

# Informe ejecutivo

## Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de **Energía Eléctrica**

PIEC 2019–2023

República de Colombia  
Ministerio de Minas y Energía

Bogotá D.C. - Colombia, julio 2023

# Contenido

1. Metodología general para el PIEC 2019-2023
2. Resultados del PIEC 2019-2023 para lograr la universalización
3. Recomendaciones del PIEC 2019-2023

## Introducción

El presente documento es un resumen ejecutivo del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura – PIEC 2019-2023, con el cual, por medio de la identificación de las necesidades del servicio de energía eléctrica y la cuantificación de las inversiones que deben realizarse, la UPME plantea un análisis de las posibles alternativas utilizando herramientas espaciales y de optimización para estimar las inversiones necesarias para lograr la universalización del servicio de energía eléctrica.

El resumen ejecutivo se estructuró en 3 partes:

1. Metodología general para el PIEC 2019-2023.
2. Resultados del PIEC 2019-2023 para lograr la universalización.
3. Recomendaciones del PIEC 2019-2023

En el documento completo del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura – PIEC 2019-2023, junto con sus respectivos anexos, se encuentra de manera más detallada su metodología y los resultados obtenidos; también se exponen las limitaciones que se presentaron durante la elaboración del plan y se profundiza en las alternativas propuestas, las cuales se muestran a continuación:

- Conexión a las redes del Sistema de Distribución Local – SDL.
- Soluciones a través de la implementación de microrredes o comunidades energéticas.
- Soluciones fotovoltaicas aisladas individuales.

En cuanto al cálculo del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica – ICEE, su detalle se encuentra explicado en el documento metodológico, el cual puede ser consultado junto con el PIEC 2019-2023, en la sección de Cobertura de Energía Eléctrica del Sistema de Información Eléctrico Colombiano – SIEL que la UPME dispuso en la web, en el siguiente link: <https://www1.upme.gov.co/siel>.

# 1. Metodología general para el PIEC 2019-2023

En la Figura 1 mostrada a continuación, se presenta la metodología general utilizada para la elaboración del PIEC 2019-2023.

