An aerial photograph of a coastal park. In the foreground, there is a large, colorful playground with various slides and climbing structures. A prominent black lighthouse stands in the middle ground. The background features a wide expanse of water with several boats and a clear blue sky. The text 'Transiciones hacia el desarrollo sostenible de Valle del Cauca' is overlaid on the left side of the image. The word 'VALLE' is written in large, semi-transparent white letters on the right side of the image.

Transiciones hacia el desarrollo sostenible de Valle del Cauca

Ciencia, tecnología e innovación
para el desarrollo sostenible de
los territorios en Colombia

Transiciones hacia el desarrollo sostenible del Valle del Cauca

Autores:

Alexander Gómez Mejía
Cesar Enrique Acosta Sequeda
Daniel Sebastián González Pedraza
Diego Arturo Cortés Valencia
Kelly Johanna Patarroyo León
Liliana Constanza Delgado Betancourth
Santiago Fonseca Castro
Sebastián Camilo Cortés Cuervo

Diseño:

Karen Andrea González Castro
Rafael Fernando Posada Rueda

Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia
2023-2024

Contenido

1.	Introducción	5
2.	Condiciones socioeconómicas	6
2.1	Población	6
2.2	Salud	6
2.3	Pobreza.....	8
2.4	Necesidades básicas insatisfechas.....	10
2.5	Desigualdad	11
2.6	Síntesis.....	12
3.	Economía, infraestructura y producción	13
3.1	Producto Interno Bruto	13
3.2	Comercio exterior	13
3.3	Empleo y desempleo	14
3.4	Estructura fiscal	15
3.5	Infraestructura	15
3.6	Síntesis.....	16
4.	Desafíos y tensiones sociales	17
4.1	Presencia de actores armados	17
4.2	Presencia de economías ilegales.....	18
4.3	Síntesis.....	19
5.	Ordenamiento Territorial para la sostenibilidad.....	20
5.1	División político-administrativa.....	20
5.2	Usos del suelo y cobertura de la tierra	21
5.3	Hidrografía	23
5.4	Ecosistemas estratégicos.....	26
5.5	Climatología y recursos hídricos	30
5.6	Recursos ecosistémicos	34
5.7	Síntesis.....	37
6.	Sistemas agroalimentarios	40
6.1	Usos del suelo	40
6.2	Producción de alimentos.....	41
6.3	Síntesis.....	50
7.	Emisiones y planes de acción climática	52
7.1	Mitigación y adaptación al cambio climático	52

7.2	Emisiones por sectores.....	55
7.3	Síntesis.....	57
8.	Sistema energético	59
8.1	Balance energético departamental	59
8.2	Infraestructura energética	61
8.3	Potenciales de energías renovables	62
8.4	Síntesis.....	69
9.	Conclusiones	70
10.	Bibliografía	71
10.1	Condiciones socioeconómicas	71
10.2	Economía, infraestructura y producción	71
10.3	Desafío y tensiones sociales	71
10.4	Ordenamiento territorial hacia la sostenibilidad	72
10.5	Sistemas agroalimentarios	75
10.6	Emisiones y planes de acción climática	76
10.7	Sistema energético	77
11.	Lista de siglas	79
12.	Anexos.....	82
12.1	Anexo A: Ordenamiento territorial hacia la sostenibilidad	82
12.2	Anexo B: Sistema energético	90

1. Introducción

El Valle del Cauca, ubicado en el suroccidente de Colombia, es una región de gran importancia económica y cultural para el país. Conocido como despensa agrícola de Colombia, este departamento se destaca por su vasta producción agrícola y agroindustrial, así como por su rica diversidad cultural y natural. Con una extensión territorial de aproximadamente 22.140 km², el departamento alberga una población diversa y dinámica que ha contribuido significativamente al desarrollo histórico y socioeconómico de Colombia.

El territorio posee una geografía variada como su gente desde tierras fértiles en el valle hasta las montañas de la cordillera occidental. Esta diversidad geográfica ha permitido el fortalecimiento de una amplia gama de economías, desde la agricultura y la agroindustria hasta el turismo y la manufactura. Además, su estratégica ubicación geográfica con acceso al océano Pacífico a través del puerto de Buenaventura, lo convierte en un importante centro de comercio internacional y logística para el país.

En este contexto, el documento comienza con un análisis de las condiciones socioeconómicas del departamento del Valle del Cauca, abordando aspectos demográficos, de salud y pobreza desde una perspectiva monetaria y multidimensional. Se analizan las necesidades básicas insatisfechas y las dinámicas de desigualdad que impactan a la población, seguido por una revisión del sistema económico. Este análisis incluye indicadores clave como el Producto Interno Bruto (PIB), el comercio exterior, el empleo y desempleo, la estructura fiscal y la infraestructura que impulsa el desarrollo económico regional. Además, se exploran las características económicas locales y su relación con el contexto nacional e internacional.

Posteriormente, se analizan los desafíos y tensiones sociales en el territorio, abarcando temas como conflictos territoriales, derechos fundamentales, seguridad, grupos armados, contratación de bienes y servicios, así como aquellos relacionados con el medio ambiente y la percepción ciudadana. Luego, se aborda el ordenamiento territorial, que incluye la división político-administrativa, los resguardos indígenas, los planes de ordenamiento territorial, el uso del suelo, la hidrología, los ecosistemas estratégicos y la climatología.

Se analiza el estado del ordenamiento territorial en relación con el agua y su enfoque hacia la sostenibilidad. En el caso del Valle del Cauca, esto reviste gran importancia dada la complejidad de sus actividades económicas, la diversidad de sus ecosistemas y su densidad poblacional. Se examina detalladamente la planificación actual, el manejo ambiental y las condiciones ecosistémicas, climáticas e infraestructurales relacionadas con el recurso hídrico, considerando los desafíos y retos propios de la interacción entre las áreas urbanas y naturales. El departamento del Valle del Cauca cuenta con una complejidad importante en el manejo de los recursos disponibles, el manejo ambiental y su relación con las actividades económicas que debe ser revisado para entender el territorio en su totalidad.

En la siguiente sección, se lleva a cabo una revisión de los sistemas agroalimentarios, abordando aspectos como los usos del suelo para actividades agropecuarias, la producción de alimentos, la industria de alimentos, el consumo, la pérdida y desperdicio de alimentos, así como el potencial de producción. Luego, se revisan las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores y se presentan los planes de acción climática, destacando medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Por último, se evalúa el sistema energético, considerando los potenciales de energías renovables, el balance energético regional, la generación de energía eléctrica y la infraestructura energética.

Este análisis diagnóstico ofrece una perspectiva integral sobre los retos y las oportunidades que se presentan en el departamento del Valle del Cauca, lo que facilita la formulación de políticas y acciones dirigidas a promover su desarrollo sostenible y resiliente.

2. Condiciones socioeconómicas

El Valle del Cauca es el departamento más importante del Pacífico colombiano, por su producción agroindustrial y el tamaño de su capital, Cali. En el presente capítulo se exponen las principales características socioeconómicas del departamento, como su población, características de salud y niveles de pobreza y desigualdad.

2.1 Población

El Valle del Cauca tiene una población de 4,6 millones de personas en el año 2023, que equivale al 8,9 % de la población nacional (DANE, 2023). En términos de población por grupo etario, la proporción de población es muy similar al promedio nacional (tabla 2-1), donde es un poco más alta la población de adultos mayores en el Valle del Cauca, mientras la población joven es ligeramente más baja. La población de mujeres del Valle del Cauca corresponde al 52,5 % del total de la población, siendo un porcentaje superior al promedio nacional.

Tabla 2-1. Población del Valle del Cauca y Colombia por grupo etario. Año 2023. Fuente: DANE, 2023.

	Población Valle del Cauca (personas)	Porcentaje Valle del Cauca (%)	Población Colombia (personas)	Porcentaje Colombia (%)
Niños (0 a 13 años)	946.782	20,4	10.823.738	20,7
Jóvenes (14 a 28 años)	1.096.871	23,6	12.701.952	24,3
Adultos (29 a 64 años)	2.052.676	44,3	23.459.171	44,9
Adultos mayores (más de 65 años)	541.700	11,7	5.230.642	10,0
TOTAL	4.638.029	100,0	52.215.503	100,0

2.2 Salud

La población afiliada al sistema de seguridad social en salud en el Valle del Cauca es de 94,4 % en el año 2022, ligeramente inferior al promedio nacional (94,7 %). La población que se encuentra en el régimen contributivo en el departamento es el 57,9 % del total de afiliados, superior al del promedio nacional (44,9 %). Lo anterior refleja un porcentaje alto de población cotizante al sistema, relacionado con empleos formales. En términos de acceso real a los servicios de salud, el 47,6 % de los municipios del Valle del Cauca tienen un nivel muy bajo y bajo, mientras el 31 % tienen un nivel de acceso muy alto (Instituto Nacional de Salud, 2019).

2.2.1 Natalidad

Los nacimientos en el departamento del Valle del Cauca se han reducido anualmente durante la década de 2010. Como se observa en la figura 2-1, se pasaron de 56 mil nacimientos en 2011 a 41 mil en el año 2022. Es una tendencia que se observa a nivel nacional. La tasa de natalidad del Valle del Cauca fue de 14,04 en 2022, por debajo del promedio nacional (14,76) (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022). Este fenómeno de reducción de natalidad es propio de países en desarrollo, y es mucho más pronunciado en departamentos con ciudades grandes, como lo es el Valle del Cauca.

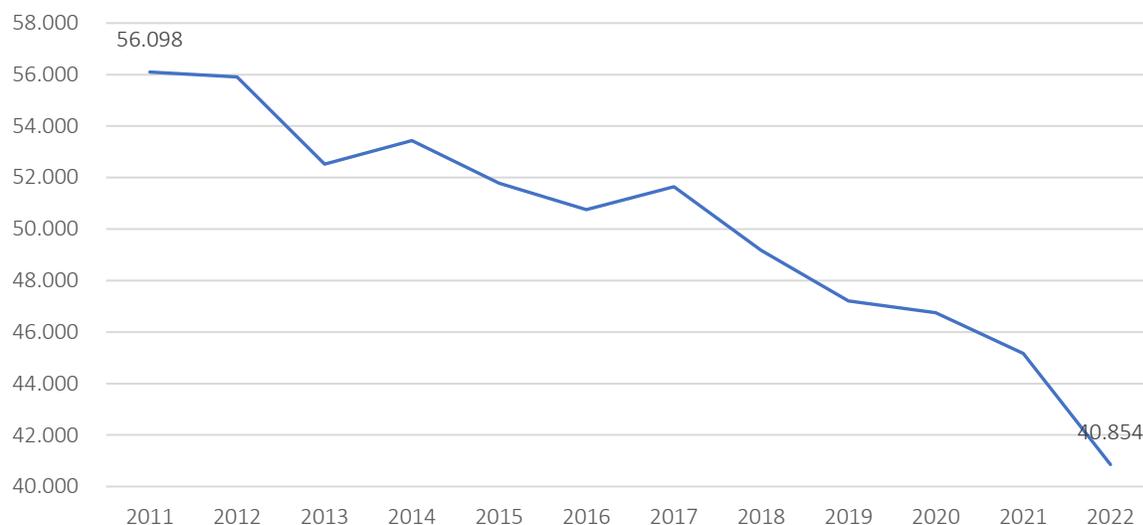


Figura 2-1. Nacimientos en el departamento del Valle del Cauca. Años 2011 – 2022. Fuente: DANE. Estadísticas vitales 2022.

2.2.2 Mortalidad

El departamento del Valle del Cauca tiene una esperanza de vida más baja que el promedio nacional. En el departamento la esperanza de vida fue de 75,9 años en 2022, mientras a nivel nacional fue un año más alta (tabla 2-2). La esperanza de vida es más alta en las mujeres, como es la tendencia nacional, pero en este caso para el Valle del Cauca la esperanza de vida en mujeres es superior que el promedio nacional. Por otro lado, la tasa bruta de mortalidad en el Valle del Cauca (7,6) se encuentra por encima del promedio nacional (6,3).

Tabla 2-2. Esperanza de vida al nacer y tasa de mortalidad del Valle del Cauca y nacional año 2022. Fuente: DANE.

	Esperanza de vida al nacer [años]	Esperanza de vida al nacer hombres [años]	Esperanza de vida al nacer mujeres [años]	Tasa de mortalidad por mil habitantes
Nacional	76,9	73,8	80,1	6,3
Valle del Cauca	75,9	71,7	80,3	7,6

Las defunciones no fetales del departamento han aumentado desde el año 2011, con aumentos significativos durante la pandemia en los años 2020 y 2021 (figura 2-2). Para el año 2022 disminuyeron, pero siguen en niveles observados en 2020.

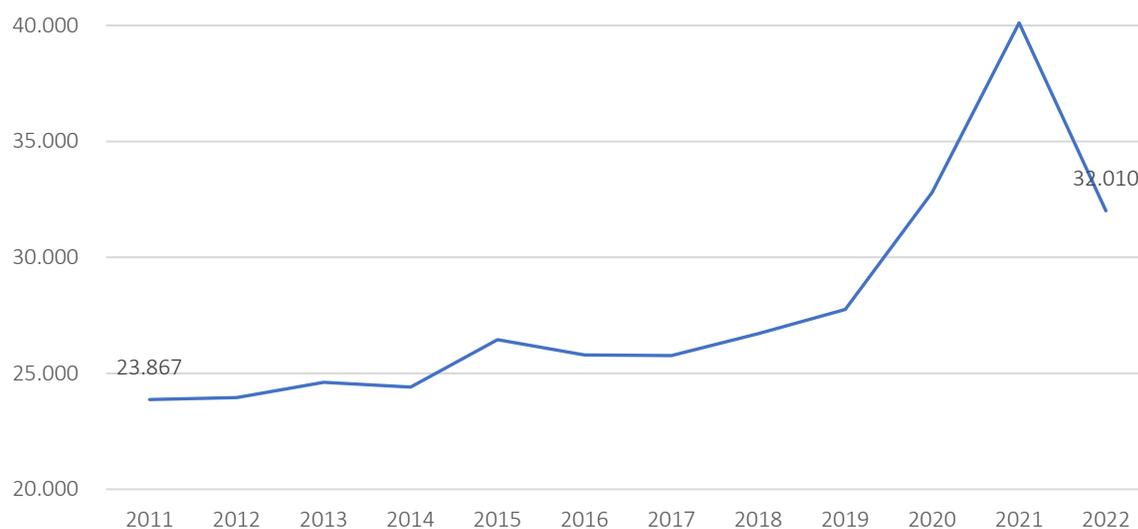


Figura 2-2. Defunciones no fetales en el departamento del Valle del Cauca. Años 2011 – 2022. Fuente: DANE. Estadísticas vitales 2022.

2.3 Pobreza

El Valle del Cauca tiene unos niveles de pobreza por debajo del promedio nacional. A continuación, se presentan las principales cifras sobre pobreza monetaria y multidimensional del departamento.

2.3.1 Pobreza monetaria

La línea de pobreza monetaria en 2022 a nivel nacional fue de \$ 396.864 pesos por persona. La incidencia de la pobreza monetaria en el Valle del Cauca fue 28,1 % de la población, inferior al promedio nacional en el mismo año (36,6 %). Desde el año 2013 se venía reduciendo en el departamento hasta el 2019, tendencia similar al del promedio nacional. Incrementó para el año 2020 producto de la pandemia y volvió a descender en 2021 y 2022, pero con cifras similares a las que presentaba el departamento en el año 2013, como se observa en la figura 2-3.

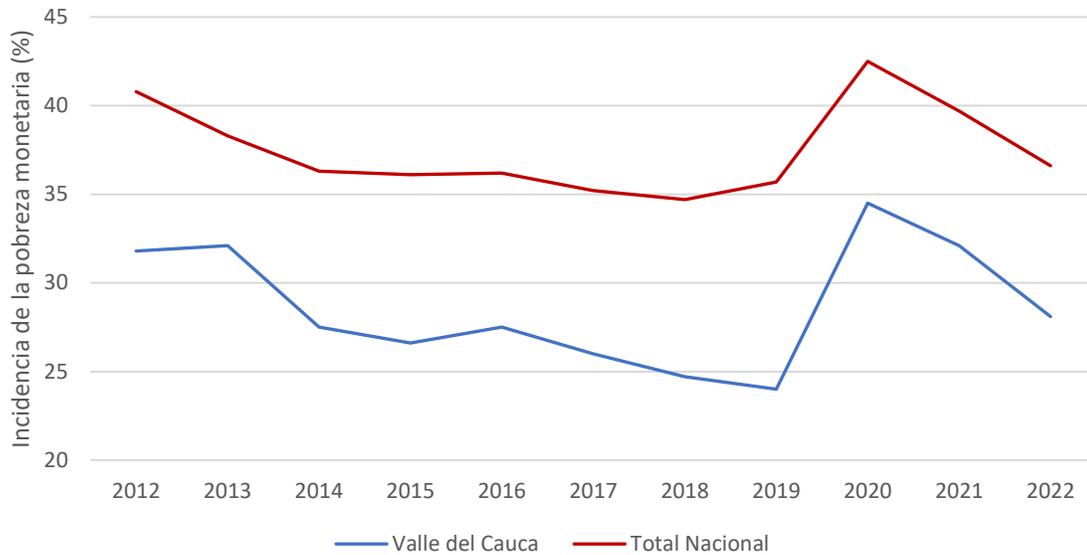


Figura 2-3. Incidencia de la pobreza monetaria del Valle del Cauca y total nacional. Años 2012-2022. Fuente: DANE (2023^a), pobreza y desigualdad.

En cuanto a la pobreza monetaria extrema, para el año 2022 fue de \$ 198.698 pesos. En el Valle del Cauca, la población en pobreza monetaria extrema es el 10,3 %, inferior al promedio nacional (13,8 %). Desde el año 2012 el Valle del Cauca ha tenido una incidencia de pobreza monetaria extrema inferior al promedio nacional, pero la diferencia se redujo en 2020 por la pandemia. Como se observa en la figura 2-4, para los años 2021 y 2022 se redujo nuevamente, pero con mayor fuerza en el departamento que en el promedio nacional.

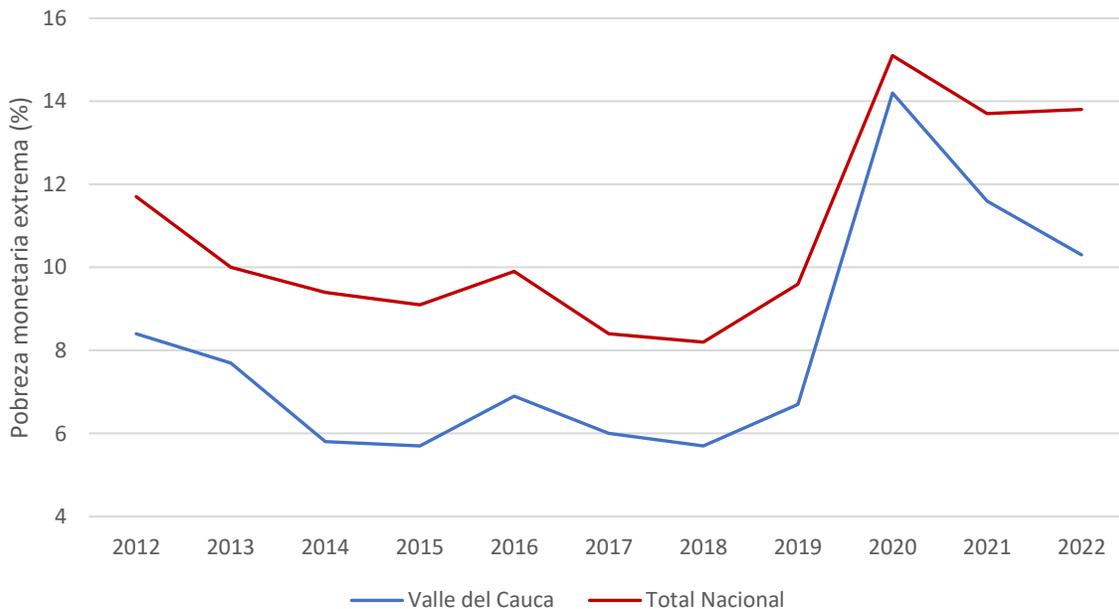


Figura 2-4. Incidencia de la pobreza monetaria extrema de Bogotá D.C. y total nacional. Años 2012-2022. Fuente: DANE (2023^a), pobreza y desigualdad.

2.3.2 Pobreza multidimensional

La pobreza multidimensional del Valle del Cauca también se ha reducido en los últimos años. Ha mantenido una tendencia decreciente hasta el año 2021, con un incremento en el 2022, como se observa en la figura 2-5. A pesar de seguir la tendencia nacional, en 2022 sí se redujo la pobreza multidimensional en el promedio nacional y redujo la diferencia con el departamento del Valle del Cauca.

Entre las variables que más impactan en el índice de pobreza multidimensional del departamento se encuentran el trabajo informal (67,3), el bajo logro educativo (37,8), el rezago escolar (22,6) y el desempleo de larga duración (13,7).

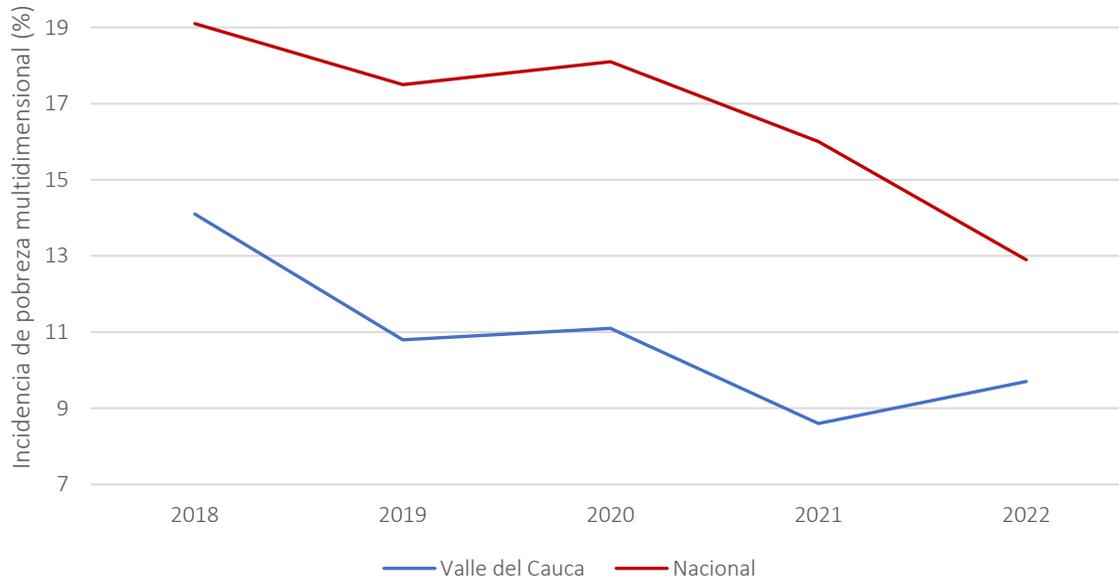


Figura 2-5. Incidencia de pobreza multidimensional en Valle del Cauca y total nacional. Años 2018-2022. Fuente DANE (2023b), pobreza multidimensional.

