 de 2019. "Por la cual se decreta el Presupuesto de Rentas y Recursos de Capital y Ley de Apropriaciones para la vigencia fiscal del 1° de enero al 31 de diciembre de 2020".
- Ley 2036 de julio de 2020, "Por medio del cual se promueve la participación de las entidades territoriales en los proyectos de generación de energías alternativas renovables y se dictan otras disposiciones".
- Ley 2063 de 2020. "por la cual se decreta el presupuesto de rentas y recursos de capital y ley de apropiaciones para la Vigencia fiscal del 1 de enero al 31 de diciembre de 2021".
- Circular Externa Conjunta No. 20201000000304 de 2020 – "Especificación de la información que los prestadores ubicados en ZNI deben reportar al SUI para aplicar al giro de subsidios".
- Proyecto de resolución Min energía estimación y pago subsidios "Por la cual se establece el procedimiento y criterios para la distribución y giro de subsidios para el servicio público de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas - ZNI".
- Decreto 517 de 2020."Por el cual se dictan disposiciones en materia de los servicios públicos de energía eléctrica y gas combustible, en el marco del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica declarado por el Decreto 417 de 2020".
- Decreto 574 de 2020: "Por el cual se adoptan medidas en materia de minas y energía, en el marco del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica".
- Circular 4007 de 2020 - Consideraciones al Decreto 457 de 2020, por viceministro de Energía. "Para: Actores y usuarios de la cadena logística y productiva del sector de

energía, autoridades territoriales civiles, administrativas, de policía, y ciudadanía en general”.

- Resolución Min energía 40293 de 2021: “Por la cual se modifican y derogan algunas disposiciones y requisitos del Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), adoptado mediante Resolución número 90708 y se deroga el artículo 1o de la Resolución número 40259 de 2017”.
- Ley 2099 de julio de 2021, “Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.”
- Ley 2128 de agosto de 2021, “Por medio de la cual se promueve el abastecimiento, continuidad, confiabilidad y cobertura del gas combustible en el país”.
- Resolución Min energía 40156 de 29 de abril 2022: “Por la cual se adopta el plan de acción indicativo 2022-2030 para el desarrollo del programa de uso racional y eficiente de la energía, PROURE, que define objetivos y metas indicativas de eficiencia energética, acciones y medidas sectoriales y estrategias base para el cumplimiento de metas y se adoptan otras disposiciones”.

4.3 ESTADO DEL ARTE

La demanda de energía a nivel mundial y nacional se ha venido incrementado por el crecimiento poblacional e industrial, lo que ha implicado el aprovechamiento de la demanda de recursos naturales para la generación de energía eléctrica (hidroeléctricas, termoeléctricas y energía nuclear), impactando a las comunidades, el ambiente y la economía en general.

Por lo anterior, con el fin de disminuir la problemática ambiental, social y económica se han buscado alternativas de generación de energía eléctrica mediante la generación de energía solar.

Para el año 2019 y 2020, la energía fotovoltaica predominó como la nueva fuente principal de tecnología de generación de energía sumándose a esta iniciativa varios países en el mundo (China, Alemania, Japón, Estados Unidos, Italia, Reino Unido, Francia, España, India y Australia); según los estudios de la empresa de investigación BloombergNEF (BNEF), se llegó a un récord de 118 GW construidos, siendo la energía solar superior a todas las demás tecnologías en términos de nueva construcción y adicionalmente, fue la tecnología más popular desplegada en un tercio de las naciones (Bloomberg, 2019).

En total, 81 países construyeron al menos 1 MW de energía solar durante el último año y la energía solar representó casi la mitad de toda la nueva capacidad de generación de energía construida en todo el mundo.

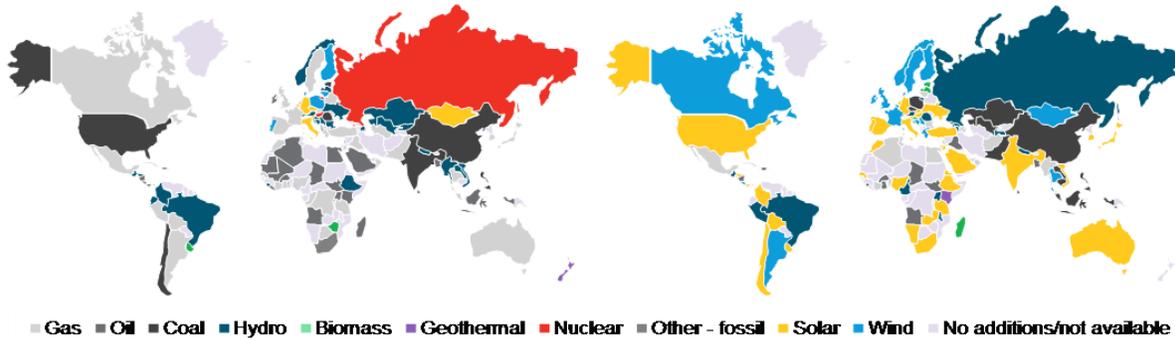
El informe elaborado por la BNEF destaca los enormes avances que ha realizado la energía solar en una década, que ha aumentado de apenas 43,7 GW de capacidad total instalada en 2010 a 651 GW a fines de 2019. La energía solar en 2019 rebasó a la eólica (644 GW) para convertirse en la cuarta fuente de energía más grande en una base de capacidad, detrás del carbón (2.089 GW), gas (1.812 GW) e hidrógeno (1.160 GW) (Figura 4).

Así entonces, BNEF espera que el mercado continúe creciendo, con 140-177 GW de capacidad solar agregada en el año 2022.

Otros hallazgos de los nuevos datos incluyen:

- La energía eólica y solar representaron más de dos tercios de los 265 GW de nueva capacidad instalada en todo el mundo en 2019, frente a menos de un cuarto de nueva construcción en 2010. Por primera vez, las dos tecnologías también representaron la mayoría de la nueva generación registrada en 2019; incluyendo la energía hidroeléctrica, las energías renovables conforman tres cuartos de la capacidad encargada de 2019.
- La construcción de energía eólica y solar se concentraba mayormente en las naciones más ricas durante la primera mitad de los 2010, pero ha cambiado recientemente. En un grupo que incluye casi todas las naciones de la OCDE, la energía eólica y solar han representado la mayoría de la nueva capacidad construida cada año desde 2011. Entre un grupo de países no miembros de la OCDE más Chile, Colombia, México y Turquía, la energía eólica y solar han representado la mayoría de la construcción anual cada año desde 2016.
- BNEF estima que las emisiones de CO₂ del sector de energía mundial cayeron 1,5% entre 2018 y 2019, a medida que las disminuciones en EE. UU. y la UE compensaron más que un aumento de China, que representó el 37% del total de 2019. EE. UU. siguió con el 14% y la UE con el 6%.

Figura 4. Generación de energía más reciente instalada anual en 2010 vs. 2019.



Nota. Adaptado Mapa coloreado de los tipos de producción de energía solar incluye Fotovoltaica a pequeña escala [Mapa], (Bloomberg, 2019), (<https://www.bloomberg.com/latam/blog/la-energia-solar-y-eolica-alcanzo-el-67-de-la-capacidad-nueva-de-energia-electrica-agregada-a-nivel-mundial-en-2019/>).

A nivel nacional existe un déficit energético, alrededor del 32% del territorio no hace parte del sistema interconectado nacional (SIN), representando un valor notorio. Sin embargo, Colombia cuenta con un recurso solar (radiación) promedio uniforme durante el año para todo el territorio del orden de 4,5 kWh/m², propicio para ser utilizado en generar y suplir las necesidades de energía eléctrica por medio de sistemas solares fotovoltaicos.

La implementación de sistemas fotovoltaicos va en ascenso en Colombia y así lo demuestra el “Informe Sectorial de la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica en las Zonas no Interconectadas 2022”, elaborado por La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), a través de la Superintendencia Delegada para Energía y Gas Combustible (SDEGC), la Dirección Técnica de Gestión de Energía (DTGE) y el Grupo de Zonas No Interconectadas (GZNI), cuyo propósito es mostrar el estado de la prestación del servicio de energía eléctrica en las localidades con información en el Sistema Único de Información (SUI) correspondiente a la vigencia 2022 (Figura 5).

De acuerdo con la información del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), las ZNI representan el 53% del territorio nacional, con una capacidad operativa total del orden de los 303,409 kW, de los cuales el 12% provienen de fuentes no convencionales y renovables de energía.

Figura 5. Caracterización general de las ZNI.



Nota. Adaptado caracterización energética de las ZNI [ilustración], (IPSE, 2022), (<https://ipse.gov.co/cnm/caracterizacion-de-las-zni/>).

A nivel del municipio, el operador de red en Yondó es EPM, quien presta el servicio de energía eléctrica en la zona urbana y rural, quien cuenta con una subestación de energía de 44/13,2 kV que inició su operación en el año 2020, con el fin de atender la demanda energética y mejorar la calidad y confiabilidad del servicio.

El municipio de Yondó de acuerdo con el plan de desarrollo 2020-2023 y las estadísticas del DANE-2018, registra que el 96,5% de viviendas del municipio cuentan con el servicio de

energía eléctrica (en la zona urbana 98,9 % y zona rural 93,6%); es decir, un 3,5 % de las viviendas aun no tienen acceso al servicio de energía.

Atender la demanda energética en el municipio de Yondó ha sido un reto; actualmente el municipio cuenta con viviendas que carecen del servicio de energía eléctrica ubicadas en veredas ya energizadas, esto se debe a que son viviendas muy dispersas haciendo más costosos los proyectos de conexión de electrificación lo cual es limitante para el operador de red energizar estas viviendas; por lo anterior, han iniciado la implementación de sistemas fotovoltaicos en algunas viviendas del municipio.

A continuación, se relacionan los proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) desarrollados en las zonas no interconectadas en Colombia, tabla 1.

Tabla 1. Proyectos de FNCER desarrollados en las ZNI de Colombia.

Proyecto	Descripción
Luces para Aprender	Luces para Aprender es una iniciativa de carácter regional promovida por la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y aprobada en el año 2011 por los ministros de educación de los países iberoamericanos en la XIX Conferencia Iberoamericana de Educación realizada en Asunción, Paraguay. Su fin es contribuir con la mejora de la calidad educativa de las escuelas rurales de la región, así como el desarrollo y bienestar de las comunidades a las que pertenecen.
Proyectos FAZNI	El objetivo del FAZNI es financiar los planes, programas y proyectos de inversión en infraestructura energética en las zonas no interconectadas (ZNI), de acuerdo con la ley y con las políticas de energización que para las zonas no interconectadas ha determinado el Ministerio de Minas y Energía, conforme con los lineamientos de política establecidos por el Consejo Nacional de Política Económica y Social en documentos tales como los Documentos Conpes 3108 de 2001 y 3453 de 2006, para financiar planes, programas y/o proyectos priorizados de inversión para la construcción e instalación de la nueva infraestructura eléctrica y para la reposición o la rehabilitación de la existente, con el propósito de ampliar la cobertura y procurar la satisfacción de la demanda de energía en las Zonas No Interconectadas.
Planes de Energización Rural Sostenibles PERS	Es una herramienta interinstitucional, que permite el levantamiento de información primaria y secundaria socioeconómica y energética, así como la identificación de iniciativas de desarrollo en las regiones rurales del país, permitiendo con el análisis de estos elementos, la construcción de

	documentos en las temáticas de: oferta y demanda energética, socioeconómico, proyectos y de lineamientos de política energética, este último componente brinda las herramientas a la región en cuanto a su horizonte energético. Esta información es base para la planeación energética regional y para la toma de decisiones de inversionistas privados.
Proyectos SGR	El Sistema General de Regalías –SGR, de acuerdo con el artículo 361 de la Constitución Política de Colombia, es un modelo, instrumento o herramienta que le permite a las entidades territoriales apalancar proyectos de inversión con miras al desarrollo social, económico y a la conservación y restauración del territorio.
Proyectos IPSE	IPSE es la entidad del Gobierno Colombiano responsable de planificar y promocionar soluciones energéticas para las Zonas no Interconectadas del país. Desde 2004, la entidad ha identificado, promovido, fomentado, desarrollado e implementado proyectos energéticos para que los habitantes de las regiones más apartadas, aisladas y dispersas de Colombia cuenten con la energía como motor de desarrollo.
Programa Energía Limpia para Colombia	El Programa de Energía Limpia Para Colombia (CCEP) es el principal proyecto de energía limpia de USAID / Colombia y apoya la Iniciativa Presidencial sobre Cambio Climático y la capacidad de una notable mejora de todo el gobierno - Estrategia de Desarrollo de Bajas Emisiones (EC-LEDS). Bajo este nuevo programa financiado por USAID, Tetra Tech y SEGURA Consulting LLC ayudan en el desarrollo de la capacidad técnica e institucional de Colombia en energía limpia.
Plan Fronteras para la Prosperidad PFP	Es un programa del Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia que busca contribuir con el desarrollo social y económico de las fronteras a través del desarrollo de proyectos, principalmente en zonas alejadas y dispersas. Para lograr este objetivo, el PFP definió una metodología en la que la construcción, gestión de recursos, ejecución y seguimiento a dichos proyectos se realiza de manera participativa con las principales autoridades y actores locales de estos territorios, y de manera articulada con las diferentes entidades del Gobierno Nacional.
Proyectos ASE	Son proyectos de innovación educativos.
Fondo Todos Somos Pacífico - FTSP	Fondo para contratar operaciones de crédito público externo hasta por la suma de USD 400 millones, o su equivalente en otras monedas, destinados a su financiamiento parcial y; declaración de importancia estratégica del programa de inversión que se financiará con estos recursos.

Mecanismos Post conflicto	El régimen de obras por impuestos es un mecanismo tributario, mediante el cual las empresas tienen la posibilidad de pagar hasta el 50% de su impuesto sobre la renta y complementarios, a través de la ejecución directa de proyectos de inversión en las zonas más afectadas por la violencia y la pobreza.
Proyectos FENOGE	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE), fue creado en el artículo 10 la Ley 1715 de 2014 el establece que, los recursos que nutran el Fondo podrán ser aportados por la Nación, entidades públicas o privadas, así como por organismos de carácter multilateral e internacional, el Fondo será reglamentado por el Ministerio de Minas y Energía.
Proyectos FINDETER	Es la banca de desarrollo territorial, que planifica, estructura, financia y ejecuta que generan calidad de vida en el territorio colombiano.

Fuente: (UPME 2022).

EPM como operador de red, avanza en la formulación y estructuración del proyecto denominado COBERTURA, que permitirá el acceso integral por vivienda a las zonas no interconectadas del departamento de Antioquia.

Implementar proyectos como los que anteriormente se vienen ejecutando en Colombia permitirá avanzar en el cumplimiento de los siguientes objetivos de desarrollo sostenible según la ONU (Figura 6).

Figura 6. Objetivos de desarrollo sostenible.



Fuente: ONU.

Para el caso de estudio, nos vamos a centrar en el análisis de los siguientes objetivos de desarrollo sostenible (Figura 7).

Figura 7. Objetivos de desarrollo sostenible objeto de análisis



Fuente: Adaptado por el Autor.

4.4 METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Para la elaboración de este análisis, se utilizará el método de investigación evaluativo que nos permitirá determinar si la instalación de sistemas fotovoltaicos garantiza mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de las veredas La Concepción y El Totumo, ubicadas en el municipio de Yondó, Antioquia.

Igualmente, permitirá conocer los aspectos ambientales, sociales y económicos en torno al uso de los sistemas fotovoltaicos e interpretar su relación con la realidad social de manera cualitativa y cuantitativa.

Para el desarrollo metodológico de este análisis se tienen en cuenta las siguientes actividades, de acuerdo con los objetivos propuestos en el trabajo:

Técnicas de recolección de datos



- Consulta de información primaria.

Para la obtención de información de fuentes primarias se utilizará como técnica de investigación en campo: la observación y la entrevista semiestructurada; en la visita de campo se utilizará la técnica de elaboración y registro de datos por observación directa a través de las tácticas de:

- a) Auto observación: Se realizará el análisis identificando las condiciones particulares de la vereda de estudio, observando el acceso y visibilidad del escenario físico, luego una observación y registro focalizado con los actores principales como: miembros de la comunidad, presidente de la junta de acción comunal de las veredas, docente del Centro Educativo Rural de La Concepción y funcionarios de la Secretaría de Planeación de la alcaldía del municipio de Yondó.
- b) Entrevista: tienen el propósito de conocer estados de opinión o hechos específicos de los grupos de interés sobre el acceso a la energía mediante la instalación de los sistemas fotovoltaicos existentes en las casetas comunales y en la escuela La Concepción.

Los instrumentos para registrar la información observada serán: agenda de notas, cámara fotográfica y celular.

- Consulta de información secundaria.

Adicional a las consultas y la obtención de información de fuentes primarias (campo), se realizará la consulta de fuentes secundarias como el plan de desarrollo municipal 2020-2023 del municipio de Yondó, del informe sectorial de la prestación del servicio de energía eléctrica 2021-2022 emitido por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios,

información suministrada por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), censo 2018 presentado por el DANE sobre el índice de necesidades básicas insatisfechas, esquema de ordenamiento territorial del municipio, entre otros documentos.

La recolección de datos mencionada permitirá garantizar la veracidad de la información proporcionada y poder responder a los indicadores propuestos.

Adicionalmente, se elaborará la caracterización ambiental, económica y social de las veredas.

Variables de la investigación

Como apoyo para determinar las variables de esta investigación, nos vamos a centrar en los siguientes objetivos de desarrollo sostenible, establecidos por la ONU.

Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.

Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

Objetivo 13. Acción por el clima.

Objetivo 17. Alianzas para lograr los objetivos.

- **Análisis de la información**

De acuerdo con la caracterización ambiental, económica y social, se elaborará la matriz de aspectos e impactos ambientales incluyendo como actividad el escenario de con y sin uso de los sistemas fotovoltaicos en las veredas.

Igualmente, se analizará la información estructurando los indicadores ambientales, económicos y sociales de acuerdo con el uso de los sistemas y finalmente, obtener las conclusiones del análisis de sostenibilidad esperado.

5 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

En este capítulo se presenta la caracterización de los medios abiótico, biótico y social a partir de fuentes primarias y secundarias para las veredas La Concepción y El Totumo.

5.1 CARACTERIZACIÓN VEREDA LA CONCEPCIÓN (LA CONCHA)

- **Geografía**

En el municipio de Yondó se ubica la vereda La Concepción, denominada también catastralmente la Concha, Tabla 2.

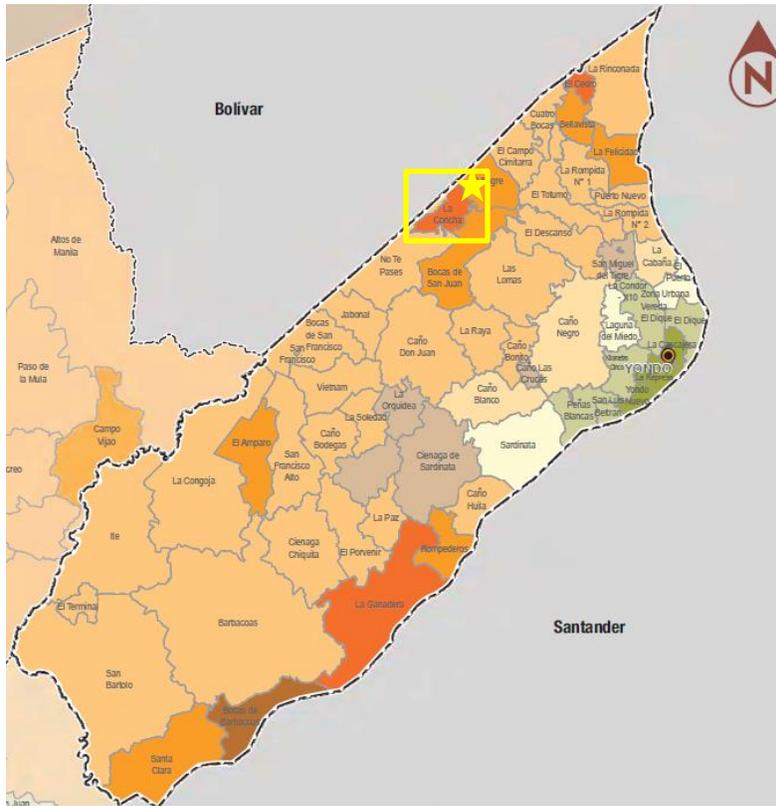
Tabla 2. Ubicación vereda La Concepción.

Departamento:	Antioquia
Subregión:	Magdalena Medio
Municipio:	Yondó
Localización:	Vereda La Concha (según cartografía EOT)
Coordenadas geográficas:	N 07,174347°, W -073,974681°

Fuente: (Yondó, 2022)

A continuación, se presenta en la figura 8 el mapa del municipio de Yondó donde se ubica la vereda La Concepción

Figura 8. Ubicación vereda La Concepción (La Concha).



Fuente: Ficha municipal, EOT Yondó.

También denominada catastralmente como la vereda La Concha, esta vereda se ubica al nororiente del municipio de Yondó y limita con el departamento Bolívar.

- **Clima y otras variables**

De acuerdo con los datos consultados en Solargis Prospect (Tabla 3), se identifican algunos aspectos como radiación solar, recursos hídricos y geomorfología.

Tabla 3. Datos vereda La Concepción.

Zona horaria:	UTC-05
Cobertura del terreno:	Cobertura arbórea, hoja ancha, perenne (> 15%)
Densidad de población:	9 hab./km ²
Azimut del terreno:	plano
Pendiente del terreno:	1°

Temperatura del aire:	26,9 °C
Precipitación anual:	2820 mm
Localización en el mapa:	https://apps.solargis.com/prospect/map?c=7.174347,-73.974681,10&s=7.174347,-73.974681

Fuente: Solargis_Prospect_Vereda_La Concepción_es

- **Radiación solar**

El parámetro meteorológico local más importante que determina la producción eléctrica es la radiación solar, la cual alimenta la instalación fotovoltaica. La producción eléctrica también está influenciada por la temperatura del aire. Otros parámetros meteorológicos también afectan al rendimiento, disponibilidad y envejecimiento de la instalación (

Tabla 4), Siendo los parámetros meteorológicos más relevantes:

Irradiación global horizontal: GHI 2023,2 kWh/m²

Irradiación directa normal: DNI 1470,5 kWh/m²

Irradiación difusa horizontal: DIF 927,3 kWh/m²

Tabla 4. Radiación solar y parámetros meteorológicos.

Mes	GHI kWh/m ²	DNI kWh/m ²	DIF kWh/m ²	TEMP °C
Ene	175,3	152,1	72,1	26,9
Feb	162,1	121,1	73,4	27,6
Mar	168,8	97,3	91,2	27,4
Abr	160,4	96,1	84,2	27,0
May	170,1	114,0	81,8	27,0
Jun	169,2	126,4	73,8	27,0
Jul	182,9	140,8	75,4	27,1
Ago	185,6	135,0	79,5	27,0
Sep	173,9	121,1	78,2	26,6
Oct	164,1	114,9	77,7	26,3
Nov	150,1	113,9	70,5	26,2
Dic	160,6	137,8	69,5	26,5
Anual	2023,2	1470,5	927,3	26,9

Fuente: Solargis, 2023.

Esta información está apoyada en bases de datos solares y meteorológicas desarrolladas y operadas por Solargis (Anexo B. Solargis_Prospect_Vereda_La Concepción_es).

- **Recurso Hídrico**

Yondó pertenece a la cuenca hidrográfica del río Magdalena y está integrado por dos subcuencas hidrográficas:

- La subcuenca Norte que tiene su red de drenaje hacia el río Cimitarra y en menor proporción al río Magdalena en la dirección Sur-Norte.
- La subcuenca sur que tiene su red de drenaje hacia el río Ité, Ciénaga de Barbacoas, río San Bartolomé y río Magdalena en la dirección Norte-Sur.

Siendo la subcuenca Norte hacia el río Cimitarra la más cercana a la vereda La Concha (Concepción).

Según información obtenida en campo, se evidencia un afluente del río Cimitarra que denomina la comunidad como Quebrada La Concha.

- **Geomorfología**

La vereda La Concepción (La Concha) se encuentra en un terreno bajo, de 69 m.s.n.m, y afluentes del río Cimitarra bordea sus límites; el drenaje en tiempo de invierno se dificulta, provocando crecientes súbitas e inundaciones.

De acuerdo con el sistema Nacional de Áreas Protegidas la vereda La Concha se encuentra ubicada en áreas de la Reserva forestal río Magdalena consideradas como áreas protegidas de ley segunda.

Paisaje Geomorfológico

En la Zona de Reserva Forestal del río Magdalena, predominan los paisajes de Montaña, Lomerío, Piedemonte, Valle y Planicie.

Siendo el paisaje de planicie el paisaje geomorfológico de la vereda La Concepción.