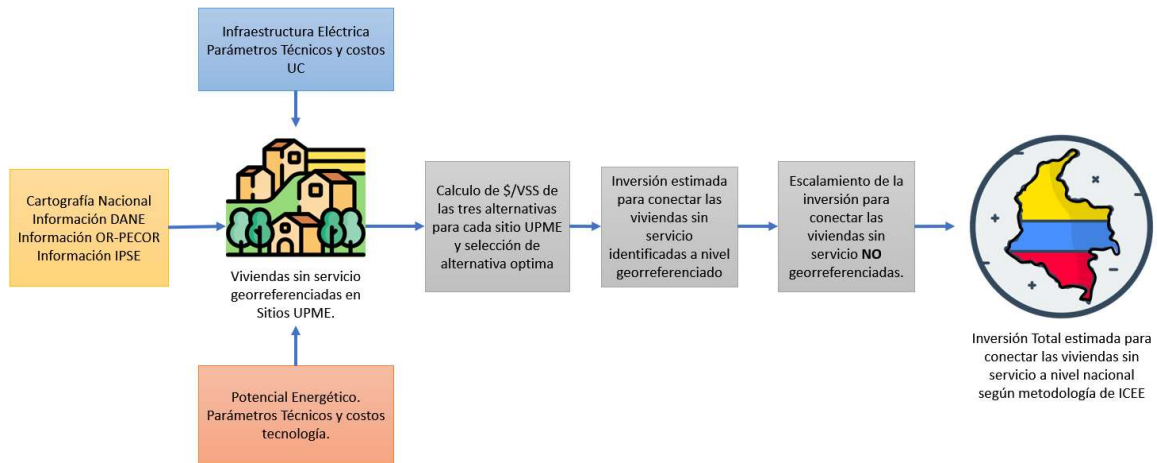
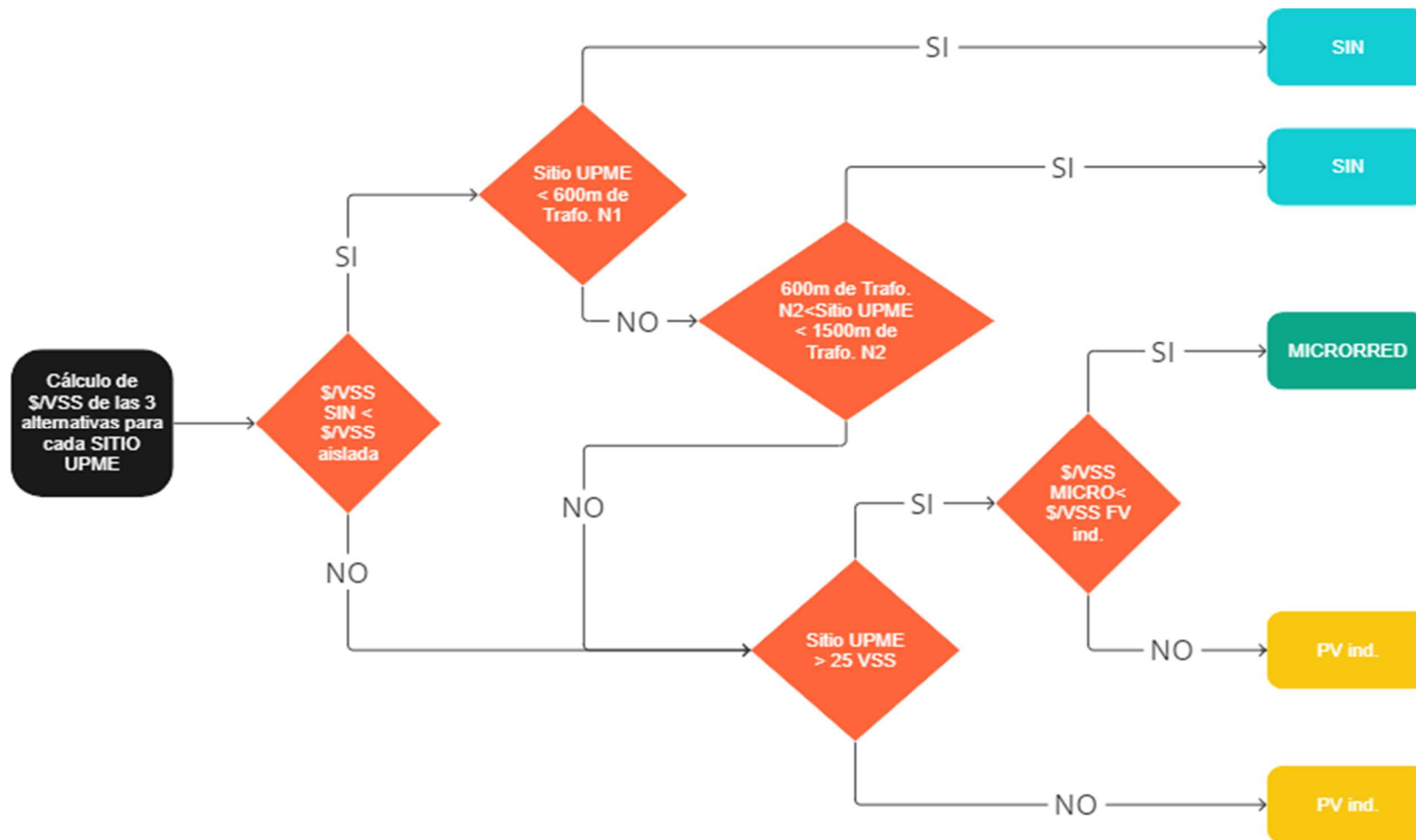


Figura 1. Metodología general del PIEC.

El Plan inicia con la identificación de las necesidades del servicio en cada Sitio UPME<sup>1</sup> mediante información suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas – IPSE, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD y la información entregada por parte de los Operadores de Red – OR. A partir de dicha información, se logra identificar la disponibilidad de la infraestructura eléctrica del Sistema Interconectado Nacional – SIN y de los potenciales energéticos a partir del Atlas solar y el Atlas eólico del país. Para cada uno de los Sitios UPME se evalúa la alternativa de interconexión, se estima el costo de implementación de una solución fotovoltaica aislada individual y el costo de soluciones a través de la implementación de microrredes o comunidades energéticas. Posteriormente, se comparan las diferentes alternativas y se elige la alternativa viable por su configuración técnica y su costo, a partir de ciertas restricciones técnicas, las cuales se muestran en el diagrama de flujo de la Figura 2 presentada a continuación.

<sup>1</sup> Un Sitio UPME se compone por una vivienda que se encuentre a una distancia plana mínima de 400 metros de otra o del centroide de una agrupación de viviendas o por una agrupación de 2 o más viviendas con una distancia entre ellas menor o igual a 400 metros.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de alternativas de electrificación para cada Sitio UPME.