2.4 Necesidades básicas insatisfechas

El Valle del Cauca tiene un nivel bajo de personas en necesidades básicas insatisfechas. Mientras el promedio departamental fue de 6,25 % en 2018, el promedio nacional se ubicó en 14,28 %. Los componentes con mayor impacto en el indicador de NBI se encuentra la dependencia económica (2,69) y el hacinamiento (1,39). Sin embargo, ambos componentes tienen valores inferiores a los registrados en el promedio nacional.

Al revisar la distribución municipal (figura 2-6) se detallan las diferencias en el mismo departamento, donde sobresale el índice de NBI de Buenaventura, con 16,65 % de personas en necesidades básicas insatisfechas, municipio que se ubica en el Pacífico colombiano. También los municipios como El Dovio, con 16,7 % de personas en NBI, ubicado en el noroccidente del departamento y Argelia (15,75 %) y Bolívar (15,71 %).

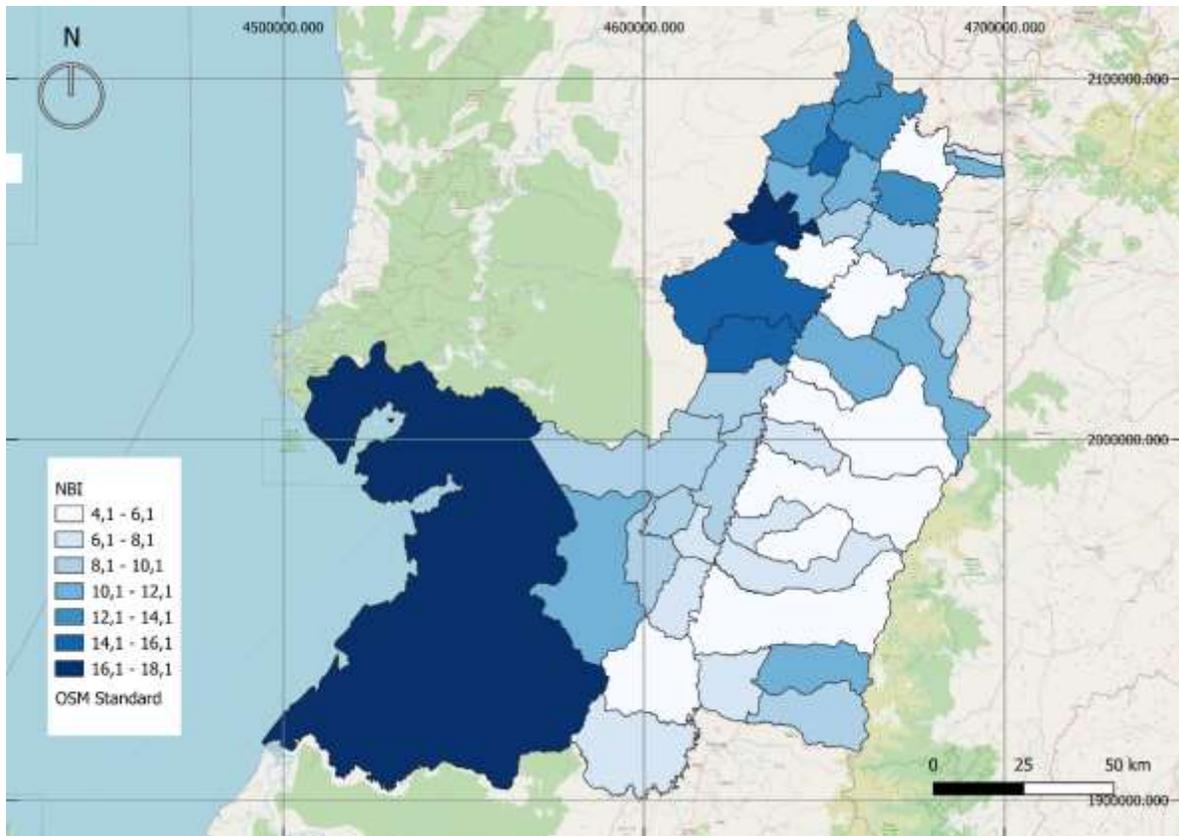


Figura 2-6. Necesidades básicas insatisfechas por municipios del Valle del Cauca. Año 2018. Fuente: DANE.

2.5 Desigualdad

El comportamiento del coeficiente de GINI del departamento del Valle del Cauca ha sido similar al del total nacional en el periodo 2002- 2022 (figura 2-7), pero siempre el departamento ha reflejado una desigualdad menor al promedio nacional. Desde el año 2018 se observa un incremento en la desigualdad a nivel departamental y nacional, lo cual se acrecentó en 2020 producto de la pandemia.

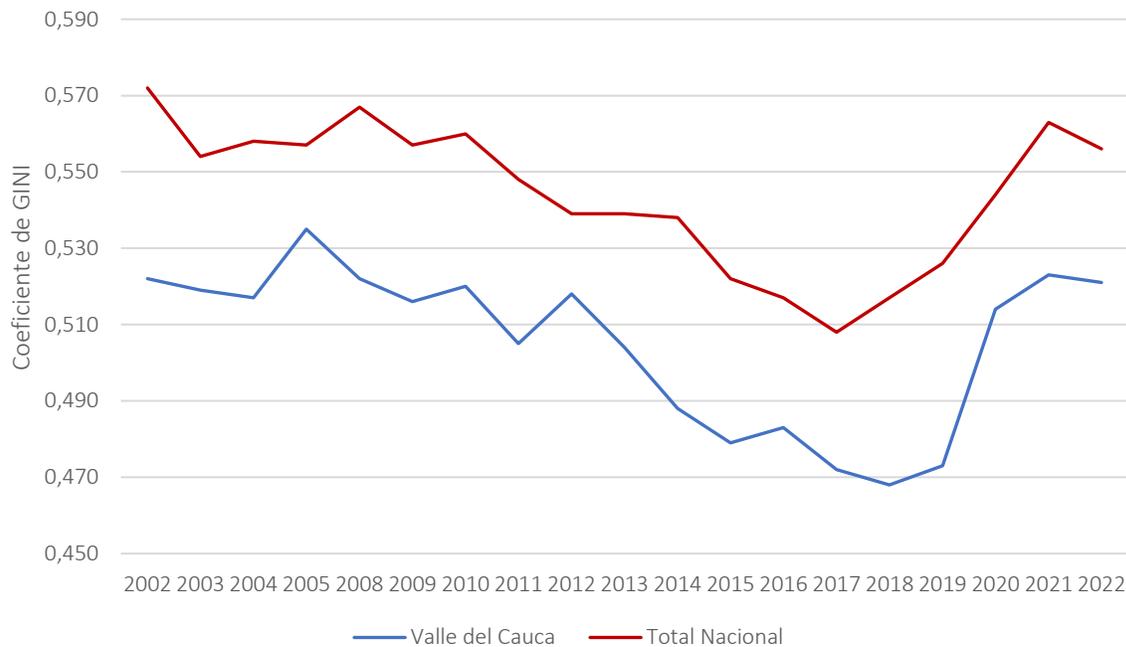


Figura 2-7. Coeficiente de desigualdad de GINI de Bogotá D.C. y total nacional. Años 2002-2022. Fuente: DANE (2023), pobreza y desigualdad.

2.6 Síntesis

El departamento del Valle del Cauca tiene características socioeconómicas mucho mejores que el promedio nacional. El departamento tiene el 8,9 % de la población del país y el nivel de población afiliada al sistema de seguridad social en salud es superior al promedio nacional. Tanto en niveles de pobreza monetaria como pobreza multidimensional tiene niveles por debajo del promedio del país. En términos de necesidades básicas insatisfechas, el Valle del Cauca tiene un porcentaje de población más bajo que el promedio nacional, pero al revisar a nivel municipal sobresale Buenaventura, ubicada en el Pacífico Colombiano. Lo anterior refleja que, si bien el departamento tiene buenos indicadores, explicados por las características productivas regionales, también persisten desigualdades a nivel municipal.

3. Economía, infraestructura y producción

Este capítulo presenta las principales características económicas del departamento del Valle del Cauca. Una economía donde predomina las actividades agroindustriales, que se refleja en sus indicadores de producción y empleo.

3.1 Producto Interno Bruto

El PIB del Valle del Cauca en 2022 fue de \$ 139,9 billones de pesos, equivalentes al 9,6 % del PIB nacional. La economía presenta una distribución entre distintos sectores productivos, sin que se presente concentración en algunos particularmente. Como se observa en la figura 3-1, el sector de servicios como el comercio, reparación, transporte y alojamiento representa el 18 % del PIB, seguido de las industrias manufactureras (17 %), la administración pública, educación y salud (12 %) y las actividades inmobiliarias (10 %). Sectores más pequeños aún tienen un peso relevante, como es el de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, representando el 8 % del PIB departamental.

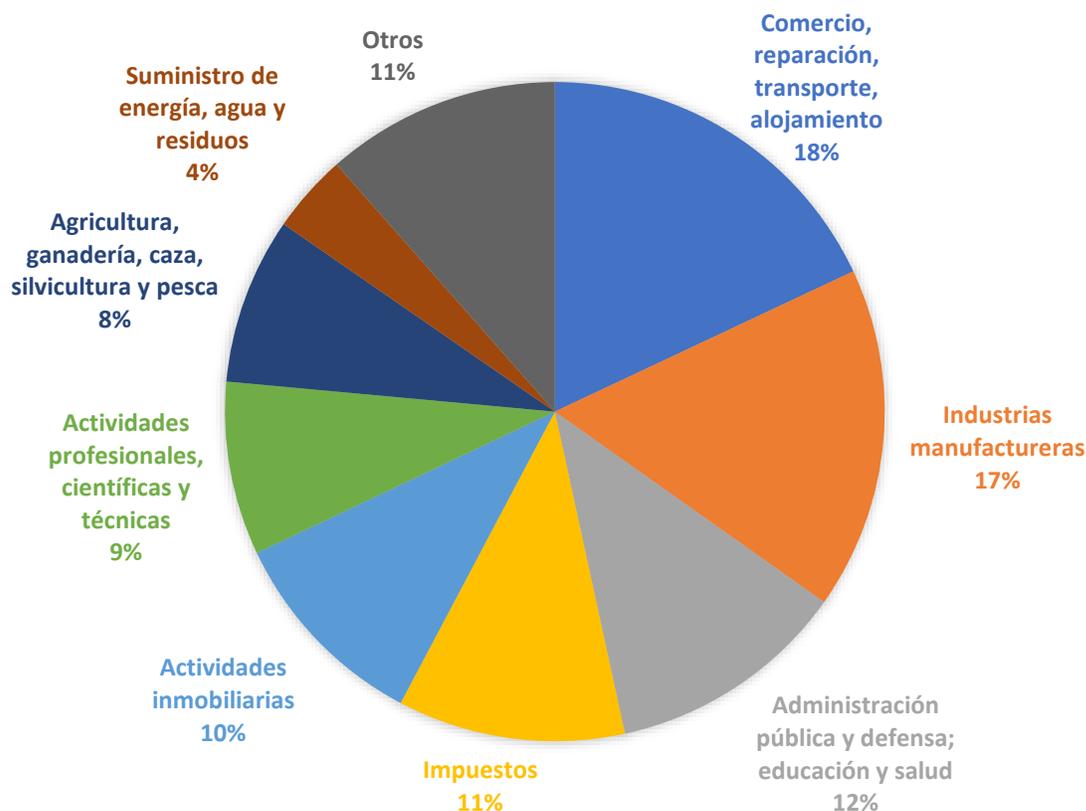


Figura 3-1. Producto interno bruto (PIB) del Valle del Cauca como principales sectores. Año 2022. Porcentaje del PIB total departamental (%). Fuente: DANE (2023), PIB Departamental.

3.2 Comercio exterior

3.2.1 Exportaciones

En el año 2022 las exportaciones del Valle del Cauca fueron \$ 2.271 millones de dólares, equivalentes al 3,94 % de las exportaciones totales del país (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023). El 31,2 % de las exportaciones se concentran en el sector agroindustrial, seguido de la industria liviana (22,1 %) y la industria básica (22,7 %). Los principales productos de exportación son el azúcar, el café y artículos de confitería. El principal destino de exportaciones es Estados Unidos (23 %), seguido de Ecuador (15 %) y Perú (8 %).

3.2.2 Importaciones

En cuanto a importaciones, en el año 2022 el Valle del Cauca importó \$ 6.611 millones de dólares, que representan el 8,5 % de las importaciones totales (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2023). Las principales importaciones fueron en la industria básica (31,2 %), seguidas del agropecuario (17 %). El maíz es el producto que sobresale en la importación (8,8 %), mientras que los principales países de origen de las importaciones son China (25 %) y Estados Unidos (20,7 %).

3.3 Empleo y desempleo

3.3.1 Desempleo

El Valle del Cauca ha presentado un nivel de desempleo superior al promedio nacional en los años 2008- 2022. Como se observa en la figura 3-2, el comportamiento del desempleo ha sido semejante al promedio del país, incluidos los años de pandemia.

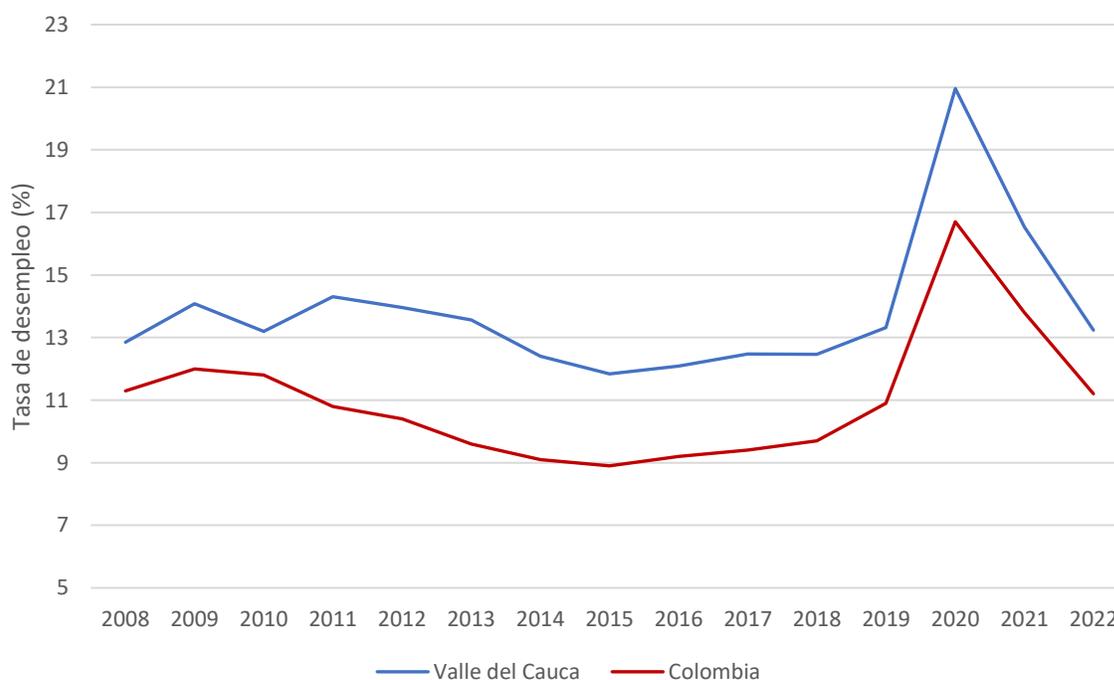


Figura 3-2. Tasa de desempleo anual del Valle del Cauca y Colombia. Años 2008- 2022. Fuente: DANE (2023a). Empleo y Desempleo.

3.3.2 Empleo

Frente a la distribución de la población ocupada por sectores económicos (ver figura 3-3), los sectores que predominan son el comercio y reparación de vehículos (20 %), las industrias manufactureras (14 %) y la administración pública, defensa, educación y salud (12 %). Estos sectores corresponden a los de mayor tamaño en el PIB departamental, mostrando que hay una correspondencia entre el peso en la producción y la generación de empleo por sector económico.

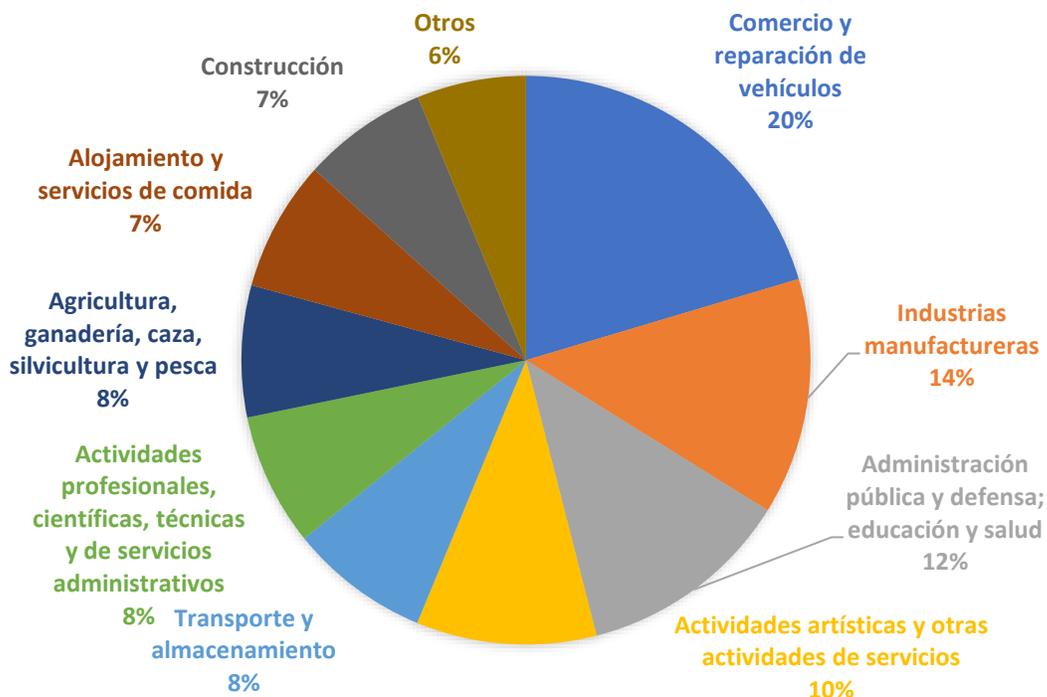


Figura 3-3. Empleo del Valle del Cauca por principales sectores económicos. Año 2022. Fuente: DANE (2023b).

3.4 Estructura fiscal

El Valle del Cauca tuvo un ingreso de \$ 3,3 billones de pesos en el año 2022. Los ingresos tributarios fueron de \$ 1,1 billones, de los cuales el 35 % correspondían al impuesto al consumo de cerveza, licores y cigarrillos y tabaco. Los ingresos correspondientes a estampillas fueron el 24 % de los ingresos tributarios (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2023). Las transferencias corrientes representaron \$ 704 mil millones de pesos en 2022 (21 % de los ingresos departamentales) y fueron inferiores en 20 % a las del 2021, principalmente por reducción del presupuesto del Sistema General de Participaciones.

Frente a los gastos, el departamento presentó en 2022 unos compromisos de \$ 2,7 billones de pesos. El 80 % del presupuesto es dedicado a inversión y la inversión se concentró en educación (36 %), salud (20 %) y gobierno territorial (11 %).

Los ingresos del sistema general de regalías fueron de \$ 72,4 mil millones de pesos en el bienio 2021- 2022. Los compromisos del mismo periodo fueron de \$ 67,4 mil millones de pesos, y el gasto fue completo en inversión (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2023).

3.5 Infraestructura

El departamento del Valle del Cauca presenta un puntaje de 4,8 (siendo 10 el máximo), en términos de condiciones de infraestructura (Consejo Privado de Competitividad, 2023). Esto ubica al departamento en el 10 entre 33 departamentos y la capital. Sin embargo, el buen puesto es derivado de la infraestructura de servicios (puntaje de 7,4 y puesto tercero) como son acueducto, energía eléctrica y alcantarillado. En lo que respecta a infraestructura vial, se ubica en el puesto 25 entre 33 departamentos y la capital, con un puntaje de 2,8. Los peores resultados se ubican en red vial primaria por cada 100.000 habitantes (0,0), red vial primaria por área (1,0) y porcentaje de vías a cargo del departamento en buen estado (3,6).

El inventario vial en 2019 especifica 7.896,4 km de vías, de las cuales 1.313,7 son departamentales y 6.582,6 km son vías municipales (Gobernación del Valle del Cauca, 2020). Las vías de competencia departamental son 72, con una extensión de 1.212,7 km. Son 4 vías de primer orden, 64 vías secundarias y 4 terciarias. El 27,1 % se encuentra en buen estado, mientras el 50 % se encuentran en estado regular, el 16,2 % en mal estado y el 6,9 % en pésimo estado o intransitables (Gobernación del Valle del Cauca, 2020).

En el departamento es relevante el Puerto de Buenaventura, como uno de los principales puertos del país. Este puerto movilizó 19,7 millones de toneladas en 2022, equivalente al 11,7 % del total nacional. En términos de unidades de contenedores, en 2022 el puerto de Buenaventura tuvo el 26,4 % del total de las zonas portuarias del país (Cámara de Comercio de Cali, 2023).

3.6 Síntesis

El Valle del Cauca tiene una producción relevante, que equivale a cerca del 10 % del PIB nacional. Mantiene una estructura productiva donde sobresalen sectores agroindustriales e industriales. Sobresale la producción y exportación del azúcar y productos derivados. En términos de empleos, la ocupación se distribuye similar al PIB departamental, y eso refleja que el peso sectorial en la producción se relaciona con la generación de empleo. Sin embargo, el empleo del departamento es inferior al promedio nacional. El departamento tiene unas vías claves para el comercio del país, por el puerto de Buenaventura, sin embargo, la mitad de las vías a cargo del departamento se encuentra en un estado regular.

4. Desafíos y tensiones sociales

El departamento del Valle del Cauca ha sido afectado históricamente por la violencia derivada del conflicto armado interno, la presencia de grupos armados ilegales y el afianzamiento de economías ilícitas. La convergencia de diversos actores armados, como las disidencias de las FARC, el ELN, grupos pos-paramilitares y bandas criminales, que compiten por el control territorial y de las lucrativas rutas del narcotráfico y la minería ilegal, ha generado resquebrajamiento en el tejido social, vulnerando los derechos humanos, amenazando la seguridad ciudadana y socavando los esfuerzos por construir la paz y el desarrollo sostenible en el territorio. Esta compleja dinámica ha desatado una espiral de violencia que se manifiesta en desplazamientos forzados, confinamientos, amenazas y homicidios selectivos, afectando gravemente a comunidades étnicas y rurales, así como a líderes sociales y defensores de derechos humanos.

