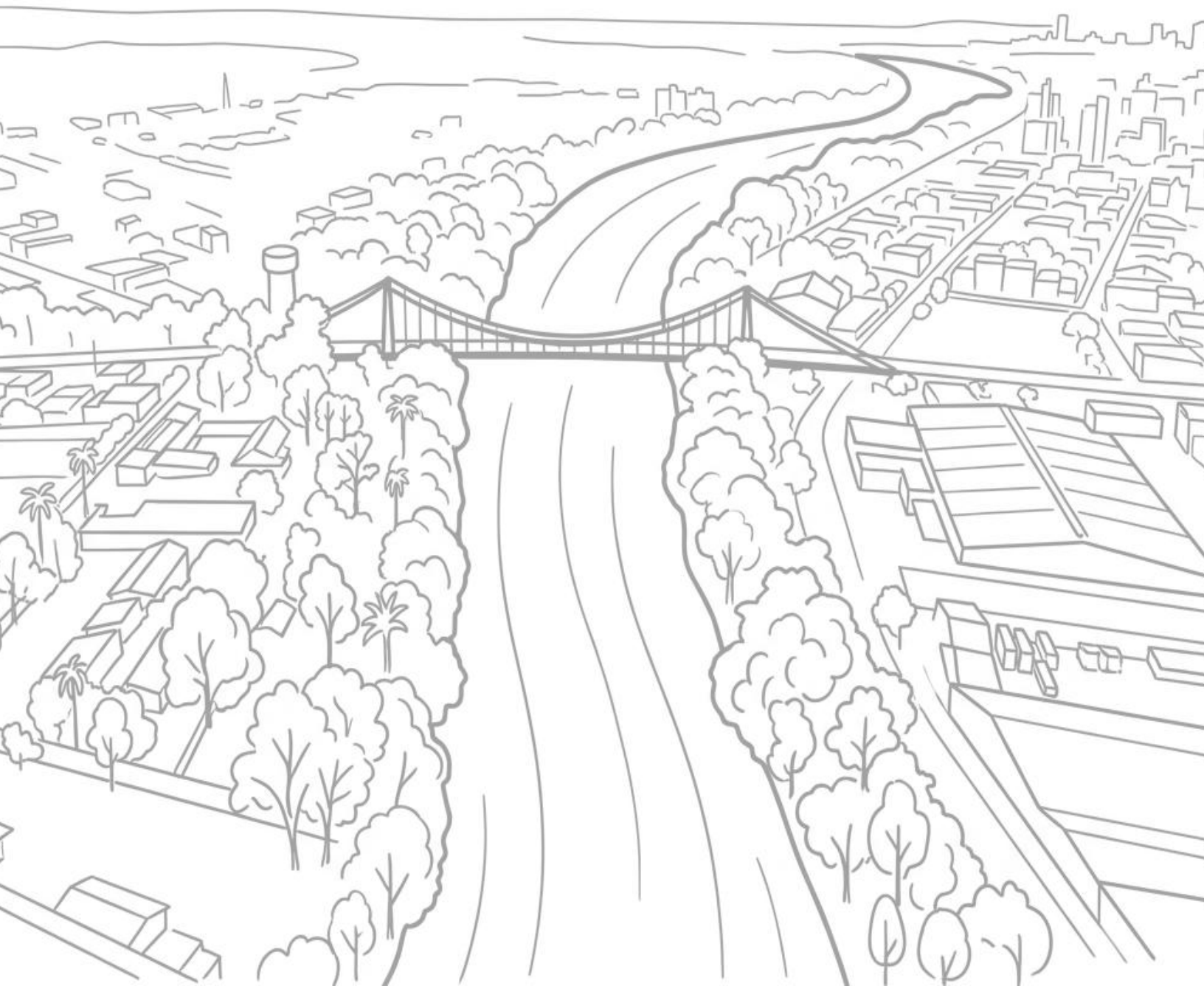


“La Perla” de Colombia Solar

*“Diagnóstico histórico, técnico y socioeconómico del sistema eléctrico del
Departamento de Córdoba”*



“La Perla de Colombia Solar”

Diagnóstico histórico, técnico y
socioeconómico del sistema eléctrico del
Departamento de Córdoba

Junio, 2026



Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República de Colombia

Francia Elena Márquez Mina
Vicepresidenta de la República

Edwin Palma Egea
Ministro de Minas y Energía

Víctor José Paternina Novoa
Viceministro de Energía

Diego Fernando Román Dueñas
Director de Energía Eléctrica

Jorge Andrés Cristancho Gómez
Coordinador

Paula Andrea Martínez Parra
Apoyo a la Supervisión

Francisco José Cavanzo García
Líder del Componente Metodológico

Equipo del Componente Metodológico

Olga Lucía Llanos Orozco

Melisa Bernarda Mejía Sierra

Ronald Emiro Quintero Gómez

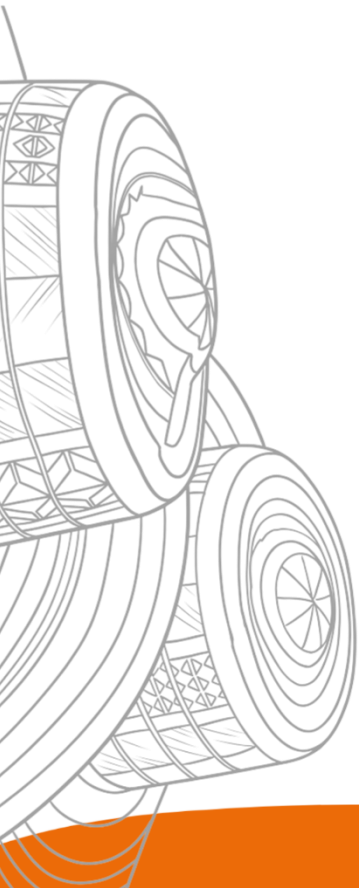
Walter José Mejía Valeta

Juan Manuel Arana Aguas

Jennifer Paola Gómez Gómez

Diagramación

Maira Zilena Tunjano Velásquez



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	8
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Justificación del diagnóstico	12
1.2. Alcance y metodología.....	15
1.3 Diagnóstico general del Departamento de Córdoba	18
2. CONFIGURACIÓN HISTÓRICA DEL DEPARTAMENTO.....	23
2.1. Antecedentes territoriales relevantes	23
2.2. Ruralidad, dispersión poblacional y desigualdad territorial.....	24
2.3. Vulnerabilidad ambiental e implicaciones para la infraestructura eléctrica	25
2.4. Implicaciones para la planificación energética y Colombia Solar	26
3. HISTORIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO	29
3.1. Primeras iniciativas de electrificación y modernización regional.....	29
3.2. Consolidación del sistema eléctrico regional y expansión de infraestructura	32
3.3. Hidroeléctricas y transformación energética del territorio	34
3.4. Reformas estructurales y transformación institucional del sector eléctrico	36
3.5. Desigualdad territorial, pobreza energética y conflictos sociales	38
3.6. Crisis de Electricaribe y crisis de legitimidad institucional	41
4. ACTUALIDAD SOCIOECONÓMICA	46
4.1 Ambiental	46
4.2 Conflicto Armado.....	50
4.3 Economía	53
4.4 Educación.....	57
4.5 Servicios Públicos	60
4.6 Problemáticas de la Energía.....	63
4.7 Síntesis	67
5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	71
5.1. Estado Actual de la Infraestructura	71
5.2 Capacidad Instalada y Generación Eléctrica	76

5.3 Redes de Transmisión y Distribución	78
5.4 Indicadores de Eficiencia y Sostenibilidad	80
5.5. Problemáticas técnicas relevantes	88
5.6. Perspectivas de transición energética	89
6. FONDO DE SOLIDARIDAD PARA SUBSIDIOS Y REDISTRIBUCIÓN DE INGRESOS	
93	
7. IMPLEMENTACIÓN Y FOCALIZACIÓN TERRITORIAL DEL PROGRAMA	
COLOMBIA SOLAR EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	103
7.1. Focalización, contexto territorial y energético del departamento de Córdoba.....	105
7.1.1 Objeto del apartado	105
7.1.2 Condiciones climáticas y potencial solar	105
7.1.3 Caracterización de la demanda residencial	106
7.1.4 Pobreza monetaria y pobreza energética multidimensional	106
7.1.5 Costos del servicio y carga tarifaria.....	107
7.2. Justificación de la focalización departamental	107
7.2.1 Variables determinantes	107
7.2.2 Variables de focalización aplicadas	108
7.3. Metodología de construcción de la selección muestral.....	108
7.3.1 Integración y depuración de bases de datos.....	108
7.3.2 Fórmula de priorización aplicada.....	108
7.3.3 Criterios complementarios de selección y priorización	109
7.3.4 Construcción de la muestra y universo de intervención.....	109
7.4. Distribución territorial de los usuarios beneficiarios	110
7.4.1 Priorización municipal por score (30 municipios)	110
7.4.2 Concentración geográfica y subregiones.....	111
7.5. Etapa de priorización operativa.....	113
7.6. Proyección energética del programa en el departamento	113
7.6.1 Capacidad instalada proyectada	113
7.6.2 Impacto sobre el consumo residencial.....	114
7.7. Resultados esperados — síntesis	114

CONCLUSIONES	116
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	120
ANEXO. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS	122

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento desarrolla un diagnóstico histórico, técnico y socioeconómico del sistema eléctrico del departamento de Córdoba, como insumo para la planificación energética del Ministerio de Minas y Energía y para la orientación territorial del Programa Colombia Solar. Su propósito central es comprender las condiciones estructurales que han configurado el acceso, la calidad, la continuidad, la asequibilidad y la sostenibilidad del servicio de energía eléctrica en el departamento, con énfasis en las brechas urbano-rurales, la pobreza energética y las oportunidades asociadas a la transición energética justa.

El análisis parte de una lectura integral del territorio cordobés, reconociendo que los desafíos energéticos actuales no pueden explicarse únicamente desde la infraestructura eléctrica existente, sino también desde procesos históricos de ocupación territorial, concentración productiva, ruralidad dispersa, vulnerabilidad ambiental, desigualdad social y limitada capacidad institucional en algunas zonas del departamento. Córdoba es un territorio estratégico del Caribe colombiano, con una importante diversidad geográfica, ambiental, económica y cultural; sin embargo, sus condiciones de desarrollo han estado marcadas por diferencias significativas entre las cabeceras urbanas, los corredores productivos y las comunidades rurales más apartadas.

Desde la perspectiva histórica, el documento evidencia que la configuración territorial de Córdoba ha incidido directamente en la forma como se ha expandido el sistema eléctrico. La presencia de extensas zonas rurales, áreas inundables, municipios con alta dispersión poblacional y territorios con dificultades de conectividad ha incrementado los costos de expansión, operación y mantenimiento de las redes convencionales. En consecuencia, aunque el departamento ha presentado avances en materia de acceso al servicio eléctrico, persisten brechas relevantes asociadas a la calidad del suministro, la estabilidad de las redes, la capacidad de pago de los hogares y la sostenibilidad financiera del modelo de prestación.

El diagnóstico técnico permite identificar que el sistema eléctrico departamental enfrenta retos relacionados con la continuidad del servicio, las pérdidas técnicas y no técnicas, la modernización de la infraestructura, la vulnerabilidad de las redes frente a eventos climáticos y la necesidad de fortalecer esquemas de generación distribuida. Estas problemáticas afectan de manera diferenciada a los hogares de

menores ingresos, especialmente en zonas rurales y periurbanas, donde la energía no solo representa un servicio público esencial, sino una condición habilitante para la educación, la productividad, la conectividad, la salud, la seguridad alimentaria y el bienestar doméstico.

En este contexto, la pobreza energética se convierte en una categoría central para comprender la situación del departamento. Esta no se expresa únicamente en la ausencia de conexión eléctrica, sino también en la baja calidad del servicio, las interrupciones frecuentes, los altos costos relativos de la tarifa, la limitada capacidad de pago de los hogares y la imposibilidad de acceder a tecnologías energéticas adecuadas. Por ello, el diagnóstico plantea que la cobertura eléctrica debe analizarse de manera complementaria con indicadores de calidad, continuidad, asequibilidad, seguridad y suficiencia energética.

El documento también analiza el papel del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos —FSSRI— dentro del esquema de financiación del servicio eléctrico. Si bien este mecanismo ha permitido reducir barreras económicas para los hogares de menores ingresos, también presenta limitaciones estructurales asociadas al crecimiento de los subsidios, la presión fiscal sobre el Estado y la persistencia de territorios con alta dependencia de usuarios subsidiados. En departamentos como Córdoba, donde existe una importante proporción de hogares pertenecientes a estratos 1, 2 y 3, la sostenibilidad del esquema tradicional exige avanzar hacia alternativas que reduzcan progresivamente la dependencia del subsidio recurrente y generen capacidades energéticas locales.

Bajo este panorama, el Programa Colombia Solar se presenta como una oportunidad estratégica para transformar parte del esfuerzo fiscal destinado al subsidio eléctrico en soluciones de autogeneración solar para hogares vulnerables. Esta orientación permite articular la reducción de pobreza energética, la sostenibilidad fiscal, la democratización del acceso a tecnologías limpias y el fortalecimiento de la autonomía energética de los usuarios. En el caso de Córdoba, la alta concentración de usuarios potenciales en estratos subsidiados, las condiciones favorables de radiación solar y las brechas persistentes en calidad y asequibilidad del servicio hacen pertinente la focalización del programa.

El universo de usuarios elegibles identificado en el documento permite dimensionar la magnitud de la intervención. La mayor proporción corresponde a hogares de estrato 1, seguidos por usuarios de estrato 2 y, en menor medida, estrato 3. Además, el consumo promedio mensual reportado se encuentra por debajo del consumo básico de subsistencia para zonas con altitud inferior a 1.000 metros, lo

que indica que una solución solar residencial correctamente dimensionada podría cubrir una parte significativa del consumo básico de los hogares beneficiarios. Esta condición fortalece la viabilidad social, técnica y económica del programa, especialmente si se combina con criterios de eficiencia energética, medición adecuada, mantenimiento preventivo y acompañamiento comunitario.

A partir del análisis desarrollado, se concluye que Córdoba requiere una estrategia energética integral que combine la modernización de redes, el fortalecimiento institucional, la gestión de pérdidas, la mejora en la calidad del servicio, la incorporación de soluciones solares distribuidas y la priorización de hogares con mayores niveles de vulnerabilidad. La transición energética justa en el departamento no debe entenderse únicamente como el reemplazo de fuentes convencionales por energías renovables, sino como un proceso de transformación territorial orientado a cerrar brechas históricas, reducir la pobreza energética y garantizar que los beneficios de la transición lleguen efectivamente a las comunidades más vulnerables.

En consecuencia, el documento recomienda avanzar hacia una implementación gradual y focalizada del Programa Colombia Solar en Córdoba, priorizando municipios y comunidades con mayores niveles de pobreza energética, alta participación de usuarios subsidiados, condiciones favorables de recurso solar y viabilidad técnica para la instalación de sistemas fotovoltaicos. Asimismo, se sugiere fortalecer los mecanismos de seguimiento mediante indicadores de impacto social, energético, económico y fiscal, tales como reducción promedio de la factura, energía generada, disminución de subsidios, hogares beneficiados, mejora en la continuidad del servicio y satisfacción de los usuarios.

Este diagnóstico constituye, por tanto, una herramienta de apoyo para la toma de decisiones públicas. Su valor radica en ofrecer una lectura territorial del sistema eléctrico cordobés y en proponer una ruta de acción que articule planeación energética, justicia social, sostenibilidad fiscal y transición energética. Córdoba cuenta con condiciones estratégicas para avanzar hacia un modelo energético más equitativo, resiliente y sostenible; sin embargo, ello requiere intervenciones coordinadas entre el Gobierno nacional, las autoridades territoriales, los operadores de red, las comunidades beneficiarias y los actores institucionales vinculados al sector energético.

1. INTRODUCCIÓN

El departamento de Córdoba constituye un territorio estratégico para la planificación energética del Caribe colombiano, no solo por su ubicación geográfica y sus condiciones de radiación solar, sino también por las brechas persistentes que presenta en materia de acceso, calidad, continuidad, asequibilidad y sostenibilidad del servicio de energía eléctrica. Si bien el departamento ha avanzado en la consolidación de su infraestructura eléctrica urbana, aún enfrenta retos significativos en las zonas rurales y dispersas, donde las condiciones geográficas, socioeconómicas e institucionales inciden directamente en la prestación eficiente del servicio.

El presente diagnóstico tiene como propósito analizar las condiciones históricas, técnicas y socioeconómicas que configuran el sistema eléctrico del departamento de Córdoba, con el fin de aportar insumos para la implementación territorial del Programa Colombia Solar. En este sentido, el documento no se limita a una revisión descriptiva del sistema eléctrico, sino que busca identificar las brechas que justifican una intervención pública orientada a la reducción de la pobreza energética, la optimización del esquema de subsidios y la incorporación de soluciones solares fotovoltaicas para hogares de estratos 1, 2 y 3.

De acuerdo con la información oficial de la Unidad de Planeación Minero-Energética —UPME—, Colombia registró para 2024 un Índice de Cobertura de Energía Eléctrica —ICEE— total de 93,1%, con una cobertura urbana de 98,7% y una cobertura rural de 75,9%. En el caso de Córdoba, el ICEE total se ubicó en 86,5%, con una cobertura urbana de 100% y una cobertura rural de 45,78%. Estos datos evidencian que el principal desafío departamental no se encuentra en las cabeceras municipales, sino en la ruralidad, donde persisten limitaciones de acceso, dispersión poblacional, altos costos de expansión de redes y mayores dificultades para garantizar continuidad y calidad del servicio.

Por esta razón, el análisis de la cobertura eléctrica en Córdoba debe realizarse con una lectura diferencial. Una cobertura urbana consolidada no implica necesariamente la superación de las brechas energéticas departamentales. La existencia de zonas rurales con baja cobertura, interrupciones frecuentes, inestabilidad del suministro, pérdidas técnicas y no técnicas, altos costos relativos del servicio y limitada capacidad de pago de los hogares permite identificar escenarios de pobreza energética que requieren respuestas integrales, técnica y financieramente sostenibles.

En este contexto, el Programa Colombia Solar representa una oportunidad para transformar parte del esquema tradicional de subsidios al consumo eléctrico en infraestructura de autogeneración solar, con beneficios directos para los hogares vulnerables y para la sostenibilidad fiscal del sector. Su implementación en Córdoba debe articularse con el análisis del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos —FSSRI—, la identificación de usuarios elegibles, la caracterización de estratos subsidiados, el consumo promedio de los hogares, la disponibilidad del recurso solar y las condiciones técnicas de conexión a la red.

El diagnóstico también reconoce que la transición energética justa no puede entenderse únicamente como la incorporación de nuevas tecnologías de generación. En territorios como Córdoba, esta transición debe contribuir a cerrar brechas históricas de acceso, mejorar la calidad del servicio, reducir la presión sobre los subsidios recurrentes, fortalecer la resiliencia energética y garantizar que los beneficios de las energías renovables lleguen efectivamente a los hogares con mayores niveles de vulnerabilidad social y energética.

Para ello, el documento desarrolla una lectura integral del departamento, articulando variables territoriales, socioeconómicas, técnicas, fiscales y energéticas. El componente histórico se aborda de manera sintética, únicamente como contexto para comprender la configuración de las brechas actuales. El énfasis principal se orienta hacia los indicadores de cobertura, calidad, continuidad, pérdidas, usuarios subsidiados, usuarios elegibles, potencial solar, impacto sobre el FSSRI y criterios de priorización municipal para la implementación de Colombia Solar.

En consecuencia, este diagnóstico se concibe como una herramienta técnica de apoyo a la toma de decisiones públicas. Su finalidad es aportar elementos que permitan orientar la focalización territorial del programa, identificar municipios y usuarios prioritarios, estimar beneficios energéticos y fiscales, y proponer lineamientos para una implementación gradual, verificable y coherente con los objetivos de la transición energética justa en Colombia.

1.1. Justificación del diagnóstico

La elaboración del presente diagnóstico se justifica en la necesidad de contar con un insumo técnico, territorial y socioeconómico que oriente la implementación del Programa Colombia Solar en el departamento de Córdoba, bajo criterios de

focalización eficiente, sostenibilidad fiscal, reducción de brechas energéticas y aprovechamiento del recurso solar disponible. En este sentido, el diagnóstico no se limita a describir las condiciones generales del departamento, sino que busca identificar los factores que inciden directamente en la viabilidad, priorización e impacto de las soluciones solares fotovoltaicas dirigidas a usuarios residenciales de estratos 1, 2 y 3.

Córdoba presenta una situación energética que exige una lectura diferenciada. Aunque las cabeceras municipales muestran avances importantes en acceso al servicio eléctrico, las zonas rurales y dispersas continúan enfrentando rezagos significativos. De acuerdo con la información oficial de la Unidad de Planeación Minero-Energética —UPME—, para 2024 el departamento registró un Índice de Cobertura de Energía Eléctrica —ICEE— total de 86,5%, con cobertura urbana de 100% y cobertura rural de 45,78%. Esta condición contrasta con el promedio nacional, que para el mismo periodo se ubicó en 93,1% de cobertura total, 98,7% urbana y 75,9% rural. Por tanto, el principal desafío de Córdoba no corresponde a la cobertura urbana, sino a la persistencia de una brecha rural que limita el acceso equitativo y suficiente al servicio eléctrico.

Esta brecha rural tiene implicaciones técnicas, sociales y fiscales. Desde el punto de vista técnico, la dispersión poblacional, las condiciones geográficas, la vulnerabilidad frente a eventos climáticos, la distancia entre usuarios y la complejidad de extender redes convencionales incrementan los costos de expansión, operación y mantenimiento del sistema eléctrico. Desde el punto de vista social, la baja cobertura rural, la inestabilidad del suministro, la limitada capacidad de pago de los hogares y las dificultades para acceder a tecnologías energéticas adecuadas configuran escenarios de pobreza energética. Desde el punto de vista fiscal, la alta concentración de usuarios subsidiados presiona el esquema tradicional de subsidios y exige alternativas que permitan transformar progresivamente el gasto recurrente en soluciones estructurales y sostenibles.

En este contexto, el Programa Colombia Solar adquiere una relevancia estratégica para el departamento. Su orientación hacia la autogeneración solar residencial permite avanzar en la sustitución parcial del subsidio eléctrico tradicional por infraestructura fotovoltaica instalada en los hogares beneficiarios. Esta transformación puede contribuir a reducir el valor de la factura de energía, mejorar la autonomía energética de los usuarios, disminuir la presión sobre el Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos —FSSRI— y fortalecer la sostenibilidad del modelo de atención a hogares vulnerables.

La pertinencia del programa en Córdoba se sustenta en la convergencia de varios factores. En primer lugar, el departamento cuenta con condiciones favorables para el aprovechamiento de energía solar, las cuales deben ser verificadas y soportadas mediante fuentes oficiales como la UPME, el IDEAM y el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. En segundo lugar, existe una proporción significativa de hogares pertenecientes a estratos subsidiados, especialmente en municipios rurales y periurbanos. En tercer lugar, las condiciones de pobreza, informalidad laboral, ruralidad dispersa y vulnerabilidad socioeconómica hacen que la reducción del costo de la energía pueda tener efectos directos sobre el bienestar de los hogares beneficiarios.

Por esta razón, el diagnóstico resulta necesario para establecer una base objetiva de priorización municipal. La implementación de Colombia Solar no debe responder únicamente a criterios generales de disponibilidad solar o número de usuarios, sino a una combinación de variables técnicas, sociales, económicas y fiscales. Entre ellas se destacan el ICEE total, urbano y rural; la concentración de usuarios de estratos 1, 2 y 3; el consumo promedio mensual; el Costo Unitario del servicio; los indicadores de calidad y continuidad; las pérdidas técnicas y no técnicas; la disponibilidad del recurso solar; la capacidad de conexión al Sistema Interconectado Nacional; las condiciones prediales y la accesibilidad operativa.

Asimismo, el diagnóstico permite identificar los municipios donde la intervención puede generar mayor impacto social y fiscal. En territorios con alta participación de usuarios subsidiados, baja cobertura rural, dificultades de continuidad del servicio y condiciones favorables para generación fotovoltaica, Colombia Solar puede convertirse en una herramienta para reducir pobreza energética, mejorar asequibilidad, estabilizar parte del consumo básico de los hogares y disminuir gradualmente la dependencia de subsidios recurrentes. De esta manera, el programa no debe entenderse como una acción aislada de instalación de paneles solares, sino como una estrategia de política pública orientada a articular transición energética, equidad social y eficiencia en el uso de recursos públicos.

El diagnóstico también se justifica por la necesidad de fortalecer la coherencia entre la planeación energética nacional y las particularidades territoriales de Córdoba. La transición energética justa requiere reconocer que no todos los territorios enfrentan las mismas barreras ni cuentan con las mismas capacidades técnicas, institucionales y sociales. En el caso cordobés, las diferencias entre zonas urbanas, rurales, costeras, ribereñas y de difícil acceso hacen indispensable una implementación gradual, focalizada y verificable, que incorpore criterios de calidad

técnica, sostenibilidad operativa, mantenimiento, seguimiento y participación comunitaria.

En consecuencia, este diagnóstico constituye una herramienta de apoyo para la toma de decisiones del sector minero-energético. Su valor radica en permitir la identificación de brechas, usuarios potenciales, zonas prioritarias, riesgos técnicos, oportunidades fiscales e impactos esperados asociados a la implementación de Colombia Solar. Con ello, se busca contribuir a una intervención pública más eficiente, transparente y territorialmente pertinente, orientada a reducir la pobreza energética, mejorar la asequibilidad del servicio y avanzar hacia un modelo energético más sostenible e incluyente en el departamento de Córdoba.

1.2. Alcance y metodología

El presente diagnóstico tiene un alcance departamental y se orienta al análisis de las condiciones territoriales, socioeconómicas, técnicas, fiscales y energéticas que inciden en la implementación del Programa Colombia Solar en el departamento de Córdoba. Su propósito es ofrecer una base de información que permita identificar brechas, oportunidades, riesgos y criterios de priorización para la incorporación de soluciones solares fotovoltaicas dirigidas a usuarios residenciales de estratos 1, 2 y 3.

Desde el punto de vista territorial, el diagnóstico comprende el análisis del departamento de Córdoba y sus municipios, con especial atención en las diferencias entre cabeceras urbanas, centros poblados y zonas rurales dispersas. Esta aproximación permite reconocer que los desafíos energéticos no se distribuyen de manera homogénea en el territorio y que las condiciones de cobertura, calidad, continuidad, asequibilidad y acceso al servicio eléctrico varían según la localización, la densidad poblacional, la infraestructura disponible y las características socioeconómicas de los hogares.

El alcance temático del documento se concentra en cinco dimensiones principales. La primera corresponde al contexto territorial y socioeconómico del departamento, abordado de manera sintética para explicar las condiciones que inciden en la demanda energética, la capacidad de pago de los hogares y la vulnerabilidad social. La segunda dimensión corresponde al diagnóstico técnico del sistema eléctrico, con énfasis en cobertura, continuidad, calidad del servicio, pérdidas técnicas y no

técnicas, infraestructura disponible y restricciones operativas. La tercera dimensión se relaciona con el análisis del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos —FSSRI— y su vínculo con los usuarios subsidiados del departamento. La cuarta dimensión aborda el potencial de aprovechamiento solar, con base en fuentes oficiales especializadas. La quinta dimensión se orienta a la identificación de usuarios elegibles, criterios de focalización y priorización municipal para la implementación de Colombia Solar.

Metodológicamente, el diagnóstico se fundamenta en la revisión, depuración y análisis de fuentes secundarias oficiales, institucionales y técnicas. Para el componente de cobertura eléctrica se emplea información de la Unidad de Planeación Minero-Energética —UPME—, especialmente el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica —ICEE—. Para el análisis socioeconómico se consideran fuentes del Departamento Administrativo Nacional de Estadística —DANE—, relacionadas con población, pobreza, ruralidad, condiciones de vida y características de los hogares. Para los indicadores de calidad del servicio, continuidad, interrupciones, quejas, pérdidas y prestación del servicio se toman como referencia reportes de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el Sistema Único de Información —SUI— y demás fuentes sectoriales disponibles.

En cuanto al recurso solar, la metodología considera únicamente fuentes técnicas especializadas, tales como la UPME, el IDEAM y el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. En consecuencia, los datos de radiación solar, irradiación y Horas Solares Pico —HSP— deben ser verificados con dichas fuentes y no atribuirse a entidades cuya competencia principal corresponde a estadísticas demográficas o socioeconómicas. Este criterio busca garantizar la trazabilidad técnica de la información y evitar inconsistencias en la formulación del diagnóstico.

El análisis se desarrolla mediante una aproximación comparativa y territorial. En primer lugar, se contrastan los indicadores departamentales de Córdoba con los promedios nacionales, especialmente en materia de cobertura total, urbana y rural. En segundo lugar, se identifican brechas internas entre municipios y subregiones, considerando variables como ruralidad, pobreza, concentración de usuarios subsidiados, calidad del servicio, consumo promedio, costo unitario, pérdidas y disponibilidad del recurso solar. En tercer lugar, se relacionan estas variables con la viabilidad de implementar soluciones fotovoltaicas residenciales en el marco de Colombia Solar.

Para efectos de priorización municipal, la metodología propone integrar variables técnicas, sociales, fiscales y energéticas. Entre los criterios sugeridos se incluyen:

ICEE total, urbano y rural; número de usuarios potencialmente elegibles en estratos 1, 2 y 3; consumo promedio mensual; nivel de subsidio aplicado; presión sobre el FSSRI; indicadores de continuidad y calidad del servicio; pérdidas técnicas y no técnicas; disponibilidad del recurso solar; condiciones de conexión; accesibilidad operativa; y existencia de comunidades rurales o zonas con mayores niveles de vulnerabilidad energética.

El diagnóstico también incorpora una lectura fiscal del problema energético, orientada a identificar la relación entre subsidios eléctricos, usuarios vulnerables y posibilidades de autogeneración solar. Esta dimensión resulta fundamental para evaluar cómo Colombia Solar puede transformar parte del subsidio recurrente al consumo en infraestructura fotovoltaica instalada en los hogares, generando beneficios sobre la factura del usuario, la sostenibilidad del FSSRI y la eficiencia del gasto público.

