

INFORME DE CAMPO

Diagnóstico preliminar del servicio de energía eléctrica en la comunidad indígena Wuasiruma



Comunidad indígena de Wuasiruma

Municipio de Vijes - Valle del Cauca

Comunidad:	Wuasiruma
Municipio:	Vijes
Departamento:	Valle del Cauca
Número de viviendas:	37
Operador de red eléctrica:	Celsia
Observador:	Wilson Alfonso Gutiérrez Valverde

Fecha de levantamiento de información: 20 y 21 de abril de 2026 | Vijes, Valle del Cauca

TABLA DE CONTENIDO

1. Objetivo general	3
2. Descripción general de la zona y de una vivienda representativa	3
3. Metodología	4
4. Herramientas utilizadas	5
5. Descripción general del sistema eléctrico observado	5
6. Acometidas de las viviendas	7
7. Instalaciones eléctricas internas	8
8. Uso de la energía	9
9. Cuadro de cargas de una vivienda representativa de la comunidad de Wuasiruma	9
9.1 Cuadro de cargas	10
9.2 Análisis del cuadro de cargas	10
10. Sistemas solares fotovoltaicos	11
10.1 Sistema solar fotovoltaico del jardín infantil	11
10.2 Sistema solar fotovoltaico de la escuela del resguardo indígena	15
10.3 Observaciones generales sobre los sistemas solares fotovoltaicos	16
11. Curva de irradiancia de la comunidad de Wuasiruma	17
11.1 Cuadro de irradiancia – Comunidad de Wuasiruma	17
11.2 Análisis de la curva de irradiancia	19
12. Hallazgos de campo	19
12.1 Sistema de protección eléctrica en viviendas	19
12.2 Sistema de puesta a tierra	20
12.3 Comportamiento de tensión	21
12.4 Riesgo sobre la red de media tensión	22
12.5 Facturación del servicio de energía eléctrica	23
13. Diagnóstico preliminar	24
14. Recomendaciones	26
15. Matriz DOFA	27
16. Bibliografía	28

1. Objetivo general

Realizar un diagnóstico preliminar del servicio de energía eléctrica en la comunidad indígena de Wuasiruma, ubicada en el municipio de Vijes, Valle del Cauca, evaluando las condiciones generales del suministro, el estado básico de las instalaciones eléctricas y los factores de riesgo que puedan afectar la seguridad de los usuarios y la continuidad del servicio.

2. Descripción general de la zona y de una vivienda representativa

La comunidad indígena de Wuasiruma se encuentra ubicada en el municipio de Vijes, departamento del Valle del Cauca, en un entorno de características rurales. La zona presenta una configuración comunitaria compuesta por 37 viviendas, además de edificaciones de uso colectivo como la caseta comunal y la escuela del resguardo, las cuales también son abastecidas por el sistema de energía eléctrica existente.



Figura 1. Foto general de la comunidad

Desde el punto de vista del servicio eléctrico, la comunidad depende de un transformador de distribución de 37,5 kVA, que atiende la totalidad de las viviendas y las edificaciones comunitarias. En la zona se observan viviendas con medición mediante contadores digitales y análogos, así como instalaciones eléctricas básicas orientadas principalmente al uso residencial.

De manera general, las viviendas presentan condiciones constructivas sencillas y cuentan con instalaciones eléctricas internas básicas para iluminación y conexión de electrodomésticos de bajo consumo. Sin embargo, también se identifican aspectos que requieren mejoramiento técnico, especialmente en lo relacionado con protecciones eléctricas y la ausencia de sistemas de puesta a tierra en la mayoría de las viviendas.

Como vivienda representativa de la comunidad, puede describirse una instalación domiciliaria típica con servicio de energía eléctrica para usos residenciales básicos, dotada de medidor de energía, caja o tablero de protección con dos interruptores termomagnéticos y cargas residenciales como televisor, nevera y lámparas LED. Este perfil de vivienda refleja un consumo orientado a necesidades esenciales del hogar, como iluminación, conservación de alimentos y entretenimiento.



Figura 2. Vivienda Representativa de la comunidad

En términos generales, la vivienda representativa observada en la comunidad evidencia que el servicio de energía eléctrica cumple una función fundamental en la vida cotidiana de las familias, aunque las condiciones técnicas de las instalaciones requieren ajustes para mejorar la seguridad, la confiabilidad y el cumplimiento de las disposiciones técnicas aplicables.

3. Metodología

Para la elaboración del presente informe se realizó una visita de campo a la comunidad indígena Wuasiruma, con el propósito de efectuar un diagnóstico preliminar de las condiciones del servicio de energía eléctrica.

La metodología aplicada comprendió la inspección visual de la infraestructura eléctrica existente, la verificación básica de algunas condiciones de operación en viviendas seleccionadas, la identificación de riesgos externos sobre la red y el registro de observaciones técnicas relacionadas con medición, protecciones, puesta a tierra, uso de la energía y facturación del servicio.

Como apoyo al levantamiento de información se utilizaron los siguientes instrumentos:

Instrumento 1. Cuestionario de Caracterización Energética Domiciliaria (Versión 2), empleado para recopilar información relacionada con problemas frecuentes del servicio, combustibles usados, costos asociados a energía y percepción del servicio en las viviendas.

Instrumento 2. Ficha Técnica de Observación de Instalaciones Eléctricas (RETIE) (Versión 2), utilizado para la verificación visual y técnica de la acometida, instalación fija, tableros, protecciones, canalizaciones, calibre y estado de conductores, puesta a tierra, riesgos visibles y nivel de riesgo eléctrico observado.

Instrumento 3. Ficha Técnica para Registro de Inventario de Equipos y Cargas Eléctricas (Versión 2), empleado como formato de apoyo para registrar el inventario básico de equipos y cargas observadas en las viviendas y complementar la caracterización preliminar de la demanda.

Instrumento 4. Protocolo Técnico de Pruebas Energéticas en Campo, utilizado como guía metodológica de referencia para la caracterización energética en comunidad.

Durante la visita también se realizó una verificación preliminar del comportamiento de tensión, tomando como referencia una vivienda cercana al transformador y una vivienda alejada, con el fin de comparar niveles de tensión y detectar caídas apreciables en la red interna de distribución. De igual manera, se efectuaron mediciones puntuales de irradiancia solar en campo, con el propósito de caracterizar de forma preliminar la disponibilidad del recurso solar en la comunidad y apoyar el análisis de los sistemas solares fotovoltaicos existentes.

4. Herramientas utilizadas

Para el desarrollo de la visita de campo y la verificación preliminar de las condiciones del servicio de energía eléctrica en la comunidad indígena Wuasiruma, se utilizaron herramientas manuales y de apoyo técnico que permitieron realizar comprobaciones básicas en sitio.

Entre las herramientas empleadas se encuentran:

Pinza voltiamperimétrica marca SATA, referencia 03021

Medidor de irradiancia Solar Power Meter, referencia SM206-SOLAR

Corta frío

Pinzas

Alicate

Destornilladores

Cinta aislante

5. Descripción general del sistema eléctrico observado

Durante la visita se evidenció que la comunidad cuenta con un transformador de distribución de 37,5 kVA, el cual alimenta la totalidad de las 37 viviendas, así como la caseta comunal y la escuela del resguardo Wuasiruma.