De esta manera se determina la mejor alternativa para cada uno de los Sitios UPME, teniendo en cuenta también su ubicación geográfica en el territorio colombiano.

## 2. Resultados del PIEC 2019–2023 para lograr la universalización

El cálculo de la inversión necesaria para lograr la universalización del suministro de energía eléctrica, tiene como punto de partida la identificación de las Viviendas Sin Servicio (VSS), de acuerdo con el documento Metodológico de Cálculo del Índice de Cobertura en Energía Eléctrica – ICEE, elaborado por la UPME, donde se determinaron los resultados que se muestran en la Tabla 1. Resultado del ICEE.

*Tabla 1. Resultado del ICEE*

Nivel	Viviendas Totales	Viviendas con servicio	ICEE	Viviendas sin servicio
Municipal	16.130.407	14.905.104	92,40%	1.225.303
Departamental	16.130.407	15.149.438	93,92%	980.969
Nacional	16.130.407	15.312.288	94,93%	818.119
Sitios UPME				486.637

Los cálculos de la inversión a nivel municipal y departamental se obtuvieron de escalar las soluciones que se pudieron identificar a partir de la ubicación espacial de las VSS. Debido a que se tiene mayor certeza de las VSS nacionales (818.119), se escalan a nivel municipal utilizando la proporción y distribución de VSS de este nivel (1.225.303). A partir de esto, se aplicó el costo promedio por solución para cada municipio, manteniendo la distribución por alternativas del municipio que resultó del análisis a nivel georreferenciado. Por lo anterior, para lograr cubrir las 818.119 viviendas sin servicio la inversión total debería ser de \$COP 13.96 billones, distribuidos en cada alternativa como se muestra en la Tabla 2.

*Tabla 2. Costos de inversión por cada alternativa propuesta a nivel nacional.*

Alternativa	Costo Inversión	Porcentaje	Viviendas
Interconexión al SIN	\$COP 5.2 billones	37 %	471.132
Microrredes /comunidades energéticas	\$COP 1.93 billones	14 %	118.940
Fotovoltaica aislada individual	\$COP 6.84 billones	49 %	228.047
<b>TOTAL</b>	<b>\$COP 13.96 billones</b>	<b>100 %</b>	<b>818.119</b>

Los costos de inversión para la universalización del servicio de energía eléctrica desagregada por departamentos se observan en las figuras que se presentaran a continuación, donde se pueden apreciar los municipios y departamentos que requieren de mayor inversión para lograr la universalización. En la Figura 3, se presenta la inversión total (\$COP 13.96 billones) necesaria por municipios, siendo los municipios de Uribía, Manaure y San Andrés de Tumaco quienes requieren mayores inversiones para soluciones aisladas. Por su parte, el municipio de Cali requiere una alta inversión, circunstancia atribuible a la cantidad de viviendas sin servicio identificadas, las cuales en su mayoría son interconectables al SIN.