El componente histórico del documento se aborda únicamente como contexto explicativo de las brechas actuales. Su función metodológica no es desarrollar una reconstrucción extensa de la historia departamental, sino aportar elementos que permitan comprender por qué determinadas condiciones territoriales, como la ruralidad dispersa, la concentración de infraestructura, la vulnerabilidad ambiental y las desigualdades urbano-rurales, inciden en la prestación del servicio eléctrico y en la necesidad de soluciones energéticas diferenciadas.

Finalmente, el diagnóstico reconoce algunas limitaciones propias del uso de fuentes secundarias, tales como diferencias en años de corte, disponibilidad de información municipal, actualización de bases de datos y variación metodológica entre entidades. Por ello, se recomienda que toda cifra incorporada en la versión final del documento cuente con fuente oficial, año de referencia y trazabilidad institucional. Asimismo, se sugiere complementar el análisis con validaciones técnicas posteriores, especialmente en relación con condiciones de instalación, estado de cubiertas, conexión eléctrica, medidores, capacidad de red, operación y mantenimiento de los sistemas solares.

En suma, la metodología adoptada permite construir un diagnóstico orientado a la toma de decisiones públicas, con énfasis en la identificación de brechas energéticas, usuarios prioritarios, municipios con mayor potencial de intervención, impactos esperados y criterios de seguimiento. De esta manera, el documento busca servir como soporte técnico para una implementación gradual, focalizada y verificable del Programa Colombia Solar en el departamento de Córdoba.

1.3 Diagnóstico general del Departamento de Córdoba

El departamento de Córdoba se localiza en la región Caribe colombiana y constituye un territorio estratégico para la planificación energética nacional, debido a su diversidad geográfica, su estructura socioeconómica, su alta proporción de población vulnerable y las brechas persistentes en el acceso efectivo a servicios públicos esenciales. Su configuración territorial combina cabeceras urbanas consolidadas, municipios intermedios, zonas rurales dispersas, áreas costeras, planicies aluviales, ecosistemas estratégicos y territorios de difícil acceso, lo cual incide directamente en la prestación, expansión y sostenibilidad del servicio de energía eléctrica.

Córdoba está conformado por 30 municipios distribuidos en subregiones con características productivas, ambientales y sociales diferenciadas, entre ellas Alto Sinú, Medio Sinú, Bajo Sinú, Sabanas, San Jorge y Costanera. Esta diversidad territorial genera condiciones heterogéneas para la infraestructura eléctrica: mientras algunas cabeceras municipales cuentan con mayor integración al sistema de distribución, otras zonas rurales enfrentan limitaciones asociadas a dispersión poblacional, baja densidad de usuarios, dificultades de acceso físico, vulnerabilidad climática y mayores costos de operación y mantenimiento.

Desde el punto de vista demográfico y social, Córdoba presenta una población significativa dentro del Caribe colombiano, con presencia de comunidades urbanas, rurales, campesinas, indígenas y afrodescendientes. No obstante, el departamento mantiene rezagos estructurales en materia de pobreza, informalidad laboral, acceso a infraestructura, conectividad y condiciones de vida. Estas variables son relevantes para el análisis energético, porque inciden en la capacidad de pago de los hogares, en la dependencia de subsidios al consumo eléctrico y en la posibilidad de adoptar tecnologías energéticas sostenibles.

La estructura económica departamental conserva una fuerte relación con actividades primarias como la ganadería, la agricultura, la pesca, la minería y algunos procesos agroindustriales. A su vez, el sector servicios, el comercio y la administración pública concentran una parte importante de la actividad económica en las cabeceras municipales. Esta configuración productiva genera patrones diferenciados de demanda eléctrica: por un lado, demanda residencial concentrada en zonas urbanas; por otro, necesidades energéticas rurales asociadas a

refrigeración, bombeo de agua, transformación de alimentos, conectividad, educación, salud y pequeñas unidades productivas.

En materia de cobertura eléctrica, el departamento evidencia una brecha significativa entre el ámbito urbano y el rural. De acuerdo con la información oficial de la UPME, para 2024 Córdoba registró un Índice de Cobertura de Energía Eléctrica —ICEE— total de 86,5%, con cobertura urbana de 100% y cobertura rural de 45,78%. Esta situación contrasta con los promedios nacionales del mismo año, estimados en 93,1% de cobertura total, 98,7% urbana y 75,9% rural. En consecuencia, Córdoba no debe ser presentado como un departamento con cobertura superior al promedio nacional, sino como un territorio con una cobertura urbana consolidada, pero con una brecha rural crítica.

Tabla 1 Índice de cobertura de energía eléctrica

Indicador	Córdoba	Referencia nacional	Lectura para el diagnóstico
ICEE total 2024	86,50%	93,10%	El departamento se encuentra por debajo del promedio nacional.
ICEE urbano 2024	100%	98,70%	La cobertura urbana se encuentra consolidada.
ICEE rural 2024	45,78%	75,90%	Existe una brecha rural crítica que justifica focalización.
Usuarios objetivo	Estratos 1, 2 y 3	Hogares subsidiados	Población prioritaria para Colombia Solar.

Fuente: Elaboración propia

Esta diferencia entre cobertura urbana y rural constituye uno de los principales elementos del diagnóstico departamental. La cobertura agregada puede ocultar desigualdades territoriales profundas, especialmente en municipios con población dispersa, comunidades rurales alejadas y zonas donde la extensión de redes convencionales resulta técnica o financieramente compleja. Por ello, el análisis energético de Córdoba debe considerar no solo la existencia formal de conexión, sino también la calidad del servicio, la continuidad, la estabilidad del suministro, las pérdidas, la asequibilidad y la suficiencia energética de los hogares.

Las condiciones de pobreza energética en el departamento no se explican únicamente por la ausencia de conexión eléctrica. También se relacionan con interrupciones frecuentes, fluctuaciones de voltaje, altos costos relativos del servicio, baja capacidad de pago, dependencia de subsidios y limitaciones para acceder a tecnologías energéticas adecuadas. En este sentido, la pobreza

energética debe entenderse como una condición multidimensional que afecta el bienestar doméstico, la educación, la productividad rural, la conectividad digital, la conservación de alimentos, la seguridad alimentaria y el desarrollo económico local.

Desde la perspectiva técnica, el sistema eléctrico de Córdoba enfrenta retos asociados a la modernización de redes, la reducción de pérdidas técnicas y no técnicas, el mejoramiento de indicadores de calidad y continuidad, la atención de zonas rurales dispersas y la resiliencia de la infraestructura frente a eventos climáticos. Estas problemáticas deben analizarse a partir de fuentes oficiales como la UPME, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el Sistema Único de Información —SUI— y los reportes sectoriales disponibles, con el fin de sustentar técnicamente las decisiones de priorización e intervención.

El departamento también presenta condiciones favorables para el aprovechamiento de energía solar, las cuales deben ser verificadas mediante fuentes técnicas especializadas como la UPME, el IDEAM y el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Esta información resulta fundamental para estimar la viabilidad de soluciones fotovoltaicas residenciales, definir Horas Solares Pico de referencia, dimensionar sistemas, proyectar generación esperada y establecer criterios técnicos para la implementación de Colombia Solar.

En este contexto, el Programa Colombia Solar representa una oportunidad para responder de manera estructural a las brechas energéticas del departamento. Su enfoque de autogeneración solar para usuarios residenciales de estratos 1, 2 y 3 permite articular tres objetivos estratégicos: reducir la pobreza energética de los hogares vulnerables, transformar parte del subsidio recurrente al consumo en infraestructura solar instalada y disminuir progresivamente la presión sobre el Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos —FSSRI—.

La pertinencia de Colombia Solar en Córdoba debe evaluarse a partir de una combinación de criterios técnicos, sociales y fiscales. Entre ellos se destacan la cobertura rural, la concentración de usuarios subsidiados, el consumo promedio mensual, el Costo Unitario del servicio, la calidad y continuidad del suministro, las pérdidas del sistema, la disponibilidad del recurso solar, las condiciones de conexión, la accesibilidad operativa y la vulnerabilidad socioeconómica de los hogares. Estos criterios permitirán identificar municipios y comunidades donde la intervención pueda generar mayores beneficios en términos de reducción de factura, generación distribuida, sostenibilidad fiscal y mejoramiento de condiciones de vida.

En síntesis, Córdoba es un departamento con condiciones estratégicas para la implementación de soluciones solares, pero también con desafíos estructurales que requieren una intervención focalizada y técnicamente sustentada. La brecha rural de cobertura, la alta participación de usuarios subsidiados, las condiciones de pobreza y vulnerabilidad, las limitaciones de calidad del servicio y el potencial de aprovechamiento solar justifican la necesidad de un diagnóstico integral orientado a la toma de decisiones. Por tanto, la implementación de Colombia Solar en el departamento debe concebirse como una estrategia gradual, verificable y territorialmente diferenciada, orientada a fortalecer la transición energética justa, mejorar la asequibilidad del servicio y reducir las desigualdades energéticas entre las zonas urbanas y rurales.

2. CONFIGURACIÓN HISTÓRICA DEL DEPARTAMENTO

2. CONFIGURACIÓN HISTÓRICA DEL DEPARTAMENTO

La configuración histórica del departamento de Córdoba constituye un elemento relevante para comprender las condiciones territoriales que actualmente inciden en la prestación del servicio de energía eléctrica. Aunque el presente diagnóstico tiene un enfoque técnico e institucional, resulta necesario reconocer que las brechas energéticas no se explican únicamente por la infraestructura existente, sino también por procesos históricos de poblamiento, ocupación del suelo, concentración productiva, ruralidad dispersa, vulnerabilidad ambiental y desigualdad en la provisión de servicios públicos.

Desde esta perspectiva, el componente histórico se aborda como un marco de referencia para interpretar las condiciones actuales del sistema eléctrico departamental. Su finalidad no es desarrollar una reconstrucción extensa del pasado de Córdoba, sino identificar aquellos factores estructurales que han influido en la cobertura, la calidad, la continuidad, la asequibilidad y la sostenibilidad del servicio eléctrico, especialmente en las zonas rurales y dispersas del departamento.

2.1. Antecedentes territoriales relevantes

El territorio que hoy conforma el departamento de Córdoba ha estado históricamente vinculado a las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge. Desde las sociedades zenúes, la relación entre población, agua y territorio constituyó un elemento central para la organización social, productiva y ambiental. Los sistemas hidráulicos, canales y camellones desarrollados por esta cultura evidencian una temprana capacidad de adaptación a las planicies inundables y a los ciclos hidrológicos propios de la región.

Durante el periodo colonial y republicano, el territorio se integró progresivamente a dinámicas económicas basadas en la ganadería extensiva, la agricultura, la explotación forestal, la navegación fluvial y, posteriormente, actividades mineras y agroindustriales. Estos procesos contribuyeron a consolidar patrones de ocupación desigual del suelo, concentración de la propiedad rural, dependencia de actividades primarias y limitada presencia institucional en amplias zonas del departamento.

La creación del departamento de Córdoba mediante la Ley 9 de 1951 y su instalación formal en 1952 representaron un hito político-administrativo para la

autonomía regional. Sin embargo, el nuevo departamento heredó brechas estructurales asociadas a la ruralidad, la dispersión poblacional, la limitada infraestructura vial, la concentración de actividades económicas en determinados corredores y las desigualdades entre cabeceras municipales y zonas periféricas.

Estas condiciones históricas influyeron en la forma como se expandieron los servicios públicos, incluido el sistema eléctrico. La infraestructura tendió a consolidarse primero en los centros urbanos, cabeceras municipales y zonas de mayor actividad económica, mientras que las áreas rurales, dispersas o de difícil acceso enfrentaron mayores rezagos en cobertura, calidad y continuidad del servicio.

2.2. Ruralidad, dispersión poblacional y desigualdad territorial

Uno de los rasgos más relevantes de la configuración territorial de Córdoba es la coexistencia de cabeceras urbanas consolidadas con amplias zonas rurales dispersas. Esta condición tiene implicaciones directas sobre la planificación energética, dado que la baja densidad de usuarios, las distancias entre viviendas, las limitaciones de acceso físico y la dispersión de la demanda incrementan los costos de expansión, operación y mantenimiento de las redes eléctricas convencionales.

La ruralidad dispersa también incide en la sostenibilidad financiera del servicio. En zonas con pocos usuarios por kilómetro de red, los costos de infraestructura pueden ser elevados frente al consumo promedio de los hogares, lo que limita la rentabilidad de las inversiones y exige una mayor intervención pública. Esta situación explica, en parte, la persistencia de brechas entre la cobertura urbana y rural, así como las dificultades para garantizar un servicio continuo, estable y asequible en determinados territorios.

La desigualdad territorial acumulada también se expresa en el acceso diferenciado a otros servicios e infraestructuras, como vías, conectividad digital, equipamientos educativos, puestos de salud, sistemas de agua potable y espacios productivos. Estas condiciones afectan la calidad de vida de la población y aumentan la dependencia de la energía como servicio habilitante para el desarrollo social y económico. En este sentido, la energía eléctrica no debe analizarse únicamente como un servicio domiciliario, sino como una condición necesaria para la educación,

la salud, la productividad rural, la conectividad, la seguridad alimentaria y el bienestar de los hogares.

En Córdoba, estas dinámicas resultan especialmente importantes para la implementación de Colombia Solar, dado que el programa debe priorizar territorios donde la autogeneración solar pueda contribuir a reducir costos para los usuarios, mejorar condiciones de acceso energético y complementar las limitaciones de la red convencional. Por ello, la ruralidad, la dispersión poblacional y la vulnerabilidad socioeconómica deben ser consideradas como criterios relevantes para la focalización municipal y comunitaria.

2.3. Vulnerabilidad ambiental e implicaciones para la infraestructura eléctrica

La configuración ambiental de Córdoba también incide en la prestación del servicio eléctrico. El departamento combina zonas costeras, planicies aluviales, áreas ribereñas, ecosistemas estratégicos, territorios agropecuarios y zonas de influencia minera. Esta diversidad territorial genera condiciones diferenciadas para la instalación, operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica.

Las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge, las zonas inundables, la exposición a eventos climáticos extremos, la erosión, la sedimentación, la deforestación y la degradación de ecosistemas pueden afectar la estabilidad de las redes, incrementar los costos de mantenimiento y generar interrupciones en el servicio. En consecuencia, la planificación energética debe incorporar criterios de resiliencia climática y adaptación territorial, especialmente en zonas rurales donde la infraestructura puede ser más vulnerable a eventos ambientales.

La vulnerabilidad ambiental también tiene efectos sobre la vida cotidiana y la actividad productiva de los hogares. En territorios donde las inundaciones, las sequías o el deterioro de vías rurales dificultan la movilidad y el acceso a servicios, la disponibilidad de energía confiable se convierte en un factor crítico para el bombeo de agua, la refrigeración de alimentos y medicamentos, la comunicación, la educación, el funcionamiento de pequeñas unidades productivas y la respuesta comunitaria ante emergencias.

En este escenario, las soluciones solares fotovoltaicas pueden representar una alternativa complementaria para fortalecer la resiliencia energética, siempre que su

implementación considere las condiciones técnicas del territorio. Esto implica evaluar el estado de las cubiertas, la seguridad de los equipos, la capacidad de conexión, la exposición solar, los riesgos ambientales, las condiciones de operación y mantenimiento, y la sostenibilidad de los sistemas instalados.

2.4. Implicaciones para la planificación energética y Colombia Solar

La configuración histórica y territorial del departamento permite concluir que las brechas energéticas de Córdoba tienen un carácter estructural y diferenciado. La cobertura urbana consolidada contrasta con los rezagos rurales, mientras que la dispersión poblacional, la vulnerabilidad ambiental, la pobreza, la limitada capacidad de pago y los costos de expansión de redes convencionales configuran un escenario que exige respuestas técnicas y sociales focalizadas.

Por esta razón, la implementación de Colombia Solar en Córdoba debe partir de una lectura territorial que combine variables de cobertura, calidad, continuidad, pérdidas, usuarios subsidiados, consumo promedio, recurso solar y condiciones socioeconómicas. No se trata únicamente de identificar municipios con potencial solar, sino de priorizar aquellos territorios donde la autogeneración fotovoltaica pueda generar mayor impacto en reducción de pobreza energética, asequibilidad del servicio, sostenibilidad fiscal y bienestar de los hogares.

El análisis histórico permite reconocer que las desigualdades actuales en el acceso a la energía no son hechos aislados, sino resultado de procesos acumulados de desarrollo territorial desigual. Por ello, Colombia Solar puede constituirse en una herramienta para corregir parcialmente esas brechas, al transformar parte del subsidio eléctrico recurrente en infraestructura solar instalada en los hogares de estratos 1, 2 y 3, con beneficios potenciales sobre la factura del usuario y sobre la presión fiscal del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos —FSSRI—.

En consecuencia, la transición energética justa en Córdoba debe entenderse como un proceso que articula tecnología, equidad social, sostenibilidad fiscal y reconocimiento territorial. Las soluciones solares deben orientarse hacia los hogares y comunidades con mayores condiciones de vulnerabilidad energética, evitando una implementación homogénea que desconozca las diferencias entre municipios, subregiones, zonas urbanas, centros poblados y áreas rurales dispersas.



Desde esta perspectiva, la configuración histórica del departamento no constituye un antecedente meramente descriptivo, sino un insumo para la toma de decisiones. Su análisis permite justificar la necesidad de una intervención gradual, focalizada y verificable, que contribuya a cerrar brechas de acceso, mejorar la asequibilidad del servicio, fortalecer la resiliencia energética y avanzar hacia un modelo de transición energética más incluyente en el departamento de Córdoba.

3. HISTORIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO

3. HISTORIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL DEPARTAMENTO

La historia del sistema eléctrico en el departamento de Córdoba constituye una expresión concreta de las transformaciones económicas, institucionales y territoriales que han marcado el desarrollo regional durante el siglo XX y comienzos del XXI. La electrificación no representó únicamente un proceso técnico orientado a expandir infraestructura energética; fue también una herramienta de modernización estatal, integración territorial y construcción de ciudadanía. Sin embargo, dicho proceso se desarrolló de manera desigual, reproduciendo históricas brechas sociales y espaciales entre centros urbanos y periferias rurales.

En Córdoba, la energía eléctrica se convirtió progresivamente en un componente estratégico para el desarrollo económico y la legitimidad institucional. La expansión de redes, la construcción de hidroeléctricas y la consolidación de operadores públicos y privados estuvieron atravesadas por tensiones entre eficiencia económica, cobertura social y capacidad estatal. La historia energética departamental revela, por tanto, que la provisión del servicio eléctrico no ha sido un fenómeno neutro ni exclusivamente técnico, sino un espacio de disputa política y social alrededor del acceso al desarrollo, la distribución de recursos y las formas de integración territorial.

Comprender esta trayectoria resulta esencial para interpretar los desafíos contemporáneos de la transición energética en Córdoba. Las actuales dificultades de cobertura, calidad y sostenibilidad del sistema eléctrico tienen raíces históricas relacionadas con desigualdades estructurales, debilidad institucional y modelos de desarrollo territorial fragmentados. En consecuencia, la implementación de programas como Colombia Solar no puede entenderse únicamente como una estrategia tecnológica, sino como una respuesta estructural a décadas de exclusión energética acumulada.

3.1. Primeras iniciativas de electrificación y modernización regional

La historia de la electrificación en Córdoba se encuentra estrechamente ligada a los procesos de modernización urbana, reorganización institucional y expansión económica que comenzaron a consolidarse en el Caribe colombiano durante las primeras décadas del siglo XX. La llegada de la electricidad no constituyó

únicamente un cambio tecnológico; representó una transformación profunda en las formas de producción, movilidad, comercio, administración pública y vida cotidiana. En un territorio caracterizado históricamente por la dispersión rural, la dependencia de economías agropecuarias y la limitada presencia estatal, la electrificación fue percibida inicialmente como un símbolo tangible de progreso y vinculación con los proyectos nacionales de modernización.

Las primeras iniciativas eléctricas en Córdoba surgieron de manera fragmentada y local. Antes de la creación formal del departamento en 1951, los municipios más dinámicos del antiguo territorio sinuano comenzaron a desarrollar pequeños sistemas aislados de generación destinados principalmente al alumbrado público y a ciertos sectores comerciales. Montería, debido a su consolidación como eje administrativo y económico regional, lideró tempranamente estos procesos.

Durante las décadas de 1910 y 1920, las primeras plantas eléctricas funcionaban mediante pequeños motores térmicos alimentados con combustibles fósiles. Su capacidad era limitada y el servicio operaba únicamente durante algunas horas del día, especialmente en horarios nocturnos. La electricidad estaba concentrada en plazas principales, edificios administrativos, comercios y residencias de sectores económicamente privilegiados. Para amplios segmentos rurales y populares, la vida cotidiana continuaba dependiendo de lámparas de keroseno, velas y otras formas tradicionales de iluminación.

La expansión inicial del servicio respondió fundamentalmente a necesidades comerciales y urbanas. El crecimiento del comercio ganadero, la consolidación de Montería como centro administrativo regional y el fortalecimiento de actividades bancarias y mercantiles generaron nuevas demandas energéticas. La electricidad comenzó a asociarse con productividad económica, prestigio urbano y modernización institucional.

En municipios como Cereté, Lorica y Sahagún también surgieron experiencias tempranas de electrificación, generalmente impulsadas por alianzas entre autoridades municipales, comerciantes locales y pequeños inversionistas privados. Estas iniciativas, aunque técnicamente precarias, permitieron introducir progresivamente nuevos patrones de consumo y actividad económica.

Sin embargo, desde sus inicios, el sistema eléctrico cordobés reprodujo las desigualdades históricas del territorio. Las inversiones se concentraron prioritariamente en cabeceras municipales y corredores económicamente rentables, mientras extensas zonas rurales permanecían excluidas de los beneficios de la

electrificación. Esta brecha entre lo urbano y lo rural se convertiría posteriormente en una de las principales características estructurales del sistema energético departamental.

La electrificación inicial también estuvo limitada por la debilidad institucional y fiscal de las administraciones locales. La ausencia de empresas regionales sólidas, las dificultades técnicas y los altos costos operativos restringían la capacidad de expansión del servicio. En muchos casos, los sistemas funcionaban de manera intermitente y enfrentaban frecuentes problemas de mantenimiento.

La creación del departamento de Córdoba en 1951 marcó un punto de inflexión en este proceso. La consolidación de una estructura administrativa propia permitió incorporar la electrificación dentro de los proyectos regionales de desarrollo e integración territorial. La energía eléctrica comenzó a ser concebida no solo como una necesidad urbana, sino como un componente estratégico para fortalecer la presencia estatal y promover el crecimiento económico regional.

Durante las décadas posteriores, el discurso institucional asoció la expansión eléctrica con progreso, bienestar y modernización social. La llegada de energía a nuevos municipios simbolizaba la incorporación de territorios históricamente marginados a las dinámicas nacionales de desarrollo. No obstante, las profundas desigualdades heredadas de la estructura agraria y de la limitada integración territorial continuaron condicionando la capacidad real de universalizar el servicio.

En este periodo temprano, la electrificación también empezó a modificar las relaciones sociales y culturales del departamento. La iluminación nocturna transformó dinámicas urbanas y comerciales; el uso de motores eléctricos comenzó a modernizar ciertos procesos productivos; y la incorporación gradual de electrodomésticos alteró prácticas domésticas y patrones de consumo. La energía eléctrica dejó de ser únicamente una innovación técnica para convertirse progresivamente en un elemento articulador de nuevas formas de vida urbana y administrativa.

Aun así, el proceso avanzó de manera profundamente desigual. Mientras algunos sectores urbanos experimentaban transformaciones significativas asociadas a la modernización eléctrica, vastas áreas rurales continuaban enfrentando aislamiento energético, limitaciones productivas y ausencia de infraestructura básica. Estas brechas históricas tendrían consecuencias de largo plazo sobre la configuración del sistema energético departamental y sobre las condiciones contemporáneas de pobreza energética.

3.2. Consolidación del sistema eléctrico regional y expansión de infraestructura

La consolidación del sistema eléctrico cordobés durante la segunda mitad del siglo XX estuvo estrechamente vinculada a los procesos nacionales de industrialización, expansión estatal y fortalecimiento de infraestructura pública impulsados en Colombia después de la década de 1950. En este contexto, la energía eléctrica pasó a ser considerada un componente fundamental del desarrollo económico, la integración territorial y la modernización institucional.

La creación del departamento coincidió con una etapa de creciente intervención estatal en sectores estratégicos de infraestructura. El gobierno nacional promovió políticas orientadas a ampliar cobertura eléctrica, fortalecer redes de transmisión e integrar progresivamente los sistemas regionales al Sistema Interconectado Nacional. Estas estrategias respondían a la necesidad de garantizar energía suficiente para sostener procesos de urbanización, industrialización y expansión de servicios públicos.

En Córdoba, la expansión eléctrica se desarrolló inicialmente alrededor de Montería y de los principales municipios con actividad económica significativa. La ampliación de redes permitió conectar gradualmente nuevos sectores urbanos y fortalecer la prestación del servicio en zonas comerciales e institucionales. Sin embargo, las limitaciones financieras y geográficas continuaban dificultando la cobertura de amplios territorios rurales.

La participación de entidades estatales regionales fue determinante para este proceso. La creación de la Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica (CORELCA) permitió coordinar estrategias de generación y transmisión energética en el Caribe colombiano. CORELCA surgió como una respuesta institucional frente al rezago histórico de infraestructura energética regional y buscaba reducir las desigualdades existentes respecto al interior del país.

La integración progresiva del Caribe al Sistema Interconectado Nacional representó un avance importante para Córdoba. El departamento comenzó a depender menos de pequeños sistemas aislados y logró acceder a mayores niveles de estabilidad energética. Este proceso facilitó el crecimiento urbano y fortaleció actividades productivas relacionadas con agroindustria, comercio y servicios.

No obstante, la expansión del sistema eléctrico estuvo condicionada permanentemente por las características territoriales del departamento. La dispersión poblacional, las extensas zonas inundables y las dificultades de conectividad incrementaban considerablemente los costos de infraestructura y mantenimiento. Las empresas operadoras enfrentaban desafíos técnicos asociados a redes largas, baja densidad de usuarios y condiciones ambientales complejas.

Durante las décadas de 1960 y 1970, los planes nacionales de electrificación rural intentaron reducir parcialmente las brechas de acceso. El Estado colombiano promovió programas destinados a extender redes hacia corregimientos y zonas campesinas, bajo la idea de que la electricidad era un instrumento fundamental para mejorar productividad agrícola y bienestar social.

Sin embargo, estos programas avanzaron lentamente y de manera desigual. En numerosos casos, las redes rurales presentaban baja capacidad técnica, interrupciones frecuentes y limitada sostenibilidad operativa. La electrificación rural no logró eliminar completamente las históricas desigualdades territoriales del departamento, sino que muchas veces reprodujo patrones de cobertura diferenciada según rentabilidad económica y facilidad técnica.

La expansión eléctrica también transformó progresivamente las dinámicas económicas regionales. La disponibilidad de energía permitió modernizar actividades agroindustriales, fortalecer sistemas de refrigeración y ampliar capacidades comerciales en municipios intermedios. Sectores vinculados a producción agrícola, procesamiento de alimentos y servicios urbanos comenzaron a depender crecientemente de un suministro energético relativamente estable.

Sin embargo, la modernización energética coexistía con persistentes condiciones de pobreza rural y exclusión territorial. Mientras algunos corredores urbanos se integraban gradualmente a las dinámicas nacionales de crecimiento económico, numerosas comunidades continuaban enfrentando precariedad en acceso a infraestructura básica.

En términos institucionales, la expansión del sistema eléctrico fortaleció la presencia estatal en el territorio. La llegada de redes eléctricas simbolizaba integración nacional y capacidad administrativa. No obstante, las dificultades financieras y técnicas del sistema también evidenciaban las limitaciones estructurales del modelo de desarrollo regional.

Hacia finales del siglo XX, Córdoba había logrado avances importantes en cobertura y conectividad energética, pero persistían problemas relacionados con calidad del

servicio, sostenibilidad financiera y desigualdad territorial. Estas tensiones históricas prepararían el escenario para las reformas estructurales del sector eléctrico durante la década de 1990 y para los posteriores conflictos asociados a privatización, tarifas y gobernanza energética regional.

3.3. Hidroeléctricas y transformación energética del territorio

La construcción de infraestructura hidroeléctrica en Córdoba representó uno de los procesos más significativos en la transformación del sistema energético regional y en la relación histórica entre territorio, recursos naturales y desarrollo económico. En un departamento cuya configuración social y productiva ha estado estrechamente vinculada a la hidrografía, el aprovechamiento energético de los ríos constituyó simultáneamente una oportunidad estratégica para la expansión eléctrica nacional y una fuente de profundas tensiones sociales, ambientales y territoriales.

La historia energética de Córdoba no puede comprenderse sin analizar el papel estructurante del río Sinú. Desde tiempos prehispánicos, este sistema hídrico organizó las dinámicas de poblamiento, producción agrícola, transporte y comercio regional. Durante siglos, el río fue concebido como un activo económico esencial para la navegación y la ganadería. Sin embargo, hacia finales del siglo XX, el Estado colombiano comenzó a consolidar una nueva visión sobre el potencial estratégico de las cuencas hidrográficas: su capacidad de convertirse en fuentes de generación eléctrica para alimentar el crecimiento nacional.

En este contexto surgió el proyecto hidroeléctrico Urrá I, concebido como una de las principales apuestas energéticas para fortalecer la capacidad de generación del Caribe colombiano y reducir la dependencia regional frente a sistemas ubicados en el interior andino. La hidroeléctrica se integró a las políticas nacionales orientadas a ampliar la oferta energética del país y garantizar mayor estabilidad al Sistema Interconectado Nacional.

La construcción de la Central Hidroeléctrica Urrá I implicó una transformación territorial de enormes proporciones. El represamiento del río Sinú alteró dinámicas ecológicas históricas y modificó profundamente la relación de las comunidades con el territorio. Desde el discurso institucional, el proyecto era presentado como símbolo de progreso, modernización y seguridad energética. Las entidades

estatales argumentaban que la hidroeléctrica permitiría aumentar la capacidad de generación, fortalecer la infraestructura regional y dinamizar la economía departamental.

No obstante, el desarrollo del proyecto reveló las contradicciones históricas de los modelos centralizados de infraestructura energética en Colombia. Aunque Urrá fortaleció técnicamente el sistema eléctrico nacional, los beneficios territoriales directos para numerosas comunidades locales fueron limitados y profundamente desiguales.

Las comunidades indígenas Embera Katío denunciaron desde las primeras etapas del proyecto que la represa amenazaba sus formas tradicionales de vida, sus sistemas de movilidad y sus prácticas económicas asociadas al río. El represamiento alteró ciclos naturales fundamentales para la pesca y produjo impactos ambientales significativos sobre ecosistemas estratégicos del Alto Sinú.