Descripción Fisiográfica

Paisaje de Planicie (zonificación regional zona de reserva forestal del río Magdalena): La planicie es una superficie amplia no confinada, con pendientes suaves, inferiores al 3%. Está formada por sedimentos aluviales actuales, de variada granulometría. La mayor parte del área sufre inundaciones por diferentes periodos de tiempo.

Se trata de la región comprendida entre el río Magdalena y el borde de la Serranía de San Lucas, caracterizada por una morfología suave consistente en pequeñas colinas y extensas zonas planas inundables.

La planicie está formada por la acumulación de sedimentos no consolidados, compuestos por arenas, limos y arcillas de origen fluvial. En la planicie se separan los tipos de relieve: plano de inundación y terraza aluvial.

El plano de inundación es el producto de la sedimentación de los ríos Cauca y Magdalena, mediante el desbordamiento de sus aguas. Las texturas son arcillosas, franco arcillosas y limosas; las inundaciones son regulares a ocasionales y, en sectores, se prolongan por más de cuatro meses al año.

Los procesos geomorfológicos presentes en el anterior tipo de relieve son la erosión de las márgenes externas y sedimentación en las internas. Las inundaciones constituyen el factor dinámico más importante en este paisaje y ocurren regularmente, según el régimen de lluvias.

- **Vías de acceso**

No hay vía de acceso carreteable para llegar hasta la vereda, solamente es posible acceder por ruta fluvial.

La Concepción-La Concha es una de las veredas más alejadas del municipio de Yondó; para llegar a ella sólo es posible en canoa motor atravesando el río Cimitarra y la duración del tiempo de viaje puede ser de 4,6 horas aproximadamente de la vereda a la cabecera municipal de Yondó (Figura 9 y Figura 10).

Figura 9. Transporte fluvial.



Figura 10. Visita a la Veredas.



Fuente: El Autor.

- **Aptitud de uso del suelo**

Para la zona de estudio se encontró que la vocación principal resulta ser la conservación, también se identifica la vocación ganadera y forestal.

- **Manejo de residuos sólidos y líquidos**

De acuerdo con la visita de campo y la información suministrada por los habitantes de las veredas, se identifica que no implementan un plan de gestión de residuos sólidos (PGIRS), por lo tanto, realizan un manejo inadecuado de los residuos, realizando actividades como: enterrar los residuos en el suelo, quemar a cielo abierto de los residuos (afectando la calidad del aire) y disposición en las fuentes hídricas cercanas (contaminación del agua).

De acuerdo con la verificación en campo se identifica generación de residuos aprovechables, no aprovechables y peligrosos, este último se evidencia en los residuos de baterías que se adquieren de manera frecuente para linternas o electrodomésticos menores.

Sin embargo, desde el centro educativo de la vereda La Concepción y la administración municipal se han encargado de realizar charlas y talleres ambientales con el fin de incentivar el reciclaje y enseñar a preparar abono a través del compostaje.

En el caso de la vereda el Totumo, es la Junta de Acción Comunal y la administración municipal quienes se encargan de educar a las comunidades por el manejo de residuos sólidos.

Adicionalmente, por las distancias de las veredas a los centros poblados no es posible transportar los residuos y a pesar de que está prohibido la actividad de quemar a cielo abierto de residuos, las comunidades continúan y es una problemática ambiental que se puede incrementar con el aumento de la población en las veredas con el paso del tiempo. Para el caso de los residuos líquidos, algunas viviendas cuentan con pozos sépticos artesanales incluyendo la escuela, las demás viviendas hacen la disposición de excretas y aguas servidas a campo abierto y en los afluentes más cercanos a las veredas (quebrada la Concha-vereda La Concepción y Ciénaga el totumo-vereda El Totumo).

Por lo anterior, estos factores de contaminación han llevado a un deterioro progresivo y acelerado de los cuerpos de agua, manifestado principalmente por los procesos de eutrofización, alta sedimentación, variación de los caudales, contaminación por cargas orgánicas e inorgánicas y riesgo de desecación.

- **Medio biótico**

La vereda La Concepción-La Concha también se ubica en áreas de la reserva forestal del río Magdalena declarada en Ley 2da de 1959, la reserva corresponde a 23.299 ha del área total del municipio (Atlas de zona de Reserva Forestal).

La cobertura vegetal del municipio de Yondó está determinada climáticamente dentro de la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T), con variaciones locales asociadas al drenaje del suelo y el régimen de inundaciones.

En el área se encuentran varios tipos de vegetación representados por: bosques secundarios, entre los cuales se pueden incluir los bosques de galería, bosques plantados, rastrojos, vegetación de ciénagas y bajos, potreros, cultivos pequeños de pan coger y cultivos de palma africana.

En cuanto a la fauna, se ha visto afectada por la intervención del hombre que ha modificado sus hábitats. En el municipio evidenciamos las siguientes especies:

Aves: Garza real, Chavarría, Pato Pisingo, Halcón Garrapatero, Gallito de Ciénaga, Carpintero de Corona Roja, Cocinera y Azulejo Común, entre otros.

Mamíferos: Faras, Murciélagos, Zorros, Nutrias y Ardillas, entre otros.

Peces: Raya de Río, Bagre Pintado, Blanquillo, Bocachico y Picuda.

- **Medio Social**

De acuerdo con las consultas realizadas en campo se identifica que en la vereda hay 34 Viviendas sin servicios públicos, siendo 35 familias aproximadamente.

Y según las entrevistas desarrolladas se identifican las siguientes actividades productivas en la vereda son:

Actividades agropecuarias: En la vereda se desarrolla como actividad principal, la ganadería doble propósito y en segundo lugar las actividades agrícolas asociadas a cultivos de yuca, el plátano, cacao, el maíz y el arroz.

Los procesos productivos agropecuarios en la vereda se implementan de manera tradicional y no tienen gran incorporación de tecnología, que pueda mejorar los rendimientos de los cultivos o la eficiencia en los procesos de beneficio de los cultivos mencionados

Transporte fluvial: Para acceder a la vereda se debe hacer uso del transporte fluvial y su duración se estima mínimo 4,6 horas desde el corregimiento San Miguel del Tigre, ya que no cuentan con accesos terrestres y tanto el personal, víveres, enseres y demás recursos deben ser movilizados por el río cimitarra y sus afluentes en transportes denominados motor canoa.

Uso del recurso hídrico

En las veredas identificamos La quebrada la Concha, la ciénaga el Totumo y el río Cimitarra.

En las zonas de las veredas se presentan inundaciones por las crecientes súbitas y desborde del río Magdalena y el río Cimitarra ocasionando problemas ambientales a las comunidades durante las fuertes temporadas invernales.

La comunidad usa el agua para consumo, para bañarse y para lavar, realizan la pesca para consumo y comercialización, ecoturismo por ejemplo en la ciénaga el Totumo por el avistamiento de manatíes

Extracción de madera para uso doméstico

Este hace referencia a los aprovechamientos selectivos que realiza la comunidad para sus actividades domésticas, es decir, leña para cocinar, construcción de potreros y viviendas.

También extraen madera para comercializar.

Cacería de fauna silvestre

La actividad de cacería de fauna silvestre hace referencia a la caza de fauna sea para consumo como alimento, como una práctica de recreación o por la cacería de especies animales que la comunidad percibe como un peligro.

- **Equipamientos en el área rural**

De acuerdo con el esquema de ordenamiento territorial EOT del municipio de Yondó, se ubican los siguientes equipamientos en la vereda La Concepción, tabla 5.

Tabla 5. Equipamientos vereda La Concepción.

Vereda	La Concepción- La Concha
Área según división política administrativa	2.921,62 Ha
Tiempo de recorrido al casco urbano Yondó	4,6 horas
Equipamiento de educación	Centro Educativo Rural La Concepción
Puesto/centro de salud	No
Salón comunal	Si

Fuente: EOT, 2022 Municipio de Yondó.

5.2 CARACTERIZACIÓN VEREDA EL TOTUMO

A nivel abiótico se caracteriza la vereda El totumo, su ubicación geográfica tabla 6, ubicación puntual en el mapa del municipio de Yondó, figura 11, clima y otras variables consultadas en fuentes primarias y secundarias.

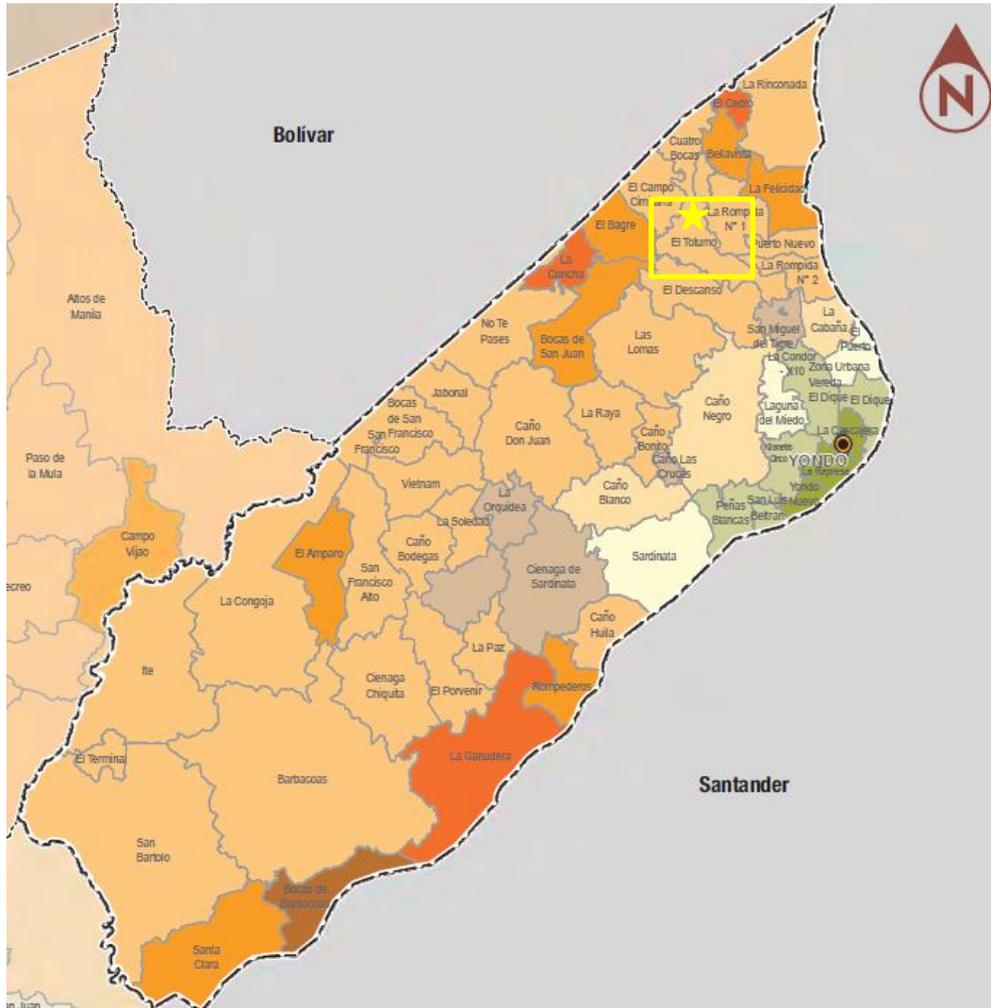
- **Geografía**

Tabla 6. Ubicación vereda El Totumo.

Departamento:	Antioquia
Subregión:	Magdalena Medio
Municipio:	Yondó
Corregimiento:	San Miguel del Tigre
Localización:	Vereda El Totumo
Coordenadas geográficas:	N 07,12345°, W -073,991356°

Fuente: EOT, 2022 Municipio de Yondó.

Figura 11. Ubicación vereda El Totumo.



Fuente: Ficha municipal, EOT Yondó

- **Clima y otras variables**

De acuerdo con los datos consultados en Solargis Prospect se identifica la siguiente información de la vereda El Totumo, tabla 7:

Tabla 7. Datos vereda El Totumo.

Zona horaria:	UTC-05
Cobertura del terreno:	Masas de agua
Densidad de población:	9 hab./km ²
Azimut del terreno:	plano

Pendiente del terreno:	0°
Temperatura del aire:	26,8 °C
Precipitación anual:	2820 mm
Localización en el mapa:	https://apps.solargis.com/prospect/map?c=7.12345,-73.991356,10&s=7.12345,-73.991356

Fuente: Solargis_Prospect_Vereda_El Totumo_Yon_es.

- **Radiación solar:**

El parámetro meteorológico local más importante que determina la producción eléctrica es la radiación solar, la cual alimenta la instalación fotovoltaica. La producción eléctrica también está influenciada por la temperatura del aire. Otros parámetros meteorológicos también afectan al rendimiento, disponibilidad y envejecimiento de la instalación (

Tabla 8), siendo los parámetros meteorológicos más relevantes promedio anual:

Irradiación global horizontal: GHI 1997,3 kWh/m²

Irradiación directa normal: DNI 1419,6 kWh/m²

Irradiación difusa horizontal: DIF 944,7 kWh/m²

Tabla 8. Radiación solar y parámetros meteorológicos.

Mes	GHI kWh/m ²	DNI kWh/m ²	DIF kWh/m ²	TEMP °C
Ene	172,6	146,0	74,0	26,9
Feb	159,3	116,2	74,7	27,5
Mar	165,5	92,6	92,2	27,3
Abr	158,5	92,6	85,3	26,9
May	168,0	110,4	82,9	26,9
Jun	167,2	122,2	75,4	26,9
Jul	181,0	136,9	76,8	27,0
Ago	184,2	132,1	80,6	27,0
Sep	171,8	117,2	79,8	26,6
Oct	162,2	110,7	79,4	26,2
Nov	148,4	110,0	72,1	26,1
Dic	158,4	132,4	71,4	26,5
Anual	1997,3	1419,6	944,7	26,8

Fuente: Solargis, 2023.

Siendo los parámetros meteorológicos más relevantes promedio anual:

Irradiación global horizontal: GHI 1997,3 kWh/m²

Irradiación directa normal: DNI 1419,6 kWh/m²

Irradiación difusa horizontal: DIF 944,7 kWh/m²

Esta información está apoyada en bases de datos solares y meteorológicas desarrolladas y operadas por Solargis (Anexo B. Solargis_Prospect_Vereda_El Totumo_Yon_es).

- **Recurso Hídrico**

Como recurso hídrico se identifica que el río Cimitarra se encuentra cercano a la vereda y uno de sus afluentes es la ciénaga El Totumo.

La ciénaga El Totumo se ubica en áreas de especial interés ambiental, científico y paisajístico, donde habitan Manatíes y es referenciado como sitio turístico del municipio de Yondó.

Por otro lado, el municipio de Yondó no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales, siendo uno de los principales problemas ambientales que afectan al recurso hídrico, especialmente en la zona urbana y en el centro poblado del corregimiento San

Miguel del Tigre, lo que se refiere que los vertimientos de aguas residuales de tipo doméstico se están descargando directamente y sin tratamiento previo sobre el caño colector que desemboca en la ciénaga El Totumo.

- **Áreas de vestigios arqueológicos**

En la vereda el Totumo se ubican áreas de Protección por Patrimonio Arqueológico en la Ciénaga El Totumo, donde se han identificado hallazgos arqueológicos (Tabla 9).

Tabla 9. Áreas de vestigios arqueológicos.

CÓDIGO DEL SITIO	VEREDA	COORDENADA Y	COORDENADA X
05YON-TO1	El Descanso	7,126306	-74,024778
05YON-TO2	El Totumo	7,127889	-74,019333
05YON-TO3	El Totumo	7,128306	-74,013556
05YON-TO4	El Totumo	7,130806	-74,010778
05YON-TO5	El Totumo	7,132306	-74,004861
05YON-TO6	El Totumo	7,125056	-73,996111
05YON-TO7	El Totumo	7,132194	-74,015472

Fuente: EOT, 2022 Municipio de Yondó.

- **Equipamientos en el área rural**

De acuerdo con la consulta del EOT se identifican los siguientes equipamientos en la vereda El Totumo, tabla 10.

Tabla 10. Equipamientos vereda El Totumo.

Vereda	El Totumo
Área según división política administrativa	2.342,82 Ha
Tiempo de recorrido al casco urbano Yondó	2.2 horas
Equipamiento de educación	No
PUESTO/CENTRO DE SALUD	No
SALÓN COMUNAL	Si

Fuente: EOT, 2022 Municipio de Yondó.

- **Medio biótico**

La vereda El Totumo se ubica en áreas cercanas de la reserva forestal del río Magdalena declarada en Ley 2da de 1959, la reserva corresponde a 23.299 ha del área total del municipio (Atlas de zona de Reserva Forestal).

En el área se encuentran varios tipos de vegetación representados por: bosques secundarios, entre los cuales se pueden incluir los bosques de galería, bosques plantados, rastrojos, vegetación de ciénagas y bajos, potreros, cultivos pequeños de pan coger y cultivos de palma africana.

En esta vereda se ubica el complejo cenagoso El Totumo donde se puede presenciar especies como manatíes; convirtiéndolo en un atractivo turístico del municipio de Yondó.

- **Medio Social**

De acuerdo con las consultas realizadas en campo se identifica que en la vereda hay 24 Viviendas sin servicios públicos, siendo 26 familias aproximadamente.

Y según las entrevistas desarrolladas se identifican las siguientes actividades productivas en la vereda son:

Actividades agropecuarias: Se desarrolla como actividad principal, la ganadería y en segundo lugar las actividades agrícolas asociadas a cultivos de yuca, el plátano, cacao, el maíz y el arroz.

Transporte fluvial: Para acceder a la vereda se debe hacer uso del transporte fluvial y su duración se estima mínimo 2,2 horas desde el corregimiento San Miguel del Tigre, ya que no cuentan con accesos terrestres y tanto el personal, víveres, enseres y demás recursos deben ser movilizados por el río cimitarra y sus afluentes en transportes denominados motor canoa.

5.3 CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ACTUAL DE ENERGÍA EN LAS VEREDAS LA CONCEPCIÓN Y EL TOTUMO

De acuerdo con la verificación en campo, se realiza el inventario de fuentes de generación de energía de cada una de las veredas.

Tabla 11. Consumo de energía vereda La Concepción.

Tipo de energía	Cantidad de viviendas	Consumo actual	Observación
Sin energía	34	No aplica	Generalmente usan velas para la iluminación.
Generador de DIESEL (motor Diesel lister)	1	4 galones/Día	Ubicado en vivienda de un habitante de la vereda.
Paneles solares pequeños	1	0.45 kW/h	Ubicado en vivienda de un habitante de la vereda.
Sistema fotovoltaico (2 paneles solares)	1	0.93 kW/h	Ubicado en centro educativo rural La Concepción, instalado desde 2018 pero se encuentra fuera de servicio desde el 2020.
Sistema Solar Fovoltaico Aislado de 2,14 kWp	1	7.92 kWh/día	Instalado por EPM desde marzo de 2022, pero se reportó daño en agosto de 2022.

Fuente: El Autor. Nota: De acuerdo con las consultas a las comunidades, también utilizan velas y consumen baterías para las linternas.

Tabla 12. Consumo de energía vereda El Totumo.

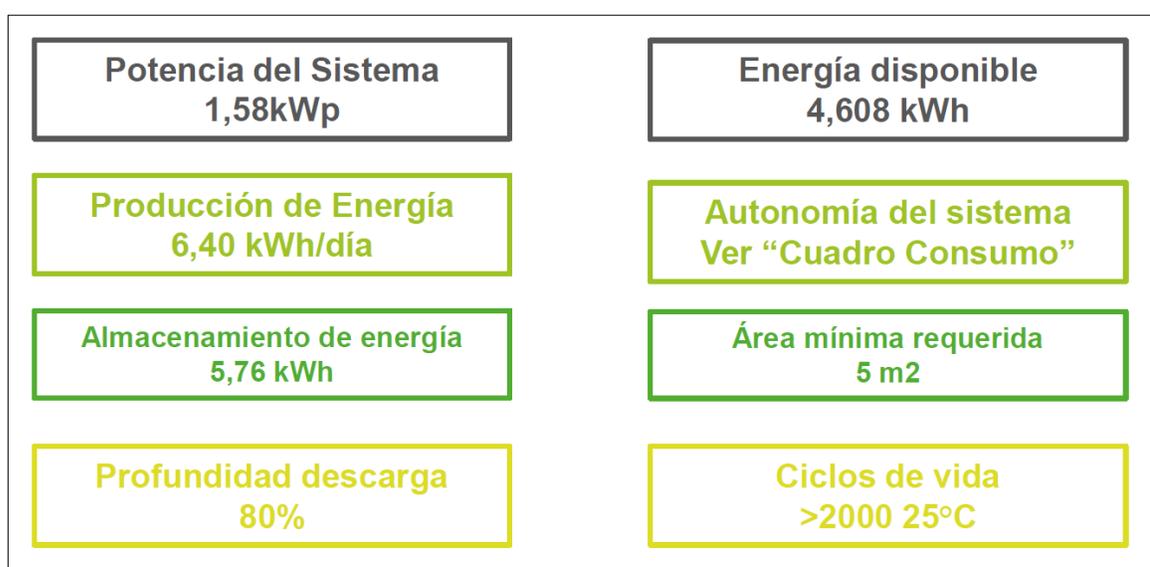
Tipo de energía	Cantidad de viviendas	Consumo actual	Observación
Sin energía	24	No aplica	Generalmente usan velas para la iluminación.
Generador de DIESEL (motor Diesel lister)	1	4 galones/Día	Ubicado en vivienda de un habitante de la vereda.
Sistema Solar Fovoltaico	1	7.92 kWh/día	Instalado por EPM desde marzo de 2022, pero se

Aislado de 2,14 kWp			reportó daño en agosto de 2022.
---------------------	--	--	---------------------------------

Fuente: El Autor. Nota: De acuerdo con las consultas a las comunidades, también utilizan velas y consumen baterías para las linternas.

Características técnicas de los sistemas fotovoltaicos instalados convenio EPM-Alcaldía:

Figura 12. Características técnicas de los sistemas fotovoltaicos instalados convenio EPM-Alcaldía



Fuente: EPM

Generación de energía

De acuerdo con la caracterización de consumo de energía se identifican actividades como extracción de madera para leña como fuente de energía para la cocción de los alimentos, alternado con el uso del gas en pipeta; uso de combustibles fósiles para abastecer generadores tipo lister, velas, consumo de baterías y algunas personas a través de sus propios recursos han comprado pequeños paneles que les permite recargar la batería de los celulares.

Por lo anterior, el mayor impacto ambiental es la generación de emisiones a la atmosfera, alterando el microclima y afectando la salud de las comunidades.

6 ESTADO DEL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS

En el municipio de Yondó la administración municipal avanza con las metas para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible, aunque cumplirlos se ha convertido en un gran reto, se presenta a continuación un análisis de los siguientes objetivos que se vinculan con el uso de los sistemas fotovoltaicos:



Para este estudio consultamos el plan de desarrollo municipal del periodo 2020-2023 donde se analiza el índice de Pobreza Multidimensional (IPM) y el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas del municipio (INB), ambos calculados por el DANE con base en los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.

Según los cálculos del DANE, el 46,3% de los hogares de Yondó se encuentran en condición de pobreza, es decir, al menos cuatro de cada diez hogares del municipio se encuentran privados de acceso a bienes y servicios básicos.

A pesar de los esfuerzos de la administración municipal se identifica que este objetivo no se cumple en el área rural y existe mayor incidencia de pobreza, lo cual se evidencia en las veredas La Concepción y El Totumo, quienes no cuentan con acceso a servicios públicos (agua potable, gas, saneamiento y energía eléctrica), salud, vías de acceso, comunicaciones, viviendas dignas, y empleos formales.

En materia de educación la vereda la Concepción dispone de un centro educativo que presta el servicio de primaria y bachillerato hasta 9 grado, pero en el año 2023 se estima realizar apertura de la media vocacional, es decir grados 10 y 11; caso contrario se presenta en la vereda el Totumo que no cuenta con un centro educativo rural.

Otra situación que impide el cumplimiento del objetivo es el escenario de no poder suministrar energía integral por vivienda de manera convencional o mediante sistemas fotovoltaicos, reflejando un panorama poco alentador.

Ante esto, se le suma que los dos sistemas fotovoltaicos que posee la vereda La Concepción y el único sistema fotovoltaico que posee la vereda El Totumo no están en funcionamiento, por lo cual, no representa un beneficio a la comunidad e incrementa la pobreza.

En dado caso que reparen y entren en funcionamiento los sistemas fotovoltaicos les permitiría a la comunidad

desarrollar actividades que ayudan a mejorar la condición de no tener energía, es decir, sería posible una pequeña activación económica local (venta de hielo), mejorar las comunicaciones móviles (cargar el celular), aumentar la calidad de la educación (uso de impresora, uso de video beam, entre otros), disminución de generación de gases de efecto invernadero (por dejar el uso de generadores de DIESEL y permitiría también actividades de recreación en las veredas. Finalmente, es preocupante la situación económica del país con la devaluación del peso y la inflación tan alta que incide en el aumento de las brechas de la pobreza en los territorios.



