

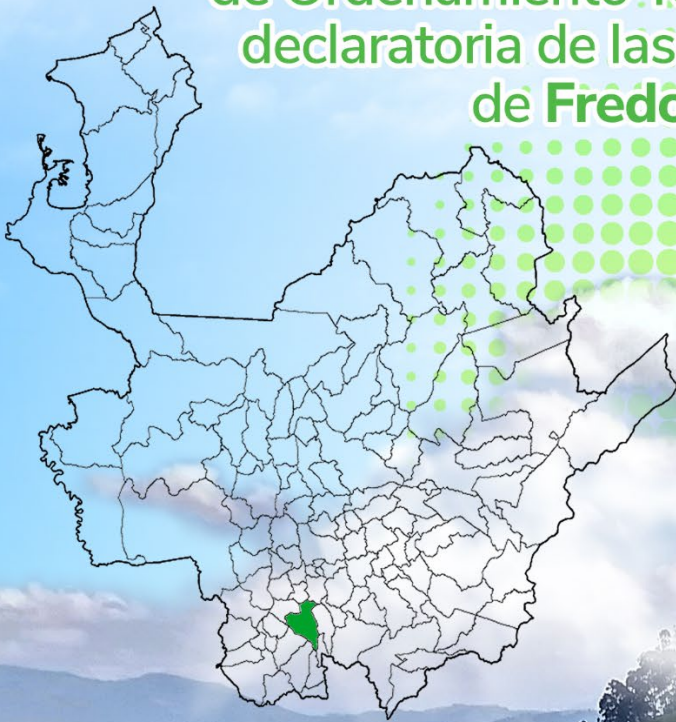


UPRA

APPA Fredonia

Anexo 4

Análisis de infraestructura bienes y servicios agropecuarios e infraestructura, determinante IV de Ordenamiento Territorial en el marco de la declaratoria de las APPA para el municipio de **Fredonia, Antioquia**





Anexo. Análisis del determinante nivel 4: Infraestructura bienes y servicios agropecuarios e infraestructura Fredonia, Suroeste Antioqueño

Autores:

Equipo técnico UPRA

Versión: 1

Fecha: 21 de julio de 2025

Este documento es propiedad intelectual de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Solo se permite su reproducción parcial, cuando no se use con fines comerciales, citando este documento así: Equipo UPRA. (2023). *Anexo. Análisis del determinante nivel 4: Infraestructura bienes y servicios agropecuarios e infraestructura. Fredonia, Suroeste antioqueño*. Bogotá. Recuperado de <URL de ubicación del documento>.



Contenido

Contenido.....	3
Índice de tablas	4
Índice de figuras	5
Introducción.....	6
1. Infraestructura bienes y servicios agropecuarios	7
1.1 Definición	7
1.1.1 Clasificación e identificación	7
2. Infraestructura: determinante de nivel 4.....	11
2.1 Definición.....	11
2.1.1 Infraestructura vial y de transporte.....	11
2.1.2 Infraestructura aeroportuaria	24
2.1.3 Infraestructura férrea.....	24
2.1.4 Infraestructura de acueducto y alcantarillado	29
2.1.5 Aseo y disposición de residuos sólidos	34
2.1.6 Infraestructura eléctrica.....	36
2.1.7 Sistemas de energías alternativas (no convencionales).....	43
2.1.8 Infraestructura de gas	47
2.1.9 Infraestructura de telecomunicaciones.....	51
Referencias	62



Índice de tablas

Tabla 1. Infraestructuras de producción y servicios para la producción.....	7
Tabla 2. Infraestructuras de almacenamiento, alistamiento y servicios logísticos	8
Tabla 3. Infraestructuras (de transformación o comercialización) y servicios de apoyo al sector agropecuario	9
Tabla 4. Tipos de vías	14
Tabla 5. Densidad vial	18
Tabla 6. Conectividad férrea.....	26
Tabla 7. Fuentes de agua	30
Tabla 8. Acueductos veredales.....	31
Tabla 9. Localización STAR.....	33
Tabla 10. Identificación líneas de red	39
Tabla 11. Infraestructura permitida.....	45
Tabla 12. Cobertura del servicio de gas natural por redes al I trimestre de 2025	49
Tabla 13. Localización de centros digitales	53
Tabla 14. Localización de estaciones de TV	53
Tabla 15. Localización de estaciones de radio.....	55
Tabla 16. Localización de estaciones terreras	55
Tabla 17. Localización de redes telecomunicaciones móviles internacionales (ITM) celulares	56
Tabla 18. Tabla de localización de infraestructuras de microondas.....	57



Índice de figuras

Figura 1. Mapa de conectividad vial.....	12
Figura 2. Mapa de tipos de vías.....	14
Figura 3. Mapa de infraestructura vial.....	17
Figura 4. Mapa de densidad vial.....	18
Figura 5. Mapa de tiempos de desplazamiento.....	19
Figura 6. Mapa de concesiones viales.....	21
Figura 7. Mapa de infraestructura aeroportuaria.....	24
Figura 8. Mapa de infraestructura férrea.....	25
Figura 9. Mapa de concesiones férreas.....	25
Figura 10. Mapa de distribución de red eléctrica.....	38
Figura 11. Mapa de localización de proyectos de generación de energías alternativas	44
Figura 12. Mapa de localización de infraestructura de transporte de gas.....	49
Figura 13. Convenciones del mapa de localización de infraestructura de transporte de gas.....	49
Figura 14. Mapa de localización de centros digitales con fibra óptica o con TDT.....	53
Figura 15. Mapa de localización de estaciones AM-FM, ITM celular y terrenas.....	55
Figura 16. Mapa de localización de operadores-ondas-móviles.....	57



Introducción

El presente anexo hace parte del documento técnico de soporte de la Declaratoria de Áreas de Protección para la Producción de Alimentos (APPA) para el municipio de Fredonia, Suroeste Antioqueño. Tiene como objetivo señalar y caracterizar la infraestructura de bienes y servicios agropecuarios (sectorial), que dan soporte a la producción y actividad agropecuaria, así como la infraestructura señalada en la determinante 4 (art. 32 de la Ley 2294 de 2023), que da soporte a la funcionalidad territorial del municipio.

1. Infraestructura bienes y servicios agropecuarios

1.1 Definición

La infraestructura bienes y servicios agropecuarios constituye un componente esencial en el funcionamiento y sostenibilidad de la cadena productiva rural, ya que permite no solo la producción primaria, sino también el acopio, transformación, almacenamiento, comercialización y logística de los productos agropecuarios.

1.1.1 Clasificación e identificación

Esta infraestructura incluye, a manera de ejemplo, entre muchos otros, distritos de riego y drenaje, centros de acopio, plazas de mercado, plantas de beneficio animal, centros de transformación, así como servicios de apoyo técnico y logístico, es decir que incluye el conjunto de servicios e instalaciones considerados necesarios para que una actividad agrícola o pecuaria se desarrolle efectivamente.

1.1.1.1 Infraestructura de producción

Instalaciones para uso agropecuario, las cuales son utilizadas en el manejo de productos agrícolas, cría, levante y engorde de animales, y la producción de leche, entre otros: establo/corral, granjas avícolas, granja porcícola, etcétera (UPRA, 2024).

1.1.1.2 Apoyo a la producción

Implica todos los servicios básicos, las instalaciones y los equipos que se necesitan para producir y comercializar productos agropecuarios de manera eficiente: Bancos de maquinaria, Distritos de riego, Terminal pesquero, Viveros, etc. (UPRA, 2024).

Tabla 1. Infraestructuras de producción y servicios para la producción

Municipio	Fredonia	
Instalaciones	Fincas con bovinos	99
	Fincas con búfalos	0
	Predios porcícolas	7
	Predios con población aviar	252
Servicios	Distritos de riego	0
	Almacenes de insumos agropecuarios	15

Fuente: elaboración propia con base en información secundaria (2024).

1.1.1.3 Almacenamiento y alistamiento

Infraestructura que brinda servicio de almacenamiento y alistamiento a los productos del sector agropecuario, como, por ejemplo: centro de acopio o bodega (frutas, granos, leche, tubérculos, verduras, hortalizas), cuartos fríos, empacadoras, secadoras, silos, etcétera (UPRA, 2024).

1.1.1.4 Servicios logísticos

Infraestructura destinada a la prestación de servicios logísticos: Zonas francas, Zonas logísticas multimodales, Plataformas logísticas, etc. (UPRA, 2024).

Tabla 2. Infraestructuras de almacenamiento, alistamiento y servicios logísticos

Municipio	Fredonia	
Almacenamiento y alistamiento	Centros acopio leche o tanques de refrigeración	0
	Centro de almacenamiento de productos hortícolas	0
	Centro de acopio de fruta	1
	Centro de acopio de granos	0
	Centro de acopio de huevos	0
	Centro de acopio de cardamomo	0
	Centro de acopio de café	1
Servicio logístico	Aeropuertos o aeródromos	0

Fuente: elaboración propia con base en información secundaria (2024).

1.1.1.5 Transformación

Infraestructura donde se genera valor agregado a los productos agropecuarios; comprende toda la variedad de actividades requeridas para que un producto transite a través de las diferentes etapas de transformación hasta la entrega a los consumidores intermedios o finales: molinos, plantas de beneficio, plantas de procesamiento, trapiches, etcétera. (UPRA, 2024).

1.1.1.6 Comercialización

Instalaciones destinadas al comercio (mayorista y minorista) de productos del sector agrícola y pecuario, tales como: central de abastos, feria de ganado, mercado agropecuario, plaza de mercado/galería (UPRA, 2024).

1.1.1.7 Servicios de apoyo al agro

Incluye todos los servicios, las actividades y las instalaciones enfocadas a brindar apoyo económico, académico, técnico, comercial, etc., al sector agropecuario, como pueden ser: laboratorios, centros de investigación, entidades financieras, etcétera (UPRA, 2024).

Tabla 3. Infraestructuras (de transformación o comercialización) y servicios de apoyo al sector agropecuario

Municipio	Fredonia	
Transformación	Industrias productoras de alimentos	0
	Planta de beneficio bovino	0
	Planta de beneficio porcino	0
	Plantas empacadoras de frutas y hortalizas	7
	Centro de cosecha y poscosecha de miel	1
	Planta de procesamiento de pescado	0
	Planta de procesamiento de fique	0
	Planta de transformación de plátano	0
	Plantas pasteurizadoras y procesadoras de lácteos	0
	Plantas procesadoras de hortalizas y frutas	0
	Aserrío	0
	Trapiche	1
	Procesadora de café	0
Comercialización	Plaza de mercado / galería	1
	Comercio de productos pecuarios en establecimiento especializado	1
	Centro de comercialización de ganado en pie	0
	Feria de ganado	0
Servicios de apoyo al sector	Colegios	0
	SENA	0

Fuente: elaboración propia con base en información secundaria (2024).

Fredonia cuenta con una diversidad agroecológica que favorece la producción agrícola y pecuaria, aunque algunos gremios tienen su propia infraestructura, no se cuenta con información precisa para saber exactamente cuáles son, ni cómo funcionan. En general, el departamento no tiene suficientes datos para identificar la infraestructura disponible para producir, transformar y comercializar, lo que hace difícil saber cuántos espacios existen y qué capacidad tienen, como por ejemplo los centros de acopio, de investigación o puntos de venta, sin embargo, dentro de la información recopilada, se identifican desafíos comunes en los municipios analizados que limitan su crecimiento, lo que repercute de forma directa el crecimiento económico es la insuficiente infraestructura de servicios para la producción, la casi nula infraestructura de almacenamiento y comercialización.



- **Infraestructura de riego y drenaje:** limitada cobertura de sistemas de riego tecnificado y deficiencias en el manejo de drenajes.
- **Centros de acopio y comercialización:** insuficiencia de centros de acopio adecuados, lo que dificulta la conservación y comercialización eficiente de productos agropecuarios.
- **Servicios logísticos:** insuficientes, se requiere el desarrollo de infraestructuras logísticas.
- **Asistencia técnica y capacitación:** necesidad de fortalecer los servicios de extensión agropecuaria para mejorar las prácticas productivas y la adopción de tecnologías.

1.1.1.8 Conclusión Infraestructura bienes y servicios agropecuarios

La infraestructura agropecuaria en el municipio no solo es esencial para la productividad rural, sino que *garantiza la sostenibilidad y resiliencia del sector agroalimentario*, la implementación de *infraestructura estratégica*, el fortalecimiento de la logística y el aprovechamiento de tecnologías innovadoras permitirán consolidar un modelo eficiente de producción y comercialización agropecuaria, asegurando el abastecimiento de alimentos y el bienestar de los productores.

Un APPA bien estructurado debe contar con infraestructura moderna que permita una gestión eficaz de los productos agrícolas, desde el campo hasta los mercados urbanos y regionales. La integración de centros de acopio, redes de distribución, infraestructura logística y servicios de transformación agropecuaria permite reducir costos, mejorar la calidad de los productos y fortalecer el acceso a mercados estratégicos.

2. Infraestructura: determinante de nivel 4

2.1 Definición

En el marco del ordenamiento territorial y en cumplimiento de lo establecido por la *Ley 2294 de 2023 en su art. 32 que modifica lo establecido en el art. 10 de la Ley 388 de 1997*, las APPA deben incorporar de manera explícita el señalamiento, localización y zonificación de la infraestructura, como una determinante de nivel 4.

Este señalamiento de las infraestructuras básicas relativas a la red vial nacional y regional; fluvial, red férrea, puertos y aeropuertos; infraestructura logística especializada definida por el nivel nacional y regional para resolver intermodalidad, y sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía y gas, e internet, es indispensable para garantizar la funcionalidad territorial de la producción agropecuaria, su resiliencia ante el cambio climático, y la seguridad alimentaria local y nacional.

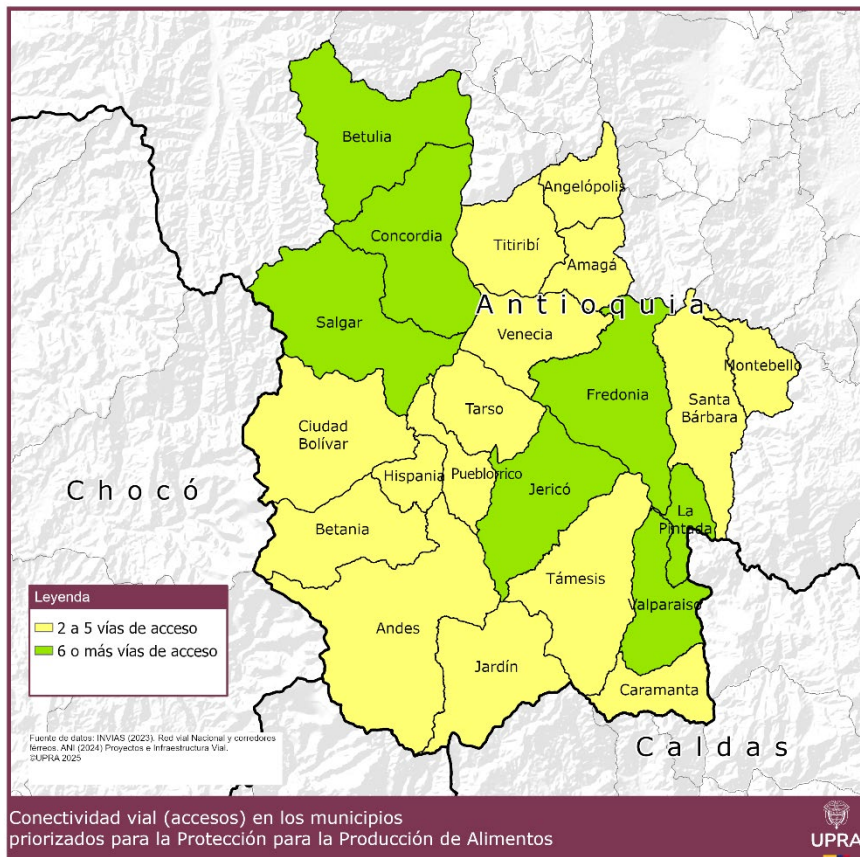
2.1.1 Infraestructura vial y de transporte

La infraestructura vial y de transporte tiene un papel crucial y estratégico en el funcionamiento y sostenibilidad de un APPA, a continuación, se analiza su relevancia desde una perspectiva técnica, normativa y territorial.