La discusión sobre Urrá trascendió rápidamente el ámbito técnico y se convirtió en un debate nacional sobre desarrollo, derechos territoriales y justicia ambiental. Organizaciones sociales y académicas señalaron que los grandes proyectos energéticos en Colombia históricamente habían privilegiado objetivos macroeconómicos nacionales sin incorporar plenamente las realidades sociales y culturales de los territorios intervenidos.

La experiencia de Urrá puso en evidencia que la energía eléctrica no constituye únicamente infraestructura técnica; representa también una forma de reorganización del territorio y de redistribución del poder sobre los recursos naturales. El control del agua pasó progresivamente de ser un elemento central de economías campesinas e indígenas a convertirse en un componente estratégico de la política energética nacional.

Al mismo tiempo, la hidroeléctrica reflejó las tensiones históricas entre centro y periferia en Colombia. Mientras el sistema nacional se beneficiaba de la capacidad de generación instalada, muchas comunidades rurales de Córdoba continuaban enfrentando dificultades de acceso, baja calidad del servicio y precariedad de infraestructura básica. Esta paradoja fortaleció percepciones de desigualdad territorial y exclusión energética.

Desde una perspectiva institucional, Urrá también evidenció las limitaciones históricas de los mecanismos de planificación territorial y participación comunitaria. Las decisiones sobre infraestructura energética fueron tomadas principalmente

desde escalas nacionales, mientras las capacidades de incidencia de gobiernos locales y comunidades resultaban limitadas.

La experiencia hidroeléctrica cordobesa dejó importantes aprendizajes para la política energética contemporánea. Mostró que la expansión de infraestructura energética requiere integrar sostenibilidad ambiental, participación territorial y justicia social. También evidenció la necesidad de superar modelos de planificación exclusivamente centralizados y avanzar hacia enfoques más inclusivos y territorialmente adaptados.

En términos contemporáneos, la historia de Urrá resulta especialmente relevante para comprender los debates actuales sobre transición energética justa. La experiencia demuestra que la sostenibilidad energética no puede evaluarse únicamente desde indicadores de generación o eficiencia técnica; debe incorporar también los impactos territoriales, las relaciones sociales y las condiciones de equidad asociadas a la producción y distribución de energía.

3.4. Reformas estructurales y transformación institucional del sector eléctrico

La década de 1990 representó un punto de quiebre en la historia del sistema eléctrico colombiano y, particularmente, en la configuración energética del Caribe y del departamento de Córdoba. Las reformas impulsadas mediante la Ley 142 de 1994 y la Ley 143 de 1994 transformaron profundamente las relaciones entre Estado, mercado y ciudadanía en la provisión del servicio eléctrico.

Estas reformas se desarrollaron en el marco de un contexto latinoamericano caracterizado por políticas de liberalización económica, apertura de mercados y reducción del papel directo del Estado en sectores estratégicos. El nuevo modelo energético colombiano promovía la participación del capital privado, la competencia empresarial y la reorganización institucional del sistema eléctrico bajo criterios de eficiencia financiera y sostenibilidad económica.

Hasta ese momento, buena parte de la expansión eléctrica había dependido de empresas públicas regionales y de fuertes inversiones estatales. Sin embargo, los problemas fiscales del Estado, el deterioro financiero de numerosas empresas de servicios públicos y las limitaciones de infraestructura llevaron a promover un nuevo esquema regulatorio basado en lógicas de mercado.

En teoría, las reformas buscaban modernizar el sistema eléctrico, mejorar calidad del servicio y atraer inversión privada para fortalecer redes de transmisión y distribución. En la práctica, la implementación del nuevo modelo produjo profundas tensiones en regiones históricamente marcadas por pobreza, desigualdad y debilidad institucional, como el Caribe colombiano.

En Córdoba, la reorganización del sistema eléctrico implicó la entrada progresiva de operadores privados encargados de distribución y comercialización. La empresa Electricaribe se convirtió en uno de los principales actores del sistema energético regional, asumiendo la prestación del servicio en medio de grandes expectativas institucionales sobre modernización y eficiencia.

No obstante, las condiciones estructurales del territorio dificultaban seriamente la sostenibilidad del nuevo modelo. Córdoba presentaba amplias zonas rurales dispersas, altos índices de pobreza y bajos niveles históricos de inversión en infraestructura. Estas características incrementaban costos operativos y reducían rentabilidad financiera para los operadores privados.

Las pérdidas técnicas y no técnicas del sistema comenzaron a convertirse en uno de los principales problemas estructurales. Las conexiones irregulares, el deterioro de redes y las dificultades de recaudo afectaban la estabilidad financiera del modelo privatizado. Al mismo tiempo, numerosos usuarios denunciaban tarifas elevadas y deficiencias crecientes en calidad del servicio.

La tensión entre lógica empresarial y realidad social regional empezó a profundizarse progresivamente. Para las empresas operadoras, el Caribe representaba un territorio complejo desde el punto de vista financiero; para amplios sectores sociales, en cambio, el nuevo modelo significaba el debilitamiento del carácter público y social del servicio eléctrico.

Las reformas también modificaron la percepción ciudadana sobre la energía. Durante buena parte del siglo XX, la electrificación había sido presentada como símbolo de modernización estatal y derecho asociado al desarrollo territorial. Con la privatización, el servicio comenzó a ser percibido crecientemente como mercancía sometida a criterios financieros y comerciales.

En términos institucionales, el Estado pasó de ser operador directo a desempeñar funciones regulatorias y de supervisión. Sin embargo, la capacidad efectiva de regulación enfrentó importantes limitaciones. Las dificultades para garantizar inversiones suficientes, mejorar calidad del servicio y resolver conflictos tarifarios evidenciaron debilidades estructurales en la gobernanza energética regional.

La experiencia cordobesa demostró que la energía eléctrica no podía gestionarse exclusivamente desde criterios de eficiencia económica. Las condiciones históricas de desigualdad territorial requerían modelos diferenciados capaces de integrar sostenibilidad financiera con inclusión social y fortalecimiento institucional.

Al mismo tiempo, las reformas dejaron importantes aprendizajes sobre la necesidad de construir sistemas energéticos más resilientes y territorialmente adaptados. La crisis posterior de Electricaribe evidenciaría precisamente los límites de un modelo que no logró responder adecuadamente a las condiciones sociales y territoriales del Caribe colombiano.

Desde una perspectiva sociohistórica, las reformas de los años noventa marcaron la transición hacia una nueva etapa en la historia energética de Córdoba: una etapa caracterizada por crecientes disputas entre ciudadanía, empresas y Estado alrededor del acceso, la calidad y el costo de la energía eléctrica. Estas tensiones continúan condicionando actualmente los debates sobre transición energética, sostenibilidad y justicia territorial en el departamento.

3.5. Desigualdad territorial, pobreza energética y conflictos sociales

Uno de los rasgos más persistentes y estructurales en la historia del sistema eléctrico del departamento de Córdoba ha sido la existencia de profundas desigualdades territoriales en el acceso, calidad y sostenibilidad del servicio. A pesar de los avances alcanzados en cobertura eléctrica durante las últimas décadas, el desarrollo energético departamental ha estado marcado por una distribución históricamente desigual de infraestructura, inversiones y capacidades institucionales entre zonas urbanas y rurales.

Estas desigualdades no surgieron exclusivamente por limitaciones técnicas del sistema eléctrico. Son el resultado acumulado de procesos históricos asociados a concentración de la tierra, dispersión poblacional, baja inversión pública, debilidad institucional y modelos de desarrollo regional que privilegiaron determinados corredores productivos sobre amplias periferias rurales. La energía eléctrica, en este contexto, refleja las mismas fracturas territoriales que históricamente han caracterizado la configuración social y económica del departamento.

En Córdoba, numerosos municipios rurales enfrentaron durante décadas dificultades para acceder a un servicio eléctrico estable y continuo. Aunque las

estadísticas oficiales mostraban avances graduales en cobertura, la calidad real del servicio presentaba enormes diferencias entre territorios. Mientras algunos centros urbanos lograban consolidar redes relativamente estables, muchas comunidades rurales sufrían interrupciones frecuentes, variaciones de voltaje y precariedad de infraestructura.

Las características geográficas del departamento agravaban estas dificultades. Las extensas zonas inundables, la dispersión de asentamientos y las limitaciones de conectividad incrementaban significativamente los costos de expansión y mantenimiento de redes eléctricas convencionales. Para numerosos operadores, la electrificación rural representaba un servicio de alta complejidad técnica y baja rentabilidad económica.

Esta situación produjo lo que diversos estudios sobre desarrollo regional han denominado “pobreza energética”: una condición en la cual los hogares no logran acceder de manera suficiente, segura y asequible a servicios energéticos adecuados para garantizar bienestar y productividad. En Córdoba, la pobreza energética no solo se expresa en ausencia de cobertura, sino también en baja calidad del servicio, altos costos relativos y limitada capacidad de pago de numerosos hogares.

Los análisis territoriales retomados por entidades como el DANE y estudios fiscales del Ministerio de Hacienda han señalado históricamente que el Caribe colombiano presenta importantes rezagos socioeconómicos respecto a otras regiones del país. En Córdoba, los elevados índices de pobreza multidimensional y ruralidad han condicionado profundamente la sostenibilidad financiera del sistema eléctrico.

Para numerosos hogares, especialmente en zonas populares urbanas y comunidades rurales, el pago de la energía representa una carga económica significativa. En muchos casos, familias con ingresos precarios deben destinar una proporción considerable de sus recursos mensuales al pago de servicios públicos, incluso en contextos donde la calidad del suministro es deficiente.

La dependencia de subsidios estatales se consolidó progresivamente como uno de los principales mecanismos para sostener el acceso al servicio eléctrico en sectores vulnerables. Los subsidios permitieron amortiguar parcialmente las dificultades económicas de los usuarios, pero también evidenciaron las limitaciones estructurales del modelo energético regional.

Esta dependencia fiscal generó tensiones permanentes entre sostenibilidad financiera y derecho social al acceso energético. Mientras las empresas operadoras insistían en la necesidad de garantizar recaudo y viabilidad económica, amplios

sectores sociales defendían la energía como un servicio esencial asociado al bienestar y la ciudadanía.

La conflictividad social alrededor del servicio eléctrico se intensificó especialmente desde finales del siglo XX y comienzos del XXI. Las interrupciones frecuentes, las fallas técnicas, los problemas de facturación y el deterioro de redes produjeron un creciente malestar ciudadano en numerosos municipios del departamento.

Las protestas comunitarias contra cortes de energía y altas tarifas comenzaron a convertirse en expresiones recurrentes de inconformidad social. En muchos territorios, la energía eléctrica dejó de percibirse únicamente como un servicio técnico y pasó a simbolizar las históricas desigualdades regionales y el sentimiento de abandono institucional que caracteriza amplios sectores del Caribe colombiano.

Los conflictos energéticos también reflejaron tensiones más profundas sobre legitimidad estatal y justicia territorial. Para numerosas comunidades rurales y urbanas populares, las deficiencias del servicio evidenciaban la incapacidad histórica del Estado para garantizar condiciones mínimas de equidad en infraestructura pública.

Al mismo tiempo, las empresas operadoras enfrentaban enormes dificultades para mantener sostenibilidad financiera en contextos de alta informalidad económica y bajos niveles de recaudo. Las pérdidas no técnicas —incluyendo conexiones irregulares y fraudes eléctricos— se convirtieron en uno de los principales problemas estructurales del sistema Caribe.

Sin embargo, reducir esta problemática exclusivamente a comportamientos individuales resultaría insuficiente. Muchos análisis académicos han señalado que las conexiones irregulares y las dificultades de pago deben entenderse también como expresiones de exclusión social y pobreza estructural. En contextos donde el acceso estable al servicio es limitado y las capacidades económicas de los hogares son precarias, la relación entre ciudadanía y sistema eléctrico se vuelve profundamente conflictiva.

Las desigualdades energéticas han tenido además importantes consecuencias sobre desarrollo territorial y productividad económica. Las fallas recurrentes del servicio afectan actividades comerciales, procesos agroindustriales, sistemas educativos y acceso a tecnologías digitales. En consecuencia, la precariedad energética no solo limita bienestar doméstico, sino también oportunidades de crecimiento económico regional.

La historia eléctrica de Córdoba demuestra así que la energía constituye mucho más que infraestructura técnica. El acceso desigual al servicio expresa relaciones históricas de poder, distribución territorial de recursos y capacidad diferenciada de integración al desarrollo nacional. Las brechas energéticas son, en última instancia, manifestaciones concretas de desigualdades sociales y territoriales acumuladas durante décadas.

En el contexto contemporáneo, estas problemáticas adquieren especial relevancia frente a los desafíos de transición energética. La persistencia de pobreza energética y exclusión territorial evidencia que cualquier estrategia de transformación del sistema eléctrico debe incorporar criterios de equidad social, participación comunitaria y justicia territorial.

La transición hacia energías renovables no puede limitarse a sustituir tecnologías de generación; requiere también enfrentar las desigualdades históricas que han condicionado el acceso diferencial a infraestructura energética en Córdoba y en el Caribe colombiano.

3.6. Crisis de Electricaribe y crisis de legitimidad institucional

La crisis de Electricaribe constituyó uno de los episodios más críticos y simbólicos en la historia reciente del sistema eléctrico del Caribe colombiano y del departamento de Córdoba. Más allá de un problema empresarial o financiero, esta crisis representó la manifestación acumulada de profundas tensiones estructurales relacionadas con desigualdad regional, debilidad institucional, deterioro de infraestructura y conflictividad social alrededor del acceso a la energía.

La llegada de Electricaribe había sido presentada inicialmente como parte de un proceso de modernización y fortalecimiento del sistema eléctrico regional. Bajo las reformas estructurales impulsadas durante los años noventa, la participación privada era concebida como mecanismo para aumentar eficiencia, atraer inversión y mejorar calidad del servicio.

Sin embargo, con el paso de los años, las expectativas de modernización comenzaron a deteriorarse progresivamente. En numerosos municipios de Córdoba, los usuarios denunciaban interrupciones frecuentes, fluctuaciones de voltaje, daños en electrodomésticos y problemas recurrentes de facturación. La percepción ciudadana sobre el servicio eléctrico empezó a transformarse profundamente.

La crisis no puede entenderse únicamente como resultado de fallas administrativas o financieras de la empresa. Su origen está relacionado con condiciones históricas mucho más amplias. El Caribe colombiano acumulaba décadas de rezago en infraestructura eléctrica, pobreza estructural y debilidad institucional. Electricaribe heredó un sistema con redes deterioradas, altos niveles de pérdidas técnicas y no técnicas, y enormes dificultades de recaudo.

No obstante, la incapacidad para resolver estas problemáticas profundizó el deterioro de la legitimidad institucional. Para amplios sectores sociales, la empresa simbolizaba la continuidad del abandono histórico del Caribe colombiano frente a las prioridades nacionales de inversión y desarrollo.

En Córdoba, la crisis energética comenzó a afectar crecientemente la vida cotidiana y las dinámicas económicas regionales. Los apagones recurrentes perjudicaban actividades comerciales, procesos productivos, sistemas de salud y funcionamiento educativo. En municipios con altas temperaturas, las interrupciones eléctricas también generaban afectaciones importantes sobre condiciones básicas de bienestar.

Las protestas sociales contra Electricaribe se multiplicaron en distintos territorios del Caribe. Organizaciones comunitarias, autoridades locales y sectores empresariales denunciaban el deterioro progresivo del servicio y exigían mayor intervención estatal. La energía eléctrica dejó de ser percibida únicamente como un asunto técnico y pasó a convertirse en un problema político central para la región.

La intervención de la empresa por parte del Estado colombiano evidenció la gravedad de la crisis. El gobierno nacional reconoció que el deterioro financiero y operativo de Electricaribe amenazaba la estabilidad energética regional y afectaba directamente millones de usuarios.

Sin embargo, la crisis también puso de manifiesto las limitaciones estructurales del modelo de privatización implementado durante las décadas anteriores. La experiencia mostró que los criterios exclusivamente financieros resultaban insuficientes para garantizar sostenibilidad energética en territorios históricamente afectados por pobreza, dispersión rural y desigualdad territorial.

Desde una perspectiva sociohistórica, la crisis de Electricaribe representó una crisis de confianza institucional. Muchos ciudadanos percibían que el Estado había perdido capacidad efectiva para garantizar un servicio esencial asociado al bienestar y al desarrollo regional.

La situación también fortaleció debates nacionales sobre justicia territorial y desigualdad regional. Diversos sectores argumentaban que el Caribe colombiano había sido históricamente marginado de procesos sostenidos de inversión en infraestructura eléctrica, reproduciendo brechas históricas frente a otras regiones del país.

La crisis produjo importantes aprendizajes institucionales. Evidenció la necesidad de fortalecer regulación estatal, aumentar inversiones en infraestructura y diseñar modelos energéticos territorialmente diferenciados. También mostró que la sostenibilidad del sistema eléctrico depende no solo de indicadores financieros, sino de legitimidad social, calidad del servicio y capacidad de adaptación a las condiciones territoriales específicas.

En Córdoba, la experiencia de Electricaribe dejó una huella profunda en la percepción ciudadana sobre el sistema energético. La energía comenzó a entenderse cada vez más como un derecho asociado a dignidad, ciudadanía y equidad territorial, y no únicamente como un servicio sujeto a dinámicas de mercado.

Esta transformación en la percepción social resulta especialmente relevante para comprender los debates contemporáneos sobre transición energética justa. La crisis demostró que cualquier estrategia de transformación del sistema eléctrico debe incorporar participación social, fortalecimiento institucional y criterios de equidad regional.

La experiencia histórica de Electricaribe también evidenció la necesidad de avanzar hacia modelos más resilientes y descentralizados de generación y distribución energética. La excesiva dependencia de grandes redes centralizadas incrementó vulnerabilidades técnicas y territoriales, especialmente en contextos de debilidad institucional y deterioro de infraestructura.

En este sentido, la crisis energética del Caribe se convirtió paradójicamente en un punto de partida para replantear las bases mismas del modelo energético regional y abrir discusiones sobre energías renovables, generación distribuida y democratización del acceso a la energía.

Ilustración 1 Síntesis interpretativa del proceso histórico de la electrificación en el departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración propia

4. ACTUALIDAD SOCIOECONÓMICA

4. ACTUALIDAD SOCIOECONÓMICA

El diagnóstico de la actualidad socioeconómica del departamento de Córdoba para la implementación del programa Colombia Solar se abordará desde una perspectiva multidimensional e integral, entendiendo que los procesos asociados a la transición energética justa trascienden las variables estrictamente energéticas. En consecuencia, el análisis incorporará dimensiones ambientales, sociales, económicas, institucionales, territoriales y diferenciales que permitan comprender las condiciones estructurales y las desigualdades históricas presentes en el territorio cordobés. Esto implica considerar aspectos relacionados con pobreza y vulnerabilidad socioeconómica, acceso y cobertura de servicios públicos, dinámicas productivas y empleo, conflictividades territoriales y socioambientales, presencia e impactos del conflicto armado, capacidades institucionales locales, así como las particularidades culturales, étnicas y poblacionales de comunidades campesinas, indígenas, afrodescendientes y rurales. Asimismo, se tendrán en cuenta las dinámicas asociadas a las economías agropecuarias, ganaderas, minero-energéticas y pesqueras que han configurado históricamente el desarrollo territorial del departamento y sus relaciones con el acceso desigual a infraestructura y servicios básicos. Este enfoque busca reconocer que la transición energética no constituye únicamente un proceso técnico de transformación de las matrices energéticas, sino también un proceso social y territorial que requiere mecanismos de inclusión, equidad y sostenibilidad adaptados a las realidades específicas del departamento de Córdoba.

4.1 Ambiental

El departamento de Córdoba enfrenta actualmente un escenario ambiental complejo caracterizado por la convergencia de riesgos climáticos, presiones ecosistémicas y vulnerabilidades sociales que afectan de manera diferenciada a las poblaciones urbanas y rurales. La configuración geográfica del territorio, marcada por la presencia de ecosistemas costeros, humedales, bosques, ciénagas y grandes sistemas hídricos asociados a los ríos Sinú y San Jorge, hace que el departamento presente una alta exposición a fenómenos hidrometeorológicos extremos y a procesos de degradación ambiental asociados al cambio climático.

De acuerdo con los ejercicios participativos desarrollados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2025, las principales amenazas climáticas identificadas para Córdoba son las inundaciones, las sequías, las olas de calor, los incendios, las lluvias extremas y la erosión costera. Entre estas, la inundación fue priorizada como la amenaza más crítica debido a su frecuencia e impactos multidimensionales sobre la población, la infraestructura, la movilidad y las actividades económicas del territorio. El análisis territorial evidenció afectaciones recurrentes en municipios como Tierralta, Lórica, Ayapel, Sahagún, Puerto Escondido, Los Córdoba y Montelíbano, donde los desbordamientos de quebradas y ríos, el aumento del nivel de cuerpos de agua y los eventos climáticos extremos han provocado daños en viviendas, pérdida de cultivos, afectación de vías rurales y desplazamientos climáticos temporales.

La situación ambiental del departamento se encuentra estrechamente vinculada con su condición hidrográfica y climática. Córdoba presenta extensas áreas de humedales y planicies inundables que históricamente han sostenido actividades agrícolas, pesqueras y ganaderas, pero que hoy enfrentan crecientes presiones derivadas de la variabilidad climática y de transformaciones en el uso del suelo. La expansión de actividades agropecuarias extensivas, la deforestación y la ocupación de zonas de riesgo han reducido la capacidad de regulación natural de los ecosistemas y aumentado la vulnerabilidad frente a inundaciones y sequías. La FAO advierte que el departamento registra alta exposición a eventos hidroclimatológicos recurrentes y variaciones significativas en temperatura y precipitación que afectan especialmente al sector agropecuario.

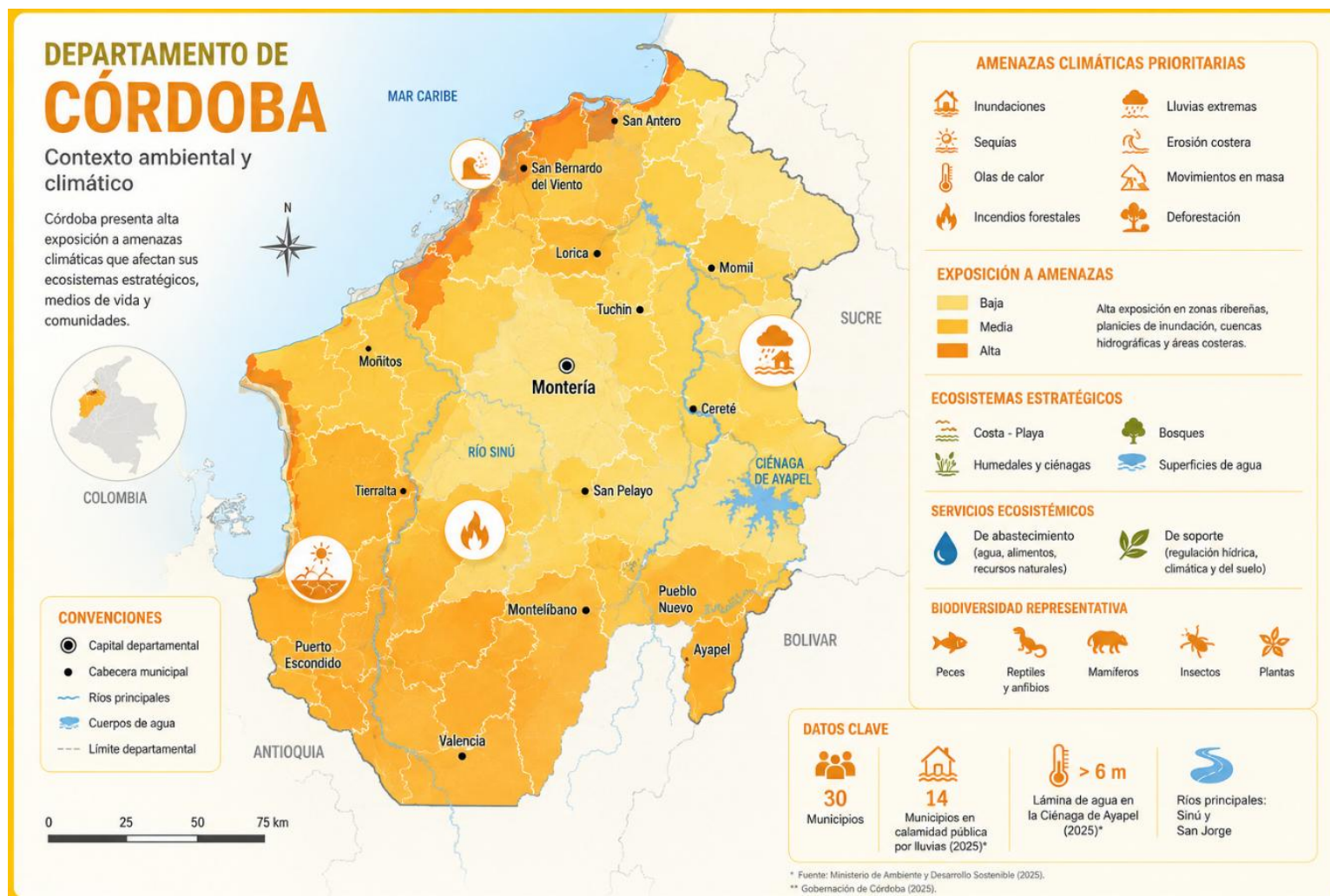
En términos ecosistémicos, los análisis territoriales identifican que los ecosistemas más vulnerables corresponden a zonas costa-playa, superficies de agua, bosques y áreas húmedas, fundamentales para la provisión de servicios ecosistémicos de abastecimiento, soporte hídrico y regulación climática. Asimismo, especies de peces, mamíferos, reptiles, anfibios, insectos y flora nativa enfrentan riesgos asociados a la degradación de hábitats, la alteración de ciclos hidrológicos y el incremento de temperaturas extremas. Estas dinámicas afectan no solo la biodiversidad, sino también las economías locales que dependen de la pesca artesanal, la agricultura familiar y los sistemas productivos rurales.

El componente social del riesgo climático evidencia profundas desigualdades territoriales. Las poblaciones más vulnerables —niños, niñas y jóvenes, mujeres, personas mayores, personas con discapacidad, población LGBTIQ+ y comunidades étnicas— enfrentan afectaciones diferenciadas relacionadas con el acceso a

vivienda, salud, educación y productividad. Las inundaciones y eventos extremos dificultan la movilidad y el acceso a instituciones educativas y servicios de salud, especialmente en zonas rurales dispersas, además de incrementar la exposición a enfermedades transmitidas por vectores. En este sentido, el cambio climático en Córdoba no constituye únicamente una problemática ambiental, sino también una expresión de vulnerabilidad social y desigualdad territorial.

Adicionalmente, el departamento enfrenta presiones derivadas de fenómenos de erosión costera y aumento del nivel del mar en municipios del litoral Caribe, así como incrementos sostenidos de temperatura y sensación térmica asociados a eventos de variabilidad climática. La Gobernación de Córdoba ha advertido recientemente sobre la coexistencia de altas temperaturas, déficit hídrico y eventos de lluvias intensas, situación que incrementa el riesgo de incendios forestales, afectaciones agrícolas y desabastecimiento de agua potable.

Ilustración 2 Contexto ambiental y climático Departamento de Córdoba



Desde el punto de vista institucional, el territorio presenta avances en materia de gestión climática y ambiental, particularmente en la incorporación de enfoques de riesgo y adaptación dentro de los instrumentos de planificación territorial. Sin embargo, persisten debilidades relacionadas con la capacidad de respuesta institucional, la gestión del riesgo rural, la coordinación intersectorial y la implementación efectiva de estrategias de adaptación climática en los municipios más vulnerables. El Ministerio de Ambiente ha señalado que el fortalecimiento de sistemas territoriales de información climática y la articulación entre actores públicos, comunitarios y productivos son fundamentales para mejorar la resiliencia territorial.

En este contexto, la transición energética justa adquiere una relevancia estratégica para Córdoba. La alta exposición del territorio a eventos climáticos extremos y las desigualdades socioambientales existentes demandan modelos de desarrollo capaces de reducir vulnerabilidades, diversificar economías locales y fortalecer la resiliencia energética de las comunidades. Programas como Colombia Solar representan una oportunidad para avanzar hacia esquemas de generación distribuida y comunidades energéticas que, además de disminuir costos energéticos y dependencia de combustibles fósiles, contribuyan a fortalecer capacidades locales y reducir las brechas de acceso en zonas rurales y vulnerables.

4.2 Conflicto Armado

El departamento de Córdoba continúa enfrentando dinámicas persistentes de conflictividad armada y control territorial por parte de estructuras armadas ilegales, situación que configura un escenario de alta vulnerabilidad social, institucional y humanitaria. De acuerdo con la Defensoría del Pueblo, mediante la Alerta Temprana 011 de 2024 se identificaron riesgos graves para la población civil en los municipios de Chinú, Sahagún, Ciénaga de Oro, San Carlos, Chimá, Tuchín y San Andrés de Sotavento, asociados principalmente a la expansión y consolidación territorial de las Autodefensas Gaitanistas de Colombia (AGC – Clan del Golfo). La entidad advirtió amenazas contra los derechos a la vida, integridad, libertad, seguridad y participación política de las comunidades, así como posibles infracciones al Derecho Internacional Humanitario derivadas del accionar de estos grupos armados ilegales.

La situación descrita responde a procesos de expansión del narcotráfico y consolidación de corredores estratégicos de movilidad ilegal que conectan el departamento con el Bajo Cauca antioqueño, La Mojana y el golfo de Morrosquillo. Según la Defensoría del Pueblo (2024), el Frente Javier Yepes Cantero de las AGC ha avanzado desde Montería, Cereté y Planeta Rica hacia municipios de las subregiones del Medio Sinú y Sabanas, con el propósito de establecer zonas seguras para el control poblacional, el tránsito de economías ilícitas y la obtención de rentas criminales. Esta expansión ha generado disputas armadas con grupos de delincuencia organizada local y otras estructuras ilegales, aumentando los niveles de violencia, intimidación y coerción sobre la población civil.