Este objetivo promueve garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

Para el caso de las veredas La Concepción y el Totumo son territorios apartados y en zonas de restricciones ambientales que no ha sido posible energizar de manera convencional, a la fecha se ha instalado en la vereda La Concepción dos (2) sistemas fotovoltaicos, uno de ellos se encuentra en proceso de garantía (no funciona) y el que se ubica en el centro educativo no funciona y no se cuentan con los recursos económicos inmediatos para la reparación; para la vereda el Totumo la situación no es diferente, esta vereda solamente dispone de un (1) sistema fotovoltaico que se encuentra en garantía pero no funciona.

Estas situaciones y según las entrevistas realizadas a las comunidades, han generado desconfianza en el sistema que se supone debe tener una vida útil de 30 años, haciendo que retornen a las practicas poco sostenibles para la generación de energía en sus hogares (uso de combustibles fósiles y quema de madera).

Por lo anterior, este objetivo parcialmente se cumple, debido a que no se ha garantizado desde la administración municipal un seguimiento al funcionamiento y control de los sistemas instalados.

Siendo así, las comunidades se benefician siempre y cuando los equipos funcionen.



Según este objetivo, la rápida urbanización está dando como resultado un número creciente de habitantes en barrios pobres, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados (como la recogida de residuos y los sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte), lo cual está empeorando la contaminación del aire y el crecimiento urbano incontrolado.

Por lo anterior, las veredas objeto de estudio no son la excepción, si bien no son ciudades, son comunidades rurales que deben adoptar e implementar políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres naturales, con el fin de que a futuro no se generen desplazamientos hacia zonas urbanas. En ese sentido, basado en la información primaria y secundaria, las veredas deben mejorar la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos vigente para el municipio de Yondó y como reto la administración municipal debe proveer una solución para la disposición final de residuos sólidos en zonas distanciadas geográficamente de la cabecera municipal, que no cuentan con vías de acceso terrestre y se ubican en áreas protegidas.

Igualmente, las veredas no cuentan con suministro de agua potable, manejo de las aguas residuales domésticas (ARD) y sin acceso a la energía convencional o energías renovables.

A la fecha continúan con el uso de generadores de DIESEL, velas, y demás prácticas que representan aumento de las emisiones de gases provocando contaminación atmosférica.

Finalmente, no es un objetivo que se cumple y requiere de recursos económicos y de gobernanza para cumplir las metas.



De acuerdo con el análisis una acción importante que se puede implementar con las comunidades de las veredas es cero emisiones y es posible siempre y cuando funcionen los sistemas fotovoltaicos.

Disminuir las emisiones generadas por velas, fogatas, cocinas de leña representa un beneficio para el área protegida de la reserva forestal del río Magdalena en el cual se asienta la vereda La Concepción y es cercana a la vereda El Totumo; igualmente, el mejoramiento de la calidad del aire en general. Por otro lado, evidenciamos como impacto ambiental debido al cambio climático son las inundaciones provocadas por el

desborde del río Magdalena y el río Cimitarra durante las fuertes temporadas invernales que afectan en mayor proporción a la vereda La Concepción.

Otro impacto que afecta el clima y microclima de las veredas son las talas y los monocultivos, siendo estas actividades económicas realizadas por habitantes de las veredas para el sostenimiento de los hogares.

Se podría decir que parcialmente se cumple este objetivo cuando están en funcionamiento los sistemas fotovoltaicos en las veredas.



De acuerdo con la ONU, para que un programa de desarrollo se cumpla satisfactoriamente, es necesario establecer asociaciones inclusivas (a nivel mundial, regional, nacional y local) sobre principios y valores, así como sobre una visión y unos objetivos compartidos que se centren primero en las personas y el planeta.

Por lo tanto, se identifica que la administración municipal y EPM como operador de red acordaron una alianza mediante un convenio para proveer una solución energética comunal, quizá no es integral por vivienda como se proyecta a futuro por parte del gobierno local, pero es un avance en materia de alianzas para contribuir a la problemática de las veredas que aun hacen parte de las ZNI y la protección de las áreas protegidas en donde se emplazan los asentamientos humanos. (reserva forestal del río Magdalena - Ley 2da de 1959).

Igualmente, identificamos que las comunidades han exigido a la administración municipal que se atiendan las necesidades a pesar de la distancia geográfica; sin embargo, se evidencia el abandono frente a los proyectos que han iniciado en otros periodos de gobierno y que no se han dado continuidad en los siguientes mandatos, generando reprocesos, retrasos y suspensión en iniciativas que contribuyen al desarrollo de las comunidades.

Por ejemplo: el detrimento económico de los sistemas fotovoltaicos instalados en la C.E.R. La Concepción desde el año 2018 y que actualmente en el año 2023 no está en funcionamiento.

Adicionalmente, otra alianza que se debe afianzar es el vínculo de la administración municipal con las juntas de acción comunal de las veredas y el C.E.R. La Concepción, con el fin de promover constantemente la educación ambiental, teniendo

en cuenta la problemática creciente por el inadecuado manejo de residuos y de las aguas residuales domesticas en áreas protegidas.

Por lo anterior no se cumple este objetivo de desarrollo sostenible.

7 EVALUACIÓN AMBIENTAL

Para elaborar la matriz de aspectos e impactos ambientales se aplicó la metodología de Conesa (2011) para identificar y evaluar los impactos ambientales de las veredas para los escenarios sin uso de los sistemas fotovoltaicos y con uso de los sistemas fotovoltaicos.

A partir de la información recopilada en campo y fuentes secundarias, fue posible identificar las actividades que se desarrollan actualmente en las veredas y que puede presentar mayor incidencia en el cambio de los factores ambientales del entorno.

A continuación, en la tabla se listan las actividades que se desarrollan actualmente en las veredas considerando aquellas que tienen un mayor impacto sobre los recursos naturales y el entorno.

Tabla 13. Identificación de actividades

Identificación de actividades e impactos ambientales en el escenario sin usar sistemas fotovoltaicos	Identificación de actividades e impactos ambientales en el escenario con el uso de los sistemas fotovoltaicos
Actividades agropecuarias	Generación de energía
Transporte fluvial	Mantenimiento Preventivo
Manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad	Mantenimiento Correctivo
Generación de energía	Participación y socialización con los grupos de interés
Uso del recurso hídrico	
Extracción de madera para uso doméstico	
Cacería de fauna silvestre	

Fuente: El Autor

En la tabla 14, se presenta el escenario sin uso de los sistemas fotovoltaicos, en esta matriz se incluyen las actividades que pueden generar impactos ambientales y son definidas de acuerdo con las actividades cotidianas que desarrolla la comunidad.

Tabla 14. Matriz de aspectos e impactos ambientales, escenario sin uso de los sistemas fotovoltaicos.

Medio	Componente	Factor Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Actividad Generadora	Importancia (I)
Abiótico	Atmosférico	Calidad del aire	Generación de gases y material particulado	Alteración a la calidad del aire	Actividades agropecuarias	-58
		Nivel de ruido	Generación de ruido	Alteración en los niveles de presión sonora	Generación de energía	-24
	Geotécnico	Estabilidad del terreno	Descapote, compactación y excavación del suelo	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad	-54
	Hidrológico	Consumo de agua	Uso del agua	Alteración de las condiciones geotécnicas	Extracción de madera para consumo doméstico	-50
	Edafológico	Calidad del suelo	Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de residuos	Alteración a la calidad del suelo	Actividades agropecuarias	-58
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	Remoción de cobertura vegetal o de individuos arbóreos Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de ruido	Alteración a ecosistemas terrestres	Actividades agropecuarias	-54
	Cobertura	Cobertura vegetal		Alteración a ecosistemas acuáticos	Manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad	-33
	Flora	Diversidad de flora		Alteración a cobertura vegetal	Actividades agropecuarias	-42
	Fauna	Fauna terrestre		Alteración a comunidades de flora	Actividades agropecuarias	-51
		Corredores de vuelo	Ubicación Panel solar	Alteración a comunidades de fauna terrestre	Cacería de fauna silvestre	-54
Socioeconómico	Espacial	Conectividad	Uso de celulares	Electrocución o colisión de individuos de fauna	Generación de energía	-15
		Infraestructura de servicios públicos	Consumo de energía	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	Transporte fluvial	-32
	Económico	Empleo	Demanda de personal no calificado	Deterioro o mejora de la infraestructura socioeconómica	Extracción de madera para consumo doméstico	-32
		Empleo	Demanda de personal no calificado	Cambio en los niveles de empleo	Actividades agropecuarias	-31
		Uso del suelo	Adquisición de predios	Cambio en el uso del suelo	Actividades agropecuarias	-22
		Actividades Económicas	Demanda de personal no calificado Demanda de bienes y servicios	Cambio en las actividades económicas	Actividades agropecuarias	-31
	Socioeconómico	Conflictos	Interacción con los distintos actores (comunitarios, de organizaciones, institucionales y demás involucrados)	Generación o alteración de conflictos sociales	Transporte fluvial	-31
	Arqueología	Patrimonio Arqueológico	Descapote, compactación y excavación del suelo	Deterioro del patrimonio arqueológico	Actividades agropecuarias	-30
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Remoción de individuos arbóreos Introducción de nuevos elementos en el paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	Extracción de madera para consumo doméstico	-36	

Fuente: El Autor

En la siguiente tabla se presenta la matriz de aspectos e impactos ambientales con el escenario de uso de los sistemas fotovoltaicos, tabla 15.

Tabla 15. Matriz de aspectos e impactos ambientales, escenario con uso de los sistemas fotovoltaicos.

Medio	Componente	Factor Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Actividad Generadora	Importancia (I)
Abiótico	Atmosferico	Calidad del aire	Generación de gases y material particulado	Alteración a la calidad del aire	Generación de energía	31
		Calidad del aire	Generación de gases y material particulado	Alteración a la calidad del aire	Mantenimiento correctivo SF	-29
		Nivel de ruido	Generación de ruido	Alteración en los niveles de presión sonora	Generación de energía	31
	Geotécnico	Estabilidad del terreno	Descapote, compactación y excavación del suelo	Alteración de las condiciones geotécnicas	Mantenimiento correctivo SF	-29
	Hidrológico	Consumo de agua	Uso del agua	Alteración de los recursos naturales	Mantenimiento preventivo SF	-40
Edafológico	Calidad del suelo	Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de residuos	Alteración a la calidad del suelo	No aplica	0	
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	Remoción de cobertura vegetal o de individuos arbóreos Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de ruido	Alteración a ecosistemas terrestres	No aplica	0
	Cobertura	Cobertura vegetal		Alteración a cobertura vegetal	No aplica	0
	Flora	Diversidad de flora		Alteración a comunidades de flora	No aplica	0
	Fauna	Fauna terrestre		Alteración a comunidades de fauna terrestre	Generación de energía	-27
		Corredores de vuelo	Ubicación Panel solar	Electrocución o colisión de individuos de fauna	Generación de energía	-27
Socioeconómico	Espacial	Conectividad	Uso de celulares	Disponibilidad de las telecomunicaciones	Generación de energía	31
		Infraestructura de servicios públicos	Consumo de energía	Disponibilidad de los servicios de energía	Generación de energía	31
	Económico	Empleo	Demanda de personal no calificado	Cambio en los niveles de empleo	Generación de energía	31
		Empleo	Demanda de personal no calificado	Cambio en los niveles de empleo	Participación y socialización con los grupos de interés	31
		Uso del suelo	Adquisición de predios	Cambio en el uso del suelo	No aplica	0
	Actividades Económicas	Demanda de personal no calificado	Demanda de bienes y servicios	Cambio en las actividades económicas	Generación de energía	31
		Conflictos	Interacción con los distintos actores (comunitarios, de organizaciones, institucionales y demás involucrados)	Generación o alteración de conflictos sociales	No aplica	0
	Arqueología	Patrimonio Arqueológico	Descapote, compactación y excavación del suelo	Alteración en el patrimonio arqueológico	No aplica	0
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Remoción de individuos arbóreos Introducción de nuevos elementos en el paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	Generación de energía	-27	

Fuente: El Autor

7.1 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES PARA MEDIR LA SOSTENIBILIDAD POR EL USO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los indicadores de sostenibilidad son claves en proyectos de desarrollo comunitario. Debe establecerse un marco para medir la planificación, el diseño, la ejecución y el desempeño en el tiempo.

Como propuesta de indicadores se definen los siguientes para las veredas La Concepción y el Totumo:

Indicador ambiental:

Cálculo de reducción de emisiones de CO₂:

Tabla 16. Conversión emisiones por electricidad

Emisiones por electricidad	KgCO ₂ /kWh
Emisiones:	0,126 KgCO ₂ /kWh

Fuente:http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html#collapseFive

Disminución de CO₂ correspondiente a la autogeneración de energía eléctrica en MWh/año CO₂ equivalente según calculadora UPME.

Indicador social:

- **Grado de satisfacción de las comunidades:** Con este indicador podemos determinar mediante entrevistas o encuestas el grado de satisfacción por el uso de sistemas fotovoltaicos.

Indicador económico:

- **Generación de empleo:** A través del uso de energía generada mediante sistemas fotovoltaicos se puede generar empleo en sectores de la educación y actividades agropecuarias como la pesca.

8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta la evaluación de los indicadores ambientales, económicos y sociales, cumplimiento de los ODS y los resultados de la evaluación ambiental De acuerdo con el uso de los sistemas fotovoltaicos en las veredas La Concepción y el Totumo.

Indicador Ambiental

Tabla 17. Consumo de energía vereda La Concepción

Tipo de energía	Cantidad de viviendas	Consumo actual
Sin energía	34	No aplica
Generador de DIESEL (motor Diesel lister)	1	4 galones/Día
Paneles solares pequeños	1	0.45 kW/h
Sistema fotovoltaico (2 paneles solares)	1	0.93 kW/h
Sistema Solar Fotovoltaico Aislado de 2,14 kWp	1	7.92 kWh/día

Tabla 18. Consumo de energía vereda

Tipo de energía	Cantidad de viviendas	Consumo actual
Sin energía	24	No aplica
Generador de DIESEL (motor Diesel lister)	1	4 galones/Día
Sistema Solar Fotovoltaico Aislado de 2,14 kWp	1	7.92 kWh/día

Tabla 19. Total de emisiones de CO² generadas por veredas

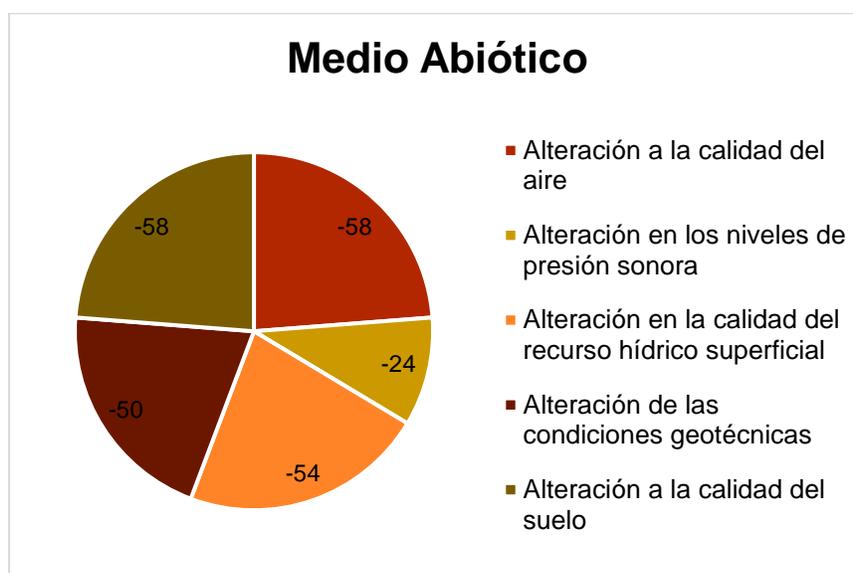
Emisiones de CO ₂ generadas por vereda	
Vereda La Concepción	Vereda el Totumo
72.2147 KgCO ²	41.5938 KgCO ²

Debido al uso de plantas generadoras que requieren DIESEL más la suma de las emisiones generadas por el uso de los sistemas fotovoltaicos se identifican como resultado un total de emisiones generadas en la vereda La Concepción de 72.2147 KgCO² afectando la calidad del aire de la vereda.

Para el caso de la vereda El Totumo se presenta un total de 41.5938 KgCO², lo que representa también alteración de la calidad del aire.

Y de acuerdo con la evaluación ambiental se confirma que el impacto a la calidad de aire es severo o significativo y en mayor proporción por el uso de plantas generadoras.

Figura 13. Medio Abiótico



Fuente: El Autor

Indicador social

Grado de satisfacción de las comunidades:

Con este indicador podemos determinar mediante entrevistas o encuestas el grado de satisfacción por el uso de sistemas fotovoltaicos.

De acuerdo con las entrevistas realizadas a Anexo C. Entrevistas:

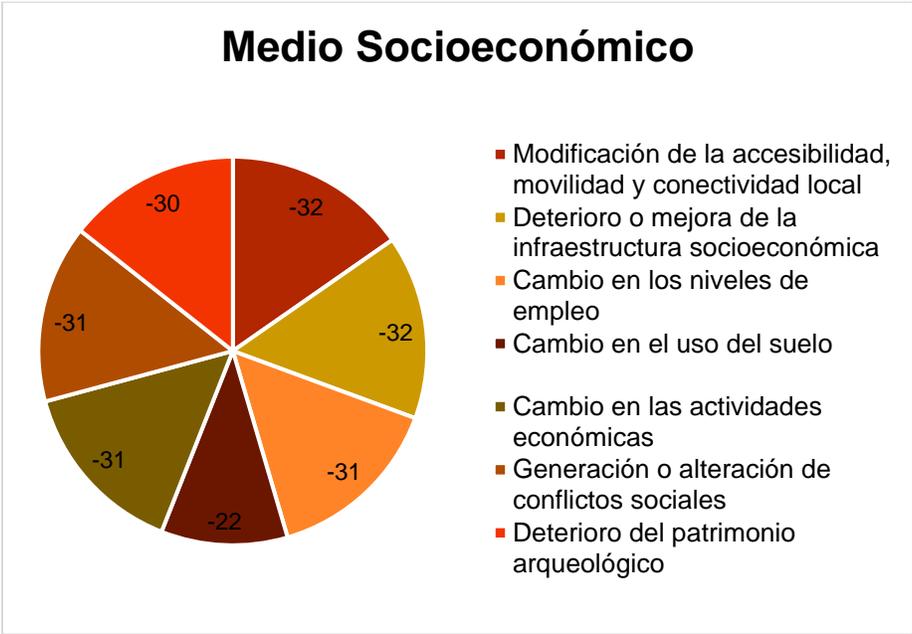
La docente Evelyn Milena Cordoba C.E.R La Concepción.
Luz Mary Martinez vereda habitante de la vereda el Totumo

Los beneficios más significativos por el uso de sistemas fotovoltaicos son:

- Uso de la energía para la preparación de alimentos del comedor escolar, programa de alimentación escolar (PAE)
- Acceso a la tecnología debido a la conexión de energía.
- Fortalecimiento de actividades productivas (ventas).
- Acceso a las comunicaciones (carga del celular).
- Mejoramiento en el proceso educativo por el uso de medios audiovisuales.

De acuerdo con la evaluación ambiental se confirma la información suministrada por las entrevistas realizadas a la comunidad, siendo el impacto la limitación de no conectar sus celulares para acceder al mundo exterior.

Figura 14. Medio Socioeconómico



Fuente: El Autor

Indicador económico:

Generación de empleo: A través del uso de energía generada mediante sistemas fotovoltaicos se puede generar empleo en sectores de la educación y actividades de mantenimiento de los equipos.

Para el caso del centro educativo rural La Concepción, el acceso a la energía les permite aumentar la cantidad de estudiantes lo que representa en el aumento de docentes. Es decir, 2 vacantes adicionales.

Un empleo que también se genera es el de capacitar a la comunidad o un técnico para el seguimiento, control y mantenimiento.

Haciendo un análisis integral de la sostenibilidad en las veredas se identifica que generar energía a través de los sistemas fotovoltaicos logra impactos positivos en las veredas en los siguientes medios:

Medio socioeconómico: presenta impactos positivos como la generación de empleo, promueve actividades productivas, permite la disponibilidad de las telecomunicaciones al recargar la batería de los celulares y representa un nuevo conocimiento en materia de tecnologías para las comunidades apartadas. También permiten energizar aulas de clase para proveer energía para iluminación, cómputo, video beam, ventiladores, impresoras y refrigeración para la preservación de alimentos y producción de hielo (restaurante escolar PAE).

Medio abiótico: reducción de emisiones de gases efecto invernadero y mejoramiento del microclima, por lo que no se produce contaminación térmica ni emisiones de CO₂. En cuanto a ruido, los sistemas fotovoltaicos no emiten ruidos o sonidos significativos.

Medio Biótico: La repercusión sobre la vegetación es nula, pero es posible que, durante la operación de los paneles solares, se presente incidentes de fauna por colisión.

En cuanto al paisaje, los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración; lo que hace que sean un elemento fácil de integrar utilizando diferentes tipos de estructuras para minimizar su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no requiere de talas o mínimamente de podas (para evitar sombras que obstaculicen el ingreso de la radiación solar) y no se altera el paisaje con postes y líneas de energía.

Finalmente, también aporta a la preservación y conservación de la reserva forestal del río Magdalena (declarada área protegida).

Adicional a los impactos positivos también se evidencia una actividad que parece no impactar, pero si representa un impacto y son los mantenimientos preventivo y correctivo, estos mantenimientos consisten en:

Mantenimiento preventivo: Para el mantenimiento de una instalación solar aislada, se deberá revisar el estado del cableado para asegurar de que no haya ninguna conexión débil con el objetivo de evitar pérdidas de tensión en el circuito eléctrico o de que se produzcan cortes en el funcionamiento del equipo solar, se deberá realizar una inspección visual ante posibles decoloraciones en las placas solares, daños en las estructuras, correcto funcionamiento de los inversores y la conexión y el estado de la batería (en caso de que aplique se debe comprobar el nivel de líquido).

También se requiere limpieza de los paneles solares, para el buen funcionamiento deben estar libre de polvo, hojarasca, entre otros residuos. Por lo anterior, la limpieza se debe realizar con agua sin jabones o químicos de limpieza; si no está limpio el cristal de los paneles, se captará menos radiación solar y el rendimiento de los paneles se reducirá.

Por otro lado, también se deberá controlar que, con el paso de los años, las nuevas ramas de los árboles del alrededor (en caso de que los hubiese) no hayan producido sombras en la superficie de las placas fotovoltaicas en algunos meses del año.

El mantenimiento de una instalación solar autónoma es realmente mínimo y puede realizarse una vez al año.

Mantenimiento Correctivo: Este tipo de mantenimiento se realiza cuando ocurren daños o fallas en el sistema por causas inesperadas, consiste en reparaciones o cambios de los equipos. Las veredas por estar aisladas geográficamente de los centros poblados deberán solicitar servicio técnico a domicilio o enviar los equipos para la revisión y reparación en un centro técnico especializado.

Por lo anterior, como impacto ambiental se identifica que el transporte para trasladar los equipos mediante motor canoa genera emisiones al aire, también se generan residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Finalmente, como se ha mencionado el uso de los sistemas contribuye al mejoramiento de la calidad de vida, siempre y cuando se encuentren en funcionamiento.

9 CONCLUSIONES

Un desarrollo sostenible efectivo a nivel de comunidades requiere de alianzas a nivel local, nacional e internacional de ser necesario, requiere de un modelo de asociación público, privado y comunidad; donde se resalte la innovación, inclusión, trabajo colaborativo y transparencia para desarrollar proyectos de forma conjunta con diferentes grupos de interés.

Crear alianzas se convierte en un reto porque implica que personas externas construyan confianza con la comunidad y que los diversos actores compartan el poder de la toma de decisiones para co-crear soluciones sostenibles.

Por lo anterior, este estudio identifica que existe un trabajo colaborativo en las veredas la concepción y El Totumo, promueven la gobernanza a nivel local, la vinculación de la alcaldía y entidades como EPM permite buscar soluciones estratégicas a nivel social, ambiental y económico, buscando un bien común para los menos favorecidos.

Sin embargo, la gobernanza no se debe limitar en buscar estrategias de convenios o alianzas sino también hacer seguimiento a los acuerdos en el tiempo y continuar desde la administración municipal el desarrollo de iniciativas exitosas propuestas por mandatos anteriores para atender las necesidades de las comunidades.

Otra característica que se identifica de sostenibilidad es la innovación por la instalación y puesta en servicio de los sistemas fotovoltaicos, infortunadamente se presentaron fallas que limitó el uso por un poco tiempo, generando en las comunidades desilusión frente al uso de energía renovables, debido a que les habían informado que la vida útil de un sistema oscila entre 25 y 30 años.