4.1 Presencia de actores armados

La creciente presencia de actores armados en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, representa un desafío significativo para la construcción de un desarrollo sostenible en la región. Desde 2021, la incursión de las Autodefensas Gaitanistas de Colombia (AGC) en territorios previamente controlados por el ELN, especialmente en las zonas limítrofes entre Valle y Chocó, ha marcado el inicio de un periodo de confrontaciones armadas (Observatorio para la paz del Valle del Cauca, 2023). Según la Alerta Temprana 024 de 2021, emitida por la Defensoría del Pueblo, la presencia y expansión de las AGC en esta región están motivadas por la disputa sobre el control de rutas de narcotráfico, actividades de minería ilegal y el contrabando (Defensoría del Pueblo, 2021c). Este conflicto ha impactado profundamente a las comunidades étnicas residentes en estas áreas, las cuales han sido víctimas de confinamiento, amenazas y desplazamiento forzado. Esta situación ha exacerbado su vulnerabilidad, deteriorando significativamente sus condiciones de vida y seguridad. Además, desde finales de 2020, Buenaventura ha experimentado un notable recrudecimiento del conflicto armado, desencadenado por la fractura del grupo de crimen organizado "La Local" (Defensoría del Pueblo, 2021c). Este evento originó la emergencia de dos nuevas facciones, "Los Shotas" y "Los Espartanos", quienes actualmente se disputan el control territorial y el dominio de las economías ilegales en la región (Defensoría del Pueblo, 2021c). Esta lucha se ha manifestado en un aumento de las amenazas a la población, desplazamientos forzados, homicidios selectivos y enfrentamientos armados. De acuerdo con la Defensoría del Pueblo, en el 82 % del área urbana del puerto hacen presencia diferentes actores ilegales: las disidencias de las FARC (EMC y SM), ELN, AGC, bandas delincuenciales (por ejemplo, 'Los Espartanos', 'Shottas' y 'La Empresa'), además de otros grupos (como, 'Los Chiquillos' y 'Jalisco Nueva Generación') (Defensoría del Pueblo, 2023c).

En la Cordillera Central del Valle ha evidenciado también una importante reconfiguración armada debido a la irrupción y expansión de facciones disidentes de las FARC (EMC) en zonas rurales de municipios como Caicedonia, Sevilla, Guadalajara de Buga, Palmira, El Cerrito, Restrepo y Dagua. Esta situación ha generado conflictos por el control de corredores estratégicos para el narcotráfico, enfrentando a varios grupos armados (El País, 2024). Según informes del Sistema de Alertas Tempranas de la Defensoría del Pueblo, zonas con presencia activa de disidencias de las FARC, el ELN, grupos pos-paramilitares (como las AGC) y organizaciones criminales, se han vuelto de alta vulnerabilidad para grupos específicos como reclamantes de tierras, personas en proceso de reincorporación, líderes sociales y comunitarios, así como personas con orientación sexual e identidad de género diversa (OSIGD) o dedicadas a la prostitución (Defensoría del Pueblo, 2021a; 2021b; 2023c). Además, municipios como Jamundí o Dagua han sido escenario de crecientes enfrentamientos entre los frentes de las disidencias del EMC y la fuerza pública, particularmente en el contexto de la ausencia o conclusión de ceses al fuego entre el gobierno y las disidencias (Defensoría del Pueblo, 2023c; El País, 2023).

En el sur del departamento, en particular los municipios de Florida y Pradera, desde 2023 han sido testigos del recrudecimiento del conflicto armado y el incremento de la violencia. Este agravamiento se atribuye a la disputa

territorial entre las disidencias de las FARC, específicamente el Frente Dagoberto Ramos del Estado Mayor Central (EMC), que mantiene control sobre la región, y grupos vinculados a la Segunda Marquetalia (SM), los cuales no tenían presencia previa en el área (Defensoría del Pueblo, 2023b). La confrontación entre el EMC y la SM ha afectado a la población local, impactando principalmente sobre las áreas rurales y los resguardos indígenas. Además, esta región, designada como territorio de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), se establece como un corredor estratégico que facilita la conexión entre el Valle del Cauca, el Cauca y Tolima, además de funcionar como una ruta clave para el transporte de coca (Defensoría del Pueblo, 2023b).

En el nororiente del departamento, en municipios como Obando, Cartago y El Águila desde 2022 se registra una disputa entre grupos del crimen organizado por el control del narcotráfico y actividades conexas, lo que ha resultado en un incremento de los homicidios selectivos, amenazas, extorsiones y desplazamientos forzados, afectando principalmente a líderes sociales y defensores de derechos humanos (Defensoría del Pueblo, 2022b; 2022c; 2023a; Bravo, 2021). Paralelamente, en la ciudad de Cali, se evidencia la presencia de actores armados, incluyendo disidencias de las FARC (EMC), el ELN, y grupos de delincuencia organizada y común en distintas comunas, los cuales se han asociado con el tráfico de drogas (Defensoría del Pueblo, 2022a; Infobae, 2022). La presencia de esta variedad de actores en el territorio ha estado relacionada con el reclutamiento y vinculación de niños, niñas, adolescentes y jóvenes (NNAJ) a pandillas y bandas implicadas en actividades ilícitas derivadas del narcotráfico, asignándoles roles en la venta o transporte de sustancias, vigilancia para alertar sobre la presencia de la policía u otros actores, cobro de extorsiones, recaudos de préstamos gota a gota, e incluso involucrándolos en actividades de sicariato y explotación sexual (Defensoría del Pueblo, 2022a; Infobae, 2022).

La convergencia de estos factores enfatiza la necesidad de enfrentar la problemática de los actores armados en el Valle del Cauca, reconociendo que esto trasciende la seguridad para convertirse en un imperativo hacia el desarrollo sostenible de la región. La existencia de disputas por el control territorial y las economías ilícitas representa un obstáculo significativo para los esfuerzos dirigidos hacia el desarrollo sostenible y la construcción de paz local. La violencia e inestabilidad resultantes de estas disputas no solo impactan negativamente en la vida de las comunidades afectadas, sino que también frenan los avances hacia la paz. Por ello, se hace necesaria la implementación de estrategias integrales que fortalezcan las instituciones y promuevan un desarrollo económico inclusivo, incluyendo enfoques de paz y desarrollo que permitan abordar de manera holística tanto las manifestaciones visibles como las causas profundas del conflicto.

4.2 Presencia de economías ilegales

La presencia de economías ilícitas en el departamento del Valle, Colombia, obstaculiza el desarrollo sostenible en la región. En muchas zonas que habían logrado superar legados de violencia, se ha observado un preocupante resurgimiento de masacres, secuestros, atentados y homicidios, indicando una reactivación de distintas aristas del narcotráfico (Observatorio para la paz del Valle del Cauca, 2023). El Valle es un departamento estratégicamente ubicado y de interés para el accionar de los actores, grupos y bandas ilegales. Esta situación lo convierte en un lugar propicio para la extorsión y el control de rentas ilegales, así como para el tráfico de drogas. En toda la cadena de valor del negocio de la coca, desde los cultivos hasta su salida a mercados internacionales en Buenaventura, se evidencia la presencia y actividad de diversos grupos y bandas criminales (Defensoría del Pueblo, 2021b; 2023d).

Es importante destacar que la dinámica de las economías ilícitas varía significativamente en cada subregión del departamento. En el norte del Valle, históricamente asociado al cartel de narcotráfico que llevaba su mismo nombre en los años 90, se ha observado un cambio hacia el predominio del microtráfico, con grupos delincuenciales como 'Los Flacos' extendiendo sus operaciones desde Pereira hacia municipios como Cartago (Defensoría del Pueblo, 2022c). Aunque estos nuevos actores están más vinculados a la corrupción que a la violencia directa, continúan generando inseguridad y afectando la estabilidad de la zona (Defensoría del Pueblo, 2022c).

En el centro del Valle, en municipios como Tuluá se evidencia la presencia activa de la disidencia de las FARC, que establecen acuerdos con bandas delincuenciales para operar en áreas urbanas. La extorsión y el control de productos básicos, liderados por bandas como 'La Oficina', representan también un desafío en esta región, donde las organizaciones criminales y las disidencias guerrilleras interactúan de manera compleja (Huffington, 2022).

En el sur del departamento, en municipios como Jamundí, la presencia de las disidencias ejerce influencia en el corredor del Naya, ruta estratégica para el tráfico de drogas en esta región del país. La dinámica en esta región del territorio está fuertemente influenciada por su cercanía con el norte del Cauca lo cual agrega complejidad a la dinámica delictiva en la región (Defensoría del Pueblo, 2023c).

Además, la minería ilegal es una actividad extendida en el departamento, concentrándose principalmente en las cuencas de los ríos Cajambre, Raposo y el Naya, así como en la parte alta de los Farallones. La extracción de oro ha generado una serie de impactos ambientales devastadores en el Valle del Cauca. La alteración y pérdida de suelos orgánicos, la pérdida de biodiversidad debido al descapote para conformar terrazas de explotación, la fragmentación de hábitats y la contaminación del aire y el agua por el uso de maquinaria y la quema de mercurio son algunas de las consecuencias negativas de esta actividad en el territorio (UNODC-SIMCI, 2022). El Parque Nacional Natural Farallones de Cali, es una importante reserva de biodiversidad en la región, que enfrenta una grave contaminación por mercurio y plomo, lo cual representa un riesgo para la supervivencia de numerosas especies animales y vegetales que dependen de estos ecosistemas para su subsistencia (UNODC-SIMCI, 2022; Observatorio para la paz del Valle del Cauca, 2023).

Las economías ilegales presentes en el departamento del Valle abarcan el microtráfico hasta el control de corredores estratégicos para el narcotráfico. La presencia de múltiples grupos armados y bandas criminales, así como la interacción entre disidencias guerrilleras y organizaciones delictivas, genera un entorno de inseguridad que representa una barrera significativa para el desarrollo sostenible en el territorio. Estas actividades ilegales no solo generan inseguridad y violencia, sino que también tienen graves consecuencias ambientales que afectan la salud y el bienestar de las comunidades locales, así como la biodiversidad de la región.

4.3 Síntesis

El departamento del Valle del Cauca presenta un gran potencial para el desarrollo sostenible, debido a su abundante biodiversidad y ubicación estratégica. No obstante, la presencia arraigada de actores armados y economías ilegales plantea desafíos considerables para la realización plena de este potencial, facilitando la emergencia de fenómenos de violencia, inseguridad y deterioro ambiental. La presencia de estos actores ha generado una dinámica de confrontación y violencia que impacta negativamente en las comunidades locales, especialmente las étnicas y rurales.

Las disputas por el control territorial y las economías ilícitas en el departamento por parte de los grupos y actores presentes en el territorio se centran en áreas estratégicas para la producción y el tráfico de drogas, así como para la ejecución de actividades mineras ilegales. Estas dinámicas de confrontación han provocado desplazamientos forzados, confinamientos, amenazas y homicidios selectivos, afectando gravemente los derechos humanos, la seguridad ciudadana y el bienestar de la población. Además, estas actividades ilícitas han causado un deterioro ambiental significativo, contaminando fuentes de agua, destruyendo hábitats y amenazando la biodiversidad de la región (Observatorio para la paz del Valle del Cauca, 2023).

Para superar estos obstáculos, se requiere una estrategia integral que fortalezca las instituciones, promueva el desarrollo económico inclusivo y aborde de tanto las manifestaciones visibles como las causas profundas del conflicto. La implementación de planes de desarrollo territorial enfocados en la paz, seguridad, justicia, desarrollo social y protección ambiental se erige como una necesidad apremiante para alcanzar este objetivo ambicioso y necesario.

5.1.1 Planes de ordenamiento territorial y POMCAS

De los 42 municipios del departamento, todos cuentan con un POT a la fecha, según lo dictado por la ley 388. (Ley 388 de 1997 “Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones”, 1997). En ella, se establece que depende de la población de los municipios se establezcan 3 diferentes tipos de planes de ordenamiento territorial, siendo estos los EOT (Esquema de ordenamiento territorial), PBOT (Plan básico de ordenamiento territorial) y POT (Plan de ordenamiento territorial). El primer tipo de Plan de ordenamiento se aplica a municipios con población inferior a 30.000 habitantes, el segundo a municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes y el tercero a todos los municipios con más de 100.000 habitantes. En el departamento del Valle del Cauca hay 23 municipios que cuentan con un EOT, 11 municipios con un PBOT y 8 municipios con un POT. Sin embargo, no existen POT más recientes en su aprobación que el año 2006 (Caso de Candelaria), mientras la mayoría de los municipios cuentan con un POT aprobado en el año 2000. Teniendo en cuenta el plazo de vigencia de 13 años para los POT, se considera que la mayoría de los POT se encuentran desactualizados y no siguen los lineamientos de sostenibilidad y desarrollo actuales que se plantean a nivel nacional e internacional. Algunos municipios han realizado algunas revisiones a sus POT, sin embargo, siguen pasándose del plazo establecido para la formulación de un nuevo POT.

Los POMCAS por su parte son los Planes de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica, planteados para cada cuenca hidrográfica a nivel nacional. En el departamento, sin embargo, solo hay una cuenca que cuenta con un POMCA aprobado, siendo esta Ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo. Este fue formulado por la CVC para esta Subzona hidrográfica y cuenca que abarca 3 de los ríos principales en la ciudad de Cali, presentando principalmente en su diagnóstico indicadores hidrológicos, climáticos, sociales y culturales para el ordenamiento complejo de una cuenca hidrográfica dividida entre zonas rurales y una gran área urbana. Este plan se centra en la protección del recurso hídrico y de sus fuentes, así como del uso del agua de manera sostenible y la protección ambiental mediante resiliencia ante impactos y riesgos (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC), 2019).

Sin embargo, teniendo en cuenta la inexistencia de POMCAS, la vejez de los POT de los municipios del departamento y la falta de coordinación entre estos se tiene en cuenta que se requiere una mayor articulación entre los lineamientos ambientales de los POT y POMCAS tanto entre si como con los planes de manejo ambiental y lineamientos del desarrollo sostenible a nivel departamental, nacional y global.

5.2 Usos del suelo y cobertura de la tierra

Como mencionado en un principio, se considera que el departamento del Valle del Cauca cuenta con unos usos del suelo que representan su actividad económica. El departamento cuenta con una división importante de las dinámicas territoriales entre la región del pacífico y el valle del río Cauca, en donde se producen diferentes encadenamientos productivos, aglomeraciones urbanas y una división en subregiones relacionadas a polos de desarrollo (Gobernación del Valle del Cauca & Universidad San Buenaventura de Cali, 2014). Del departamento se considera un 37,7 % de la cobertura como frontera agrícola, 25 % como bosques naturales y áreas no agropecuarias y 37,2 % como exclusiones legales (UPRA, 2023).

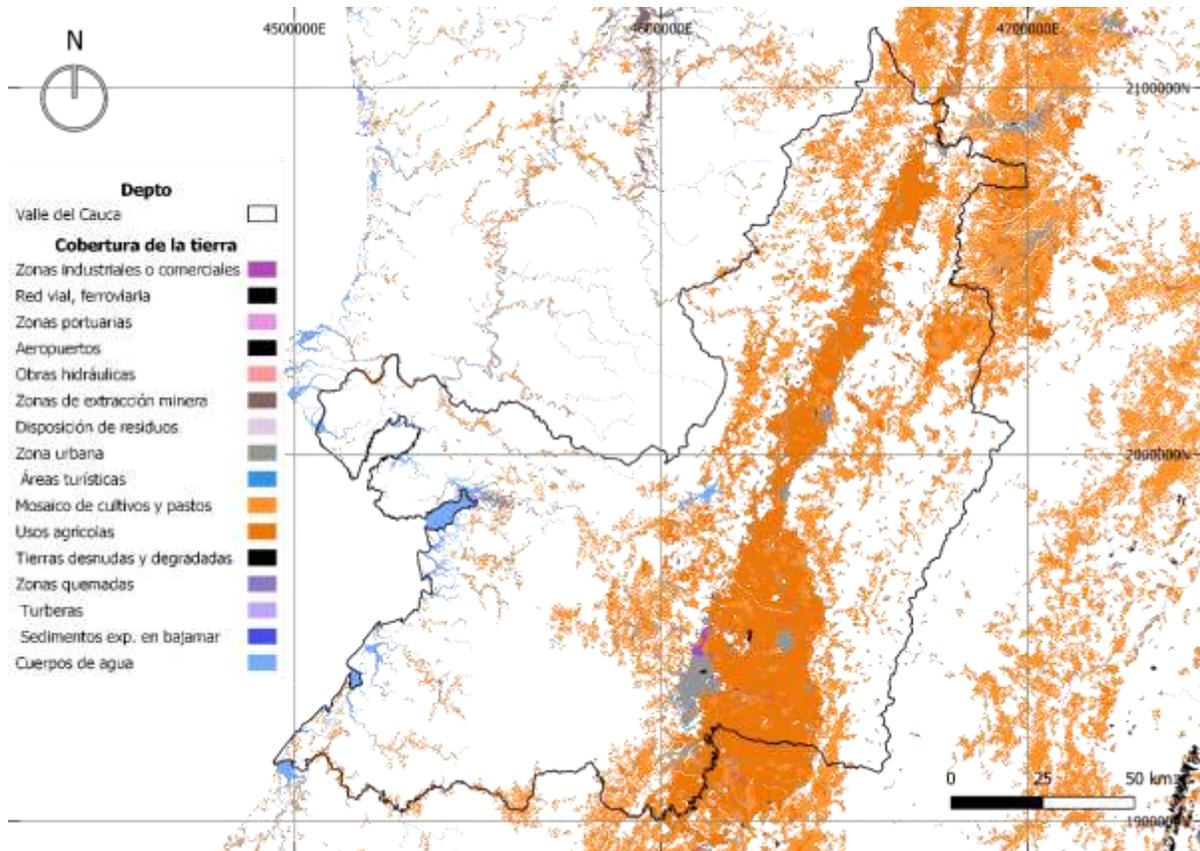


Figura 5-2 Cobertura de la tierra en 2018 para el Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

El análisis de cobertura de la tierra realizado por el Ideam (2021) reconoce una gran cantidad de áreas para usos agrícolas en la cuenca del río Cauca y zonas aledañas. La baja topografía permite el aprovechamiento del suelo para este tipo de actividad económica. Asimismo, los microclimas generados en las zonas planas y montañosas, así como las condiciones de los acuíferos sobre los que se ubican las áreas agrícolas permiten condiciones aptas para estas (Invest Pacific, 2023). Cerca a estas grandes áreas agrícolas a lo largo del río Cauca se encuentran grandes aglomeraciones urbanas y una cantidad de centros poblados de diferente tamaño y población. En las zonas montañosas a los costados del Valle del río Cauca se pueden igualmente encontrar parches de mosaicos de cultivos y pastos.

Alrededor de las áreas urbanas a lo largo de los municipios en la zona central del departamento se encuentran diferentes áreas destinadas a la infraestructura del transporte o a la industria. Alrededor de Palmira, Cali, Yumbo y Tuluá se ubican grandes áreas industriales, especialmente en la conurbación entre Yumbo y Cali, que contiene la zona Industrial con mayor actividad industrial per cápita del país y agrupa 10 zonas industriales declaradas en el PBOT de Yumbo (Tulandé Bermeo, 2018). Yumbo se considera por lo tanto la “Capital Industrial del Valle del Cauca”, con la presencia de grandes empresas de actividad industrial e industrias de bajo, medio y alto impacto ambiental. Asimismo, entre Palmira y Cali se encuentra el aeropuerto internacional de Cali (Alfonso Bonilla Aragón) y en el interior de la ciudad se ubica la base de la Fuerza Aérea Colombiana no.7.

El pacífico tiene unas dinámicas muy diferentes a las descritas anteriormente en el Valle del río Cauca. El pacífico no cuenta con grandes extensiones agrícolas, principalmente debido a la gran cobertura de bosques densos húmedos y de zonas inundables. Únicamente alrededor de algunas fuentes hídricas sobre la costa pacífica se encuentran áreas de uso agrícola. Sin embargo, el pacífico cuenta con una característica particular y es la zona portuaria de

Buenaventura. Este puerto es el punto de ingreso del 45 % de la carga internacional en todo el país (Ministerio de Transporte, 2020) y es un polo de desarrollo para la región tanto del Valle del Cauca como de los departamentos cercanos al ser un dinamizador de las economías de los municipios y de su producción local (Varela Barrios et al., 2013).

En cuanto a actividades extractivas, se reconoce que no es el principal uso del suelo del departamento, sin embargo, se pueden encontrar áreas destinadas a proyectos extractivos como la actividad minera y de hidrocarburos (ANLA, 2021a, 2021b). En el centro del departamento se ubica el área de explotación de Cementos Argos para la obtención de Calizas, con un área de 4,3 km². Al centro-orienté del departamento se encuentra el Bloque de Exploración de Gas Farallones de Trinity Gas con un área adjudicada de 118 km² y finalmente el embalse de Calima que contiene la central hidroeléctrica Calima con un área de 20,9 km². Todos los proyectos mencionados cuentan con licencias ambientales vigentes.

Cabe resaltar la presencia de cultivos ilícito como los cultivos de Coca en el departamento, que abarcan un área considerable del departamento. Aunque no sea el departamento con mayor densidad o área de cultivos, se encuentran zonas en el norte del departamento o el sur en la región Pacífica con densidades de hasta 20 ha de cultivos.

5.3 Hidrografía

5.3.1 Cuerpos de agua

La hidrografía del Valle del Cauca se compone principalmente del eje central hídrico del departamento que es el río Cauca y sus múltiples afluentes. El río Cauca es una de las 2 grandes fuentes hídrica de la Zona hidrográfica del Cauca-Magdalena y es uno de los ríos más importantes y extensos completamente dentro de los límites nacionales. Su Caudal corresponde a 2448 m³/s y recorre 1350 km desde su nacimiento en el sur del país hasta su desembocadura en el río Magdalena. Sus principales afluentes nacen en las cordilleras Central y Occidental (Federico Paz, 2022) y en el caso del Valle del Cauca surgen en el cinturón Andino o en diferentes cerros o altos como los Farallones de Cali o el Cerro Calima.

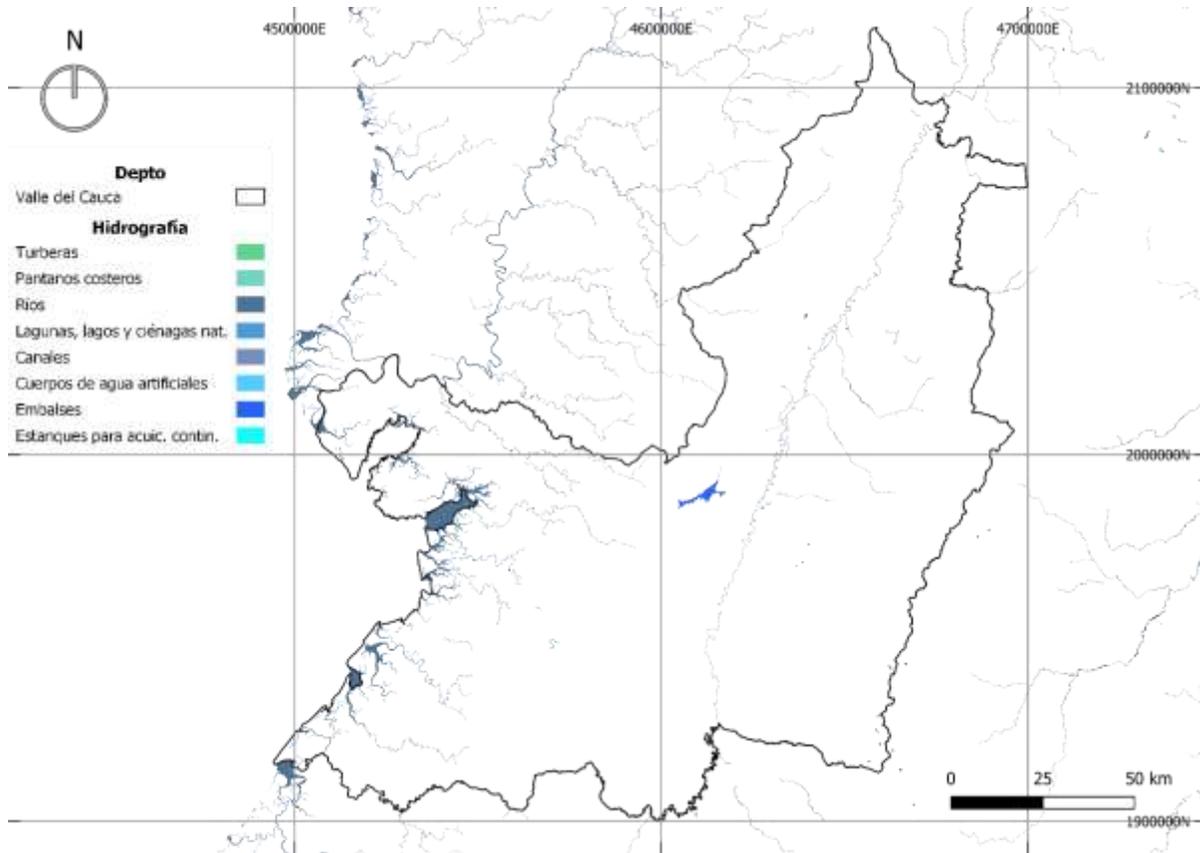


Figura 5-3 Hidrografía del Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

Otras fuentes hídricas importantes son aquellas que fluyen hacia el río Cauca, aumentando el caudal de este mismo en diferentes puntos del departamento. Algunas de estas son el río Guadalajara, río Bugalagrande, río Paila, Río Guachal y Río Desbaratado, todos ubicados al oriente del río Cauca. Alrededor de estas fuentes hídricas o en su confluencia con el río Cauca se han ido ubicando los diferentes municipios del departamento (Motta González, 2014). Asimismo, estas fuentes hídricas son una fuente importante del recurso hídrico para las actividades económicas.