2.1.1.1 Conectividad vial

La conectividad evalúa el grado de conexión entre los municipios y con centros de distribución regionales, la conectividad es esencial para garantizar el flujo de productos agrícolas y permite un acceso rápido a servicios y mercados.

Figura 1. Mapa de conectividad vial



Fuente: elaboración propia con información del Inviás y la ANI (2024).

Fredonia es un territorio que cuenta con al menos seis vías de acceso por lo cual tiene mayor flexibilidad para el tránsito de vehículos y mejor capacidad para conectar diferentes puntos de la región. Esto permite una mayor competitividad en la producción de alimentos, ya que las opciones de transporte se diversifican, reduciendo los riesgos logísticos.

2.1.1.2 Tipos de vías

Los tipos de vías determinan las características generales de la vía, es el IGAC quien realiza esta clasificación teniendo en cuenta diferentes variables, las cuales a continuación se detallan (de acuerdo con el Catálogo de objetos geográficos cartografía básica digital):

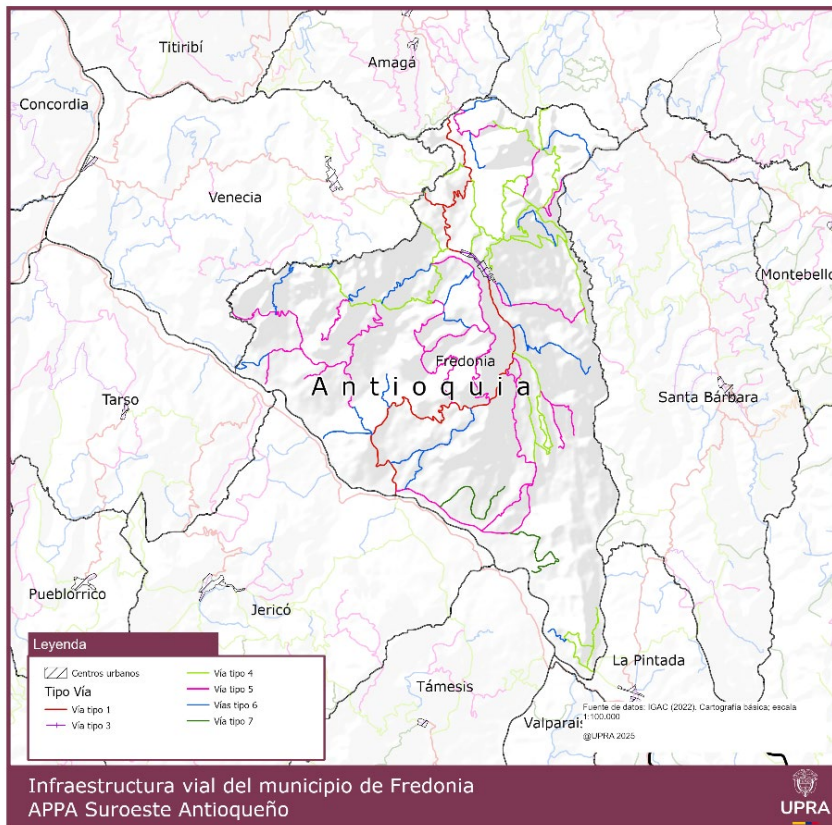
- **Vías tipo uno:** son carreteras nacionales o departamentales, pavimentadas y de doble calzada, que permiten el tránsito de grandes volúmenes de carga y vehículos pesados. Estas vías son cruciales para la distribución a gran escala, ya que conectan los principales centros de producción con mercados nacionales e internacionales.



Territorios cercanos a estas vías se benefician por los menores tiempos de transporte y menores costos logísticos.

- **Vías tipo dos:** son carreteras secundarias que conectan municipios entre sí o con vías de tipo uno. Son importantes para la conectividad regional y el acceso a mercados de mediana escala. Las vías tipo dos suelen estar parcialmente pavimentadas, lo que puede influir en la velocidad de desplazamiento.
- **Vías tipo tres:** son caminos rurales o terciarios que conectan las zonas productivas con las vías de mayor jerarquía. Suelen estar sin pavimentar, lo que puede afectar la eficiencia en el transporte durante épocas lluviosas o eventos climáticos extremos. El estado y accesibilidad de estas vías son fundamentales para el transporte de productos frescos desde las unidades productivas hacia los mercados locales.
- **Vías tipo cuatro:** sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año, pero por su condición puede afectar la eficiencia en el transporte durante épocas lluviosas o eventos climáticos extremos.
- **Vías tipo cinco:** sin pavimentar, transitable principalmente en tiempo seco.
- **Vías tipo seis:** sin afirmado, transitable en tiempo seco.
- **Vías tipo siete camino o sendero:** camino rural para el tráfico de personas y animales.

Figura 2. Mapa de tipos de vías



Fuente: elaboración propia con información del IGAC (2022).

Esta clasificación solo aplica para escalas geográficas, sin embargo, es el Invías la entidad del orden nacional, adscrita al MinTransporte, encargada de ejecutar políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de infraestructura de transporte carretero, férreo, fluvial y marítimo, de acuerdo con los lineamientos dados por el Gobierno nacional (IGAC, 2024).

Tabla 4. Tipos de vías

Tipo de vía	Estado de la superficie	Accesibilidad	Longitud (km)
1	Pavimentada	Transitable todo el año	33,52
3	Pavimentada	Transitable todo el año	1,98
4	Sin Pavimentar	Transitable todo el año	79,55
5	Sin Pavimentar	Transitable en tiempo seco	95,74
6	Sin Afirmando	Transitable en tiempo seco	52,54
7	Sin Valor	Sin Valor	11,79
TOTAL			275,13

Fuente: elaboración propia con información del IGAC (2022).

De la totalidad de tipos de vías (275,1 km) identificadas por el IGAC, 11,8 km son peatonales, 263,3 km son vehiculares de los cuales 115 km son transitables todo el año, lo que corresponde tan solo a un 43,7 % y 148,3 km transitables solo en tiempo seco es decir un 56,3 % de la totalidad de vías vehiculares.

- **Vías transitables todo el año:** solo 115 km (43,7 %) están en condiciones óptimas de transitabilidad durante cualquier temporada. Esto refleja una cobertura limitada de vías adecuadas para el acceso continuo y confiable.
- **Vías transitables en tiempo seco:** la mayor proporción de las vías vehiculares, 148,3 km (56,3 %), depende de condiciones climáticas favorables, lo que representa una limitación importante para la conectividad en épocas de lluvia o invierno.

2.1.1.3 Clasificación de carreteras

El numeral 1.2 denominado “Clasificación de las carreteras”, contenido en el *Manual de diseño geométrico de carreteras* (2008), adoptado como norma técnica para los proyectos de la red vial nacional, mediante la Resolución 0744 del 4 de marzo del 2009, establece la clasificación de las carreteras según su funcionalidad y según el tipo de terreno; el cual especifica tres principales:

- **Vías de primer orden:** son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de este con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas.

Estas vías son cruciales para la distribución a gran escala, ya que conectan los principales centros de producción con mercados nacionales e internacionales. Territorios cercanos a estas vías se benefician por los menores tiempos de transporte y menores costos logísticos.

Para el municipio de Fredonia, se identifican las siguientes vías: la Troncal del Café, comunica el suroeste con el Valle de Aburrá y el departamento del Chocó, en el sitio Camilo C se conecta la vía a Fredonia. La vía Troncal Occidental conocida como la Carretera Panamericana, que conecta el suroccidente del país con el puerto de Buenaventura. La vía Marginal del Cauca; una vía que va desde el municipio de la Pintada hasta Santa Fe de Antioquia, recorre la margen izquierda del río Cauca, es



de importancia para el transporte terrestre de la región del suroeste porque es el eje que articula la Troncal de Occidente (sur del país) con la Troncal Medellín-Turbo, y que permiten conectar el municipio dentro de la región del Suroeste, en el departamento de Antioquia con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el departamento del Chocó y con el resto del país (Alcaldía de Fredonia, 2019).

- **Vías de segundo orden:** son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.

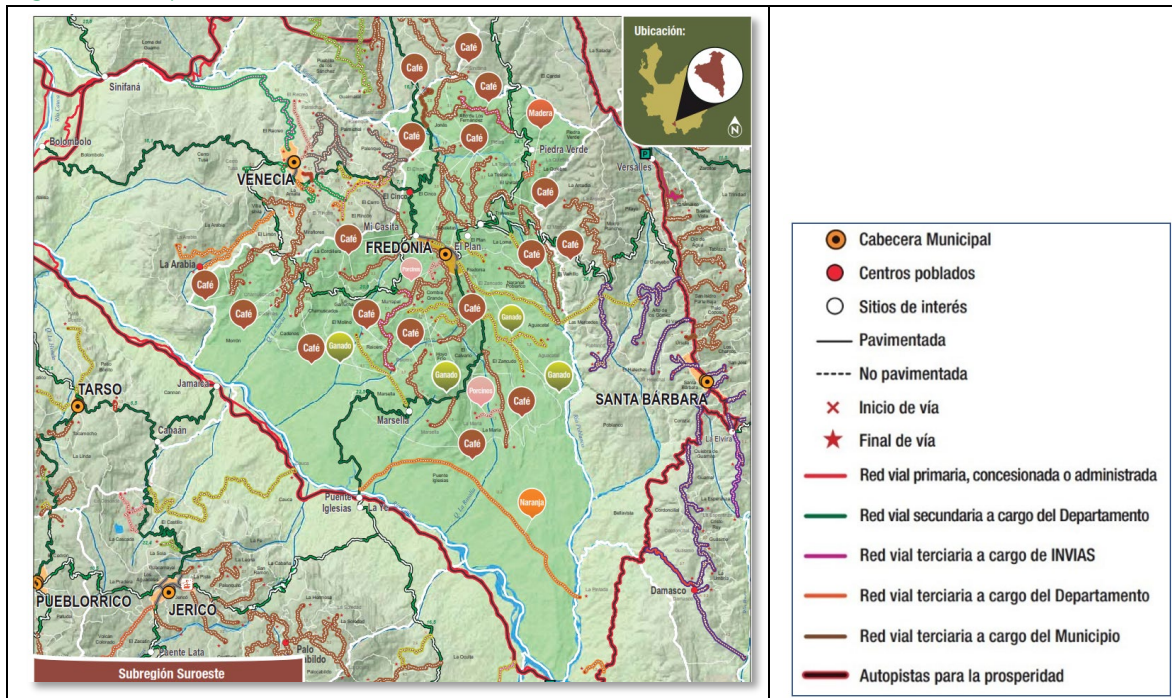
Son importantes para la conectividad regional y el acceso a mercados de mediana escala. Las vías de segundo orden suelen estar parcialmente pavimentadas, lo que puede influir en la velocidad de desplazamiento.

En el municipio se identifican:

- Fredonia-Camilo C en el municipio de Amagá
- Fredonia-Puente Iglesias
- Fredonia-Santa Bárbara
- Fredonia-municipio de Venecia
- Fredonia-municipio de Caldas
- Fredonia-corregimiento de La Mina-Municipio de Venecia

Vías de tercer orden: son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías secundarias, suelen estar sin pavimentar, lo que puede afectar la eficiencia en el transporte durante épocas lluviosas o eventos climáticos extremos. El estado y accesibilidad de estas vías son fundamentales para el transporte de productos frescos desde las unidades productivas hacia los mercados locales, esta clasificación se encuentra de manera gráfica en el plano siguiente (figura 3).

Figura 3. Mapa de infraestructura vial

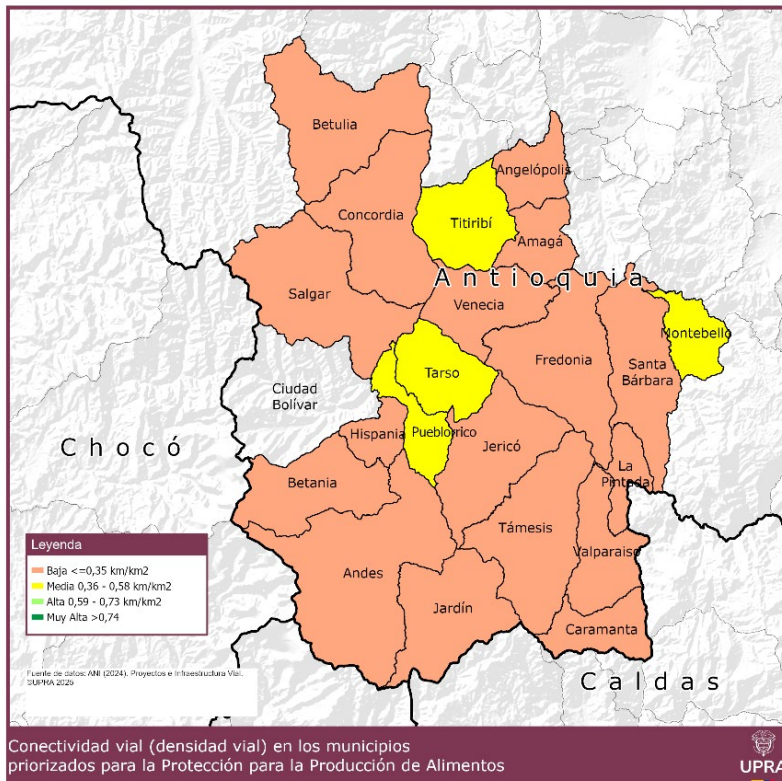


Fuente: elaboración propia con información de la Secretaría de Infraestructura de Antioquia (2025).

2.1.1.4 Densidad vial

La densidad vial mide la cantidad de kilómetros de vías por kilómetro cuadrado, lo que refleja la facilidad con la que un territorio puede ser recorrido, a continuación, se analiza esta característica.

Figura 4. Mapa de densidad vial



Fuente: elaboración propia con información de la ANI (2024).

La baja densidad (menor a 0,35 km/km²) que presentan 18 de los 22 los municipios que componen el APPA (entre ellos, Fredonia), es común en áreas rurales con baja conectividad, se ve asociado a regiones menos desarrolladas y con menor acceso a mercados, lo cual representa gran dificultad en el acceso de insumos necesarios y en la salida de los productos agropecuarios.

Tabla 5. Densidad vial

Densidad vial y accesos, SO Antioqueño				
Municipio	Área municipal (ha)	Número de accesos, según el código del tramo	Longitud conectividad (m)	Densidad vial
Fredonia	25.405	6	69.979,41	0,28

Fuente: elaboración propia con información de la ANI (2024).