Durante el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos se generan muchos beneficios y se reducen los impactos ambientales negativos presentados por no usar los sistemas fotovoltaicos.

Las Comunidades de las veredas demuestran un alto grado de pertenencia de sus territorios a pesar de las condiciones en las que habitan, son resilientes frente a los desafíos de habitar en áreas dispersas, los impactos ambientales generados por las inundaciones, no tener acceso a los servicios públicos y no contar con empleos dignos.

La resiliencia que demuestran las comunidades también se debe evidenciar en los cambios asociados a proteger el ambiente y generar procesos de cambios culturales. Finalmente, el uso de sistemas fotovoltaicos genere el aumento del costo de vida por la adquisición de bienes electrodomésticos y equipo de comunicaciones.

PROPIEDAD INTELECTUAL Y CONFIDENCIALIDAD

La información presentada en el documento es de carácter confidencial y el uso de este documento es para fines académicos y no cuenta con registro formal de derechos de autor.

10 CONCEPTO ÉTICO

Este estudio se realizó mediante información consultada en campo e investigación enmarcada en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, normatividad nacional aplicable a las zonas no interconectadas ZNI, estudios nacionales realizados por la CREG, UPME, ministerio de minas y energía, IPSE e información suministrada por Empresas públicas de Medellín-EPM y la alcaldía del municipio de Yondó.

Se realizó una adecuada citación de la información suministrada, de acuerdo con las políticas vigentes de derechos de autor.

Esta investigación contribuye a los estudios de sostenibilidad de las ZNI y como las empresas de orden público o privado pueden sumar esfuerzos para contribuir al desarrollo de los territorios a nivel nacional donde se emplazan sus actividades económicas.

11 RECOMENDACIONES

Una vez revisado el análisis de sostenibilidad correspondiente al estudio se recomienda lo siguiente:

Se debe realizar capacitaciones periódicas a la comunidad que habita las viviendas de las veredas La Concepción y el Totumo sobre la importancia de las áreas protegidas y como las actividades cotidianas impactan los ecosistemas.

Fortalecer la gobernanza local entre la administración municipal y las veredas objeto del estudio, con el fin de asegurar el seguimiento, mantenimiento y control de los sistemas fotovoltaicos.

Asegurar desde la administración municipal vigencias futuras de presupuestos para atender necesidades asociadas a los mantenimientos preventivos y correctivos que se requieran durante la vida útil de los sistemas.

Todo lo anterior con el fin de alcanzar las metas de los objetivos de desarrollo sostenible.

12 RBIBLIOGRAFÍA

Bloomberg. (2019). <https://www.bloomberg.com/latam/blog/la-energia-solar-y-eolica-alcanzo-el-67-de-la-capacidad-nueva-de-energia-electrica-agregada-a-nivel-mundial-en-2019/>.

Conesa, V. F. (2011). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*.

Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

IDEAM. (2014). <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>.

IPSE. (2022). <https://ipse.gov.co/cnm/caracterizacion-energetica-de-las-zni-ipse/>.

Meriño, A. (2021). <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/mapas-produccion-electricidad-mundo/>.

Solargis. (2023). <https://solargis.com/es>.

Yondó, M. d. (02 de Noviembre de 2022). *Administración municipal*. Obtenido de Alcaldía de yondó: <http://www.yondo-antioquia.gov.co/>

13 ANEXOS

Anexo A. Registro Fotográfico

Anexo B. Base de datos SOLARGIS

Anexo C. Entrevistas

Anexo D. Matriz con uso sistemas fotovoltaicos

Anexo E. Matriz sin uso sistemas fotovoltaicos

ANEXO A. Registro Fotográfico



Fotografía N° 1.

Actividad: Inspección panel solar

Fecha: Agosto de 2022

Lugar: vereda El Totumo

Fuente: EPM



Fotografía N° 2.

Actividad: Vivienda

Fecha: Agosto de 2022

Lugar: Vereda La Concepción

Fuente: EPM



Fotografía N° 3.

Actividad: Vivienda

Fecha: Agosto de 2022

Lugar: Vereda El Totumo

Fuente: El Autor



Fotografía N° 4.

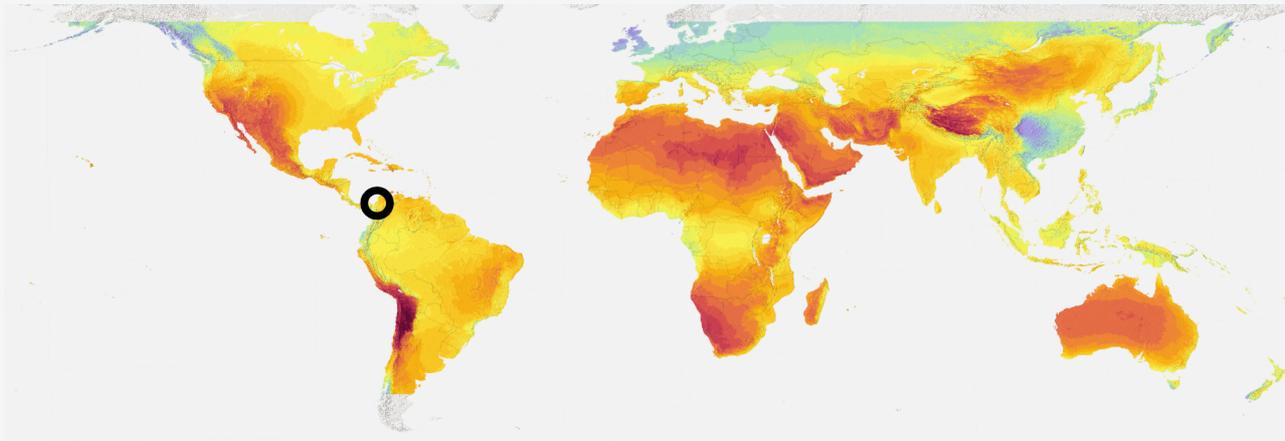
Actividad: Centro Educativo Rural La Concepción

Fecha: Agosto de 2022

Lugar: Vereda La Concepción

Fuente: El Autor

Anexo B. Base de datos SOLARGIS



Evaluación preliminar de la radiación solar del sitio

Proyecto: Vereda El Totumo_Yondó (Colombia)

Coordenadas geográficas	07.12345°, -073.991356° (07°07'24", -073°59'29")
Número de informe	SG-P-13337-230106-132500
Informe generado	06/01/2023
Generado por	Solargis
Cliente	EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN E.S.P. (Colombia)

Contenidos

1	Resumen	1
2	Información del proyecto	2
3	Solar y meteo: Estadísticas mensuales	4
4	Solar y meteo: Estadísticas diarias	8
5	Acrónimos y glosario	11
6	Metadatos	13
7	Descargo de responsabilidad e información legal	14

1 Resumen

Tabla 1.1: Promedio anual

Irradiación global horizontal	GHI	1997.3 kWh/m ²
Irradiación directa normal	DNI	1419.6 kWh/m ²
Irradiación difusa horizontal	DIF	944.7 kWh/m ²
Temperatura del aire	TEMP	26.8 °C

2 Información del proyecto

Nombre del proyecto	Vereda El Totumo_Yondó
Dirección	Yondó, Antioquia, Colombia
Coordenadas geográficas	07.12345°, -073.991356° (07°07'24", -073°59'29")
Zona horaria	UTC-05
Elevación	63 m
Cobertura del terreno	Masas de agua
Densidad de población	9 hab./km ²
Azimut del terreno	plano
Pendiente del terreno	0°
Localización en el mapa	https://apps.solargis.com/prospect/map? c=7.12345,-73.991356,10&s=7.12345,-73.991356

Figura 2.1: Localización del proyecto



Figura 2.2: Vista de mapa en detalle

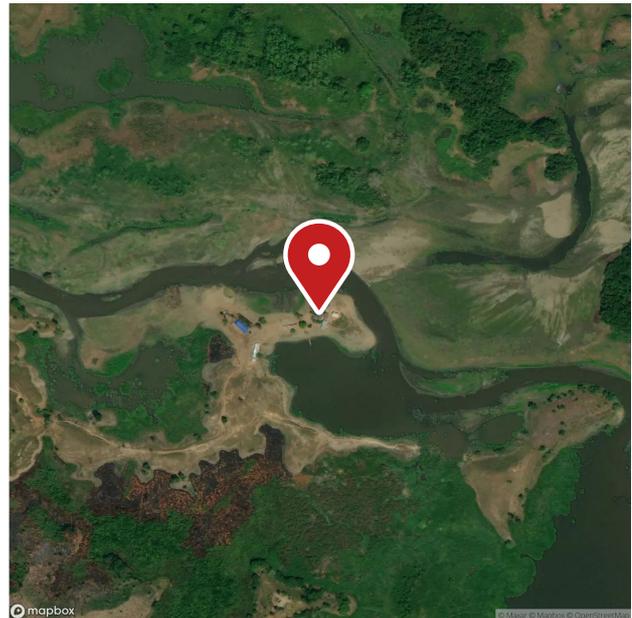


Figura 2.3: Horizonte y trayectoria solar en el sitio

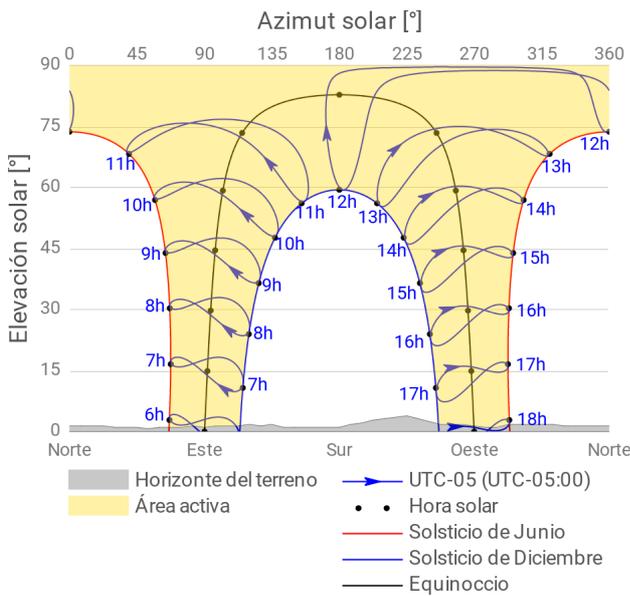
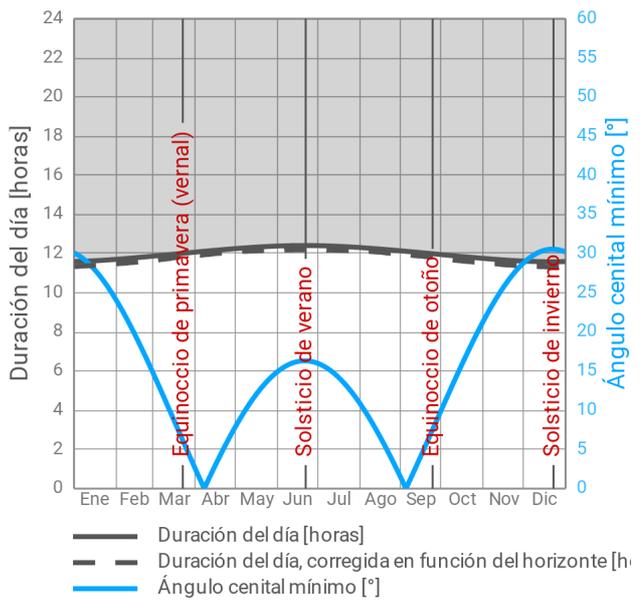


Figura 2.4: Duración del día y ángulo cenital solar



3 Solar y meteo: Estadísticas mensuales

El parámetro meteorológico local más importante que determina la producción eléctrica es la radiación solar, la cual alimenta la instalación fotovoltaica. La producción eléctrica también está influenciada por la temperatura del aire. Otros parámetros meteorológicos también afectan al rendimiento, disponibilidad y envejecimiento de la instalación.

Tabla 3.1: Radiación solar y parámetros meteorológicos

Mes	GHI kWh/m ²	DNI kWh/m ²	DIF kWh/m ²	D2G	GTI _{opta} kWh/m ²	TEMP °C	WS m/s	CDD Grados día	HDD Grados día
Ene	172.6	146.0	74.0	0.429	185.0	26.9	0.9	295	0
Feb	159.3	116.2	74.7	0.469	166.3	27.5	1.0	297	0
Mar	165.5	92.6	92.2	0.557	167.2	27.3	1.0	294	0
Abr	158.5	92.9	85.3	0.538	155.8	26.9	1.0	276	0
May	168.0	110.4	82.9	0.493	161.2	26.9	1.0	280	0
Jun	167.2	122.2	75.4	0.451	158.3	26.9	1.1	257	0
Jul	181.0	136.9	76.8	0.424	172.2	27.0	1.1	286	0
Ago	184.2	132.1	80.6	0.438	179.2	27.0	1.2	264	0
Sep	171.8	117.2	79.8	0.464	172.0	26.6	1.1	259	0
Oct	162.2	110.7	79.4	0.490	167.3	26.2	1.0	257	0
Nov	148.4	110.0	72.1	0.486	157.2	26.1	0.9	252	0
Dic	158.4	132.4	71.4	0.451	170.6	26.5	0.9	278	0
Anual	1997.3	1419.6	944.7	0.473	2012.4	26.8	1.0	3216	0

Tabla 3.2: Otros parámetros meteorológicos

Mes	ALB	RH %	PWAT kg/m ²	PREC mm
Ene	0.15	85	48	51
Feb	0.15	80	49	93
Mar	0.14	82	52	155
Abr	0.14	85	56	284
May	0.14	86	57	331
Jun	0.15	85	55	271
Jul	0.15	83	53	227
Ago	0.15	83	53	290
Sep	0.15	85	54	351
Oct	0.15	87	56	391
Nov	0.15	88	56	285
Dic	0.15	87	52	91
Anual	0.15	85	53	2820

Figura 3.1: Irradiación + irradiación difusa horizontal

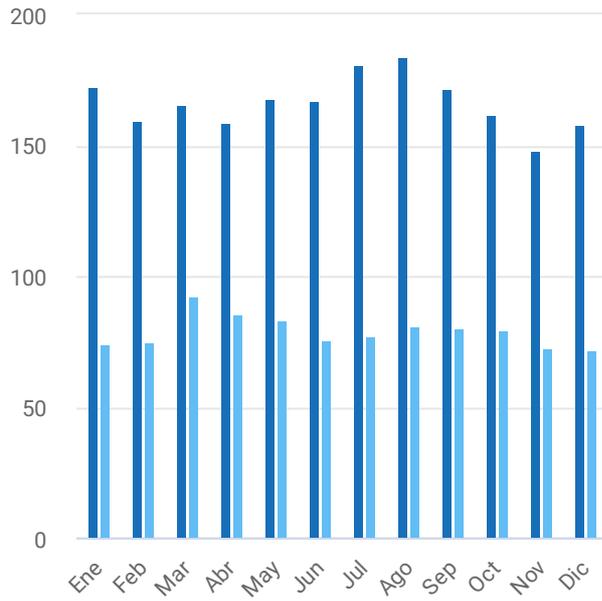


Figura 3.2: Irradiación directa normal

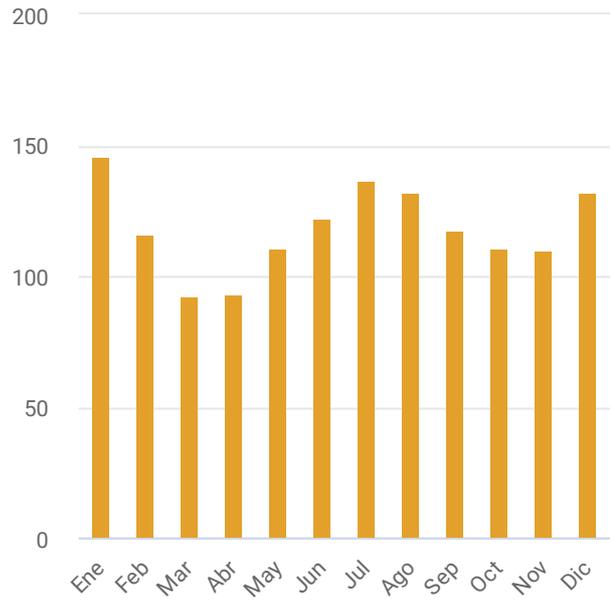


Figura 3.3: Ratio entre irradiación difusa y global

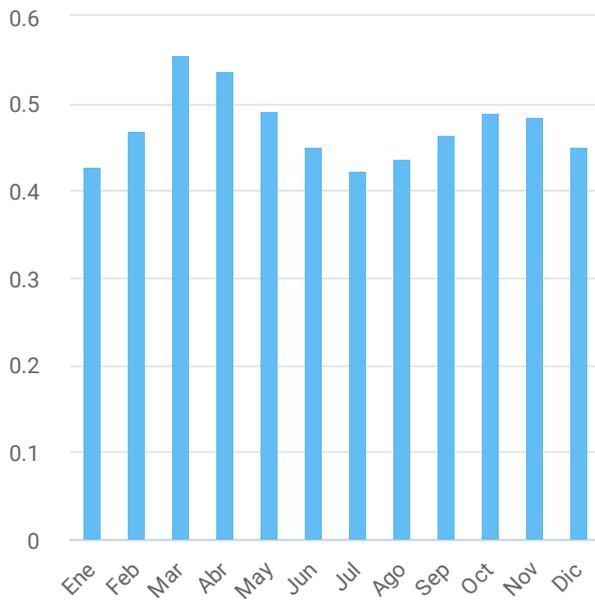


Figura 3.4: Irradiación global inclinada para el ángulo óptimo

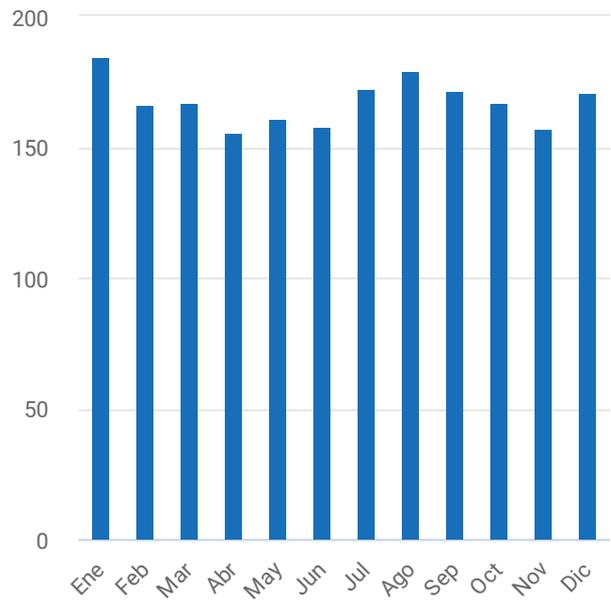


Figura 3.5: Temperatura del aire

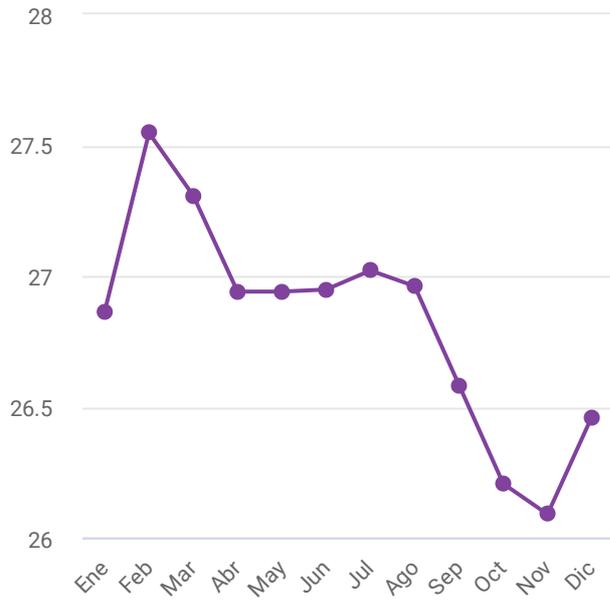


Figura 3.6: Albedo de superficie

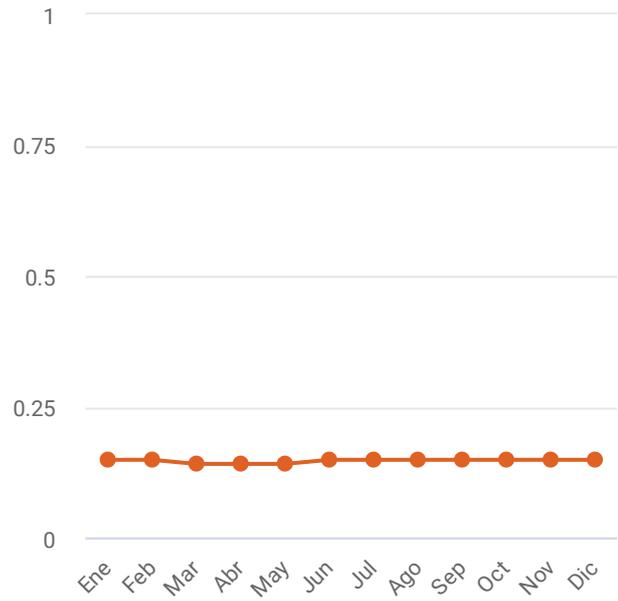


Figura 3.7: Velocidad del viento

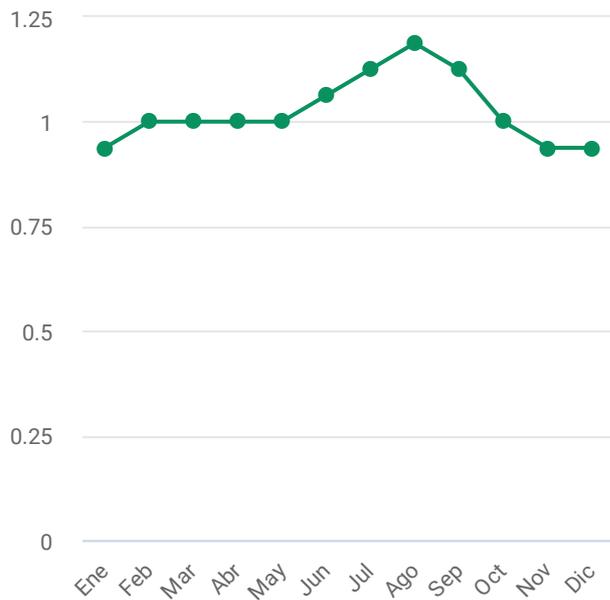


Figura 3.8: Humedad relativa

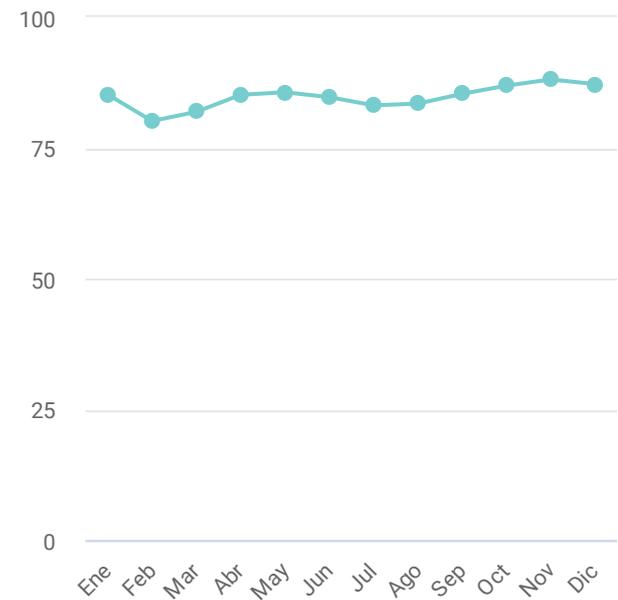


Figura 3.9: Precipitación (lluvia)