El servicio de energía eléctrica que abastece a la comunidad pertenece al Sistema Interconectado Nacional, desde el cual se atiende la demanda eléctrica local a través de la infraestructura de distribución existente en la zona.



Figura 3. Distribución eléctrica de la zona

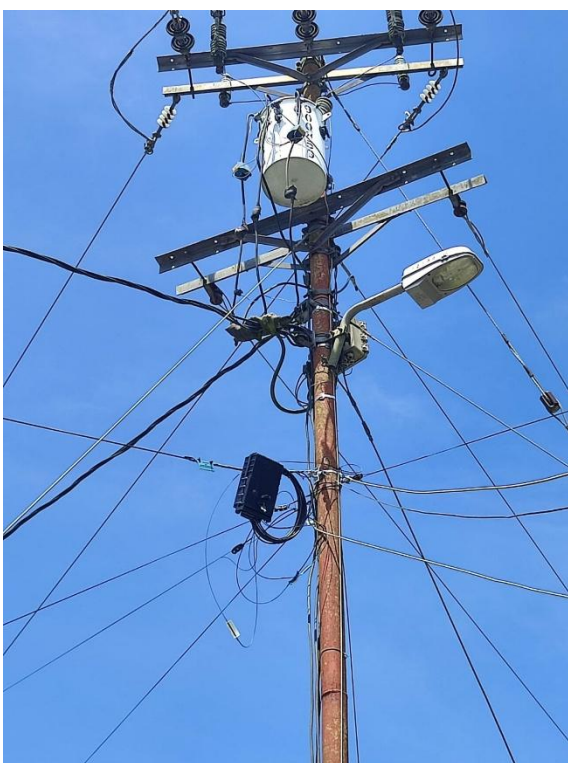


Figura 4. Transformador de la comunidad

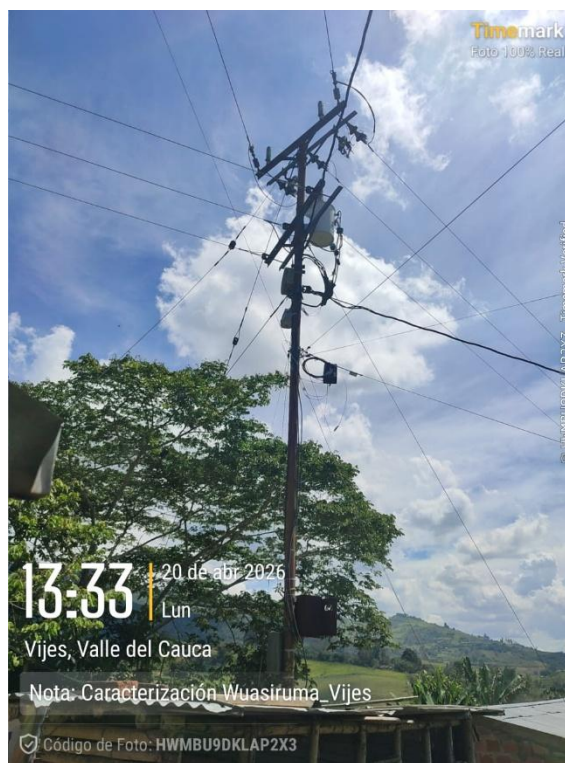


Figura 5.

En las viviendas se observaron medidores de energía monofásicos, tanto digitales como análogos, lo que evidencia la coexistencia de diferentes esquemas de medición del consumo eléctrico en la comunidad.



Figura 6. Medidor monofásico análogo



Figura 7. Medidor monofásico digital

De manera general, la comunidad dispone de servicio de energía eléctrica para usos residenciales básicos.

6. Acometidas de las viviendas

Durante la inspección de campo se observó que, aunque algunas viviendas cuentan con conductor concéntrico antifraude en sus acometidas, en general estas presentan deficiencias constructivas importantes. Se evidenció que ninguna de las acometidas dispone de mufa antigoteo ni de tubo Conduit o canalización que conduzca y proteja el cable hasta el medidor, lo que deja la instalación con menor protección frente a condiciones ambientales y mecánicas.

La norma para acometidas aéreas de baja tensión exige el uso de cable apto para intemperie y de tipo antifraude, además de elementos que eviten la penetración de agua y aseguren que los conductores lleguen al medidor mediante canalización adecuada, conforme al Título 26 del RETIE y al artículo 230 de la NTC 2050. Por tanto, la condición observada constituye una deficiencia técnica, ya que la ausencia de estos elementos incrementa la exposición a humedad, el deterioro del aislamiento y el riesgo de fallas en el sistema de medida.



Figura 8. Acometida aérea



Figura. 9

7. Instalaciones eléctricas internas

En las viviendas de la comunidad de Wuasiruma se observaron instalaciones eléctricas internas básicas, destinadas principalmente a iluminación y conexión de cargas residenciales de baja demanda. En todos los casos se evidenció que los conductores no están canalizados.

Adicionalmente, no fue posible determinar con precisión el calibre de los conductores observados y, en algunos tramos, se identificaron empalmes irregulares, lo que representa una condición desfavorable en términos de seguridad y confiabilidad. En general, aunque las instalaciones permiten el uso básico del servicio, requieren mejoras técnicas, especialmente en canalización, revisión de conexiones, normalización de protecciones y adecuación de los sistemas de puesta a tierra.



Figura 10. Instalaciones eléctricas internas

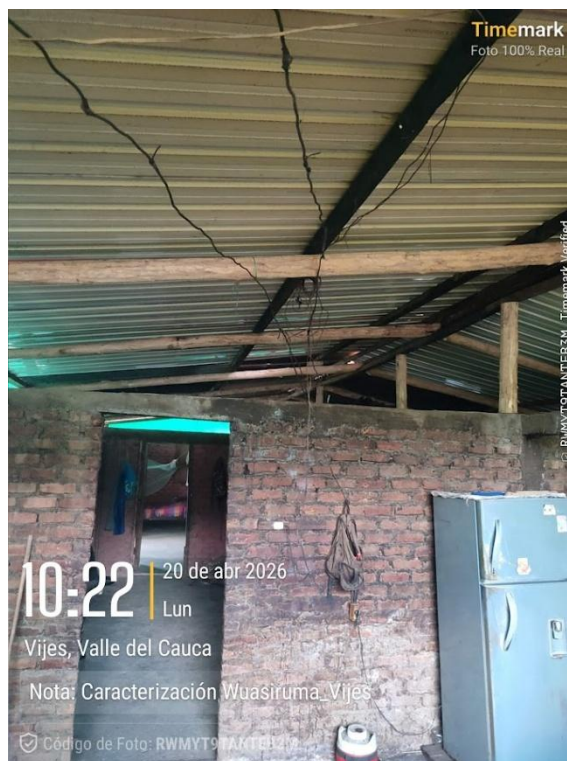


Figura. 11

8. Uso de la energía

Con base en la información recopilada en campo, se identificó que el uso de la energía eléctrica en la comunidad indígena de Wuasiruma es netamente residencial, ya que no se evidencian usos comerciales ni industriales de la energía.

