

IMPLEMENTACIÓN Y FOCALIZACIÓN TERRITORIAL DEL PROGRAMA COLOMBIA SOLAR EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR

El presente capítulo desarrolla la estrategia de implementación y focalización territorial del Programa Colombia Solar en el departamento del Cesar, sobre el universo de usuarios atendidos por los operadores de red CENS (Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. E.S.P.) y ESSA (Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.) en ocho municipios del departamento. Su propósito es definir, con base en criterios técnicos, sociales y territoriales, las áreas prioritarias de intervención, la población beneficiaria potencial 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 parte de una aproximación integral al territorio, articulando información proveniente de fuentes oficiales nacionales, registros operativos de los comercializadores, bases de datos del Sistema Único de Información (SUI) — reporte de abril de 2026 — y los lineamientos establecidos en el marco normativo del Programa Colombia Solar, particularmente el Decreto 0972 de 2025 y su metodología nacional de focalización departamental. En este sentido, el apartado no solo identifica dónde se ejecutará el programa, sino también por qué determinadas zonas y grupos poblacionales presentan condiciones prioritarias para la intervención estatal.

La focalización del Cesar responde a la convergencia de varios factores estructurales: el elevado recurso solar de la subregión Aguachica y los municipios del sur y centro del departamento, con valores de irradiación entre 5,0 y 6,0 kWh/m²/día; la alta concentración de usuarios residenciales en estratos 1 y 2 (96,6 % del universo analizado); los persistentes rezagos de pobreza multidimensional; y el historial de costos tarifarios elevados en la región. Estos elementos configuran un escenario estratégico para la expansión de soluciones energéticas distribuidas de autoconsumo residencial.

1 Contexto departamental y territorial

1.1 Generalidades del departamento

El departamento del Cesar se localiza en el norte de Colombia, en la región Caribe oriental, limitando al norte con La Guajira y Magdalena, al este con Venezuela, al sur con Norte de Santander y Bolívar, y al oeste con Bolívar y Magdalena. Con una extensión de aproximadamente 22.905 km², el departamento alberga a más de 1,2 millones de habitantes (proyecciones DANE 2025) distribuidos en 25 municipios agrupados en cuatro subregiones: Norte (Valledupar y su área de influencia), Centro (corredor del río Cesar), Sur (subregión Aguachica) y Serranía del Perijá.

El universo analizado en el presente capítulo corresponde a los municipios servidos por CENS y ESSA dentro del territorio cesarense: Aguachica, Gamarra, González, La Gloria, Pelaya, Río de Oro, San Alberto y San Martín. Estos municipios se concentran en la subregión Sur y parte del corredor Centro-Sur del departamento, zona con alta vocación agropecuaria, comercial y de tránsito entre la región Caribe y el interior del país.

1.2 Condiciones climáticas y potencial solar

El departamento del Cesar, y en particular los municipios de la subregión Aguachica, presenta condiciones de radiación solar entre las más favorables del país. De acuerdo con el Atlas de Radiación Solar de Colombia elaborado por el IDEAM y la UPME, así como con el Plan de Energización Rural Sostenible del Cesar (PERS Cesar, UPME-IPSE, 2019), el departamento registra valores de irradiación global horizontal que lo posicionan como un territorio de alto potencial para la generación fotovoltaica.

- Radiación solar promedio: entre 5,0 y 6,0 kWh/m²/día, con mayor concentración en las zonas bajas del valle del río Magdalena y la llanura aluvial sur. [IDEAM / UPME Atlas Solar]
- Horas Solares Pico (HSP) de planeación: 5,0 h/día, valor conservador consistente con criterios de infraestructura residencial urbana y semiurbana en la subregión.
- Comparación nacional: el promedio del SIN se sitúa en torno a 4,5 kWh/m²/día. El Cesar supera este umbral y se ubica entre los departamentos de mayor recurso, junto con La Guajira, Atlántico, Córdoba y Bolívar. [DANE / UPME]
- Estabilidad anual: variación intermensual inferior al 15 %, dado el régimen tropical con precipitaciones concentradas en dos periodos, lo que asegura producción competitiva durante al menos diez meses del año.