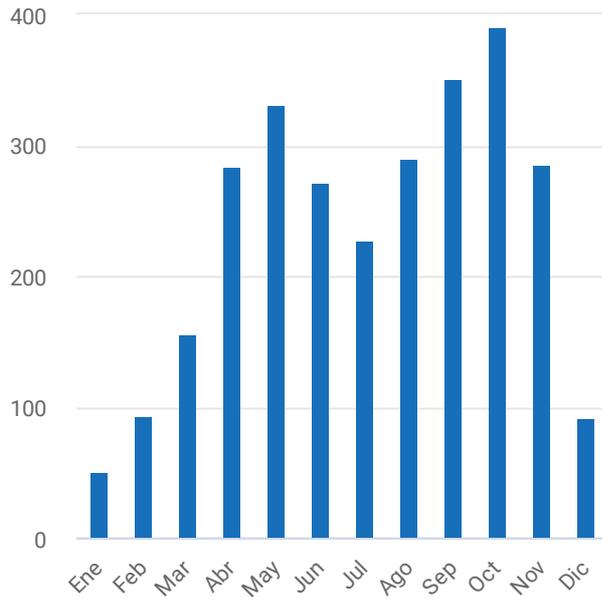


Figura 3.10: Agua precipitable

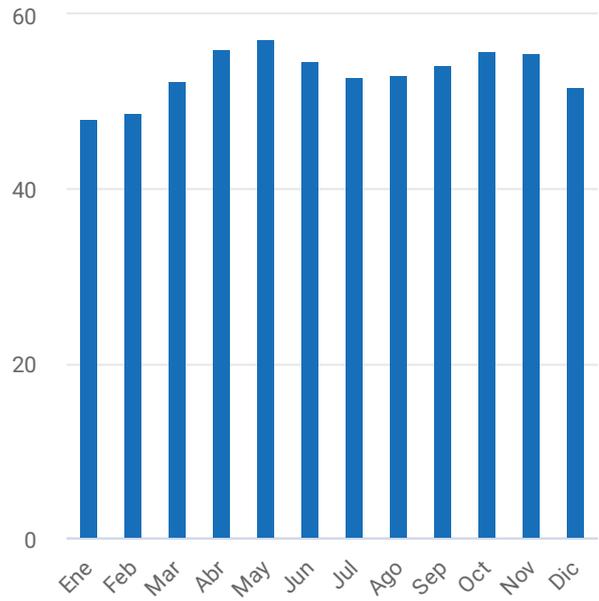


Figura 3.11: Días de nieve



Figura 3.12: Grados día de refrigeración

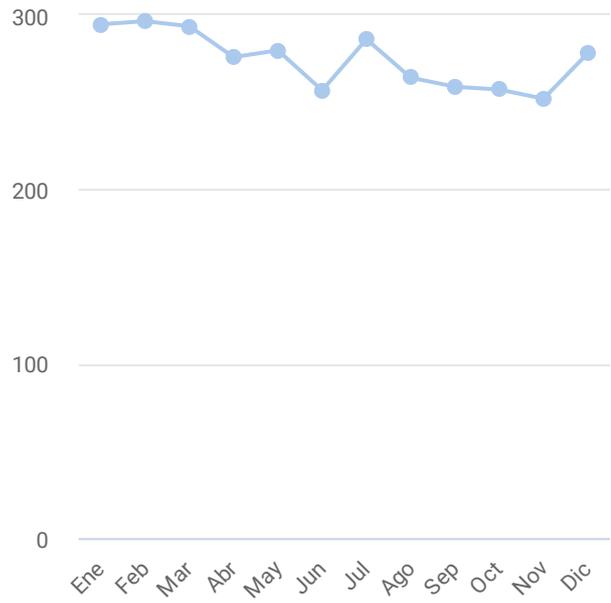
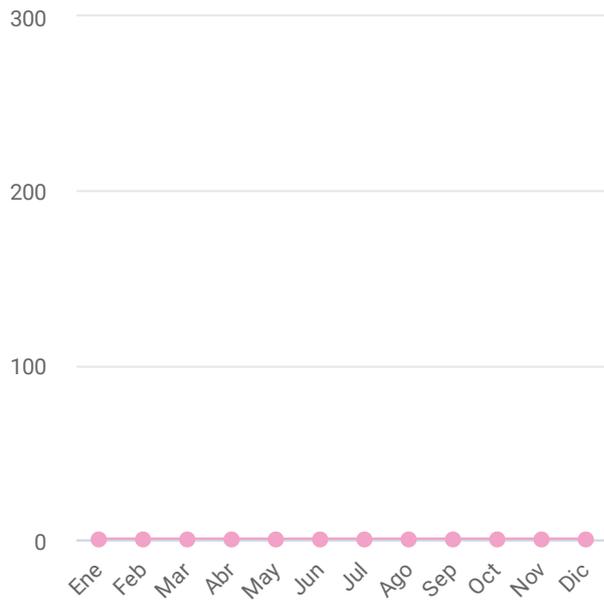


Figura 3.13: Grados día de calefacción



4 Solar y meteo: Estadísticas diarias

Los perfiles de radiación solar de abajo se calculan como un promedio de todas las horas para cada mes. Los perfiles dan una indicación de los patrones de GHI por día, de forma separada para cada mes. Estos patrones dependen de la geografía, astronomía y clima locales del sitio.

Figura 4.1: GHI, DNI, DIF - promedios diarios

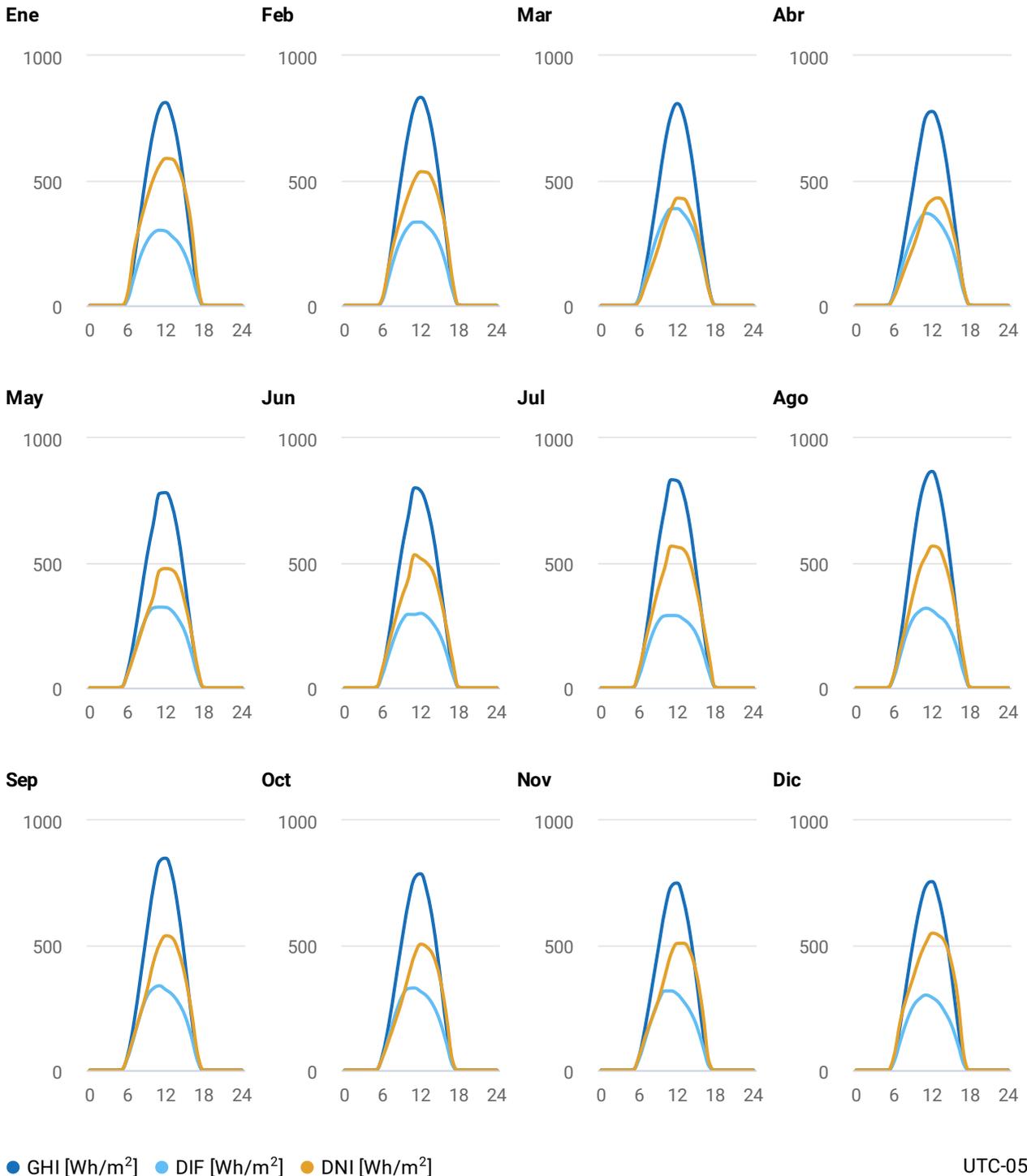


Tabla 4.1: Irradiación global horizontal - promedios horarios [Wh/m²]

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 - 6	0	-	0	1	3	2	2	1	2	2	1	1
6 - 7	31	28	32	54	70	73	64	56	63	65	58	44
7 - 8	182	168	151	177	198	212	207	199	196	190	182	187
8 - 9	367	352	304	326	359	382	388	385	372	352	332	355
9 - 10	544	529	471	478	523	550	572	577	553	516	486	513
10 - 11	695	686	642	634	654	683	717	741	728	667	636	648
11 - 12	789	798	762	756	779	801	833	837	837	769	734	737
12 - 13	813	834	809	777	782	789	829	867	849	786	750	755
13 - 14	756	785	759	730	728	725	772	802	782	713	678	691
14 - 15	635	667	634	612	605	605	646	665	635	580	547	568
15 - 16	456	488	458	437	425	432	459	474	440	389	364	391
16 - 17	245	277	248	237	229	242	260	259	224	179	161	190
17 - 18	57	78	68	63	65	76	87	77	48	25	18	29
18 - 19	1	2	1	1	1	2	2	2	0	-	-	-
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suma	5569	5690	5340	5283	5419	5574	5839	5943	5728	5232	4948	5109

Tabla 4.2: Irradiación directa normal - promedios horarios [Wh/m²]

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 - 6	-	-	-	-	2	2	-	-	2	2	-	-
6 - 7	52	35	18	35	58	82	77	57	56	53	58	60
7 - 8	224	165	87	99	133	180	189	160	140	123	138	201
8 - 9	335	276	157	169	213	275	294	265	227	197	207	293
9 - 10	427	361	232	233	293	362	396	376	317	277	279	370
10 - 11	505	440	318	312	364	434	479	473	428	373	373	451
11 - 12	561	503	384	391	469	533	567	527	504	459	465	510
12 - 13	589	536	430	422	478	518	563	568	538	504	508	549
13 - 14	586	533	427	431	472	499	553	560	530	492	508	540
14 - 15	546	493	383	400	433	459	502	501	476	456	474	513
15 - 16	465	411	304	323	341	369	396	404	380	370	388	432
16 - 17	324	294	187	215	226	251	269	262	243	226	236	293
17 - 18	95	103	58	67	81	111	128	107	67	39	34	58
18 - 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suma	4710	4149	2986	3097	3562	4074	4415	4261	3906	3573	3666	4270

5 Acrónimos y glosario

Tabla 5.1: Acrónimos y glosario

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
GHI	Irradiación global horizontal	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global horizontal
DNI	Irradiación directa normal	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación directa normal
DIF	Irradiación difusa horizontal	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación difusa horizontal
D2G	Ratio entre irradiación difusa y global		Ratio entre la irradiación difusa horizontal e irradiación global horizontal (DIF/GHI)
GTI opta	Irradiación global inclinada para el ángulo óptimo	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada para módulos fotovoltaicos instalados en estructura fija para el ángulo óptimo
OPTA	Inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos	°	Inclinación óptima de módulos fotovoltaicos instalados en estructura fija orientada hacia el ecuador geográfico, calculada para maximizar la GTI recibida
GHI season	Estacionalidad de la irradiación global horizontal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación global horizontal (GHI_month_max/GHI_month_min)
DNI season	Estacionalidad de la irradiación directa normal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación directa normal (DNI_month_max/DNI_month_min)
ALB	Albedo de superficie		Fracción de la irradiancia solar que es reflejada por la superficie. Relación entre el flujo radiativo que asciende de la superficie y el descendente que incide sobre dicha superficie (GHI)
GTI theoretical	Irradiación global inclinada (teórica)	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada sin considerar sombras del terreno
TEMP	Temperatura del aire	°C	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo
WS	Velocidad del viento	m/s	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la velocidad del viento a 10 metros sobre el suelo
RH	Humedad relativa	%	Valores anuales y mensuales promedio de humedad relativa a 2 m sobre el suelo

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
PWAT	Agua precipitable	kg/m ²	Agua precipitable es la profundidad que alcanzaría el vapor de agua contenido en una columna atmosférica si toda esa agua se precipitase en forma de lluvia. Es un indicador de la cantidad de humedad presente sobre la superficie del suelo
PREC	Precipitación (lluvia)	mm	Promedios de las sumas anual y mensual de precipitación
SNOWD	Días de nieve	días	Los días de nieve se calculan como días con una profundidad (acumulación) de nieve igual o mayor a 5 mm
CDD	Grados día de refrigeración	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para refrigerar un edificio. Los "grados día de refrigeración" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más alta que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios
HDD	Grados día de calefacción	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para calefactar un edificio. Los "grados día de calefacción" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más baja que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios

6 Metadatos

Este informe está basado en bases de datos solares y meteorológicas desarrolladas y operadas por Solargis. Los parámetros de datos presentados en este informe están computados por modelos y algoritmos de Solargis. Los datos usados como entrada a los modelos vienen de diferentes fuentes. Las características de los datos están explicadas abajo.

Intervalo de tiempo: estadísticas mensuales y anuales a largo plazo

Las estimaciones asumen que un año tiene 365 días

Versión 1.2 de la base de datos Solargis Prospect

Parámetro	Fuente de entradas de datos (Organización)	Representación temporal	Método Solargis	Última actualización
ELE	SRTM v4.1 (CGIAR CSI),Viewfinder Panoramas (Jonathan de Ferranti BA),GEBCO_2014 Grid (GEBCO)		Data merging, cleaning, processing	2019-02-01
PVOUT_csi	GHI, DNI, TEMP, OPTA, ALBEDO, ELE (Solargis)	1999 - 2021	PV simulation model	2022-01-25
GHI	Solargis solar model (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
DNI	Solargis solar model (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
DIF	GHI DNI (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
D2G	GHI, DNI (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
GTI_opta	GHI DNI ALB HORIZON (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
OPTA	GHI, DNI, ALBEDO (Solargis)	1999 - 2021	PV simulation model	2022-01-22
GHI_season	GHI (Solargis)	1999 - 2021	Data processing	2022-01-25
DNI_season	DNI (Solargis)	1999 - 2021	Data processing	2022-01-25
ALB	Modis MCD43GF (NASA and LP DAAC),ERA5 (ECMWF)	2006 - 2015	Data merging, cleaning, processing	2019-03-01
TEMP	ERA5 (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
WS	ERA (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
RH	ERA (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
PWAT	ERA (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
PREC	GPCC database (DWD)	1891 - 2018	Data processing	2018-06-01
CDD	TEMP (Solargis)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-25
HDD	TEMP (Solargis)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
POPUL	GPW v4, UN WPP-Adjusted Population Density, v4.11, year 2020 (CIESIN)		Data processing	2022-02-09
LANDC	C3S global land cover (LC) maps at 300m, v2.1.1 (ESA CCI)		Post-processing	2022-02-09
SLO	ELE (Solargis)		Data processing	2019-02-01
AZI	ELE (Solargis)		Data processing	2019-02-01

Documentación

Incertidumbre de datos <https://solargis.com/docs/accuracy-and-comparisons/combined-uncertainty/>

Metodología <https://solargis.com/docs/methodology/solar-radiation-modeling/>

Simulación de producción fotovoltaica <https://solargis.com/docs/methodology/pv-energy-modeling/>

7 Descargo de responsabilidad e información legal

Considerando la incertidumbre de los datos y los cálculos, Solargis s.r.o. no garantiza la exactitud de las estimaciones. Se ha hecho lo máximo posible para la evaluación de los parámetros meteorológicos y la evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica basada en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no es responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente, indirecto o punitivo relacionado o que se alegue como relacionado del uso del informe proporcionado.

Este informe muestra la estimación de la producción eléctrica solar de una instalación fotovoltaica en su fase inicial, así como durante toda su vida útil. Las estimaciones tienen la exactitud suficiente para una evaluación preliminar de proyectos fotovoltaicos. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información: 1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar 2. Especificaciones detalladas de la instalación fotovoltaica 3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción fotovoltaica 4. Producción de energía durante la vida útil considerando la degradación de los componentes de la instalación fotovoltaica.

Puede encontrarse más información sobre la evaluación completa de la producción fotovoltaica en:

<https://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/overview/>

El copyright de este informe es de © 2023 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.

Solargis® es una marca comercial de Solargis s.r.o.

Vea el texto completo de los TÉRMINOS GENERALES DEL CONTRATO PARA SERVICIOS DE PAGO en:

<https://solargis.com/legal/general-contractual-terms/>

Validación de autenticidad

Este informe PDF está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

Proveedor de servicios

Solargis s.r.o., Bottova 2A, 811 09 Bratislava, Eslovaquia

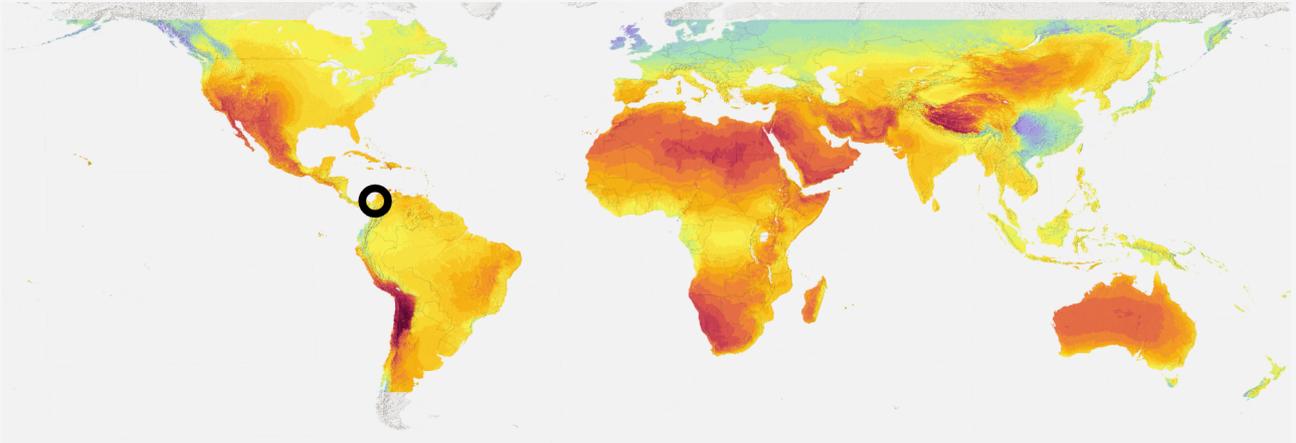
ID de registro: 45 354 766

Número de IVA: SK2022962766

Teléfono: +421 2 4319 1708

Correo electrónico: contact@solargis.com

URL: solargis.com



Evaluación preliminar de la radiación solar del sitio

Proyecto: Vereda La Concepción_Yondó (Colombia)

Coordenadas geográficas	07.174347°, -073.974681° (07°10'28", -073°58'29")
Número de informe	SG-P-13337-230106-132059
Informe generado	06/01/2023
Generado por	Solargis
Cliente	EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN E.S.P. (Colombia)

Contenidos

1	Resumen	1
2	Información del proyecto	2
3	Solar y meteo: Estadísticas mensuales	4
4	Solar y meteo: Estadísticas diarias	8
5	Acrónimos y glosario	11
6	Metadatos	13
7	Descargo de responsabilidad e información legal	14

1 Resumen

Tabla 1.1: Promedio anual

Irradiación global horizontal	GHI	2023.2 kWh/m ²
Irradiación directa normal	DNI	1470.5 kWh/m ²
Irradiación difusa horizontal	DIF	927.3 kWh/m ²
Temperatura del aire	TEMP	26.9 °C

2 Información del proyecto

Nombre del proyecto	Vereda La Concepción_Yondó
Dirección	unnamed road, Yondó, Antioquia, Colombia
Coordenadas geográficas	07.174347°, -073.974681° (07°10'28", -073°58'29")
Zona horaria	UTC-05
Elevación	69 m
Cobertura del terreno	Cobertura arbórea, hoja ancha, perenne (>15%)
Densidad de población	9 hab./km ²
Azimut del terreno	plano
Pendiente del terreno	1°
Localización en el mapa	https://apps.solargis.com/prospect/map? c=7.174347,-73.974681,10&s=7.174347,-73.974681

Figura 2.1: Localización del proyecto



Figura 2.2: Vista de mapa en detalle

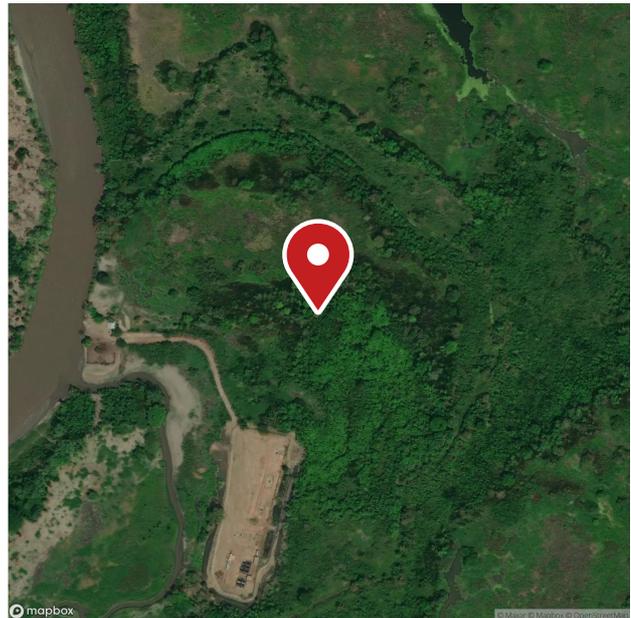


Figura 2.3: Horizonte y trayectoria solar en el sitio

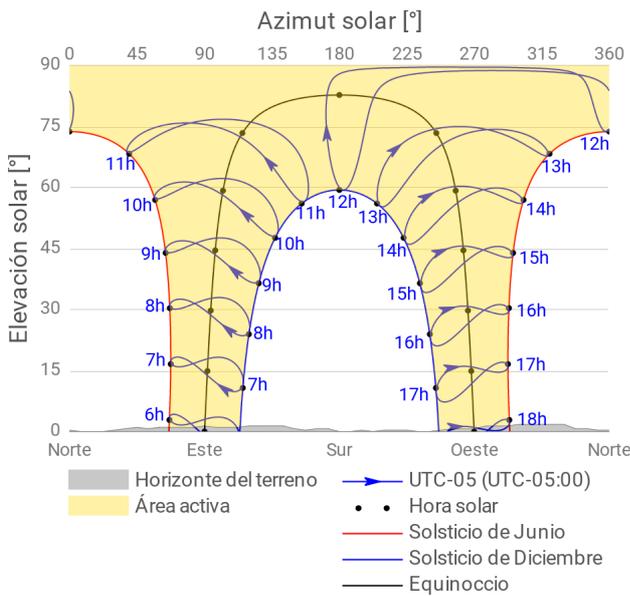
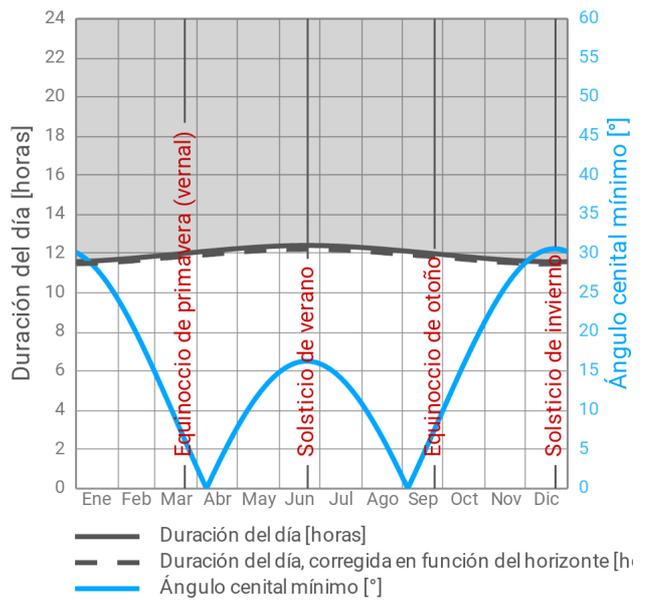


Figura 2.4: Duración del día y ángulo cenital solar



3 Solar y meteo: Estadísticas mensuales

El parámetro meteorológico local más importante que determina la producción eléctrica es la radiación solar, la cual alimenta la instalación fotovoltaica. La producción eléctrica también está influenciada por la temperatura del aire. Otros parámetros meteorológicos también afectan al rendimiento, disponibilidad y envejecimiento de la instalación.