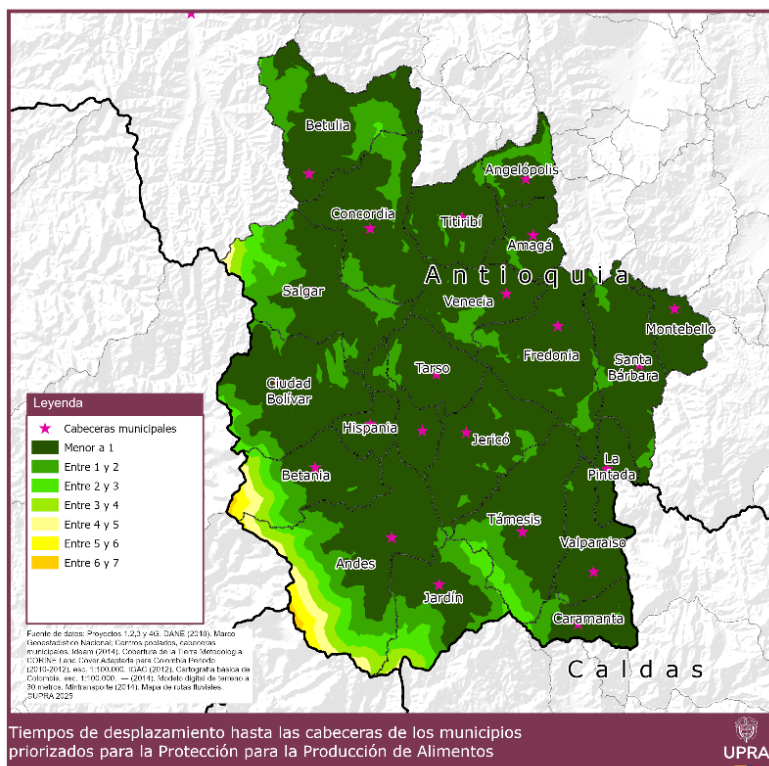
En términos de densidad vial, el suroeste antioqueño es una región montañosa, lo que limita la construcción de nuevas vías y reduce la densidad vial en comparación con áreas más planas.

2.1.1.5 Tiempos de desplazamiento

En el contexto de la implementación de un APPA, los tiempos de desplazamiento entre las zonas de producción y los centros de consumo o distribución tienen implicaciones clave en eficiencia, costos y sostenibilidad, a continuación, se analizan estos factores. El mapa muestra la accesibilidad y conectividad de distintas zonas en relación con un punto de referencia, en este caso, las cabeceras municipales, los colores representan rangos de tiempo, facilitando la identificación de áreas con mejor o peor movilidad.

1. **Cabeceras municipales:** representadas como puntos centrales desde los cuales se miden los tiempos de desplazamiento hacia las zonas circundantes.
2. **Manchas de colores en degradé:** señalan las áreas según el tiempo requerido para llegar a la cabecera municipal, cada color indica un intervalo de tiempo específico (en verde los de mejor movilidad hasta los rojos con peor), permitiendo analizar la eficiencia de la infraestructura vial y la distribución territorial de la producción.

Figura 5. Mapa de tiempos de desplazamiento



Fuente: elaboración propia con información del DANE, el Ideam, el IGAC y MinTransporte (2018).



En el municipio se identificaron tiempos que varían desde menos de una hora, entre 1 y 2 horas, que determinan implicaciones relevantes principalmente en lo relacionado a la logística de transporte y distribución:

Tiempos menores a una hora, las zonas productivas cercanas a cabeceras municipales presentan ventajas competitivas. Entre los principales beneficios están:

- **Menor costo de transporte**, lo que reduce los precios finales de los productos.
- **Conservación óptima de productos perecederos**, asegurando su frescura y calidad.
- **Mayor acceso a mercados y comercialización eficiente**, lo que incentiva el desarrollo económico local.

Entre una y dos horas, aún se consideran tiempos razonables para la distribución de productos agrícolas, pero aparecen algunos desafíos:

- **Incremento en costos de transporte** debido al consumo de combustible y mantenimiento de vehículos.
- **Necesidad de infraestructura adecuada**, como vías pavimentadas y almacenamiento intermedio.
- **Tiempo aceptable para productos refrigerados**, pero con mayores exigencias logísticas.

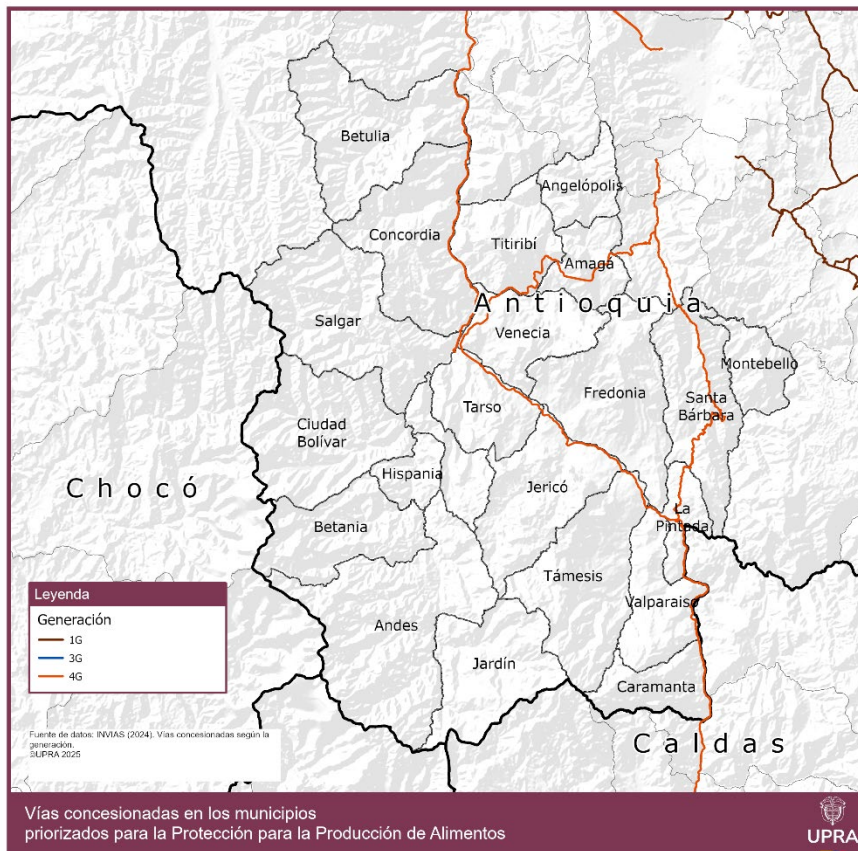
Los tiempos de desplazamiento en este caso son variables, dependiendo de la calidad de las vías y la distancia a centros de distribución o ciudades principales, presenta tiempos de desplazamiento más cortos hacia los mercados, mientras que sectores más alejados y montañosos pueden tener tiempos significativamente más largos, lo que afecta la competitividad y frescura de los productos agrícolas.

2.1.1.6 Concesiones viales

Las concesiones viales en Colombia son un modelo de gestión de infraestructura en el que el Estado delega a empresas privadas la construcción, mantenimiento y operación de carreteras, estas concesiones se establecen mediante contratos de Asociación Público-Privada (APP), permitiendo la inversión privada en proyectos estratégicos de movilidad. Las concesiones viales juegan un papel clave en la movilidad y la Agrologística de los municipios del APPA en el Suroeste Antioqueño, ya que estas concesiones permiten la

construcción, mantenimiento y operación de carreteras estratégicas, facilitando el transporte de productos agrícolas y mejorando la conectividad entre zonas rurales y mercados urbanos, en el municipio *no* se identifican concesiones viales, de acuerdo con la información del Invías.

Figura 6. Mapa de concesiones viales



Fuente: elaboración propia con información del Invías (2024).

Q2.1.1.7 Conclusión sobre la infraestructura vial

La infraestructura vial en Fredonia presenta desafíos en la red vial secundaria y terciaria, especialmente en lugares con menor densidad vial, lo que afecta la eficiencia logística y la competitividad agrícola.

La implementación de las APPA requiere una infraestructura vial adecuada que garantice el acceso a las zonas de producción y facilite la comercialización de alimentos.



2.1.1.8 Lineamientos para la Implementación en el Marco de las APPA

1. **Mejoramiento de Vías secundarias y terciarias:** priorizar la pavimentación y mantenimiento de vías que conectan zonas agrícolas con los principales corredores viales.
2. **Fortalecimiento de la infraestructura logística:** desarrollar centros de acopio y procesamiento cercanos a las zonas de producción para reducir tiempos y costos de transporte.
3. **Inversión en tecnología y equipamiento:** implementar soluciones tecnológicas que optimicen la gestión logística y el monitoreo del estado de las vías.
4. **Articulación interinstitucional:** fomentar la colaboración entre entidades nacionales, departamentales y municipales para coordinar esfuerzos en el desarrollo de infraestructura vial.
5. **Gestión del riesgo climático:** implementar intervenciones que aumenten la resiliencia vial ante lluvias, con énfasis en zonas de inundación recurrente como la Mojana cordobesa.
6. **Integración con planes de ordenamiento y desarrollo rural:**
 - Alinear los proyectos de infraestructura vial con las áreas de producción priorizadas, planes de ordenamiento territorial y estrategias de seguridad alimentaria.
 - Para el APPA las concesiones tienen una incidencia directa en su conectividad regional, siendo muy relevante en planes futuros de expansión logística agroalimentaria.

7. Incorporación de nuevas vías

La incorporación de una nueva vía en un APPA requiere un proceso técnico, normativo y jurídico bien estructurado para garantizar su funcionalidad y sostenibilidad. La planificación adecuada y la gestión eficiente ante entidades gubernamentales permitirán mejorar la movilidad agroalimentaria, reducir costos logísticos y fortalecer la competitividad del sector rural:

- Ministerio de Transporte: supervisión de proyectos viales y cumplimiento normativo.
- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI): evaluación y aprobación de concesiones viales.
- Instituto Nacional de Vías (Invías): ejecución de obras en vías secundarias y terciarias.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA): evaluación de impacto ambiental.
- Gobernaciones y alcaldías municipales: autorización de uso de suelo y planificación territorial.

En la identificación del APPA, se incluye la red vial y de transporte en cumplimiento de la normatividad vigente en materia de Movilidad y Seguridad Vial, considerando lo establecido en el Código Nacional de Tránsito (Ley 769 de 2002), teniendo en cuenta que hace parte de la infraestructura de soporte de la actividad agropecuaria.

Asimismo, es fundamental no perder de contexto la faja de retiro obligatorio¹, definida como el espacio destinado a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones según la demanda de tránsito, servicios de seguridad, auxiliares y desarrollo paisajístico.

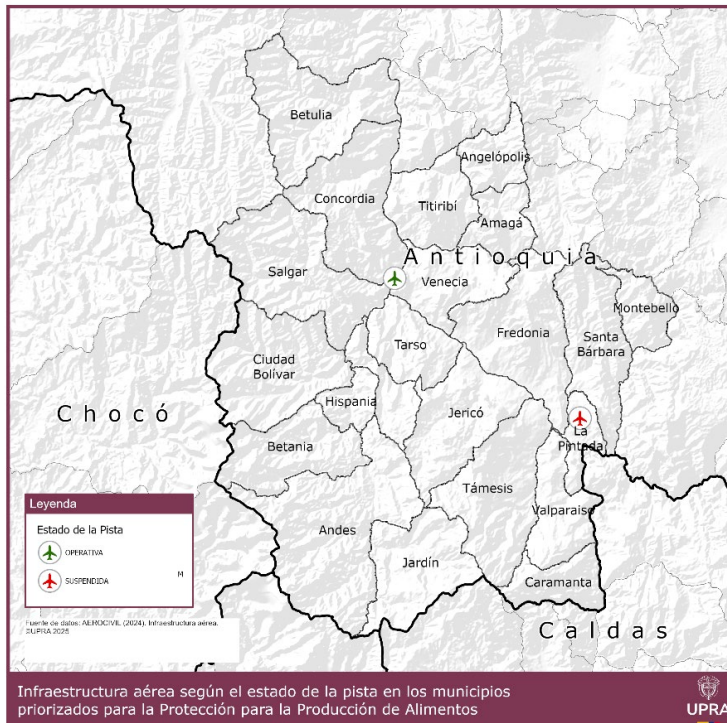
De otra parte, tener presente el Decreto 2770 1953, el cual dicta normas sobre uniformidad de la anchura de las obras públicas nacionales y sobre seguridad de las mismas (Decreto 2770, 1953).

¹ El ancho de esta faja está regulado por el Artículo 2.º de la Ley 1228 de 2008, que establece las dimensiones mínimas de retiro obligatorio para las carreteras del sistema vial nacional: Carreteras de Primer Orden: 60 metros; Carreteras de Segundo Orden: 45 metros y Carreteras de Tercer Orden: 30 metros

2.1.2 Infraestructura aeroportuaria

Una vez revisada la información remitida por la Aerocivil, en el municipio de Fredonia no se identifica infraestructura aeroportuaria (Aeropuertos, aeródromos).

Figura 7. Mapa de infraestructura aeroportuaria

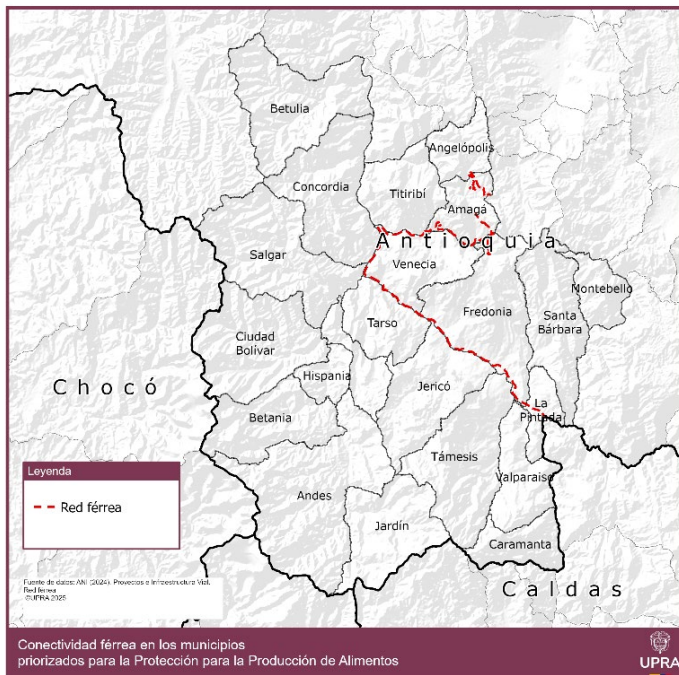


Fuente: elaboración propia con información Aerocivil (2024).

2.1.3 Infraestructura férrea

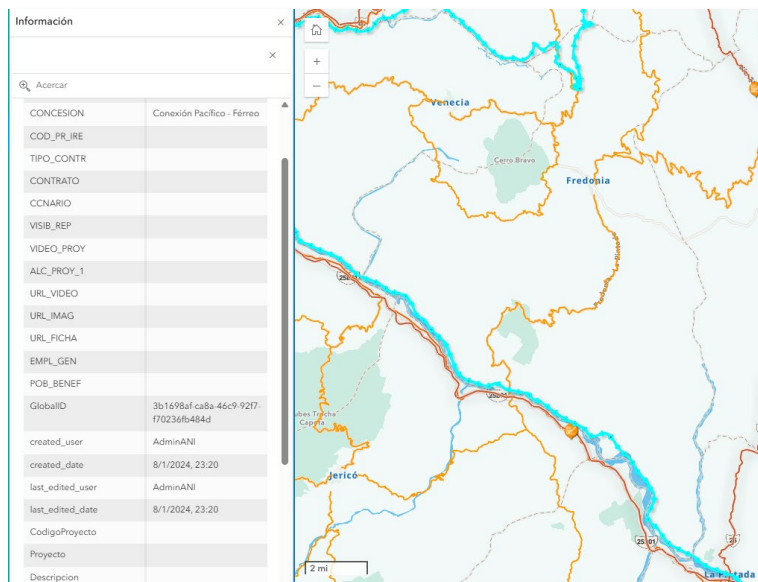
En el suroeste antioqueño, el sistema ferroviario históricamente formó parte del Ferrocarril de Antioquia, que desempeñó un papel clave en la economía de la región, transportando productos como café y banano. Aunque las vías férreas se encuentran en desuso. Una vez revisada la información de la ANI, en el municipio de Fredonia se identifica el trazado correspondiente a la Concesión Conexión Pacífico, que tiene dos puntos de contacto con el municipio, uno por la parte norte y otro por el río Cauca. A continuación, se identifica la información relacionada por la ANI (2024).