En el pacífico se encuentran otros ríos que nacen en la cordillera occidental y desembocan en el Pacífico, recorriendo gran parte de las zonas boscosas densas y húmedas de la región Pacífica. Algunas fuentes hídricas importantes son el río Calima, río Anchicayá, Río Cajambre, y el río Yurumangí. Estos ríos generan en su desembocadura en la costa diferentes zonas inundables y se ensanchan a medida que se van acercando a su desembocadura aumentando su caudal. Esto también se debe a la gran cantidad de ríos y quebradas afluentes en la costa pacífica.

5.3.2 Zonificación hidrográfica

El departamento de Valle del Cauca se divide en 21 subzonas hidrográficas, que a su vez corresponden a 2 zonas hidrográficas y 2 áreas hidrográficas según la zonificación por cuencas establecida por el Ideam (2013). En este caso se cuenta con la particularidad de una división en 2 Áreas hidrográficas siendo estas el Pacífico y Magdalena-Cauca, acentuando la división pacífico-Valle del río Cauca tanto en usos del suelo, como hidrografía.

La región central del Valle del Cauca se encuentra en el AH del Magdalena-Cauca, con el río Cauca siendo el eje central de la hidrografía en esta región. 16 de las SZH del departamento se encuentran en esta área hidrográfica, dividida en los grandes afluentes del río Cauca. En el pacífico se encuentran las restantes 5 SZH con desembocadura en el mar Pacífico. La SZH de mayor extensión es la de Ríos Calima y Bajo San Juan con 2860 km², Ubicada en la región del

Pacífico. Sin embargo, no toda la extensión de esta SZH se encuentra totalmente dentro del Valle del Cauca, ya que es compartida con el departamento del Chocó. La SZH de menor extensión es el río desbaratado al suroriente del departamento con 152 km².

5.3.3 Cuerpos de agua lénticos

En el departamento del Valle no hay una gran abundancia de cuerpos de agua lénticos, principalmente debido la rápida desembocadura en ríos o en el mar por la pendiente o debido a la topografía. Sin embargo, existen 3 grandes cuerpos de agua, de los cuales 2 son cuerpos de agua artificiales. Los primeros dos son la represa de Calima y la represa de Alto Anchicayá, que surgen en las cuencas altas de los ríos homónimos. La primera cuenta con un área de más de 20 km² y su finalidad es la generación de energía eléctrica, almacenando 581 millones de m³ de agua (Lago Calima Colombia, 2019). Este embalse se construyó en 1964 y la planta hidroeléctrica entró en operación en 1967 en el municipio de Darién. Alrededor de este lago, que se ha convertido en un atractivo turístico y patrimonio regional, se han planteado proyectos de extracción minera solicitando la titulación ante la Agencia Nacional Minera, lo que ha causado un rechazo general de la población cercana a este tipo de actividad, alegando afectaciones ambientales importantes al embalse y sus afluentes (Daniela Quintero Díaz, 2022).

La segunda represa es la del Alto de Anchicayá, ubicada en el oriente del municipio de Buenaventura. Esta se construyó como represa con la finalidad de generar energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica Alto Anchicayá que entró en operación en el año 1974. Se encuentra sobre la cuenca del río Homónimo en el punto de confluencia con el río Verde. Su área es de 1,19 km², siendo de un tamaño mucho menor al embalse de Calima y con una capacidad de almacenamiento de agua de 48 millones de m³. Cabe resaltar que ambas represas cuentan con un plan de manejo ambiental solicitado a partir del protocolo de Kioto (ANLA, 2023). El Plan de Manejo Ambiental para la CH Alto Anchicayá fue establecido en 2021 mediante la resolución 1526 de 2021 (ANLA) y en el Caso de la CH Calima se estableció mediante la resolución 0760 de 2006 (ANLA) (Celsia, 2021).

El tercer cuerpo de agua es la laguna aluvial Laguna de Sonso, ubicado sobre el río Cauca en el municipio de Buga. Cuenta con un área de 2 km² de los cuales 0,7 son cubiertos por área lagunar y 1,3km² a zona amortiguadora (SIDAP Valle del Cauca, 2018). La laguna se convierte en un espacio de hábitat para diferentes especies de aves y mamíferos y depende de las dinámicas aluviales del río Cauca.

A lo largo del río Cauca se pueden asimismo encontrar algunas lagunas aluviales de menor tamaño, también dependientes de las dinámicas de inundación y comportamiento del caudal del río. Por otro lado, se pueden encontrar algunas Turberas de Páramo en la cordillera occidental en el Cinturón Andino.

5.3.4 Zonas Potencialmente inundables

Según el Estudio Nacional del Agua (Ideam, 2023) el departamento del Valle del Cauca cuenta con 2 532,4 km² de zonas potencialmente inundables (ZPI). Gran parte de estas zonas inundables se encuentran en la cuenca del río Cauca, alrededor de las fuentes hídricas en el pacífico (especialmente en las planicies de los bosques inundables cerca de la costa Pacífica) y en menor medida alrededor de otras fuentes hídricas en el departamento. Estas ZPI pueden verse inundadas especialmente teniendo en cuenta las dinámicas de aumento del caudal en los máximos históricos en diferentes periodos de retorno de las principales fuentes hídricas (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC), 2017). Las inundaciones y la población alojada en Zonas inundables han generado un riesgo mayor en diferentes municipios del departamento, especialmente en los costados y ronda del río Cauca (Asocars et al., 2013).

Sin embargo, 859,5 km² de estas ZPI (34%) han sido transformadas. Existen SZH con una transformación de sus ZPI mayor al 90 %, como el caso de Ríos Guadalajara y San Pedro (96 %), Ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo (98 %), Ríos Pescador – RUT – Chanco Catarina y Cañaveralejo (99 %), Quebrada Las Cañas – Los Micos y Obando (97 %), Río Paila (99

%) y las SZH Río Bugalagrande, Río Frío, Río Desbaratado y Ríos Claro y Jamundí con una transformación de incluso 100 %. El caso más evidente de transformación es en la SZH de Quebrada Las Cañas – Los Micos y Obando, que cuenta con la mayor cantidad de ZPI con 242,8 km², de las cuales el 97 % han sido transformadas. La SZH con menor cantidad de ZPI es Ríos Claro y Jamundí con 1 km² y la que cuenta con menor porcentaje de transformación es Río Naya – Yurumanguí en el Pacífico con 6 %.

5.4 Ecosistemas estratégicos

5.4.1 Ecosistemas principales

Como mencionado anteriormente, se presenta una fuerte división ecosistémica entre la región Pacífica y el Valle del río Cauca. Esta división se presenta tanto en las condiciones de las fuentes hídricas, temperatura, humedad, clima y en la cobertura vegetal. Esto ha generado una gran diferencia en la ocupación del territorio y en la cobertura de la tierra para diferentes usos (ver 5.2.).

La región Pacífica se caracteriza por la humedad debido a su región climática, siendo cálida superhúmeda. Esta zona forma parte del Chocó Biogeográfico, con la presencia de especies de flora y fauna endémica, así como especies migratorias como ballenas en el mar Pacífico (WWF, 2020). El ecosistema predominante es el de los bosques húmedos, especialmente bosques basales húmedos, bosques subandinos húmedos y bosques fragmentados. Sobre la costa Pacífica se ubican amplias extensiones de manglares y ecosistemas transicionales transformados, especialmente cerca del caso urbano de Buenaventura. Sobre la costa del norte del municipio de Buenaventura se pueden encontrar fondos duros y fondos blandos como extensiones de ecosistemas marinos, sobre todo en la Bahía Málaga.

La cordillera occidental funciona como división natural entre la región del Pacífico y el Valle del río Cauca. En esta zona hay bosques subandinos, bosques andinos basales y formaciones rocosas de diferentes tipos debido a la topografía y condiciones climáticas. En esta cordillera nacen gran cantidad de los ríos y fuentes hídricas que desembocan tanto en el Pacífico como en el río Cauca. En la región de los Farallones de Cali se pueden incluso encontrar Páramos y cerca al embalse de Calima algunos herbazales.

La región central del departamento está marcada por el Valle del Río Cauca, donde a su vez se encuentran la mayoría de los usos del suelo asociados a actividades económicas y centros poblados. Las llanuras del sur del departamento agrupan diferentes agroecosistemas, especialmente ecosistemas cañeros, ganaderos y de otros cultivos permanentes. En el norte del departamento se ubican diferentes agroecosistemas de mosaicos de cultivos y pastos en grandes extensiones. En esta región son los agroecosistemas los que abarcan una mayoría del territorio, sin embargo, se pueden encontrar otros ecosistemas como Transicionales transformados en zonas inundables de la ronda del río Cauca, parches de áreas subxerofíticas, vegetación secundaria y en menor medida bosques, especialmente alrededor de fuentes hídricas. Alrededor del río Cauca, aparte de áreas inundables, se ubican extensiones de territorios transformados debido a la existencia de centros poblados (IDEAM, 2018).

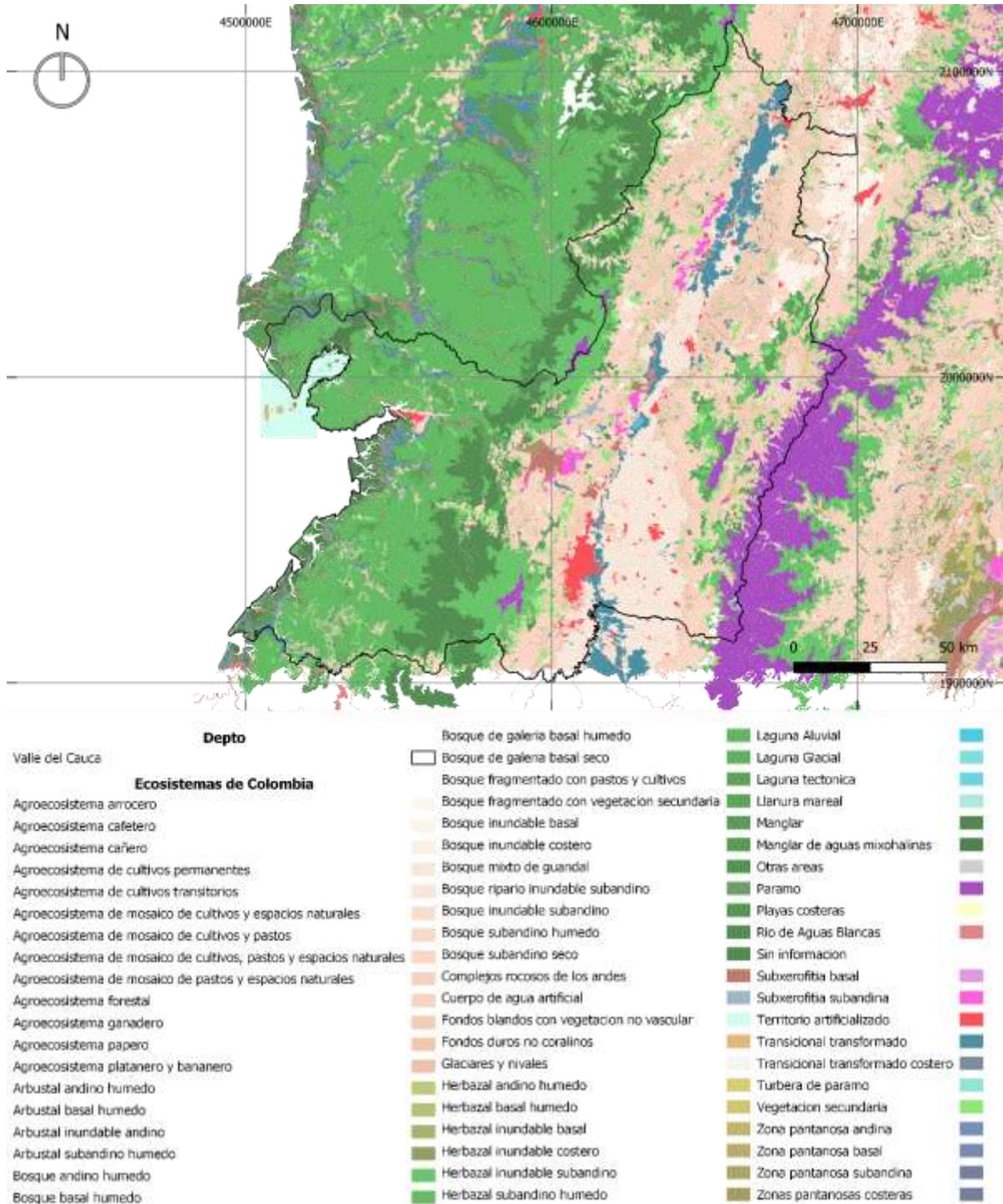


Figura 5-4 Ecosistemas Continentales, Marítimos y Costeros de Colombia en el Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

Al oriente del departamento se encuentra de nuevo una región montañosa, siendo esta la cordillera central de los Andes. Ahí nuevamente se encuentran bosques basales andinos, bosques subandinos y en mayor medida páramos y Turberas, especialmente en la región del Cinturón Andino (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2021). Esta región se caracteriza por ser el hábitat de diferentes especies de Aves y Mamíferos endémicos de la región Andina. Es

aquí también donde se encuentran gran parte de las áreas protegidas y de importancia de conservación en el departamento.

5.4.2 Áreas protegidas y zonas de importancia de conservación

Las condiciones naturales del departamento han generado diferentes ecosistemas de importancia de conservación, con unos casos de áreas protegidas a nivel nacional y regional. El departamento cuenta con un 37,2 % de su área siendo exclusión legal, un porcentaje mucho mayor a otras regiones del país (UPRA, 2023).

A nivel nacional se pueden encontrar 3 Parques Nacionales Naturales, de los cuales 2 se encuentran totalmente dentro de los límites del departamento. El primero es un área marítima, siendo este el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga, con un área total de 46.887,96 ha, de las cuales solo 500 se encuentran en cobertura terrestre. Esta área cuenta con un potencial de biodiversidad inmerso en el Chocó Biogeográfico, con la presencia de Ballenas jorobadas en temporadas de junio a diciembre en las aguas costeras de la bahía (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2024a). A nivel marítimo se caracteriza por su vegetación de algas y a nivel terrestre por los manglares.

El segundo Parque Nacional es el de los Farallones de Cali, siendo un área de diversidad biológica en las formaciones rocosas más jóvenes de la cadena andina y presencia de endemismo en especies de flora y fauna (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2024b). Cuenta con una extensión total de 196.429,9 ha declaradas en los municipios de Cali, Jamundí, Dagua y Buenaventura y se ubica en el suroccidente del departamento, en la cordillera occidental haciendo parte de los ecosistemas Andinos.

El tercero solo cuenta con una porción de su extensión dentro del departamento, siendo este el Parque Nacional Natural Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño en la cordillera central de Los Andes. Cuenta con una extensión total de 124.828,38 ha ubicadas en las zonas de montaña y alta montaña en la frontera entre el departamento del Valle del Cauca y Tolima. Por su condición climática y topografía se generan ecosistemas de montaña como los bosques andinos y los páramos con alta presencia de biodiversidad, por lo que se le declaró zona protegida. Aun así, hay presencia de agroecosistemas dentro del parque nacional (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2024c).



Figura 5-5 Áreas protegidas registradas en el RUNAP en el Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

Otras áreas protegidas sin ser parques nacionales son las Reservas Forestales Protectoras declaradas por el MADS alrededor de fuentes hídricas como el río Bravo, el río Anchicayá, río Guabas o el río Dagua. Estas reservas forestales protectoras protegen las condiciones naturales alrededor de las cuencas de los ríos mencionados. Aparte de esto, existen Resguardos Regionales declarados por la CVC como el Distrito de Manejo Integral Rut Nativos en el norte del departamento, El Distrito del Páramo Las Domínguez, en el oriente o el Parque Natural Regional La Sierpe en el occidente en el municipio de Buenaventura.

El departamento cuenta a su vez con una amplia cobertura de áreas de importancia de conservación que se superpone con muchas de las áreas protegidas mencionadas. En primer lugar, se deben considerar las áreas de humedal declaradas por el MADS en toda la costa pacífica, teniendo en cuenta la desembocadura de diferentes ríos y por la existencia de manglares que funcionan como bosques inundables. Alrededor de la ronda del río Cauca también se pueden encontrar grandes áreas de humedales dependientes de las dinámicas de aumento del caudal del río. En este valle también se ubican algunos humedales considerados en el acuerdo RAMSAR como en el área de la Laguna de Sonso. Otras áreas de importancia de conservación son por ejemplo el cinturón Andino, como región de importancia ecosistémica en la región montañosa de la cordillera central, los páramos ubicados tanto en el cinturón Andino como en el PNN Farallones de Cali y en la cordillera occidental, y finalmente Las reservas forestales declaradas en la Ley 2 de 1959, que abarcan casi toda la región del Pacífico del Valle del Cauca (por sus bosques húmedos), La región del noroccidente del departamento y en la franja de la cordillera central sobre el cinturón Andino. Las únicas zonas que no abarcan áreas de importancia se ubican en las llanuras del Valle del río Cauca, donde se encuentran agroecosistemas y centros poblados.

5.4.3 Estado de los manglares

Los ecosistemas de manglares proveen diferentes servicios ecosistémicos como controlantes de la erosión costera, aporte de nutrientes al suelo, y regulación de las condiciones ecosistémicas costeras y de los fondos marinos. Asimismo, son ecosistemas que aportan a la protección de fenómenos naturales como los tsunamis, los altos oleajes y también cuentan con una capacidad elevada de absorción de CO₂. En el departamento del Valle del Cauca se encontraban 32.043 ha de manglares según Invemar (2015), representando el 16 % del total de los manglares en la costa pacífica.

Sin embargo, el Valle del Cauca es el departamento que presenta mayor número de causas de deterioro y afectación con más de 180 casos en las 10 zonas de manglar identificadas por Invemar. Estas causas se concentran principalmente en cambios en los usos del suelo, extracción de recursos, fenómenos naturales y accidentales. La causa más recurrente en el Valle del Cauca es la extracción de recursos, seguido de cambios en los usos del suelo.

Se estima que desde la década de los años 60 las diferentes afectaciones han generado una disminución del 57 % de su área en la costa del Valle del Cauca, resultando en la cobertura actual (Earnes, 2019).

Esta problemática se intensifica si se considera la capacidad de adaptación al cambio climático con la que cuentan estos bosques costeros, que aun así se han visto afectados por intervención antrópica. El calentamiento global ha tenido tal impacto que aun así se ha visto reducida su cobertura, que se desplaza cada vez más hacia el norte y que reduce la capacidad ecológica de sus servicios ecosistémicos. Esto genera que se aumenten los casos de inundaciones y de impactos por el aumento del nivel del mar en zonas costeras del Valle del Cauca (Earnes, 2019). En el departamento se han evidenciado asimismo afectaciones relacionadas a la deforestación para obtención de áreas agrícolas, acuícolas o recursos maderables. Asimismo, en áreas urbanas se presentan casos de contaminación por vertimiento de residuos sólidos urbanos generando sedimentos en estas áreas.

5.5 Climatología y recursos hídricos

5.5.1 Precipitación

La precipitación en el departamento depende significativamente de la región. El Pacífico es significativamente más pluvioso que el resto de las regiones, especialmente al tratarse de un clima tropical super-húmedo. En esta región del país hay una precipitación anual de más de 9000 mm (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca et al., 2018) siendo mucho mayor que en gran cantidad de las regiones del país, mientras que en la región del Valle del río Cauca esta misma cifra es significativamente menor con un valor entre 800-3000 mm anuales dependiendo de la altitud. En la región de las planicies alrededor del río Cauca existe una menor precipitación, mientras que en las laderas de las cordilleras occidental y central la precipitación aumenta. La región del Valle alrededor del municipio de Cali y municipios aledaños corresponde a una sábana tropical.

Los meses de mayor precipitación en todo el departamento se registran de marzo a mayo y de septiembre a noviembre en el Valle del río Cauca y de marzo a mayo y agosto a diciembre en la región del Pacífico en Buenaventura (Ideam, 2014).

5.5.2 Escorrentía y oferta hídrica

Al igual que con la precipitación, existen diferencias notables entre las diferentes regiones del departamento. Directamente proporcional a las dinámicas de la precipitación, se registra una elevada escorrentía anual en la región del pacífico con más de 4000mm anuales, en regiones del suroccidente hasta 6000mm (Ideam, 2023). Esto se debe en gran medida a la gran retención de agua superficial en la zona. Las zonas montañosas de las cordilleras occidental y central registran valores de alrededor de 2000 mm anuales, mientras que en la región de las planicies del centro del

departamento se evidencia una escorrentía de entre 300 y 600 mm (300 alrededor del Valle de Lili, río Yumbo y Río Cali). La alta evapotranspiración es causante de la diferencia significativa entre la precipitación anual y la escorrentía.

Al igual que con la precipitación se registra una mayor escorrentía mensual en los meses de abril a junio y octubre a diciembre en el pacífico con escorrentías de más de 400 mm mensuales, y una disminución en los meses de febrero, agosto y septiembre con entre 300 y 400 mm. Estos valores siguen siendo mucho más elevados que los valores mensuales de la región de las planicies del centro del departamento, donde de marzo a mayo se registran entre 20 y 80 mm mensuales, y en agosto-septiembre y febrero existen niveles de escorrentía entre 0-40 mm mensuales en gran parte del territorio.