El uso de la energía está orientado principalmente a iluminación, conservación de alimentos, y entretenimiento. En términos generales, el perfil de consumo identificado sugiere que la demanda de energía de las viviendas está asociada exclusivamente a cargas residenciales de bajo consumo.

Este comportamiento resulta coherente con las mediciones de tensión realizadas en campo, donde no se evidenciaron caídas significativas entre la vivienda más cercana y la más alejada del transformador.

9. Cuadro de cargas de una vivienda representativa de la comunidad de Wuasiruma

Con el fin de establecer de manera preliminar el comportamiento de consumo en una vivienda representativa de la comunidad, se elaboró el siguiente cuadro de cargas a partir de los equipos y usos reportados en campo.

Para este análisis se consideraron los siguientes criterios:

- 6 bombillos LED de 6 W operan 4 horas al día.

- Una lavadora Samsung modelo WA15F5L6UWW/AX, con potencia de 600 W, se utiliza 3 veces por semana, asumiendo 1 hora por ciclo de lavado.
- Un televisor Samsung LED de 55 pulgadas, potencia de 120 W
- Carga para 3 celulares, se considera una potencia de 5 W por cargador, con un tiempo promedio de 2 horas al día.
- Una licuadora de 350W de potencia, con un uso de 5 minutos diarios.
- Una nevera Mabe tipo refrigerador-congelador, modelo RMA313FXCC, con capacidad de 297 litros, clasificación energética A, consumo nominal de 25.50 kWh/mes, equivalente a aproximadamente 0.85 kWh/día, se consideró como una carga conectada 24 horas al día, con una potencia promedio de 35 W.
- Un router WiFi TP-Link TL-WR840N / TL-WR841N se consideró como una carga conectada de forma continua durante 24 horas al día, adoptando una potencia referencial de 9 W.

9.1 Cuadro de cargas

CUADRO DE CARGAS – VIVIENDA REPRESENTATIVA COMUNIDAD WUASIRUMA								
Equipo / Carga	Cantidad	Potencia Unit. (W)	Potencia Total (W)	Horas Uso/día	Energía/día (Wh/día)	Factor Simult.	Potencia Simult. (W)	Energía Simult.
Bombillos LED 6W	6	6	36	4	144	1,00	36	144
Lavadora Samsung WA15F5L6UWW/AX	1	600	600	0,43	257	0,50	300	129
Televisor Samsung LED 55"	1	120	120	3	360	0,80	96	288
Cargadores de celular	3	5	15	2	30	1,00	15	30
Licuadora	1	350	350	0,08	29	0,30	105	9
Nevera Mabe RMA313FXCC	1	35	35	24	840	1,00	35	840
Router WiFi TP-Link TL-WR840N / TL-WR841N	1	9	9	24	216	1,00	9	216
TOTALES SISTEMA			1.165 W	—	1.876	—	596 W	1.655

Tabla 1. Cuadro de cargas

9.2 Análisis del cuadro de cargas

El cuadro de cargas de la vivienda muestra que la demanda eléctrica corresponde a un perfil residencial de baja potencia, asociado principalmente a iluminación, refrigeración, entretenimiento, lavado de ropa, preparación de alimentos, conectividad y carga de equipos de comunicación.

La potencia total instalada asciende a 1,165 W, equivalente a 1.165 kW. Si todas las cargas funcionaran simultáneamente a 120 V, la corriente demandada sería aproximadamente:

$$I = P / V = 1,165 / 120 = 9.71 \text{ A}$$

Este valor resulta coherente con lo observado en campo, donde se identificó que las cargas típicas de las viviendas son relativamente bajas y, en condiciones normales de uso, se mantienen dentro de un rango propio de una vivienda con consumo doméstico básico.

Al aplicar los factores de simultaneidad definidos en el cuadro, la potencia simultánea se reduce a 596 W, equivalente a una corriente aproximada de:

$$I = 596 / 120 = 4.97 \text{ A}$$

Este resultado indica que, bajo condiciones normales de operación, la vivienda no utiliza toda la potencia instalada al mismo tiempo, sino únicamente una fracción de ella, lo cual es consistente con el comportamiento real de una instalación residencial.

En cuanto al consumo energético, la vivienda presenta una energía diaria de 1,876.3 Wh/día, equivalente a 1.876 kWh/día. Esto corresponde a un consumo mensual aproximado de:

$$1.876 \times 30 = 56.29 \text{ kWh/mes}$$

Por su parte, la energía simultánea diaria es de 1,655.4 Wh/día, equivalente a 1.655 kWh/día, lo que representa un consumo mensual aproximado de:

$$1.655 \times 30 = 49.66 \text{ kWh/mes}$$

Dentro del conjunto de cargas analizadas, las de mayor incidencia en el consumo diario son la nevera Mabe, la lavadora Samsung y el televisor, seguidas por la iluminación. También se destaca la presencia del router WiFi, que, aunque tiene una potencia baja, permanece energizado durante las 24 horas del día y por tanto aporta de manera continua al consumo energético de la vivienda.

En términos generales, el cuadro de cargas confirma que la vivienda representativa de la comunidad de Wuasiruma presenta un consumo de carácter netamente residencial, con una demanda moderada y coherente con las condiciones observadas en campo. Asimismo, los resultados permiten sustentar técnicamente que las cargas reales de la vivienda son considerablemente inferiores a la capacidad de protección de 30 A encontrada en varias instalaciones, lo que reafirma la observación de sobredimensionamiento de las protecciones frente a la demanda real de uso.

10. Sistemas solares fotovoltaicos

Durante la visita de campo se evidenció la existencia de dos sistemas solares fotovoltaicos en la comunidad, los cuales constituyen una infraestructura energética complementaria al servicio convencional suministrado por la red eléctrica.

10.1 Sistema solar fotovoltaico del jardín infantil

El primer sistema solar fotovoltaico se encuentra instalado en el jardín infantil y, de acuerdo con la información observada en campo, está conformado por los siguientes componentes:

3 paneles solares de 500 W

1 inversor de 1500 W

1 regulador de carga tipo PWM

2 baterías de 12 V, tecnología AGM, capacidad 200 Ah



Figura 12. Paneles solares



Figura 13



Figura 14. Conductores del sistema solar fotovoltaico



Figura 15. Inversor



Figura 16. Regulador



Figura 17. Batería

No fue posible acceder al sitio donde se encuentran instalados todos los componentes del sistema, debido a que estos estaban resguardados en un cuarto cerrado. Por esta razón, la inspección realizada sobre este sistema fue parcial, y no fue posible verificar en detalle el estado de conexiones, protecciones, canalizaciones, configuración eléctrica interna ni el sistema de puesta a tierra.

Adicionalmente, se observó que el sistema se encuentra subutilizado, ya que actualmente solo se emplea para alimentar una luminaria LED de 20 W, lo que representa un aprovechamiento muy bajo frente a la capacidad instalada del sistema fotovoltaico.