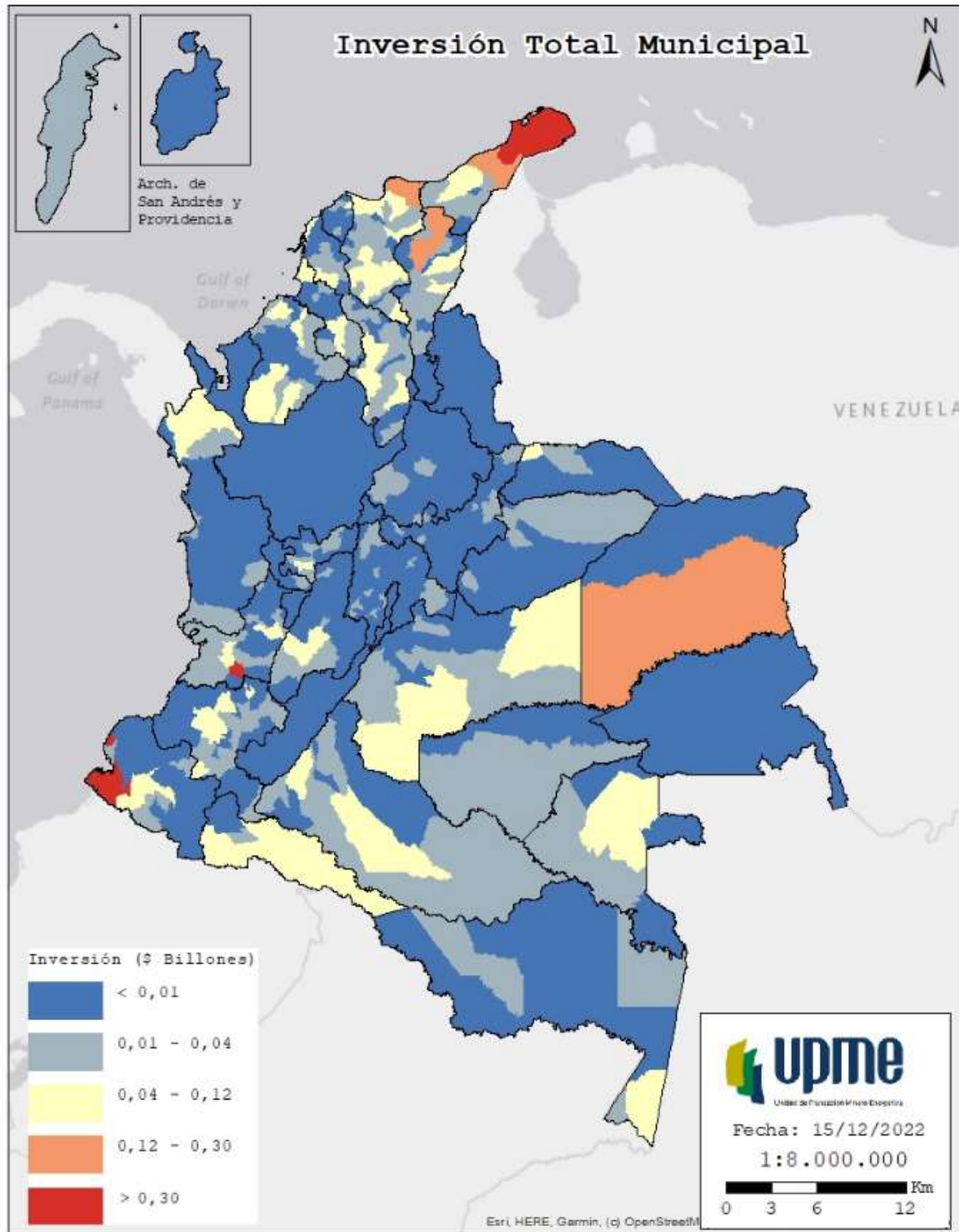


Figura 3. Inversión para la universalización del servicio de energía eléctrica a nivel municipal.

Los resultados de la inversión (\$COP 13.96 billones) agregados por departamento se representan en la Figura 4 y en Figura 5, donde se observa que varios de los departamentos de la Costa Atlántica son quienes más recursos requieren para lograr la universalización. En la Figura 6 se presenta la proporción de las VSS por cada alternativa, siendo los departamentos de la Costa Atlántica y de la región central donde se concentra la mayor parte de las soluciones de interconexión, coincidiendo con la ubicación de la infraestructura de distribución del sistema interconectado nacional. Para lograr la cobertura en los departamentos de la Costa Pacífica, Región Oriental y especialmente en La Guajira, las principales alternativas son soluciones aisladas (microrred / comunidad energética y soluciones individuales).