La oferta hídrica sumada de las SZH del departamento equivale a 62 501,8 millones de m³ al año en un año medio, representando el 3,2 % de la oferta hídrica nacional. Esta oferta se duplica en un año medio con un valor de 135 697,6 millones de m³ y se disminuye a menos de la mitad en un año seco (24 319,8 millones de m³) (Ideam, 2023). Esta variación en condiciones extremas es significativa. Sin embargo, la oferta hídrica realmente disponible es mucho menor, reflejando una oferta de 37 220,3 millones de m³ anuales. Al igual que con la oferta real, esta se duplica en un año húmedo y se disminuye a menos de la mitad en un año seco. Las dinámicas tan diferentes en condiciones extremas demuestran que se pueden generar alteraciones como eventos de sequía o inundaciones en estos años, incluso en las temporadas extremas en un mismo año.

Lo anterior se puede evidenciar mediante el indicador de regulación hídrica, que resulta ser moderado en la mayoría de SZH de la región de la cuenca del río Cauca, mientras que en el Pacífico la regulación resulta ser alta. Una apreciación similar se puede lograr mediante el indicador de variabilidad de la oferta hídrica total superficial, que resulta siendo Medio y alto en las SZH de todo el departamento. La variabilidad del recurso hídrico en condiciones extremas a su vez es muy alta en la región del Valle del río Cauca y media en el Pacífico.

5.5.3 Índice de Aridez y eventos de sequía

Especialmente en la región central del Valle del Cauca es donde se presenta la mayor aridez y la predisposición a eventos de sequía, como explicado anteriormente (6.5.2), relacionado a la evapotranspiración y los niveles más bajos de escorrentía. Para las SZH de esta región del departamento se presentan valores de índice de aridez moderado a moderado con déficit de agua, mientras que en la región del pacífico se registra un índice de aridez con altos excedentes de agua (Ideam, 2023). Las dinámicas del índice de aridez se relacionan directamente con el índice de regulación hídrica, que resulta ser moderado o incluso bajo en gran parte de la región del valle del río Cauca, mientras que en el Pacífico es alto.

En el Valle del Cauca se reportaron 474 eventos de sequía tanto univariados, analizando los indicadores como sequía en precipitación, escorrentía o humedad del suelo y también la combinación entre estos en un índice multivariado. Los casos que más se presentaban son de periodos de 1 y 3 meses con 91 casos respectivamente. Aunque en un periodo de 1 mes no sea de los departamentos que más casos reporta, en periodos de 3 meses si resulta un valor elevado. Incluso en el análisis multivariado de sequías reporta un número significativo de casos, sin ser de los departamentos con mayor recurrencia. Los eventos de sequía de 3 meses y su predisposición se reportan especialmente en el pacífico, paradójicamente contando con la mayor retención y regulación del recurso hídrico. En las SZH de Ríos Cajambre, Mayorquín y Raposo, Dagua, Buenaventura y Bahía Málaga, así como Ríos Calima y Bajo San Juan se presenta una predisposición a eventos de sequía en periodos de 3 meses media y alta.

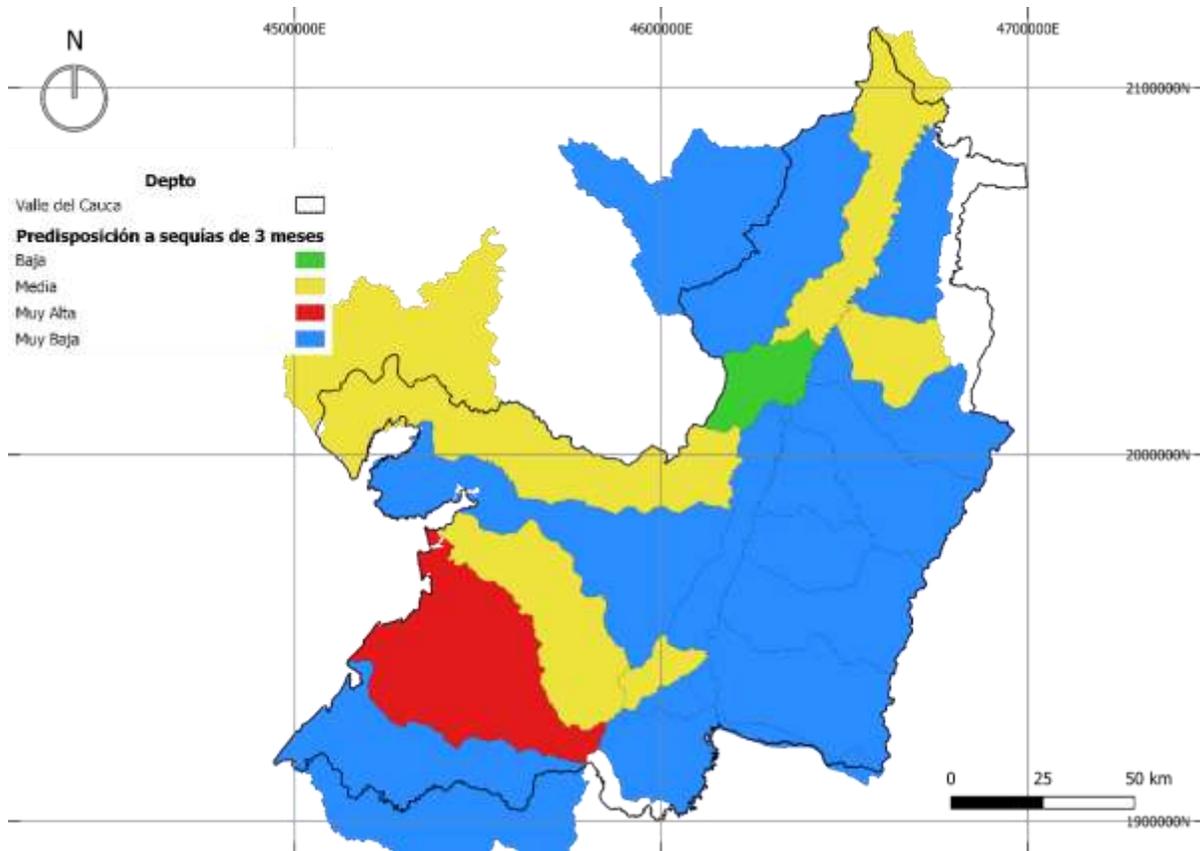


Figura 5-6 Predisposición a eventos de sequía de períodos de 3 meses por SZH en el Valle del Cauca. Fuente: Estudio Nacional del Agua, Ideam. Elaboración propia.

5.5.4 Predisposición a eventos de desabastecimiento

Varios municipios en el departamento presentaron eventos de desabastecimiento en el periodo de 2017-2020 tanto en temporadas húmedas como en temporadas secas. En temporadas secas se reportan eventos de desabastecimiento en 8 municipios, entre esos Buenaventura, Obando o San Pedro (Ideam, 2023). Este último municipio reportó 6 eventos de desabastecimiento de 2017 a 2020, significando una recurrencia media, sin embargo, con una duración máxima de un evento de 17 meses. El caso de Buenaventura es similar, con solo 3 eventos registrados en el mismo periodo, sin embargo, con una duración máxima por evento de 13 meses. Otros municipios demuestran una alta ocurrencia, como El Dovio o Ansermanuevo con 9 y 8 eventos registrados, sin embargo, con duraciones máximas más cortas de 2 y 3 meses respectivamente. La afectación se presenta en la mayoría de los casos tanto en áreas rurales como urbanas. Cabe resaltar que existe tanto el conocimiento del estado de acuíferos como su viabilidad como fuente alternativa de abastecimiento en algunos municipios como Obando, San Pedro, Vijes y Ansermanuevo.

En temporadas secas se reportan igualmente eventos de desabastecimiento en diferentes municipios. Los municipios que registran eventos de desabastecimiento en el periodo de 2017-2020 son El Dovio, Ginebra, Palmira y Riofrío. La afectación que más se presenta es sobre la fuente hídrica de abastecimiento, reflejada en todos los municipios. La afectación sobre la infraestructura se da únicamente en Ginebra. El desabastecimiento se presenta en Palmira y en Ginebra únicamente en áreas rurales, mientras que en los otros dos municipios se presenta tanto en el área rural como en la urbana. En el caso de El Dovio se presenta una erosión hídrica potencial severa, en Riofrío Moderada y en los otros dos municipios ligera.

Cabe resaltar que el departamento no es de los más afectados por eventos de desabastecimiento, sin embargo, si se presenta cierta vulnerabilidad en diferentes municipios tanto en temporadas secas como húmedas, y en eventos de diferentes duraciones. Asimismo, en temporadas secas, se reportan eventos de desabastecimiento en diferentes magnitudes de sequías, tanto en años anormalmente secos como en sequías severas o excepcionales, mostrando una vulnerabilidad importante en diferentes magnitudes de condiciones extremas.

5.5.5 Inundaciones

Las inundaciones han sido afectaciones recurrentes en diferentes regiones del Valle del Cauca, especialmente en la región del centro del departamento. En las temporadas lluviosas anualmente se presentan inundaciones afectando a un número elevado de municipios, como a finales de 2022 donde en 28 municipios se registraron inundaciones en áreas urbanas presentando pérdidas económicas y afectaciones a la infraestructura en áreas residenciales (Redacción El País, 2022). Asimismo, se presentan movimientos en masa debido a las crecientes de los ríos en los municipios afectados.

Sin embargo, en 2023 se presentaron grandes cantidades de inundaciones en el departamento. En marzo de ese año se registraron inundaciones y afectaciones en 12 municipios, principalmente debido a movimientos en masa y avenidas torrenciales (Donneys, 2023). Sevilla se vio afectada por avenidas torrenciales que dejaron incomunicado el casco urbano con diferentes veredas y en Andalucía se generó un rompimiento del río Cauca debido a las fuertes crecientes. En abril, en la misma temporada de lluvias en el departamento igualmente se reportaron inundaciones fuertes en el centro del departamento como en el municipio de Bugalagrande, reportando 700 familias damnificadas por el crecimiento del caudal del río Bugalagrande por el aumento de la precipitación (Noticias Caracol, 2023). En noviembre se presentaron inundaciones en áreas urbanas al oriente del municipio de Cali, afectando infraestructura y viviendas. Asimismo, en el municipio de Pradera se reportaron crecientes importantes en el río Cauca, al igual que en la capital departamental (Bohórquez Ramírez, 2023).

Las inundaciones se relacionan directamente con las dinámicas del caudal y de las crecientes máximas del río Cauca. En los fenómenos de la niña recientes como en el año 200 y 2011. Las crecientes máximas y el caudal del río se extienden a las zonas inundables alrededor del río, aumentando significativamente el área de la fuente hídrica (Asocars et al., 2013). Sin embargo, con la urbanización y transformación en áreas cercanas al área original de zonas inundables del río, se disminuyó su área de influencia, lo que genera rompimientos de diques o inundaciones en áreas urbanas cuando hay condiciones extremas de aumento del caudal.

5.5.6 Erosión hídrica y movimientos en masa

En el departamento del Valle del Cauca se reportan múltiples eventos de movimientos en masa, especialmente en las regiones montañosas de la cordillera Occidental y la Central, así como alrededor de las principales fuentes hídricas (Servicio Geológico Colombiano, 2020). Estos movimientos en masa se asocian a las crecientes súbitas de las fuentes hídricas, que según el Estudio Nacional del Agua (Ideam, 2023), junto con las avenidas torrenciales sumaron más de 10 eventos en el departamento en el periodo de 2000-2021. Las avenidas torrenciales y los movimientos en masa han generado diferentes tipos de afectaciones a centros poblados e infraestructura en temporadas de lluvias (ver 5.5.5.). De 1921 a 2019 se registraron 781 movimientos en masa en el departamento, siendo uno de los departamentos con mayor recurrencia de estos eventos (UNGRD, 2022).

La erosión hídrica por su parte presenta valores diferenciados entre las diferentes SZH del departamento. En la región del Pacífico se pueden evidenciar valores de erosión hídrica moderada y severa principalmente, mientras que, en su mayoría, en las SZH del Valle del río Cauca (A excepción de Río Claro y Jamundí) reportan erosión hídrica ligera o inexistente. Entre abril-julio y noviembre-diciembre se presentan los mayores aumentos de la erosión hídrica, teniendo en cuenta a su vez el aumento de la precipitación en estos meses (Ideam, 2023).

La erosión costera por su parte es un fenómeno muy presente en las costas del Pacífico en el departamento, en diferentes zonas del departamento de Buenaventura. Según Invemar (2015) se reportaban en el año 2014 cerca de la mitad de los km de línea costera del departamento con erosión costera. Esta erosión se generaba principalmente por el fuerte oleaje traído por los vientos en el pacífico, generando retrocesos de la línea costera de sectores como punta soldado de 89,6 m en un lapso de un año, o de 47 m en el parque nacional de Bahía Málaga.

5.5.7 Vulnerabilidad ambiental y proyecciones a 2040

El departamento del Valle del Cauca refleja una vulnerabilidad ambiental media en la región del pacífico y alta o incluso muy alta en algunas zonas del centro del departamento (Ideam, 2020). Esta vulnerabilidad se refleja en indicadores como la afectación por impactos del cambio climático, adaptabilidad ante impactos del cambio climático y otros factores.

La vulnerabilidad relacionada al recurso hídrico es muy presente en el departamento, aun teniendo en cuenta el aumento en la precipitación en un 6,6 % para el año 2030 (Ideam, 2023). El aumento de la demanda hídrica en un sector altamente presente en el departamento como es el sector agrícola y de poscosecha demuestra que la demanda de agua en cultivos permanentes como la caña de azúcar aumentará entre 100 y 200 millones en su demanda de $m^3/año$ para el año 2040 o como la palma de aceite aumentará su demanda por 1400 millones de $m^3/año$ su demanda anual para 2040. Asimismo, el sector postcosecha aumentaría su demanda en más del 100 % y el sector pecuario en más del 60 %. Esta demanda puede aumentar la presión sobre las fuentes hídricas de abastecimiento, teniendo en cuenta que el índice del uso del agua es muy alto o crítico en la mayoría de SZH, el índice de agua no retornado a las cuencas moderado y alto y el índice de vulnerabilidad hídrica actual alto y muy alto.

Asimismo, se resalta la vulnerabilidad de los ecosistemas y marinos ante los impactos del cambio climático como la transformación de los fondos marinos, las afectaciones a los manglares y la erosión hídrica (Invemar, 2015).

5.6 Recursos ecosistémicos

5.6.1 Uso del agua

El departamento del valle del Cauca genera una demanda hídrica de 2.147 millones de $m^3/año$, representando 6,67 % de la demanda hídrica nacional. Es el 5º departamento con mayor demanda hídrica del país, con una distribución en diferentes sectores ligadas a las actividades económicas en el departamento y la gran variedad de usos del suelo. La huella hídrica azul por su parte equivale a 796 millones de $m^3/año$ y la huella hídrica verde a 7498,6 millones de $m^3/año$.

El sector que genera mayor demanda en el departamento es el sector agrícola y de postcosecha, representando más del 50 % de la demanda departamental de agua. Este sector en el departamento representa asimismo el 8 % de la demanda sectorial a nivel nacional, siendo el segundo departamento con mayor demanda agrícola en el país (Ideam, 2023). Sin embargo, la mayor participación sectorial del departamento se presenta en el sector industrial, que representa el 29,3 % de la demanda en este sector a nivel nacional, aunque solo represente un 4 % de la demanda departamental. Otros sectores que cuentan con una alta participación del departamento en la demanda nacional del respectivo sector serían el sector pecuario con 4,7 %, el sector energía con 3 % y el sector doméstico con el 10,4 %, siendo el segundo departamento con mayor demanda en este sector.

Las SZH con mayor demanda hídrica son Ríos Amaime y Cerrito con 225 millones de m^3 al año, Ríos Guabas, Sabaletas y Sonso con 272,5 millones de m^3 al año y Ríos Calima y Bajo San Juan con 248, 4 millones de m^3 al año. Por otro lado, las SZH con menor demanda son Río Cali con 6,9 millones de m^3 , Ríos Cajambre - Mayorquín – Raposo con 5 millones de m^3 y Río Naya – Yurumanguí con 3,5 millones de m^3 al año.

Demanda hídrica Valle del Cauca por sectores (%)

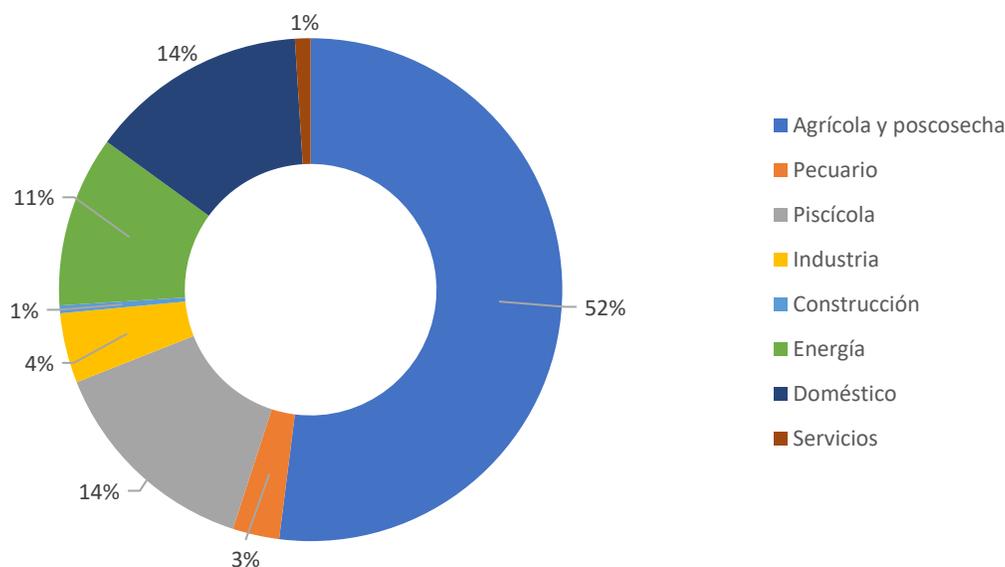


Figura 5-7 Demanda hídrica del Valle del Cauca por sectores. Fuente: Estudio Nacional del Agua. Ideam. Elaboración propia.

Sin embargo, con los altos usos del agua y la demanda elevada se presentan diferentes indicadores problemáticos en el estudio nacional del Agua en la mayoría de las SZH del departamento (Ideam, 2023). En primer lugar, se evidencia un índice del uso del agua elevado en gran parte de la SZH, especialmente en el Valle del río Cauca. En 2 SZH se presenta un IUA Crítico, en 4 un índice muy alto y 5 alto. En la SZH de Ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo se presenta un índice incluso de 2,0, significando el doble de la cantidad en usos del agua sobre la oferta disponible. En temporadas secas este indicador se torna crítico en 8 SZH y Muy Alto en 3, con valores tan elevados del índice como 6,3 en la SZH de Ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo. Esto significa que la presión sobre el recurso hídrico en gran parte de las fuentes del centro del departamento es evidente.

Un indicador importante es el de eficiencia en el uso del agua, que igualmente es elevado en diferentes SZH. Paradójicamente se presenta un índice de eficiencia bajo en las SZH con menor índice de uso del agua o menor Agua no retornada a las cuencas, siendo estas las SZH que se encuentran en el Pacífico.

El consumo en general de los municipios no asciende de los 71,7 m³ por mes por suscriptor (este valor se presenta en 3 municipios en el sur del departamento) (SSPD, 2023). Sin embargo, por lo general no se reportan valores mayores a 37 m³ al mes por suscriptor en la mayoría de los municipios. El consumo total por municipio es elevado en la Ciudad de Cali, que por su densidad de población refleja un consumo de más de 40 millones y hasta 105 millones de m³ al mes, siendo uno de los municipios con más demanda en el país.

5.6.2 Calidad del Agua

El departamento ha presentado diferentes problemáticas relacionadas a la presencia de contaminantes en las fuentes hídricas especialmente debido a intervención antrópica y conflictos relacionados a los usos del suelo. La Calidad del agua reportada en el Río Cauca dentro del departamento del Valle del Cauca resulta siendo regular, especialmente con una presencia elevada de oxígeno disuelto siendo el contaminante más presente. A lo largo de su recorrido dentro del departamento el río no presenta una gran alteración de su calidad que permanece en el margen de calidad regular (Ideam, 2023).

Como mencionado anteriormente, se registra una concentración elevada de Oxígeno disuelto (O_2) en diferentes puntos del río Cauca, especialmente en el sur del departamento donde se presentan concentraciones mayores a 7 mg O_2 /l. Por otro lado, se presentan concentraciones entre 2,5 y 5 mg N-NH₃/l (Nitrógeno Amoniacal) en el centro del departamento, entre 500 y 1000 mg/l de sólidos suspendidos totales y de 1-1,5 mg/l de COT (Carbono orgánico total). Los valores más elevados se presentan en los primeros 2 contaminantes.

Otros contaminantes presentes en las fuentes hídricas del departamento son los metales pesados que se encuentran en elevadas concentraciones debido a actividades industriales y agropecuarias. En el municipio de Cartago se presentaron valores elevados de Níquel biodisponible (10-20 mg/kg), Aluminio (10 mg/kg), Hierro (20 mg/kg) y Cobre y Cromo (21 mg/kg cada uno), reflejando la situación compleja por la presencia de contaminantes en el río Cauca y sus afluentes. En dos puntos de muestreo en el departamento se registraron valores tan elevados de contaminantes como Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) Demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST), así como los contaminantes ya presentados y los metales pesados, que se declaró una calidad del agua mala. Estos puntos se encuentran en los municipios de Cartago y Río Frío. Sin embargo, la presión estimada de DBO y DQO es alta en diferentes SZH en el centro del departamento.

13 SZH en el departamento reflejan un índice de alteración potencial de la calidad del agua muy alto, significando que en condiciones extremas se puede ver alterada la calidad significativamente. SZH presentan un indicador alto. Estas SZH que cuentan con mayor presión a su vez se ubican en la región del Valle del río Cauca.

Por otro lado, es necesario revisar la calidad del agua marítima en la costa del Pacífico del departamento. Aunque en términos generales el Pacífico cuenta con una calidad del agua en mejores condiciones, si existen puntos que pueden ver alterada su calidad del agua dependiendo de las temporadas. En temporadas secas se refleja una calidad del agua adecuada en Bahía Málaga y en 2 Puntos de la costa de Buenaventura, mientras que en otro punto de la costa y en el área urbana de Buenaventura se registró una calidad aceptable. Sin embargo, en temporadas lluviosas la calidad desmejora, reflejando una calidad aceptable en Bahía Málaga y un punto de la costa de Buenaventura, mientras que en otro punto y en el área Urbana se registró como inadecuada (Invemar, 2015).

5.6.3 Infraestructura y manejo del agua

El departamento del Valle del Cauca cuenta con diferentes tipos de infraestructura dedicada al manejo del agua o el aprovechamiento de esta para diferentes fines. Como mencionado anteriormente, Existen diferentes represas como la Represa de Calima que generan un embalse en un punto de la cuenca alta de las fuentes hídricas para la generación de energía eléctrica en la región (ver 5.3.3). Estos embalses cuentan con las respectivas centrales hidroeléctricas encargadas de generar la energía a través de turbinas manejando los caudales.