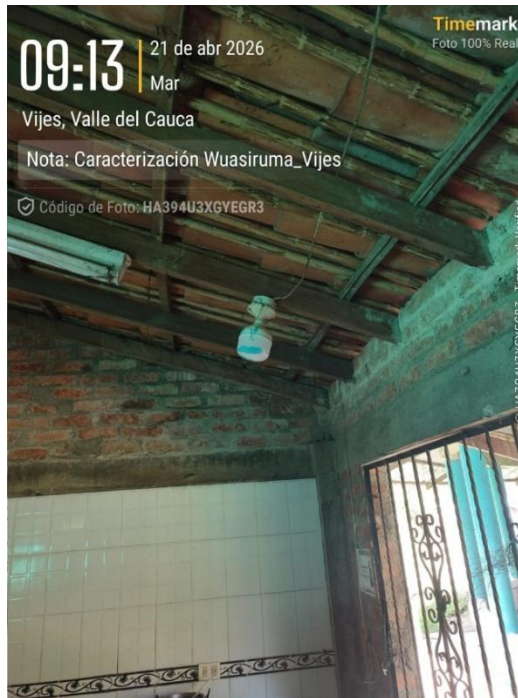


Figura 18. Luminaria LED

Asimismo, se evidenció que los tres paneles solares requieren mantenimiento de limpieza, ya que la acumulación de suciedad sobre su superficie puede afectar la captación de radiación solar y disminuir el desempeño energético del sistema.

Durante la visita también se realizó una medición de tensión, obteniéndose un valor de 116.4 V, el cual se registra como dato de referencia del estado operativo observado en campo para este sistema.



Figura 19. Medición de tensión sistema solar fotovoltaico

10.2 Sistema solar fotovoltaico de la escuela del resguardo indígena

En la escuela del resguardo indígena se evidenció la existencia de un sistema solar fotovoltaico. De acuerdo con lo manifestado por los habitantes de la comunidad, el sistema se encuentra operativo. No obstante, no fue posible acceder a la información técnica de los paneles solares, debido a que estos se encuentran instalados a una altura considerable, lo que impidió su verificación detallada durante la visita. De igual forma, no fue posible acceder al sitio donde se encontraban los demás componentes del sistema, debido a que el cuarto donde están instalados permanecía cerrado al momento de la inspección.

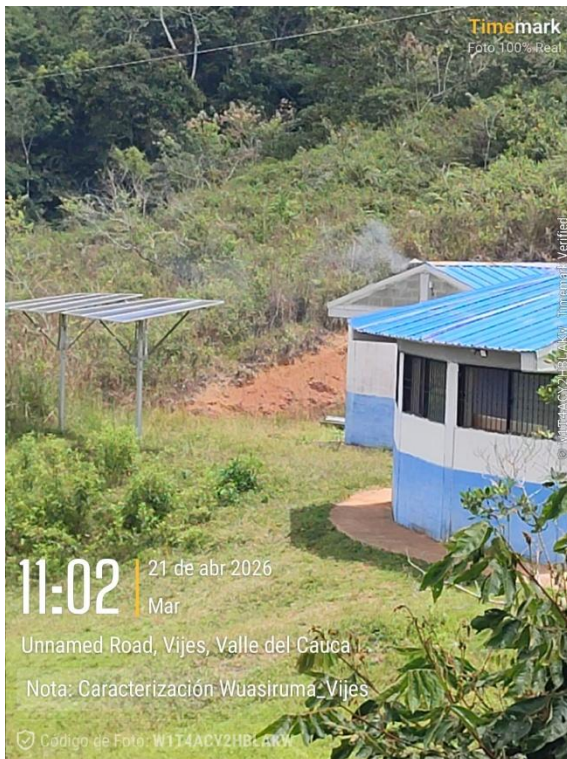


Figura 20. Paneles solares



Figura 21

10.3 Observaciones generales sobre los sistemas solares fotovoltaicos

La presencia de dos sistemas solares fotovoltaicos en la comunidad evidencia la existencia de infraestructura energética complementaria al servicio convencional de red, lo cual representa una oportunidad importante para fortalecer el acceso y la disponibilidad de energía en la comunidad.

Sin embargo, la visita de campo permitió establecer que la información técnica verificada sobre ambos sistemas fue parcial. En el caso del sistema ubicado en el jardín infantil, se identificaron componentes visibles y algunas condiciones generales de operación; no obstante, no fue posible acceder al sitio donde se encontraban todos los equipos, debido a que permanecían dentro de un cuarto cerrado. En el caso del sistema de la escuela del resguardo indígena, se evidenció la existencia del sistema y, según lo manifestado por los habitantes de la comunidad, este se encuentra operativo; sin embargo, no fue

posible acceder al cuarto donde estaban los demás componentes y tampoco verificar en detalle la información de los paneles, debido a que estos se encuentran instalados a una altura considerable.

Por lo anterior, se concluye que los sistemas solares fotovoltaicos existentes en la comunidad constituyen un recurso energético relevante, pero requieren una evaluación técnica posterior más detallada, que permita verificar plenamente su configuración, estado operativo, protecciones, puesta a tierra, condiciones de mantenimiento y nivel real de aprovechamiento energético.

11. Curva de irradiancia de la comunidad de Wuasiruma

Se consolidó una serie de mediciones puntuales de irradiancia solar tomadas el 20 de abril de 2026, con valores expresados en W/m^2 .



Figura 22. Mediciones de irradiancia

Los datos muestran un comportamiento típico de la irradiancia solar diaria: valores moderados durante las primeras horas de la mañana, incremento progresivo hacia media mañana, un tramo de irradiancia alta entre finales de la mañana y primeras horas de la tarde, y posteriormente una ligera disminución. En términos generales, la curva obtenida evidencia que la zona presenta una disponibilidad solar favorable durante buena parte de la jornada, con varios registros por encima de $800 W/m^2$ y picos superiores a $1000 W/m^2$.

Desde el punto de vista técnico, estos resultados permiten inferir que el recurso solar disponible en la comunidad es adecuado para el aprovechamiento mediante sistemas solares fotovoltaicos, especialmente durante la franja de mayor captación energética comprendida aproximadamente entre las 11:30 a. m. y la 1:10 p. m. No obstante, debe tenerse presente que esta curva fue elaborada a partir de mediciones puntuales y no de un registro continuo automatizado, por lo que representa una aproximación práctica del comportamiento de la irradiancia durante la jornada evaluada.

En el conjunto de datos analizados se obtuvo una irradiancia mínima de 208.6 W/m², una irradiancia máxima de 1041.0 W/m² y un promedio aproximado de 725.0 W/m², lo que confirma una condición solar favorable para evaluación energética preliminar.