Uno de los elementos más sensibles de esta situación es que los municipios alertados constituyen el núcleo territorial más importante del pueblo indígena Zenú en Córdoba. La conflictividad armada afecta de manera directa territorios ancestrales caracterizados por fuertes vínculos culturales, familiares y económicos entre comunidades indígenas y campesinas distribuidas entre Córdoba y Sucre. En este contexto, el control territorial de actores armados ilegales incrementa los riesgos sobre líderes étnicos, autoridades tradicionales, organizaciones sociales y comunidades históricamente vulnerables, afectando la autonomía territorial, las prácticas productivas y los mecanismos de gobierno propio.

La Defensoría del Pueblo identificó además un incremento de homicidios selectivos, amenazas, extorsiones, restricciones a la movilidad, retaliaciones entre estructuras ilegales y procesos de “limpieza social” que buscan imponer órdenes coercitivos sobre las comunidades. Estas dinámicas generan inhibición de la denuncia, temor generalizado y debilitamiento de la confianza institucional. Igualmente, se reportan afectaciones sobre misiones médicas, limitaciones en el acceso a servicios públicos y riesgos diferenciados para líderes sociales, víctimas del conflicto armado y colectivos socialmente estigmatizados.

A este panorama se suma la persistencia de economías ilícitas y de factores estructurales de exclusión socioeconómica que facilitan la reproducción de escenarios de violencia. Diversos informes oficiales del Observatorio de Derechos Humanos del Ministerio del Interior y de la Unidad para las Víctimas han señalado que Córdoba mantiene niveles significativos de desplazamiento forzado, confinamiento y afectación territorial asociados al conflicto armado y al control de economías ilegales. Las zonas rurales presentan mayores niveles de vulnerabilidad debido a la limitada presencia institucional, dificultades de acceso a la justicia y déficits históricos en infraestructura social y servicios básicos.

Ilustración 3 Recomendaciones para prevenir y proteger a las comunidades



Fuente: Defensoría del Pueblo – Alerta Temprana 011 de 2024 (Comunicado 580, 15 de abril de 2024).

Desde una perspectiva territorial, estas dinámicas representan un desafío importante para la implementación de estrategias de transición energética justa y programas de desarrollo territorial como Colombia Solar. La persistencia de actores armados ilegales, las restricciones de movilidad y las debilidades institucionales afectan la capacidad de implementación de proyectos públicos, la participación comunitaria y los procesos de gobernanza local. Asimismo, la conflictividad puede profundizar desigualdades territoriales preexistentes y limitar el acceso equitativo a los beneficios derivados de iniciativas de desarrollo energético sostenible.

En este sentido, el contexto de Córdoba evidencia que la transición energética requiere incorporar enfoques de construcción de paz, fortalecimiento institucional y justicia territorial. La intervención pública debe considerar las condiciones de seguridad, la protección de líderes y comunidades, la articulación con autoridades étnicas y locales, y el fortalecimiento de capacidades territoriales que permitan garantizar procesos participativos, sostenibles e inclusivos en los municipios priorizados.

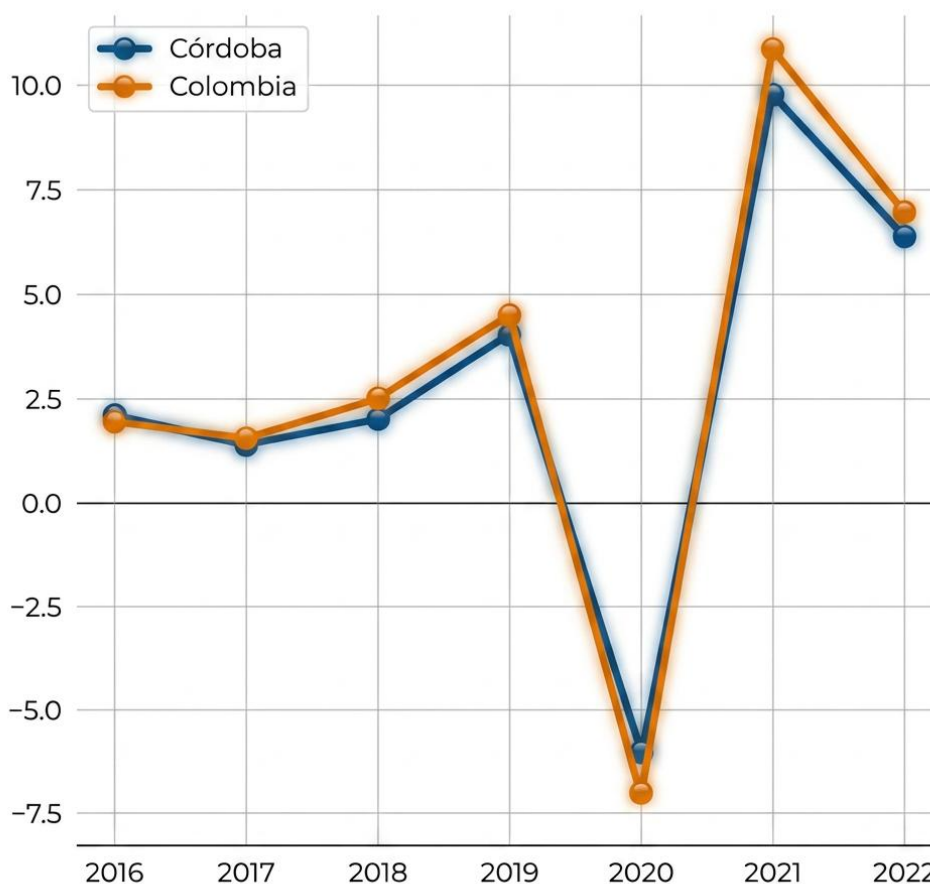
4.3 Economía

El análisis de las condiciones económicas del departamento de Córdoba evidencia importantes desafíos estructurales en materia de productividad, empleo y distribución del ingreso, pese a la relevancia demográfica y productiva del territorio dentro de la región Caribe. De acuerdo con las Cuentas Nacionales Departamentales del DANE, Córdoba representaba aproximadamente el 3,6 % de la población colombiana en 2022, pero su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional alcanzaba únicamente el 1,7 %, lo que refleja una brecha significativa entre peso poblacional y capacidad de generación de valor agregado. Para ese mismo año, el PIB departamental se estimó en alrededor de 25 billones de pesos, mientras que el PIB por habitante se ubicó en cerca de 13,3 millones de pesos anuales, por debajo del promedio nacional y de varios departamentos de la región Caribe como Cesar, Bolívar y Atlántico (DANE, Cuentas Nacionales Departamentales 2022).

Aunque la dinámica de crecimiento del PIB departamental presentó un comportamiento relativamente similar al promedio nacional entre 2016 y 2022, incluyendo la fuerte contracción registrada durante la pandemia de 2020 y la posterior recuperación económica, Córdoba continúa mostrando limitaciones

estructurales asociadas a bajos niveles de productividad y diversificación económica. La composición sectorial del Valor Agregado Bruto (VAB) muestra una economía donde persisten actividades primarias y de servicios como ejes centrales de la producción regional. Según el DANE, las actividades agropecuarias — agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca— representaron el 13,1 % del VAB departamental en 2022, mientras que las industrias manufactureras participaron con el 11,3 %. Asimismo, el comercio, transporte y almacenamiento aportaron cerca del 15,3 %, evidenciando la creciente importancia de las actividades de intermediación y servicios dentro de la estructura económica cordobesa. Por su parte, la administración pública, la educación y las actividades de salud concentraron aproximadamente el 24,1 % del VAB, consolidándose como uno de los principales componentes de la economía departamental (DANE, Cuentas Nacionales Departamentales 2022).

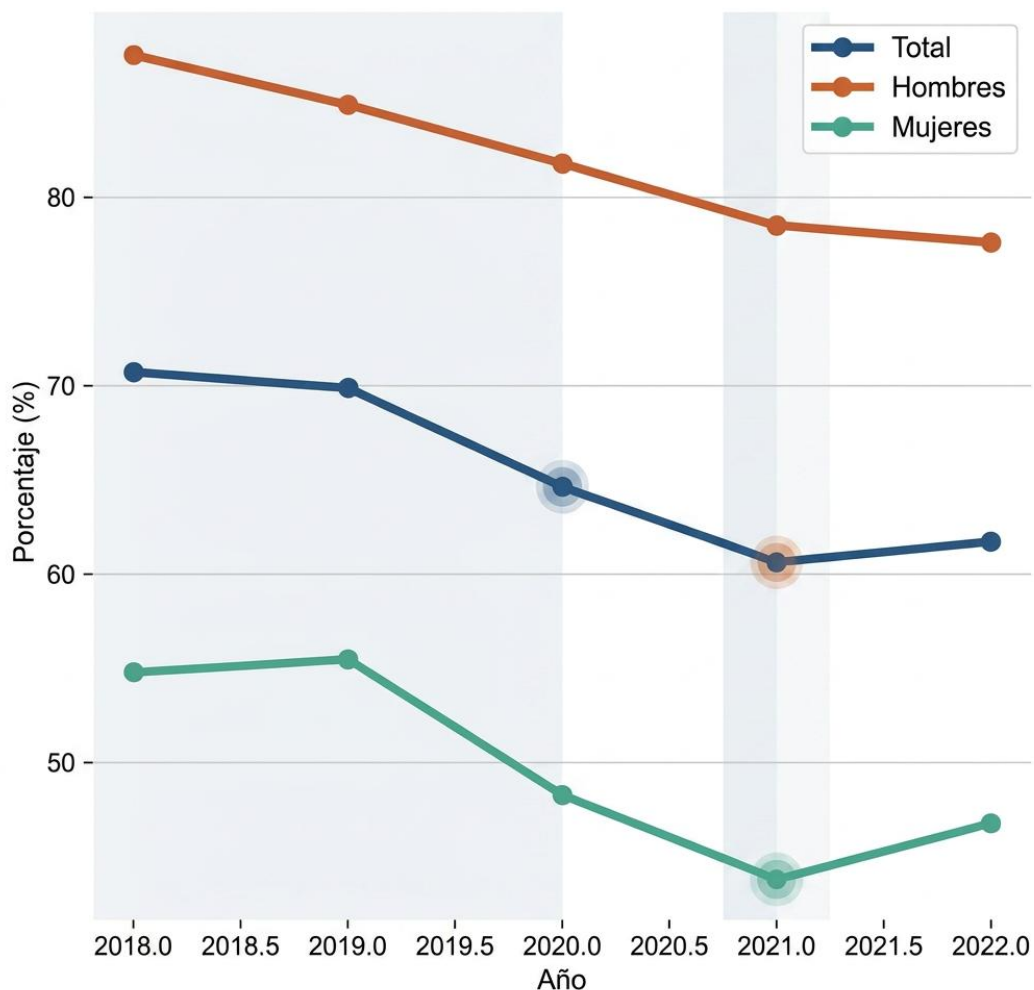
Gráfico 1 Crecimiento del PIB: Córdoba vs Colombia (2016-2022)



Fuente: Elaboración propia

En materia laboral, Córdoba presenta una situación marcada por altos niveles de vulnerabilidad ocupacional y profundas brechas de género. De acuerdo con la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), la tasa global de participación laboral del departamento descendió de 70,7 % en 2018 a 61,8 % en 2022, reflejando una disminución sostenida de la población vinculada al mercado laboral. Esta reducción fue particularmente pronunciada entre las mujeres, cuya tasa de participación alcanzó apenas el 46,6 % en 2022, frente al 77,6 % registrado para los hombres (DANE, GEIH 2022).

Gráfico 2 Tasa Global de Participación Laboral – Córdoba (2018-2022)



Fuente: Elaboración propia

La tasa de ocupación también mostró una disminución importante durante el mismo periodo. Mientras en 2018 la ocupación total alcanzaba el 65,5 %, para 2022 había descendido al 54,1 %. Nuevamente, las diferencias de género son significativas: la tasa de ocupación masculina se ubicó en 70,2 %, mientras que la femenina alcanzó únicamente el 38,6 %, evidenciando barreras estructurales para la inclusión laboral de las mujeres en el departamento. Según los datos analizados, Córdoba registró alrededor de 740 mil personas ocupadas en 2022, de las cuales aproximadamente 472 mil eran hombres y 269 mil mujeres (DANE, GEIH 2022).

La estructura sectorial del empleo revela además una alta dependencia de actividades agropecuarias y comerciales. El sector agropecuario concentró aproximadamente el 23,2 % de la población ocupada, consolidándose como el principal generador de empleo departamental, mientras que el comercio y la reparación de vehículos representaron cerca del 18,5 %. Otros sectores relevantes fueron las actividades artísticas, de entretenimiento y servicios, con cerca del 10,3 % del empleo total. Esta configuración refleja tanto la importancia histórica del sector rural en Córdoba como la persistencia de mercados laborales asociados a actividades de baja productividad e informalidad (DANE, GEIH 2022).

En cuanto al desempleo, el departamento registró una tasa de desocupación del 12,5 % en 2022, equivalente a aproximadamente 106 mil personas desempleadas. La situación resulta particularmente crítica para las mujeres, cuya tasa de desempleo alcanzó el 17,2 %, frente al 9,5 % observado en los hombres. Estas diferencias reflejan desigualdades persistentes en el acceso al mercado laboral y en las oportunidades de inserción económica, especialmente para las mujeres y otros grupos históricamente vulnerables (DANE, GEIH 2022).

Finalmente, los indicadores de pobreza y desigualdad evidencian las limitaciones estructurales del desarrollo económico departamental. Según el DANE, la incidencia de pobreza monetaria en Córdoba pasó de 55,9 % en 2021 a 54 % en 2022, mostrando una leve mejoría, aunque manteniéndose en niveles considerablemente altos. Sin embargo, la pobreza extrema aumentó de 21 % a 24,5 % durante el mismo periodo, indicando un deterioro de las condiciones de vida de los sectores más vulnerables. Las brechas de género también se reflejan en los indicadores de pobreza: en 2022 la incidencia de pobreza monetaria fue de 55,4 % para las mujeres y de 52,7 % para los hombres. Por su parte, el coeficiente de Gini pasó de 0,516 en 2021 a 0,503 en 2022, lo que sugiere una ligera reducción en la desigualdad del ingreso, aunque el departamento continúa registrando altos

niveles de concentración económica y vulnerabilidad social (DANE, Encuesta de Calidad de Vida y GEIH 2022).

En conjunto, estos indicadores muestran que Córdoba enfrenta importantes retos para avanzar hacia un modelo de desarrollo más equitativo e incluyente. La persistencia de brechas productivas, laborales y sociales evidencia la necesidad de fortalecer estrategias de diversificación económica, generación de empleo de calidad, reducción de desigualdades territoriales y ampliación de capacidades institucionales, particularmente en zonas rurales y poblaciones históricamente excluidas.

4.4 Educación

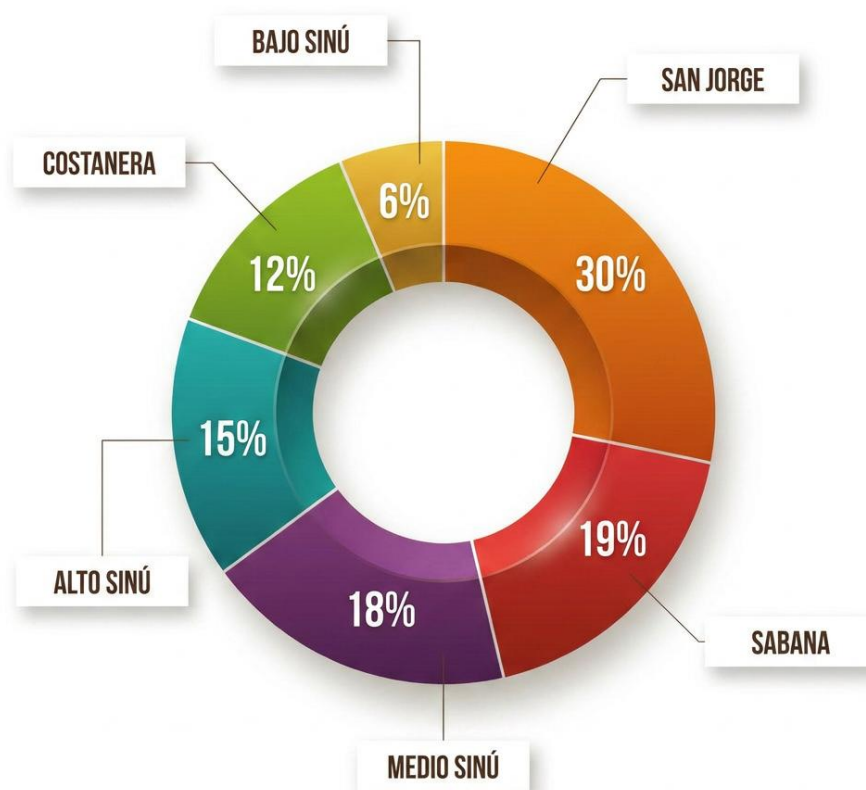
El panorama educativo del departamento de Córdoba evidencia avances importantes en cobertura y calidad educativa durante los últimos años, aunque persisten brechas estructurales asociadas a la ruralidad, la conectividad y las condiciones socioeconómicas de la población. De acuerdo con el Boletín Estadístico del Sector Educativo de Córdoba 2024, la demanda educativa oficial del departamento se encuentra estrechamente relacionada con las proyecciones demográficas realizadas a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las cuales permiten identificar la evolución de la población en edad escolar entre los 5 y los 16 años.

Las proyecciones poblacionales muestran una relativa estabilidad en la población escolar del departamento durante el periodo 2018–2025. En 2018, Córdoba registraba una población de 386.239 niños, niñas y adolescentes entre 5 y 16 años, mientras que para 2025 la cifra proyectada alcanza 389.790 personas, evidenciando un crecimiento moderado y posteriormente una ligera desaceleración desde 2024. El comportamiento demográfico refleja un escenario de estabilización de la demanda educativa, aunque continúa representando un desafío significativo para la garantía de cobertura, permanencia y calidad en contextos rurales dispersos (Ministerio de Educación Nacional – OAPF, 2024).

En términos de oferta educativa, el departamento de Córdoba, como Entidad Territorial Certificada (ETC), administra el servicio educativo oficial en 27 municipios no certificados mediante una red conformada por 315 instituciones educativas

oficiales distribuidas en las subregiones de Alto Sinú, Bajo Sinú, Costanera, Medio Sinú, Sabana y San Jorge. La mayor concentración de la oferta educativa se encuentra en la subregión de San Jorge, que agrupa el 30% de las instituciones oficiales, seguida por las regiones de Sabana (19%) y Medio Sinú (18%), lo que evidencia importantes diferencias territoriales en la distribución de infraestructura y servicios educativos (Secretaría de Educación Departamental de Córdoba, 2024).

Gráfico 3 Distribución territorial de la oferta educativa oficial en Córdoba (2024)



Fuente: Secretaría Departamental de Córdoba, Boletín Estadístico del Sector Educativo 2024

Uno de los principales desafíos estructurales del sistema educativo cordobés continúa siendo la conectividad y el acceso a tecnologías digitales. Según el diagnóstico departamental, una parte considerable de las sedes educativas oficiales no cuenta con acceso adecuado a internet, particularmente en zonas rurales dispersas. El reporte “Perfil de Conectividad Escolar por Secretarías” del Ministerio de Educación Nacional indica que, al corte de noviembre de 2023, Córdoba registraba un porcentaje de matrícula conectada de apenas 47,32%, equivalente a 101.117 estudiantes con acceso a conectividad y únicamente 204

sedes educativas conectadas. Esta situación está asociada a factores como la dispersión geográfica, las dificultades de acceso físico y las limitaciones en infraestructura tecnológica, afectando directamente los procesos de aprendizaje, la autonomía estudiantil y el acceso a contenidos pedagógicos digitales (Ministerio de Educación Nacional, 2023).

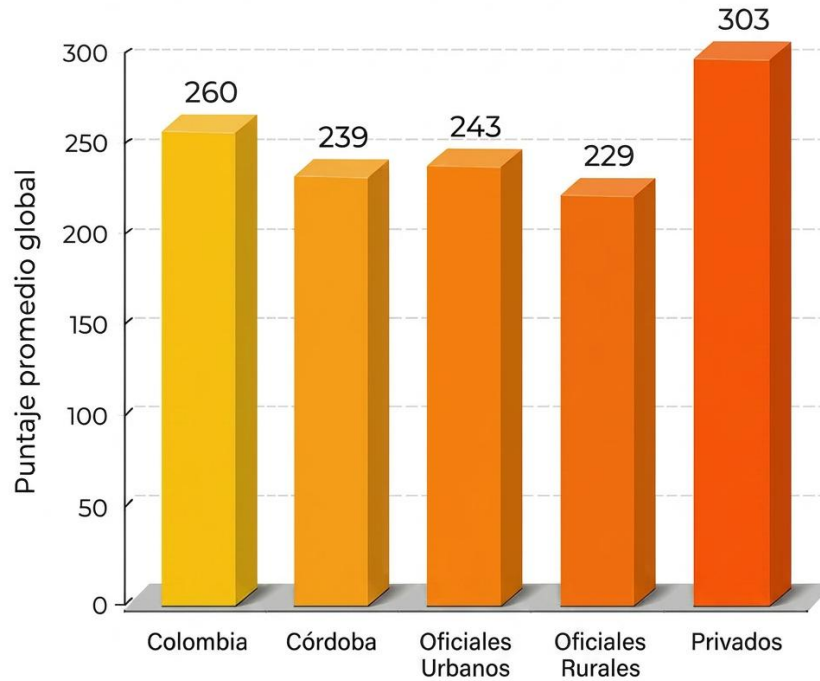
En relación con la cobertura educativa, los indicadores muestran una tendencia gradual a la disminución durante los últimos años. La cobertura bruta total pasó de 108,32% en 2018 a 99,55% en 2023, reflejando los impactos acumulados de factores socioeconómicos y de la contingencia derivada de la pandemia de COVID-19. La disminución es particularmente visible en el nivel de educación media, que históricamente presenta los porcentajes más bajos de cobertura. Mientras en 2018 la cobertura bruta en media alcanzaba el 85,17%, para 2023 se ubicó en 90,29%, manteniéndose por debajo de los demás niveles educativos. Este comportamiento evidencia mayores riesgos de deserción escolar en la adolescencia, asociados a problemáticas como trabajo infantil y juvenil, pobreza, embarazo adolescente y limitaciones de acceso en áreas rurales (Secretaría de Educación Departamental de Córdoba, 2024).

Por otra parte, los resultados de calidad educativa medidos a través de las Pruebas Saber 11 muestran una recuperación gradual luego de las afectaciones derivadas de la pandemia. En 2024, el departamento registró 11.674 estudiantes evaluados, distribuidos de manera equilibrada entre instituciones urbanas y rurales. El promedio global departamental pasó de 234 puntos en 2023 a 239 puntos en 2024, mostrando una mejora sostenida desde 2021. A pesar de este avance, Córdoba continúa ubicándose por debajo del promedio nacional, que alcanzó 260 puntos en 2024. Las diferencias entre sectores también son significativas: mientras las instituciones oficiales urbanas alcanzaron un promedio de 243 puntos y las rurales 229 puntos, los establecimientos privados obtuvieron 303 puntos, evidenciando persistentes desigualdades territoriales y socioeconómicas en el acceso a educación de calidad (ICFES; Secretaría de Educación Departamental de Córdoba, 2024).

No obstante, el comportamiento reciente de los resultados Saber 11 también refleja una reducción gradual de la brecha entre establecimientos urbanos y rurales. Mientras en 2021 la diferencia entre ambos sectores era de 17 puntos, para 2024 esta se redujo a 14 puntos, lo que sugiere avances parciales en estrategias de fortalecimiento pedagógico rural. Sin embargo, las dificultades asociadas a la

dispersión territorial, el acceso a infraestructura, la conectividad y las condiciones de pobreza continúan limitando el desempeño educativo del departamento.

Gráfico 4 Resultados Pruebas Saber 11 – Córdoba (2024)



Fuente: ICFES y Secretaría de Educación Departamental de Córdoba (2024)

En conjunto, el panorama educativo de Córdoba refleja una estructura marcada por profundas desigualdades territoriales y sociales, donde las brechas entre zonas urbanas y rurales siguen condicionando las trayectorias educativas de la población. Aunque se evidencian mejoras recientes en calidad y esfuerzos institucionales por fortalecer la cobertura y la conectividad, persisten retos estructurales vinculados a la infraestructura educativa, la inclusión digital, la permanencia escolar y la equidad territorial. En este contexto, el fortalecimiento del sistema educativo constituye un componente estratégico para el desarrollo social y económico del departamento, así como para la reducción de las desigualdades históricas presentes en el territorio.

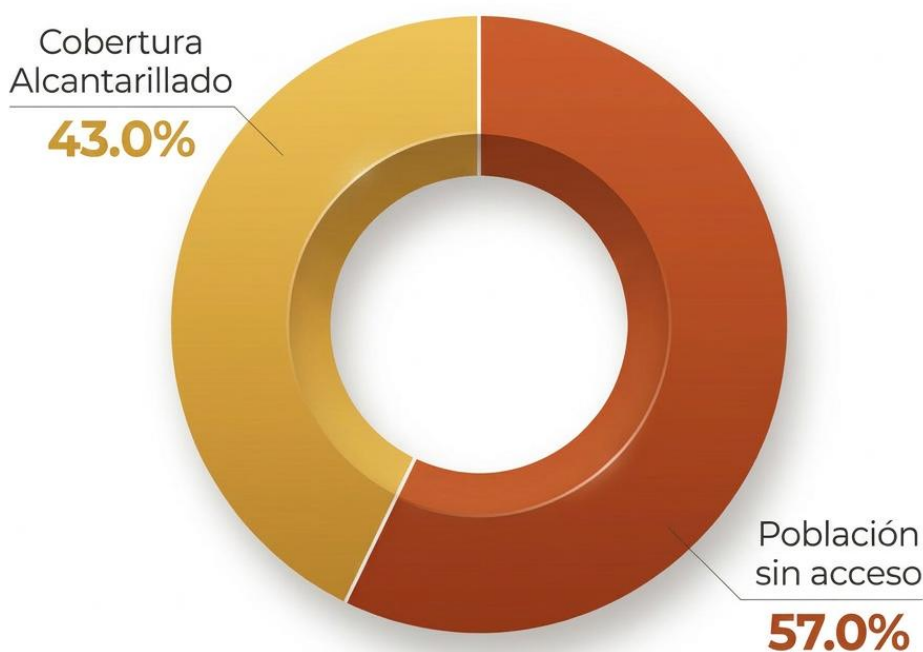
4.5 Servicios Públicos

El acceso a los servicios públicos domiciliarios constituye uno de los principales desafíos estructurales para el departamento de Córdoba, particularmente en

materia de saneamiento básico, cobertura de alcantarillado, calidad del agua potable y equidad territorial en el acceso a infraestructura pública. La situación evidencia profundas brechas entre las zonas urbanas y rurales, así como importantes limitaciones institucionales y técnicas para garantizar condiciones adecuadas de salubridad y bienestar para la población.

De acuerdo con un informe de la Defensoría del Pueblo publicado en marzo de 2024, la cobertura de alcantarillado en el departamento apenas alcanza el 43%, lo que implica que aproximadamente el 57% de la población cordobesa —cerca de un millón de personas— no cuenta con acceso a este servicio básico. La problemática resulta particularmente crítica en las zonas rurales, donde la cobertura se reduce al 11,9%, evidenciando una marcada desigualdad territorial en el acceso a infraestructura de saneamiento (Defensoría del Pueblo, 2024).

Gráfico 5 Cobertura de Alcantarillado en Córdoba (2024)



Cobertura departamental: 43% / Cobertura rural: 11,9%
Fuente: Defensoría del Pueblo (2024)

La baja cobertura de alcantarillado genera impactos ambientales y sanitarios significativos, debido a que una gran proporción de las aguas residuales son vertidas directamente sobre ríos, quebradas, ciénagas y otros cuerpos hídricos sin

tratamiento previo. Según la Defensoría del Pueblo, esta situación contribuye al deterioro de los ecosistemas acuáticos, incrementa los riesgos para la salud pública y profundiza los procesos de contaminación hídrica en diferentes subregiones del departamento. Adicionalmente, el informe señala que muchos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes presentan deficiencias operativas y no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental colombiana.

Las condiciones de cobertura muestran diferencias importantes entre municipios. Casos como San Carlos, que registra una cobertura de alcantarillado de 0%, evidencian escenarios críticos de exclusión en el acceso a servicios públicos. De igual forma, municipios como Tuchín (39%), Moñitos (44%), Momil (50%) y Cereté (59%) presentan niveles insuficientes de cobertura, lo que incrementa la vulnerabilidad social y ambiental de sus habitantes y limita las condiciones básicas de calidad de vida (Defensoría del Pueblo, 2024).

En este contexto, la Defensoría del Pueblo ha señalado la necesidad urgente de fortalecer las acciones institucionales orientadas a ampliar la cobertura del servicio, mejorar los mecanismos de seguimiento y control a los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) y promover la construcción de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales, especialmente en municipios con altos niveles de déficit de infraestructura sanitaria. Asimismo, se destaca la importancia de implementar procesos de educación ambiental y concientización ciudadana sobre el manejo adecuado de aguas residuales y la protección de los cuerpos de agua.

En materia de acueducto y calidad del agua potable, los diagnósticos nacionales muestran que la cobertura del servicio no necesariamente garantiza condiciones adecuadas de calidad hídrica. El análisis realizado sobre cobertura urbana de acueducto e Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) evidencia que numerosos municipios colombianos, pese a registrar coberturas superiores al 75%, continúan presentando niveles medios o altos de riesgo sanitario. Esto refleja que las problemáticas asociadas al acceso al agua potable no dependen únicamente de la expansión de cobertura, sino también de la calidad del servicio y de las capacidades técnicas de operación y tratamiento (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; INS, 2022).

Los procesos de análisis territorial desarrollados mediante modelos de clusterización muestran que varios municipios del país, incluidos territorios con condiciones similares a Córdoba se ubican en grupos caracterizados por coberturas intermedias o bajas y altos niveles de riesgo sanitario, especialmente en áreas

rurales y dispersas. Estas dinámicas revelan una estrecha relación entre desigualdad territorial, pobreza y precariedad en la prestación de servicios públicos esenciales.

La situación de los servicios públicos también se encuentra directamente vinculada con las condiciones de pobreza multidimensional y necesidades básicas insatisfechas (NBI). De acuerdo con el DANE, los indicadores de NBI permiten identificar hogares con carencias estructurales relacionadas con vivienda inadecuada, hacinamiento crítico, acceso deficiente a servicios públicos, dependencia económica y rezago educativo. En este sentido, los territorios con menores coberturas de acueducto y alcantarillado suelen coincidir con municipios que presentan mayores niveles de pobreza y exclusión social, especialmente en áreas rurales y poblaciones históricamente marginadas.