Figura 8. Mapa de infraestructura férrea



Fuente: elaboración propia con información de la ANI (2024).

Figura 9. Mapa de concesiones férreas



Fuente: elaboración propia con información de la ANI (2024).

Tabla 6. Conectividad férrea

Conectividad férrea, so antioqueño							
Inicio	Final	Pk_ini	Pk_fin	Longitud	Estado	Admón.	Longitud (metros)
La Felisa	Medellín (Caribe)	459	520	61	Inactivo	Invías	28.840,11
La Felisa	Medellín (Caribe)	459	520	61	Inactivo	Invías	1.223,99
La Felisa	Medellín (Caribe)	459	520	61	Inactivo	Invías	32.425,18
La Felisa	Medellín (Caribe)	459	520	61	Inactivo	Invías	3.515,81
La Felisa	Medellín (Caribe)	459	520	61	Inactivo	Invías	481,86
La Felisa	Medellín (Caribe)	459	520	61	Inactivo	Invías	28.446,71

Fuente: elaboración propia con información de la ANI (2024).

La existencia de una red férrea puede atraer inversiones en infraestructura de almacenamiento y procesamiento en las cercanías, lo que contribuiría a agregar valor a los productos agropecuarios y a diversificar la economía local.

Otro aspecto positivo sería la reducción de la presión sobre el transporte terrestre, la integración del transporte ferroviario puede reducir la dependencia del transporte terrestre (carreteras), lo que no solo disminuye los costos de mantenimiento vial, sino que también contribuye a la reducción de la huella de carbono asociada al transporte.

Así mismo, el aprovechamiento de esta infraestructura puede incentivar la instalación de agroindustrias en el municipio, permitiendo procesar los productos en origen y aumentar su valor agregado antes de ser enviados a otros mercados. Esto también puede generar empleo local y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Lo anteriormente mencionado va en línea con uno de los objetivos del gobierno nacional en materia de infraestructura que es impulsar la conectividad, la competitividad y la intermodalidad en el país. “Se requiere aumentar la productividad y competitividad del país mediante el fomento de proyectos ferroviarios que promuevan la multimodalidad en el transporte de mercancías, conecten los océanos Pacífico, Atlántico y el centro del país, impulsar la reindustrialización, disminuyan costos logísticos y fomenten la disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero”, dirección de Infraestructura y Energía Sostenible del DNP (DNP, 2023).

2.1.3.1 Normatividad relevante

A continuación, se identifican las principales normas vigentes en materia ferroviaria y su relevancia en APPA.



Ley 76 de 1920

Título: Sobre policía de ferrocarriles

Principales disposiciones:

- Declara **de utilidad pública** la construcción y explotación de ferrocarriles.
- Otorga al Estado la **facultad de reservar fajas de terreno** a ambos lados de las líneas férreas para su mantenimiento, expansión o protección.
- Permite la **expropiación** de terrenos para el desarrollo ferroviario.
- Define que los ferrocarriles son **infraestructura prioritaria** para la conectividad nacional y el transporte de carga y pasajeros.

Articulación con el APPA:

- Las fajas de terreno alrededor de la vía férrea se convierten en **zonas de restricción** para usos del suelo agropecuario, excepto si se compatibiliza su uso mediante estudios técnicos.
- Para declarar un APPA en áreas cercanas a líneas férreas, se debe **respetar la franja de servidumbre**, pero también puede considerarse como una **ventaja logística**, al mejorar el transporte de alimentos.

Decreto 2770 de 1953

Título: Por el cual se reglamenta el uso de terrenos adyacentes a líneas férreas.

Principales disposiciones:

- Establece una **faja de protección o servidumbre** de 30 metros a cada lado del eje de la vía férrea, salvo que se determine otra distancia según el terreno o la normativa técnica posterior.
- Regula el **uso del suelo en esas franjas**, prohibiendo la construcción de edificaciones que impidan la operación ferroviaria.
- Determina que cualquier intervención o utilización del suelo en esas fajas requiere **permiso previo** de la autoridad ferroviaria (antes Ferrocarriles Nacionales, hoy ANI o la entidad que ejerza esa competencia).



Articulación con el APPA:

- Las restricciones de uso en las fajas de servidumbre deben considerarse determinantes al momento de identificar áreas para la protección de la producción alimentaria.
- Sin embargo, los APPA pueden incorporar corredores férreos como infraestructura logística clave, facilitando el transporte de insumos y cosechas.

Es fundamental que las actividades agropecuarias propuestas en un APPA *no interfieran con la operación férrea* ni con sus planes de expansión.

Ley 1801 de 2016

Título: Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana

Disposiciones relevantes en materia ferroviaria:

- **Artículo 103:** Regula el comportamiento en infraestructura de transporte, incluyendo estaciones férreas.
- **Artículo 135:** Determina que es prohibido invadir infraestructura de transporte, incluidas **líneas férreas, fajas de terreno y estaciones**.
- **Artículo 140:** Define sanciones para quienes obstaculicen, deterioren o usurpen bienes destinados al servicio público de transporte.

Articulación con el APPA:

- Las actividades dentro de un APPA **deben respetar la normativa de convivencia y seguridad**, especialmente en torno a infraestructura de transporte.
- Los APPA no deben implicar **invasión o uso indebido** de corredores férreos, y deben incluir en sus lineamientos de manejo el **control de ocupación informal o ilegal** sobre estas infraestructuras.
- Se fortalece el argumento de que el uso del suelo en zonas con infraestructura ferroviaria debe ser **ordenado y compatible** con la prestación del servicio público.



2.1.3.2 Conclusiones sobre la infraestructura ferroviaria

- Las disposiciones de estas normas configuran al sistema férreo como un **activo estratégico y de interés público**, con **fajas de restricción** y criterios de uso del suelo muy claros.
- Las restricciones definidas en la Ley 76 de 1920, el Decreto 2770 de 1953 y la Ley 1801 de 2016 son **determinantes de ordenamiento territorial** y deben integrarse al análisis normativo previo a declarar un APPA.

2.1.3.3 Lineamientos de implementación en APPA

1. **Identificación precisa de la infraestructura férrea existente y proyectada**, incluyendo fajas de servidumbre.
2. **Respeto a las restricciones legales de uso de suelo** alrededor de las líneas férreas.
3. **Aprovechamiento de la infraestructura férrea como ventaja logística**, diseñando nodos de acopio o transformación cercanos a las estaciones o desvíos ferroviarios.
4. **Evitar la localización de cultivos permanentes o infraestructura productiva** en las zonas de servidumbre ferroviaria, a menos que haya normativas actualizadas que lo permitan.
5. **Coordinación interinstitucional** con el MinTransporte y la ANI para validar proyectos dentro o cerca de la franja férrea.
6. **Integración de planes férreos nacionales o regionales** en la estructuración del APPA, previendo zonas logísticas de carga que potencien la movilidad de alimentos.

2.1.4 Infraestructura de acueducto y alcantarillado

Los embalses, sistemas de captación de agua, Las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) y las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) son elementos esenciales para garantizar el suministro de agua limpia y el tratamiento adecuado de aguas residuales en áreas de producción, su ubicación y capacidad tienen un impacto directo en la sostenibilidad de la producción agrícola, a continuación, se identifican elementos relevantes de estos sistemas en el territorio APPA.

A continuación, se realiza una identificación de los elementos presentes en suelo rural.

2.1.4.1 Captaciones de agua

Fredonia es bañado en toda su extensión por innumerables afloramientos y fuentes de agua que provienen básicamente de las altas montañas del Cerro Bravo y Cerro Combia entre otras zonas orográficas. A continuación, se describen las principales fuentes de agua que contribuyen a la oferta del recurso hídrico municipal (Alcaldía de Fredonia, 2019).

Tabla 7. Fuentes de agua

Subcuenca	Afluentes	Longitud
Combia	Quebrada El Molino	3.480 metros
	Quebrada La Garrucha	3.260 metros
	Quebrada La Granda	3.300 metros
	Quebrada El Cerro y su afluente quebrada Grano de Oro	1.580 metros
	Quebrada El Colegio	900 metros
	Quebrada El Laurel	4.100 metros
	Quebrada la Aguada	1.480 metros
La Ardita	Quebrada La Rosala	8.740 metros
La Torre	Quebrada Los Ruiz	4.700 metros
La Tuntuna	Quebrada El Gallinazo	4.100 metros
	Quebrada Emilio Ruda	2 kilómetros
La Sarnosa		6.760 metros
La Sucia	Quebrada San Cristóbal	1.240 metros
	Quebrada San Patricio	780 metros
Piedra Verde	Quebrada El Salado	9.300 metros
Sabaletas	Quebrada La García	1740 metros
	Quebrada Guarcitos	3.140 metros
La Arabia	Quebrada Santana	5.160 metros
	Quebrada Morrona	4.500 metros
Sinifaná	Quebrada La Playa	7.940 metros
	San Agustín	
	Quebrada Tigre	3.560 metros
	La Muñeca	
	Doradas	
	Los Chorros	
	La Sucia	
	Lutero	
	La María	
Poblanco	Naranjala	5.400 metros
	Quebrada La Ceja	3.360 metros

	Cañada	2.480 metros
	Quebrada La Loma	4.360 metros
	Quebrada La Pila	2.340 metros
	Quebrada Cementerio	3.100 metros
	Quebrada El Mango	2.900 metros
	Quebrada las Frías	5.780 metros

Fuente: elaboración propia con información del EOT (2019).

2.1.4.2 Acueductos veredales

En general el suministro de agua para la población rural está supeditado a precarios sistemas donde básicamente se cuenta con un sistema de captación que en su mayoría presenta buenas condiciones, pero las cuencas abastecedoras carecen de una buena cobertura vegetal, por la tala de bosques que se ha vuelto cotidiana en el área rural.

También cuentan con un tanque de almacenamiento y redes de distribución, pero a excepción del acueducto Multiveredal Rodrigo Arenas Betancur, que dispone de todos sus componentes y opera con calidad y cobertura, la mayoría no dispone de macromedidor ni de micromedidores para medir el caudal y hacer el control respectivo, ni poseen sistemas de tratamiento, EOT (2019).

A continuación, se hace una descripción de los acueductos veredales identificados:

Tabla 8. Acueductos veredales

N°	Vereda	Fuente	Caudal otorgado (lis)	Bocatoma	Desarenador	Tanque de almacenamiento	Planta de potabilización	Redes de distribución
1	Aguacatal	San Mateo Villa Silvia nacimiento de una finca vereda Tacamocho	0,943 + 0,13	Bien	Buen estado, pero falta ampliación	Buen estado	no	buen estado
2	Alto de Los Fernández	La Pizarra	0,33	Bocatoma en regular estado, no tiene título de dominio sobre la zona de nacimientos	buen estado, pero falta ampliación	Deficiente estado	no	bien
3	Buenos Aires	Agua Negra	0,96	buen estado, falta reforestación y compra de predios	Buen estado	Buen estado	no	
4	Berlín La Garrucha	La Garrucha, El Cerro	1,65	buen estado, falta reforestación y compra de predios	Buen estado	Buen estado	sí, es nueva pero no funciona	buen estado
5	La Cordillera	San Cristóbal	0,662	Son propietarios de la zona de nacimientos	Buen estado	Buen estado	Buen estado de funcionamiento	Buen estado
6	Cadenas	Cristóbal, no poseen la zona de nacimientos y necesita reforestación	5,05	Pésimo estado (toda la estructura es obsoleta)	Pésimo estado	Pésimo estado	No	deficientes

7	El Calvario	La Ardita, fuente agotada	0,77	No hay. Toman el agua por mangueras	Deficiente estado	Deficiente estado	en buen estado, la planta aparentemente opera bien, pero en el análisis de calidad de agua sale con coliformes totales	si
8	Chamuscados	dos acueductos verdales en fuentes deforestadas	0,19	Regular estado, pero falta ampliación	Regular estado	Regular estado, poca capacidad	no	si, en buen estado
9	Combia Chiquita	En el Alto del Cruz. Es propia de la comunidad, falta reforestación	0,473	En buen estado, pero falta ampliación	buen estado, pero falta ampliación	Buen estado, falta ampliación	óptimas condiciones de funcionamiento	Si
10	Combia Grande parte Alta	En el Alto del Cruz. Es propia de la comunidad, falta reforestación	0,75	Deficiente	Deficiente	Deficiente	No hay planta. No apta para el consumo humano	si
11	Combia Grande parte Baja	Agua por manguera	0,5	No	NO	No	No hay planta. No apta para el consumo humano	si
12	Murrapal	Nacimiento sin cobertura vegetal	1,44	Buen estado	Buen estado	Deficiente en capacidad	No hay	si
13	Hoyo Frio	La Aguada y la Jaula en San Cayetano	4,77	Requiere Compra De Tierras Y Reforestación	Mejorar bocatomas	Si hay, pero deficiente cobertura	Existen 2 plantas y funcionan bien	Se requiere extensión de redes
14	El Cinco	El Hospital y el Cerro y La Pérez	4	No hay. propiedad en zona de nacimientos	Se requiere una segunda bocatoma	Deficiente almacenamiento	la planta opera, no se le realiza tratamiento y los resultados de análisis de calidad del agua con coliformes totales	algunas en mal estado
15	El Molino	La Jaula	2,64	Buen estado, falta reforestación	Regular estado	Regular estado, poca capacidad	Existe, pero no opera adecuadamente	si
16	La Quiebra	La Culebra	1,6	Existen líos jurídicos por la compra de zona de nacimientos	Buen estado	buen estado	Está en recuperación por inestabilidad	si
17	Marsella		1,12	Se requiere compra de tierras	buen estado	buen estado	No hay	deficientes
18	La Mina	La Argelia	3,15	Se requiere compra de tierras	buen estado	buen estado	No hay	si
19	Morrón Parte Alta	La Peligrosa y la Corrosca	0,78	Se derrumbó, recogen el agua en tanques	Se derrumbó, no hay desarenador	2 tanques (IO M3)	no	En mal estado, comprar zona de nacimientos y reforestar
20	Morrón Parte Baja	Corrosca		Buen estado	Buen estado	Buen estado	no	Mal estado
21	Naranjal Poblano	San Mateo Villa Silvia Nacimiento de una finca vereda Tacamocho	2,772	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Tiene dos plantas de potabilización: uno trata 0.90 l/s de la fuente San Mateo; el otro trata 0.71 l/s de la fuente Sierra	si
22	El Uvital	Las Frías	10	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Opera adecuadamente	si
23	Rodrigo Arenas Betancur (Travesías, Toscana, El Plan, La Loma, El Carretero)	La Chaparral	8,621	Buen estado	Buen estado	Buen estado	óptimas condiciones de funcionamiento	si
24	Piedra Verde	Los Chorros	4,77	Buen Estado	Buen Estado	Buen Estado	No	si
25	Jonás	El salado	0,27	Deficiente	Deficiente	Deficiente	NO	si
26	Palomos	La Cidra y La García, sin título sobre la zona de nacimientos	4,23	deficiente	deficiente	deficiente almacenamiento	no	en pésimo estado
27	Puente Iglesias	Los Gallinazos	2.78	Buen estado	Buen estado	Buen estado	no	buen estado
28	El Zancudo	La Ardita, sin título de propiedad en		Buen estado	Buen estado	Buen estado	Si hay en buenas condiciones	buen estado

		zona de nacimientos						
29	La María	La Victoria		Buen estado	Buen estado	Buen estado	No hay	
30	El Zancudo	Sinaí y El Bosque		BIEN	bien	bien	no existe	
31	Sabaletas	Galerías de drenaje del Cerro Combia, pero no hay agua con continuidad	0,05	Buen estado	Buen estado	Buen estado	si	si

Fuente: elaboración propia con información del EOT (2019).