11.1 Cuadro de irradiancia – Comunidad de Wuasiruma

Cuadro de Irradiancia – Comunidad de Wuasiruma		
<i>Datos consolidados a partir de registros fotográficos del 20/04/2026</i>		
Fecha	Hora	Irradiancia (W/m ²)
20/04/2026	08:38	420,1
20/04/2026	08:38	536,7
20/04/2026	08:50	656
20/04/2026	08:51	501
20/04/2026	08:53	525,9
20/04/2026	09:06	208,6
20/04/2026	09:07	307,6
20/04/2026	09:49	717,7
20/04/2026	09:49	765,8
20/04/2026	11:30	989,8
20/04/2026	11:31	1026,6
20/04/2026	11:31	1041
20/04/2026	11:48	851,5
20/04/2026	11:48	747,5
20/04/2026	13:07	1034,2
20/04/2026	13:08	995,1
20/04/2026	13:36	816,9
20/04/2026	13:37	777,8
20/04/2026	13:38	856

Leyenda de colores:

Bajo (< 400 W/m²)
Medio (400 – 699.9 W/m²)
Alto (700 – 899.9 W/m²)
Muy alto (≥ 900 W/m²)

Tabla 2. Cuadro de irradiancia

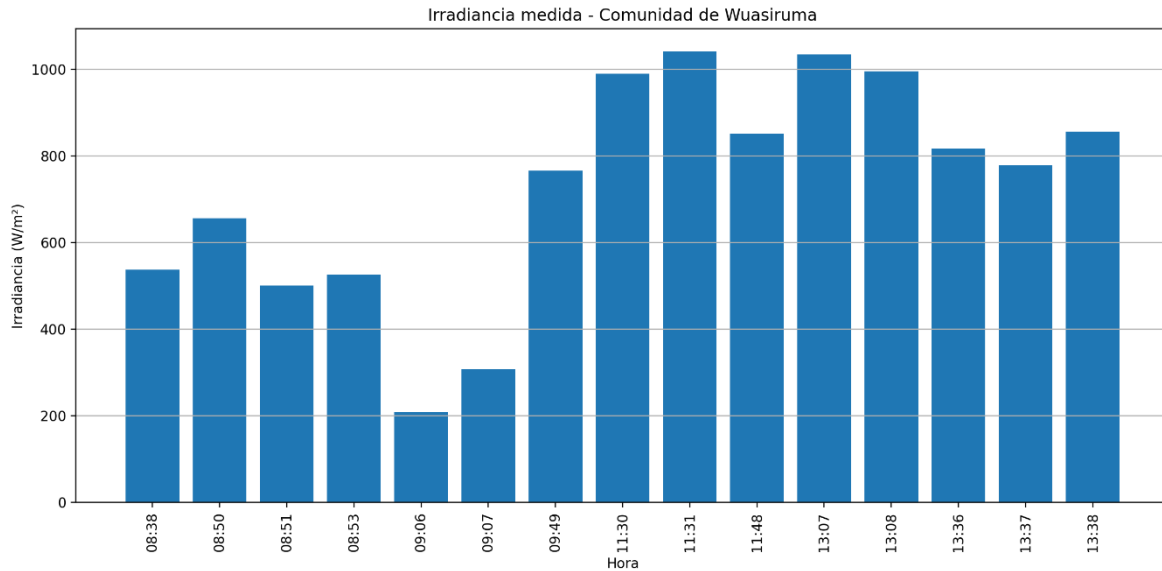


Figura 23. Diagrama de barras de irradiancia

11.2 Análisis de la curva de irradiancia

El comportamiento de la irradiancia en la comunidad de Wuasiruma presenta tres etapas principales:

a) Franja inicial de la mañana:

Entre las 08:38 a. m. y las 08:53 a. m. se registraron valores entre 420.1 W/m^2 y 656.0 W/m^2 , lo cual indica una condición de captación solar moderada durante las primeras horas de la jornada. Posteriormente, a las 09:06 a. m. y 09:07 a. m., se registraron 208.6 W/m^2 y 307.6 W/m^2 , evidenciando una reducción temporal posiblemente asociada a nubosidad momentánea o cambios en la incidencia solar.

b) Incremento progresivo y tramo de alta irradiancia:

Hacia las 09:49 a. m. la irradiancia aumentó a 717.7 W/m^2 y 765.8 W/m^2 , mostrando una mejora importante en la disponibilidad solar. Luego, entre las 11:30 a. m. y 11:31 a. m., se alcanzaron los valores más altos de la jornada, con 989.8 W/m^2 , 1026.6 W/m^2 y 1041.0 W/m^2 , correspondientes al tramo de mayor potencial de captación energética.

c) Mantenimiento de valores altos y leve descenso posterior:

A las 11:48 a. m. se registraron 851.5 W/m^2 y 747.5 W/m^2 , manteniéndose todavía un nivel favorable de irradiancia. Más adelante, entre la 1:07 p. m. y la 1:08 p. m., se observaron nuevamente valores altos de 1034.2 W/m^2 y 995.1 W/m^2 . Finalmente, entre la 1:36 p. m. y la 1:38 p. m., la irradiancia se mantuvo en un rango alto, entre 777.8 W/m^2 y 856.0 W/m^2 .

En conjunto, la curva evidencia un recurso solar favorable para aplicaciones fotovoltaicas, con una ventana operativa útil durante varias horas del día. Esto respalda técnicamente la viabilidad del aprovechamiento solar en la comunidad, aunque para análisis de diseño más precisos sería recomendable complementar esta información con registros continuos, series históricas o bases de datos satelitales.

12. Hallazgos de campo

12.1 Sistema de protección eléctrica en viviendas

Se evidenció que las viviendas cuentan, en términos generales, con un sistema básico de protección eléctrica. En varios casos se observaron dos interruptores termomagnéticos de 30 A; sin embargo, en algunas viviendas, en lugar de interruptor termomagnético, se encontró una cuchilla de corte general como elemento principal de maniobra o desconexión.

De manera preliminar se observa que las protecciones identificadas se encuentran mal dimensionadas frente a las cargas habituales de las viviendas evaluadas, las cuales no superan aproximadamente los 10 A.

Adicionalmente, en los casos donde se encontraron interruptores termomagnéticos, se identificó que los dos interruptores de 30 A están protegiendo el conductor de fase y el conductor neutro, respectivamente. También se observó el uso de conductores calibre 12 AWG, por lo que la configuración encontrada evidencia una descoordinación entre la carga observada, el conductor instalado y el dispositivo de protección.

Desde el punto de vista normativo, para instalaciones básicas las protecciones contra sobrecorriente deben cumplir los requisitos del artículo 240 de la NTC 2050. Asimismo, los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase, y no debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor puesto a tierra o neutro.

En consecuencia, la condición observada constituye una deficiencia técnica de protección y requiere corrección para mejorar la seguridad operativa de las instalaciones domiciliarias.

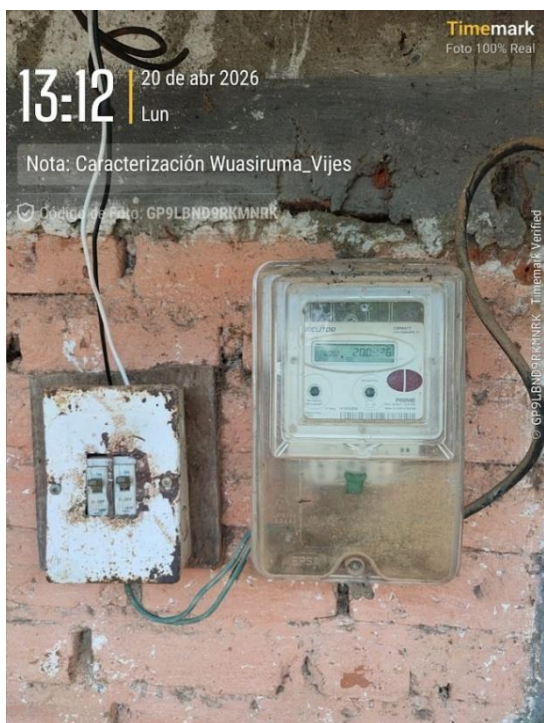


Figura 24. Interruptor termomagnético



Figura 24. Cuchilla de corte

12.2 Sistema de puesta a tierra

Se evidenció que solo una de las 37 viviendas presenta un elemento asociado a sistema de puesta a tierra. No obstante, aunque existe una intención de conexión a tierra, la condición observada no permite considerar que dicho sistema cumpla adecuadamente con la normativa aplicable para viviendas.