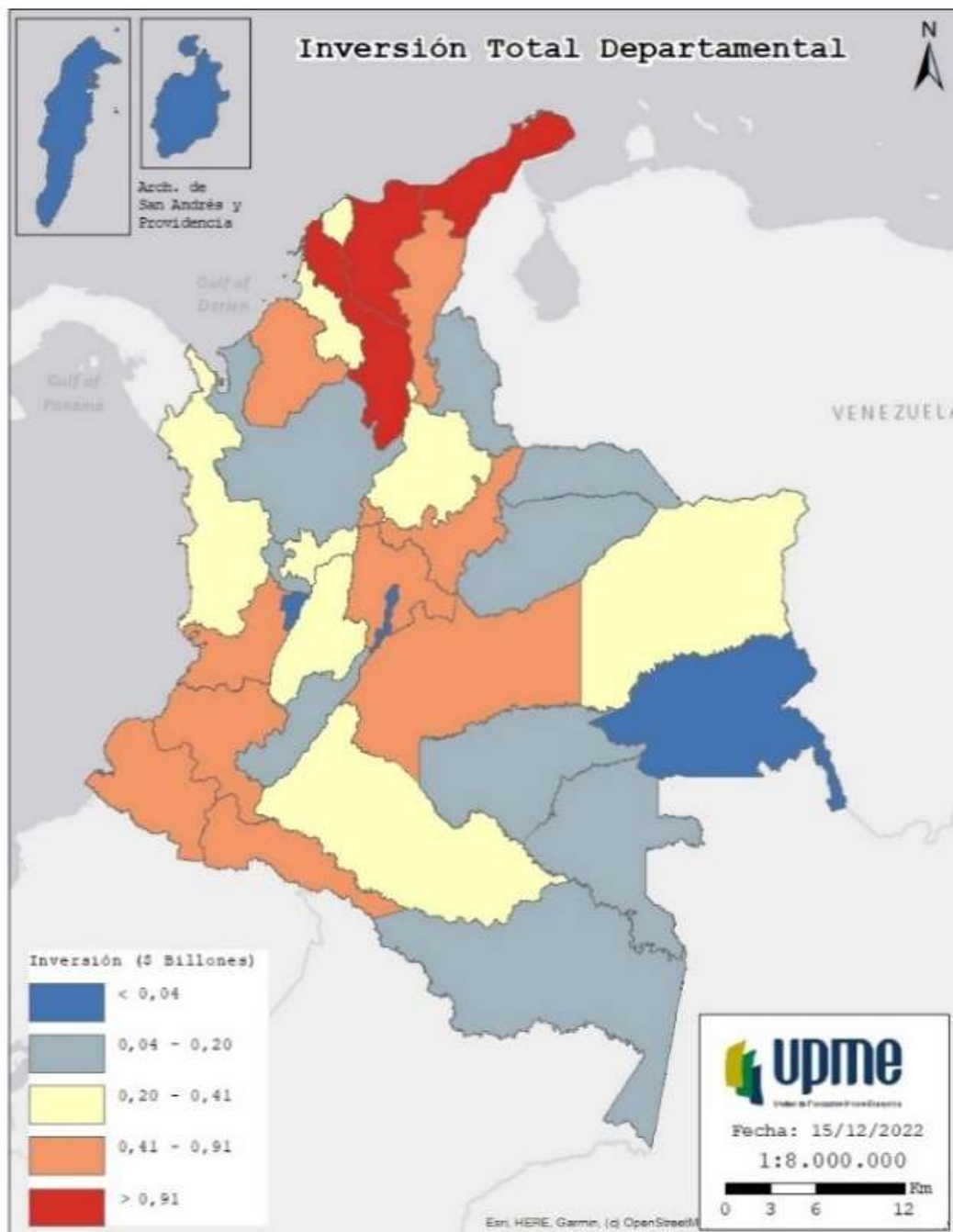


Figura 4. Inversión para la universalización del servicio de energía eléctrica a nivel departamental



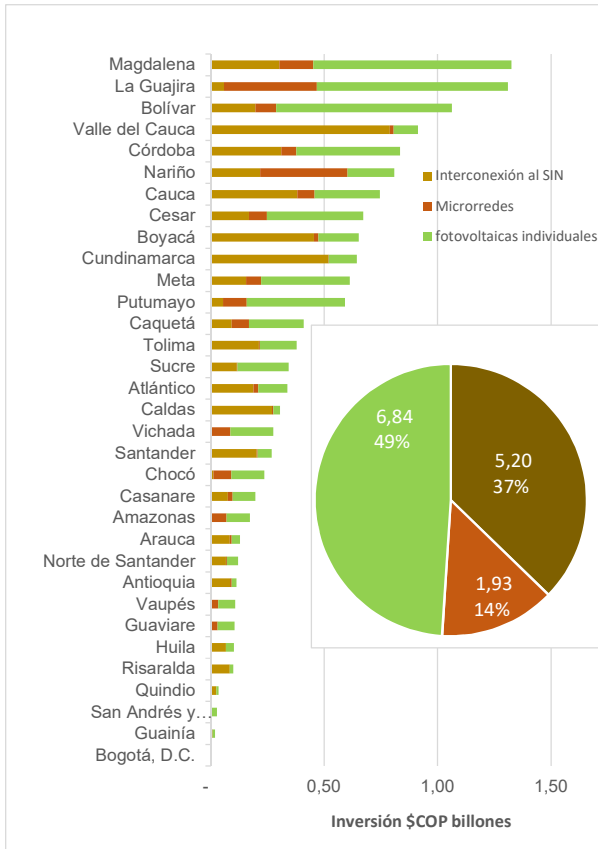


Figura 5. Inversión por departamentos para la universalización del servicio de energía eléctrica.