1.3 Caracterización de la demanda residencial

Con base en el reporte del Sistema Único de Información (SUI) correspondiente a abril de 2026, el universo de usuarios residenciales de estratos 1, 2 y 3 atendidos por CENS y ESSA en los ocho municipios analizados asciende a 70.456 suscriptores. La distribución por estrato refleja una concentración marcada en los segmentos de mayor vulnerabilidad socioeconómica:

- Estrato 1 (Bajo-Bajo): 41.032 usuarios — 58,2 % del universo.
- Estrato 2 (Bajo): 27.021 usuarios — 38,4 % del universo.
- Estrato 3 (Bajo-Medio): 2.403 usuarios — 3,4 % del universo.
- Consumo promedio estrato 1: 147,9 kWh/suscriptor-mes. Este consumo es inferior al umbral de subsistencia (173 kWh/mes para altitudes inferiores a 1.000 m.s.n.m.), lo que indica que una solución solar correctamente dimensionada puede cubrir la totalidad del consumo básico de los hogares beneficiarios de estrato 1.
- Consumo promedio ponderado total (estratos 1–3): 167,2 kWh/suscriptor-mes.
- Distribución territorial: el 54,3 % del universo se concentra en el municipio de Aguachica, principal centro urbano y comercial del sur del Cesar, con carácter preponderantemente urbano.

1.4 Pobreza monetaria y pobreza energética multidimensional

El Cesar registra una reducción estadísticamente significativa de su Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) entre 2023 y 2024. De acuerdo con el boletín técnico del DANE publicado en abril de 2025, el departamento pasó de 17,7 % en 2023 a 13,4 % en 2024, lo que representa una disminución de 4,3 puntos porcentuales, uno de los descensos departamentales más relevantes del período:

- IPM departamental Cesar 2024: 13,4 % (frente al 17,7 % de 2023). [DANE / ECV 2024]
- IPM cabeceras Cesar 2024: 10,7 % (frente al 13,2 % de 2023).
- IPM centros poblados y rural disperso Cesar 2024: 21,3 % (frente al 30,9 % de 2023, reducción de 9,6 p.p., estadísticamente significativa).
- IPM región Caribe 2024: 18,5 %. El Cesar se ubica por debajo del promedio regional.
- IPM nacional 2024: 11,5 %.

A pesar del avance, el Cesar mantiene niveles de pobreza rural significativamente superiores al promedio nacional en zonas dispersas (21,3 % vs 24,3 % de centros poblados y rural disperso a nivel nacional), con privaciones persistentes en empleo formal, logro educativo y acceso a servicios básicos. En el contexto del Programa Colombia Solar, estas condiciones configuran una demanda social alta para soluciones energéticas que reduzcan la carga económica del servicio público de electricidad y contribuyan a mejorar las dimensiones de vivienda y servicios del IPM.

La pobreza energética multidimensional (IPEM) en la subregión Aguachica y municipios del sur del Cesar está asociada principalmente a: (i) el alto porcentaje de facturación sobre el ingreso disponible de los hogares de estrato 1; (ii) la dependencia de la red con escasas alternativas de eficiencia energética; y (iii) los costos unitarios del servicio eléctrico en la zona de servicio de CENS, históricamente superiores al promedio de los operadores del interior del país.

2 Justificación de la focalización del Cesar en el Programa Colombia Solar

La selección del Cesar para la intervención del Programa Colombia Solar se sustenta en la convergencia de los siguientes factores estructurales:

- Elevado recurso solar (HSP = 5,0 h/día de planeación), que asegura una producción fotovoltaica competitiva y técnicamente viable en toda la subregión cubierta.
- Alta concentración de usuarios de estratos 1 y 2 (96,6 % del universo total), que garantiza impacto social directo sobre la población más vulnerable.
- Consumo promedio de estrato 1 (147,9 kWh/susc-mes) inferior al umbral de subsistencia, lo que evidencia restricciones económicas para el pago de la tarifa y alta sensibilidad al alivio tarifario derivado de la generación solar.
- Rezago en pobreza multidimensional rural (21,3 % en centros poblados y rural disperso), con privaciones en vivienda y servicios que el Programa Colombia Solar puede incidir directamente.

- Red de distribución del SIN disponible en los ocho municipios, lo que reduce la complejidad técnica de las conexiones en esquema on-grid.
- Disponibilidad de información georeferenciada y registros SUI actualizados por CENS y ESSA, que permiten una focalización precisa por municipio y operador.

2.1 Variables de focalización aplicadas

La metodología nacional de focalización departamental (PTD) del Decreto 0972 de 2025 pondera cinco criterios: 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). El Cesar obtiene puntajes elevados en HSP, CU y %PTU estrato 1, y un puntaje medio-alto en IPM. Para la priorización intermunicipal se aplican adicionalmente las variables disponibles en el reporte SUI del Entregable correspondiente.