2.1.4.3 Indicador de cobertura del servicio de acueducto

Nombre del indicador: *Variación de porcentaje de hogares con acceso a servicios públicos*. De acuerdo con la información de la Gerencia de Servicios Públicos de Antioquia, para el municipio de Fredonia, la cobertura del Servicio de Acueducto Rural es de 72,28 %, lo cual representa una cobertura media (2025).

2.1.4.4 Sistemas de alcantarillado y tratamiento de agua residual

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales identificadas se encuentran ubicadas según las siguientes coordenadas.

Tabla 9. Localización STAR

Sistemas de tratamientos de aguas residuales georreferenciados						
Mpio.	Empresa	Longitud	Latitud	Altitud	Fecha de construcción	Fecha de inicio de operaciones
Fredonia	Operadores de servicios S.A. E.S.P.	-75°39'56,58"	5°55'16,98"	1666	01-05-2010	01-05-2010

Fuente: elaboración propia con información Superservicios (2024).

2.1.4.5 Indicador de cobertura del servicio de alcantarillado

Nombre del indicador: *Variación de porcentaje de hogares con acceso a servicios públicos*. De acuerdo con la información de la Gerencia de Servicios Públicos de Antioquia, para el municipio de Fredonia, la cobertura del Servicio de Alcantarillado Rural es de 27,74 %, lo cual representa una cobertura baja (2025).

2.1.4.6 Conclusiones sobre la infraestructura de acueducto y alcantarillado

En relación con la identificación de las APPA, las redes de acueducto como los puntos de captación pueden hacer parte de estas áreas debido a que la prestación de este servicio es soporte a la actividad agropecuaria y contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de la población campesina.



En relación con las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP), las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y las lagunas de oxidación, se considera que, debido al uso del suelo correspondiente a este tipo de infraestructura, no pueden ser incluidas en las APPA.

Se recomienda validar el uso de las aguas residuales tratadas (como estrategia el uso eficiente del agua), en uso agrícola siempre y cuando se dé cumplimiento con lo establecido en la Resolución 1256 de 23 de noviembre de 2021, o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. Lo anterior sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones establecidas en materia sanitaria y demás normatividad que regula la actividad (MinAmbiente, 2021).

2.1.5 Aseo y disposición de residuos sólidos

La ubicación de *rellenos sanitarios* y *zonas de disposición de residuos sólidos* dentro de un APPA es un tema delicado, si bien la gestión de residuos es esencial para garantizar la sostenibilidad ambiental, su proximidad a áreas productivas puede generar riesgos para la producción agroalimentaria.

A continuación, se presentan las ventajas, desventajas y oportunidades asociadas a este tipo de infraestructura en un APPA.

Ventajas de contar con rellenos sanitarios en un APPA

1. Gestión adecuada de residuos

- Se garantiza el tratamiento adecuado de los desechos, evitando acumulaciones incontroladas que puedan afectar el entorno agrícola.
- La aplicación de tecnologías modernas permite reducir el impacto ambiental de la disposición de residuos.

2. Optimización de la logística de residuos

- Un relleno sanitario cercano a las áreas productivas facilita el manejo eficiente de desechos agroindustriales.
- Reduce costos de transporte de residuos sólidos, mejorando la sostenibilidad del sistema.

3. Potencial para aprovechamiento de residuos

- Se pueden implementar programas de *economía circular* que conviertan residuos en abonos orgánicos o biogás.
- Generación de empleo en actividades relacionadas con el tratamiento y valorización de residuos.

Desventajas de un relleno sanitario en un APPA

1. Riesgo de contaminación ambiental

- La cercanía de los residuos a zonas productivas puede generar contaminación del suelo y del agua.
- Si no se gestionan adecuadamente, los lixiviados pueden afectar cultivos y cuerpos de agua cercanos.

2. Impacto en la calidad de los productos agrícolas

- Presencia de residuos mal manejados puede afectar la percepción de calidad de los alimentos.
- Posibles riesgos para la seguridad alimentaria si hay exposición a contaminantes.

3. Conflictos con la planificación territorial

- La instalación de rellenos sanitarios cerca de áreas productivas puede generar rechazo por parte de la comunidad y los productores.
- Puede afectar la dinámica de desarrollo agropecuario.

2.1.5.1 Relleno sanitario

En Fredonia no se identifica relleno sanitario; los residuos sólidos son llevados hasta una estación de transferencia en Medellín, EOT (2019).



2.1.5.2 Indicador de cobertura del servicio de aseo

Nombre del indicador: *Variación de porcentaje de hogares con acceso a servicios públicos.*

De acuerdo con la información de la Gerencia de Servicios Públicos de Antioquia, para el municipio de Fredonia, la cobertura del Servicio de Aseo Rural es de 30,83 %, lo cual representa una cobertura muy baja (2025).

2.1.5.3 Conclusión infraestructura de aseo y disposición de residuos

Si bien la gestión de residuos es un componente necesario para la sostenibilidad de un APPA, su ubicación debe ser *planificada estratégicamente* para minimizar impactos negativos en la producción agroalimentaria, la implementación de tecnologías modernas y el desarrollo de *economía circular* pueden convertir los residuos en recursos aprovechables, alineando el desarrollo de infraestructura con los objetivos de seguridad alimentaria y sostenibilidad.

Se considera que, debido al uso del suelo correspondiente a este tipo de infraestructura y las posibles ampliaciones que tenga, no pueden ser incluidas en las APPA.

2.1.6 Infraestructura eléctrica

El presente capítulo aborda la identificación y análisis de la infraestructura eléctrica presente en el municipio, dicha infraestructura hace referencia a las redes de transmisión y distribución de energía que suministran electricidad a hogares, empresas e industrias. Está compuesta por centrales eléctricas, subestaciones, transformadores, líneas de transmisión y líneas de distribución que trabajan en conjunto para suministrar energía eléctrica. Esta identificación se desarrolló a partir de la información reportada por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME).

2.1.6.1 Importancia de la infraestructura eléctrica en el APPA

1. Soporte a la cadena agroalimentaria

La infraestructura eléctrica es esencial entre otras cosas para:

- **Riego tecnificado:** bombeo de agua en cultivos y sistemas de fertirrigación.
- **Conservación y almacenamiento:** refrigeración de productos perecederos, cámaras de frío.



- **Transformación agropecuaria:** plantas de secado, procesamiento de alimentos, molienda, empaques.
- **Logística y movilidad:** operación de sistemas de carga, pesaje y automatización de transporte.
- **Telecomunicaciones y trazabilidad:** sensores de monitoreo, internet rural y trazabilidad de productos.

2. Sostenibilidad y eficiencia

Una red eléctrica confiable reduce el uso de combustibles fósiles en maquinaria, riego y transporte, lo que disminuye costos operativos y huella de carbono.

3. Inclusión de energías alternativas

Parques solares y otras fuentes renovables pueden integrarse a la red local, diversificando la matriz energética rural y promoviendo sistemas agroenergéticos compatibles con la vocación productiva del suelo.

2.1.6.2 Componentes de la infraestructura

Líneas de transmisión: son las encargadas de transportar la energía por las montañas, llanuras y valles de Colombia; continuamente, movilizan energía eléctrica entre los 500 kV o 230 kV, pero, en los centros de consumo el voltaje, no superan los 110 kV dado que las subestaciones transforman las grandes cantidades de energía bajo un estándar seguro y confiable.

Subestaciones: las subestaciones son importantes para mantener el equilibrio en el Sistema de Transmisión Nacional y lograr transformar de manera segura y confiable los altos niveles de tensión que se perciben desde las centrales de generación como hidroeléctricas, termoeléctricas, plantaciones solares y parques eólicos, entre otros.

Las subestaciones desempeñan un papel crucial en la infraestructura eléctrica, actuando como puntos de control que regulan el flujo de electricidad y garantizan su transmisión y distribución eficientes. Están equipadas con transformadores, interruptores automáticos y otros equipos que dirigen y controlan el flujo eléctrico.

Las subestaciones son esenciales para la integración de las fuentes de energía renovables, ya que permiten la conexión de parques solares y eólicos al sistema eléctrico. Además, proporcionan datos vitales a los operadores de la red, permitiéndoles supervisar y gestionar eficazmente el sistema eléctrico (SERVICES, 2025).

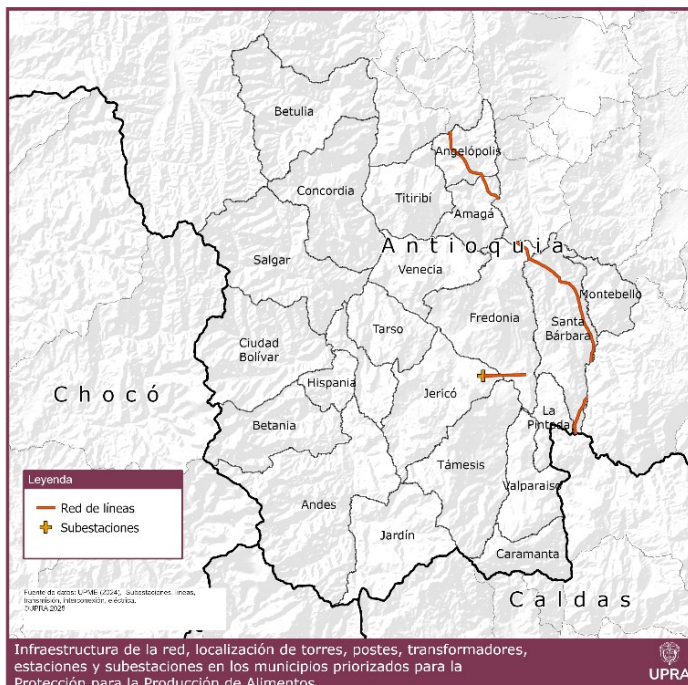
El diseño de las subestaciones prevé distancias de seguridad necesarias para evitar daños y riesgos a las personas y animales que viven cerca de ellas.

- Etapa previa: ubicación de la subestación en un radio, determinado por la UPME, Aprobación de la licencia ambiental o plan de manejo ambiental (PMA) por parte de la autoridad, estudio de suelos, levantamiento topográfico, ingeniería de detalle
- Proceso constructivo: obra civil, adecuación del terreno, replanteo, construcción de fundaciones en concreto, montaje electromecánico, (Bogotá, 2022).

2.1.6.3 Infraestructura eléctrica existente

De acuerdo con la información suministrada por la UPME, para la distribución del servicio de electricidad en el municipio de Fredonia, se identifica red de línea de alta tensión que conecta por la parte sur del municipio.

Figura 10. Mapa de distribución de red eléctrica



Fuente: elaboración propia con información de la UPME (2024).

Tabla 10. Identificación líneas de red

LÍNEAS DE RED			
NAME	FOLDERPATH	MUNICIPIO	LONGITUD (M)
UPME 03-2021	Proyectos Convocatorias/Proyectos Transmisión en Ejecución	Fredonia	7.606,70
UPME 04-2014	Proyectos Convocatorias/Proyectos Transmisión en Ejecución	Fredonia	7.620,85

Fuente: elaboración propia con información de la UPME (2024).

2.1.6.4 Indicador de cobertura del servicio de energía

Nombre del indicador: *Variación de porcentaje de hogares con acceso a servicios públicos*. De acuerdo con la información de la Gerencia de Servicios Públicos de Antioquia, para el municipio de Fredonia, la cobertura del Servicio de Energía Rural es de 99,00 %, lo cual representa una cobertura alta (2025).

2.1.6.5 Problemáticas y posibles conflictos en suelo APPA

1. Cobertura insuficiente y baja calidad del servicio

- **Áreas rurales y productivas alejadas** no siempre cuentan con redes de media o alta tensión.
- Caídas de tensión que afecten sistemas de riego, maquinaria o almacenamiento.

Ejemplo: comunidades rurales dependen de plantas diésel o tienen interrupciones constantes que afectan la poscosecha y la comercialización.

2. Incompatibilidad de líneas eléctricas con la vocación del suelo

- Trazados de líneas de alta tensión pueden ocupar o fragmentar suelos agrícolas de alto valor.
- Zonas de servidumbre limitan el uso productivo y generan pérdida de superficie cultivable.

3. Falta de articulación en la planificación

- Pocas veces se consideran los sistemas agropecuarios en la planificación energética.



- Desarticulación entre los POT municipales, los planes de electrificación rural y la UPRA.

4. Conflictos por proyectos energéticos en suelos protegidos

Parques solares, subestaciones o trazados en zonas rurales pueden entrar en conflicto con figuras como las APPA si no se gestiona adecuadamente.

2.1.6.6 Lineamientos

1. Planificación integrada del suelo y servicio y abastecimiento de energía

- Incluir la infraestructura eléctrica como determinante de ordenamiento territorial (Nivel 4) en los POT (Ley 2294 de 2023, art. 32).
- Coordinación entre la UPRA, MinEnergía y municipios para armonizar su localización con la producción de alimentos.

2. Uso multifuncional del suelo (zonificación agroenergética)

- Implementar **zonas agroenergéticas dentro de las APPA**, donde se permita infraestructura energética que no afecte el rendimiento agropecuario.
- Promover modelos **agrovoltaicos** o mixtos (solar + cultivo o pastoreo).

3. Mejorar la cobertura eléctrica rural

- Implementar proyectos de electrificación rural con enfoque en zonas de producción alimentaria.
- Incentivar proyectos de autogeneración o comunidades energéticas rurales.

4. Sistemas de gestión intersectorial

- Crear **mesas técnicas intersectoriales** entre energía, agricultura y ordenamiento para evaluar proyectos específicos.
- Requerir **Estudios de Localización Obligatoria (SLO)** para proyectos energéticos en zonas APPA.

2.1.6.7 Normativa

De acuerdo con la obligación que tiene el Ministerio de Minas y Energía de establecer los requisitos de seguridad para las instalaciones eléctricas y acogiendo el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en relación con el territorio APPA, se recomienda tener especial consideración lo contemplado en el *Libro 3. Instalaciones objeto del RETIE* principalmente en lo relacionado a distancias de seguridad para zonas rurales, así como de siembra,

Título 10. DISTANCIAS DE SEGURIDAD: Para efectos del presente Reglamento y teniendo en cuenta que frente al riesgo eléctrico la técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante; en este apartado se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas o redes eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificaciones, piso del terreno destinado a sembrados, pastos o bosques, etc.), con el objeto de evitar contactos accidentales [...].

De igual manera se recomienda tener en consideración lo relacionado a

Título 20. REQUISITOS GENERALES DE REDES DE DISTRIBUCIÓN, art. 3.20.4. Estructuras de Soporte: Las redes de distribución aéreas se deben soportar en estructuras tales como: torres, torrecillas, postes de concreto en cualquiera de sus técnicas de construcción (armado o pretensado), postes metálicos, de madera, de fibras poliméricas o de otros materiales; siempre que estén certificados y cumplan los siguientes requisitos [...] (MinEnergía, 2024)

La Resolución 40117 del 2 de abril de 2024, emitida por el Ministerio de Minas y Energía, modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), estableciendo nuevas disposiciones sobre servidumbres en infraestructura eléctrica.

Las servidumbres en infraestructura eléctrica son esenciales para garantizar la seguridad y operatividad de las redes de transmisión y distribución. La resolución establece criterios clave para la gestión de servidumbres eléctricas, los cuales pueden armonizarse con el APPA mediante una planificación territorial adecuada y el uso sostenible de la infraestructura energética, Esto permitirá fortalecer la producción agropecuaria sin comprometer la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico.