En la inspección visual se aprecia un conductor de color verde instalado de forma superficial, sin evidencia clara de una unión terminal mecánica y eléctricamente segura al electrodo. Por tanto, aunque existe un elemento de puesta a tierra, no se evidenció un sistema de puesta a tierra técnicamente conforme.

Como referencia normativa, los sistemas de puesta a tierra y conexiones equipotenciales en instalaciones básicas deben cumplir los requisitos del artículo 250 de la NTC 2050. Además, los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores ni medios de desconexión, y con uniones mecánica y eléctricamente seguras.

Por lo anterior, la comunidad presenta una condición crítica de seguridad eléctrica, debido a la ausencia generalizada de sistemas de puesta a tierra funcionales y conformes en la mayor parte de las viviendas.

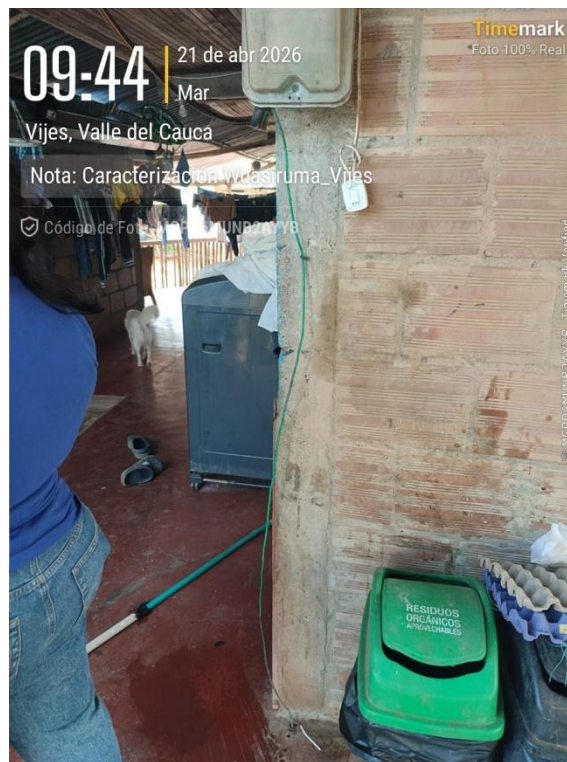


Figura 26. Puesta a tierra

12.3 Comportamiento de tensión

De acuerdo con la verificación realizada en campo, no se evidenciaron caídas de tensión significativas entre los puntos evaluados de la comunidad. En la vivienda más cercana al transformador se registró una tensión de 118,5 V, mientras que en la vivienda más alejada del transformador se midió una tensión de 115,8 V.

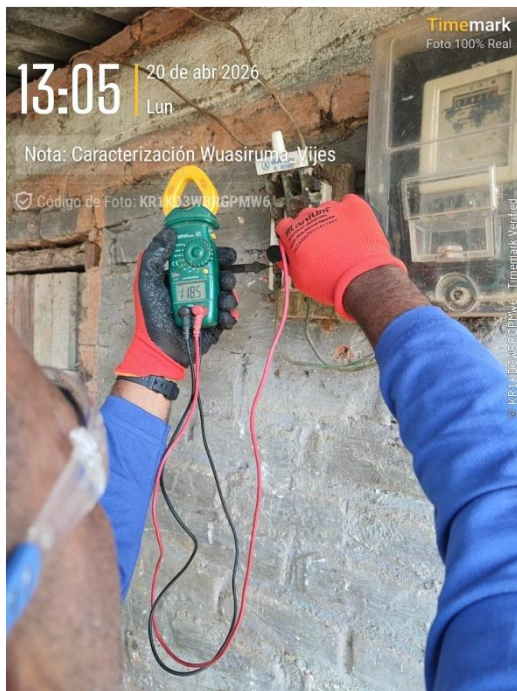


Fig. 27 Medición de tensión en vivienda cercana al transformador

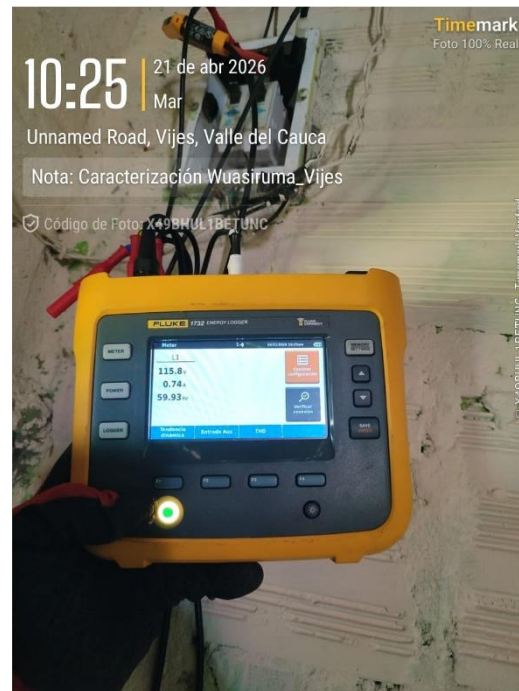


Fig. 28. Medición de tensión en vivienda alejada del transformador

La diferencia entre ambos valores es de 2,7 V, equivalente aproximadamente a 2,3 %, lo que indica, de manera preliminar, que la red mantiene un nivel de tensión relativamente uniforme entre los puntos verificados y que no se presentan caídas de tensión apreciables en el tramo observado.

Este comportamiento resulta consistente con el criterio aplicable a instalaciones básicas, según el cual la regulación o caída de tensión en la acometida no debe superar el 3 %, y la caída de tensión en alimentadores y circuitos ramales a carga plena de diseño no debe ser mayor al 5 %.

Bajo las condiciones actuales de demanda, el sistema parece conservar niveles de tensión similares entre las viviendas cercanas y alejadas del transformador.

12.4 Riesgo sobre la red de media tensión

Se identificó una condición de alto riesgo para la continuidad del servicio eléctrico. En el trazado de la red, antes del transformador de distribución, existe un árbol de gran tamaño cuyas ramas pasan por encima de las tres líneas de media tensión.



Fig. 29. Líneas de media tensión



Fig. 30. Líneas de media tensión resaltadas

Según lo manifestado en la comunidad, en una ocasión anterior las ramas de este árbol cayeron sobre las líneas de media tensión, ocasionando la interrupción del servicio de energía eléctrica durante aproximadamente un mes, hasta que la empresa Celsia realizó el reemplazo de las líneas afectadas. En esa oportunidad, la empresa se comprometió a efectuar la poda del árbol; sin embargo, al momento de la visita, dicho trabajo aún no había sido ejecutado.