3 Metodología de construcción de la selección muestral

3.1 Integración y depuración de bases de datos

La selección muestral se construyó cruzando las siguientes fuentes de información, depuradas y normalizadas según los criterios operativos del Programa Colombia Solar:

- Reporte SUI abril 2026 — Datos de suscriptores residenciales estratos 1, 2 y 3 por municipio, operador y tipo de usuario (regulado), con consumos y facturación mensual (CENS y ESSA).
- Estratificación socioeconómica vigente reportada por los operadores de red (CENS y ESSA) en el reporte SUI.
- Formato TC1 — caracterización de usuarios (datos de los operadores por municipio).
- Formato TC2 — facturación mensual y consumo histórico por suscriptor.
- Marco normativo del Decreto 0972 de 2025: umbrales de elegibilidad, criterios técnicos y metodología de focalización.

3.2 Fórmula del score de priorización municipal

Dado que el universo analizado en el Cesar corresponde a escala municipal (no de barrio o manzana como en municipios con mayor densidad de datos catastrales), el score multifactorial se adapta aplicando la siguiente fórmula a nivel de municipio:

$$\text{Score} = (\text{n_municipio} / \text{max}(\text{n_municipio})) \times (\%E1 / 100)$$

Donde:

- n_municipio: número de usuarios elegibles (estratos 1, 2 y 3) del municipio.
- max(n_municipio): máximo entre todos los municipios del universo CENS-ESSA = 38.287 (Aguachica).
- %E1: porcentaje de usuarios de estrato 1 dentro del municipio.

Esta fórmula privilegia los municipios con mayor volumen de usuarios de alta vulnerabilidad (estrato 1) y mayor concentración de los mismos, asegurando eficiencia en el despliegue operativo y máximo impacto social. En fases posteriores, el índice de Focalización (IF) por usuario individual, derivado de los formatos TC1 y TC2, permitirá una priorización de mayor granularidad dentro de cada municipio.

3.3 Criterios complementarios de selección y priorización

Adicionalmente, la selección de usuarios beneficiarios consideró tres bloques de criterios:

Criterios técnicos:

- Viabilidad de conexión al SIN (disponibilidad y capacidad del transformador asociado al predio).
- Condiciones de infraestructura predial compatibles con la instalación de un SSFV (techumbre apta, área disponible).
- Consumo promedio compatible con el dimensionamiento de la solución solar de subsistencia.
- Disponibilidad de espacio físico para la instalación del inversor y los módulos.

Criterios socioeconómicos:

- Estrato 1, 2 o 3 confirmado en el reporte SUI (TC1).

- Nivel de vulnerabilidad aproximado mediante el consumo per cápita como indicador proxy del IPM a nivel predial.
- Condiciones de pobreza energética: proporción del ingreso destinado al pago de la tarifa de energía.

Criterios territoriales:

- Concentración poblacional por municipio y zona de servicio del operador.
- Cobertura eléctrica confirmada mediante registros SUI (usuarios regulados).
- Accesibilidad operativa para la instalación, operación y mantenimiento (AOM) de los sistemas SSFV.

3.4 Construcción de la muestra y universo de intervención

El universo de intervención comprende la totalidad de los suscriptores residenciales de estratos 1, 2 y 3 registrados por CENS y ESSA en el reporte SUI de abril de 2026 para los ocho municipios del Cesar:

- Total de usuarios analizados: 70.456.
- Universo potencial de beneficiarios (estratos 1-3 con condiciones técnicas viables): 70.456.
- Distribución por estrato: 58,2 % E1, 38,4 % E2, 3,4 % E3.
- Total de municipios analizados: 8 (Aguachica, Gamarra, González, La Gloria, Pelaya, Río de Oro, San Alberto, San Martín).
- Operadores cubiertos: CENS (Centrales Eléctricas del Norte de Santander, grupo EPM) y ESSA (Electrificadora de Santander, grupo EPM).

4 Distribución territorial de los usuarios beneficiarios

4.1 Distribución por municipio

Los 70.456 usuarios elegibles se distribuyen en ocho municipios del departamento del Cesar. La concentración es marcada en Aguachica, que agrupa el 54,3 % del universo total, seguido por San Alberto y San Martín que en conjunto representan el 23,2 % adicional.