1. Distancias mínimas de seguridad en zonas agrícolas y pecuarias

Según el RETIE y otras regulaciones técnicas, las distancias mínimas de seguridad dependen del *nivel de tensión* de las líneas eléctricas:

Distancias horizontales y verticales

Baja tensión (≤ 1 kV):

- **Distancia mínima horizontal** a edificaciones agrícolas: **1,5 metros**.
- **Distancia mínima vertical** sobre caminos rurales: **5 metros**.

Media tensión (1 kV-57,5 kV):

- **Distancia mínima horizontal** a zonas de cultivo: **3 metros**.
- **Distancia mínima vertical** sobre áreas de pastoreo: **6 metros**.

Alta tensión ($> 57,5$ kV):

- **Distancia mínima horizontal** a instalaciones pecuarias: **5 metros**.
- **Distancia mínima vertical** sobre terrenos agrícolas: **7 metros**.

2. Normas de seguridad en zonas agropecuarias

- **Protección contra descargas eléctricas:** Se deben instalar **sistemas de puesta a tierra** en cercas metálicas y estructuras cercanas a líneas eléctricas.
- **Evitar interferencias con maquinaria agrícola:** Las líneas eléctricas deben ubicarse en zonas donde **no interfieran con el uso de tractores y equipos de riego**.
- **Señalización obligatoria:** En áreas de producción agropecuaria, se deben colocar **avisos de advertencia** sobre la presencia de líneas de alta tensión.

3. Aplicación en el marco del APPA

En un APPA, estas normas deben armonizarse con la planificación territorial para:

- **Garantizar la seguridad de trabajadores y animales** en zonas de producción.
- **Evitar restricciones en el uso del suelo agrícola** por la presencia de infraestructura eléctrica.
- **Optimizar la ubicación de redes eléctricas** para mejorar la eficiencia energética en el sector agropecuario.



2.1.6.8 Conclusión infraestructura eléctrica

En relación con la identificación de las APPA, las redes de distribución de baja, media y alta tensión pueden hacer parte de estas áreas debido a que la prestación del servicio de energía es soporte a la actividad agropecuaria, y contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de la población campesina. En relación con las Subestaciones, se considera que, debido al uso del suelo correspondiente a este tipo de infraestructura, no pueden ser incluidas en las APPA.

Para la construcción y operación de esta infraestructura, se debe dar cumplimiento al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en particular en lo referente a distancias de seguridad en zonas rurales, para actividades de siembra, crecimiento natural de árboles o arbustos, construcción de edificaciones e infraestructuras, entre otros aspectos.

La infraestructura eléctrica convencional es una pieza clave para el funcionamiento, sostenibilidad y competitividad de las áreas de producción de alimentos, sin embargo, puede generar conflictos si no se planifica de manera coordinada con los actores del territorio y la vocación agroproductiva.

Un territorio APPA no debe excluir la energía, sino gestionarla de manera óptima, permitiendo su implementación solo cuando se preserve o complemente la producción agroalimentaria.

2.1.7 Sistemas de energías alternativas (no convencionales)

La Ley 1715 de 2014 definió las *fuentes no convencionales de energía renovable* (FNCR) como aquellos recursos de energía renovable disponibles a escala mundial que son ambientalmente sostenibles.

Se consideran FNCR la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (PCH), la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Además, la Ley de Transición Energética estableció como FNCR a otras fuentes como el hidrógeno verde y el hidrógeno azul (MinEnergía, 2025).

El departamento de Antioquia se ha posicionado como un líder en la transición energética de Colombia, con una creciente inversión en proyectos de energías renovables no convencionales, especialmente solar y eólica, esta tendencia responde a la necesidad de diversificar la matriz energética, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar el desarrollo sostenible en la región.

2.1.7.1 Proyectos identificados

La producción de energía solar puede darse a diferentes escalas y/o dimensiones a saber:

- Centrales generadoras de energía superior a 100 MW (art. 2.2.2.3.2.2. Decreto 1076 de 2016 MinAmbiente).
- Centrales generadoras de energía con capacidad mayor a 10 MW y menor de 100 MW (art. 2.2.2.3.2.3 Decreto 1076 de 2016 MinAmbiente).
- Plantas autogeneradoras con capacidad máxima de 1 MW (de pequeña escala) (art. 1. Capítulo 3, Resolución 0174 CREG y art. 1 de la Resolución 281 de 2015, UPME).

Con base en el informe de Registro de Proyectos de Generación de Electricidad, inscripción según requisitos de las Resoluciones UPME 0520, 0638 de 2007 y 0143 de 2016, actualizado con corte 02/04/2025, no se identifican proyectos en el municipio de Fredonia.

Figura 11. Mapa de localización de proyectos de generación de energías alternativas



Fuente: elaboración propia con información de la UPME (2025).

2.1.7.2 Producción de energía solar en territorios APPA

En cuanto a futuras infraestructuras de generación de energía solar, con producciones mayores a 1 megavatio (MW), que, de acuerdo con la infraestructura existente identificada,

corresponden a proyectos que ocupan grandes extensiones de suelo, algo que va en contravía de la protección del suelo agropecuario que precisamente es el objetivo fundamental del APPA. En la medida que se permitieran estas infraestructuras dentro del suelo APPA se estaría ocupando el suelo para una actividad que no es propia del sector agropecuario, razón por la cual se determina:

- La infraestructura para la producción de energía mayor a 1 MW, podrá localizarse en el suelo rural que no sea APPA, bajo la premisa que el APPA, no debe ocupar todo el suelo rural incluso estas infraestructuras podrían estar en suelos de desarrollo restringido.
- Teniendo en cuenta que el art. 5 de la Ley 1715 de 2014 establece las categorías de autoabastecimiento, en suelo APPA solo se permitirán bajo ciertas restricciones “Autogeneradores de pequeña escala”, es decir, de hasta 1 MW, siempre y cuando cumpla con las restricciones mencionadas más adelante.

2.1.7.3 Restricciones para la localización de infraestructuras de generación de energía solar con producciones menores a 1 MW, dentro del suelo APPA.

En cuanto a las nuevas infraestructuras relacionadas con generación de energía solar con producciones menores a 1 MW, es decir autogeneradoras podrán implantarse dentro del suelo APPA.

Tabla 11. Infraestructura permitida

Infraestructura	Definición	Escala
Minigranja solar ²	Infraestructura autogeneradora a pequeña escala, igual o menos de un (1 MW), según la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), Resolución 174 de 2021. Requiere un área entre 1,5 y 3 ha.	Pequeña escala (Autogenerador)

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.4 Conclusión producción de energía solar

Se considera viable la implantación de infraestructuras de producción de energía solar de pequeña escala (Autogeneración), siempre y cuando se realice bajo el sistema Agrovoltáico, es decir que se combine producción agropecuaria con la producción de

² Definición de “Minigranjas” Solenium Unergy



energía solar, permitiendo un doble uso de la tierra tanto para cultivos como para producción de energía, teniendo en cuenta que el uso principal de las APPA será la producción agropecuaria de alimentos y los sistemas productivos agrovoltáicos pueden desarrollarse de manera sinérgica con la producción agropecuaria, primando la producción de alimentos.

2.1.7.5 Lineamientos para la producción de energía solar

Los sistemas agrovoltáicos de minigranjas solares, se deberán realizar teniendo en cuenta dos tipos de implantación:

- En el caso de paneles continuos, el área destinada para su desarrollo no deberá ocupar más del 30 % del área total del predio, siempre y cuando no supere las 3 ha, considerando que el suelo está destinado principalmente a la producción de alimentos. En todo caso los municipios, en el marco de su autonomía, definirán en sus respectivos planes de ordenamiento territorial, el porcentaje de ocupación para la instalación de los paneles fotovoltaicos siempre y cuando no supere este porcentaje.
- En el caso de paneles intercalados conformando surcos para cultivos, el área destinada para su desarrollo no deberá sobrepasar el 50 % del área total del predio, considerando que el suelo está destinado principalmente a la producción de alimentos. En todo caso los municipios definirán en sus respectivos planes de ordenamiento territorial, el porcentaje de ocupación para la instalación de los paneles fotovoltaicos siempre y cuando no supere el 50 %.
- No se permitirán desarrollos de minigranjas en suelos clasificados con clase agrológica I, II y III.
- No se permitirá la aglomeración producto de implantación continua en predios de las infraestructuras de minigranjas lo cual deberá regularse por parte del municipio una vez se confirme la cobertura de los proyectos que soliciten los respectivos permisos y deberán tener prelación en orden cronológico.
- Los predios que cuenten con un área inferior a las que permiten el desarrollo de minigranjas agrovoltáicas, una vez se realice el cálculo acorde con la tipología de minigranjas continuas o intercaladas, únicamente podrán instalar infraestructura de paneles fotovoltaicos sobre la cubierta de la construcción existente (vivienda campesina) acorde con lo previsto por la Unidad de Planeación Minero Energética UPME sobre subsistencia de consumo de energía eléctrica para vivienda colombiana promedio (promedio mensual entre 130 y 173 KWh).



- En caso de que el/los proyectos de pequeña escala de energía fotovoltaica menor o igual a 1 MW (Minigranjas), no requieran de licencia ambiental por parte del ANLA y/o de la corporación autónoma regional, el municipio deberá solicitar de estudios de impacto ambiental (EIA) previos a la instalación del proyecto. Una vez el municipio viabilice dichos estudios de impacto, el proyecto podrá continuar si cumple con los demás condicionamientos señalados.
- Se deberá cumplir la normativa para fuentes de energía renovable no convencional establecida en la Ley 1715 de 2014, sobre requisitos para la construcción de la infraestructura NTC 5899-1 de 2011, sobre requisitos técnicos: NTC 5899-2 de 2011, así como lo dispuesto para el desarrollo de las minigranjas desde el sector minero energético.

Lo anterior se determina en el marco de lo señalado en el parágrafo 1 del art. 32 de la Ley 2294 del 2023, PND, relacionado con la coordinación entre determinantes, que al respecto dicho parágrafo menciona:

[...] definirán los parámetros para que las entidades responsables de la expedición de las determinantes implementen mecanismos de coordinación entre estas, y con los entes territoriales en el marco de su autonomía, conforme a las prevalencias aquí indicadas, y de adecuación y adopción en los Planes de Ordenamiento Territorial de acuerdo con las particularidades y capacidades de los contextos territoriales.

El sector agropecuario y la UPRA en el marco de la articulación entre las determinantes de niveles 2 y 4, podrán proponer lineamientos para que como parte de los proyectos de infraestructura de producción de energía pueda convivir la actividad agrícola, como parte de las estrategias de sostenibilidad ambiental de este tipo de infraestructuras, bajo el entendido que dicho suelo tendrá destinación principal la producción de energía y no estará dentro del suelo APPA.

2.1.8 Infraestructura de gas

El servicio de gas en los municipios del APPA es un factor clave para la eficiencia, sostenibilidad y competitividad del sector agropecuario. Su importancia radica en varios aspectos fundamentales:



1. Reducción de costos en la producción agropecuaria

El acceso a gas natural o gas licuado permite reducir la dependencia de combustibles más costosos como el diésel o la electricidad, optimizando la energía utilizada en procesos agrícolas e industriales.

2. Mejora en la transformación agropecuaria

En los municipios del APPA, el gas se emplea en procesos de secado, pasteurización, conservación de alimentos y generación de calor, lo que facilita la agregación de valor a los productos agrícolas.

3. Sostenibilidad ambiental

El uso de gas como fuente de energía reduce la contaminación generada por la quema de leña y otros combustibles sólidos, minimizando el impacto ambiental y protegiendo los ecosistemas rurales del APPA.

4. Accesibilidad y autonomía energética

Los municipios que cuentan con redes de distribución de gas tienen mayor independencia energética, lo que garantiza continuidad en la producción agropecuaria sin interrupciones por escasez de combustible.

5. Impacto en la logística y comercialización

El gas desempeña un papel fundamental en la refrigeración y conservación de productos agropecuarios, lo que permite prolongar la vida útil de los alimentos y mejorar su calidad en los mercados nacionales e internacionales.

2.1.8.1 Red existente

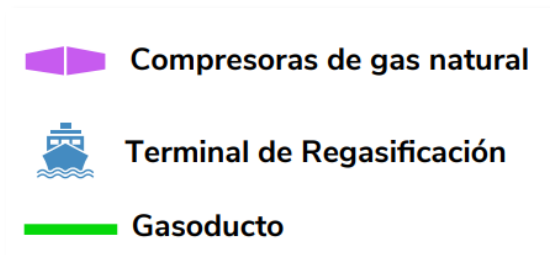
De acuerdo con la información que presenta la UPME en el mapa de infraestructura de gas natural, disponible en su página web, en los municipios del APPA Suroeste Antioqueño no se observa trazado de Gasoducto como tampoco se identifica infraestructura relacionada tipo compresoras de gas natural.

Figura 12. Mapa de localización de infraestructura de transporte de gas



Fuente: elaboración propia con información de la UPME (2025).

Figura 13. Convenciones del mapa de localización de infraestructura de transporte de gas



Fuente: elaboración propia con información de la UPME (2025).

2.1.8.2 Cobertura del Servicio de Gas

La cobertura de gas en el Suroeste Antioqueño varía según el municipio. Empresas como EPM y Promigas han desarrollado redes de distribución, pero aún existen municipios con acceso limitado, según datos recientes, 92 de los 125 municipios de Antioquia cuentan con servicio de gas natural.

Tabla 12. Cobertura del servicio de gas natural por redes al I trimestre de 2025

Empresa	Municipio	Tipo	Catastro población	Total residenciales anillados	Total comercial conectados	Total industrial conectados	Total usuarios conectados	Cobertura residencial efectiva
EPM E.S.P.	Fredonia	GNC	9.022	3.088	34	-	2.463	27 %

Fuente: elaboración propia con información de EPM E.S.P. (2025).



2.1.8.3 Indicador de cobertura del servicio de gas

Nombre del indicador: *Variación de porcentaje de hogares con acceso a servicios públicos*. De acuerdo con la información de la Gerencia de Servicios Públicos de Antioquia, para el municipio de Fredonia, la cobertura del Servicio de Gas Rural es de 1,31 %, lo cual representa una cobertura muy baja (2025).

2.1.8.4 Trazado de la infraestructura de transporte

El gas natural llega a los municipios del Suroeste Antioqueño mediante dos métodos principales:

1. **Gasoductos:** en el Valle de Aburrá, el gas se transporta por tuberías desde los pozos en el Caribe y el Piedemonte llanero.
2. **Transporte terrestre:** en municipios sin acceso a gasoductos, el gas se distribuye mediante carrotaques de gas natural comprimido o licuado.

2.1.8.5 Déficit en la Infraestructura de gas

A pesar de los avances, existen desafíos en la infraestructura de gas en la región:

- **Falta de gasoductos en municipios rurales**, lo que obliga a depender del transporte terrestre.
- **Altos costos de distribución** en municipios alejados de los principales centros urbanos.

2.1.8.6 Armonización de la Infraestructura de Gas en un APPA

Para integrar la infraestructura de gas en un APPA, se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Expansión de redes de distribución** para garantizar acceso equitativo a productores agropecuarios.
- **Uso de gas en agroindustria** para mejorar la eficiencia energética en procesos de transformación y conservación de alimentos.



- **Desarrollo de infraestructura logística** que facilite el transporte de gas sin afectar la producción agrícola.
- **Implementación de energías limpias** para reducir la huella ambiental del transporte de gas.