Debido a que este árbol se encuentra aguas arriba del transformador, cualquier afectación sobre esta red puede comprometer el suministro eléctrico de toda la comunidad, incluyendo las viviendas, la caseta comunal y la escuela del resguardo Wuasiruma.

12.5 Facturación del servicio de energía eléctrica

La facturación del servicio de energía eléctrica en la comunidad Wuasiruma se realiza de manera bimestral, es decir, cada dos meses. Esta situación puede deberse a que, al tratarse de un lugar apartado y con un número reducido de viviendas, no se justifica operativamente realizar una facturación mensual.

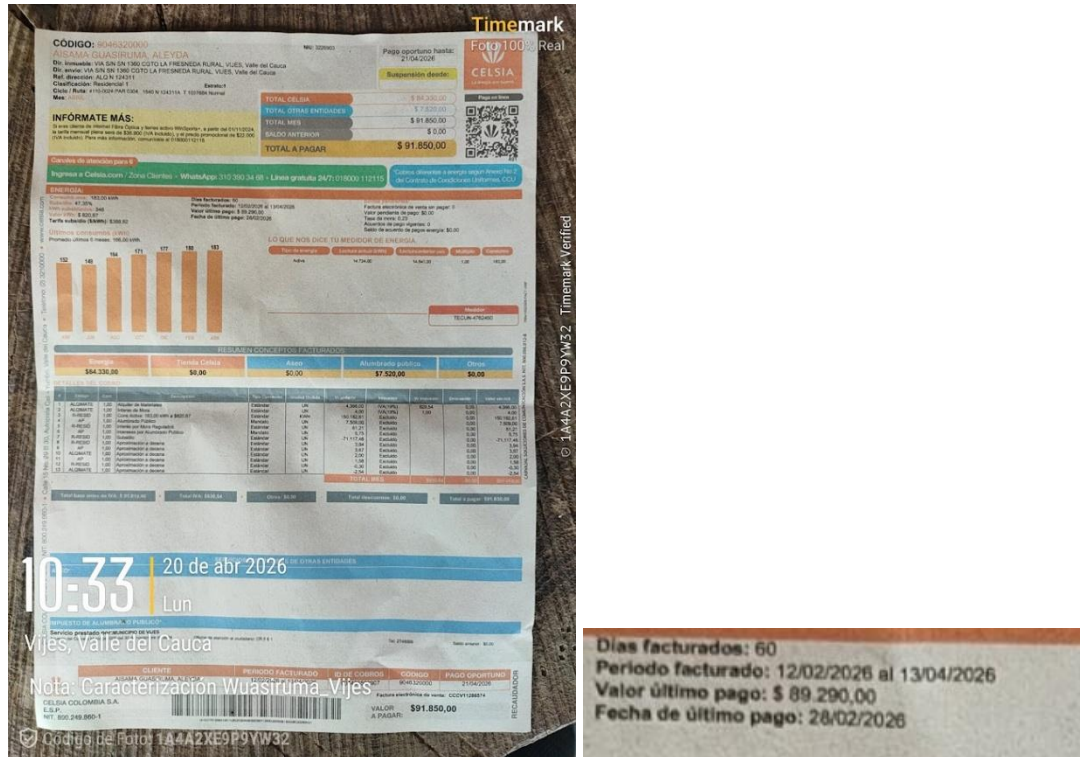


Fig. 31. Facturación del servicio de energía

13. Diagnóstico preliminar

Con base en la información observada en campo, se concluye de manera preliminar que la comunidad indígena de Wuasiruma cuenta con servicio de energía eléctrica proveniente del Sistema Interconectado Nacional, alimentado mediante un transformador de distribución de 37.5 kVA, el cual abastece las 37 viviendas, la caseta comunal y la escuela del resguardo.

El servicio eléctrico identificado corresponde a un esquema de uso netamente residencial, con cargas domésticas de baja demanda, lo cual resulta coherente con las mediciones de tensión realizadas en campo, donde no se evidenciaron caídas significativas entre la vivienda más cercana y la más alejada del transformador. Esta condición sugiere que, bajo el nivel actual de carga, la red mantiene un comportamiento aceptable en términos de tensión.

No obstante, el diagnóstico evidencia condiciones importantes de vulnerabilidad técnica y de seguridad, entre las que se destacan:

1. Deficiencias en las acometidas de las viviendas, ya que, aunque en algunos casos se observó conductor concéntrico antifraude, las acometidas no cuentan con mufa antigoteo ni con tubo conduit galvanizado o canalización hasta el medidor, lo que reduce la protección mecánica y aumenta la exposición a humedad y deterioro de los conductores.
2. Deficiencias en el sistema de protección interna, debido a la presencia de interruptores termomagnéticos de 30 A que no guardan coherencia con la carga real observada en las viviendas, la disposición inadecuada de protección sobre fase y neutro, y la presencia, en algunas viviendas, de cuchilla de corte general en lugar de interruptor termomagnético.
3. Ausencia generalizada de sistemas de puesta a tierra conformes, dado que solo una vivienda presenta un elemento asociado a puesta a tierra, pero sin evidencias suficientes de cumplimiento técnico ni constructivo.
4. Riesgo alto de interrupción del servicio por interferencia de vegetación sobre la red de media tensión, específicamente por la presencia de un árbol ubicado antes del transformador, cuyas ramas ya ocasionaron anteriormente una suspensión prolongada del servicio.
5. Existencia de sistemas solares fotovoltaicos complementarios, que representan una oportunidad importante para fortalecer el abastecimiento energético de la comunidad, pero cuya información técnica fue parcial. En el caso del sistema del jardín infantil, se identificaron indicios de subutilización, necesidad de mantenimiento de limpieza. En el caso del sistema de la escuela, se verificó su existencia y, según lo manifestado por la comunidad, se encuentra operativo, aunque no fue posible acceder al cuarto donde están los demás componentes ni verificar la información técnica de los paneles por estar instalados a gran altura.
6. Condición solar favorable en la comunidad, según las mediciones puntuales de irradiancia realizadas durante la jornada, lo cual respalda técnicamente el potencial de aprovechamiento energético mediante sistemas solares fotovoltaicos.

En términos generales, aunque la comunidad dispone de servicio eléctrico y de infraestructura energética complementaria, el estado observado de las instalaciones evidencia la necesidad de acciones correctivas y preventivas orientadas a mejorar la seguridad eléctrica, normalizar acometidas y

protecciones, fortalecer los sistemas de puesta a tierra, optimizar el uso de los sistemas solares existentes y reducir el riesgo de interrupciones prolongadas del servicio.

14. Recomendaciones

1. Solicitar de manera prioritaria a Celsia la poda del árbol que interfiere con la red de media tensión, debido al alto riesgo que representa para la continuidad del servicio de toda la comunidad.
2. Revisar y corregir el sistema de protección de las viviendas, reemplazando la configuración actual por una solución técnicamente coordinada con la carga real y conforme con las exigencias normativas para protección sobre conductores activos y sobrecorriente.
3. Implementar sistemas de puesta a tierra conformes en las viviendas, iniciando por una evaluación técnica detallada que defina electrodo, conductor de protección, uniones, puntos de inspección y continuidad.
4. Realizar una inspección eléctrica más detallada de acometidas, tableros, conductores, protecciones y conexiones internas de las viviendas, para establecer un plan de mejoramiento por prioridades.
5. Realizar una evaluación técnica específica de los sistemas solares fotovoltaicos, con verificación de componentes, protecciones, configuración eléctrica, estado de baterías, condiciones de puesta a tierra, dimensionamiento y nivel de utilización real de la energía generada.
6. En particular, para el sistema del jardín infantil, se recomienda verificar el regulador de carga, revisar la coordinación entre componentes y definir estrategias para un mejor aprovechamiento del sistema, dado que actualmente su uso es mínimo frente a la capacidad instalada.
7. Promover jornadas de sensibilización comunitaria sobre seguridad eléctrica, uso racional de la energía y reporte oportuno de condiciones de riesgo.