La persistencia de estas brechas evidencia que el acceso desigual a los servicios públicos en Córdoba no constituye únicamente una problemática de infraestructura, sino también una expresión de desigualdad territorial y vulnerabilidad social acumulada. Las limitaciones en saneamiento básico, calidad del agua y acceso a redes de alcantarillado afectan directamente la salud pública, la sostenibilidad ambiental, la productividad económica y las condiciones generales de bienestar de la población.

En consecuencia, el fortalecimiento de la infraestructura de servicios públicos y saneamiento básico representa un componente estratégico para el desarrollo territorial del departamento y para la consolidación de procesos de transición energética justa, adaptación climática y reducción de desigualdades sociales. Esto requiere no solo mayores inversiones en infraestructura y cobertura, sino también mecanismos de articulación institucional, planificación territorial y enfoque diferencial que permitan responder a las particularidades rurales, ambientales y socioeconómicas presentes en Córdoba.

4.6 Problemáticas de la Energía

El departamento de Córdoba ocupa un lugar estratégico dentro del sistema energético colombiano debido a su potencial hidroeléctrico y a la presencia de infraestructura de generación de alcance nacional. La Central Hidroeléctrica de

Urrá, ubicada sobre el río Sinú, constituye el principal proyecto energético del departamento y uno de los referentes de generación hidroeléctrica del Caribe colombiano. De acuerdo con URRÁ S.A. E.S.P., la central cuenta con una capacidad instalada de 340 MW distribuidos en cuatro turbinas de 85 MW cada una y, durante 2023, produjo 1.262,13 GWh, equivalentes al 1,56% de la generación total de energía eléctrica del país (URRÁ S.A. E.S.P., 2024).

La consolidación de Córdoba como territorio de generación energética ha permitido fortalecer el aporte regional al sistema interconectado nacional; sin embargo, también ha evidenciado múltiples desafíos ambientales, sociales y territoriales asociados al desarrollo hidroeléctrico. La construcción y operación de la represa de Urrá implicó transformaciones profundas sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres del río Sinú, particularmente por la inundación de extensas áreas destinadas al embalse. Estas modificaciones han generado alteraciones en los flujos naturales del río, procesos de sedimentación y afectaciones sobre la biodiversidad y los recursos pesqueros, fundamentales para las comunidades ribereñas y para la economía local.

A ello se suma el impacto social derivado del desplazamiento y reubicación de comunidades indígenas y afrodescendientes asentadas históricamente en la cuenca del Sinú. Diversos estudios e informes institucionales han señalado que los procesos de construcción de grandes obras hidroeléctricas en Córdoba produjeron tensiones relacionadas con compensaciones económicas, acceso a tierras y pérdida de medios tradicionales de subsistencia. Estas problemáticas se insertan, además, en un contexto departamental marcado por dinámicas históricas de conflicto armado y desplazamiento forzado. Según la Unidad para las Víctimas, durante el segundo semestre de 2021 se registraron en Córdoba 3.551 eventos de desplazamiento forzado individual y dos eventos de desplazamiento masivo (Unidad para las Víctimas, 2021). De igual manera, informes humanitarios del Comité Internacional de la Cruz Roja señalaron que el departamento aportó el 4,2% de los desplazamientos masivos ocurridos en Colombia durante ese año.

En términos de infraestructura eléctrica, Córdoba enfrenta importantes limitaciones asociadas a la calidad y continuidad del servicio, especialmente en zonas rurales y dispersas. Las interrupciones en el suministro, las pérdidas técnicas y la falta de modernización de las redes de distribución afectan las actividades productivas, las dinámicas comerciales y las condiciones de vida de amplios sectores de la población. La necesidad de fortalecer la infraestructura energética y ampliar las

inversiones en mantenimiento y actualización tecnológica continúa siendo uno de los principales retos del sistema eléctrico departamental.

En este contexto, la eficiencia energética adquiere un papel central dentro de las estrategias de sostenibilidad regional. La incorporación de tecnologías eficientes, la modernización de equipos y el fortalecimiento de prácticas de ahorro energético podrían contribuir a disminuir pérdidas en la distribución y reducir los costos asociados al consumo eléctrico. No obstante, la adopción de estas tecnologías continúa siendo limitada debido a barreras económicas, déficits de infraestructura y escasos incentivos para la transición tecnológica, especialmente en sectores rurales y poblaciones de bajos ingresos.

El cambio climático representa otro factor de presión sobre el sistema energético cordobés. La variabilidad climática y la ocurrencia de sequías prolongadas afectan directamente la disponibilidad hídrica necesaria para la generación hidroeléctrica, reduciendo la capacidad de producción de energía durante determinados periodos del año. Este escenario pone en evidencia la necesidad de diversificar la matriz energética regional mediante el fortalecimiento de fuentes renovables complementarias, particularmente la energía solar y eólica, las cuales poseen un importante potencial de desarrollo en el Caribe colombiano.

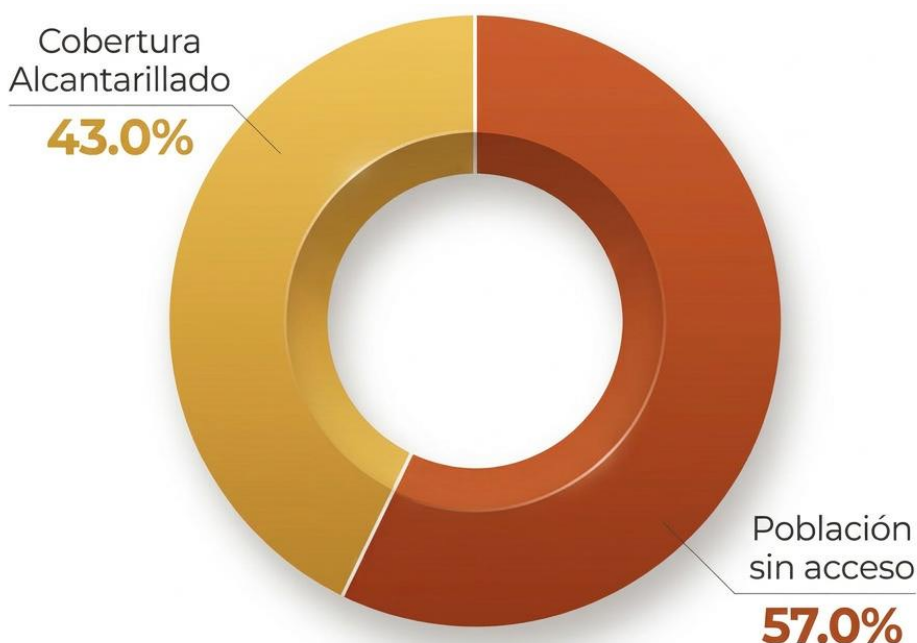
En esta línea, organismos internacionales como Naciones Unidas y la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) han señalado la necesidad de avanzar hacia procesos de descarbonización y transición energética. Naciones Unidas destaca que cerca del 80% de la población mundial depende de combustibles fósiles importados, situación que incrementa la vulnerabilidad frente a crisis económicas y geopolíticas. Asimismo, estima que hacia 2050 cerca del 90% de la electricidad mundial deberá provenir de fuentes renovables para garantizar sostenibilidad ambiental y seguridad energética (Naciones Unidas, s.f.). Estas perspectivas adquieren especial relevancia para Córdoba, dado el potencial de expansión de energías limpias en el departamento.

Paralelamente, uno de los principales desafíos estructurales del territorio corresponde a la pobreza energética. El Índice Multidimensional de Pobreza Energética (IMPE), elaborado por Promigas e Inclusión S.A.S., evidencia que Córdoba se encuentra entre los departamentos con mayores niveles de privación energética en Colombia. Para 2022, el 63% de la población departamental se encontraba en situación de pobreza energética, lo que equivale aproximadamente a 1,1 millones de personas. Adicionalmente, el informe señala una intensidad de pobreza energética del 46,7%, indicador que refleja el porcentaje promedio de

privaciones acumuladas por los hogares afectados (Promigas e Inclusión S.A.S., 2022).

La composición de esta pobreza energética revela importantes déficits en acceso y calidad del servicio eléctrico, condiciones funcionales de vivienda, acceso a tecnologías para el aprendizaje y comunicación, y disponibilidad de equipamiento básico en los hogares. Según el estudio, únicamente 689.136 personas en Córdoba se encontraban clasificadas como no pobres energéticos en 2022. A nivel nacional, el IMPE reportó que el 18,5% de la población colombiana se encontraba en situación de pobreza energética, mientras que Córdoba figuraba entre los cinco departamentos con mayores niveles de afectación, junto con Chocó, La Guajira, Vaupés y Sucre.

Gráfico 6 Pobreza Energética en Córdoba (2022)



1,1 millones de personas en situación de pobreza energética
 Intensidad de pobreza energética: 46,7%
 Población no pobre energética: 689.136 personas

Fuente: Promigas e Inclusión S.A.S. – IPME (2022)

Las condiciones de pobreza energética en Córdoba afectan de manera particular a las comunidades rurales y étnicas, donde persisten problemas históricos asociados a redes eléctricas incompletas, intermitencia del servicio y dependencia de la leña

para actividades domésticas como la cocción de alimentos. Estas condiciones no solo limitan la calidad de vida de los hogares, sino que también generan impactos negativos sobre la salud, la educación y las posibilidades de desarrollo económico local.

Frente a este panorama, los informes de Promigas y otras entidades especializadas plantean la necesidad de implementar acciones orientadas a mejorar la calidad del servicio eléctrico, ampliar la cobertura energética rural, promover programas de sustitución de leña y garantizar el acceso a tecnologías básicas y equipamientos eficientes en los hogares. De igual forma, resulta prioritario fortalecer las políticas públicas de transición energética, modernización de infraestructura y diversificación de fuentes renovables, con el objetivo de construir un sistema energético más resiliente, equitativo y sostenible para el departamento de Córdoba.

4.7 Síntesis

La actualidad socioeconómica del departamento de Córdoba evidencia que las problemáticas energéticas del territorio no pueden comprenderse de manera aislada, sino en estrecha relación con factores ambientales, sociales, económicos, institucionales, educativos y territoriales históricamente acumulados. En este contexto, la transición energética justa y la implementación del Programa Colombia Solar adquieren una relevancia estratégica, en tanto representan una oportunidad para reducir brechas estructurales y fortalecer procesos de desarrollo territorial sostenible e incluyente.

Desde la dimensión ambiental, Córdoba enfrenta condiciones de alta vulnerabilidad climática asociadas principalmente a inundaciones, sequías, olas de calor, incendios y erosión costera, fenómenos identificados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2025) como amenazas prioritarias para el territorio. Las inundaciones recurrentes en municipios como Tierralta, Ayapel, Loricá, Sahagún y San Pelayo han generado afectaciones severas sobre vivienda, infraestructura, movilidad, producción agrícola y acceso a servicios esenciales. Estas dinámicas impactan de manera diferenciada a poblaciones vulnerables como niños, mujeres, personas mayores, comunidades étnicas y población rural dispersa, profundizando desigualdades históricas y configurando escenarios de desplazamiento climático y pérdida de capacidades productivas.

En el ámbito socioeconómico, Córdoba presenta importantes rezagos en indicadores de pobreza, desigualdad y empleo. Aunque el departamento ha mostrado crecimiento económico impulsado principalmente por actividades agropecuarias, mineras y energéticas, persisten elevados niveles de pobreza monetaria y multidimensional, así como fuertes desigualdades entre zonas urbanas y rurales. Las limitaciones en acceso a empleo formal, infraestructura y servicios básicos restringen las capacidades de desarrollo de amplios sectores poblacionales, particularmente en territorios rurales y comunidades étnicas.

Las condiciones educativas también reflejan profundas brechas territoriales. A pesar de contar con una amplia cobertura institucional en los municipios no certificados, el departamento enfrenta dificultades asociadas a conectividad digital, acceso a internet rural, deserción escolar y diferencias significativas en calidad educativa entre establecimientos urbanos y rurales. Los resultados de las pruebas Saber muestran avances recientes, pero mantienen una distancia considerable frente al promedio nacional, evidenciando desafíos persistentes en términos de equidad educativa y formación de capital humano.

En materia de servicios públicos, el diagnóstico revela déficits estructurales especialmente en saneamiento básico y alcantarillado. Según la Defensoría del Pueblo (2024), cerca del 57% de la población cordobesa no tiene acceso al servicio de alcantarillado, situación que genera vertimientos directos de aguas residuales sobre ríos y cuerpos hídricos, agravando la contaminación ambiental y afectando la salud pública. Estas limitaciones son más críticas en zonas rurales y municipios con bajos niveles de infraestructura.

El panorama energético del departamento refleja una contradicción estructural: Córdoba es un territorio estratégico para la generación de energía eléctrica nacional, particularmente a través de la hidroeléctrica de Urrá, pero simultáneamente presenta altos niveles de pobreza energética y desigualdad en el acceso a servicios energéticos de calidad. De acuerdo con el Índice Multidimensional de Pobreza Energética (IMPE), el 63% de la población departamental se encontraba en situación de pobreza energética en 2022, afectando a aproximadamente 1,1 millones de personas. Esta situación evidencia que la existencia de infraestructura energética de gran escala no se traduce automáticamente en bienestar territorial ni en acceso equitativo a la energía.

A ello se suman las conflictividades históricas derivadas de proyectos hidroeléctricos y de las dinámicas del conflicto armado. El departamento continúa enfrentando riesgos asociados a presencia de grupos armados ilegales, control

territorial, desplazamiento forzado y economías ilícitas, particularmente en subregiones rurales y territorios indígenas Zenú. Estas dinámicas afectan la gobernabilidad local, la cohesión social y la implementación de proyectos de desarrollo territorial.

En este escenario, el Programa Colombia Solar se configura como una herramienta estratégica para avanzar hacia una transición energética justa en el departamento. Más allá de la incorporación de tecnologías solares, el programa representa una oportunidad para democratizar el acceso a la energía, reducir condiciones de pobreza energética y fortalecer capacidades comunitarias e institucionales. La expansión de soluciones solares en zonas rurales y dispersas puede contribuir a mejorar las condiciones de vida de hogares vulnerables, ampliar la cobertura energética y fortalecer servicios esenciales como educación, salud, conectividad y productividad local.

Asimismo, la transición energética justa implica reconocer que el cambio de matriz energética debe ir acompañado de procesos de inclusión social, participación comunitaria y justicia territorial. En el caso de Córdoba, esto supone incorporar enfoques diferenciales y mecanismos de participación para comunidades campesinas, indígenas, afrodescendientes y rurales, garantizando que los beneficios de la transición energética no reproduzcan desigualdades históricas ni generen nuevas formas de exclusión territorial.

La implementación de Colombia Solar también puede convertirse en un mecanismo para fortalecer la resiliencia climática del departamento. La diversificación de fuentes energéticas mediante sistemas solares distribuidos permite reducir la dependencia de fuentes hidroeléctricas vulnerables a la variabilidad climática y ampliar la capacidad de respuesta frente a eventos extremos asociados al cambio climático. Del mismo modo, la promoción de energías limpias contribuye a reducir impactos ambientales y avanzar en procesos de descarbonización coherentes con los compromisos nacionales e internacionales de mitigación climática.



Energía

5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico del departamento de Córdoba constituye un elemento estructural dentro del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y juega un rol estratégico en el desarrollo socioeconómico, la productividad de los sectores agropecuario y ganadero, la inclusión social de comunidades rurales y étnicas, y los procesos de transición energética justa en la región Caribe colombiana. Operado principalmente por Afinia, filial del Grupo EPM, el sistema eléctrico departamental se desenvuelve en un territorio caracterizado por su compleja geomorfología — extensas planicies aluviales de los ríos Sinú y San Jorge, zonas costeras, áreas inundables y subregiones con alta dispersión poblacional—, lo que genera desafíos particulares en términos de cobertura, calidad del servicio, eficiencia operativa y resiliencia ante el cambio climático.

Este capítulo ofrece un análisis técnico integral, detallado y actualizado del estado del sistema eléctrico cordobés. Se fundamenta en información oficial proveniente de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI), reportes de gestión de Afinia, datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y estudios sectoriales del Ministerio de Minas y Energía. El propósito es no solo describir el estado actual de la infraestructura, sino comprender sus interrelaciones con las trayectorias históricas de desarrollo territorial, las condiciones socioeconómicas del departamento y las oportunidades que abre el Programa Colombia Solar para avanzar hacia un modelo energético más equitativo, eficiente, resiliente y sostenible.

5.1. Estado Actual de la Infraestructura

La infraestructura eléctrica de Córdoba se encuentra integrada al Sistema Interconectado Nacional mediante activos de generación, transmisión regional, subtransmisión y distribución local. Su operación depende de una combinación de grandes plantas generadoras, subestaciones de alta y media tensión, líneas de transmisión estratégicas y extensas redes de distribución que permiten atender tanto las cabeceras municipales como sectores rurales, agroindustriales y mineros.

El principal activo histórico de generación del departamento es la Central Hidroeléctrica Urrá I, ubicada en el municipio de Tierralta, sobre el río Sinú. Esta central cuenta con una capacidad instalada de 340 MW, distribuida en cuatro unidades generadoras de 85 MW cada una. Su entrada en operación consolidó a Córdoba como un departamento generador de energía dentro del Caribe colombiano y como un punto de soporte para la seguridad del sistema eléctrico regional. Urrá I no solo aporta energía al SIN, sino que también cumple funciones relevantes en regulación de frecuencia, soporte de tensión y confiabilidad operativa, especialmente en una región donde la demanda ha crecido y donde históricamente han existido limitaciones de red.

No obstante, la central hidroeléctrica presenta una doble lectura técnica y territorial. Desde el punto de vista del sistema eléctrico, representa un activo de generación renovable convencional de gran relevancia para el departamento y para la región Caribe. Desde el punto de vista socioambiental, su construcción y operación han estado asociadas a transformaciones sobre el río Sinú, cambios en los ciclos hidrológicos, afectaciones sobre ecosistemas acuáticos, tensiones con comunidades ribereñas e indígenas, y debates sobre compensación ambiental y territorial. Por ello, la evaluación de Urrá no puede reducirse a su capacidad instalada o a su generación anual: debe analizarse como una infraestructura energética de alto impacto territorial, cuya sostenibilidad depende de la gestión integral del agua, del embalse, de la biodiversidad y de las comunidades localizadas en su área de influencia.

A la infraestructura hidroeléctrica se suma la Central Térmica El Tesorito, ubicada en el corregimiento de San Antonio, municipio de Sahagún. Esta planta de generación a gas natural cuenta con una capacidad instalada aproximada de 200 MW y opera como respaldo térmico del sistema. Su importancia radica en que aporta energía firme y capacidad de respuesta rápida en escenarios de baja hidrología, alta demanda o restricciones del sistema. En el contexto de transición energética, las plantas térmicas a gas suelen considerarse tecnologías de respaldo, debido a que permiten compensar la variabilidad de las fuentes renovables no convencionales. Sin embargo, también generan emisiones de gases de efecto invernadero y dependen de la disponibilidad de gas natural, por lo que su papel debe entenderse como transitorio y complementario, no como solución estructural de largo plazo.

En materia de generación solar, Córdoba ha comenzado a fortalecer su participación mediante proyectos fotovoltaicos de escala media y proyectos piloto. Entre ellos se

destacan la planta solar flotante Aquasol, ubicada en el embalse de Urrá; el parque solar INTI I, localizado en La Apartada; el proyecto INTI II; y otros desarrollos solares conectados o en proceso de consolidación. La planta Aquasol representa un hito tecnológico por su carácter flotante, ya que permite aprovechar superficies de agua existentes sin competir directamente por suelo agrícola o ganadero. Este tipo de solución resulta relevante para territorios con embalses, cuerpos de agua artificiales o infraestructura hidráulica existente, aunque requiere análisis detallados sobre evaporación, calidad del agua, mantenimiento, corrosión, biodiversidad acuática y seguridad operacional.

El parque solar INTI I, por su parte, evidencia el avance hacia proyectos fotovoltaicos conectados al SIN desde el territorio cordobés. Su localización en La Apartada permite articular generación renovable con una zona de importancia minera, agropecuaria y de conexión regional. Este tipo de proyectos contribuye a diversificar la matriz departamental, reduce parcialmente la dependencia de fuentes convencionales y permite desarrollar capacidades locales en construcción, operación y mantenimiento de sistemas solares. Sin embargo, su impacto social dependerá de la forma en que se vinculen las comunidades, se generen empleos locales, se distribuyan beneficios y se articulen estos proyectos con estrategias de reducción de pobreza energética.

El inventario funcional de infraestructura eléctrica del departamento puede organizarse de la siguiente manera:

Tabla 2 *Inventario funcional de infraestructura eléctrica del departamento de Córdoba*

Tipo de activo	Infraestructura principal	Localización o zona de influencia	Función técnica dentro del sistema
Generación hidroeléctrica	Central Hidroeléctrica Urrá I	Tierralta, cuenca del río Sinú	Generación renovable convencional, energía firme, soporte de tensión y aporte al SIN
Generación térmica	Central Térmica El Tesorito	Sahagún, corregimiento de San Antonio	Generación a gas natural, respaldo operativo, confiabilidad en periodos de baja hidrología
Generación solar flotante	Planta Aquasol	Embalse de Urrá, Tierralta	Proyecto piloto fotovoltaico flotante, diversificación tecnológica
Generación solar fotovoltaica	INTI I e INTI II	La Apartada	Generación solar conectada al sistema, transición energética regional

Generación solar adicional	Pétalo de Córdoba I y otros proyectos solares registrados	Córdoba	Aporte renovable no convencional y expansión fotovoltaica
Subestaciones estratégicas	Cerromatoso, Chinú, Sahagún, Montería/Nueva Montería, Urrá, Río Sinú, Tierralta	Centro y sur del departamento, conexión Caribe-interior	Transformación, maniobra, conexión de generación y transporte de energía
Redes de transmisión	Corredores Cerromatoso-Chinú, Cerromatoso-Sahagún-Chinú, Chinú-Montería-Urabá	Córdoba, Sucre, Antioquia y Caribe	Transporte de energía en alta tensión, confiabilidad regional e integración al SIN
Redes de distribución	Circuitos urbanos, rurales y agroindustriales operados principalmente por Afinia	30 municipios de Córdoba	Prestación del servicio a usuarios residenciales, comerciales, oficiales, rurales e industriales

Fuente: Elaboración Propia

La operación de estas infraestructuras se encuentra condicionada por cuatro factores principales: la localización geográfica de los activos, la antigüedad de algunos tramos de red, la exposición a fenómenos climáticos y la carga socioeconómica del sistema. Las subestaciones de alta tensión y los grandes corredores de transmisión tienen un papel estratégico para evacuar generación y transportar energía hacia los centros de consumo. Sin embargo, los problemas más frecuentes para el usuario final suelen concentrarse en las redes de distribución, especialmente en media y baja tensión, donde se manifiestan interrupciones, fluctuaciones de voltaje, sobrecargas de transformadores, deterioro de conductores, conexiones irregulares, vegetación cercana a redes y pérdidas técnicas y no técnicas.

El operador de red y comercializador predominante en Córdoba es Afinia, filial del Grupo EPM, que asumió la prestación del servicio tras la liquidación de Electricaribe y la reorganización del mercado eléctrico del Caribe. La entrada de Afinia representó una nueva etapa institucional orientada a recuperar inversión, mejorar indicadores de calidad, reducir pérdidas, intervenir circuitos críticos, modernizar subestaciones y fortalecer la relación con los usuarios. No obstante, el sistema heredado presentaba problemas profundos: redes deterioradas, baja confiabilidad, pérdidas

elevadas, cartera vencida, zonas de difícil gestión, barrios subnormales y una percepción ciudadana de desconfianza frente al servicio eléctrico.

Las condiciones de operación y mantenimiento han mejorado parcialmente mediante programas de poda técnica, termografía, inspecciones de red, cambio de postes, renovación de transformadores, instalación de macromedición, normalización de usuarios, intervención de circuitos priorizados y fortalecimiento de subestaciones. Sin embargo, el nivel de rezago acumulado hace que los avances sean graduales y todavía insuficientes para cerrar completamente las brechas de calidad y continuidad. La modernización de la infraestructura eléctrica cordobesa debe entenderse como un proceso de mediano y largo plazo, que exige inversiones sostenidas, control regulatorio, participación comunitaria y articulación con proyectos de generación distribuida.

Las diferencias entre cobertura urbana y rural son especialmente relevantes. En cabeceras municipales como Montería, Cereté, Sahagún, Lórica, Montelíbano y Planeta Rica, la cobertura formal del servicio es relativamente alta y la mayor parte de los usuarios se encuentra conectada al sistema. No obstante, incluso en estas zonas pueden presentarse problemas de calidad, sobrecarga de redes, pérdidas no técnicas, conexiones informales y dificultades de pago. En contraste, municipios con ruralidad extensa o población dispersa —como Tierralta, Puerto Libertador, San José de Uré, Valencia, Canalete, Moñitos, Los córdobas, San Bernardo del Viento y algunas zonas de Ayapel— enfrentan mayores costos de expansión de red, mayor exposición a daños por clima, menor densidad de usuarios por kilómetro de red y mayores dificultades para garantizar mantenimiento oportuno.

Esta brecha territorial no significa únicamente ausencia de conexión. En muchos casos, la vivienda cuenta con acceso formal o informal al servicio, pero la calidad es deficiente, el voltaje es inestable, la continuidad no está garantizada o el costo relativo de la factura supera la capacidad de pago del hogar. Por ello, el diagnóstico técnico debe incorporar el concepto de pobreza energética, entendido como la imposibilidad de acceder a servicios energéticos adecuados, confiables, seguros, sostenibles y asequibles.

Comparativamente, Córdoba se ubica en una posición intermedia dentro del Caribe. Frente a Atlántico y Bolívar, presenta una menor concentración urbana e industrial, lo que aumenta la complejidad de la distribución rural. Frente a Sucre, cuenta con mayor infraestructura de generación y con nodos estratégicos de transmisión. Frente a La Guajira, posee menor potencial eólico, pero una infraestructura eléctrica más diversificada por la presencia hidroeléctrica, térmica y solar. Frente al Cesar,

comparte desafíos de pobreza energética y zonas rurales vulnerables, pero se diferencia por su dependencia hidroclimática asociada al río Sinú y por su menor peso relativo de la minería carbonífera. Esta comparación permite concluir que Córdoba no puede ser tratada como un departamento periférico del sistema eléctrico nacional, sino como un nodo regional con capacidad de generación, potencial renovable, retos de distribución y alta relevancia para la transición energética justa.

5.2 Capacidad Instalada y Generación Eléctrica

La capacidad instalada del departamento de Córdoba se compone principalmente de generación hidroeléctrica, térmica a gas y solar fotovoltaica. La Central Hidroeléctrica Urrá I, con 340 MW, continúa siendo el principal activo de generación del departamento. A ello se suma la Central Térmica El Tesorito, con cerca de 200 MW, que fortalece la confiabilidad del sistema mediante generación a gas natural. En conjunto, estos dos activos ubican a Córdoba como uno de los departamentos del Caribe con mayor diversidad de fuentes de generación convencional y de respaldo.

Si se considera únicamente la capacidad de Urrá I, Córdoba aporta alrededor de 1,6% de la capacidad efectiva nacional, tomando como referencia una matriz nacional cercana a los 21 GW. Al incorporar la generación térmica y los proyectos solares conectados o en operación, la participación departamental aumenta y adquiere mayor relevancia estratégica, no solo por volumen instalado, sino por complementariedad tecnológica. La generación hidroeléctrica aporta energía renovable convencional, la térmica a gas ofrece respaldo firme y la solar fotovoltaica introduce una fuente renovable no convencional de rápida expansión.

La generación hidroeléctrica sigue siendo predominante en el departamento debido a Urrá. Su ventaja principal es que produce energía renovable con bajos costos variables y puede contribuir a la estabilidad del sistema. Sin embargo, su desempeño está condicionado por la disponibilidad hídrica, los aportes del río Sinú, la sedimentación del embalse y los efectos de fenómenos climáticos como El Niño o La Niña. Durante periodos de sequía prolongada, la capacidad de generación hidroeléctrica puede reducirse, lo que obliga al sistema nacional a recurrir en mayor medida a generación térmica. Durante periodos de lluvias extremas, por el

contrario, aumentan los desafíos de gestión hidráulica, control de niveles y protección de comunidades aguas abajo.

La generación térmica a gas, representada por El Tesorito, cumple un papel complementario dentro del sistema. Su capacidad de entrada rápida permite atender escenarios de alta demanda y respaldar la variabilidad de la generación renovable. No obstante, desde la perspectiva de sostenibilidad, esta fuente debe ser gestionada como energía de transición. Aunque el gas natural produce menos emisiones que otros combustibles fósiles como carbón o diésel, sigue siendo una fuente no renovable. Por ello, su función estratégica debe orientarse al respaldo de confiabilidad mientras se consolida una mayor participación de energías renovables, almacenamiento, gestión de demanda y redes inteligentes.

La energía solar fotovoltaica constituye el componente de mayor potencial de crecimiento. Córdoba presenta niveles de radiación solar favorables para proyectos distribuidos y de escala media. En términos generales, el Caribe colombiano registra valores superiores al promedio nacional en varias zonas, con rangos que pueden ubicarse aproximadamente entre 4,5 y 5,5 kWh/m²/día, dependiendo de la subregión, la nubosidad, la época del año y las condiciones microclimáticas. En Córdoba, las zonas de Sabanas, San Jorge, Bajo Sinú y Costanera presentan condiciones aprovechables para generación solar, especialmente en cubiertas, predios rurales, infraestructura pública, pequeños comercios, sistemas agropecuarios y soluciones comunitarias.

El potencial solar del departamento no debe entenderse únicamente como oportunidad para grandes parques fotovoltaicos. Aunque los proyectos de escala centralizada pueden aportar capacidad al SIN, la mayor oportunidad social se encuentra en la generación distribuida, especialmente en hogares de estratos 1, 2 y 3, instituciones educativas rurales, puestos de salud, acueductos comunitarios, asociaciones productivas, centros de acopio, sistemas de refrigeración agropecuaria y pequeños negocios de economía popular. En estos casos, la energía solar puede reducir costos, mejorar la autonomía energética, disminuir pérdidas por transporte, fortalecer resiliencia local y generar capacidades técnicas comunitarias.