2.1.8.7 Conclusión infraestructura de gas natural

- La infraestructura de gas en el Suroeste Antioqueño ha avanzado, pero aún enfrenta carencia en cobertura y transporte, como es el caso del municipio de Fredonia.
- La integración de esta infraestructura en un APPA permitiría mejorar la eficiencia energética en el sector agropecuario, reducir costos y fortalecer la competitividad de los productores rurales.

Para la identificación del APPA, la infraestructura de redes de gas natural, pueden hacer parte de estas áreas debido a que la prestación del servicio es soporte a la actividad agropecuaria, su ocupación es de tipo subterráneo y contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de la población campesina, a excepción del área física de plantas que ocupen suelo en donde no sea posible desarrollar la actividad agropecuaria.

2.1.9 Infraestructura de telecomunicaciones

Integrar de manera efectiva la infraestructura de telecomunicaciones en las áreas de protección para la producción de alimentos en los municipios del APPA, mejorará la eficiencia, productividad y competitividad del sector agrícola, asegurando un desarrollo sostenible y equitativo, por tal motivo a continuación se hace una identificación de la infraestructura relacionada por MinTIC.

2.1.9.1 Centros digitales

Los centros digitales son puntos de conexión a internet mediante tecnología inalámbrica, brindan acceso a tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a la comunidad rural, estos centros son fundamentales para la inclusión digital y el acceso a información crucial para las diferentes actividades agropecuarias.

Funcionamiento: cada centro digital contará con dos puntos de conectividad: una interna, ubicada principalmente en las salas de informática o computación de las instituciones públicas, y una externa, que estará operativa para que las comunidades cercanas al colegio también puedan acceder al servicio de manera gratuita, siempre que lo necesiten, (MinTic, 2025).



Distribución: Fredonia cuenta con 3.

Recomendaciones: Fortalecer los centros digitales existentes y crear nuevos en zonas estratégicas para la producción agrícola, procurando que estos centros tengan acceso a internet de alta velocidad y equipos adecuados.

2.1.9.2 Fibra óptica

La fibra óptica es una tecnología de punta que ofrece la infraestructura (*backbone*) necesaria para que los ciudadanos, empresas, instituciones educativas, entre otras, puedan acceder con recursos propios al servicio de internet de banda ancha con mejores condiciones de calidad en el servicio y asequibilidad en los precios, es esencial para proporcionar conectividad de alta velocidad y capacidad a largo plazo, es el Plan Nacional de Fibra Óptica, la iniciativa que busca expandir la red de fibra óptica en todo el país, con especial énfasis en áreas rurales.

Los nodos ópticos se instalan típicamente en ubicaciones centrales dentro de la red, como en el caso de las redes de fibra óptica FTTN (*Fiber to the Node*), donde la fibra llega hasta el nodo y luego se distribuye mediante cable coaxial a los usuarios, uno de ellos se encuentra localizado en Fredonia.

Recomendaciones: Priorizar la extensión de la fibra óptica a las zonas agrícolas para mejorar la conectividad de los productores, integrando la fibra óptica en los proyectos de Agrologística para optimizar la cadena de suministro.

2.1.9.3 Televisión digital terrestre (TDT)

En Colombia la televisión abierta está cambiando de la señal analógica a la señal digital, más conocida como Televisión Digital Terrestre o TDT, la cual ofrece una mejor calidad de imagen y sonido, además de un uso más eficiente del espectro. Fredonia no cuenta con estación de TDT.

Recomendaciones: Promover el acceso a la TDT en áreas rurales para difundir información educativa y agropecuaria.

Utilizar la TDT para transmitir contenidos específicos sobre técnicas agrícolas y tendencias del mercado.

Tabla 13. Localización de centros digitales

Centros digitales, SO Antioqueño					
Institución_educativa	Nombre_sede_educativa	Latitud	Longitud	Municipio	Nº
I. E. LLANO GRANDE	C. E. R. ALFONSO PALACIO ARANGO	5,83253	-75,71016	Fredonia	1
I. E. LLANO GRANDE	I. E. LLANO GRANDE	5,86331	-75,68759	Fredonia	2
I. E. LLANO GRANDE	I. E. R. EDELMIRA ALVAREZ	5,891546	-75,657281	Fredonia	3
I. E. DE MINAS	LICEO DE MINAS	5,92155	-75,73386	Fredonia	4
I. E. URIBE GAVIRIA	C. E. R. JULIA VELASQUEZ	5,92722	-75,74055	Fredonia	5
I. E. R. JOSE MARIA OBANDO	I. E. R. JOSE MARIA OBANDO	5,93936	-75,6602	Fredonia	6
I. E. R. JOSE MARIA OBANDO	I. E. R. PIEDRA VERDE	5,976789	-75,636165	Fredonia	7

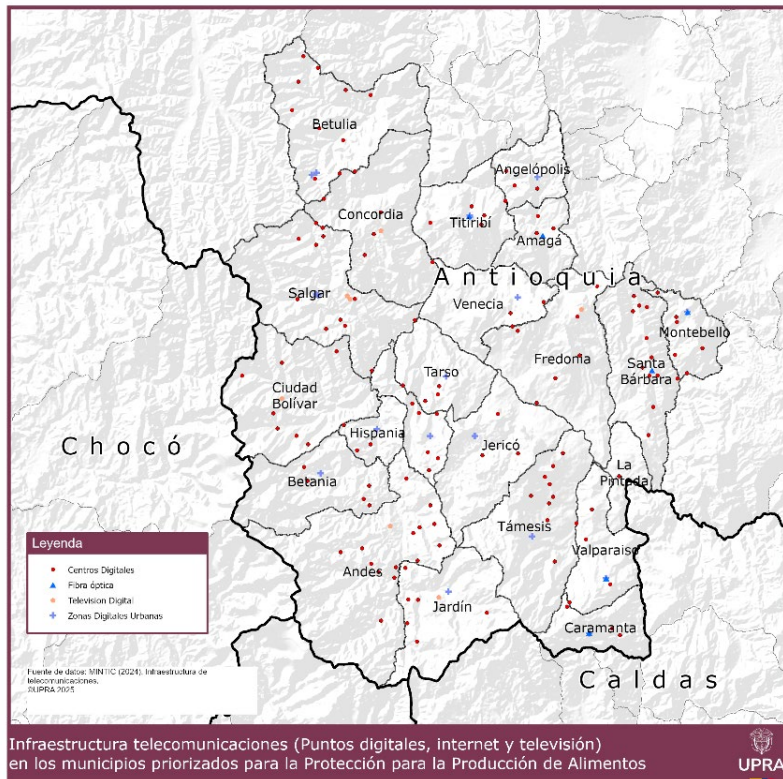
Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).

Tabla 14. Localización de estaciones de TV

Estaciones tv		
Nombre_estación	Latitud	Longitud
Fredonia	5,94875	-75,655417

Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).

Figura 14. Mapa de localización de centros digitales con fibra óptica o con TDT



Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).



2.1.9.4 Estaciones de radio AM-FM

Las estaciones de radio siguen siendo una fuente clave de información en áreas rurales, una estación terrena, también conocida como estación terrestre o telepuerto, es una estación de radio terrestre utilizada para la comunicación satelital, sirve para transmitir y recibir señales de radio, permitiendo la comunicación de datos, voz y video entre la Tierra y el espacio.

Fredonia cuenta con 5.

Recomendaciones: Fomentar la creación de estaciones de radio comunitarias que transmitan contenidos relevantes para los agricultores.

Utilizar la radio para alertas tempranas sobre condiciones climáticas y plagas.

2.1.9.5 Infraestructura de Telecomunicaciones Móvil (2G-3G-4G)

La cobertura móvil es crucial para la comunicación y la gestión de datos en el sector agrícola.

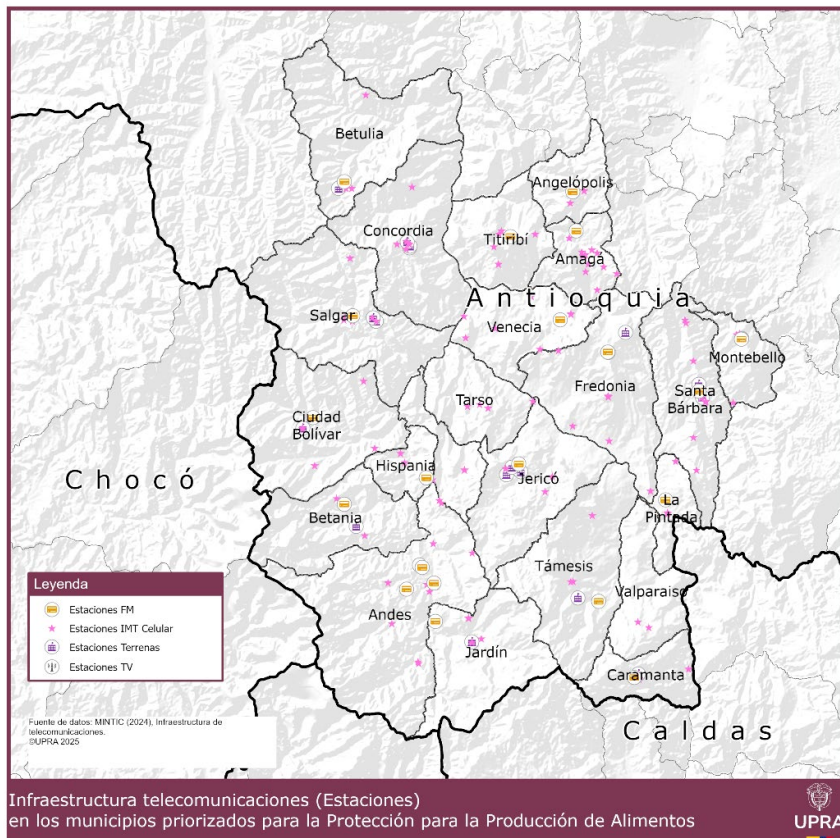
- Localización de sistemas ITM Celular 2G identificados en Fredonia: 6.
- Localización de sistemas ITM Celular 3G: identificados en Fredonia: 11.
- Localización de sistemas ITM Celular 4G: identificados en Fredonia: 15.

Recomendaciones:

Mejorar la cobertura móvil en áreas agrícolas para facilitar el acceso a información y servicios digitales.

Integrar aplicaciones móviles en los procesos agropecuarios para optimizar la gestión de la producción y distribución.

Figura 15. Mapa de localización de estaciones AM-FM, ITM celular y terrenas



Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).

Tabla 15. Localización de estaciones de radio

ESTACIONES DE RADIO				
NOMBRE_ESTACIÓN	FRECUENCIA__MHZ__	LATITUD	LONGITUD	MUNICIPIO
CERROS ESTEREO	107,4	5,925778	-75,675083	Fredonia
RADIO UNO	91,3	5,926241	-75,675467	Fredonia

Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).

Tabla 16. Localización de estaciones terrenas

Estaciones terrenas				
Municipio	Longitud_DMS	Latitud_DMS	Long.	Lat.
Fredonia	75° 39' 19,20" W	5° 56' 55,26" N	-75,65533333	5,948683333
Fredonia	75° 39' 19,50" W	5° 56' 55,50" N	-75,65541667	5,94875
Fredonia	75° 39' 19,50" W	5° 56' 55,50" N	-75,65541667	5,94875
Fredonia	75° 39' 19,50" W	5° 56' 55,50" N	-75,65541667	5,94875
Fredonia	75° 39' 19,50" W	5° 56' 55,50" N	-75,65541667	5,94875

Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).

Tabla 17. Localización de redes telecomunicaciones móviles internacionales (ITM) celulares

OPERADOR	NOMBRE	TECNOLOGÍA_2G	TECNOLOGÍA_3G	TECNOLOGÍA_4G	TECNOLOGÍA_H SPA	LONGITU D	LATTITU D	MUNICIP IO
COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P.	UR107_LA PINTADA_ANTIOQUIA	Sí	Sí	Sí	No	-75,6261	5,76658	Fredonia
COMUNICACION CELULAR S A COMCEL S A	ANT.IND PINTADA SPE	No	No	Sí	No	75,67357	5,82402	Fredonia
COMUNICACION CELULAR S A COMCEL S A	ANT.PUENTE IGLESIAS	Sí	Sí	Sí	Sí	75,715472	5,841166	Fredonia
COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P.	UD037_SANTA_ISABEL_ANTI OQUIA	Sí	Sí	Sí	No	75,67463	5,87475	Fredonia
COLOMBIA MOVIL S.A ESP	ANT_SANTA_ISABEL	No	Sí	Sí	Sí	75,67453	5,87484	Fredonia
COMUNICACION CELULAR S A COMCEL S A	ANT.PINTADA-1	Sí	Sí	Sí	Sí	75,675102	5,875738	Fredonia
COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P.	UD250_FREDONIA	Sí	Sí	Sí	No	-75,6747	5,9252	Fredonia
COMUNICACION CELULAR S A COMCEL S A	ANT.FREDONIA-2	Sí	Sí	Sí	Sí	-75,6707	5,926838	Fredonia
COLOMBIA MOVIL S.A ESP	ANT_FREDONIA	No	Sí	Sí	Sí	-75,6758	5,92688	Fredonia
COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A. E.S.P.	TANT_MLD_030042	No	No	Sí	No	-75,6758	5,92688	Fredonia
PARTNERS TELECOM COLOMBIA SAS	ANT FREDONIA	No	Sí	Sí	Sí	75,67578	5,92692	Fredonia
COLOMBIA MOVIL S.A ESP	ANT_FREDONIA_CENTRO	No	Sí	Sí	Sí	75,67362	5,9278	Fredonia
COLOMBIA MOVIL S.A ESP	ANT_MINAS	No	No	Sí	No	75,73202	5,92781	Fredonia

Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).

2.1.9.6 Microondas

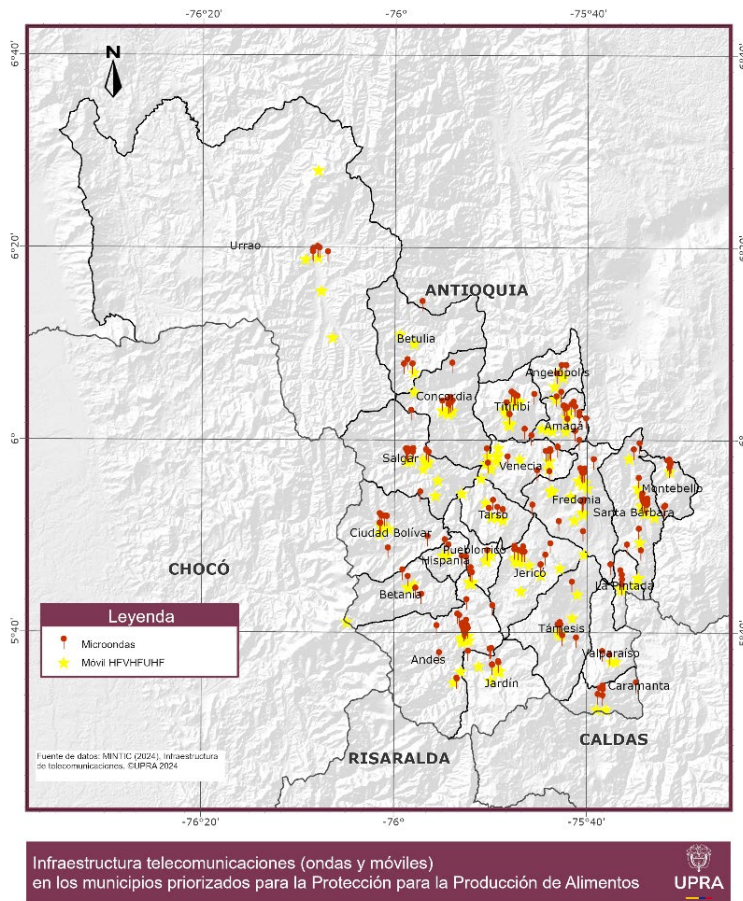
Las redes de microondas son utilizadas para comunicaciones de larga distancia en áreas donde la fibra óptica no está disponible.