Tabla 3.1: Radiación solar y parámetros meteorológicos

Mes	GHI kWh/m ²	DNI kWh/m ²	DIF kWh/m ²	D2G	GTI _{opta} kWh/m ²	TEMP °C	WS m/s	CDD Grados día	HDD Grados día
Ene	175.3	152.1	72.1	0.411	188.3	26.9	0.9	295	0
Feb	162.1	121.1	73.4	0.453	169.6	27.6	1.0	297	0
Mar	168.8	97.3	91.2	0.540	170.9	27.4	0.9	295	0
Abr	160.4	96.1	84.2	0.525	158.0	27.0	0.9	276	0
May	170.1	114.0	81.8	0.481	163.4	27.0	0.9	280	0
Jun	169.2	126.4	73.8	0.436	160.4	27.0	1.0	257	0
Jul	182.9	140.8	75.4	0.412	174.2	27.1	1.0	286	0
Ago	185.6	135.0	79.5	0.428	180.8	27.0	1.1	264	0
Sep	173.9	121.1	78.2	0.450	174.3	26.6	1.0	259	0
Oct	164.1	114.9	77.7	0.473	169.5	26.3	0.9	257	0
Nov	150.1	113.9	70.5	0.470	159.2	26.2	0.9	252	0
Dic	160.6	137.8	69.5	0.433	173.4	26.5	0.9	279	0
Anual	2023.2	1470.5	927.3	0.458	2041.9	26.9	0.9	3237	0

Tabla 3.2: Otros parámetros meteorológicos

Mes	ALB	RH %	PWAT kg/m ²	PREC mm
Ene	0.17	86	46	51
Feb	0.17	82	47	93
Mar	0.17	84	50	155
Abr	0.17	87	54	284
May	0.16	87	55	331
Jun	0.16	87	53	271
Jul	0.16	85	51	227
Ago	0.16	86	52	290
Sep	0.17	87	53	351
Oct	0.16	88	54	391
Nov	0.16	89	54	285
Dic	0.16	88	50	91
Anual	0.16	86	51	2820

Figura 3.1: Irradiación + irradiación difusa horizontal

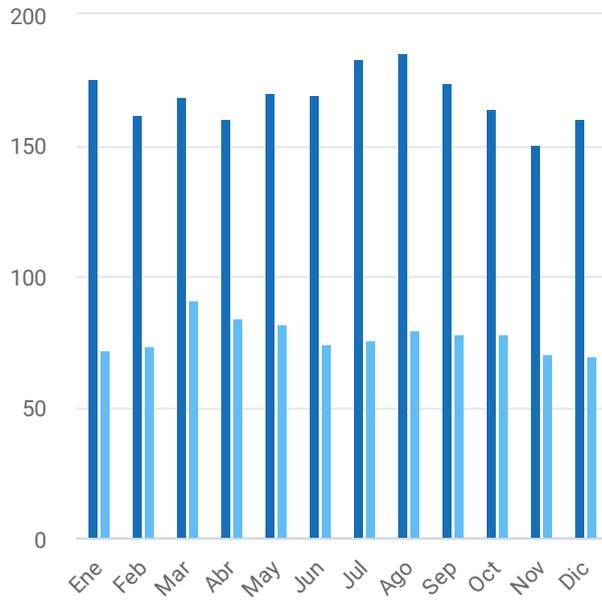


Figura 3.2: Irradiación directa normal

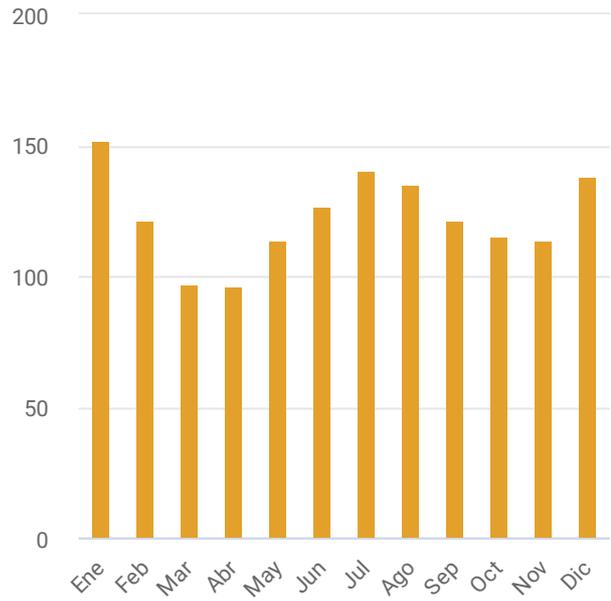


Figura 3.3: Ratio entre irradiación difusa y global

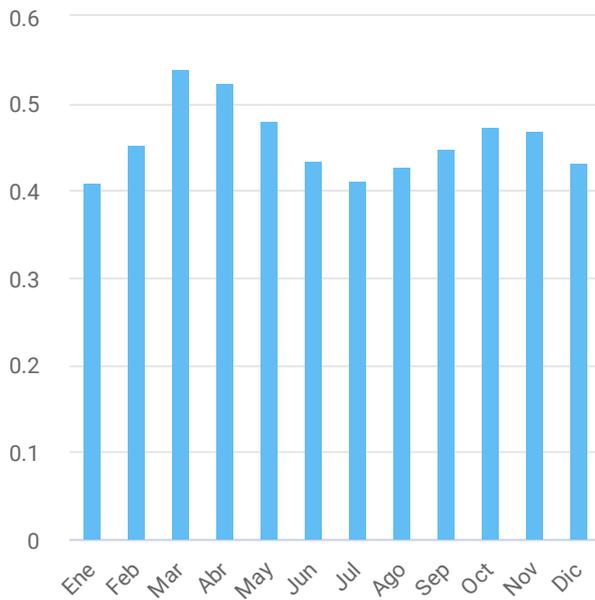


Figura 3.4: Irradiación global inclinada para el ángulo óptimo

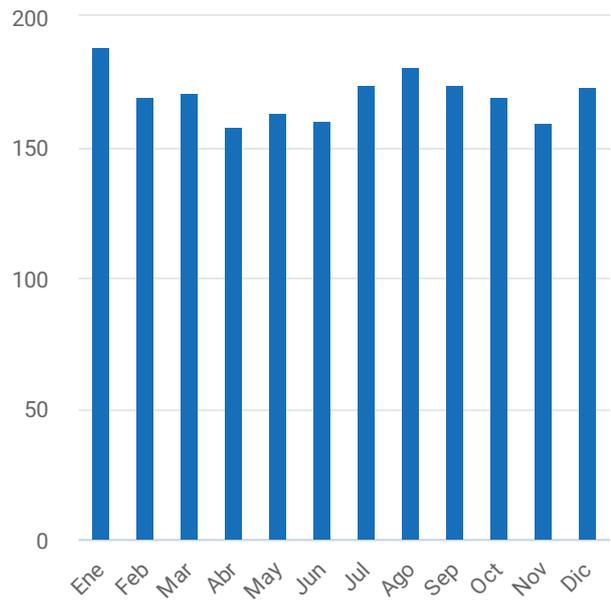


Figura 3.5: Temperatura del aire

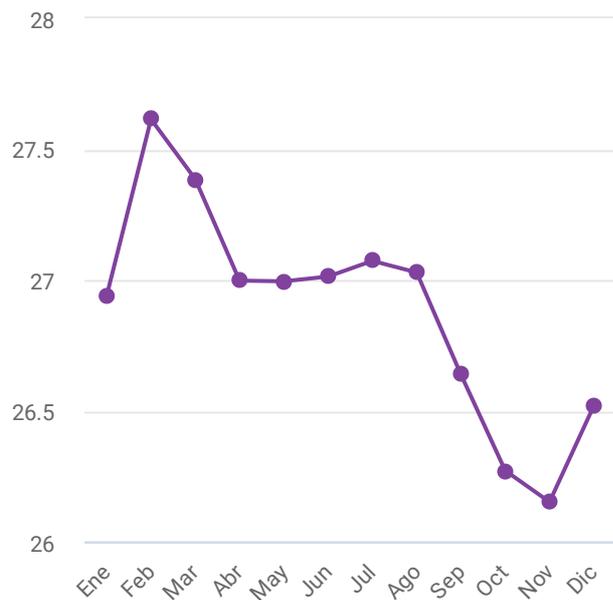


Figura 3.6: Albedo de superficie

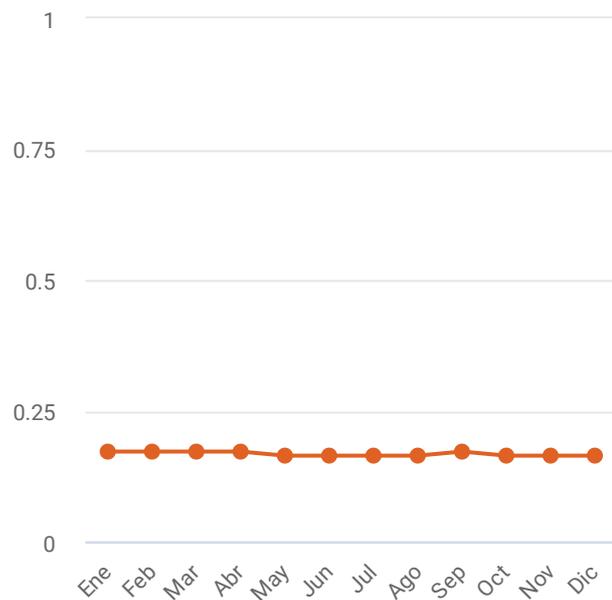


Figura 3.7: Velocidad del viento

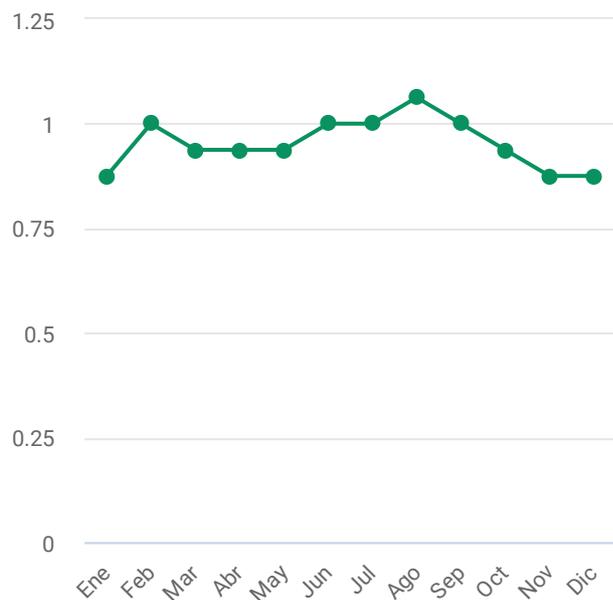


Figura 3.8: Humedad relativa

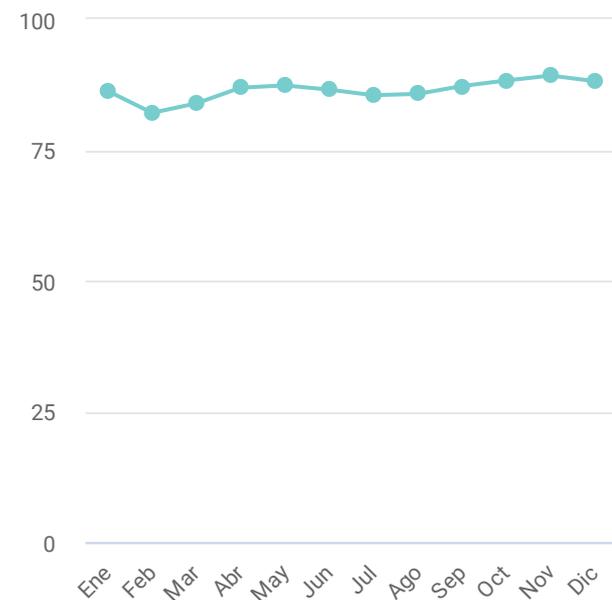


Figura 3.9: Precipitación (lluvia)

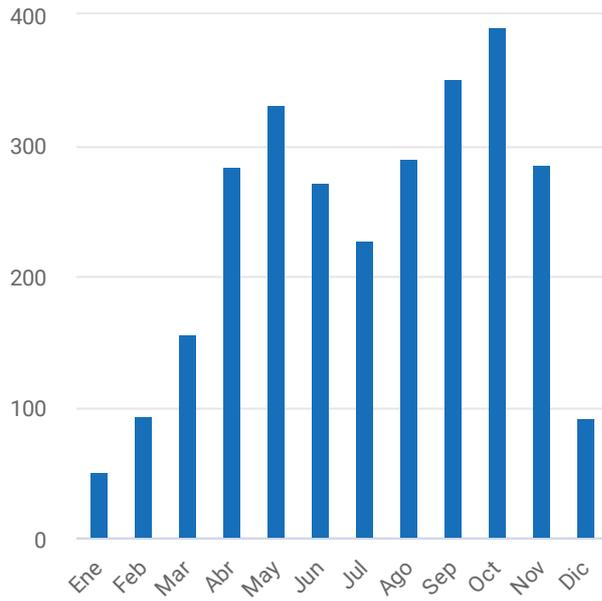


Figura 3.10: Agua precipitable

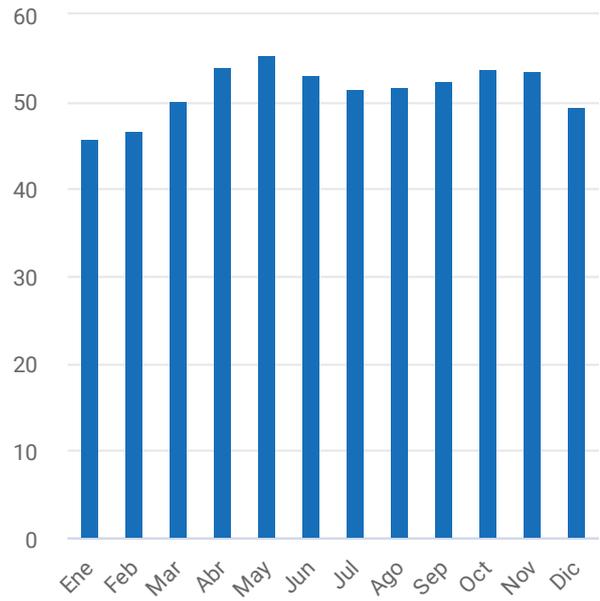


Figura 3.11: Días de nieve

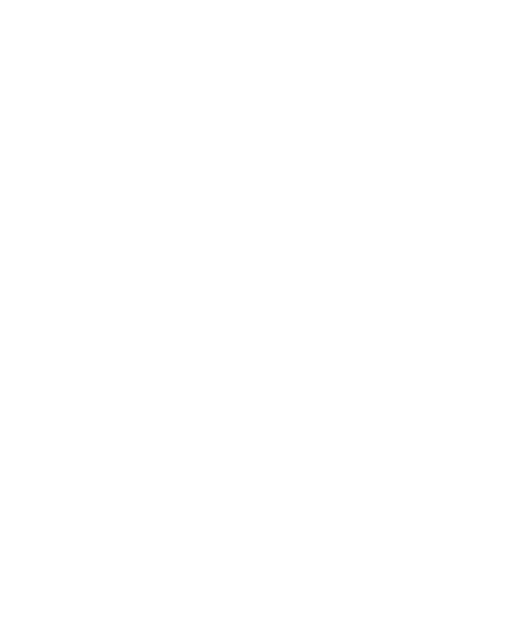


Figura 3.12: Grados día de refrigeración

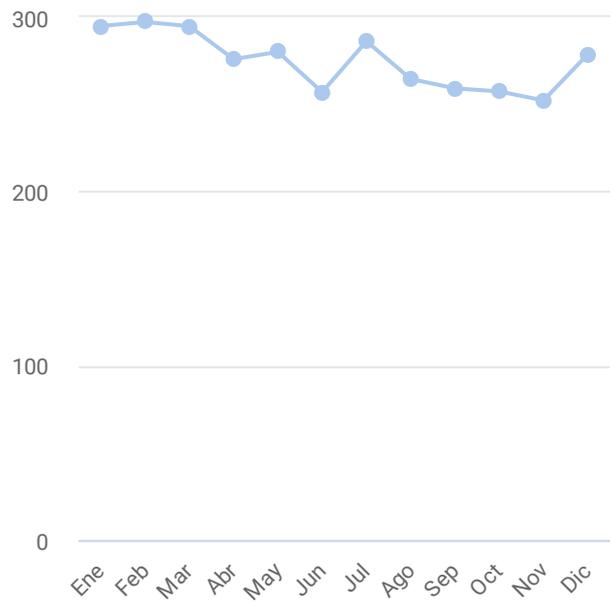
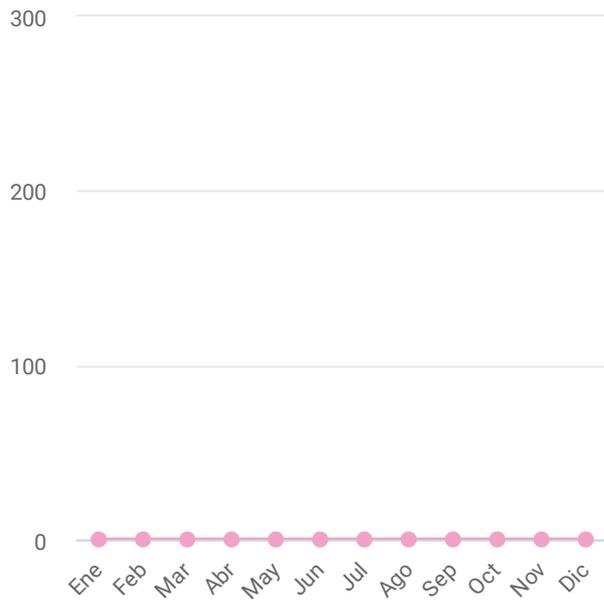


Figura 3.13: Grados día de calefacción



4 Solar y meteo: Estadísticas diarias

Los perfiles de radiación solar de abajo se calculan como un promedio de todas las horas para cada mes. Los perfiles dan una indicación de los patrones de GHI por día, de forma separada para cada mes. Estos patrones dependen de la geografía, astronomía y clima locales del sitio.

Figura 4.1: GHI, DNI, DIF - promedios diarios

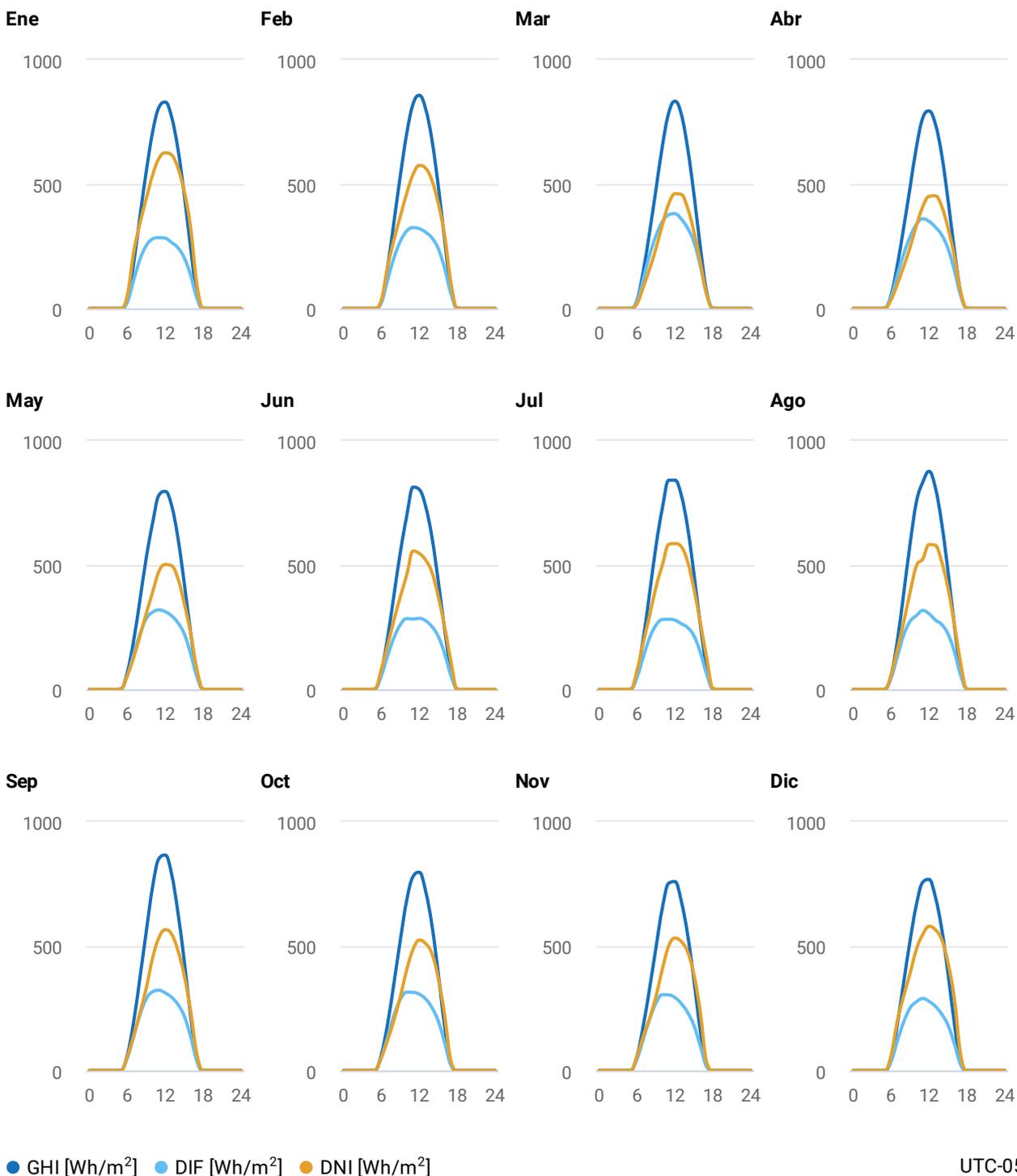


Tabla 4.1: Irradiación global horizontal - promedios horarios [Wh/m²]

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 - 6	0	-	0	1	3	2	2	1	2	2	1	1
6 - 7	31	28	33	54	70	73	63	56	63	65	58	45
7 - 8	182	169	152	176	198	212	208	198	197	191	183	188
8 - 9	372	351	310	327	362	383	390	388	375	354	333	356
9 - 10	553	535	480	486	531	553	578	585	561	526	497	522
10 - 11	710	703	652	648	671	697	729	754	740	684	654	667
11 - 12	809	821	786	765	782	813	841	833	852	780	753	757
12 - 13	829	857	833	794	796	804	842	877	866	797	760	768
13 - 14	770	802	780	742	740	736	781	812	790	720	680	698
14 - 15	641	676	644	619	609	611	651	669	636	583	546	570
15 - 16	458	492	459	437	428	435	464	476	441	389	362	391
16 - 17	245	276	248	236	231	243	261	260	224	178	160	190
17 - 18	56	78	68	63	65	77	88	77	48	24	18	29
18 - 19	1	2	1	1	1	2	3	2	0	-	-	-
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suma	5656	5789	5446	5348	5487	5640	5900	5987	5795	5294	5003	5181

Tabla 4.2: Irradiación directa normal - promedios horarios [Wh/m²]

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 - 6	-	-	-	-	2	3	-	-	-	2	-	-
6 - 7	54	35	19	35	56	83	77	58	57	53	58	61
7 - 8	226	169	87	98	128	179	190	162	140	124	140	201
8 - 9	343	277	160	170	216	280	299	271	234	204	212	300
9 - 10	442	371	242	245	306	374	412	390	333	297	299	390
10 - 11	537	462	336	333	392	460	500	497	453	405	408	487
11 - 12	603	538	420	409	475	557	583	524	535	487	500	546
12 - 13	625	575	461	450	502	547	586	583	566	524	532	580
13 - 14	617	563	458	453	497	520	574	580	548	510	518	566
14 - 15	565	514	403	411	446	471	513	514	482	469	477	526
15 - 16	471	421	308	323	346	372	403	407	382	371	384	433
16 - 17	327	295	187	211	227	253	269	263	242	224	236	291
17 - 18	97	104	58	66	82	113	129	107	66	38	34	64
18 - 19	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suma	4908	4325	3139	3204	3677	4212	4540	4354	4037	3708	3797	4446

5 Acrónimos y glosario

Tabla 5.1: Acrónimos y glosario

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
GHI	Irradiación global horizontal	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global horizontal
DNI	Irradiación directa normal	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación directa normal
DIF	Irradiación difusa horizontal	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación difusa horizontal
D2G	Ratio entre irradiación difusa y global		Ratio entre la irradiación difusa horizontal e irradiación global horizontal (DIF/GHI)
GTI opta	Irradiación global inclinada para el ángulo óptimo	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada para módulos fotovoltaicos instalados en estructura fija para el ángulo óptimo
OPTA	Inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos	°	Inclinación óptima de módulos fotovoltaicos instalados en estructura fija orientada hacia el ecuador geográfico, calculada para maximizar la GTI recibida
GHI season	Estacionalidad de la irradiación global horizontal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación global horizontal (GHI_month_max/GHI_month_min)
DNI season	Estacionalidad de la irradiación directa normal		Ratio entre el máximo y el mínimo valor promedio mensual de irradiación directa normal (DNI_month_max/DNI_month_min)
ALB	Albedo de superficie		Fracción de la irradiancia solar que es reflejada por la superficie. Relación entre el flujo radiativo que asciende de la superficie y el descendente que incide sobre dicha superficie (GHI)
GTI theoretical	Irradiación global inclinada (teórica)	kWh/m ²	Valor promedio de la suma anual, mensual o diaria de la irradiación global inclinada sin considerar sombras del terreno
TEMP	Temperatura del aire	°C	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo
WS	Velocidad del viento	m/s	Valores anuales, mensuales y diarios promedio de la velocidad del viento a 10 metros sobre el suelo
RH	Humedad relativa	%	Valores anuales y mensuales promedio de humedad relativa a 2 m sobre el suelo

Acrónimo	Nombre completo	Unidad	Aclaración
PWAT	Agua precipitable	kg/m ²	Agua precipitable es la profundidad que alcanzaría el vapor de agua contenido en una columna atmosférica si toda esa agua se precipitase en forma de lluvia. Es un indicador de la cantidad de humedad presente sobre la superficie del suelo
PREC	Precipitación (lluvia)	mm	Promedios de las sumas anual y mensual de precipitación
SNOWD	Días de nieve	días	Los días de nieve se calculan como días con una profundidad (acumulación) de nieve igual o mayor a 5 mm
CDD	Grados día de refrigeración	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para refrigerar un edificio. Los "grados día de refrigeración" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más alta que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios
HDD	Grados día de calefacción	Grados día	Cuantifica la demanda de energía necesaria para calefactar un edificio. Los "grados día de calefacción" son una medida de cuánto (en grados), y por cuánto tiempo (en días), la temperatura del aire exterior fue más baja que una temperatura media diaria específica de referencia (18°C). Los valores anuales y mensuales se agregan a partir de los valores diarios

6 Metadatos

Este informe está basado en bases de datos solares y meteorológicas desarrolladas y operadas por Solargis. Los parámetros de datos presentados en este informe están computados por modelos y algoritmos de Solargis. Los datos usados como entrada a los modelos vienen de diferentes fuentes. Las características de los datos están explicadas abajo.