Tabla [X].1 Distribución de usuarios por municipio — Departamento del Cesar

Municipio	Operador(es)	E1	E2	E3	Total, Usuarios	%E1
Aguachica	CENS / ESSA	20.233	17.061	993	38.287	52,8 %
San Alberto	ESSA / CENS	4.806	2.743	807	8.356	57,5 %
San Martín	ESSA	5.736	2.044	243	8.023	71,5 %
Pelaya	CENS	4.282	650	70	5.002	85,6 %
Gamarra	CENS	2.275	1.997	18	4.290	53,0 %
Río de Oro	CENS / ESSA	1.839	1.515	256	3.610	50,9 %
La Gloria	CENS	1.731	494	16	2.241	77,2 %
González	CENS	130	515	0	645	20,2 %
TOTAL, DEPARTAMENTO		41.032	27.021	2.403	70.456	58,2 %

Fuente: Sistema Único de Información (SUI) — Reporte abril 2026. Elaboración propia.

4.2 Ranking de municipios por score de priorización

A nivel municipal, la priorización aplicando la fórmula descrita en la sección [X].3.2 produce el siguiente orden. Los municipios encabezados por Aguachica, San Martín y Pelaya combinan alta concentración de usuarios con mayor proporción de estrato 1.

Tabla [X].2 Ranking de municipios por score multifactorial

#	Municipio	Usuarios Elegibles	%E1	Score
1	Aguachica	38.287	52,8 %	0,528
2	San Martín	8.023	71,5 %	0,150
3	San Alberto	8.356	57,5 %	0,125
4	Pelaya	5.002	85,6 %	0,112
5	Gamarra	4.290	53,0 %	0,059
6	Río de Oro	3.610	50,9 %	0,048
7	La Gloria	2.241	77,2 %	0,045
8	González	645	20,2 %	0,003

4.3 Concentración por municipios prioritarios

- Municipio principal: Aguachica, con 38.287 usuarios (54,3 % del universo total), constituye el eje central del despliegue operativo.
- Los tres municipios con mayor score (Aguachica, San Martín, San Alberto) agrupan 54.313 usuarios, equivalentes al 77,1 % del universo total.
- Los municipios de Pelaya y La Gloria destacan por su alta proporción de estrato 1 (85,6 % y 77,2 % respectivamente), configurando zonas de alto impacto social relativo.
- Río de Oro presenta el consumo promedio más bajo de estrato 1 (88,3 kWh/susc-mes), indicador de pobreza energética severa y alta prioridad de intervención desde el enfoque de pobreza energética multidimensional (IPEM).

5 Etapa de priorización operativa

La priorización operativa define el orden de implementación del Programa Colombia Solar en el universo CENS-ESSA del Cesar. Se aplican tres criterios complementarios, alineados con la metodología nacional:

- Priorización por capacidad técnica: municipios y zonas con mayor disponibilidad de transformador y menor restricción operativa de la red según los reportes técnicos de CENS y ESSA.
- Priorización por impacto social: municipios con mayor score multifactorial. Los cinco primeros (Aguachica, San Martín, San Alberto, Pelaya y Gamarra) concentran el 90,9 % del universo elegible y deben ser atendidos en las fases iniciales del despliegue.
- Priorización por pobreza energética: municipios como Río de Oro (consumo promedio E1: 88,3 kWh/susc-mes) y González (82,0 kWh/susc-mes) ameritan atención prioritaria en el componente de equidad energética, pese a su menor volumen de usuarios, dada la severidad de las privaciones energéticas evidenciadas.

La aplicación combinada de estos criterios sugiere una primera fase de ejecución enfocada en Aguachica (aprovechando economías de escala), seguida de San Martín y San Alberto, con atención complementaria a Pelaya por su alta concentración de estrato 1 (85,6 %). Simultáneamente, los municipios de Río de Oro y González deberán ser objeto de caracterización adicional para refinar la selección de beneficiarios con mayor nivel de vulnerabilidad energética.

6 Proyección energética del programa en el departamento

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 altitudes inferiores a 1.000 m.s.n.m.), conforme a los parámetros metodológicos del Programa Colombia Solar.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

- Horas Solares Pico (HSP) de planeación: 5,0 h/día. [IDEAM / UPME Atlas Solar Cesar]
- Performance Ratio (PR) técnico: 0,80 (típico residencial sin almacenamiento).
- Energía mensual objetivo por usuario: 173 kWh (umbral de subsistencia UPME, altitud < 1.000 m.s.n.m.).
- Potencia pico requerida por usuario: 1,44 kWp.
- Total de sistemas fotovoltaicos: 70.456.
- Potencia total proyectada en el universo CENS-ESSA del Cesar: 101,5 MWp.
- Factor de capacidad esperado: 16,7 %.

Memoria de cálculo: $P_{\text{usuario}} = E_{\text{mes}} / (HSP \times 30 \times PR) = 173 / (5,0 \times 30 \times 0,80) = 1,44 \text{ kWp}$. Potencia total = $1,44 \times 70.456 / 1.000 = 101,5 \text{ MWp}$.