La biomasa representa una fuente con potencial, aunque aún no se encuentra suficientemente desarrollada en el departamento. Córdoba posee actividades ganaderas, agrícolas y agroindustriales que generan residuos orgánicos aprovechables para procesos de biodigestión, biogás, generación térmica o cogeneración en pequeña escala. Residuos de ganadería, arroz, maíz, yuca, plátano, madera, biomasa forestal residual y desechos agroindustriales podrían integrarse a

proyectos de energía local, siempre que exista viabilidad técnica, ambiental y económica. Sin embargo, el aprovechamiento de biomasa requiere cadenas logísticas estables, regulación ambiental, control de emisiones, modelos asociativos y escalas adecuadas de operación.

Las proyecciones de crecimiento de la generación eléctrica en Córdoba deben considerar tres escenarios. El primer escenario corresponde a una expansión convencional moderada, basada en mantener la operación de Urrá, utilizar respaldo térmico y ejecutar refuerzos de transmisión. Este escenario mejora confiabilidad, pero no transforma estructuralmente las condiciones de pobreza energética. El segundo escenario corresponde a una transición renovable centralizada, con incorporación de nuevos parques solares de mediana y gran escala. Este escenario incrementa la participación de energías limpias, pero sus beneficios sociales dependerán de la distribución territorial de ingresos, empleo y acceso. El tercer escenario corresponde a una transición energética justa y distribuida, donde la generación solar comunitaria, la autogeneración, los sistemas híbridos, el almacenamiento y las comunidades energéticas complementan la red convencional y reducen directamente la vulnerabilidad de los usuarios. Este último escenario es el más coherente con los objetivos del programa Colombia Solar.

5.3 Redes de Transmisión y Distribución

Las redes de transmisión y distribución constituyen el componente más crítico del sistema eléctrico cordobés desde la perspectiva del usuario final. Aunque el departamento cuenta con activos relevantes de generación, las principales deficiencias percibidas por la ciudadanía se relacionan con interrupciones, fluctuaciones de voltaje, tiempos de reposición, facturación, pérdidas y calidad del servicio en redes de distribución.

A nivel de transmisión, Córdoba se articula mediante corredores de alta tensión que conectan el departamento con el Caribe, Antioquia, Sucre y el interior del país. Entre los proyectos y corredores relevantes se encuentran Cerromatoso-Chinú, Cerromatoso-Sahagún-Chinú, Chinú-Montería-Urabá y los enlaces asociados a Montería, Urrá, Río Sinú y Tierralta. La existencia de la subestación Sahagún 500 kV, así como los proyectos de ampliación relacionados con el segundo circuito Cerromatoso-Sahagún-Chinú, son fundamentales para aumentar la confiabilidad del área, habilitar la conexión de nueva generación y reducir restricciones

operativas. Estos proyectos permiten mejorar el transporte de energía en alta tensión y fortalecer la seguridad del suministro regional.

El corredor Chinú-Montería-Urabá, con infraestructura de 230 kV y una longitud aproximada de 195 km, tiene relevancia estratégica porque mejora la conexión entre Córdoba y el noroccidente del país. Este tipo de infraestructura permite atender crecimiento de demanda, reducir restricciones y aumentar la capacidad de transferencia de energía. Asimismo, las obras asociadas a Nueva Montería, Río Sinú, Urrá y Tierralta son importantes para mejorar confiabilidad en zonas donde la demanda residencial, comercial e institucional ha crecido y donde existen riesgos de contingencia ante fallas de red.

No obstante, la transmisión de alta tensión no resuelve por sí sola los problemas de calidad del servicio. La distribución local, especialmente en redes de media y baja tensión, sigue siendo el punto más sensible. La red de distribución debe atravesar zonas inundables, áreas con vegetación densa, vías terciarias deterioradas, barrios de crecimiento informal, asentamientos rurales dispersos y sectores con baja capacidad de pago. Esto incrementa los costos de operación y mantenimiento, dificulta la reposición rápida del servicio y aumenta las pérdidas técnicas y no técnicas.

Las pérdidas técnicas se originan en condiciones físicas del sistema: resistencia de conductores, transformadores sobrecargados, redes extensas, bajo factor de potencia, deterioro de equipos, conexiones largas en baja tensión y obsolescencia de algunos activos. Estas pérdidas pueden reducirse mediante reconductorización, cambio de transformadores, compensación reactiva, mejora de niveles de tensión, sectorización, mantenimiento preventivo y modernización tecnológica.

Las pérdidas no técnicas se asocian a conexiones irregulares, fraude, manipulación de medidores, usuarios sin medición, errores comerciales, cartera vencida y dificultades de recaudo. En Córdoba, como en otros departamentos atendidos por el antiguo mercado de Electricaribe, este fenómeno tiene una dimensión técnica, social y económica. No puede abordarse únicamente mediante control policial o desconexiones, porque muchas conexiones irregulares se relacionan con pobreza, informalidad urbana, ausencia histórica de normalización de barrios y debilidad institucional. La solución requiere combinar normalización eléctrica, medición adecuada, acuerdos de pago, educación comunitaria, subsidios focalizados, redes seguras y alternativas de autogeneración para hogares vulnerables.

El desempeño del operador de red ha mejorado en algunos indicadores, pero aún se encuentra lejos de los estándares deseables de continuidad y confiabilidad. Los reportes recientes muestran avances en intervención de circuitos, reducción de duración y frecuencia de interrupciones, instalación de medición, atención de usuarios y ejecución de planes de inversión. Sin embargo, la comparación con operadores de regiones más densas y con redes más modernas evidencia que el Caribe continúa enfrentando mayores tiempos de interrupción y mayores pérdidas. En términos técnicos, el reto consiste en pasar de una gestión correctiva —atender fallas después de ocurridas— a una gestión predictiva y preventiva basada en información, sensores, telecontrol, analítica de datos, mantenimiento por condición y automatización de redes.

Los casos críticos de interrupciones en Córdoba suelen presentarse en cuatro tipos de zonas. Primero, áreas rurales extensas como Tierralta, Valencia, Puerto Libertador y San José de Uré, donde la distancia entre usuarios aumenta la longitud de red por suscriptor. Segundo, zonas costeras como Moñitos, Puerto Escondido, San Bernardo del Viento y Los Córdoba, donde la salinidad, los vientos y la corrosión afectan equipos y estructuras. Tercero, municipios con alta actividad agropecuaria y comercial como Planeta Rica, Sahagún, Cereté y Loricá, donde los incrementos de demanda pueden generar sobrecargas. Cuarto, áreas urbanas populares de Montería y otros municipios, donde el crecimiento informal, la concentración de usuarios subsidiados y las conexiones no normalizadas generan pérdidas y riesgos eléctricos.

La distribución eléctrica en Córdoba debe ser entendida, por tanto, como un sistema sociotécnico. Su eficiencia depende tanto de la calidad de los activos como de la relación entre empresa, Estado y comunidad. La modernización de redes debe ir acompañada de legitimidad social, participación de los usuarios, transparencia tarifaria y alternativas para hogares con baja capacidad de pago. De lo contrario, las inversiones pueden mejorar ciertos indicadores técnicos, pero no necesariamente resolver la conflictividad social asociada al servicio.

5.4 Indicadores de Eficiencia y Sostenibilidad

Los principales indicadores para evaluar el sistema eléctrico cordobés se agrupan en cuatro categorías: cobertura, continuidad, pérdidas y sostenibilidad financiera-ambiental.



Desde el punto de vista de cobertura, la información más reciente de la UPME muestra que Córdoba alcanzó en 2024 un Índice de Cobertura de Energía Eléctrica total de 86,5%. Sin embargo, la diferencia urbano-rural es profunda: la cobertura urbana aparece estimada en 100%, mientras que la rural alcanza apenas 45,78%. En términos absolutos, el reporte registra 388.725 usuarios urbanos y 124.861 usuarios rurales, frente a 321.000 viviendas urbanas y 272.717 viviendas rurales. Esto indica que la cobertura urbana está prácticamente consolidada, mientras que en la ruralidad persiste una brecha estructural: aproximadamente 147.856 viviendas rurales no estarían cubiertas por el servicio eléctrico bajo esta medición.

Esta diferencia muestra que el principal problema del sistema eléctrico cordobés no se encuentra en las cabeceras municipales, sino en las zonas rurales dispersas y de difícil acceso. Por ello, el análisis por subregiones debe leerse en función de la relación entre ruralidad, dispersión territorial, condiciones productivas y estabilidad del servicio. Para este diagnóstico se consideran las subregiones usuales del departamento: Alto Sinú, Bajo Sinú, Costanera, Medio Sinú, Sabana y San Jorge.



Ilustración 4 Sistema de energía eléctrica de Córdoba

Sistema de energía eléctrica de Córdoba

Lectura subregional del diagnóstico

Subregión	Lectura energética territorial	Implicación para consumo, formalización y calidad
 Medio Sinú	Concentra el nodo urbano más importante del departamento, asociado a Montería y su entorno funcional. Presenta mayor integración a la red y mayor demanda urbana, comercial e institucional.	Aunque la cobertura urbana es alta, persisten circuitos priorizados por calidad del servicio, como Montería 6 y Río Sinú 3, lo que muestra que la conexión no garantiza estabilidad plena del suministro.
 Bajo Sinú	Combina cabeceras municipales importantes con áreas rurales y centros poblados asociados a actividades agropecuarias y comerciales.	La continuidad del servicio sigue siendo un reto. La Superservicios ha recomendado mantener inversiones sobre circuitos como Lórica 2, lo que evidencia necesidades de mejoramiento en infraestructura de distribución.
 Costanera	Presenta ruralidad, dispersión territorial y condiciones litorales que dificultan la prestación continua del servicio.	Es una de las zonas más críticas en calidad. Moñitos registró en 2023 una duración promedio de interrupciones de 274,91 horas y una frecuencia promedio de 190,64 interrupciones, ubicándose entre los peores registros nacionales.
 Alto Sinú	Integra territorios rurales y de alta complejidad geográfica, con presencia de poblaciones dispersas y actividades agropecuarias.	La cobertura rural limitada y las condiciones de acceso dificultan la expansión convencional de redes. Circuitos como Tierra Alta 2 y Valencia han sido objeto de seguimiento e inversión por parte del operador y la Superservicios.
 San Jorge	Subregión con fuerte presencia de actividades agropecuarias, mineras y rurales, donde la energía es clave para productividad y transformación económica.	La continuidad y calidad del servicio son críticas para actividades productivas. Circuitos como Ure y Juan José aparecen dentro de los frentes de inversión y seguimiento sobre calidad del servicio.
 Sabana	Presenta mejores condiciones relativas de conectividad vial y articulación regional, aunque con persistencia de ruralidad y demanda agropecuaria.	La problemática se relaciona menos con ausencia total de red y más con calidad, medición, pérdidas y capacidad de sostener usos productivos de la energía.

Fuente: elaboración propia con base en UPME y Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Fuente: Elaboración propia

La lectura territorial por medio del SUI permite identificar una tendencia clara: las subregiones con mayor peso urbano, como Medio Sinú, concentran mayores niveles de consumo por presencia de hogares urbanos, comercio, servicios e institucionalidad. En contraste, subregiones como Costanera, Alto Sinú y San Jorge pueden presentar consumos residenciales menores no necesariamente por menor necesidad energética, sino por restricciones de acceso, menor disponibilidad de equipamientos eléctricos, pobreza energética, baja capacidad de pago e interrupciones recurrentes del servicio.

La formalización del servicio debe analizarse en dos niveles. Primero, la conexión técnica a la red, que en los reportes del SUI se registra mediante campos asociados al tipo y código de conexión, identificando si el usuario está asociado a un circuito, alimentador o transformador. Segundo, la medición individual del consumo, que permite diferenciar usuarios con lectura real, lectura estimada o sin medidor. La metodología de la Superservicios establece que el código de conexión corresponde al transformador o alimentador donde se conecta el usuario, mientras que los reportes comerciales distinguen el tipo de lectura y el tipo de medidor instalado.

La proximación regional del operador que atiende el departamento, la Superservicios reportó para Caribemar de la Costa S.A.S. E.S.P. —Afinia— una relación de suscriptores sin medición de 10,23% en 2023, valor que no cumple el referente regulatorio inferior al 5%. Este dato no debe interpretarse como una cifra exclusiva de Córdoba ni como una desagregación subregional, pero sí como una señal de alerta sobre la persistencia de usuarios sin medición individual dentro del mercado regional atendido por el operador.

La ausencia de medición individual afecta directamente la calidad institucional del servicio. Cuando el usuario no cuenta con medidor o cuando la lectura es estimada, se reduce la trazabilidad del consumo real, se incrementa la posibilidad de conflictos por facturación, se dificulta el control de pérdidas y se limita el diseño de soluciones de eficiencia energética. Para programas como Colombia Solar, esta condición es especialmente relevante, porque el dimensionamiento de soluciones fotovoltaicas requiere información confiable sobre consumo, demanda horaria, capacidad de ahorro y sustitución parcial del consumo de red.

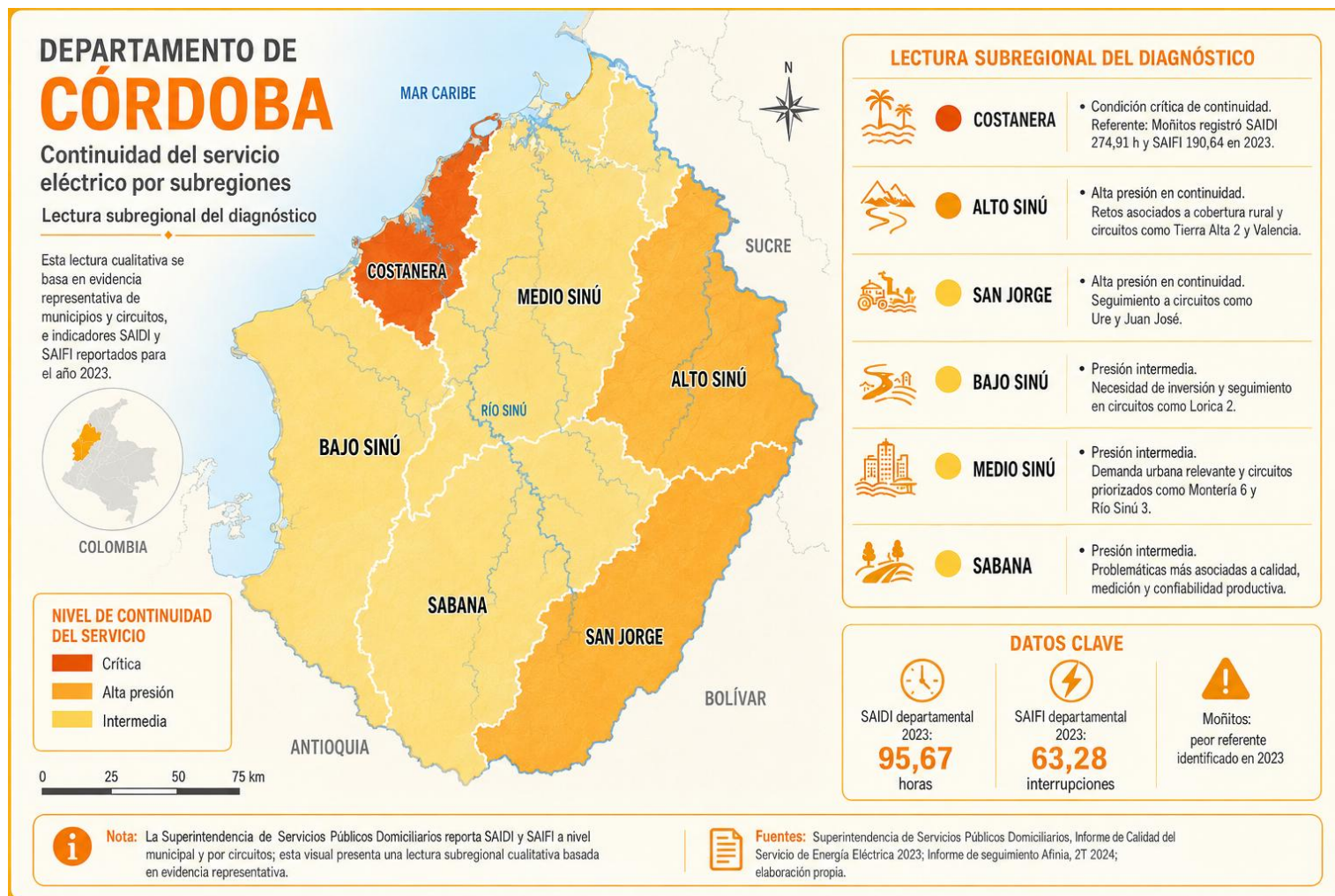
En materia de continuidad, Córdoba presenta una de las situaciones más críticas del país. Según el Informe de Calidad del Servicio de Energía Eléctrica de la Superservicios para 2023, el departamento registró una duración promedio de interrupciones de 95,67 horas y una frecuencia promedio de 63,28 interrupciones. Estos valores superan ampliamente los promedios nacionales reportados para los

municipios del Sistema Interconectado Nacional, lo que evidencia problemas estructurales de continuidad del servicio.

La situación más crítica identificada en el informe corresponde a Moñitos, en la subregión Costanera, con 274,91 horas promedio de interrupción y 190,64 interrupciones promedio durante 2023. Este caso muestra que los problemas de continuidad se concentran de manera especial en zonas rurales, costeras y periféricas, donde la infraestructura de distribución enfrenta mayores restricciones técnicas y operativas.

Los reportes de seguimiento de la Superservicios sobre Afinia refuerzan esta lectura. Para el segundo trimestre de 2024, Córdoba concentró el 40% de las interrupciones no programadas del operador y el 68,2% de las interrupciones de mayor duración. Además, esas interrupciones representaron el 72% de la duración total de los eventos más prolongados. Esta información evidencia que Córdoba no solo presenta interrupciones frecuentes, sino también eventos de larga duración que afectan severamente la prestación del servicio en varias zonas del departamento.

Ilustración 5 Continuidad del servicio eléctrico por subregiones



Fuente: Elaboración propia

En términos subregionales, la continuidad del servicio presenta una lectura diferenciada. La Costanera aparece como una zona crítica por el caso de Moñitos; el Bajo Sinú y el eje del Sinú requieren inversiones en circuitos como Lorica 2 y Río Sinú 3; el Medio Sinú concentra alta demanda urbana y circuitos estratégicos como Montería 6; el Alto Sinú presenta retos asociados a Tierralta y Valencia; y San Jorge enfrenta restricciones vinculadas a circuitos como Ure y Juan José. Estas diferencias muestran que el diagnóstico energético debe pasar de una lectura departamental agregada a una focalización territorial más fina.

En conjunto, el sistema eléctrico de Córdoba combina cuatro problemas estructurales: una brecha rural de cobertura muy alta, una formalización incompleta del servicio, una continuidad deficiente en varias subregiones y una baja capacidad de aprovechamiento productivo de la energía en territorios rurales. La cobertura urbana aparece prácticamente consolidada, pero la cobertura rural de 45,78% evidencia que más de la mitad de las viviendas rurales siguen enfrentando restricciones de acceso efectivo al servicio eléctrico.

La brecha urbano-rural sigue siendo el principal desafío. Las cabeceras municipales concentran redes más densas, mayor disponibilidad de transformadores, mejores tiempos de atención y mayor formalización de usuarios. En contraste, las zonas rurales dispersas presentan mayores costos por usuario, mayores tiempos de reposición ante fallas, más exposición a vegetación, tormentas o inundaciones, y menor viabilidad económica para inversiones tradicionales de red. Por ello, la expansión de cobertura en Córdoba no debe depender exclusivamente de nuevas líneas convencionales, sino también de soluciones solares individuales, microrredes, sistemas híbridos y generación distribuida comunitaria.

La continuidad del servicio puede analizarse mediante indicadores como SAIDI y SAIFI. El SAIDI mide la duración promedio de interrupciones por usuario en un periodo determinado, mientras que el SAIFI mide la frecuencia promedio de interrupciones. En el mercado atendido por Afinia se han reportado mejoras durante los últimos años, pero los niveles de interrupción siguen siendo altos frente a estándares deseables de confiabilidad. Para el usuario residencial, comercial o institucional, esto se traduce en pérdidas de alimentos refrigerados, suspensión de actividades productivas, afectación de equipos eléctricos, interrupción de clases, fallas en conectividad y dificultades para servicios de salud.

Las pérdidas de energía constituyen otro indicador crítico. En operadores con redes modernas y mercados consolidados, las pérdidas suelen ubicarse en rangos menores. En el Caribe colombiano, en cambio, las pérdidas han sido históricamente

elevadas por la combinación de deterioro técnico, fraude, baja medición, barrios subnormales, zonas de difícil gestión, usuarios vulnerables y problemas de recaudo. En el caso de Afinia, los niveles de pérdidas han estado por encima del promedio nacional, lo que afecta la sostenibilidad financiera del servicio y limita la capacidad de reinversión. Reducir pérdidas no significa únicamente aumentar ingresos empresariales; también implica mejorar seguridad eléctrica, disminuir riesgos de incendio, reducir sobrecarga de redes y mejorar calidad del servicio.

La sostenibilidad financiera del sistema está estrechamente vinculada a la estructura socioeconómica del departamento. Córdoba registra altos niveles de pobreza monetaria, pobreza extrema, informalidad laboral y dependencia de subsidios. Una parte importante de los usuarios pertenece a estratos 1, 2 y 3, por lo que el sistema depende significativamente del esquema de subsidios financiado mediante el Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos. Cuando existen retrasos en los giros de subsidios, altos niveles de cartera o pérdidas no técnicas, el operador enfrenta restricciones de liquidez que pueden afectar inversiones, mantenimiento y calidad del servicio.

Desde el punto de vista ambiental, el sistema eléctrico cordobés presenta impactos diferenciados según la fuente. La generación hidroeléctrica tiene bajas emisiones directas de gases de efecto invernadero, pero genera impactos sobre ecosistemas acuáticos, flujos sedimentarios, pesca, biodiversidad y territorios indígenas o ribereños. La generación térmica a gas aporta confiabilidad, pero produce emisiones y depende de combustibles fósiles. La generación solar reduce emisiones operativas y puede descentralizar beneficios, pero requiere gestión adecuada de suelo, residuos de paneles, baterías, inversores y procesos de mantenimiento. Las redes de transmisión y distribución, por su parte, generan impactos por servidumbres, poda, intervención de vegetación y ocupación de corredores.

La sostenibilidad del sistema no puede evaluarse únicamente por el porcentaje de energía renovable. Debe incluir criterios de justicia territorial, reducción de pobreza energética, participación comunitaria, resiliencia climática, protección ambiental y sostenibilidad financiera. En este sentido, Córdoba requiere un modelo energético que no solo aumente la capacidad instalada, sino que mejore la calidad del servicio en los hogares más vulnerables, reduzca pérdidas, fortalezca la infraestructura rural y promueva esquemas comunitarios de generación.

5.5. Problemáticas técnicas relevantes

El primer problema técnico relevante es el déficit histórico de inversión en mantenimiento y expansión. Durante el periodo de Electricaribe, la región Caribe acumuló rezagos significativos en redes, subestaciones, transformadores, medición y atención al usuario. Aunque la entrada de Afinia ha permitido aumentar inversiones, el punto de partida era altamente crítico. Esto explica por qué los usuarios pueden percibir que las mejoras son lentas: la modernización de un sistema deteriorado exige intervenciones simultáneas en alta, media y baja tensión, además de normalización comercial y social.

El segundo problema es la vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos extremos. Córdoba está expuesto a inundaciones en las cuencas del Sinú y San Jorge, tormentas eléctricas, fuertes lluvias, vientos, erosión, humedad, salinidad en zonas costeras y altas temperaturas. Estos factores afectan postes, conductores, aisladores, transformadores, tableros, servidumbres y accesos para cuadrillas. En periodos de lluvia intensa, las fallas pueden aumentar por caída de árboles, descargas atmosféricas o afectación de vías. En periodos secos, la mayor temperatura incrementa el uso de ventiladores, refrigeración y equipos de climatización, elevando la demanda y la carga sobre transformadores.

El tercer problema corresponde a las limitaciones en la capacidad de pago. La energía eléctrica representa un gasto sensible para hogares pobres, especialmente cuando la factura aumenta por consumo, pérdidas trasladadas tarifariamente, deudas acumuladas o baja eficiencia de electrodomésticos. En hogares rurales y urbanos populares, el pago de energía compite con alimentación, transporte, educación y salud. Esta situación genera morosidad, acuerdos de pago incumplidos, conexiones irregulares y conflictividad social. Por ello, una política energética justa debe reducir la factura mediante eficiencia, autogeneración, subsidios focalizados y educación energética, no solamente mediante control comercial.

El cuarto problema es la pobreza energética. En Córdoba, la pobreza energética se expresa de varias formas: hogares con conexión precaria, viviendas que no pueden pagar un consumo mínimo adecuado, comunidades con interrupciones frecuentes, familias que cocinan con combustibles contaminantes, escuelas sin conectividad estable, puestos de salud con dificultades para refrigerar medicamentos y pequeños productores sin energía suficiente para transformar o conservar sus productos. Esta problemática tiene implicaciones sociales profundas, porque limita

el desarrollo productivo, afecta la educación, reduce la seguridad alimentaria y reproduce desigualdades urbano-rurales.

El quinto problema es la baja resiliencia de algunas redes rurales. Una red resiliente no es aquella que nunca falla, sino aquella capaz de resistir, aislar, restablecer y adaptarse rápidamente ante contingencias. En muchas zonas rurales cordobesas, la red es radial, extensa y con limitada automatización. Esto significa que una falla en un tramo puede afectar a múltiples usuarios y que el restablecimiento depende del desplazamiento físico de cuadrillas. La incorporación de reconectores, seccionalizadores, telecontrol, generación distribuida, almacenamiento y microrredes puede reducir significativamente estos riesgos.

El sexto problema es la necesidad de coordinación institucional. La solución de los problemas eléctricos no depende exclusivamente del operador. Requiere articulación entre Ministerio de Minas y Energía, UPME, CREG, Superintendencia de Servicios Públicos, Gobernación de Córdoba, alcaldías, comunidades, operadores de red, generadores, financiadores y entidades ambientales. Sin coordinación, los proyectos pueden duplicarse, retrasarse o no responder a las necesidades reales del territorio.

5.6. Perspectivas de transición energética

Córdoba posee condiciones favorables para convertirse en un laboratorio regional de transición energética justa. Su combinación de generación hidroeléctrica, térmica de respaldo, potencial solar, ruralidad dispersa, pobreza energética y presencia de comunidades vulnerables permite diseñar un modelo integral que articule infraestructura convencional con soluciones descentralizadas.

La primera oportunidad es la generación distribuida residencial y comunitaria. El programa Colombia Solar puede contribuir a transformar el esquema tradicional de subsidios al consumo en un modelo donde hogares de estratos 1, 2 y 3 generen parte de su propia energía mediante sistemas solares fotovoltaicos. Esto permitiría reducir facturas, disminuir presión sobre el Fondo de Solidaridad, mejorar resiliencia local y democratizar el acceso a tecnologías limpias. En Córdoba, esta estrategia resulta especialmente pertinente para municipios con alta concentración de usuarios subsidiados y buena radiación solar.

La segunda oportunidad se encuentra en proyectos solares para zonas rurales dispersas. En veredas donde la expansión de red resulta costosa o técnicamente compleja, los sistemas solares individuales, híbridos o comunitarios pueden ofrecer soluciones más rápidas y sostenibles. Estos sistemas deben incluir criterios de calidad técnica, mantenimiento local, reposición de baterías, capacitación comunitaria, garantías y monitoreo. La experiencia demuestra que instalar paneles sin un modelo de operación y mantenimiento puede producir fallas tempranas y pérdida de confianza. Por ello, cada proyecto debe incorporar formación de técnicos locales, participación de juntas comunitarias y esquemas financieros sostenibles.

La tercera oportunidad corresponde a la energización productiva. La transición energética no debe limitarse al consumo doméstico. En Córdoba, la energía solar puede apoyar sistemas de riego, bombeo de agua, refrigeración de leche, conservación de pescado, procesamiento de yuca, maíz o plátano, pequeños talleres, turismo comunitario y economía popular. La energía debe convertirse en un habilitador de productividad rural, no solamente en un servicio domiciliario. Este enfoque permitiría vincular Colombia Solar con desarrollo económico local, seguridad alimentaria y generación de ingresos.

La cuarta oportunidad se relaciona con infraestructura pública esencial. Instituciones educativas rurales, puestos de salud, acueductos comunitarios, centros de atención ciudadana y sedes comunales pueden beneficiarse de sistemas solares con almacenamiento. En estos casos, la energía tiene efectos multiplicadores: permite refrigerar vacunas o medicamentos, garantizar conectividad escolar, operar bombas de agua, mejorar iluminación nocturna y fortalecer capacidades comunitarias.

La quinta oportunidad consiste en fortalecer la resiliencia del sistema mediante redes inteligentes y almacenamiento. La incorporación de medición avanzada, automatización, sensores, reconectores, sistemas de información geográfica, monitoreo de calidad de energía y baterías comunitarias permitiría reducir tiempos de falla, identificar pérdidas y optimizar la operación. En municipios con alta exposición climática, la combinación de red convencional, generación distribuida y almacenamiento puede mejorar significativamente la continuidad del servicio.

La relación con Colombia Solar debe entenderse como una estrategia estructural, no como un programa aislado de instalación de paneles. El programa debe articularse con la política nacional de comunidades energéticas, el Plan Indicativo de Expansión de Cobertura, los planes de inversión del operador de red, los instrumentos de lucha contra pobreza energética, la focalización social y la

planeación territorial. En Córdoba, su implementación debe priorizar municipios donde coincidan alta pobreza, usuarios subsidiados, buena radiación solar, factibilidad técnica y organización comunitaria.

Entre los lineamientos técnicos recomendados se destacan los siguientes: priorizar hogares y comunidades con mayor pobreza energética; combinar generación solar con eficiencia energética; instalar sistemas con monitoreo remoto; garantizar mantenimiento durante toda la vida útil; formar técnicos locales; promover participación de mujeres y jóvenes; articular proyectos con asociaciones productivas; evitar ubicación de sistemas en zonas de alto riesgo no mitigable; incorporar almacenamiento en servicios críticos; gestionar adecuadamente residuos de paneles y baterías; y coordinar la expansión solar con la capacidad de los transformadores y circuitos existentes.