Intervalo de tiempo: estadísticas mensuales y anuales a largo plazo

Las estimaciones asumen que un año tiene 365 días

Versión 1.2 de la base de datos Solargis Prospect

Parámetro	Fuente de entradas de datos (Organización)	Representación temporal	Método Solargis	Última actualización
ELE	SRTM v4.1 (CGIAR CSI),Viewfinder Panoramas (Jonathan de Ferranti BA),GEBCO_2014 Grid (GEBCO)		Data merging, cleaning, processing	2019-02-01
PVOUT_csi	GHI, DNI, TEMP, OPTA, ALBEDO, ELE (Solargis)	1999 - 2021	PV simulation model	2022-01-25
GHI	Solargis solar model (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
DNI	Solargis solar model (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
DIF	GHI DNI (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
D2G	GHI, DNI (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
GTI_opta	GHI DNI ALB HORIZON (Solargis)	1999 - 2021	Solar model	2022-01-25
OPTA	GHI, DNI, ALBEDO (Solargis)	1999 - 2021	PV simulation model	2022-01-22
GHI_season	GHI (Solargis)	1999 - 2021	Data processing	2022-01-25
DNI_season	DNI (Solargis)	1999 - 2021	Data processing	2022-01-25
ALB	Modis MCD43GF (NASA and LP DAAC),ERA5 (ECMWF)	2006 - 2015	Data merging, cleaning, processing	2019-03-01
TEMP	ERA5 (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
WS	ERA (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
RH	ERA (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
PWAT	ERA (ECMWF)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
PREC	GPCC database (DWD)	1891 - 2018	Data processing	2018-06-01
CDD	TEMP (Solargis)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-25
HDD	TEMP (Solargis)	1994 - 2021	Data processing	2022-01-20
POPUL	GPW v4, UN WPP-Adjusted Population Density, v4.11, year 2020 (CIESIN)		Data processing	2022-02-09
LANDC	C3S global land cover (LC) maps at 300m, v2.1.1 (ESA CCI)		Post-processing	2022-02-09
SLO	ELE (Solargis)		Data processing	2019-02-01
AZI	ELE (Solargis)		Data processing	2019-02-01

Documentación

Incertidumbre de datos <https://solargis.com/docs/accuracy-and-comparisons/combined-uncertainty/>

Metodología <https://solargis.com/docs/methodology/solar-radiation-modeling/>

Simulación de producción fotovoltaica <https://solargis.com/docs/methodology/pv-energy-modeling/>

7 Descargo de responsabilidad e información legal

Considerando la incertidumbre de los datos y los cálculos, Solargis s.r.o. no garantiza la exactitud de las estimaciones. Se ha hecho lo máximo posible para la evaluación de los parámetros meteorológicos y la evaluación preliminar de la producción eléctrica fotovoltaica basada en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no es responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente, indirecto o punitivo relacionado o que se alegue como relacionado del uso del informe proporcionado.

Este informe muestra la estimación de la producción eléctrica solar de una instalación fotovoltaica en su fase inicial, así como durante toda su vida útil. Las estimaciones tienen la exactitud suficiente para una evaluación preliminar de proyectos fotovoltaicos. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información: 1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar 2. Especificaciones detalladas de la instalación fotovoltaica 3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción fotovoltaica 4. Producción de energía durante la vida útil considerando la degradación de los componentes de la instalación fotovoltaica.

Puede encontrarse más información sobre la evaluación completa de la producción fotovoltaica en:

<https://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/overview/>

El copyright de este informe es de © 2023 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.

Solargis® es una marca comercial de Solargis s.r.o.

Vea el texto completo de los TÉRMINOS GENERALES DEL CONTRATO PARA SERVICIOS DE PAGO en:

<https://solargis.com/legal/general-contractual-terms/>

Validación de autenticidad

Este informe PDF está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

Proveedor de servicios

Solargis s.r.o., Bottova 2A, 811 09 Bratislava, Eslovaquia

ID de registro: 45 354 766

Número de IVA: SK2022962766

Teléfono: +421 2 4319 1708

Correo electrónico: contact@solargis.com

URL: solargis.com

Anexo C. Entrevistas

Archivo de audio

[Entrevista profe milena.m4a](#)

Entrevista: Evelyn Milena Cordoba Jimenez Docente Centro educativo La concepción.

Licenciada en Humanidades y lengua castellana.

Transcripción

00:00:00 Orador 1

Buenas tardes, profesora Milena mucho gusto, yo soy Sandra Rodríguez.

00:00:05 Orador 1

Estoy elaborando una tesis denominada análisis de sostenibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos en la vereda el totumo y la concepción.

00:00:16 Orador 1

Ubicadas en el municipio de Yondó, Antioquia.

00:00:19 Orador 1

La presente entrevista tiene como objetivo conocer la percepción de las comunidades, ya que vamos a cumplir casi un año de la instalación de los sistemas fotovoltaicos y queremos conocer en cuanto al mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios.

00:00:35 Orador 1

Esos resultados de este estudio se realizan con fines académicos para obtener el título de maestría. Esta entrevista no obedece a requerimientos con EPM.

00:00:47 Orador 1

Y no tiene ningún vínculo con la empresa de la cual yo trabajo, entonces profe ¿autoriza que la entrevista sea grabada para fines académicos?

00:00:58 Orador 3

Sí, señora Sandra.

00:01:00 Orador 1

Muchas gracias, autoriza que la entrevista sea transcrita para la tesis de grado.

00:01:08 Orador 3

Sí, señora.

00:01:09 Orador 1

Bajo la Ley 1581 del 2012, Protección de Datos personales hacemos esta grabación. ¿Por lo anterior, autoriza que tomemos sus datos para esta entrevista?

00:01:10 Orador 3

Sí, señora.

00:01:24 Orador 1

Profe bueno, la primera pregunta es: ¿usted conoce cuáles son los electrodomésticos que están usando y que están conectados al sistema fotovoltaico comunal?

00:01:40 Orador 3

Bueno, allá lo que utilizan en la comunidad son, por ejemplo: las licuadoras (para prepararse el jugo), cargar los celulares, a veces conectan máquinas de afeitar para cortarse el cabello y recargar linternas es lo más esencial para ellos, para iluminar en las noches.

00:02:29 Orador 1

Ah bueno, Yo tengo acá un listado de electrodomésticos, entonces usted me va a contestar sí o no los tiene la comunidad de la vereda La concepción.

00:02:37 Orador 1

¿Conectan televisor?

00:02:38 Orador 3

No.

00:02:48 Orador 1

¿Conectan Nevera?

00:02:51 Orador 3

Si.

00:02:57 Orador 1

¿Conectan para cargar celulares?

00:02:59 Orador 3

Eso sí, lo utilizan.

00:03:04 Orador 1

¿Conectan ventiladores?

00:03:07 Orador 3

No.

00:03:08 Orador 1

¿Conectan linternas recargables?

00:03:09 Orador 3

Esas si las utilizan.

00:03:15 Orador 1

Ah bueno

00:03:18 Orador 1

¿Conectan lámparas recargables?

00:03:22 Orador 3

Si.

00:03:24 Orador 1

¿Qué otro tipo de electrodomésticos?

00:03:28 Orador 3

Video, beam, impresoras, computadores y parlantes.

00:03:33 Orador 3

Quiero explicarle, actualmente hay un sistema fotovoltaico comunal, pero este no tiene la potencia necesaria para conectar los electrodomésticos de la escuela, impactando la educación de los niños y jóvenes.

Solamente el sistema comunal permite conectar una nevera para hacer hielo, conectar una licuadora, conectar celulares y recargar linternas, no es posible conectar más electrodomésticos.

00:05:34 Orador 3

Infelizmente se dañó el sistema fotovoltaico de la escuela, ese sistema nos servía mucho para iluminar, proveer de hielo y se tenía una organización con los padres de familia para recolectar fondos y hacer adecuaciones a la escuela.

00:05:58 Orador 3

Con los recaudos de la venta del hielo, pagábamos el traslado de la pipeta de gas, entre otras cosas.

00:06:08 Orador 3

Pero sin energía no podemos hacer nada.

00:06:12 Orador 3

No tenemos energía allá, ese sistema ayuda un poco a pesar de que la vereda nunca ha tenido energía.

00:06:27 Orador 3

La vereda fue fundada hace 23 años y no tienen energía.

00:06:33 Orador 3

Las soluciones de paneles solares ha sido muy buena opción, pero lamentablemente se dañaron.

00:06:56 Orador 1

¿Ah, qué bueno, profe, la segunda pregunta, qué beneficios considera que ha tenido la Comunidad al tener ese sistema fotovoltaico?

00:07:11 Orador 3

Poder conectar los electrodomésticos que le mencioné y no genera contaminación

00:07:48 Orador 1

¿Ok listo, profe tercera pregunta?

00:07:52 Orador 1

¿Cuáles actividades económicas se desarrollan en las veredas? , por ejemplo:

00:08:15 Orador 3

Bueno, allá tienen cultivos, realizan pesca para sustento familiar, realizan fiestas comunales y la educación.

00:08:17 Orador 3

Sería muy bueno tener energía por vivienda y también que se construya una vía terrestre

00:09:06 Orador 3

Ir a la vereda es muy lejos, se puede demorar hasta 4 horas en llegar y es muy difícil sacar productos o llevar enfermos.

00:09:15 Orador 3

Ah y si la energía fuera constante y permanente, habría desarrollo y mejoraría las telecomunicaciones y podría llegar el internet.

00:09:43 Orador 1

¿Qué hacen a nivel comunal para acceder a la energía)

00:10:33 Orador 3

bueno, allá en la vereda, hay una persona que tiene un lister, o sea, es un aparato generador de energía mediante combustible, allá vende hielo y permite a los demás miembros de la vereda recargar los celulares y linternas.

00:12:05 Orador 3

Esa facilidad del generador no es posible todos los días, pero el señor habilitó los viernes para permitir acceder a la energía.

00:12:36 Orador 3

El señor también vende gaseosa y cerveza los fines de semana.

00:13:04 Orador 1

¿Cómo hacen el manejo de las basuras o residuos en la vereda?

00:13:11 Orador 3

Nosotros reciclamos, papel, cartón y botellas plásticas.

00:13:31 Orador 3

En la vereda tienen un pozo, donde entierran las basuras y las queman a cielo abierto.

00:14:06 Orador 3

Como la vereda es tan lejana del casco urbano de Yondó, no es posible llevar la basura y tampoco se arroja en el río, para evitar daños ambientales graves cuando se presentan inundaciones en época de invierno.

00:14:23 Orador 3

En la escuela también tenemos huertas, recogemos los residuos orgánicos como son las cáscaras de frutas y verduras y con la hojarasca de los árboles hacemos nuestro propio abono.

00:14:41 Orador 3

Y con ese abono orgánico realizamos lo que es el trabajo de las huertas, en donde sembramos las plantas aromáticas, tomate, cebolla y espinaca.

00:14:57 Orador 3

Y eso lo preparamos en el mismo restaurante escolar, donde funciona el PAE.

00:15:09 Orador 1

Ah que bueno profe, es super buena la iniciativa.

00:15:17 Orador 1

¿hay alguna ruta de la Comunidad como transporte fluvial?

00:15:24 Orador 3

Si, tenemos el transporte canoa motor con una ruta cada 3 días hacia el corregimiento San Miguel del tigre.

00:16:17 Orador 1

A OK.

00:16:23 Orador 1

¿A bueno, profe, que problemas ambientales y sociales considera usted desde su experiencia en la vereda que ellos tienen?

00:16:39 Orador 3

Las inundaciones son un problema grave, la creciente del rio cimitarra en época de invierno, nos daña los cultivos y todos nuestros enseres.

00:16:47 Orador 3

También la vereda queda incomunicada, no es posible salir y se suspenden las clases

00:17:02 Orador 1

¿Y en cuanto a problemas sociales?

00:17:05 Orador 3

El problemas sociales son muchos, hay poco acompañamiento de los papás con los niños en el proceso educativo, algunos niños no están escolarizados.

00:17:57 Orador 3

Los papás son personas de campo, ellos están desde las 4:00 de la mañana ordeñando vacas, cuidando el ganado, recogiendo leña y organizando la tierra para sembrar la yuca, plátano, maíz; también los mismos niños realizan actividades de campo ayudando a los papás, lo que les impide asistir a la escuela.

00:18:47 Orador 3

Yo trato como profesora, en las charlas y escuelas de padres conversar con los papás la situación, pero uno entiende que a veces hay muchos problemas que impiden dedicar el tiempo a los niños y que a su vez asistan al colegio.

00:18:51 Orador 3

También hablamos con los papás para que les den afecto a sus hijos y los motiven a estudiar.

00:19:39 Orador 1

¿A nivel de problemas sociales, existen problemas con grupos al margen de la ley en las veredas?

00:19:15 Orador 3

Si, como en toda Colombia, pero desde la firma del acuerdo de paz, no se han presentado hostilidades ni desplazamiento de las comunidades.

00:23:27 Orador 1

Ah, bueno, profe. Continuemos entonces, con la entrevista.

¿Cuál es el puesto de salud más cercano?

00:23:41 Orador 3

La vereda no tiene puesto de salud y el más cercano es el puesto de salud del corregimiento San Miguel del tigre.

00:23:43 Orador 1

¿Qué grados escolares tiene el centro educativo rural La Concepción?

00:23:46 Orador 3

Primaria y hasta noveno, este año abriremos 10 y 11.

00:24:02 Orador 1

¿Dónde captan el agua para consumo humano?

00:24:08 Orador 3

De la quebrada La Concha.

00:24:11 Orador 1

¿La vereda tiene pozos sépticos por vivienda? O en la escuela tienen pozos sépticos.

00:24:18 Orador 3

Sí, en la escuela tenemos pozo séptico, pero en algunas casas no tienen y todas las aguas residuales domesticas son arrojadas a la quebrada.

Ahí toman agua y se bañan.

00:24:57 Orador 1

Ah bueno profe, una última pregunta: ¿Cuáles son esas épocas en el año que se generan las inundaciones?

00:25:05 Orador 3

En el mes de abril, julio, septiembre y noviembre.

00:26:00 Orador 1

AH bueno profe ya no tengo más preguntas por hacerle, me encantó haber hablado con usted, conocer esos problemas de las comunidades, mil gracias por su tiempo.

00:27:32 Orador 3

Gracias a usted, la verdad la vereda requiere energía convencional, allá se necesita algo que sea constante.

00:27:51 Orador 3

Hay días que llueve y hay mucho relámpago situación que puede quemar el inversor, entonces, hay factores climáticos que afectan también la luz solar.

00:28:10 Orador 1

Sí, profe, incluso hablando, con la alcaldía ellos me mencionaban que están haciendo todos los esfuerzos para llevar soluciones integrales por vivienda y también tengo entendido de que quieren arreglar el sistema que se había instalado anteriormente en la escuela

00:28:37 Orador 3

Ojalá, yo como docente de allá de la concepción me sirve cualquier solución energética, sea convencional o solar, porque a mí me sirve llevar material a mis niños, por ejemplo: yo cuando tenía energía llevaba videos y compartía cosas del mundo fuera de la vereda.

00:29:08 Orador 3

Les enseñé el mundo exterior de la vereda para crear cultura y educarlos más allá del campo.

00:29:55 Orador 1

Qué bien profe, gracias por el espacio feliz tarde.

00:30:46 Orador 3

Gracias a ustedes por llamar.

Entrevista editada a petición de la Licenciada Evelyn Milena y ajustada con corrección por el programa que transcribe.

Archivo de audio

[Entrevista Rafael.m4a](#)

Entrevista: Rafael Fonseca Cifuentes

Secretario de planeación y desarrollo Territorial, profesional en ingeniería ambiental y de saneamiento, magister en auditoría y gestión ambiental y magister en energías renovables. municipio de Yondó.

Transcripción

00:00:02 Orador 1

Buenas tardes. Ingeniero Rafael, yo soy Sandra Rodríguez, soy profesional ambiental estoy estudiando y quisiera hacerle una corta entrevista para mi tesis de grado de la maestría de Sostenibilidad.

00:00:19 Orador 1

El objetivo de la entrevista es conocer la percepción de la alcaldía de yondó sobre la contribución que se hizo de los sistemas fotovoltaicos de las veredas La concepción y el Totumo.

00:00:38 Orador 1

Aproximadamente, se cumplirá un año de la instalación de estos sistemas y sabemos que están presentando unas garantías en el momento por parte de EPM, pero durante el funcionamiento queremos saber, en efecto, cómo ha percibido la comunidad de las dos veredas y si ha mejorado la calidad de vida de los usuarios.

00:01:07 Orador 1

Y, por lo tanto, ese estudio será solamente con fines académicos, con el fin de obtener el título de la maestría en sostenibilidad.

00:01:18 Orador 1

Debo aclarar que esta entrevista no se realiza por requerimiento de EPM y no tiene vínculo directo.

00:01:24 Orador 1

Por lo anterior, queremos saber si autoriza que la entrevista sea grabada para fines académicos.

00:01:31 Orador 2

Sí, claro, no hay problema.

00:01:33 Orador 1

Autoriza también que la entrevista sea transcrita.

00:01:36 Orador 2

Autorizo.

00:01:40 Orador 1

Autoriza también a título gratuito la reproducción de audio según la ley 1581 del 2012 de Protección de Datos personales en Colombia.

00:01:46 Orador 2

Autorizo.

00:01:53 Orador 1

¿Usted tiene conocimiento de cuáles son los electrodomésticos que se utilizan y se conectan al sistema fotovoltaico?

Televisor.

00:02:28 Orador 2

si.

00:02:30 Orador 1

Nevera.

00:02:31 Orador 2

Si.

00:02:32 Orador 1

Radio

00:02:37 Orador 2

Si

00:02:38 Orador 1

Cargar para celulares.

00:02:40 Orador 2

Si

00:02:42 Orador 1

Recargan linternas o lámparas

00:02:51 Orador 2

Si, allá también comparten el sistema con la escuela y lo usan para los procesos de aprendizaje.

00:02:58 Orador 1

Que otros electrodomésticos conoce usted que conecta la comunidad.

00:03:07 Orador 2

Video y sonido, aunque no se pueden conectar muchos electrodomésticos ya que se puede dañar el sistema.

00:03:22 Orador 1

Ah ok, se le informó a la comunidad que no deben conectar tantos electrodomésticos de mayor potencia para evitar sobrecarga y daño del sistema .

00:03:44 Orador 1

Bueno, segunda pregunta: ¿qué beneficios considera que tienen el uso de energía fotovoltaica con la comunidad? las dos veredas.

00:03:55 Orador 2

A pesar de las distancias de las veredas, aporta un mejoramiento con la calidad de vida, aunque no tienen una solución integral por vivienda.

Considero que ha cambiado la vida ya que les permite acceder a la energía, cargar el celular, tener reuniones a cualquier hora, siendo la caseta comunal la sede de la junta de acción comunal.

00:04:44 Orador 1

¿Y ha cambiado la vida?

00:04:45 Orador 2

Sí, claro, porque se están reuniendo, pues tienen, pueden acordar reuniones a lo largo del día en entrada de la noche y puedes estar con luz.

00:04:56 Orador 2

También fabrican hielo comunitario, se presta servicio a la escuela y es muy bonito ver a los niños en su salón que tengan ventiladores, luz y la posibilidad de poder desarrollar herramientas de tecnología.

00:05:28 Orador 1

Ah ok y en ese orden de ideas, entonces, ¿cuáles son las actividades económicas que se desarrollan en las veredas?

00:05:53 Orador 2

Recreación, educación y comercio por la venta de las gaseosas.

00:06:15 Orador 2

También se genera un mejoramiento en el relacionamiento entre vecinos, como nodo social

00:07:11 Orador 2

También tienen momento de integración en el salón comunal.

00:08:11 Orador 1

¿Qué otro beneficio considera?

00:09:22 Orador 2

Se generó un sentido de pertenencia en las comunidades que protegen los sistemas fotovoltaicos.

00:09:22 Orador 2

Tanto así, que hoy en día, nos están exigiendo energía para toda la toda la comunidad y estamos en el proceso de cómo solucionar desde la administración municipal.

00:09:32 Orador 1

¿Bueno, vamos en la quinta pregunta, conoces cómo es el manejo de basura o residuos en las veredas?

00:09:38 Orador 2

Los residuos no se centralizan y no hay medios para transportarla, sería costoso.

Allá en las veredas capacitamos a las comunidades en reciclaje, reducción y separación de residuos

00:12:10 Orador 1

Ah bueno y también ¿ellos manejan algún tipo de huerta ecológica?

00:12:17 Orador 2

El compostaje y las huertas ecológicas se realiza con la escuela y la vereda del totumo con la JAC.

00:12:28 Orador 1

Ah bueno, pregunta número 6 ¿disponen de ruta de transporte público en alguna de las dos veredas, pues sabemos que la distancia es muy lejana del casco urbano y que deben utilizar transporte fluvial.

00:13:19 Orador 2

Si ellos tienen canoas motor, como transporte público y tienen rutas definidas por veredas.

00:14:02 Orador 1

séptima pregunta: ingeniero sin energía ¿qué problemas ambientales y sociales se han presentado?

00:14:13 Orador 2

El uso de leña, la quema de combustibles impacta el aire.

00:15:28 Orador 2

Hemos tenido dificultades con las veredas, quienes se han tomado las vía de hecho para exigir la instalación de la energía, por lo cual hemos conversado con ellos, explicándoles que estamos gestionando con el operador de red, pero no ha sido posible obtener aprobación de la electrificación de las veredas.

00:15:31 Orador 2

Epm y el convenio suscrito demuestra que podemos crear alianzas en beneficio de las comunidades.

00:16:37 Orador 1

Pregunta número 8, ¿cuál es el centro de salud más cercano de esas veredas?

00:16:46 Orador 2

El más cercano es el centro de salud del corregimiento del tigre.

00:17:01 Orador 1

La escuela que está en la vereda de la concepción. ¿Esa escuela hasta qué grado escolar tienen a los niños?

00:17:14 Orador 2

Primaria, hasta quinto de primaria y el totumo no tiene escuela, los niños se desplazan al corregimiento el tigre.

00:17:20 Orador 1

Décima pregunta, el agua para consumo de las veredas donde la captan.

00:18:11 Orador 2

Algunos tienen pozos, captan el agua de las quebradas cercanas.

00:18:21 Orador 1

Pregunta, undécima ¿disponen de pozos sépticos artesanales en las veredas?

00:19:21 Orador 2

Algunas viviendas tienen pozos y otras no.

00:19:22 Orador 1

¿Ah bueno, Ingeniero Rafael, la última pregunta: ¿cuántas viviendas conoce usted que requieren por vereda una solución integral de energía eléctrica.