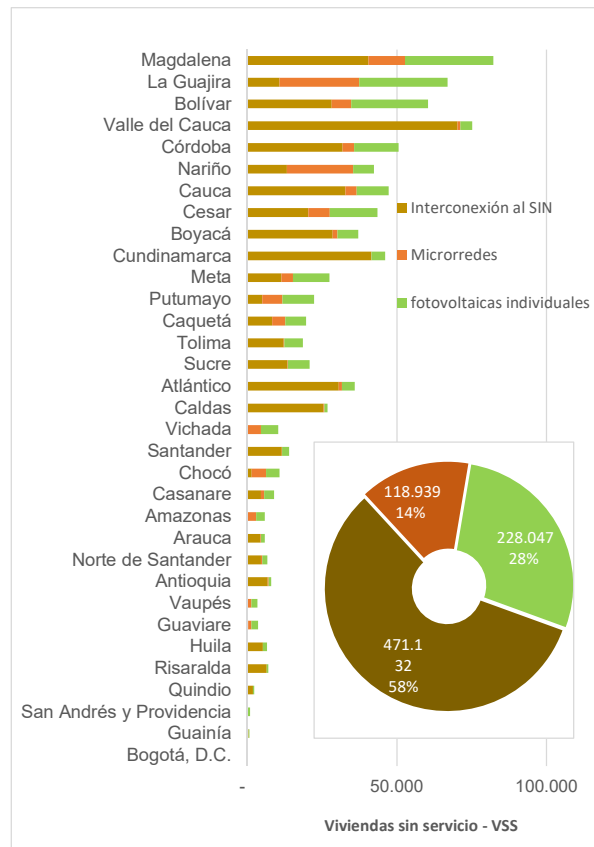


Figura 6. Viviendas sin servicio por departamentos para la universalización del servicio de energía eléctrica.

Las cifras municipales y departamentales mostradas en las anteriores figuras, pueden ser consultadas con más detalle en el anexo 1 del documento PIEC 2019-2023 que se encuentra en la sección de Cobertura de Energía Eléctrica del Sistema de Información Eléctrico Colombiano – SIEL que la UPME dispuso en la web, en el siguiente link: <https://www1.upme.gov.co/siel>.

Por otro lado, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los análisis realizados para el PIEC 2019-2023, se determina que, para lograr la universalización en Colombia, se requiere de un esfuerzo fiscal en subsidios al año, para las poblaciones conectadas con cada una de las alternativas propuestas, como se muestra en la Tabla 5.

*Tabla 3. Esfuerzo fiscal en subsidios al año para lograr la universalización en Colombia.*

Alternativa	Esfuerzo Fiscal Anual
Interconexión al SIN	\$COP 190 mil millones
Microrredes /comunidades energéticas	\$COP 201 mil millones
Fotovoltaica aislada individual	\$COP 741 mil millones
<b>TOTAL</b>	<b>\$COP 1.13 billones</b>

Finalmente, de acuerdo con los resultados a partir de la herramienta Sitios UPME<sup>2</sup>, se identifican espacialmente 486.637 VSS que se muestran en Tabla1, en los resultados del documento PIEC 2019-2023 se realizó un análisis de cercanía a la infraestructura eléctrica existente versus el análisis de instalar soluciones aisladas, a fin de determinar la alternativa viable que pueda atender tal demanda, identificando para cada punto georreferenciado la mejor solución. Los resultados por alternativa se presentan en las figuras mostradas a continuación.

<sup>2</sup> Página web desde la cual un usuario registrado puede incluir y actualizar información sobre las necesidades del servicio de energía eléctrica. Disponible en: <https://sig.upme.gov.co/SitiosUpme/>