Sin embargo, existen otros tipos de instalaciones de infraestructura, especialmente relacionadas con el saneamiento del agua en espacios urbanos. En 2019 la superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) reportó 30 sistemas de tratamientos de aguas residuales convencionales, entre los que se encontraban 15 plantas de tratamientos de Aguas residuales (En municipios como Ansermanuevo, Cali, Jamundí, Yumbo, Tuluá) y otros 15 sistemas de tratamiento entre lagunas de oxidación y otros tipos. La planta de Cañaveralejo en Cali es aquella con mayor caudal de agua depurada a nivel nacional, reflejando un caudal de 5 675 l/s (SSPD, 2023).

Por otro lado, existen diferentes fuentes de abastecimiento en el departamento, con diferentes caudales y especificaciones. Aquella con mayor rendimiento se ubica en el río Pance en Cali, con 41,74 l/s. Sin embargo, en varias fuentes de abastecimiento el índice del uso del agua es Crítico, reflejando nuevamente la presión sobre el recurso disponible en el sur y centro del departamento (Ideam, 2023). Otras fuentes de abastecimiento como aquella ubicada sobre el río Tuluá en el municipio de Tuluá cuentan con fuentes alternativas de abastecimiento en aguas subterráneas, como los 3 pozos con los que cuenta la empresa de servicios públicos.

5.6.4 Acueducto

La cobertura de acueducto en el departamento es relativamente elevada a comparación de otras regiones del país. En 2018 se reflejó una cobertura de más del 90 % en la mayoría de los municipios en la región central del departamento, y en otra gran cantidad de municipios se presentó una cobertura mayor a 75 %. Esta cifra no varió significativamente en los últimos años (SSPD, 2023). Únicamente en el municipio de Buenaventura en el pacífico se registró una cobertura algo menor de entre 60 y 75 %, lo cual sigue estando por encima de muchos municipios a nivel nacional. Sin embargo, se sigue reflejando una división en las condiciones de la cobertura de infraestructura entre la región del Pacífico y la región central del departamento.

Las continuidades del servicio asimismo demuestran una diferencia regional significativa. La mayoría de los municipios del departamento cuentan con una continuidad mayor a 23 horas, principalmente aquellos ubicados en la región central del departamento sobre el río Cauca. Únicamente el municipio de Yumbo refleja una continuidad insuficiente (0-10 horas al día). Sin embargo, el municipio de Buenaventura en el Pacífico demuestra una continuidad insuficiente.

De los 42 municipios del departamento, 39 cuentan con un mapa de riesgos en la calidad del agua, como el monitoreo de diferentes contaminantes. Solo 1 municipio reportó una calidad del agua con alto riesgo para el consumo humano, mientras que los otros municipios reportaron una calidad del agua sin riesgo. De los 4 muestreos realizados por la SSPD (2023) todos reportaron una calidad del agua sin riesgo.

5.6.5 Alcantarillado

La cobertura del servicio del alcantarillado por su parte es relativamente menor a la cobertura de acueducto en todos los municipios del departamento. Solo algunos municipios en la región central del departamento reportan coberturas mayores al 90 % en el año 2018, sin cambios significativos en el año 2021 (SSPD, 2023). La mayoría de los municipios cuentan con una cobertura de 60-90 %, incluyendo la ciudad de Buenaventura en el pacífico. En este caso el valor de cobertura menor se refleja en los municipios de Dagua y La Cumbre, con coberturas menores a 45 %.

Tanto en el servicio de acueducto como alcantarillado se presenta la mayor falta de cobertura en áreas rurales. En la mayoría de los municipios del departamento se registra una cobertura muy baja en estas zonas, demostrando las dificultades de acceso por las distancias y la dispersión de la población en áreas rurales.

5.7 Síntesis

El Valle del Cauca se destaca por su diversidad tanto en ecosistemas importantes como en las actividades económicas y los usos del suelo. El departamento cuenta con una gran actividad económica dependiente de los usos del suelo, especialmente actividades agropecuarias e industriales. Sin embargo, tanto las actividades como la división ecosistémica se destacan por marcar una diferencia importante entre la región del Pacífico y el resto del Valle del Cauca.

En primer lugar, cabe resaltar la ausencia de planes de ordenamiento y lineamientos de ordenamiento ambiental y mitigación de impactos en las diferentes cuencas hidrográficas y municipios del departamento. Esto refleja que no existen planes que cuenten con lineamientos de sostenibilidad y manejo ambiental vigentes y actualizados tanto a nivel nacional como internacional.

Por otro lado, cabe resaltar la gran área dispuesta para la agricultura y la industria en el departamento. La división ecosistémica entre los bosques húmedos densos en el Pacífico y los ecosistemas subxerofíticos, así como la fertilidad del suelo en las planicies del valle del Río Cauca han fomentado la agricultura y los asentamientos humanos en este sector. Sin embargo, se deben tener en cuenta las diferentes áreas protegidas y de importancia ecosistémica en el departamento, tanto en la región del pacífico como en la cordillera central y occidental de los andes y en menor medida en las zonas del Valle alrededor de las fuentes hídricas. Estos ecosistemas se encargan de proveer diferentes

recursos ecosistémicos que son importantes para el desarrollo del territorio y para las actividades que se dan actualmente.

La diferencia en precipitación y escorrentía se hace evidente entre las dos regiones del departamento ya mencionadas. En el pacífico existen una mayor humedad y pluviosidad que permite la existencia de bosques basales densos, mientras que con la alta evapotranspiración en las regiones del Valle del río Cauca se genera una menor oferta hídrica y ecosistemas más secos.

Gran parte de la configuración ecosistémica se debe a los niveles de precipitación, las fuentes hídricas y la disponibilidad del agua. El río Cauca se convierte en un eje central tanto de las dinámicas hídricas del departamento como de la actividad económica y de la población. Alrededor de este río se encuentran diferentes cuerpos de agua lentos y zonas inundables que dependen de las dinámicas del caudal del río. Esto ha generado diferentes problemáticas asociadas a la transformación de ZPI y a inundaciones por asentamientos en zonas inundables alrededor del río.

Sin embargo, se presentan también eventos de desabastecimiento y cierta predisposición a sequías en varias regiones del departamento. Aunque no es un departamento de los más afectados, si existe una alta predisposición a sequías de diferentes periodos en varias de las SZH del departamento. Por otro lado, existen problemáticas asociadas a desabastecimiento y a eventos de inundaciones generando afectaciones económicas y sociales en varios municipios. Teniendo en cuenta la vulnerabilidad ambiental en el departamento por impactos del cambio climático, la presión sobre el recurso hídrico y el aprovechamiento del suelo para actividades económicas se aumenta la vulnerabilidad en un futuro para mantener las condiciones ecosistémicas en ecosistemas como bosques, manglares, páramos, las condiciones costeras, y otros ecosistemas importantes que han presentado afectaciones.

Asimismo, se presenta una vulnerabilidad sobre la obtención y la oferta de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, con un uso elevado del agua en diferentes SZH directamente asociado a la alta demanda de actividades agropecuarias, industriales y piscícolas se refleja la gran presión sobre el recurso hídrico en varias fuentes. El departamento cuenta con una alta demanda a nivel nacional, sin contar con una oferta adecuada, generando indicadores como índices del uso del agua, de vulnerabilidad hídrica o de agua no retornada a las cuencas relativamente altos. Con la creciente demanda se acentúa la problemática relacionada con el agua.

Otra problemática asociada al agua resulta siendo la calidad de esta tanto en las fuentes hídricas como para el consumo humano. Aunque la calidad en las fuentes de abastecimiento no suele ser mala, si se evidencian altas concentraciones de contaminantes y metales pesados debido a las actividades económicas del departamento en una gran cantidad de las fuentes hídricas, así como en la principal: el Río Cauca. Sin embargo, existen infraestructuras asociadas al manejo del agua que no reflejan contaminación o que demuestran un avance en el saneamiento de las aguas utilizadas en diferentes regiones del departamento.

La cobertura de infraestructura para servicios públicos relacionados con el agua suele ser elevada a comparación de otras regiones del país. Sin embargo, se deben realizar avances en algunas regiones en cuanto a cobertura, calidad del servicio y continuidad, especialmente en zonas rurales.

Entendiendo la complejidad de un departamento con un uso del suelo tan pronunciado como el Valle del Cauca, su necesidad de ordenamiento ambiental, de manejo de los recursos naturales y de protección de algunos ecosistemas fuertemente transformados se resalta la necesidad de un ordenamiento territorial sostenible que contenga conceptos relacionados al mejoramiento de algunos indicadores o puntos analizados previamente en este capítulo. Asimismo, se recomienda la alianza entre diferentes actores de la sociedad encargados del manejo de los recursos, las actividades económicas, las instituciones, el manejo ambiental y los servicios públicos para crear una estrategia de mitigación de impactos por la intervención antrópica e impactos del cambio climático.

Teniendo en cuenta la importancia del sector agrícola tanto en el ordenamiento territorial, los usos del suelo, manejo de recursos y la economía del departamento se debe revisar más a profundidad las condiciones de los sistemas agroalimentarios en el departamento para aproximarse a un desarrollo sostenible del territorio.

6. Sistemas agroalimentarios

En este capítulo se presenta una revisión de los sistemas agroalimentarios del departamento del Valle del Cauca. En este análisis se abordan aspectos como el uso del suelo, la producción agropecuaria y la distribución de empresas dedicadas a la elaboración de alimentos y bebidas. Adicionalmente, se examina el consumo de alimentos y la seguridad alimentaria, con énfasis en la problemática de la pérdida y desperdicio de alimentos. El análisis finaliza con la revisión de las perspectivas de fortalecimiento del sector agropecuario en el departamento. Este enfoque integral busca proporcionar una visión completa de la dinámica agroalimentaria en la región e identificar oportunidades para fortalecer la sostenibilidad y la eficiencia en el sector.

6.1 Usos del suelo

El último informe de la Unidad de Planeación Rural (UPRA) sobre la frontera agrícola revela que aproximadamente el 37,7 % del territorio del departamento está destinado a las actividades agropecuarias, principalmente en la zona oriental del departamento; mientras que el 37,2 % se encuentra bajo exclusiones legales y el 25 % restante comprende bosques naturales y áreas no agropecuarias (SIPRA, 2023c). Entre las áreas legalmente excluidas se destaca el Parque Nacional Natural los Farallones de Cali, al sur del departamento; la Reserva Forestal Protectora Nacional del Río Anchicayá y la Serranía de Los Paraguas, en frontera con Chocó (RUNAP, 2023). En la figura 6-1 se presenta la distribución de la frontera agrícola en el departamento del Valle del Cauca.

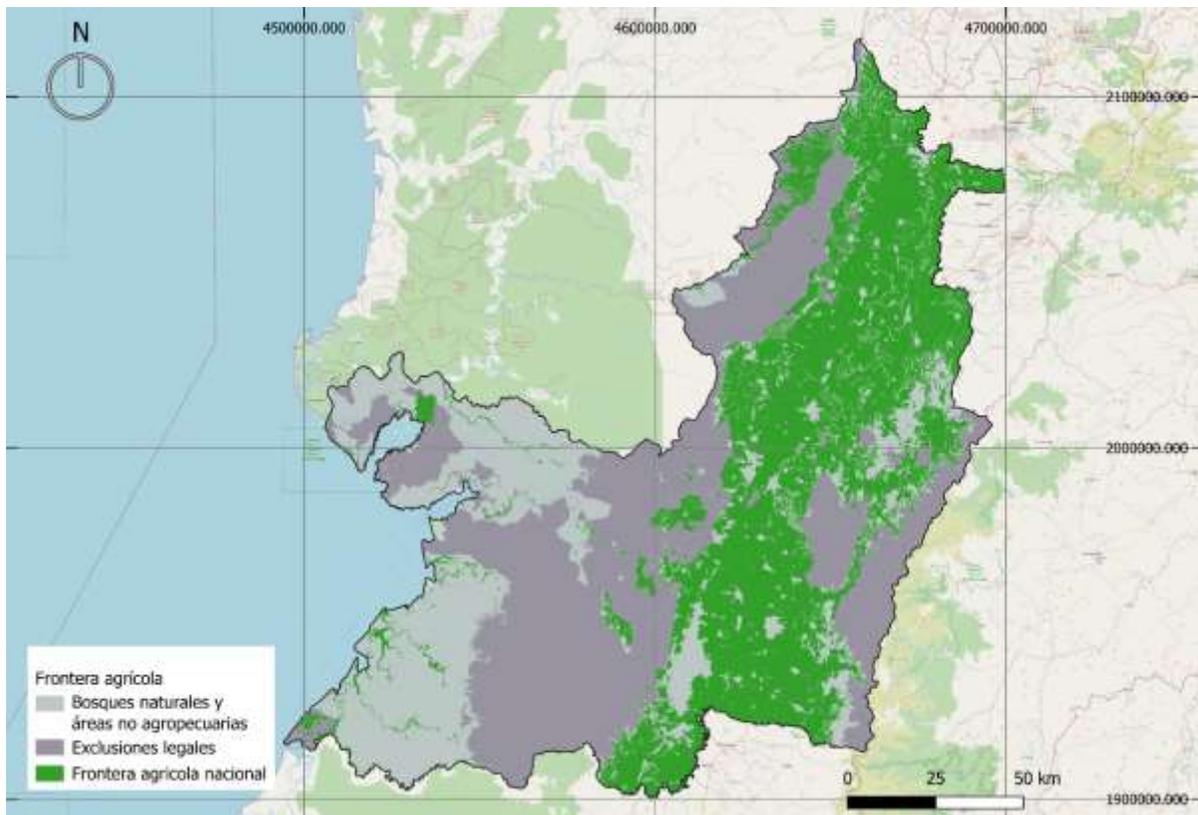


Figura 6-1. Frontera agrícola del departamento del Valle del Cauca. Fuente: (SIPRA, 2023c). Elaboración propia

De acuerdo con los datos recopilados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) del 2019, el 51,4 % del territorio es utilizado para actividades agropecuarias, lo que corresponde a aproximadamente a 1,1 millones de hectáreas. El 27,1 % de la superficie total se emplea para actividades pecuarias, que incluyen la producción de pastos, forrajes, malezas y rastrojos para la alimentación animal; el 16,8 % se utiliza para la producción agrícola, principalmente de

cultivos permanentes. Adicionalmente, el 4,8 % corresponde a bosques naturales y plantados, mientras que el 3,4 % tiene otros usos agropecuarios como infraestructura pecuaria (1.914 ha), infraestructura agrícola (809 ha) e infraestructura piscícola (52 ha) (DANE, 2020).

Las características del suelo en este departamento brindan la oportunidad para la implementación de diversas actividades agropecuarias. Se presentan aptitudes para la producción avícola y porcina en el 35 % del territorio. Además, se evidencia la capacidad para el cultivo de maíz tradicional en el 34 % del departamento, la cría de caprinos (31 %), las plantaciones forestales (28 %), el cultivo de pastos estrella (27 %) y la producción de tilapia en estanques de tierra (27 %) (SIPRA, 2023^a).

6.2 Producción de alimentos

En el departamento, se desarrollan prácticas silvopastoriles y agroforestales, que abarcan actividades como el cultivo de peces, el agroturismo, huertas con fines comerciales, la transformación de productos agrícolas y pecuarios, y la elaboración de productos lácteos (DANE, 2020). Los municipios de Palmira y Candelaria sobresalen con las mayores áreas sembradas en el departamento, destinadas principalmente a la producción de caña de azúcar (UPRA, 2022). Por otro lado, los municipios de Candelaria, Guadalajara de Buga y Palmira, registran la mayor cantidad de animales, donde prevalecen las aves para producción de carne (UPRA & ICA, 2022).

Alrededor del 49,6 % del área destinada a la producción agrícola utiliza maquinaria para llevar a cabo labores de preparación del suelo, siembra, instalación, fertilización, mantenimiento y control fitosanitario. Los rendimientos agrícolas son afectados por diversas variables, entre las que se encuentran el uso de insumos agropecuarios, la asistencia técnica, los eventos climáticos favorables y las buenas prácticas agrícolas (DANE, 2020).

6.2.1 Producción agrícola

En 2022, fueron sembradas 374 mil hectáreas, correspondientes al 16,9 % del área total del departamento y al 6,9 % del área total sembrada a nivel nacional. Estos datos sitúan al departamento como el cuarto con mayor extensión de área sembrada en el país, únicamente superado por Meta, Antioquia y Tolima. Dentro de esta área, 2.638 ha corresponden al cultivo ilícito de coca, lo que representa el 1,07 % del total nacional. Este tipo de cultivo se registra en los municipios de Buenaventura, Jamundí, Bolívar, Dagua y Calima (El Darién), con una producción total de 15.305 toneladas. La distribución del área total sembrada en los municipios del departamento se muestra en la figura 6-2.

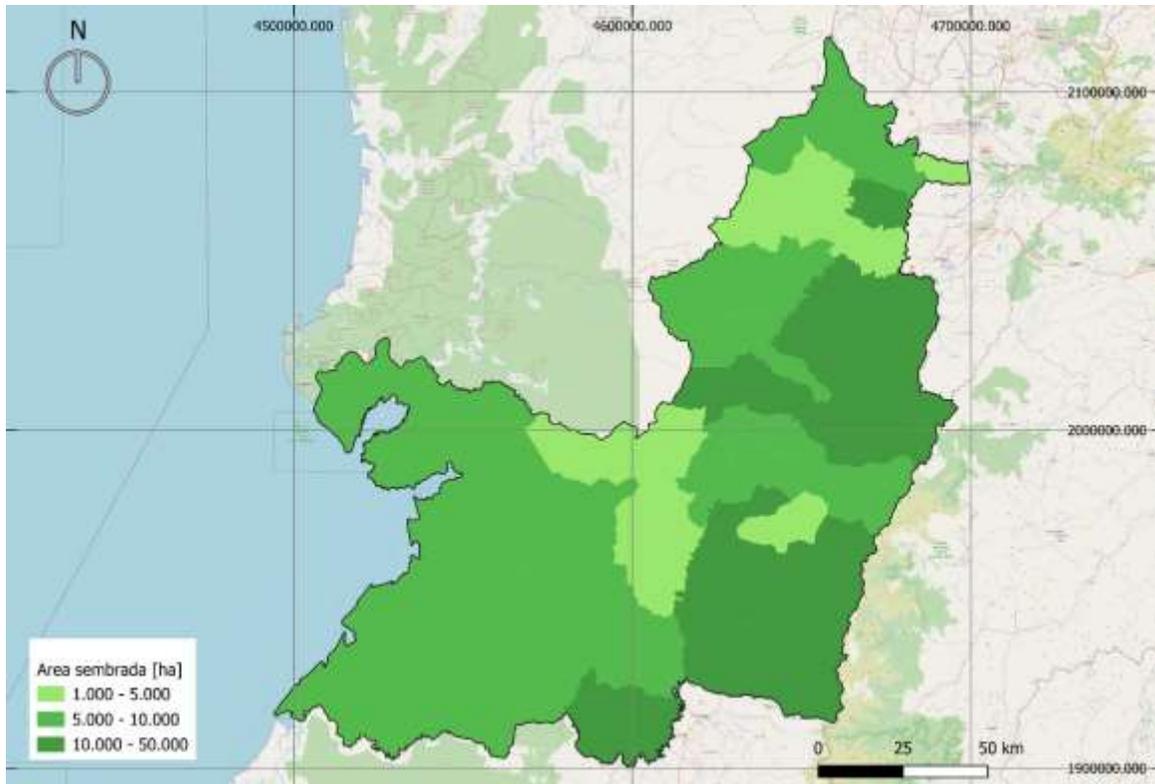


Figura 6-2. Área sembrada en el departamento del Valle de Cauca durante el 2022. Fuente: (UPRA, 2022). Elaboración propia

En el Valle del Cauca, se registra que el 92,2 % del área sembrada corresponde a cultivos permanentes, entre los que predomina el cultivo de caña de azúcar con 212.074 ha, seguido por el café, el plátano, el aguacate, el banano, la naranja, a caña panelera y la coca. Los cultivos transitorios corresponden a maíz con 15.046 ha y el cultivo de arroz con 3.104 ha. La Figura 6-3 presenta el porcentaje del área sembrada por cada cultivo en el departamento, la categoría “otros” incluye aquellos cultivos con un área sembrada menor al 1 %, como el arroz, coca, piña, chontaduro, uva, tomate y cacao, entre otros (UPRA, 2022).

Los municipios de Palmira y Candelaria lideran con las mayores áreas sembradas, que abarcan 36 mil y 26 mil hectáreas, respectivamente, dedicadas principalmente al cultivo de caña de azúcar, maíz y caña panelera. Por otro lado, el municipio de Ulloa presenta la menor área sembrada con 1.170 hectáreas, lo que corresponde al 0,3 % del área sembrada en el departamento, con predominio del cultivo de café, plátano, naranja, banano y aguacate (UPRA, 2022).

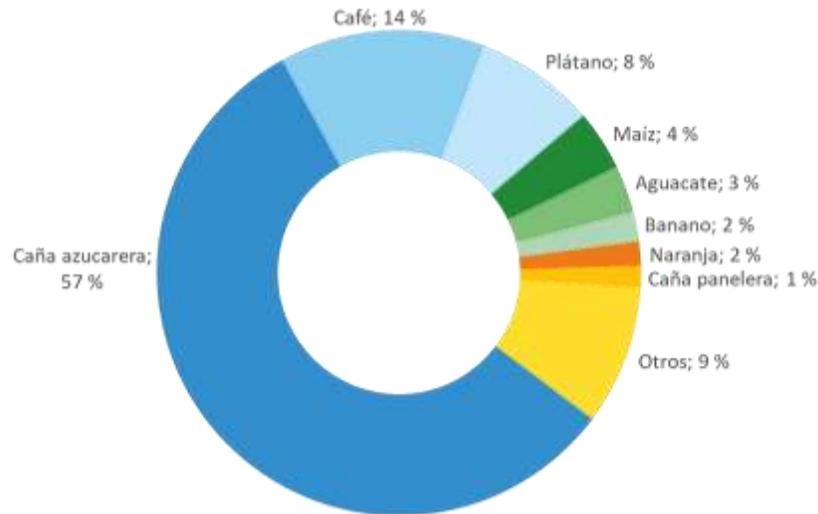


Figura 6-3. Porcentaje del área sembrada por cada cultivo en el departamento del Valle del Cauca durante el año 2022. Fuente: (UPRA, 2022). Elaboración propia.

En 2022, la producción agrícola del departamento alcanzó aproximadamente 25.449 kilotoneladas que corresponden al 33,1 % de la producción nacional y se consolida como el principal productor agrícola del país. La caña de azúcar lidera la producción con 23.884 kilotoneladas, seguida por el plátano con 325 kilotoneladas y la caña panelera con 292 kilotoneladas. La Figura 6-4 muestra el área sembrada, el área cosechada y la producción de los principales cultivos sembrados en el departamento. Entre estos productos, la caña de azúcar, la caña panelera y la piña presentan los mayores rendimientos correspondientes a 108,2 t/ha, 52,6 t/ha y 51,3 t/ha, respectivamente, seguido por el cultivo de naranja (19,7 t/ha) y el banano (12,7 t/ha) (UPRA, 2022).

El Valle del Cauca se destaca como el principal productor de caña de azúcar en el país, debido a las favorables condiciones agroclimáticas del valle del río Cauca y al trabajo de investigación impulsado por Cenicaña, así como a la implementación de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles por parte de ingenios y cultivadores. Estos esfuerzos han contribuido a la productividad agrícola y de fábrica en el país. Colombia ha logrado superar la producción de azúcar por hectárea de importantes productores a nivel mundial, como Brasil, Australia, Estados Unidos, México, India y la Unión Europea (Asocaña, 2023).