En conclusión, el sistema eléctrico de Córdoba se encuentra en una etapa de transición. El departamento cuenta con activos estratégicos de generación y transmisión, pero mantiene brechas importantes en distribución, calidad del servicio, pérdidas, resiliencia y asequibilidad. La transición energética justa no debe limitarse a aumentar la participación de fuentes renovables, sino que debe orientarse a corregir desigualdades históricas de acceso, mejorar la calidad del servicio en zonas rurales y urbanas vulnerables, reducir la dependencia de subsidios mediante autogeneración y fortalecer la capacidad de las comunidades para participar en la producción, gestión y beneficio de la energía.

Córdoba tiene las condiciones para pasar de ser un territorio con infraestructura eléctrica desigual a convertirse en un referente regional de energización sostenible. Para ello, se requiere una estrategia integral que combine inversión en redes, modernización del operador, control de pérdidas, expansión solar, fortalecimiento institucional, participación comunitaria y enfoque diferencial. Solo bajo esta perspectiva será posible consolidar un sistema eléctrico más confiable, eficiente, sostenible y coherente con los principios de la transición energética justa promovida por el Ministerio de Minas y Energía.

6. FONDO DE SOLIDARIDAD PARA SUBSIDIOS Y REDISTRIBUCIÓN DE INGRESOS

6. FONDO DE SOLIDARIDAD PARA SUBSIDIOS Y REDISTRIBUCIÓN DE INGRESOS

El Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos (FSSRI) constituye uno de los instrumentos centrales del esquema de financiamiento de subsidios energéticos en Colombia. Su creación, en el marco de las reformas establecidas por las Leyes 142 y 143 de 1994, respondió a la necesidad de incorporar el principio constitucional de solidaridad dentro de la prestación de los servicios públicos domiciliarios, mediante un mecanismo destinado a canalizar recursos para subsidiar el consumo de energía eléctrica y gas combustible de los hogares de menores ingresos.

Desde el punto de vista institucional, el Fondo opera a través de un sistema redistributivo en el que confluyen contribuciones pagadas por usuarios de mayores ingresos, aportes provenientes de sectores económicos no residenciales y recursos transferidos desde el Presupuesto General de la Nación (PGN). Su finalidad consiste en compensar parcialmente las diferencias en capacidad de pago entre los distintos grupos poblacionales, garantizando que los hogares clasificados en los estratos 1, 2 y 3 puedan acceder a tarifas subsidiadas para los servicios energéticos. En este contexto, el FSSRI se consolidó como uno de los principales soportes financieros del modelo colombiano de subsidios cruzados y como un instrumento fundamental de política social y energética.

Durante las últimas décadas, el Fondo ha contribuido de manera significativa a la ampliación de la cobertura eléctrica y a la reducción de las barreras económicas de acceso a la energía en amplios sectores del país. En regiones caracterizadas por elevados niveles de pobreza monetaria y vulnerabilidad social, los subsidios financiados mediante el FSSRI han funcionado como mecanismos de estabilización económica para millones de hogares, permitiendo mitigar el impacto de los incrementos tarifarios y garantizar la continuidad del consumo energético básico. De esta manera, el Fondo ha desempeñado un papel esencial dentro de la arquitectura de protección social asociada a los servicios públicos domiciliarios.

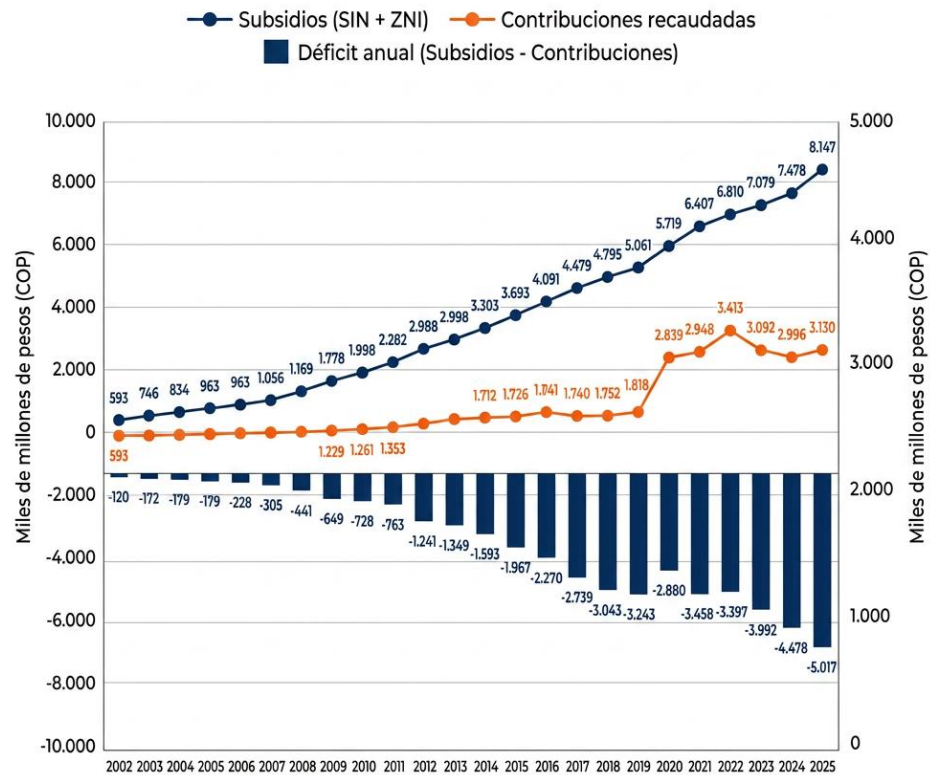
Sin embargo, la expansión sostenida de los subsidios y la persistencia de profundas desigualdades territoriales han evidenciado importantes limitaciones estructurales en la sostenibilidad financiera del modelo. El funcionamiento del FSSRI depende de una combinación de contribuciones solidarias y recursos fiscales cuya suficiencia enfrenta crecientes presiones debido al aumento de usuarios subsidiados, al

incremento de los costos de prestación del servicio y a las dificultades financieras de las empresas distribuidoras en regiones con baja capacidad de recaudo. En departamentos con altos niveles de pobreza energética y una elevada proporción de usuarios subsidiados, como ocurre en buena parte de la región Caribe, el sistema presenta déficits estructurales que requieren una intervención fiscal cada vez mayor por parte del Estado para garantizar su operación.

Estas tensiones ponen en evidencia una limitación fundamental del modelo tradicional: aunque el subsidio reduce temporalmente el costo del servicio para los hogares, no modifica las condiciones estructurales de dependencia energética de los territorios. En consecuencia, el esquema actúa principalmente sobre el precio final de la energía, pero no fortalece de manera suficiente las capacidades locales para producir, gestionar o transformar autónomamente sus condiciones de acceso energético. Como resultado, el crecimiento sostenido de la demanda implica también un aumento progresivo de las obligaciones fiscales asociadas al financiamiento de subsidios.

El análisis reciente del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos (FSSRI), desarrollado en el CONPES 4158 de 2025, evidencia la consolidación de un déficit estructural y creciente dentro del esquema de subsidios de energía eléctrica del Sistema Interconectado Nacional (SIN). Dicho déficit refleja un desbalance persistente entre el valor de los subsidios reconocidos a los usuarios de menores ingresos y los recursos efectivamente disponibles para financiarlos, provenientes tanto de las contribuciones solidarias como de las apropiaciones realizadas por el Presupuesto General de la Nación.

Gráfico 7 Histórico de subsidios otorgados, contribuciones recaudadas y déficit anual del FSSRI – SIN



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Dirección de Energía Eléctrica (2024)

En términos históricos, el sistema logró mantener niveles relativamente manejables de desequilibrio durante sus primeras etapas de implementación. Para el año 2002, los subsidios reconocidos ascendían aproximadamente a 0,593 billones de pesos, mientras que las contribuciones recaudadas alcanzaban cerca de 0,473 billones, generando un déficit aproximado de 0,12 billones de pesos, cubierto en su totalidad mediante recursos del PGN. No obstante, la evolución posterior del esquema evidencia un crecimiento acelerado de las obligaciones financieras del Fondo, muy superior al incremento de sus fuentes de financiación.

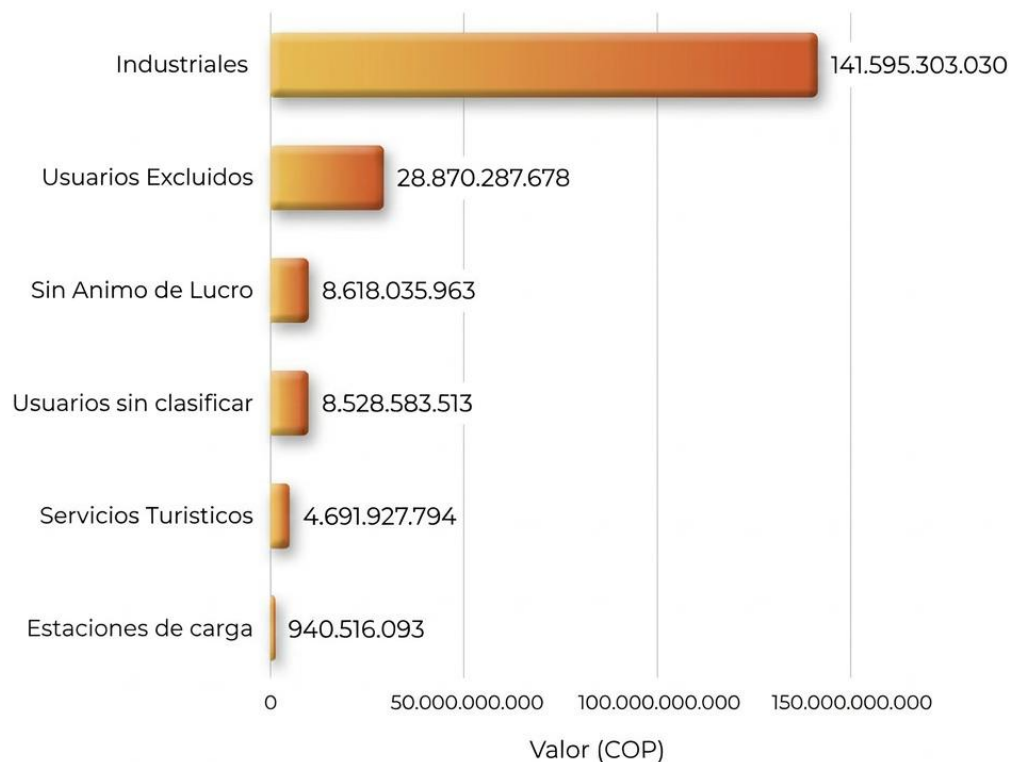
La magnitud del problema resulta particularmente evidente al analizar el comportamiento del sistema en 2024. Durante dicha vigencia, los subsidios otorgados alcanzaron 7,47 billones de pesos, mientras que las contribuciones recaudadas apenas llegaron a 2,99 billones, generando un déficit anual cercano a 4,47 billones de pesos. Esto significa que, en poco más de dos décadas, el desbalance financiero del FSSRI pasó de 0,12 billones a 4,47 billones de pesos

anuales, reflejando un crecimiento exponencial de la dependencia fiscal del esquema.

Esta dinámica evidencia una transformación estructural del modelo de financiamiento. El sistema dejó de operar bajo una lógica de equilibrio parcial entre subsidios y contribuciones para convertirse en un mecanismo crecientemente sostenido mediante transferencias directas del Estado. En consecuencia, la operación del Fondo depende cada vez más de la capacidad fiscal de la Nación y de las disponibilidades presupuestales anuales, introduciendo elevados niveles de vulnerabilidad financiera e incertidumbre institucional.

Uno de los factores que explica este deterioro corresponde a la reducción progresiva de la base contributiva del sistema. El régimen de subsidios cruzados definido en las Leyes 142 y 143 de 1994 partía de la premisa de que los usuarios de mayores ingresos y determinados sectores económicos aportarían recursos para financiar los subsidios dirigidos a los hogares vulnerables. Sin embargo, diversas modificaciones normativas implementadas durante los últimos años debilitaron significativamente esta lógica redistributiva.

Gráfico 8 Valor de exenciones de contribución por tipo de usuario



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Grupo de Subsidios (2024)

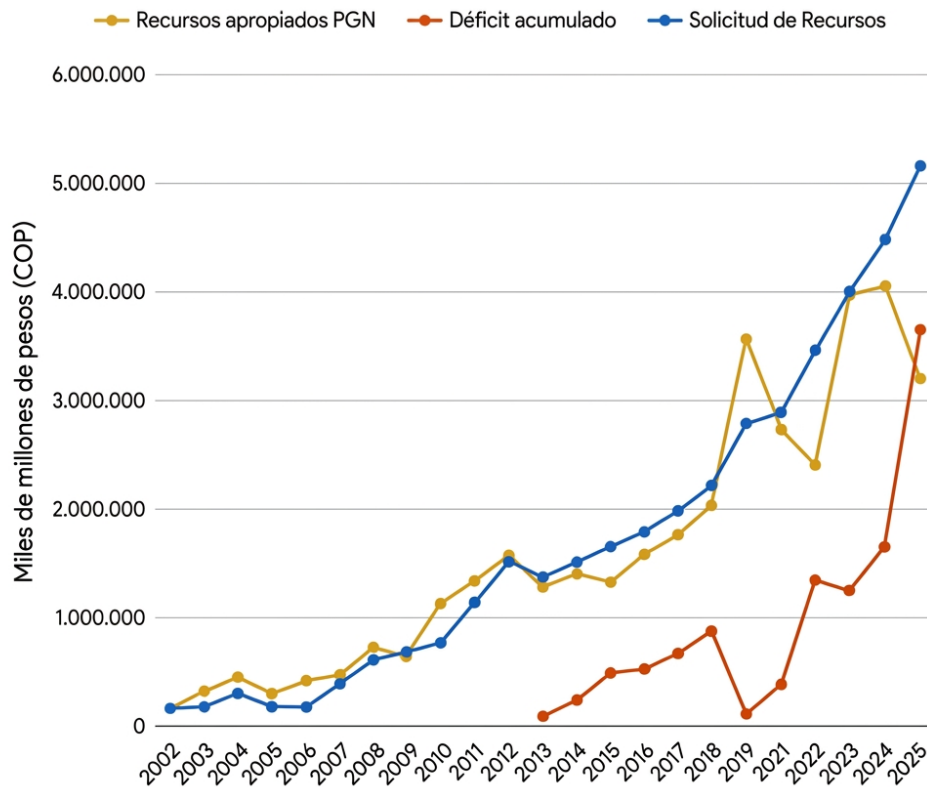
En particular, el Decreto 2860 de 2013 eximió del pago de contribuciones a los usuarios industriales, mientras que la Ley 2277 de 2022 amplió dicha exención al sector turístico. Estas medidas redujeron de forma considerable los ingresos del Fondo, afectando directamente su capacidad de financiamiento. De acuerdo con estimaciones del Ministerio de Minas y Energía citadas en el CONPES 4158, únicamente la exclusión de los usuarios industriales representa un valor mensual dejado de recaudar cercano a 141.595 millones de pesos. Esto implica que el sistema perdió una fuente estable y significativa de recursos en un contexto caracterizado por el crecimiento continuo del volumen de subsidios reconocidos.

La combinación entre la expansión de los subsidios y el debilitamiento de la base contributiva trasladó progresivamente el peso financiero del esquema hacia el Presupuesto General de la Nación. Esta situación genera presiones crecientes sobre las finanzas públicas, especialmente en un escenario marcado por restricciones fiscales y aumento del gasto social. El problema adquiere una mayor complejidad debido a que el subsidio energético constituye un gasto rígido y políticamente sensible, cuya reducción implica elevados costos sociales y políticos.

La insuficiencia de apropiaciones presupuestales ha obligado al Gobierno nacional a recurrir a mecanismos extraordinarios para cubrir parcialmente el déficit acumulado. Según lo señalado en el CONPES 4158, durante las vigencias 2020 y 2022 el pago de obligaciones asociadas al déficit del FSSRI fue realizado mediante recursos provenientes del servicio de la deuda pública. Aunque esta medida permitió atender parcialmente el desbalance financiero de corto plazo, también incrementó el costo estructural del sistema al trasladar parte del financiamiento de subsidios hacia mecanismos de endeudamiento estatal. En términos fiscales, esto implica que la sostenibilidad del esquema no depende únicamente de transferencias corrientes, sino también de la capacidad futura del Estado para asumir mayores niveles de deuda pública.

Adicionalmente, el déficit del Fondo produce impactos operativos sobre las empresas comercializadoras de energía. Los retrasos en las transferencias de recursos afectan la liquidez de las empresas prestadoras, dificultando su sostenibilidad financiera y limitando su capacidad de operación e inversión. En regiones con altos niveles de usuarios subsidiados y debilidad institucional del mercado eléctrico, esta situación puede agravar problemas preexistentes relacionados con la calidad, continuidad y estabilidad del servicio.

Gráfico 9 Solicitud de recursos anuales, recursos apropiados del PGN y déficit acumulado del FSSRI



Fuente: Ministerio de Minas y Energía (2024)

Las proyecciones para 2025 muestran que la problemática mantiene una tendencia creciente. De acuerdo con estimaciones del Ministerio de Minas y Energía, para cubrir el déficit acumulado del FSSRI serían necesarios aproximadamente 5,1 billones de pesos. Sin embargo, la asignación presupuestal aprobada por el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Hacienda asciende únicamente a 3,1 billones, generando un faltante proyectado cercano a 1,97 billones de pesos para dicha vigencia. Este nuevo desbalance se suma al déficit acumulado existente al cierre de 2024, llevando el déficit total estimado del Fondo a aproximadamente 3,5 billones de pesos.

En términos estructurales, el diagnóstico evidencia que el modelo tradicional de subsidios energéticos enfrenta una crisis de sostenibilidad explicada por cuatro factores principales: (i) el crecimiento acelerado de los subsidios reconocidos; (ii) la reducción de la base contributiva del sistema; (iii) la creciente dependencia de

recursos fiscales y endeudamiento público; y (iv) las dificultades operativas y financieras generadas sobre las empresas comercializadoras de energía.

Esta situación evidencia los límites del modelo tradicional basado exclusivamente en subsidios al consumo y refuerza la necesidad de avanzar hacia mecanismos complementarios orientados a reducir estructuralmente la dependencia de los hogares frente al consumo subsidiado de energía. En este contexto, programas de transición energética como Colombia Solar adquieren una relevancia estratégica, en la medida en que permiten disminuir progresivamente la presión financiera sobre el FSSRI mediante esquemas de autogeneración y generación distribuida. Al reducir el volumen de energía demandada desde la red por parte de los hogares subsidiados, estas estrategias contribuyen no solo a disminuir el gasto público asociado a subsidios, sino también a transformar de manera estructural la relación entre política social, sostenibilidad fiscal y transición energética.

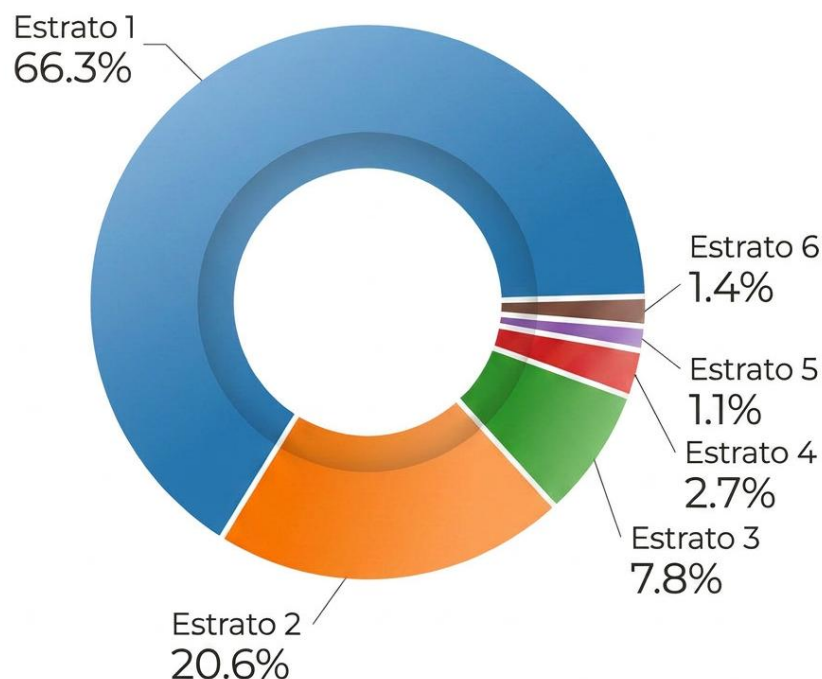
Las cifras de facturación del servicio de energía eléctrica en el departamento de Córdoba consultadas a través del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios evidencian una estructura altamente concentrada en los estratos subsidiados, particularmente en los hogares pertenecientes a los estratos 1 y 2. De acuerdo con la información consolidada, el estrato 1 registra una facturación cercana a 708.867 millones de pesos, mientras que el estrato 2 alcanza aproximadamente 219.959 millones de pesos. En conjunto, ambos segmentos representan la mayor parte de la facturación residencial del departamento, reflejando el elevado peso de la población de bajos ingresos dentro de la estructura del mercado eléctrico regional.

El estrato 3 presenta una facturación aproximada de 83.744 millones de pesos, cifra considerablemente inferior a la observada en los estratos más bajos, mientras que los estratos 4, 5 y 6 registran valores significativamente menores, con aproximadamente 29.284 millones, 11.983 millones y 14.806 millones de pesos, respectivamente. Esta distribución confirma la reducida participación de los segmentos con mayor capacidad de pago dentro del mercado residencial de Córdoba y evidencia una estructura socioeconómica caracterizada por altos niveles de vulnerabilidad y dependencia de subsidios energéticos.

En términos agregados, la facturación residencial supera los 693.275 millones de pesos, concentrándose principalmente en usuarios beneficiarios del esquema de subsidios. Esta composición resulta particularmente relevante para comprender las presiones estructurales sobre el Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos (FSSRI), debido a que una alta participación de usuarios

subsidiados implica mayores obligaciones fiscales y una menor capacidad del sistema para equilibrarse mediante contribuciones cruzadas.

Gráfico 10 Participación de la Facturación Eléctrica por Estrato – Córdoba



Fuente: Elaboración propia

Por su parte, el sector industrial registra una facturación cercana a 33.815 millones de pesos en uno de los principales componentes reportados, aunque existen otros segmentos industriales y no residenciales con valores significativamente superiores que alcanzan aproximadamente 362.370 millones de pesos. Esta situación evidencia que, aunque el sector productivo continúa representando una fuente importante de ingresos para el sistema eléctrico regional, su capacidad de compensar el peso financiero de los subsidios resulta insuficiente frente al tamaño de la demanda subsidiada existente en el departamento.

La información también permite observar una marcada asimetría entre la base subsidiada y la base contributiva del sistema. Mientras la mayor parte de la demanda energética se concentra en hogares de bajos ingresos que reciben subsidios, los segmentos con capacidad de aportar contribuciones solidarias representan una proporción mucho menor dentro de la estructura de consumo y facturación. Esta situación reproduce a escala departamental las tensiones estructurales identificadas a nivel nacional en el funcionamiento del FSSRI.

En el caso de Córdoba, esta configuración adquiere especial relevancia debido a las condiciones socioeconómicas del territorio. Los elevados niveles de pobreza monetaria, informalidad laboral y vulnerabilidad energética limitan la capacidad de recaudo del sistema y amplían la dependencia de subsidios financiados mediante recursos fiscales. Como consecuencia, el departamento presenta una alta exposición a los riesgos asociados al déficit estructural del FSSRI, particularmente en escenarios de restricciones presupuestales o retrasos en las transferencias nacionales.

Adicionalmente, la concentración del consumo residencial en estratos subsidiados genera impactos directos sobre la sostenibilidad financiera de las empresas comercializadoras de energía. La dependencia de recursos públicos para cubrir una parte significativa de la facturación implica que cualquier retraso en los giros del Gobierno nacional afecta la liquidez operativa de las empresas, limitando su capacidad de inversión, mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura eléctrica. Esto puede traducirse en afectaciones sobre la calidad y continuidad del servicio, especialmente en zonas con mayores niveles de fragilidad institucional y dificultades de recaudo.

En términos estratégicos, las cifras de facturación muestran que el problema de sostenibilidad del sistema energético en Córdoba no puede abordarse exclusivamente mediante incrementos de subsidios o mayores apropiaciones fiscales. Por el contrario, la estructura actual evidencia la necesidad de avanzar hacia mecanismos que reduzcan progresivamente la dependencia de los hogares frente al consumo subsidiado de energía proveniente de la red convencional. En este contexto, programas de transición energética y autogeneración distribuida, como Colombia Solar, adquieren una importancia creciente, en la medida en que permiten disminuir la presión financiera sobre el FSSRI y fortalecer la resiliencia energética de los hogares vulnerables.

La incorporación de soluciones basadas en generación distribuida, eficiencia energética y aprovechamiento de fuentes renovables puede contribuir no solo a reducir el gasto público asociado a subsidios, sino también a transformar estructuralmente el modelo de acceso energético del departamento. De esta manera, la transición energética se configura no únicamente como una estrategia ambiental, sino también como un mecanismo de sostenibilidad fiscal, fortalecimiento territorial y reducción de la pobreza energética en Córdoba.

7. IMPLEMENTACIÓN Y FOCALIZACIÓN TERRITORIAL DEL PROGRAMA COLOMBIA SOLAR EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

7. IMPLEMENTACIÓN Y FOCALIZACIÓN TERRITORIAL DEL PROGRAMA COLOMBIA SOLAR EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

30 municipios analizados — 192.016 usuarios elegibles

El presente capítulo desarrolla la estrategia de implementación y focalización territorial del Programa Colombia Solar en el departamento de Córdoba, tomando como base el universo de usuarios elegibles identificados en los 30 municipios del departamento. Su objetivo es establecer, a partir de criterios técnicos, socioeconómicos y territoriales, las áreas prioritarias de intervención, los grupos poblacionales beneficiarios y los resultados energéticos esperados derivados de la instalación de soluciones solares fotovoltaicas residenciales conectadas al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

La construcción de este diagnóstico responde a un enfoque integral de planificación territorial y energética, articulando información proveniente de registros operativos del operador de red, bases de datos del Sistema Único de Información (SUI), información catastral y municipal, así como los lineamientos definidos por el Programa Colombia Solar en el marco del Decreto 0972 de 2025. A partir de ello, el capítulo busca explicar no solo dónde se implementará el programa, sino también por qué determinados municipios y subregiones presentan condiciones prioritarias para una intervención pública orientada a la transición energética y la reducción de brechas sociales.

La focalización de Córdoba se sustenta en la convergencia de varios factores estructurales que convierten al departamento en uno de los territorios de mayor relevancia estratégica dentro del programa. En primer lugar, Córdoba posee uno de los mayores potenciales solares de Colombia, con niveles de irradiación superiores al promedio nacional y condiciones de estabilidad climática favorables para la generación fotovoltaica distribuida. Investigaciones desarrolladas por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) han identificado al Caribe colombiano como una de las regiones con mejores condiciones para el despliegue de infraestructura solar residencial, particularmente en departamentos costeros y del valle del río Sinú.

En segundo lugar, Córdoba presenta niveles de pobreza multidimensional y pobreza energética significativamente superiores al promedio nacional. De acuerdo

con los registros del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el departamento registra una incidencia particularmente alta de privaciones asociadas a informalidad laboral, rezago educativo, déficit de equipamiento doméstico y uso de combustibles tradicionales para cocción en sectores rurales y dispersos. Estas condiciones hacen que la transición hacia esquemas de generación distribuida tenga un impacto no solamente económico, sino también social y territorial, al contribuir a disminuir la vulnerabilidad energética de los hogares y reducir progresivamente la dependencia de subsidios asociados al servicio eléctrico.

A ello se suma la estructura misma del universo de usuarios elegibles analizados, caracterizada por una elevada concentración de hogares pertenecientes al estrato 1, especialmente en municipios rurales y periurbanos del Alto Sinú, San Jorge y Bajo Sinú. Esta composición socioeconómica incrementa el potencial redistributivo del Programa Colombia Solar, dado que la sustitución parcial de energía subsidiada por generación fotovoltaica residencial puede traducirse en reducciones estructurales de la carga fiscal del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos (FSSRI), al tiempo que mejora las condiciones de acceso y estabilidad del servicio para la población beneficiaria.

La metodología aplicada combina variables de pobreza multidimensional, pobreza energética, costo unitario del servicio, participación de usuarios subsidiados y disponibilidad del recurso solar, complementadas con criterios técnicos relacionados con la capacidad de conexión al SIN, características prediales y accesibilidad operativa. A partir de esta integración, se construye un esquema de priorización multifactorial que permite identificar municipios y subregiones estratégicas para la implementación gradual del programa, equilibrando eficiencia operativa, impacto social y viabilidad técnica.

El capítulo se organiza en torno a seis componentes principales: (i) caracterización territorial, climática y energética del departamento; (ii) justificación de la focalización departamental; (iii) metodología de construcción y priorización de la muestra de beneficiarios; (iv) distribución territorial de los usuarios elegibles; (v) criterios de priorización operativa para la implementación; y (vi) proyección energética e impactos esperados del programa. En conjunto, el análisis busca proporcionar una base técnica y territorial robusta para orientar la ejecución del Programa Colombia Solar en Córdoba bajo criterios de equidad energética, sostenibilidad y eficiencia en la asignación de recursos públicos.

7.1. Focalización, contexto territorial y energético del departamento de Córdoba

7.1.1 Objeto del apartado

Este apartado presenta las condiciones ambientales, socioeconómicas y energéticas que sustentan la focalización del departamento de Córdoba dentro del Programa Colombia Solar. La caracterización combina información municipal (30 municipios analizados), datos del operador de red y los criterios definidos por la metodología nacional de focalización departamental: Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), Índice de Pobreza Energética Multidimensional (IPEM), Costo Unitario del Servicio (CU), Porcentaje de Participación de Usuarios (%PTU) y Horas Solares Pico (HSP).

7.1.2 Condiciones climáticas y potencial solar

Córdoba se localiza en la región Caribe colombiana, en el valle del río Sinú, y presenta uno de los mayores potenciales solares del país. De acuerdo con los registros del IDEAM y los Atlas de radiación solar de la UPME, el departamento exhibe valores de irradiación elevados y estables a lo largo del año, con baja variabilidad estacional.