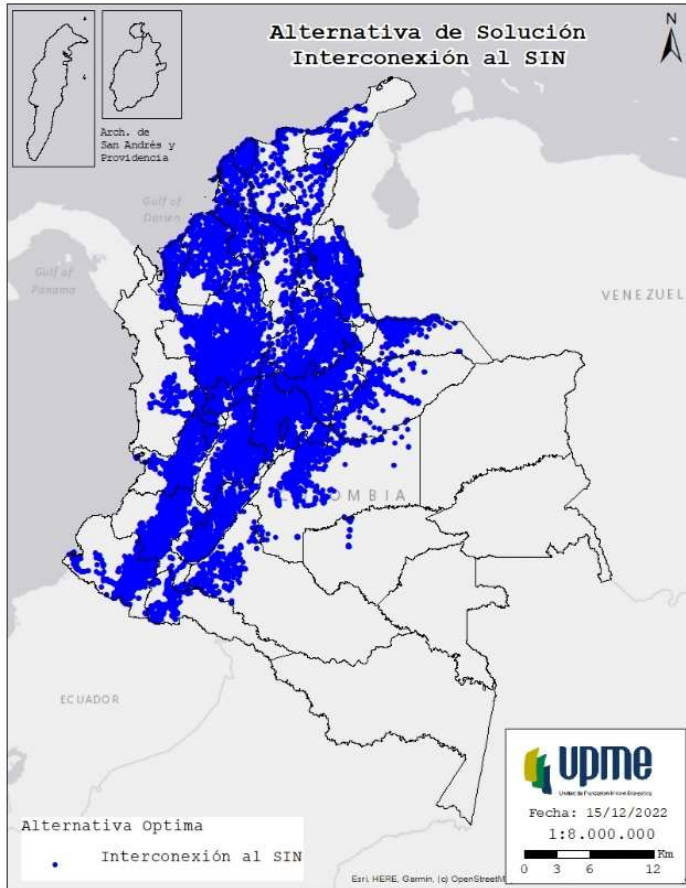


Figura 7. Sitios con expansión de SIN.