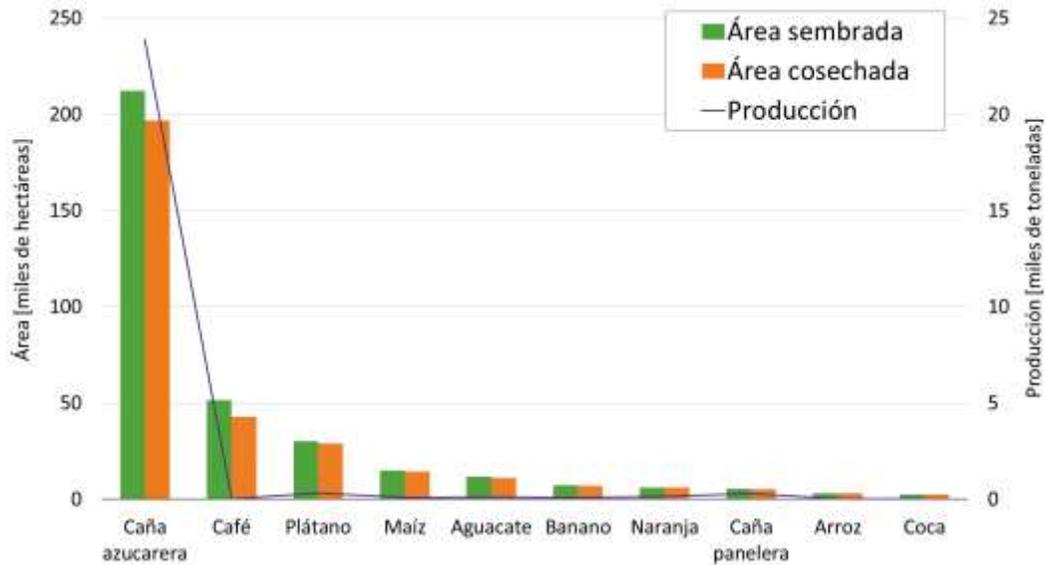


Figura 6-4. Área sembrada, área cosechada y producción de los principales cultivos del departamento del Valle del Cauca en el año 2022. Fuente: (UPRA, 2022). Elaboración propia.

La ENA señala que la producción en el Valle del Cauca se ve impactada por las condiciones climáticas del territorio, prácticas agrícolas deficientes y la presencia de enfermedades en los cultivos (DANE, 2020). En la actualidad, se encuentran registrados 10 distritos de riego que tienen una cobertura de 15.624 ha, lo que corresponde al 4 % del área sembrada. Estos distritos se localizan en los municipios de Bolívar, Bugalagrande, Cartago, Dagua, Dovio, Roldanillo, Palmira y Pradera, y se utilizan para el cultivo de una variedad de productos como caña, pastos, café, plátano, banano, maíz, frijol, hortalizas entre otros (*Distritos de Riego activos*, 2023).

6.2.2 Producción pecuaria

La producción pecuaria del departamento está centrada en la avicultura, como se refleja en la figura 6-5, que presenta el porcentaje de animales por especie. En 2022, se contabilizaron alrededor de 46 millones de animales, lo que corresponde al 17,4 % del total nacional. De esta cifra, 30,9 millones corresponden aves para la producción de carne; 10,6 millones de aves dedicadas a la postura de huevos; 2,3 millones de aves para la reproducción y se registran 313 mil aves criadas traspatio (UPRA & ICA, 2022).

Adicionalmente, se registra la cría de porcinos de levante y ceba en granjas tecnificadas, en granjas comerciales industriales y en granjas familiares (UPRA & ICA, 2022). En menor medida se encuentran bovinos para la producción de carne, leche y doble propósito, con una producción media de 9,9 litros de leche al día por vaca. De esta producción láctea, el 4 % se destina para el consumo, el 4 % se procesa en fina y el 92 % se comercializa con la industria e intermediarios (DANE, 2020).

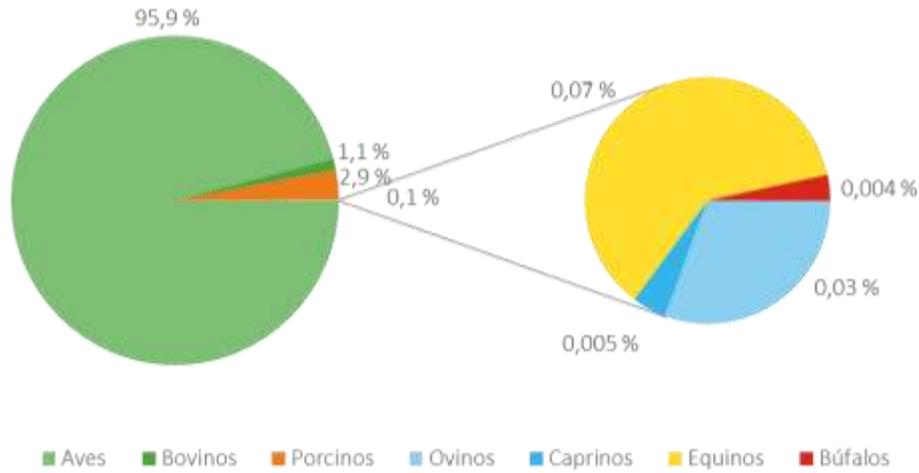


Figura 6-5. Distribución de animales en el departamento del Valle del Cauca durante el año 2022. Fuente: (UPRA & ICA, 2022). Elaboración propia

La concentración más significativa de animales se presenta en los municipios de Candelaria, Guadalajara de Buga y Palmira, donde prevalecen las aves para producción de carne. Por otro lado, el municipio de San Pedro se destaca con la mayor cantidad de aves de postura y el municipio de Tuluá con la mayor cantidad de bovinos. La distribución de la cantidad de animales en el departamento se presenta en la figura 6-6.

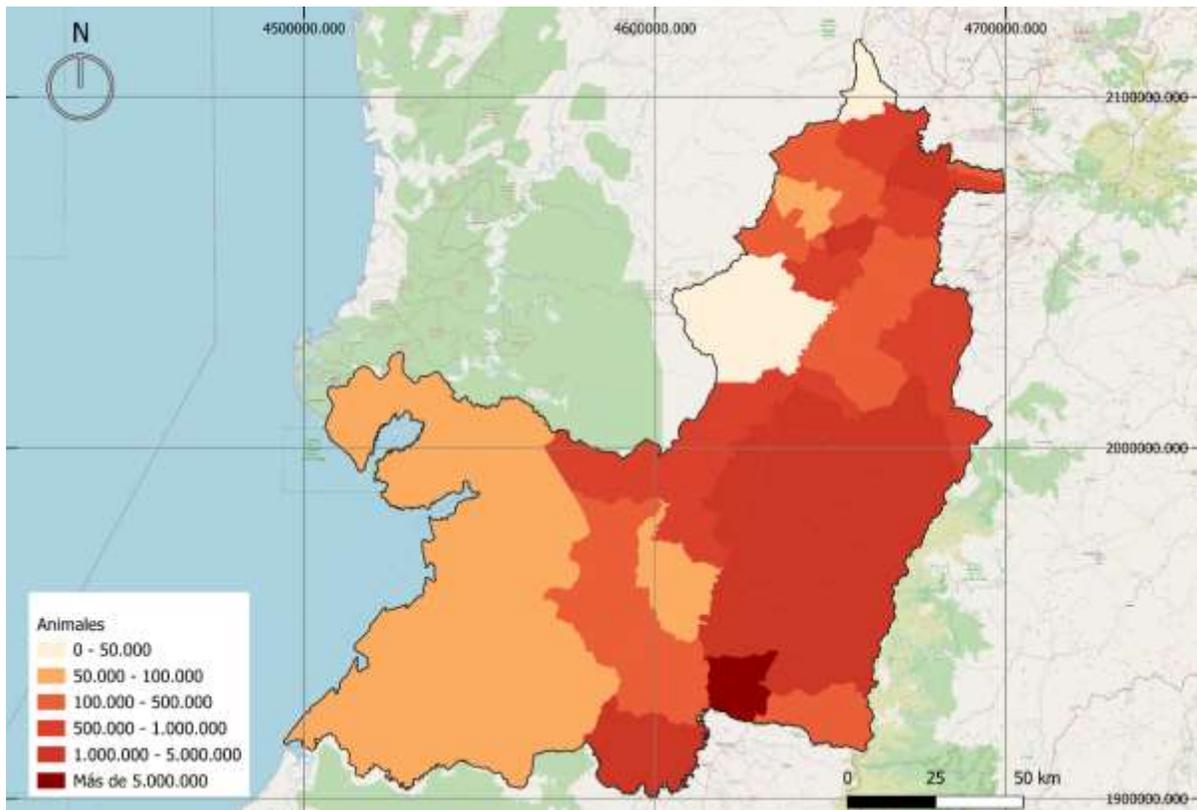


Figura 6-6. Distribución de la cantidad de animales en los municipios del departamento del Valle del Cauca en 2022. Fuente: (UPRA & ICA, 2022). Elaboración propia

La actividad pesquera artesanal genera una producción anual aproximada de 1.427 toneladas. En el litoral Pacífico, al que pertenece el departamento del Valle del Cauca, se realizan desembarcos de especies como sierra, pelada blanca, atún aleta amarilla, camarón tití y piangua. Se han presentado variaciones en el volumen de la pesca debido a las condiciones climáticas como el incremento de las lluvias y fuertes vientos, lo que genera inundaciones en veredas, presencia de basura y empalizadas en los caladeros y pérdidas de artes de pesca (Duarte et al., 2022).

El puerto de Buenaventura es el principal puerto marítimo de Colombia y uno de los diez puertos más importantes de América Latina, allí se realiza el 53 % del comercio internacional del país. En esta región se cuenta con alrededor de 6.000 pescadores artesanales carnetizados y una flota industrial que genera trabajos formales e informales (AUNAP, 2021). En el ámbito de la pesca industrial, el puerto reporta alrededor de 271 desembarcos al año de camarón de aguas profundas, camarón de aguas someras y pesca blanca, como el dorado y el atún patiseca. Los métodos empleados para esta pesca incluyen boliche, línea de mano y longline (Altamar et al., 2022).

Adicionalmente, se contabilizan 525 unidades de producción acuícola en el departamento dedicadas principalmente a la obtención de carne; cría de peces para ornamento; cría de larvas, alevinos y juveniles; y cría de peces con doble propósito (Roca-Lanao et al., 2022).

Los manglares representan ecosistemas que ofrecen importantes funciones ecológicas y socioeconómicas. Ofrecen hábitats vitales para una amplia variedad de especies, tanto comerciales como no comerciales, proporcionando refugio, alimento y sitios de reproducción, lo que los convierte en ecosistemas fundamentales para la pesca. Además, desempeñan funciones de protección costera, reciclaje de nutrientes inorgánicos y el sustento de aves migratorias. A pesar de su valor, se ha perdido el 50 % de los manglares del pacífico colombiano en las últimas décadas (Universidad Nacional de Colombia, 2022). Ante esta tendencia, es necesario implementar programas de conservación que no sólo permitirían preservar la biodiversidad, sino que también podrían mejorar los sistemas de producción acuícola en la región.

6.2.3 Industria de alimentos y bebidas

En la actualidad, el departamento alberga un total de 4.345 empresas involucradas en distintas fases de la cadena alimentaria, que abarcan desde el cultivo y cría de animales hasta el procesamiento y preparación de alimentos y bebidas, así como actividades de pesca y acuicultura. Este conjunto empresarial representa el 9,6 % del total de empresas a nivel nacional y desempeña un papel significativo en la economía local y nacional. La Figura 6-7 presenta la distribución de estas empresas, donde se destacan aquellas dedicadas al cultivo de alimentos.

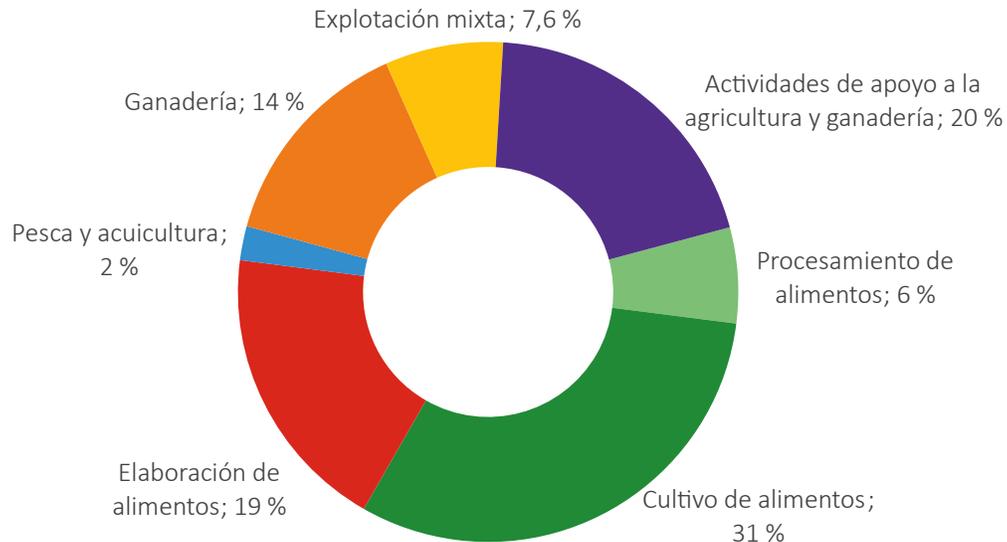


Figura 6-7. Distribución de las industrias de alimentos y bebidas en el departamento del Valle del Cauca. Fuente:(DANE, 2023b). Elaboración propia

En el ámbito del cultivo de alimentos, predominan las empresas especializadas en cultivos de caña de azúcar, seguidas por aquellas dedicadas al cultivo de frutas tropicales y subtropicales. En menor medida, se encuentran empresas de especias y plantas aromáticas y medicinales. En el sector de la elaboración de alimentos, prevalecen las empresas dedicadas a la preparación de productos de panadería; la producción de comidas y platos listos para el consumo; y la elaboración de productos lácteos (DANE, 2023b).

En el sector del procesamiento de alimentos prevalecen las empresas de conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos, que corresponden al 48,7 %. Asimismo, se encuentran empresas especializadas en el procesamiento y conservación de productos cárnicos, que constituyen el 41,4 %. En menor medida, se registran empresas dedicadas al procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos, representando el 10,0 % del total (DANE, 2023b). Adicionalmente, se registran empresas de elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y de otras aguas embotelladas. También se encuentran empresas enfocadas en la acuicultura y la pesca, tanto en aguas dulces como marítimas (DANE, 2023b).

En los últimos años, se ha observado un creciente interés por parte de empresas agroindustriales internacionales en el Valle del Cauca como un destino atractivo para expandir sus operaciones e invertir. Este fenómeno se debe a varios factores, entre ellos, el papel que desempeña la región como principal productor agrícola de Colombia, ocupando el cuarto lugar en la producción de aguacate y siendo el tercer departamento en cuanto a la exportación de este fruto. Además, el departamento cuenta con la mayor extensión de cultivos agroindustriales a nivel nacional, abarcando más de 360 mil hectáreas. A esto se suma la importancia estratégica del principal puerto del Pacífico colombiano, que facilita el 43 % del comercio exterior de la región (Invest Pacific, 2022).

Asimismo, el departamento alberga centros de investigación, viveros, cultivos y empacadoras destacadas, como Magro, la tercera empacadora de aguacate Hass más importante del país, que ha logrado penetrar en mercados de diferentes continentes. El Valle del Cauca es sede principal del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT para las Américas, consolidándose como un hub clave en el ámbito agroindustrial y de investigación para el desarrollo sostenible de la región (Alliance Biodiversity and CIAT, 2021; Invest Pacific, 2022).

6.2.4 Consumo, pérdida y desperdicio de alimentos

El departamento del Valle del Cauca se destaca como el principal centro de producción agrícola del país, gracias al trabajo de miles de productores que contribuyen a generar la mayor producción a nivel nacional. Sin embargo, según los datos reportados por la ENA del 2019, el 54,2 % del área sembrada en el departamento experimenta pérdida de cosecha. Las causas principales de este fenómeno incluyen eventos climáticos desfavorables, prácticas agrícolas deficientes, presencia de enfermedades en los cultivos y alto costo de los insumos agropecuarios (DANE, 2020). Además, se registran pérdidas en la poscosecha de alimentos debido a la falta de planificación y organización de los productores, así como la variación de precios, el mal estado de las vías terciarias y la debilidad de los circuitos cortos de comercialización (FOLU & Alianza Biodiversity - CIAT, 2022).

Se estima que solo el 2 % de la producción agrícola se destina al autoconsumo, principalmente para la alimentación humana, la generación de semillas y la alimentación animal. El restante se comercializa con acopiadores rurales, industria y mayoristas, en menor medida hay venta a minoristas, exportadores, cooperativas y centrales de abastos (DANE, 2020).

A pesar de las pérdidas generadas en el proceso de producción, desde el Valle del Cauca se envían 214.399 toneladas de alimentos al año a diversas ciudades del país, como Medellín, Bogotá, Armenia, Barranquilla, Pereira, Cartagena, Manizales, Neiva, Popayán, Bucaramanga, Cúcuta, Sincelejo, Ibagué, Pasto, Valledupar, Santa Marta, Montería y Villavicencio. Entre los productos más enviados se encuentran los procesados y las frutas, predomina el azúcar con alrededor de 87.064 toneladas al año, seguido por la piña gold (22.396 toneladas) y los cerdos en pie (18.279 toneladas), también se registra tomate chonto, papaya maradol, carne de res y banano criollo, entre otros productos (DANE, 2023d). Esta contribución al abastecimiento nacional resalta la importancia del sector agrícola en el Valle del Cauca y fortalece los lazos comerciales del departamento con las diversas regiones del país.

En contraste, se registra que el departamento importa el 70 % de los alimentos que consume, entre ellos, el pescado, situación que hace al Valle del Cauca vulnerable en materia de seguridad alimentaria y nutricional. En este mismo sentido, el estudio realizado por la Alianza Bioersity-CIAT en 2021, señala que Cali produce menos del 1% de los alimentos que consume, aunque paradójicamente es el mayor centro de consumo, flujo y redistribución de alimentos de todo el suroccidente del país. Los principales proveedores de alimentos de la capital del Valle del Cauca son otros municipios del departamento y del Cauca, Nariño, Huila y Tolima e importaciones internacionales (Alliance Biodiversity and CIAT, 2021).

Por otro lado, el desperdicio de alimentos es una problemática que afecta al 5,7 % de los hogares en el departamento, con una mayor incidencia en las cabeceras municipales. Los productos lácteos y las verduras son los más afectados, seguidos por huevos, frutas, tubérculos y plátanos. Aunque las pérdidas en carnes y cereales son menos comunes, también se registra su desperdicio. Las causas comunes de esta problemática incluyen el deterioro debido a un almacenamiento prolongado, daños por mala conservación y vencimiento de los productos. Además, en las cabeceras municipales, se registra desperdicio debido a la compra y preparación de más alimentos de los requeridos en el hogar (DANE, 2022).

En la actualidad, el 28 % de los hogares enfrentan inseguridad alimentaria, de los cuales el 4,5 % se clasifica como inseguridad alimentaria grave, especialmente en las cabeceras municipales. Estas cifras son similares al promedio nacional, que se sitúa en 28,1 % de los hogares con inseguridad alimentaria, de los cuales el 4,9 % presenta inseguridad alimentaria severa (DANE, 2023^a).

En el departamento, se dispone de alimentos para satisfacer las necesidades de todos los consumidores. No obstante, muchas personas no tienen acceso a dietas saludables debido a diversos factores, como el nivel de ingresos, las condiciones socio-geográficas y culturales, la distribución desigual de ingresos y activos, así como la inflación en los precios de los alimentos. Estos problemas conducen a casos de desnutrición y a su vez sobrepeso y obesidad, que

incrementan los riesgos de enfermedades no transmisibles y mortalidad (FOLU & Alianza Biodiversity - CIAT, 2022). La conexión entre el desperdicio de alimentos y la inseguridad alimentaria destaca la importancia de abordar eficazmente la gestión de alimentos desde la producción hasta el consumo, para garantizar un acceso equitativo a los recursos alimentarios. Esto incluye un consumo consciente para asegurar dietas más sanas y saludables.

6.2.5 Potencial de producción

En el contexto colombiano, la agricultura familiar desempeña un papel crucial en el suministro de alimentos y la seguridad alimentaria en áreas rurales (FAO et al., 2022). En el Valle del Cauca, alrededor del 22,3 % de su territorio se destina a esta práctica, lo que no solo facilita el autoconsumo sino también el abastecimiento de los mercados locales (SIPRA, 2023b). Estas prácticas no sólo contribuyen a la seguridad alimentaria, sino que también impulsa la sostenibilidad y el desarrollo económico rural del territorio (FAO et al., 2022).

El departamento se ha consolidado en el sector agropecuario y agroindustrial, destacando en las exportaciones de azúcar y café, así como en la generación de ingresos netos agrícolas generados por el sector frutícola, en particular el aguacate Hass, plátano, uchuva, gulupa y lima Tahití (FOLU & Alianza Biodiversity - CIAT, 2022). Además, desempeña un papel fundamental en la producción de proteína blanca, que involucra desde la producción de carne de cerdo, carne de pollo y huevos, hasta actividades y servicios de apoyo como la alimentación, vacunación, sacrificio, refrigeración industrial, empaques y transporte especializado (FOLU & Alianza Biodiversity - CIAT, 2022). Esta importancia se refleja en el crecimiento observado en los cultivos de chontaduro y aguacate, así como en la cría de porcinos y aves en los últimos años (UPRA, 2022; UPRA & ICA, 2022). Adicionalmente, cuenta con una diversidad de canales abastecimiento y mercados alimentarios que van desde grandes superficies hasta tiendas de barrio, lo que garantiza una amplia disponibilidad de alimentos para la población.

A pesar de contar con una sólida infraestructura vial y portuaria, el Valle del Cauca se enfrenta a diversos desafíos. Estos incluyen la falta de conectividad en las vías secundarias y terciarias, así como la limitada cobertura de servicios de extensión agropecuaria y acceso a crédito. Además, la pandemia ha tenido un impacto negativo en el Sistema de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (SADA), resultando en el aumento de los precios de los insumos agrícolas y los costos de transporte. Esto ha generado una disminución en la demanda de productos agrícolas y un aumento en las pérdidas postcosecha. Para afrontar estos desafíos y aprovechar las oportunidades, se requiere una mayor inversión en innovación, ciencia y tecnología aplicada a la producción de alimentos diversificados, considerando la biodiversidad y los pisos térmicos de la región, y fomentando la economía circular y la regeneración de los ecosistemas (FOLU & Alianza Biodiversity - CIAT, 2022).

El Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para el sector agropecuario (PECTIA) del Valle del Cauca ha priorizado 21 sistemas productivos, entre los que se encuentran el forestal, la caña de azúcar, el cannabis medicinal, el lácteo, la piscicultura y pesca, la guadua, el apícola, la vid, el cacao, los sistemas de producción ovino y caprino, las plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines (PAMCA), el maíz, la piña, el coco, el plátano, la guayaba, el aguacate, la panela, los cítricos, el chontaduro y la mora. Adicionalmente, se identifica la necesidad de investigación, desarrollo e innovación en áreas de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial; material de siembra y mejoramiento genético; manejo de cosecha, postcosecha y transformación; manejo del sistema de productivo, y manejo ambiental y sostenibilidad (Gobierno de Colombia et al., 2022).