- ✓ **Radiación solar promedio:** entre 5,0 y 5,8 kWh/m²/día, con máximos en la zona norte (Lorica, San Bernardo del Viento, Los Córdoba). [DANE / Web]
- ✓ **Horas Solares Pico (HSP) de planeación:** 5,2 h/día, valor conservador consistente con el promedio departamental.
- ✓ **Comparación nacional:** el promedio nacional del SIN se sitúa cerca de 4,5 kWh/m²/día. Córdoba se ubica entre los seis departamentos con mayor recurso solar del país. [DANE / Web]
- ✓ **Estabilidad anual:** variación inter-mensual moderada (15–20 %), con dos picos asociados a las temporadas secas (diciembre–marzo y junio–agosto). [DANE / Web]

7.1.3 Caracterización de la demanda residencial

El análisis territorial se realizó sobre el universo de usuarios elegibles de los 30 municipios del departamento, atendidos por el operador de red. La caracterización se construyó a partir del Entregable 4 (192.016 registros individuales), consistente con los formatos TC1 y TC2 reportados al SUI.

- **Universo de usuarios elegibles analizados:** 192.016 (estratos 1, 2 y 3).
- **Estrato 1 (Bajo–bajo):** 135.944 usuarios (70,8 %).
- **Estrato 2 (Bajo):** 44.755 usuarios (23,3 %).
- **Estrato 3 (Medio–bajo):** 11.317 usuarios (5,9 %).
- **Consumo promedio mensual:** 151.1 kWh-mes. Inferior al consumo de subsistencia (*173 kWh-mes para alturas menores a 1.000 m*), lo que indica que una solución solar correctamente dimensionada puede cubrir la totalidad del consumo básico de los hogares beneficiarios.
- **Concentración municipal:** Montería concentra el 39,1 % de los usuarios elegibles del departamento; los cinco municipios principales (Montería, Sahagún, Montelíbano, Cereté y Planeta Rica) agrupan más del 65 %.
- **Tipo de medidor:** 66,7 % electromecánico y 33,3 % electrónico; la adopción progresiva de medición avanzada (AMI) será relevante en el proceso de implementación.

7.1.4 Pobreza monetaria y pobreza energética multidimensional

Córdoba es uno de los departamentos con mayor incidencia de pobreza multidimensional del país. En 2023 alcanzó el 21,4 % de pobreza multidimensional, y en 2024 registró un aumento estadísticamente significativo de 4,3 puntos porcentuales, ubicándose cerca del 25,7 %, frente al 11,5 % nacional.

- ✓ **IPM departamental Córdoba 2023:** 21,4 %. [DANE / Web]
- ✓ **IPM departamental Córdoba 2024:** aumento estadísticamente significativo de 4,3 pp respecto a 2023 ($\approx 25,7$ %). [DANE / Web]
- ✓ **IPM región Caribe 2023:** 20,1 %. [DANE / Web]
- ✓ **IPM nacional 2024:** 11,5 %; 2025: 9,9 %. [DANE / Web]

- ✓ **Dimensiones críticas del IPEM en Córdoba:** cocción con leña / carbón en zonas rurales (Alto Sinú, San Jorge), ausencia de electrodomésticos básicos, brechas digitales y educativas.
- ✓ **Indicadores con mayor incidencia:** trabajo informal y rezago escolar continúan siendo los principales en el departamento. [DANE / Web]
- ✓ **IF promedio departamental:** 0,731 — muy superior al de Atlántico (0,591), reflejando privaciones más severas.

7.1.5 Costos del servicio y carga tarifaria

Córdoba forma parte del mercado de comercialización de la región Caribe, que históricamente ha presentado uno de los mayores Costos Unitarios del Servicio (CU) del país. La elevada concentración de usuarios de estrato 1 (70,8 % del universo elegible) hace que el departamento sea uno de los de mayor impacto redistributivo del Programa: la sustitución de energía subsidiada por energía solar genera ahorros directos para los hogares y disminuye de manera estructural la carga fiscal del Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos (FSSRI).

7.2. Justificación de la focalización departamental

7.2.1 Variables determinantes

- Muy alta concentración de usuarios de estrato 1 (70,8 %), lo que maximiza el impacto redistributivo por unidad de inversión.
- Elevado costo tarifario histórico de la región Caribe.
- Excelente recurso solar (HSP $\approx$ 5,2 h/día), competitivo a nivel nacional. [DANE / Web]
- Pobreza multidimensional significativamente superior al promedio nacional, con tendencia al alza en 2024. [DANE / Web]
- Cobertura amplia del SIN en cabeceras y centros poblados, lo que reduce la complejidad técnica de la conexión.

7.2.2 Variables de focalización aplicadas

La metodología nacional de focalización departamental (Φ PTD) pondera cinco criterios: IPM, IPEM, CU, %PTU y HSP. Córdoba obtiene puntajes elevados en IPM, IPEM, CU y HSP, lo que ubica al departamento entre los de mayor prioridad de intervención dentro del SIN.

7.3. Metodología de construcción de la selección muestral

7.3.1 Integración y depuración de bases de datos

- ✓ Estratificación socioeconómica vigente reportada por el operador de red.
- ✓ Información catastral y predial municipal (cédulas catastrales, NPN).
- ✓ Formato TC1 — caracterización de usuarios.
- ✓ Formato TC2 — facturación mensual y consumo histórico.
- ✓ Formato TT — características técnicas de transformadores.
- ✓ Aproximación al IPEM con variables proxy obtenidas de la ECV y de reportes municipales. [DANE / Web]

7.3.2 Fórmula de priorización aplicada

La priorización de municipios dentro del departamento se realizó aplicando una fórmula compuesta que combina tres factores: peso relativo del municipio en cuanto a usuarios elegibles, concentración de estrato 1 y el Índice de Focalización promedio. La fórmula adoptada es:

$$\text{Score} = (n_{\text{usuarios}} / \max(n_{\text{usuarios}})) \times (\% \text{ Estrato 1} / 100) \times \text{IF}_{\text{prom}}$$

Donde:

- **n_usuarios**: número de usuarios elegibles del municipio.
- **max(n_usuarios)**: máximo entre todos los municipios del departamento = 75.119 (Montería).
- **% Estrato 1**: porcentaje de usuarios de estrato 1 dentro del municipio.
- **IF_prom**: Índice de Focalización promedio del municipio.

7.3.3 Criterios complementarios de selección y priorización

Criterios técnicos:

- ☐ Viabilidad de conexión al SIN (capacidad de transformador asociado).
- ☐ Condiciones de infraestructura predial (techumbre apta).
- ☐ Consumo promedio compatible con el dimensionamiento.
- ☐ Disponibilidad de espacio para la instalación del SSFV.

Criterios socioeconómicos:

- ☐ Estrato 1, 2 o 3 confirmado en TC1.
- ☐ Nivel de vulnerabilidad medido por el IF y por variables proxy de IPM.
- ☐ Condiciones de pobreza energética del hogar (cocción tradicional, ausencia de electrodomésticos).

Criterios territoriales:

- ☐ Concentración poblacional municipal.
- ☐ Categoría de ubicación (urbana / centro poblado / rural disperso).
- ☐ Accesibilidad operativa (relevante en Alto Sinú y San Jorge).

7.3.4 Construcción de la muestra y universo de intervención

- ☐ Total de usuarios analizados: 192.016.
- ☐ Universo potencial de beneficiarios: 192.016.
- ☐ Distribución por estrato: 70,8 % E1, 23,3 % E2, 5,9 % E3.
- ☐ Distribución urbana/rural estimada: 33,3 % cabecera y 66,7 % centros poblados / rural disperso.
- ☐ Mecanismo de priorización: $\text{score} = (n/\max(n)) \times (\%E1/100) \times \text{IF_prom.}$

7.4. Distribución territorial de los usuarios beneficiarios

7.4.1 Priorización municipal por score (30 municipios)

Los 192.016 usuarios elegibles se distribuyen en los 30 municipios de Córdoba. La aplicación de la fórmula de priorización produce el ordenamiento que se presenta a continuación.

Tabla 3 Priorización municipal por score

No.	Municipio	Usuarios	% E1	IF_prom	Score
1	Montería	75.119	66.8	0.6946	0.4637
2	Sahagún	13.900	62.0	0.7296	0.0836
3	Montelíbano	12.548	66.8	0.7184	0.0801
4	Lorica	9.016	76.8	0.7472	0.0688
5	Planeta Rica	11.167	60.5	0.7160	0.0644
6	Cereté	12.018	53.9	0.6929	0.0597
7	Chinú	7.158	79.5	0.7756	0.0588
8	Ciénaga de Oro	5.363	82.3	0.7610	0.0447
9	Tierralta	4.510	86.2	0.8372	0.0433
10	Ayapel	5.237	78.6	0.7671	0.0420
11	San Antero	3.822	78.4	0.7542	0.0301
12	Pueblo Nuevo	3.592	81.8	0.7885	0.0309
13	San Pelayo	2.731	84.4	0.7668	0.0232
14	San Bernardo del Viento	2.639	90.4	0.8377	0.0263
15	San Andrés de Sotavento	2.352	81.4	0.7845	0.0199
16	La Apartada	2.226	86.7	0.7780	0.0199
17	Valencia	2.115	77.4	0.8277	0.0179
18	Buenavista	2.213	82.5	0.7844	0.0188
19	Puerto Libertador	2.051	81.2	0.7685	0.0169

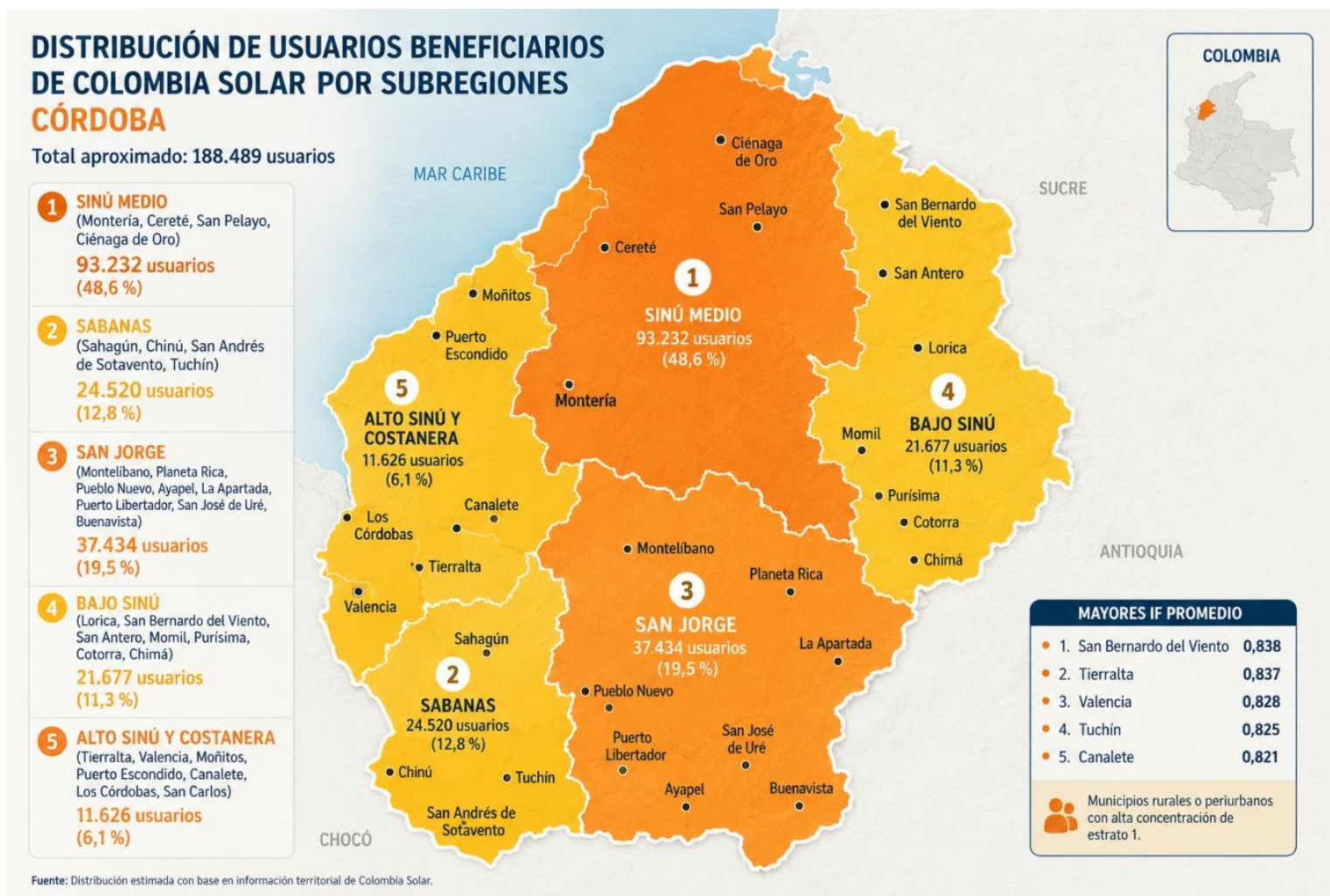
20	Momil	1.831	84.2	0.7835	0.0159
21	Purísima de la Concepción	1.561	82.2	0.7933	0.0136
22	San Carlos	1.380	87.6	0.7901	0.0127
23	Tuchín	1.110	93.6	0.8247	0.0113
24	Moñitos	1.175	95.5	0.8156	0.0122
25	Puerto Escondido	1.089	93.3	0.8168	0.0111
26	Chimá	1.159	89.0	0.7974	0.0109
27	Canalete	1.039	95.2	0.8211	0.0108
28	Cotorra	769	91.9	0.7962	0.0075
29	Los Córdoba	719	93.0	0.8186	0.0073
30	San José de Uré	407	84.5	0.8015	0.0037

Fuente: Datos base agregados de *Entregable_4_Detalle_Usuarios_por_Municipio.xlsx*; score calculado con la fórmula de la sección 3.2.

7.4.2 Concentración geográfica y subregiones

- ✓ Subregión Sinú Medio (Montería, Cereté, San Pelayo, Ciénaga de Oro): ~93.232 usuarios (48,6 %).
- ✓ Subregión Sabanas (Sahagún, Chinú, San Andrés de Sotavento, Tuchín): ~24.520 usuarios (12,8 %).
- ✓ Subregión San Jorge (Montelíbano, Planeta Rica, Pueblo Nuevo, Ayapel, La Apartada, Puerto Libertador, San José de Uré, Buenavista): ~37.434 usuarios (19,5 %).
- ✓ Subregión Bajo Sinú (Lorica, San Bernardo del Viento, San Antero, Momil, Purísima, Cotorra, Chimá): ~21.677 usuarios (11,3 %).
- ✓ Subregión Alto Sinú y Costanera (Tierralta, Valencia, Moñitos, Puerto Escondido, Canalete, Los Córdoba, San Carlos): ~11.626 usuarios (6,1 %).
- ✓ Mayores IF promedio: San Bernardo del Viento (0,838), Tierralta (0,837), Valencia (0,828), Tuchín (0,825), Canalete (0,821) — todos rurales o periurbanos con alta concentración de estrato 1.

Ilustración 6 Distribución de usuarios beneficiarios de Colombia Solar por Subregiones



Fuente: Elaboración propia

7.5. Etapa de priorización operativa

La priorización operativa define el orden de implementación del programa. Para Córdoba se aplican tres criterios complementarios:

- ✓ **Priorización por capacidad técnica:** municipios con mayor cobertura del SIN, redes en buen estado y transformadores con capacidad disponible (Montería, Sahagún, Cereté, Planeta Rica, Montelíbano).
- ✓ **Priorización por score multifactorial:** Montería (0,464), Sahagún (0,084), Montelíbano (0,080), Lórica (0,069) y Planeta Rica (0,064) lideran. Montería domina por su volumen absoluto.
- ✓ **Priorización por impacto social puro (alto IF + alto % E1):** Tierralta, San Bernardo del Viento, Valencia, Tuchín, Canalete, Moñitos — municipios con la mayor concentración de privaciones.

Una primera fase de ejecución sugerida combina cabeceras de alta densidad (Montería, Sahagún, Lórica, Cereté) con municipios de alto IF para asegurar eficiencia operativa y cobertura redistributiva. Una segunda fase abordaría los municipios del Alto Sinú y del San Jorge, donde la accesibilidad es más exigente pero el impacto social esperado es mayor.

7.6. Proyección energética del programa en el departamento

7.6.1 Capacidad instalada proyectada

La proyección energética se calculó dimensionando una solución solar fotovoltaica individual capaz de cubrir el consumo básico de subsistencia (173 kWh-mes para alturas < 1.000 m).

Parámetros de diseño:

- ✓ **HSP de planeación:** 5.2 h/día. [DANE / Web]
- ✓ **Performance Ratio (PR):** 0.80
- ✓ **Energía mensual objetivo por usuario:** 173 kWh.
- ✓ **Potencia pico requerida por usuario:** 1.39 kWp.
- ✓ **Total de sistemas fotovoltaicos:** 192.016.
- ✓ **Potencia total proyectada en el departamento:** 266.18 MW.
- ✓ **Factor de capacidad esperado:** 17.3 %.

Memoria de cálculo: $P_{\text{usuario}} = E_{\text{mes}} / (\text{HSP} \cdot 30 \cdot \text{PR}) = 173 / (5,2 \cdot 30 \cdot 0,80) \approx 1.39 \text{ kWp}$. Potencia total = $1.39 \cdot 192.016 / 1.000 \approx 266.18 \text{ MW}$.

7.6.2 Impacto sobre el consumo residencial

- ✓ **Consumo promedio observado:** 151.1 kWh-mes.
- ✓ **Consumo de subsistencia (UPME, < 1.000 m):** 173 kWh-mes.
- ✓ **Cobertura total del consumo promedio:** como el consumo promedio observado (151 kWh-mes) es inferior al consumo de subsistencia (173 kWh-mes), la solución solar puede cubrir el 100 % del consumo medio residencial.
- ✓ Reducción esperada en la facturación particularmente alta en municipios con consumo menor (Tierralta 110 kWh-mes, Valencia 109 kWh-mes, Moñitos 129 kWh-mes).
- ✓ Disminución de dependencia de la red: factor de autoconsumo proyectado superior al 80 % en hogares con consumo igual o inferior al promedio.
- ✓ Impacto sobre pobreza energética: incidencia directa sobre las dimensiones del IPEM correspondientes a 'Acceso a energía eléctrica y preparación de alimentos' y 'Vivienda funcional'.

7.7. Resultados esperados — síntesis

La implementación del Programa Colombia Solar en el departamento de Córdoba permitirá:

- ✓ Atender a 192.016 usuarios de estratos 1, 2 y 3 en los 30 municipios.
- ✓ Desplegar una capacidad instalada agregada cercana a 266 MW.
- ✓ Generar 404 GWh/año de energía solar.
- ✓ Cubrir el 100 % del consumo promedio de los hogares beneficiarios.
- ✓ Evitar 66.283 tCO₂/año y 1.657.075 tCO₂ acumuladas durante 25 años.
- ✓ Reducir de manera estructural la carga del FSSRI, dada la altísima participación de estrato 1 (70,8 %).
- ✓ Fortalecer la equidad energética en uno de los departamentos con mayor IPM del país.

Notas técnicas:

- ✓ Las HSP utilizadas son de planeación; la operación efectiva se medirá conforme a la regulación de medición y liquidación que expida la CREG.

- ✓ El dimensionamiento se realizó sin almacenamiento (esquema on-grid), conforme al alcance del Programa Colombia Solar.
- ✓ En municipios con alta participación rural dispersa (Tierralta, Valencia, Ayapel, Puerto Libertador, San José de Uré), la fase de ejecución debe contemplar requisitos logísticos diferenciados y planes AOM con criterios reforzados de accesibilidad.

El diagnóstico histórico, técnico y socioeconómico del sistema eléctrico del departamento de Córdoba permite concluir que el territorio presenta condiciones estratégicas para la implementación del Programa Colombia Solar, pero también desafíos estructurales que exigen una intervención pública focalizada, gradual y técnicamente sustentada. La situación energética del departamento no puede analizarse únicamente desde la existencia formal de infraestructura eléctrica, sino a partir de una lectura integral que incorpore cobertura, calidad del servicio, continuidad, pérdidas, asequibilidad, usuarios subsidiados, presión fiscal sobre el FSSRI, recurso solar disponible y condiciones socioeconómicas de los hogares.

Uno de los principales hallazgos del diagnóstico es la existencia de una brecha significativa entre la cobertura urbana y rural. Mientras las cabeceras municipales presentan una cobertura eléctrica consolidada, las zonas rurales y dispersas mantienen rezagos importantes que limitan el acceso equitativo al servicio. Esta condición confirma que el principal reto del departamento no se encuentra en la cobertura urbana, sino en la ruralidad, donde la dispersión poblacional, las dificultades de acceso físico, la baja densidad de usuarios y los mayores costos de expansión de redes convencionales afectan la sostenibilidad técnica y financiera de la prestación del servicio.

La cobertura eléctrica debe ser interpretada de manera complementaria con otros indicadores de desempeño del sistema. Un territorio puede presentar avances en conexión formal y, al mismo tiempo, enfrentar problemas de pobreza energética cuando el servicio es inestable, costoso, insuficiente o de baja calidad. En el caso de Córdoba, las interrupciones, las fluctuaciones de voltaje, las pérdidas técnicas y no técnicas, la limitada capacidad de pago de los hogares y la dependencia de subsidios evidencian la necesidad de avanzar hacia soluciones estructurales que mejoren la asequibilidad y la resiliencia energética de la población vulnerable.

Desde el punto de vista socioeconómico, Córdoba presenta condiciones que refuerzan la pertinencia del Programa Colombia Solar. La alta participación de hogares de estratos 1, 2 y 3, la pobreza monetaria y multidimensional, la informalidad laboral, la ruralidad dispersa y las brechas en servicios públicos



configuran un escenario donde la reducción del costo de la energía puede generar impactos directos sobre el bienestar de los hogares. La energía eléctrica, en este contexto, no solo constituye un servicio domiciliario, sino un habilitador para la educación, la salud, la conectividad, la conservación de alimentos, la productividad rural, el emprendimiento local y la calidad de vida.

El análisis técnico evidencia que el sistema eléctrico departamental requiere acciones orientadas a la modernización de redes, reducción de pérdidas, fortalecimiento de la calidad y continuidad del servicio, incorporación de tecnologías de medición, mejora de la resiliencia frente a eventos climáticos y articulación con esquemas de generación distribuida. Estas medidas no dependen exclusivamente del operador de red, sino de una coordinación institucional entre el Ministerio de Minas y Energía, la UPME, la CREG, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el SUI, las autoridades territoriales, los operadores, las comunidades y los demás actores del sector.

El Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos —FSSRI— cumple un papel fundamental en el acceso al servicio eléctrico de los hogares vulnerables. No obstante, el esquema tradicional de subsidios presenta limitaciones asociadas a su carácter recurrente y a la presión fiscal que genera en territorios con alta concentración de usuarios subsidiados. En este sentido, Colombia Solar representa una alternativa estratégica para transformar parte del subsidio al consumo en infraestructura de autogeneración solar instalada en los hogares beneficiarios, generando beneficios simultáneos sobre la factura del usuario, la sostenibilidad fiscal del fondo y la autonomía energética de los hogares.

El universo de usuarios elegibles identificado en el diagnóstico confirma la magnitud y pertinencia de la intervención. La concentración de hogares en estrato 1, seguida de usuarios de estrato 2 y estrato 3, evidencia un alto potencial redistributivo del programa. Además, el consumo promedio mensual de los hogares beneficiarios permite estimar que una solución solar residencial adecuadamente dimensionada puede cubrir una parte significativa del consumo básico, siempre que se garantice la calidad técnica de los sistemas, la medición adecuada, el mantenimiento preventivo y el acompañamiento comunitario.

El recurso solar disponible en Córdoba constituye una oportunidad para fortalecer la transición energética justa, siempre que los datos de radiación solar y Horas Solares Pico sean verificados con fuentes técnicas oficiales como la UPME, el IDEAM y el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. La implementación de sistemas fotovoltaicos debe evitar criterios generales o afirmaciones no verificadas, y sustentarse en información técnica trazable, con análisis municipal, condiciones de conexión, estado de cubiertas, accesibilidad operativa, capacidad de red y riesgos ambientales.

La priorización municipal debe realizarse mediante una metodología multifactorial que integre variables técnicas, sociales, fiscales y energéticas. Entre los criterios más relevantes se encuentran el ICEE total, urbano y rural; la concentración de usuarios elegibles; el consumo promedio mensual; el Costo Unitario del servicio; la participación de usuarios subsidiados; los indicadores de calidad y continuidad; las pérdidas técnicas y no técnicas; el nivel de pobreza; el recurso solar disponible; la accesibilidad territorial y las condiciones de conexión. Esta aproximación permitirá orientar la intervención hacia los municipios y comunidades donde Colombia Solar pueda generar mayor impacto social, energético y fiscal.

En términos de política pública, se recomienda avanzar hacia una implementación gradual del programa en el departamento. Una primera fase debería priorizar municipios con alta concentración de usuarios elegibles, condiciones favorables de conexión y mayor impacto potencial sobre el FSSRI. Una segunda fase podría incorporar territorios con mayores niveles de vulnerabilidad rural y pobreza energética. Una tercera fase debería considerar zonas rurales dispersas, comunidades de difícil acceso y esquemas complementarios como soluciones híbridas, comunitarias o productivas, según las condiciones técnicas y regulatorias aplicables.

También se recomienda fortalecer los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del programa. Para ello, deben definirse indicadores de resultado e impacto, tales como número de hogares beneficiados, capacidad instalada, energía generada, reducción promedio de la factura, disminución estimada del subsidio, mejora en condiciones de asequibilidad, reducción de emisiones, satisfacción de usuarios, funcionamiento efectivo de los sistemas, mantenimiento realizado y permanencia operativa de las soluciones instaladas.



Finalmente, el diagnóstico permite concluir que Colombia Solar no debe entenderse únicamente como un programa de instalación de paneles solares, sino como una estrategia de transformación energética, social y fiscal. Su implementación en Córdoba puede contribuir a reducir la pobreza energética, mejorar la asequibilidad del servicio, disminuir la presión sobre los subsidios recurrentes, democratizar el acceso a tecnologías limpias y fortalecer la resiliencia de los hogares vulnerables. Para lograrlo, será indispensable garantizar una intervención coordinada, técnicamente verificable, socialmente focalizada y territorialmente diferenciada, coherente con los principios de la transición energética justa y con las necesidades reales del departamento de Córdoba.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Afinia Grupo EPM. (2024). Informe de gestión y sostenibilidad 2023. Afinia.
- Colombia. Congreso de la República. (1994). Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial.
- Colombia. Congreso de la República. (1994). Ley 143 de 1994. Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional. Diario Oficial.
- Colombia. Congreso de la República. (2014). Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Diario Oficial.
- Colombia. Ministerio de Minas y Energía. (2025). Decreto 0972 de 2025. Por medio del cual se reglamentan disposiciones relacionadas con el Programa Colombia Solar. Ministerio de Minas y Energía.
- Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2018). Resolución CREG 030 de 2018. Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. CREG.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). Pobreza multidimensional en Colombia 2023. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-multidimensional>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). Pobreza multidimensional en Colombia 2024. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-multidimensional/pobreza-multidimensional-2024>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). Pobreza monetaria y grupos de ingreso en Colombia 2024. DANE. <https://www.dane.gov.co>
- Gobernación de Córdoba. (2024). Plan de Desarrollo Departamental 2024–2027: Córdoba lo tiene todo para estar a otro nivel. Gobernación de Córdoba.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, & Unidad de Planeación Minero Energética. (2017). Atlas de radiación solar, ultravioleta y

ozono de Colombia. IDEAM; UPME. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/8252>

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2025). Información geográfica y catastral del departamento de Córdoba. IGAC. <https://www.igac.gov.co>
- Ministerio de Minas y Energía. (2025). Memoria justificativa de la resolución del Programa Colombia Solar. Ministerio de Minas y Energía.
- Ministerio de Minas y Energía. (2025, octubre 27). Con Colombia Solar, los subsidios se convierten en paneles que reducen la tarifa de energía a los hogares más pobres. <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/con-colombia-solar-subsidios-convierten-paneles-reducen-tarifa-energia-hogares-mas-pobres/>
- Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios. (2025). Reportes de energía eléctrica. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. <https://sui.superservicios.gov.co>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2024). Informe de calidad del servicio de energía eléctrica 2023. Superservicios. <https://www.superservicios.gov.co>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2025). Índice de Cobertura de Energía Eléctrica —ICEE— 2024. UPME. <https://www.upme.gov.co/simec/energia-electrica/cobertura/>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2026, febrero 26). Colombia alcanza 93,12% de cobertura eléctrica tras llevar energía a 539.351 nuevos hogares y registrar el mayor avance en la ruralidad. UPME. https://www.upme.gov.co/upme_noticias/colombia-alcanza-9312-de-cobertura-elctrica-tras-llevar-energa-a-539351-nuevos-hogares-y-registrar-el-mayor-avance-en-la-ruralidad/
- XM. (2024). Informes de operación del Sistema Interconectado Nacional. XM. <https://www.xm.com.co>

ANEXO. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

Fuentes primarias (archivos del Entregable 4):

- *Entregable_4_Detalle_Usuarios_por_Municipio.xlsx* — 192.016 registros individuales agrupados por municipio. Aporta: n_usuarios por municipio y por estrato, consumo promedio, Índice de Focalización, código DANE, georreferenciación y datos catastrales.
- *Priorizacion_Cordoba.xlsx* (entregable derivado) — Aplicación de la fórmula de priorización; 30 municipios ordenados por score.

Fuentes normativas y técnicas:

- *Memoria justificativa de la Resolución del Programa Colombia Solar*, Ministerio de Minas y Energía, 7 de octubre de 2025. Aporta: metodología de focalización (Φ PTD), consumo de subsistencia, marco normativo (Decreto 0972 de 2025), criterios técnicos y operativos.

Fuentes web oficiales y de prensa especializada:

- DANE (2024–2025): *Boletín técnico Pobreza Multidimensional 2024*. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-multidimensional>. El boletín registra el aumento estadísticamente significativo del IPM de Córdoba en 2024 (+4,3 pp).
- Fundesarrollo (2024): *¿Cómo le fue a la Costa en las cifras de pobreza multidimensional?* Aporta: descenso del IPM de Córdoba de 26,9 % (2022) a 21,4 % (2023).
- UPME / IDEAM: *Atlas de radiación solar de Colombia* — valores de HSP y radiación promedio del departamento de Córdoba.
- Hernández, Aguado y Duque (2018) y estudios académicos posteriores sobre el IPEM en Colombia, citados en la memoria justificativa.



Energía

www.minenergia.gov.co



ministeriominasyenergia



@MinisteriodeMinas



@MinEnergiaCo

Colombia 
Solar

La Energía de Nuestra Gente