15. Matriz DOFA

La comunidad de Wuasiruma cuenta con fortalezas importantes, como la disponibilidad de servicio eléctrico convencional, el abastecimiento desde un transformador de 37.5 kVA, una demanda residencial baja y la existencia de sistemas solares fotovoltaicos complementarios. Sin embargo, persisten debilidades relevantes en materia de seguridad eléctrica, particularmente por el mal dimensionamiento de protecciones, la ausencia generalizada de sistemas de puesta a tierra conformes y la información incompleta sobre algunos sistemas solares.

Desde la perspectiva de oportunidad, la comunidad tiene un alto potencial de mejora mediante la normalización de instalaciones internas, el fortalecimiento de los sistemas de puesta a tierra, la optimización del uso de la energía solar y la gestión de mantenimiento preventivo con el operador de red. La amenaza más crítica sigue siendo la vulnerabilidad de la red de media tensión por interferencia del árbol ubicado antes del transformador, situación que puede comprometer el suministro de toda la comunidad.

Conclusión estratégica

Con base en la matriz DOFA, las acciones prioritarias deberían orientarse a:

1. Corregir las condiciones de riesgo eléctrico interno en las viviendas.
2. Gestionar de forma urgente la poda del árbol que amenaza la red de media tensión.
3. Evaluar y optimizar técnicamente los sistemas solares fotovoltaicos existentes en la comunidad.

<p>MATRIZ DOFA</p> <p>Diagnóstico preliminar del servicio de energía eléctrica en la comunidad indígena de Wuasiruma</p>			
FORTALEZAS		OPORTUNIDADES	
1	La comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica proveniente del Sistema Interconectado Nacional.	1	Implementar un plan de mejoramiento de las instalaciones eléctricas internas de las viviendas.
2	Existe un transformador de 37.5 kVA que abastece las 37 viviendas, la caseta comunal y la escuela.	2	Diseñar e instalar sistemas de puesta a tierra conformes en todas las viviendas.
3	No se evidenciaron caídas de tensión significativas entre la vivienda más cercana y la más alejada del transformador.	3	Reconfigurar y coordinar adecuadamente las protecciones eléctricas de las viviendas.
4	La demanda observada es baja y netamente residencial, lo que favorece la estabilidad del servicio.	4	Aprovechar mejor los sistemas solares fotovoltaicos existentes en la comunidad.
5	La comunidad cuenta con dos sistemas solares fotovoltaicos como infraestructura energética complementaria.	5	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas solares, especialmente limpieza y revisión de componentes.
6	los dos sistemas solares, según lo manifestado por la comunidad, se encuentran operativos.	6	Desarrollar capacitaciones comunitarias sobre uso seguro y eficiente de la energía.
7	El sistema solar de la escuela representa una alternativa energética complementaria para la comunidad.	7	Gestionar con el operador de red acciones preventivas sobre la red de media tensión.
DEBILIDADES		AMENAZAS	
1	Las protecciones eléctricas en varias viviendas están mal dimensionadas frente a la norma.	1	El árbol ubicado antes del transformador representa un alto riesgo de interrupción del servicio.
2	En algunos casos los interruptores protegen fase y neutro por separado, condición técnicamente inadecuada.	2	La caída de ramas sobre la red ya ocasionó en el pasado una suspensión del servicio durante un mes.
3	En algunas viviendas, en lugar de interruptor termomagnético, se encontró una cuchilla de corte general.	3	La falta de poda del árbol por parte del operador puede ocasionar nuevas interrupciones prolongadas.
4	Solo una vivienda presenta un elemento asociado a puesta a tierra y este no cumple adecuadamente con los criterios técnicos observados.	4	La ausencia generalizada de puestas a tierra incrementa el riesgo para personas, equipos e instalaciones.
5	La mayoría de las viviendas no cuenta con un sistema de puesta a tierra funcional y verificable.	5	La continuidad del servicio depende de una infraestructura vulnerable y de mantenimiento externo.
6	No fue posible verificar completamente algunos componentes de los sistemas solares por restricciones de acceso.	6	El deterioro o la falta de mantenimiento de los sistemas solares puede reducir su aporte energético.
7	El sistema solar del jardín infantil presenta subutilización y aparente descoordinación entre componentes.	7	La operación con protecciones inadecuadas puede aumentar el riesgo de fallas eléctricas internas en las viviendas.
8	No se logró consolidar toda la información técnica del sistema solar de la escuela por limitaciones de acceso y tiempo.	8	La condición rural y apartada de la comunidad puede dificultar la atención oportuna de fallas y mantenimientos.

16. Bibliografía

Ministerio de Minas y Energía. *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE*. Sitio oficial de consulta del reglamento vigente, sus libros y resoluciones asociadas.

Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 40117 de 2024*. “Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE”. Referencia normativa principal utilizada en el informe para criterios de acometidas, protecciones, caída de tensión y puesta a tierra.

Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 40304 de 2025*. “Por la cual se modifican las disposiciones transitorias del artículo 3, el numeral 3.3.1.2 y el artículo 3.3.2 del Libro 3 de la Resolución 40117 de 2024”.

ICONTEC. *NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano*. Norma técnica citada en el informe a través del RETIE, especialmente en lo relacionado con acometidas, protecciones contra sobrecorriente y sistemas de puesta a tierra.

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). *Resolución CREG 108 de 1997*. “Por la cual se señalan criterios generales sobre protección de los derechos de los usuarios de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible por red física”. Referencia utilizada en el informe para el análisis del esquema de facturación del servicio.

Instrumento 1. *Cuestionario de Caracterización Energética Domiciliaria (Versión 2)*. Documento de apoyo para la recolección de información sobre percepción del servicio, combustibles, costos energéticos y uso doméstico de la energía.

Instrumento 2. *Ficha Técnica de Observación de Instalaciones Eléctricas (RETIE) (Versión 2)*. Formato de apoyo para la observación técnica en campo de acometidas, tableros, protecciones, conductores, puesta a tierra y condiciones de riesgo eléctrico.

Instrumento 3. *Ficha Técnica para Registro de Inventario de Equipos y Cargas Eléctricas (Versión 2)*. Archivo adjunto utilizado como formato de apoyo para el levantamiento preliminar del inventario de cargas en la vivienda representativa.

Instrumento 4. *Protocolo Técnico de Pruebas Energéticas en Campo*. Documento de referencia metodológica para la caracterización energética en comunidad, incluyendo calidad de energía, análisis del recurso solar, rendimiento fotovoltaico e inspección termográfica.