Recomendaciones:

Utilizar enlaces de microondas para conectar áreas rurales remotas.

Procurar que estos enlaces sean robustos y confiables para soportar las necesidades de comunicación del sector agrícola.

Figura 16. Mapa de localización de operadores-ondas-móviles



Fuente: UPRA (2024) con información del MinTIC (2024).

Tabla 18. Tabla de localización de infraestructuras de microondas

MICROONDAS					
ID_ESTACIÓN	MUNICIPIO	LONGI	LATI	LATITUD	LONGITUD
72959	Fredonia	75° 37' 33,78" W	5° 45' 59,52" N	75,62605	5,76653333
189721	Fredonia	75° 40' 25,00" W	5° 49' 26,00" N	75,67361111	5,82388889
186819	Fredonia	75° 42' 56,00" W	5° 50' 28,00" N	75,71555556	5,84111111
12668	Fredonia	75° 40' 28,41" W	5° 52' 29,10" N	75,67458333	5,87475
201593	Fredonia	75° 40' 28,50" W	5° 52' 30,00" N	75,67458333	5,875
201595	Fredonia	75° 40' 28,50" W	5° 52' 30,00" N	75,67458333	5,875
74698	Fredonia	75° 40' 28,50" W	5° 52' 30,00" N	75,67458333	5,875
74758	Fredonia	75° 40' 28,50" W	5° 52' 30,00" N	75,67458333	5,875
74912	Fredonia	75° 40' 28,50" W	5° 52' 30,00" N	75,67458333	5,875
73736	Fredonia	75° 40' 29,00" W	5° 52' 30,00" N	75,67472222	5,875
189722	Fredonia	75° 40' 31,00" W	5° 52' 32,00" N	75,67527778	5,87555556



388375	Fredonia	75° 40' 30,78" W	5° 52' 32,13" N	75,67521667	5,87559167
241556	Fredonia	75° 40' 30,78" W	5° 52' 32,13" N	75,67521667	5,87559167
241558	Fredonia	75° 40' 30,78" W	5° 52' 32,13" N	75,67521667	5,87559167
241560	Fredonia	75° 40' 30,78" W	5° 52' 32,13" N	75,67521667	5,87559167
241562	Fredonia	75° 40' 30,78" W	5° 52' 32,13" N	75,67521667	5,87559167
387990	Fredonia	75° 40' 30,78" W	5° 52' 32,13" N	75,67521667	5,87559167
188411	Fredonia	75° 40' 31,00" W	5° 52' 33,00" N	75,67527778	5,87583333
3410	Fredonia	75° 40' 31,00" W	5° 52' 33,00" N	75,67527778	5,87583333
185790	Fredonia	75° 40' 31,00" W	5° 52' 33,00" N	75,67527778	5,87583333
186320	Fredonia	75° 40' 31,00" W	5° 52' 33,00" N	75,67527778	5,87583333
186820	Fredonia	75° 40' 31,00" W	5° 52' 33,00" N	75,67527778	5,87583333
71576	Fredonia	75° 40' 21,00" W	5° 52' 42,00" N	75,6725	5,87833333
78309	Fredonia	75° 40' 20,00" W	5° 55' 31,00" N	75,67222222	5,92527778
74911	Fredonia	75° 40' 29,20" W	5° 55' 31,00" N	75,67477778	5,92527778
78364	Fredonia	75° 40' 30,30" W	5° 55' 32,80" N	75,67508333	5,92577778
78310	Fredonia	75° 40' 31,68" W	5° 55' 34,47" N	75,67546667	5,92624167
320450	Fredonia	75° 40' 18,78" W	5° 55' 36,51" N	75,67188333	5,92680833
346115	Fredonia	75° 40' 14,52" W	5° 55' 36,61" N	75,6707	5,92683611
78363	Fredonia	75° 40' 19,30" W	5° 55' 36,70" N	75,67202778	5,92686111
12667	Fredonia	75° 40' 32,92" W	5° 55' 36,80" N	75,67581111	5,92688889
358577	Fredonia	75° 40' 32,92" W	5° 55' 36,80" N	75,67581111	5,92688889
358579	Fredonia	75° 40' 32,92" W	5° 55' 36,80" N	75,67581111	5,92688889
395407	Fredonia	75° 40' 32,92" W	5° 55' 36,80" N	75,67581111	5,92688889
15212	Fredonia	75° 40' 32,92" W	5° 55' 36,80" N	75,67581111	5,92688889
368360	Fredonia	75° 40' 32,92" W	5° 55' 36,80" N	75,67581111	5,92688889
346116	Fredonia	75° 40' 18,05" W	5° 55' 36,87" N	75,67168056	5,92690833
12669	Fredonia	75° 40' 33,00" W	5° 55' 37,00" N	75,67583333	5,92694444
12717	Fredonia	75° 40' 33,00" W	5° 55' 37,00" N	75,67583333	5,92694444
401817	Fredonia	75° 43' 55,27" W	5° 55' 40,11" N	75,73201944	5,92780833
403615	Fredonia	75° 43' 55,27" W	5° 55' 40,11" N	75,73201944	5,92780833
403617	Fredonia	75° 43' 55,27" W	5° 55' 40,11" N	75,73201944	5,92780833
403619	Fredonia	75° 43' 55,27" W	5° 55' 40,11" N	75,73201944	5,92780833
408677	Fredonia	75° 43' 55,27" W	5° 55' 40,11" N	75,73201944	5,92780833
226948	Fredonia	75° 40' 19,19" W	5° 55' 40,84" N	75,67199722	5,92801111
401818	Fredonia	75° 45' 11,69" W	5° 55' 45,24" N	75,75324722	5,92923333
226947	Fredonia	75° 40' 14,59" W	5° 55' 56,86" N	75,67071944	5,93246111
320449	Fredonia	75° 40' 14,59" W	5° 55' 56,86" N	75,67071944	5,93246111
189006	Fredonia	75° 40' 15,00" W	5° 55' 57,00" N	75,67083333	5,9325
394949	Fredonia	75° 40' 42,96" W	5° 55' 58,55" N	75,6786	5,93293056
202789	Fredonia	75° 39' 19,20" W	5° 56' 55,26" N	75,65533333	5,94868333
203453	Fredonia	75° 39' 19,20" W	5° 56' 55,26" N	75,65533333	5,94868333

203737	Fredonia	75° 39' 19,20" W	5° 56' 55,26" N	75,65533333	5,94868333
202790	Fredonia	75° 39' 19,20" W	5° 56' 55,26" N	75,65533333	5,94868333
203454	Fredonia	75° 39' 19,20" W	5° 56' 55,26" N	75,65533333	5,94868333
203738	Fredonia	75° 39' 19,20" W	5° 56' 55,26" N	75,65533333	5,94868333
189368	Fredonia	75° 40' 50,00" W	5° 58' 54,00" N	75,68055556	5,98166667

Fuente: elaboración propia con información del MinTIC (2024).

2.1.9.7 Normativa

Para el correcto desarrollo e implementación del territorio APPA, se recomienda tener en cuenta lo estipulado en el Decreto 1078 de 2015 que es el Decreto Único Reglamentario del Sector TIC, que compila y organiza las normativas vigentes sobre telecomunicaciones en Colombia.

Puntualmente en relación con la instalación, localización y despliegue de infraestructura en zonas rurales:

1. Art. 2.2.2.2.7.1. Normas generales para la instalación de infraestructura en zonas rurales, este artículo especifica que, para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en áreas rurales, se deben seguir las siguientes normas:

- Permisos de ocupación del suelo: Los operadores de telecomunicaciones deben obtener los permisos de ocupación y uso del suelo de las autoridades locales o municipales antes de iniciar la instalación de cualquier infraestructura, como torres, antenas, postes y redes de telecomunicaciones. Esto asegura que la infraestructura respete los planes de ordenamiento territorial (POT) y las normativas ambientales locales.
- Cumplimiento de requisitos técnicos y ambientales: La infraestructura debe cumplir con todos los requisitos técnicos, ambientales y de seguridad establecidos por las normativas nacionales y locales. Esto incluye la evaluación de impacto ambiental y social, especialmente en zonas protegidas o ecológicamente sensibles.
- Estabilidad estructural: Las instalaciones deben ser diseñadas y construidas de manera que garanticen la estabilidad estructural y minimicen el riesgo de accidentes o fallos, especialmente en áreas rurales donde las condiciones climáticas o geográficas pueden ser adversas.

2. Art. 2.2.8.4.3.2. Requisitos y permisos para la instalación de estaciones en zonas rurales, este artículo establece que:

- Autorización de las entidades territoriales: Los operadores deben coordinar con las autoridades territoriales para la autorización y el uso de tierras rurales. Esto es importante en áreas donde las tierras pueden estar protegidas o son de propiedad de comunidades indígenas o rurales.
- Zonas de difícil acceso: Se establece que, en las zonas rurales de difícil acceso, los operadores deben buscar mecanismos alternativos para la instalación de infraestructura. Esto puede incluir el uso compartido de infraestructura existente o el desarrollo de soluciones innovadoras, como la instalación de antenas en estructuras ya construidas o el uso de tecnologías inalámbricas.

3. Art. 2.2.8.4.4. Reglamentación de la instalación de torres y redes en áreas rurales. El artículo se enfoca en los detalles para instalar torres, antenas y redes en zonas rurales:

- **Minimización de impactos ambientales:** los operadores deben garantizar que la instalación de infraestructura tenga el menor impacto posible en el entorno natural y cultural de las áreas rurales. Esto puede implicar la elección de materiales, la ubicación estratégica de torres y antenas, y la coordinación con las autoridades ambientales.
- **Evaluación de impacto ambiental:** las instalaciones en áreas rurales que se consideren sensibles desde el punto de vista ambiental requieren una evaluación de impacto ambiental antes de su construcción. Esto incluye la posibilidad de reubicación o ajustes en el diseño para proteger la flora, fauna y cuerpos de agua cercanos.

El Decreto 1078 de 2015 establece procedimientos claros para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en zonas rurales, garantizando que:

- Se respeten los planes de ordenamiento territorial y las normativas locales.
- Se minimicen los impactos ambientales y sociales.
- Se obtengan los permisos necesarios de las autoridades territoriales y ambientales.
- Se cumpla con requisitos técnicos y de seguridad para asegurar la estabilidad de las instalaciones.



Este marco reglamentario busca facilitar la expansión de redes de telecomunicaciones en áreas rurales, asegurando al mismo tiempo la protección del medio ambiente y el bienestar de las comunidades rurales.

Art. 2.2.8.4.4. Reglamenta la instalación de torres, antenas y redes de telecomunicaciones en áreas rurales, exigiendo mitigación de impactos ambientales (MinTic, 2015).

2.1.9.8 Conclusión sobre la infraestructura de telecomunicaciones

En el análisis e identificación del territorio APPA, la infraestructura de telecomunicaciones, pueden hacer parte de estas áreas debido a que la prestación del servicio es soporte a la actividad agropecuaria, y contribuye al mejoramiento de las condiciones de vida de la población campesina, cumpliendo con la normativa correspondiente en relación con la instalación, localización y despliegue de infraestructura en zonas rurales.



Referencias

- Aerocivil. (2024). Infraestructura Aérea según estado de la pista.
- Alcaldía de Fredonia. (2019). Esquema de Ordenamiento Territorial. Documento de Diagnóstico, Revisión y Ajuste: <https://www.fredonia-antioquia.gov.co/Ciudadanos/ProyectosNormatividad/Proyecto%20EOT.pdf>
- ANI. (2024). Aniscopio. Obtenido de <https://aniscopio.ani.gov.co/mapas/modos>
- ANI. (2024). Conectividad férrea.
- ANI. (2024). Densidad vial.
- Bogotá, G. d. (17 de 08 de 2022). enlaza. Obtenido de <https://www.enlaza.red/revista-energia/operacion-y-mantenimiento/las-subestaciones-infraestructura-vital-para-una-energia-segura>
- DANE - Ideam - IGAC - MinTrasporte. (2018). Tiempos de desplazamiento.
- Decreto 2770. (1953). https://www.ani.gov.co/sites/default/files/decreto_2770_de_1953.pdf
- DNP. (26 de 05 de 2023). Con inversiones por más de \$102 billones, el Gobierno del Cambio modernizará la infraestructura del país. Obtenido de Sitio Web del DNP: https://www.dnp.gov.co/Prensa/_Noticias/Paginas/con-inversiones-por-mas-de-102-billones-el-gobierno-del-cambio-modernizara-la-infraestructura-del-pais.aspx
- EPM E.S.P. (31 de 03 de 2025). Cobertura Gas Natural. <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/hidrocarburos/funcionamiento-del-sector/estad%C3%ADsticas-gas-combustible/>
- Gerencia de Servicios Públicos de Antioquia. (2025). Cobertura de Servicios Públicos.
- Gobernación de Antioquia. (2024). Visor de Infraestructura Vial. <https://experience.arcgis.com/experience/97a5afff1cfc45429c4495403b79f674/page/Visor-red-vial/>
- Gobernación de Antioquia. (2025). Secretaría de Infraestructura de Antioquia. https://secretariainfraestructura.antioquia.gov.co/descargas/InformacionRedVialAntioquia/4.%20Mapas%20por%20municipio/Fredonia_fichaMunicipal2.pdf
- IGAC. (2022). Tipo de vía.
- IGAC. (2022). Tipo de vía.
- IGAC. (2024). Red vial IGAC. https://apps.ant.gov.co/BARRIDO_PREDIAL/3-3-2-red-vial-igac/



Invías. (2024). Vías concesionadas según generación.

Invías y ANI. (2024). Conectividad Vial.

MinAmbiente. (23 de 11 de 2021). Resolución 1256, de 23 de Noviembre de 2021. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-1256-de-2021.pdf>

MinEnergía. (2 de 04 de 2024). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Resolución 40117 del 2 de abril de 2024: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/>

MinEnergía. (2025). FNCER. <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/fuentes-no-convencionales-de-energ%C3%ADa-renovable-fncer/>

MinTic. (26 de 05 de 2015). Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77888>

MinTic. (2024). Infraestructura de Telecomunicaciones.

MinTic. (2025). Centros Digitales. https://mintic.gov.co/micrositios/centros_digitales/768/w3-channel.html

SERVICES, P. S. (2025). COMO ES LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA. Obtenido de <https://peaksubstation.com/electrical-infrastructure-backbone-modern-power-systems/#:~:text=Electrical%20infrastructure%20refers%20to%20the,homes%2C%20businesses%2C%20and%20industries.>

Superservicios. (2024). Reporte Plantas de tratamiento aguas residuales. <https://wa-reportsui.azurewebsites.net/home/report/1ae41195-c2b9-4748-9369-3bc6e4b3aa2a>

Unidad de Planeación Minero Energético. (2025). Mapas Hidrocarburos. https://www1.upme.gov.co/sipg/Publicaciones_SIPG/Mapas_hidrocarburos_UPME_2024_V5.pdf

UPME. (2024). Infraestructura eléctrica.

UPME. (02 de 04 de 2025). Informe de registro de Proyectos de Generación de Electricidad. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMmMyZmM1MGMtNzExZC00NzJLTk50DAWNWUyMzYxMG MwMGYzliwidCI6IjMzZWYwNmM5LTBiNjMtNDg3MC1hNTY1LWlZyZc5NWlxNmE1MyIsImMiOjR9>

UPRA. (2024). Recia. <https://upra.gov.co/es-co/Paginas/recia.aspx>