6.2 Impacto sobre el consumo residencial

- Consumo promedio observado estrato 1 (SUI abril 2026): 147,9 kWh/susc-mes.
- Consumo de subsistencia (UPME, altitud < 1.000 m.s.n.m.): 173 kWh/mes.
- Cobertura del consumo promedio E1: dado que el consumo promedio observado (147,9 kWh/mes) es inferior al consumo de subsistencia (173 kWh/mes), la solución solar puede cubrir el 100 % del consumo básico de los hogares de estrato 1 beneficiarios.
- Consumo promedio ponderado total (E1–E3): 167,2 kWh/susc-mes — también por debajo del umbral de subsistencia, lo que amplía el potencial de cobertura al universo completo.
- Impacto sobre pobreza energética: incidencia directa sobre las dimensiones del IPEM correspondientes a 'Acceso a energía eléctrica y preparación de alimentos' y 'Vivienda funcional'.
- Reducción de la carga tarifaria: los hogares de estrato 1 con SSFV on-grid eliminarían o reducirían significativamente su facturación mensual de energía eléctrica, liberando recursos para otros gastos del hogar.

7 Resultados esperados — síntesis

La implementación del Programa Colombia Solar en el universo de los comercializadores CENS y ESSA en el departamento del Cesar (ocho municipios de las subregiones Sur y Centro-Sur) permitirá:

- Atender a 70.456 usuarios de estratos 1, 2 y 3 en ocho municipios del departamento.
- Desplegar una capacidad instalada agregada de 101,5 MWp.
- Generar aproximadamente 146 GWh/año de energía solar fotovoltaica.
- Cubrir el 100 % del consumo promedio de los hogares de estrato 1 beneficiarios (consumo promedio observado: 147,9 kWh/mes, inferior al umbral de subsistencia de 173 kWh/mes).
- Evitar la emisión de aproximadamente 23.798 tCO₂/año y 594.950 tCO₂ acumuladas durante 25 años (factor de emisión de referencia: 0,163 tCO₂/MWh, SIN — UPME).
- Reducir progresivamente la carga del FSSRI asociada a los estratos 1, 2 y 3 del universo CENS-ESSA del Cesar.
- Fortalecer la equidad energética territorial mediante una intervención focalizada, trazable y alineada con los lineamientos del Decreto 0972 de 2025.

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.
- El factor de emisión de referencia para el SIN puede ser actualizado por la UPME; las cifras aquí presentadas son indicativas.
- El universo analizado corresponde exclusivamente a los municipios del Cesar atendidos por CENS y ESSA (reporte SUI abril 2026). Los municipios servidos por otros operadores (Air-e/Afinia en Valledupar y municipios del norte del departamento) serán objeto de análisis complementario en el marco del Programa Colombia Solar.

Anexo. Fuentes de información consultadas

Fuentes primarias (bases de datos SUI):

- Datos SUI abril 2026 CESAR — PROCESADO. Elaboración Grupo de Datos, Programa Colombia Solar, DEE-MME, 2026. Reporte mensual de suscriptores residenciales estratos 1, 2 y 3 por municipio y operador (CENS y ESSA). Aporta: universo de usuarios, consumos, facturación y distribución estratal.

Fuentes normativas e institucionales:

- Decreto 0972 de 2025 (Ministerio de Minas y Energía). Aporta: creación del Programa Colombia Solar, metodología de focalización (%PTD), umbrales de elegibilidad, consumo de subsistencia y criterios técnicos.
- Memoria justificativa de la Resolución del Programa Colombia Solar, MME, octubre de 2025. Aporta: metodología de focalización departamental, criterios técnicos y operativos.
- Plan de Energización Rural Sostenible del Departamento del Cesar (PERS Cesar), UPME-IPSE-Gobernación del Cesar, 2019. Aporta: caracterización de la oferta energética solar del departamento y valores de irradiación global horizontal.

Fuentes estadísticas oficiales:

- DANE (2025): Boletín técnico Pobreza Multidimensional 2024, publicado el 22 de abril de 2025. Aporta: IPM departamental Cesar 2023-2024, comparativos regionales y nacionales. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PM/bol-PMultidimensional-2024.pdf>
- IDEAM / UPME: Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia (2005, actualizado). Aporta: valores de irradiación global horizontal y HSP para el departamento del Cesar. Disponible en: <https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1236>
- CENS (2024): Informe de Sostenibilidad CENS 2024 — Nuestra empresa: energía que conecta territorios. Aporta: cobertura municipal de CENS en el Cesar y Norte de Santander.