00:20:37 Orador 2

74 viviendas necesitan la solución de este servicio público.

00:20:50 Orador 1

Ah bueno y para finalizar quiero agradecerle por haberme brindado este espacio por haberme regalado esta entrevista pequeña.

00:21:54 Orador 2

Esa contribución al territorio ha sido de beneficio para las comunidades que realmente lo necesitan y que le están sacando todo el provecho.

Esperamos que se resuelva pronto la garantía y se vuelvan a instalar los sistemas fotovoltaicos.

00:22:25 Orador 1

No, ingeniero, muchas gracias Feliz tarde.

Entrevista editada y ajustada debido a los errores de transcripción del audio.

Archivo de audio

[entrevista luz mary.m4a](#)

Entrevista: Luz Mary Martinez habitante vereda el Totumo.

Transcripción

00:00:01 Orador 1

¿Buenos días, señora Luz Mary cómo está mucho gusto? Mi nombre es Sandra Rodríguez.

00:00:08 Orador 1

Me encuentro estudiando una maestría en sostenibilidad y quiero realizar una pequeña encuesta con usted. Me podría compartir su nombre completo, por favor.

00:00:24 Orador 2

Sí señora, mi nombre es Luz Mary Martínez, vivo en la vereda el Totumo.

00:00:37 Orador 1

Bueno, señora luz Mary la presente entrevista tiene como objetivo conocer la percepción de la comunidad, ya que se va a cumplir aproximadamente un año de la instalación del sistema fotovoltaico que se instaló en la vereda el totumo. Queremos conocer, mientras estaba en funcionamiento. ¿Cuál fue el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios? Queremos con los resultados de este de este estudio obtener un análisis con fines académicos para optar el título de la maestría en sostenibilidad. Esta entrevista no obedece a requerimientos de EPM y no tiene vínculo directo.

00:01:26 Orador 1

¿Por lo anterior, señora luz Mary, usted autoriza la entrevista de que sea grabada con fines académicos?

00:01:34 Orador 2

Ah, bueno, sí, señora.

00:01:36 Orador 1

Listo, autoriza que la entrevista sea transcrita para la tesis de grado denominada análisis de sostenibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos en la vereda el totumo y la concepción, ubicada en el municipio de yondó, Antioquia.

00:01:53 Orador 2

Sí, señora.

00:02:02 Orador 1

Bueno, entonces le voy a empezar a realizar unas preguntas. La primera pregunta, le voy a mencionar un listado de electrodomésticos y usted me va a confirmar si o no se utilizan estos electrodomésticos conectados al sistema fotovoltaico.

00:02:19 Orador 2

Bueno sí, señora.

00:02:20 Orador 1

¿Tienen conectado televisor?

00:02:27 Orador 2

Si.

00:02:28 Orador 1

¿Tienen conectado nevera?

Si, una nevera.

00:02:46 Orador 1

Carga de celular.

00:02:48 Orador 3

Si cargamos celulares.

00:03:03 Orador 1

¿Ventilador había?

00:03:05 Orador 2

Si. 1 ventilador

00:03:06 Orador 1

¿Linterna recargable?

00:03:10 Orador 2

Tenemos lámparas recargables

00:03:25 Orador 1

Listo y que otro electrodoméstico, ustedes han conectado

00:03:32 Orador 3

No, no conectamos mucho porque nos da temor que se dañe el sistema.

00:03:35 Orador 3

El sistema se dañó y no tenemos energía, no tenemos como conectar para hacer hielo y compartir con los vecinos.

00:04:29 Orador 1

Me podría decir qué otro tipo de energía ustedes utilizan cuando no tienen energía fotovoltaica, ¿cómo generan energía?

00:04:47 Orador 2

Tenemos un generador de ACPM y con los vecinos intentamos apoyarnos para hacer hielo y cargar al menos el celular.

00:05:02 Orador 2

O la mayoría de las veces se desplazan al pueblo San Miguel del tigre y ahí cargan su celular.

00:05:17 Orador 2

Otros tienen una plantita pequeñita que es la que conecta al celular.

00:06:11 Orador 1

¿Disponen de acceso terrestre a la vereda?

00:06:16 Orador 2

La vía está muy deteriorada, como estamos a media hora del pueblo utilizamos el transporte fluvial mediante motor canoa.

00:06:55 Orador 1

¿Qué beneficios considera usted que la energía aporta a la vereda a nivel ambiental, social y económico?

00:08:00 Orador 2

A nivel social: hacemos reuniones e integraciones con la comunidad, no permite cargar el celular y mantener comunicación con la familia.

A nivel ambiental no necesitamos usar leña, fogatas para iluminar.

00:08:44 Orador 1

¿Cuáles son las actividades económicas de la vereda, por ejemplo: si siembran de cultivos?

00:09:09 Orador 2

Allá se cultiva la yuca, el plátano, el maíz y el arroz.

00:09:15 Orador 2

Y ganadería muy pequeña, pero que de ahí tenemos.

00:09:19 Orador 1

¿Y la pesa?

00:09:20 Orador 2

La pesca sí, para comercializar y proveer alimentos para las familias.

00:09:40 Orador 1

Pregunta número cuatro, señora Luz Mary: como usuaria, siente que la energía fotovoltaica mejoró el relacionamiento con los vecinos.

00:09:55 Orador 2

Pues yo pienso que sí, pero es una falla que se hayan dañado en tan corto tiempo.

00:14:30 Orador 2

Nosotros como vereda necesitamos servicio convencional y permanecer con el respaldo de los sistemas fotovoltaicos, aunque no nos gustó los paneles eso se daña fácil y ya no tenemos confianza en esos equipos.

00:15:10 Orador 2

Aquí en la vereda tenemos un proyecto para usar maquinaria y cosas así pesadas y un sistema fotovoltaico no tiene capacidad suficiente para eso.

00:17:14 Orador 1

¿Cuántas familias tiene la vereda el Totumo?

00:17:18 Orador 2

25 familia.

00:17:22 Orador 1

Sí, señora, bueno voy a empezar a hacer preguntas no asociada tanto a los sistemas fotovoltaicos, sino como a nivel ambiental de la vereda listo, por ejemplo, ¿cómo es el manejo de la basura de los residuos que se generan en la vereda?

00:17:41 Orador 1

Ustedes los mandan a San Miguel del tigre o hacen quemas o entierran esos residuos o promueven el reciclaje y el reúso.

00:17:56 Orador 2

Si, nosotros hacemos reciclaje, algunas veces enterramos la basura y se quema. Y no es fácil llevar los residuos a san miguel del tigre, no tenemos transporte adecuado, solo motor canoa.

00:20:36 Orador 1

¿Tienen rutas fluviales definidas?

00:20:39 Orador 2

Si, esas rutas pasan por varias veredas.

00:20:54 Orador 1

¿Cuál es el centro de salud más cercano?

00:20:59 Orador 3

Es el de San Miguel del tigre.

00:21:03 Orador 1

Tienen escuela

00:21:10 Orador 3

No, hubo desplazamiento por conflictos armados en el año 2000 y la gente se fue, entonces los niños van a estudiar en San Miguel del tigre.

Estamos revisando con mi esposo como presidente de la JAC reactivar la escuela.

00:21:13 Orador 1

¿Señora luz Mary en cuanto al manejo de aguas residuales, ustedes allá tienen pozos sépticos, artesanales?

00:23:00 Orador 3

Si tenemos.

00:23:38 Orador 3

Y para el agua, pues usamos para bañarnos y consumir.

00:23:44 Orador 1

Ok, señora Luz Mary una última pregunta. En épocas de invierno, ¿La vereda del totumo tiene problemas de inundaciones?

00:23:57 Orador 3

En la parte baja cercana al caño el totumo si se presentan crecientes y las comunidades aprovechan para sembrar maíz, arroz y yuca.

00:24:45 Orador 1

Bueno, señora Luz Mary hemos finalizado la entrevista, le agradezco por brindarme este espacio por conversar, por contarme cuáles son esas situaciones difíciles por no tener el sistema en funcionamiento.

00:26:21 Orador 3

Muchísimas gracias, Sandra.

00:26:30 Orador 1

A usted de verdad por este espacio tan bonito y por contarme su experiencia, entonces le decía, un feliz día me saluda al señor Jorge igual. Su entrevista es muy valiosa como esposa del presidente de la Junta de acción comunal. Muchísimas gracias.

00:26:49 Orador 3

Bueno listo Sandra, bueno, muchísimas gracias también.

Anexo D. Matriz con uso sistemas fotovoltaicos

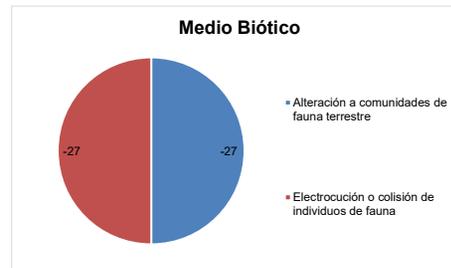
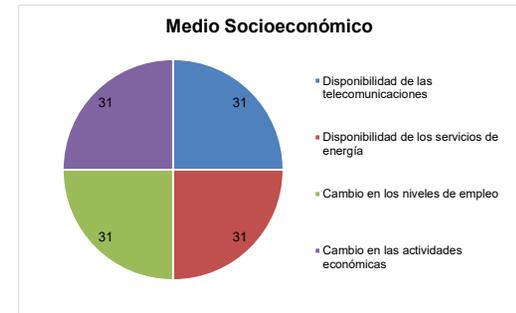
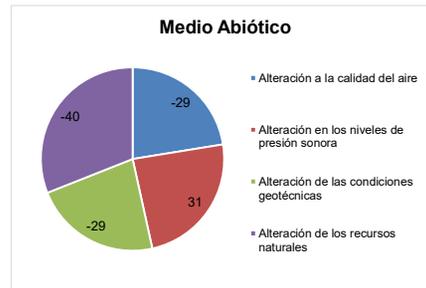
Matriz de Interacciones			Operación de los sistemas fotovoltaicos			
Medio	Componente	Factor Ambiental	Generación de energía	Mantenimiento preventivo SF	Mantenimiento correctivo SF	Participación y socialización con los grupos de interés
Abiótico	Atmosférico	Calidad del aire	x		x	
		Nivel de ruido	x			
	Geotécnico	Estabilidad del terreno			x	
	Hidrológico	Consumo de agua		x		
	Edafológico	Calidad del suelo				
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres				
	Cobertura	Cobertura vegetal				
	Flora	Diversidad de flora				
	Fauna	Fauna terrestre	x			
		Corredores de vuelo	x			
Socioeconómico	Espacial	Conectividad	x			
		Infraestructura de servicios públicos	x		x	
	Económico	Empleo	x			x
		Uso del suelo				
		Actividades Económicas	x			
	Político-organizativo	Conflictos				
	Arqueología	Patrimonio Arqueológico				
Paisaje	Calidad visual del paisaje	x				

Matriz de Importancia				Operación y mantenimiento				
Medio	Componente	Impacto Ambiental	Importancia Ambiental del Impacto (IAI)	Generación de energía	Mantenimiento preventivo SF	Mantenimiento correctivo SF	Participación y socialización con los grupos de interés	
				I	I	I	I	
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	-29	31	0	-29	0	
		Alteración en los niveles de presión sonora	31	31	0	0	0	
	Geotécnico	Alteración de las condiciones geotécnicas	-29	0	0	-29	0	
	Hidrológico	Alteración de los recursos naturales	-40	0	-40	0	0	
	Edafológico	Alteración a la calidad del suelo	0	0	0	0	0	
Biótico	Ecosistemas	Alteración a ecosistemas terrestres	0	0	0	0	0	
	Cobertura	Alteración a cobertura vegetal	0	0	0	0	0	
	Fauna	Flora	Alteración a comunidades de flora	0	0	0	0	0
		Fauna	Alteración a comunidades de fauna terrestre	-27	-27	0	0	0
			Electrocución o colisión de individuos de fauna	-27	-27	0	0	0
Socioeconómico	Espacial	Disponibilidad de las telecomunicaciones	31	31	0	0	0	
		Disponibilidad de los servicios de energía	31	31	0	0	0	
	Económico	Cambio en los niveles de empleo	31	31	0	0	31	
		Cambio en el uso del suelo	0	0	0	0	0	
		Cambio en las actividades económicas	31	31	0	0	0	
	Político-organizativo	Generación o alteración de conflictos sociales	0	0	0	0	0	
	Arqueología	Alteración en el patrimonio arqueológico	0	0	0	0	0	
	Paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	-27	-27	0	0	0	

Medio	Componente	Factor Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Actividad Generadora	Importancia (I)
Abiótico	Atmosférico	Calidad del aire	Generación de gases y material particulado	Alteración a la calidad del aire	Generación de energía	31
		Calidad del aire	Generación de gases y material particulado	Alteración a la calidad del aire	Mantenimiento correctivo SF	-29
		Nivel de ruido	Generación de ruido	Alteración en los niveles de presión sonora	Generación de energía	31
	Geotécnico	Estabilidad del terreno	Descapote, compactación y excavación del suelo	Alteración de las condiciones geotécnicas	Mantenimiento correctivo SF	-29
	Hidrológico	Consumo de agua	Uso del agua	Alteración de los recursos naturales	Mantenimiento preventivo SF	-40
Edafológico	Calidad del suelo	Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de residuos	Alteración a la calidad del suelo	No aplica	0	
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	Remoción de cobertura vegetal o de individuos arbóreos Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de ruido	Alteración a ecosistemas terrestres	No aplica	0
	Cobertura	Cobertura vegetal		Alteración a cobertura vegetal	No aplica	0
	Flora	Diversidad de flora		Alteración a comunidades de flora	No aplica	0
	Fauna	Fauna terrestre		Ubicación Panel solar	Alteración a comunidades de fauna terrestre	Generación de energía
		Corredores de vuelo	Electrocución o colisión de individuos de fauna		Generación de energía	-27
Socioeconómico	Espacial	Conectividad	Uso de celulares	Disponibilidad de las telecomunicaciones	Generación de energía	31
		Infraestructura de servicios públicos	Consumo de energía	Disponibilidad de los servicios de energía	Generación de energía	31
	Económico	Empleo	Demanda de personal no calificado	Cambio en los niveles de empleo	Generación de energía	31
		Empleo	Demanda de personal no calificado	Cambio en los niveles de empleo	Participación y socialización con los grupos de interés	31
		Uso del suelo	Adquisición de predios	Cambio en el uso del suelo	No aplica	0
		Actividades Económicas	Demanda de personal no calificado Demanda de bienes y servicios	Cambio en las actividades económicas	Generación de energía	31
	Socioeconómico	Conflictos	Interacción con los distintos actores (comunitarios, de organizaciones, institucionales y demás involucrados)	Generación o alteración de conflictos sociales	No aplica	0
	Arqueología	Patrimonio Arqueológico	Descapote, compactación y excavación del suelo	Alteración en el patrimonio arqueológico	No aplica	0
	Paisaje	Calidad visual del paisaje	Remoción de individuos arbóreos Introducción de nuevos elementos en el paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	Generación de energía	-27

Medio	Componente	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	
Abiótico	Atmosferico	Calidad del aire	Alteración a la calidad del aire	
		Nivel de ruido	Alteración en los niveles de presión sonora	
	Geotécnico	Estabilidad del terreno	Alteración de las condiciones geotécnicas	
	Hidrológico	Consumo de agua	Alteración de los recursos naturales	
	Edafológico	Calidad del suelo	Alteración a la calidad del suelo	
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	Alteración a ecosistemas terrestres	
	Cobertura	Cobertura vegetal	Alteración a cobertura vegetal	
	Flora	Diversidad de flora	Alteración a comunidades de flora	
		Fauna	Fauna terrestre	Alteración a comunidades de fauna terrestre
			Corredores de vuelo	Electrocución o colisión de individuos de fauna
Socioeconómico	Espacial	Conectividad	Disponibilidad de las telecomunicaciones	
		Infraestructura de servicios públicos	Disponibilidad de los servicios de energía	
	Económico	Empleo	Cambio en los niveles de empleo	
		Uso del suelo	Cambio en el uso del suelo	
		Actividades Económicas	Cambio en las actividades económicas	
	Socioeconómico	Conflictos	Generación o alteración de conflictos sociales	
	Arqueología	Patrimonio Arqueológico	Alteración en el patrimonio arqueológico	
Paisaje		Calidad visual del paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	

Medio	Componente	Impacto Ambiental	Importancia Ambiental del Impacto (IAI)	
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	-29	
		Alteración en los niveles de presión sonora	31	
	Geotécnico	Alteración de las condiciones geotécnicas	-29	
	Hidrológico	Alteración de los recursos naturales	-40	
	Edafológico	Alteración a la calidad del suelo	0	
Biótico	Ecosistemas	Alteración a ecosistemas terrestres	0	
		Cobertura	Alteración a cobertura vegetal	0
	Fauna	Flora	Alteración a comunidades de flora	0
		Alteración a comunidades de fauna terrestre	-27	
		Electrocución o colisión de individuos de fauna	-27	
Socioeconómico	Espacial	Disponibilidad de las telecomunicaciones	31	
		Disponibilidad de los servicios de energía	31	
		Cambio en los niveles de empleo	31	
	Económico	Cambio en las actividades económicas	31	
		Político-organizativo	Generación o alteración de conflictos sociales	0
Arqueología	Alteración en el patrimonio arqueológico	0		
Paisaje		Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	-27	



Anexo E. Matriz sin uso sistemas fotovoltaicos

Matriz de Interacciones			Actividades						
Medio	Componente	Factor Ambiental	Actividades agropecuarias	Manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad	Generación de energía	Transporte fluvial	Uso del recurso hídrico	Extracción de madera para consumo doméstico	Cacería de fauna silvestre
Abiótico	Atmosférico	Calidad del aire	x	x	x	x		x	
		Nivel de ruido			x			x	
	Hidrológico	Calidad del agua superficial	x	x			x		
	Geotécnico	Estabilidad del terreno	x					x	
Edafológico	Calidad del suelo	x	x						
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	x					x	
		Ecosistemas acuáticos	x	x		x	x		
	Cobertura	Cobertura vegetal	x	x				x	
	Flora	Diversidad de flora	x					x	
	Fauna	Fauna terrestre	x					x	x
Corredores de vuelo								x	
Socioeconómico	Espacial	Vías y conectividad			x	x			
		Infraestructura social y comunitaria					x	x	
	Económico	Empleo	x			x		x	x
		Uso del suelo	x	x				x	
		Actividades Económicas	x		x	x		x	x
	Político-organizativo	Conflictos	x		x	x		x	x
Arqueología	Patrimonio Arqueológico	x							
	Paisaje	Calidad visual del paisaje	x	x				x	

Matriz de Impactos				Calificación de importancia												
Medio	Componente	Factor Ambiental	Impacto Ambiental													
				CA	IN	EX	MO	PE	RV	RP	SI	AC	EF	PR	I	
Abiótico	Atmosférico	Calidad del aire	Alteración a la calidad del aire	-1	4	8	4	2	4	4	4	4	4	4	4	-58
		Nivel de ruido	Alteración en los niveles de presión sonora	-1	2	2	4	1	1	1	1	1	4	1	-24	
	Hidrológico	Calidad del agua superficial	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	-1	4	8	4	4	3	4	2	4	4	1	-54	
	Geotécnico	Estabilidad del terreno	Alteración de las condiciones geotécnicas	-1	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	-50	
	Edafológico	Calidad del suelo	Alteración a la calidad del suelo	-1	4	8	4	2	4	4	4	4	4	4	-58	
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	Alteración a ecosistemas terrestres	-1	4	8	4	4	3	4	2	4	4	1	-54	
		Ecosistemas acuáticos	Alteración a ecosistemas acuáticos	-1	2	2	3	2	2	3	4	4	4	1	-33	
	Cobertura	Cobertura vegetal	Alteración a cobertura vegetal	-1	4	4	4	4	4	3	1	1	4	1	-42	
	Flora	Diversidad de flora	Alteración a comunidades de flora	-1	4	8	4	4	4	4	1	4	1	1	-51	
	Fauna	Fauna terrestre	Alteración a comunidades de fauna terrestre	-1	4	8	4	4	4	3	2	4	4	1	-54	
		Corredores de vuelo	Electrocución o colisión de individuos de fauna	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-15	
Socioeconómico	Espacial	Vías y conectividad	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	-1	2	2	2	4	4	2	1	1	4	4	-32	
		Infraestructura social y comunitaria	Deterioro o mejora de la infraestructura socioeconómica	-1	2	2	2	4	4	2	1	1	4	4	-32	
	Económico	Empleo	Cambio en los niveles de empleo	-1	4	2	2	2	1	2	2	1	4	1	-31	
		Uso del suelo	Cambio en el uso del suelo	-1	1	2	2	3	1	2	1	1	4	1	-22	
		Actividades Económicas	Cambio en las actividades económicas	-1	4	2	2	2	1	2	2	1	4	1	-31	
	Político-organizativo	Conflictos	Generación o alteración de conflictos sociales	-1	4	2	3	2	1	2	4	1	1	1	-31	
	Arqueología	Patrimonio Arqueológico	Deterioro del patrimonio arqueológico	-1	2	1	3	4	4	4	1	1	4	1	-30	
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	-1	4	2	2	4	3	4	1	1	4	1	-36		

Medio	Componente	Factor Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Actividad Generadora	Importancia (I)
Abiótico	Atmosférico	Calidad del aire	Generación de gases y material particulado	Alteración a la calidad del aire	Actividades agropecuarias	-58
		Nivel de ruido	Generación de ruido	Alteración en los niveles de presión sonora	Generación de energía	-24
	Geotécnico	Estabilidad del terreno	Descapote, compactación y excavación del suelo	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad	-54
	Hidrológico	Consumo de agua	Uso del agua	Alteración de las condiciones geotécnicas	Extracción de madera para consumo doméstico	-50
	Edafológico	Calidad del suelo	Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de residuos	Alteración a la calidad del suelo	Actividades agropecuarias	-58
Biótico	Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	Remoción de cobertura vegetal o de individuos arbóreos Descapote, compactación y excavación del suelo Generación de ruido	Alteración a ecosistemas terrestres	Actividades agropecuarias	-54
	Cobertura	Cobertura vegetal		Alteración a ecosistemas acuáticos	Manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad	-33
	Flora	Diversidad de flora		Alteración a cobertura vegetal	Actividades agropecuarias	-42
	Fauna	Fauna terrestre		Alteración a comunidades de flora	Actividades agropecuarias	-51
		Corredores de vuelo		Ubicación Panel solar	Alteración a comunidades de fauna terrestre	Cacería de fauna silvestre
Socioeconómico	Espacial	Conectividad	Uso de celulares	Electrocución o colisión de individuos de fauna	Generación de energía	-15
		Infraestructura de servicios públicos	Consumo de energía	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	Transporte fluvial	-32
	Económico	Empleo	Demanda de personal no calificado	Deterioro o mejora de la infraestructura socioeconómica	Extracción de madera para consumo doméstico	-32
		Empleo	Demanda de personal no calificado	Cambio en los niveles de empleo	Actividades agropecuarias	-31
		Uso del suelo	Adquisición de predios	Cambio en el uso del suelo	Actividades agropecuarias	-22
		Actividades Económicas	Demanda de personal no calificado Demanda de bienes y servicios	Cambio en las actividades económicas	Actividades agropecuarias	-31
	Socioeconómico	Conflictos	Interacción con los distintos actores (comunitarios, de organizaciones, institucionales y demás involucrados)	Generación o alteración de conflictos sociales	Transporte fluvial	-31
	Arqueología	Patrimonio Arqueológico	Descapote, compactación y excavación del suelo	Deterioro del patrimonio arqueológico	Actividades agropecuarias	-30
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Remoción de individuos arbóreos Introducción de nuevos elementos en el paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	Extracción de madera para consumo doméstico	-36	

Matriz de Importancia			Importancia
Medio	Componente	Impacto Ambiental	
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	-58
		Alteración en los niveles de presión sonora	-24
	Hidrológico	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	-54
	Geotécnico	Alteración de las condiciones geotécnicas	-50
		Alteración a la calidad del suelo	-58
Biótico	Ecosistemas	Alteración a ecosistemas terrestres	-54
		Alteración a ecosistemas acuáticos	-33
	Cobertura	Alteración a cobertura vegetal	-42
	Flora	Alteración a comunidades de flora	-51
		Fauna	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Electrocución o colisión de individuos de fauna	-15
Socioeconómico	Espacial	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	-32
		Deterioro o mejora de la infraestructura socioeconómica	-32
	Económico	Cambio en los niveles de empleo	-31
		Cambio en el uso del suelo	-22
		Cambio en las actividades económicas	-31
	Político-organizativo	Generación o alteración de conflictos sociales	-31
	Arqueología	Deterioro del patrimonio arqueológico	-30
Paisaje	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje	-36	