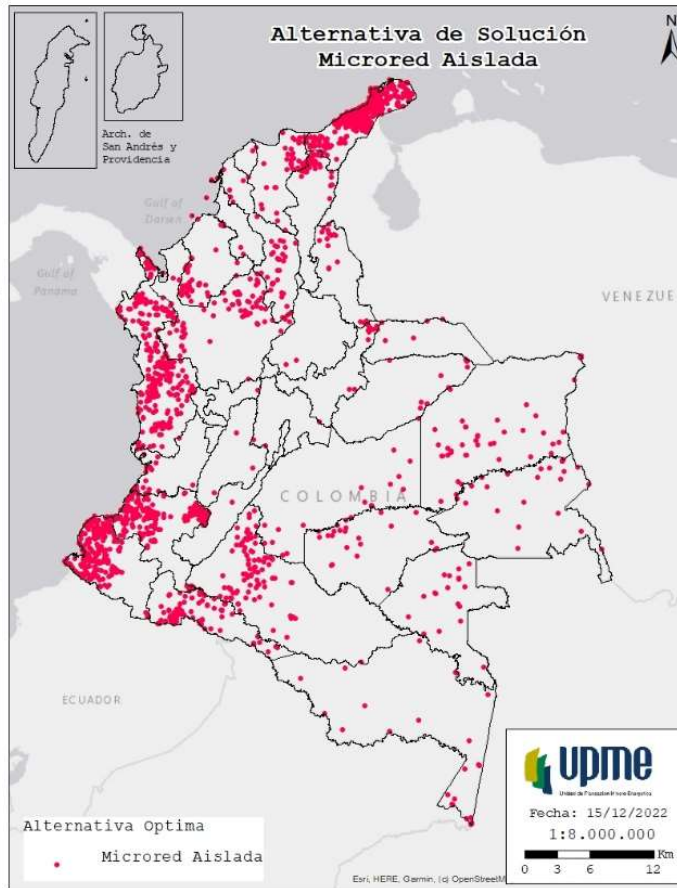


Figura 8. Sitios con soluciones de microrredes/comunidades energéticas

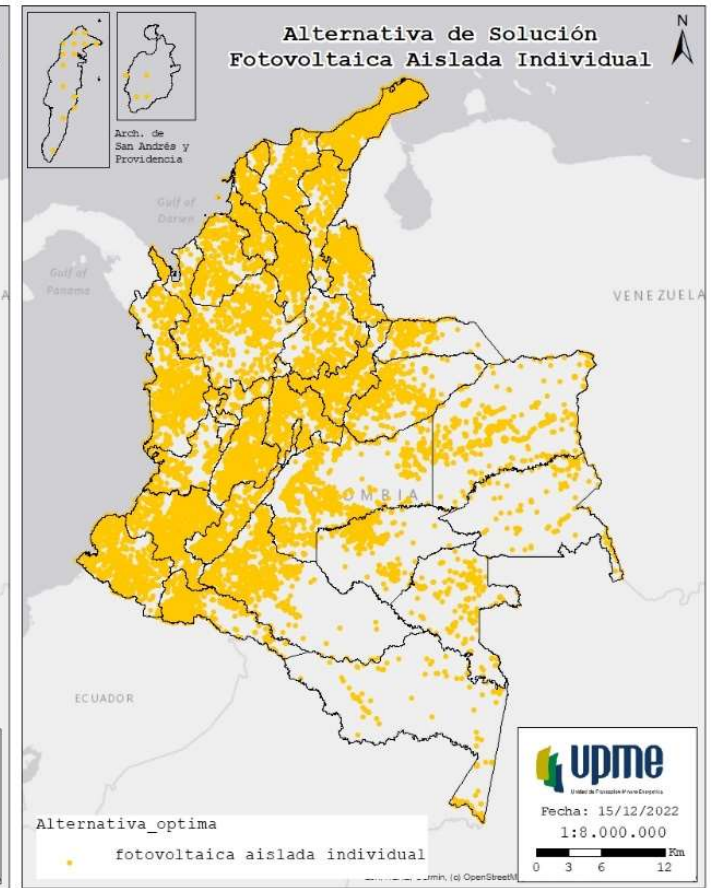


Figura 9. Sitios con soluciones fotovoltaicas aisladas individuales

## 3. Recomendaciones del PIEC 2019–2023

### Consideraciones para implementación del Plan

- Las necesidades energéticas reales de la población, teniendo en cuentas sus actividades culturales y productivas. Un ejemplo de esto es la implementación de soluciones para la cocción con electricidad o e-cooking; dependiendo de la dieta típica de la población, los consumos energéticos para este fin podrán ser más o menos intensivos. El potencial energético real de las distintas locaciones. Las soluciones fotovoltaicas no necesariamente son la mejor solución para todo el territorio nacional y tampoco la solución más aceptada por algunas comunidades. Resulta conveniente evaluar el potencial energético de cada locación para implementar, por ejemplo, soluciones basadas en PCH, biomasa, entre otras, que resulten en un mayor beneficio costo/para las poblaciones objetivo.
- Socialización del proyecto en sus distintas fases para su apropiación por parte de la comunidad. Es importante la transparencia del proyecto para la comunidad, con el fin de dar claridad sobre sus beneficios y costos, tanto presentes como futuros. De igual forma, tener en cuenta la diversidad social y de creencias, que puedan entrar en conflicto con el proyecto.
- Las condiciones socioeconómicas de la población que recibe el servicio. Si no se tiene en cuenta la capacidad de compra de electrodomésticos, la capacidad de pago del servicio o la posibilidad de asumir parcial o totalmente el costo de las instalaciones eléctricas internas, las soluciones implementadas podrían ser subutilizadas por la población o incluso desechadas.
- La capacitación de la población en el mantenimiento de las soluciones y la sostenibilidad del proyecto. Dadas las características propias de las ZNI, en donde resulta difícil la movilización de personal experto externo, así como la falta de expertos locales, es indispensable que personal de la comunidad esté en capacidad de resolver pequeños daños del sistema y de efectuar su mantenimiento programado. Esto debe estar articulado con la puesta en sitio de insumos mínimos para la que la comunidad tenga la capacidad de atender eventualidades de forma local, en el menor tiempo posible (ej. fusibles, baterías, conectores, etc.).

- Las tres dimensiones del desarrollo sostenible son: inclusión social, desarrollo económico y protección ambiental; las cuales se pueden lograr a través de mecanismos de planeación que permitan el suministro de energía eléctrica en las zonas no interconectadas y de esta manera aumentar el desarrollo económico y social de las regiones. Por este motivo, es importante enfatizar en el ámbito social durante la implementación de las alternativas de solución, buscando priorizar las necesidades de las comunidades. Un ejemplo de esto, es la implementación de comunidades energéticas que permitan el desarrollo sostenible de las regiones mediante potenciación de sus capacidades productivas sin afectar su tradición social, económica y cultural.

## **Mejora de la información base para la elaboración del PIEC**

- Como se expuso en las limitaciones, muchas de ellas se relacionan con el acceso a la información base o la calidad de esta, por lo que se requiere una gran colaboración entre las entidades que originan o producen la información necesaria para la actualización del PIEC. Es necesario garantizar que la información recolectada y suministrada a la UPME cumpla con unos estándares de calidad de la información mediante una metodología unificada para todas las partes, sin importar la procedencia de la información. Para esto se recomienda que el MME y la CREG, mediante los decretos y resoluciones aplicables, establezcan los lineamientos dirigidos a las empresas y demás entidades de entregar tal información de manera oportuna, completa y precisa y establecer el control y las sanciones a lugar.
- Por otro lado, se debe trabajar más en la ampliación de la información relacionada con el potencial energético del país, para la implementación de alternativas de generación distribuida basadas en tecnologías como biomasa y PCH, y la actualización de potenciales solar y eólico para consolidar escenarios de alternativas de soluciones energéticas. Ampliando con ello, el espectro comparativo entre tecnologías y sus costos asociados teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos energéticos en cada zona de estudio.