Entre los programas establecidos se incluye el de bioeconomía, orientado a promover la sostenibilidad mediante la agregación de valor y la extensión agropecuaria, con énfasis en sistemas agroecológicos y de permacultura. Asimismo, se destaca el programa de manejo integral de sistemas productivos, enfocado en la implementación de buenas prácticas agropecuarias a través del diálogo entre saberes locales y científicos. Por último, se resalta el programa de aseguramiento de la calidad agropecuaria, cuyo objetivo es garantizar la calidad de los sistemas productivos

integrando diversos aspectos sociales, económicos, culturales, técnicos, normativos, políticos, biofísicos y ambientales, con la participación de equipos interdisciplinarios de trabajo (Gobierno de Colombia et al., 2022).

Además, se ha delineado una hoja de ruta para fortalecer los sistemas agroalimentarios del departamento en tres ejes estratégicos: promover prácticas regenerativas en zonas agrícolas, desarrollar abastecimiento y mercados eficientes y equitativos, y fomentar el consumo consciente y saludable. Estas estrategias incluyen medidas para mejorar la logística, reducir las pérdidas de alimentos, promover empresas sostenibles, y garantizar la disponibilidad de alimentos saludables para toda la población (FOLU & Alianza Biodiversity - CIAT, 2022).

Para promover cambios en el comportamiento del consumo de alimentos, se plantean estrategias de educación y comunicación adaptadas a las diferencias culturales, involucrando sectores como hoteles, restaurantes y catering para ofrecer alimentos saludables. También se propone incidir en la educación y hábitos de consumo en la comunidad escolar y entornos laborales. Por último, se centra en reducir el desperdicio de alimentos mediante medidas como la medición y los incentivos para reducirlo, así como soluciones específicas para cada etapa de preparación y consumo de alimentos (FOLU & Alianza Biodiversity - CIAT, 2022).

Estos lineamientos muestran el compromiso del departamento en mejorar constantemente su producción agropecuaria y fortalecer su sistema agroalimentario. A través de programas estratégicos, inversión en ciencia, tecnología e innovación, así como el impulso de prácticas sostenibles y regenerativas, se busca no solo garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo económico rural, sino también promover la conservación del medio ambiente y la biodiversidad. Con un enfoque integral y colaborativo, el Valle del Cauca avanza hacia una agricultura más resiliente y competitiva, que responda a los desafíos actuales y futuros, y contribuya al bienestar de sus habitantes y al crecimiento sostenible de la región.

6.3 Síntesis

El Valle del Cauca es considerado como despensa agrícola del país, con más de la mitad de su territorio dedicado en actividades agropecuarias, principalmente prácticas pecuarias. Sus características de suelo favorecen diversas actividades, que incluyen la avicultura, porcicultura, cultivo de maíz, cría de caprinos, plantaciones forestales, pastos estrella y producción de tilapia en estanques de tierra.

Además de estas prácticas, el departamento se destaca por actividades como la acuicultura, agroturismo, huertas comerciales y la transformación de productos agropecuarios. Con una extensión cultivada de 374 mil hectáreas y una producción anual de 25.449 kilotoneladas, es el mayor productor agrícola del país, destacándose la caña de azúcar como su cultivo principal. A pesar de la importancia de la pesca artesanal en la costa del Pacífico, que genera alrededor de 1.427 toneladas anuales, se ve afectada por condiciones climáticas adversas y la desaparición de los manglares, lo que requiere actividades de recuperación.

El departamento alberga una amplia gama de empresas relacionadas con la cadena alimentaria, representando el 9,6 % del total nacional, desde la producción hasta el procesamiento y preparación de alimentos, así como actividades pesqueras y acuícolas. Su posición como principal productor agrícola, su infraestructura portuaria estratégica y la presencia de centros de investigación y emparadoras importantes, atraen el interés de inversión por parte de empresas agroindustriales internacionales.

El Valle del Cauca enfrenta diversos desafíos como pérdidas de cosecha, problemas de seguridad alimentaria, desperdicio de alimentos, así como limitaciones en conectividad vial y servicios agrícolas. En respuesta, se han implementado programas y estrategias destinados a promover la innovación, ciencia y tecnología en la producción de alimentos, impulsar prácticas sostenibles y mejorar la logística y los mercados alimentarios. Además, se busca reducir el desperdicio de alimentos y garantizar el acceso a alimentos saludables para toda la población. Estas acciones reflejan el compromiso del departamento con el fortalecimiento de su sistema agroalimentario, el fomento del

desarrollo económico rural y la conservación del medio ambiente y la biodiversidad, avanzando hacia una agricultura más resiliente y competitiva.

En el siguiente capítulo, se llevará a cabo una revisión de las emisiones de gases de efecto invernadero en los diferentes sectores del departamento. Además, se analizarán los planes de acción climática establecidos para mitigar este impacto ambiental y promover prácticas sostenibles en la región.

7. Emisiones y planes de acción climática

El aumento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) por actividades humanas es el principal responsable del cambio climático que se presencia actualmente, para reducir el impacto del cambio climático se ha generado un tratado internacional, el Acuerdo de París, en el cual se ha definido la meta a largo plazo para que la temperatura terrestre no exceda los 2°C para el año 2050 en comparación a los niveles preindustriales (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2020). Colombia es uno de los países que hace parte del Acuerdo de París y por esto ha adoptado diversas políticas y estrategias fundamentales para enfrentar el reto del cambio climático. Entre ellas, la más importante es la Política Nacional del Cambio Climático (PNCC), que propone e incentiva el desarrollo territorial sostenible en conjunto con los gobiernos municipales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). En este caso, para el departamento del Valle del Cauca, esta política nacional se conjuga con el Plan Integral de Cambio Climático (PICC) para el Valle del Cauca.

En la primera parte de este capítulo, se presentan los programas para la mitigación y adaptación al cambio climático con los que cuenta el PICC para el Valle del Cauca, estos programas contienen una serie de medidas que debe adoptar el departamento para un desarrollo sostenible hacia el año 2040, estas medidas son un complemento para lograr el objetivo principal que presenta el país para ese año: la reducción del 51% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Climate Transparency, 2020). Seguido de esto, se presentan las principales fuentes de emisión que emiten GEI en el departamento y su relación directa con cada sector económico, teniendo en cuenta la cantidad de emisiones que genera cada fuente.

7.1 Mitigación y adaptación al cambio climático

Inicialmente el PICC para el Valle del Cauca, propuso una serie de medidas de adaptación para el departamento en relación con las zonas que presentan la más alta vulnerabilidad en el análisis del impacto del cambio climático en los programas de gestión y protección de los ecosistemas estratégicos y la biodiversidad y gestión integral del recurso hídrico, estas medidas de adaptación propuestas fueron ajustadas mediante actores claves del departamento para crear programas en base a unas líneas estratégicas principales y unas líneas estratégicas transversales.

Las líneas estratégicas dentro del PICC son implementadas para enmarcar las medidas de adaptación según en el enfoque con las que fueron diseñadas, estas líneas estratégicas son, la gestión en la implementación de tecnologías frente al cambio climático, intervención en zonas de interés ambiental, planificación y articulación institucional frente al cambio climático, monitoreo y verificación de implementación y la educación, fortalecimiento de capacidad institucional y transferencia del conocimiento. El PICC para el Valle del Cauca cuenta con 21 medidas de mitigación y adaptación al cambio climático (CVC - Secretaría de Ambiente, Agricultura y Pesca - CIAT, Junio de 2018), las cuales son:

1. Estrategia de conectividad y restauración ecológica entre bosque alto andino y páramo: La cual busca mantener y mejorar la integridad ecológica del páramo con otros ecosistemas, facilitando corredores biológicos que favorezcan la conectividad entre el bosque alto andino y el páramo.
2. Fortalecimiento de estrategias de conservación en ecosistemas de páramo: Para promover la conservación de ecosistemas de páramo que presentan una alta vulnerabilidad al cambio climático.
3. Gestión integral del páramo como sistema socio-ecológico: Donde se busca integrar a las comunidades locales en la delimitación y procesos ecológicos desarrollados en ecosistemas de páramo y zonas de transición, con el fin de frenar la expansión de la frontera agropecuaria con alternativas sostenibles.
4. Restauración ecológica de ecosistemas de páramo: Se requiere restaurar áreas intervenidas por acciones del humano en ecosistemas de páramo en la delimitación de parques nacionales, que permitan recuperar servicios ecosistémicos.

5. Fortalecimiento de estrategias de PSA y otros incentivos. Esta medida busca fomentar una economía forestal basada en los bienes y servicios que prestan los bosques para un desarrollo rural sostenible, a través de estrategias de pagos por servicios ambientales (PSA) y negocios verdes en las comunidades rurales del departamento mediante talleres e incentivos.
6. Restauración de áreas protectoras en zonas de captación de agua: Se pretende evitar el desabastecimiento del recurso hídrico en temporadas secas, mediante la restauración ecológica, recuperación y rehabilitación de áreas disturbadas que interfieren en la prestación de servicios ecosistémicos en las cuencas del Valle del Cauca.
7. Fortalecimiento de los lineamientos para el uso del agua en cuencas altamente vulnerables al cambio climático: Se deben brindar herramientas que permitan fortalecer los criterios bajo los cuales la corporación otorga permisos para el uso del agua superficial y subterránea en el Valle del Cauca.
8. Restauración y enriquecimiento de bosques riparios en zonas planas: Se busca intervenir los bosques de galería en estado de deterioro, además de propender por la conservación de los bosques riparios, asegurando la franja de bosque en la ladera de los ríos que las autoridades competentes exigen.
9. Creación de parcelas de monitoreo en los páramos: Para monitorear el comportamiento de los páramos, y así tomar decisiones durante la implementación del PICC y garantizar su conservación.
10. Monitoreo de especies asociadas a ecosistemas de páramo con alta vulnerabilidad: Se debe recolectar información que permita registrar cambios en la biodiversidad de los páramos, a partir de un monitoreo periódico de especies asociadas a estos ecosistemas.
11. Observatorio regional de cambio climático: Para resaltar la importancia de crear un espacio de conocimiento conformado por las universidades de la región, centros de investigación y comunidad científica en general, donde se contribuya al análisis, evaluación y adaptación frente al cambio climático y su interacción con la sociedad, el medio ambiente y la economía, con base en los procesos climáticos que sucedan en el departamento y los resultados de la implementación paulatina de las medidas de adaptación.
12. Fortalecimiento de los nodos regionales (Pacífico Sur y Eje cafetero): Donde se busca establecer un comité multidisciplinario compuesto por funcionarios de diferentes instituciones del departamento que realicen seguimiento a la implementación en el departamento y articule las acciones del plan departamental con las actividades del Nodo Regional Pacífico Sur y el Nodo Regional Eje Cafetero.
13. Recuperación de suelos degradados en zonas de ladera: Para promover la recuperación ecológica de suelos degradados por erosión hídrica en ladera y evitar el arrastre de sedimentos hacia fuentes hídricas.
14. Cosecha de agua y uso eficiente del recurso hídrico: Es importante para lograr garantizar el abastecimiento de agua para uso agrícola durante periodos secos, evitando el estrés hídrico de los cultivos, minimizando las pérdidas en los sistemas productivos ganaderos generados por deshidratación y desnutrición.
15. Mejoramiento de la red hidrométrica de las cuencas: Se debe ampliar la cobertura espacial de la red de observación hidrométrica por cuencas hidrográficas, incorporando nuevas tecnologías de automatización, información y comunicaciones y mejorando la calidad de las observaciones realizadas.
16. Restauración de suelos para uso agrícola: Para lograr una agricultura eficiente y amigable con el medio ambiente, toda vez que las prácticas agrícolas no alteren la estructura y composición natural del suelo, al igual que no se genere una sobredemanda del recurso hídrico y no alteren la calidad de este.
17. Sistema de alertas agroclimáticas tempranas. Es importante poder desarrollar capacidades en la región para poder anticiparse a los efectos del cambio climático a través de la implementación de un sistema de alerta agroclimática temprana.
18. Sistemas silvopastoriles de baja intensidad: El departamento requiere promover la implementación de sistemas silvopastoriles de baja intensidad en predios que presentan algún tipo de pérdida en la idoneidad de forrajes para el escenario de cambio climático proyectado.

19. Servicios climáticos para el sector de salud: Se debe brindar información climática oportuna por medio de la coordinación de instituciones como el IDEAM que sirva como insumo para que el sector salud tome las medidas necesarias para afrontar los impactos de la variabilidad y el cambio climáticos.
20. Control y manejo de vectores: Se busca aumentar la capacidad adaptativa de los principales centros poblados que según los análisis de impacto evidencian un incremento en la idoneidad climática para el vector *Aedes Aegypti*, mediante el desarrollo de actividades de promoción, prevención, vigilancia y control, que garanticen la reducción de la carga de las enfermedades transmitidas por vectores.
21. Fortalecimiento de capacidades en cambio climático en la salud: Fortalecer la capacidad institucional de las entidades encargadas del sector salud, mediante la gestión del conocimiento en cambio climático, donde los funcionarios puedan llevar a cabo las acciones para adaptarse a los escenarios esperados.

Para llevar a cabo las medidas diseñadas a través de estas líneas estratégicas, se disponen algunos programas para ejecutarlas, varias de las medidas comparten alguno de los cuatro programas.

7.1.1 Programa 1: Gestión integral del recurso hídrico

La optimización del uso del recurso hídrico por medio de medidas que promuevan prácticas de conservación y uso racional del recurso es de los principales objetivos del PICC para el Valle del Cauca, ya que es un foco importante para la adaptación frente al cambio climático, haciendo énfasis en zonas que presentan alta vulnerabilidad en cuanto a disponibilidad de este recurso. En paralelo se debe promover como factor prioritario la recuperación y protección integral de los ecosistemas de páramo, subpáramo y bosques altoandinos, dado que son ecosistemas estratégicos en la preservación y regulación de los principales cauces de las cuencas abastecedoras para el departamento. Dentro de este programa se encuentran las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14 y 15.

7.1.2 Programa 2: Gestión y protección de los ecosistemas estratégicos y la biodiversidad

Con este programa se busca la preservación de los ecosistemas estratégicos, siendo el principal ecosistema para este programa el de páramo y la biodiversidad del departamento por medio de la promoción de medidas de adaptación en torno a la restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas que presenten un alto grado de vulnerabilidad al cambio climático. Dentro de este programa se encuentran las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

7.1.3 Programa 3: Salud pública y planificación territorial

Se buscan implementar acciones para lograr reducir los casos de enfermedades que puedan presentarse en el territorio. Por lo que el programa requiere contribuir con la adaptación del sector salud a los posibles impactos ocasionados por el cambio climático, mediante la mejora de capacidades institucionales, al igual que de los centros médicos y personal de respaldo del sector en temas de cambio climático. Dentro de este programa se encuentran las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático 11, 12, 19, 20 y 21.

7.1.4 Programa 4: Productividad agropecuaria y seguridad alimentaria

Con este programa se busca lograr una adaptación eficiente del sector agrícola y mejorar la seguridad alimentaria, mediante prácticas sostenibles, logrando que los pequeños y medianos agricultores produzcan con una mayor eficiencia en sus terrenos, promoviendo la diversificación de cultivos, prácticas silvopastoriles y agroforestales y disminuyendo la expansión de la frontera agrícola. Dentro de este programa se encuentran las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático 11, 12, 13, 14, 16, 17 y 18.

7.2 Emisiones por sectores

El análisis de emisiones y absorciones se realiza por sectores, es importante resaltar que los países llevan un inventario de sus emisiones de acuerdo con las orientaciones metodológicas desarrolladas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Por esta razón, siguiendo el inventario nacional y departamental de gases de efecto invernadero, se determinan cuatro grandes grupos: energía, residuos, procesos industriales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés), y agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés).

Además de estos grupos IPCC, el inventario nacional de emisiones y absorciones separa y analiza los resultados en 8 sectores económicos: transporte, comercial, residencial, industrias manufactureras, minería y energía, agropecuario, forestal, y saneamiento. Cada sector económico está asociado a uno o más grupos IPCC, como se observa en la figura 7-1; en esta publicación, se analizan estos sectores en específico debido al enfoque de mitigación previsto. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2016).

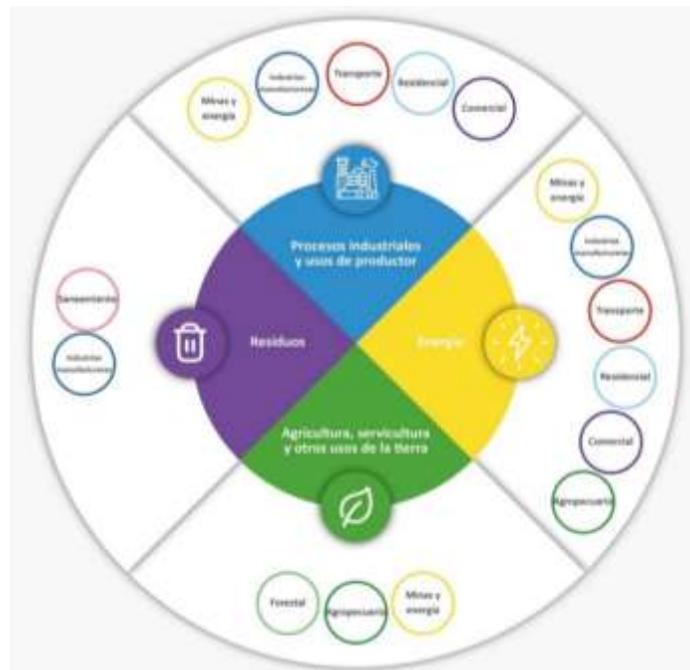


Figura 7-1. Sectores económicos involucrados en cada grupo IPCC. Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2016). Elaboración propia.

Las emisiones para el departamento del Valle de Cauca están principalmente vinculadas al sector de industrias manufactureras, esto debido principalmente a las actividades de quema de combustibles, las cuales aportan aproximadamente el 39% de las emisiones generadas principalmente por el procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2016). La figura 7-2 muestra la distribución de las diferentes fuentes de emisiones y absorciones y su respectiva cantidad de emisiones en miles de toneladas de CO₂ equivalente (Kton de CO_{2,eq.}), estas fuentes son las siguientes:

1. Industrias manufactureras y de la construcción
2. Uso de combustibles en transporte terrestre
3. Balance de carbono por crecimiento y resiembras de cultivos permanentes
4. Remociones de leña y carbono de los suelos en bosques naturales
5. Residuos sólidos - rellenos regionales

6. Quema de combustibles residencial y comercial
7. Fermentación entérica - ganado bovino
8. Directas e indirectas por orina y estiércol de animales en pastoreo
9. Balance de carbono de bosque natural convertido en otras tierras forestales (deforestación)
10. Residuos sólidos - rellenos locales, plantas integrales y celdas de contingencia
11. Gestión del estiércol - ganado no bovino
12. Uso de combustibles en aviación
13. Quema de combustibles para fuentes fijas y móviles
14. Aguas residuales domésticas - cabecera municipal (con alcantarillado y PTAR)
15. Residuos sólidos - cuerpos de agua, botadero, enterramiento y celda transitoria
16. Aplicación de fertilizantes
17. Balance de carbono en pastizales que permanecen (sistemas silvopastoriles, incendios y suelos orgánicos drenados)
18. Regeneración del bosque natural
19. Balance de carbono de bosque natural convertido en otras tierras forestales (deforestación)
20. Balance de carbono de plantaciones forestales
21. Balance de carbono por crecimiento y resiembras de cultivos permanentes

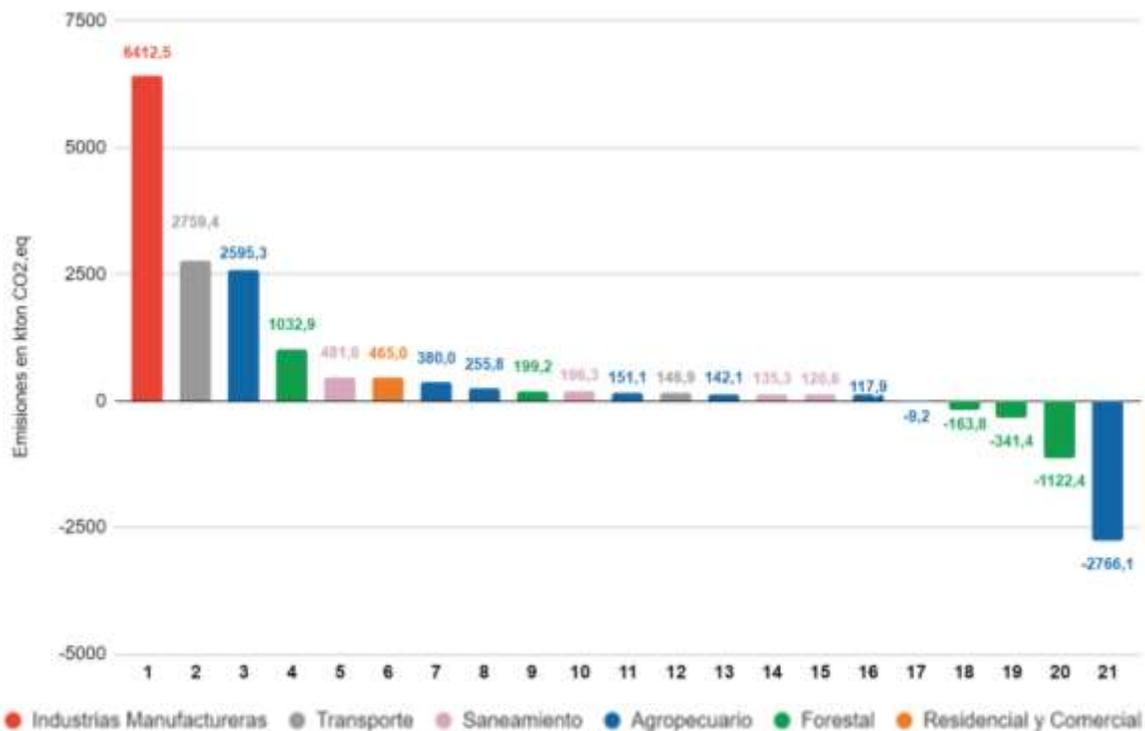


Figura 7-2. Fuentes de emisiones y absorciones en el departamento del Valle del Cauca en 2012. Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2016). *Elaboración propia.*

Las emisiones totales del departamento fueron de 15 591,88 Kton de CO₂,eq., las cuales representan un poco más del 6 % de emisiones totales del país, mientras que las absorciones totales fueron de -4 402,83 Kton de CO₂,eq., las cuales son igualmente un poco más del 6 % de las absorciones totales del país, por lo que el Valle del Cauca resulta ser uno de los departamentos que más emisiones totales y más absorciones totales generan. Cada una de las fuentes de emisiones y absorciones analizadas anteriormente está directamente relacionada con un sector económico, por lo

que se realizó una distribución porcentual, como se muestra en la figura 7-3, para determinar la participación sectorial en las emisiones en el departamento.

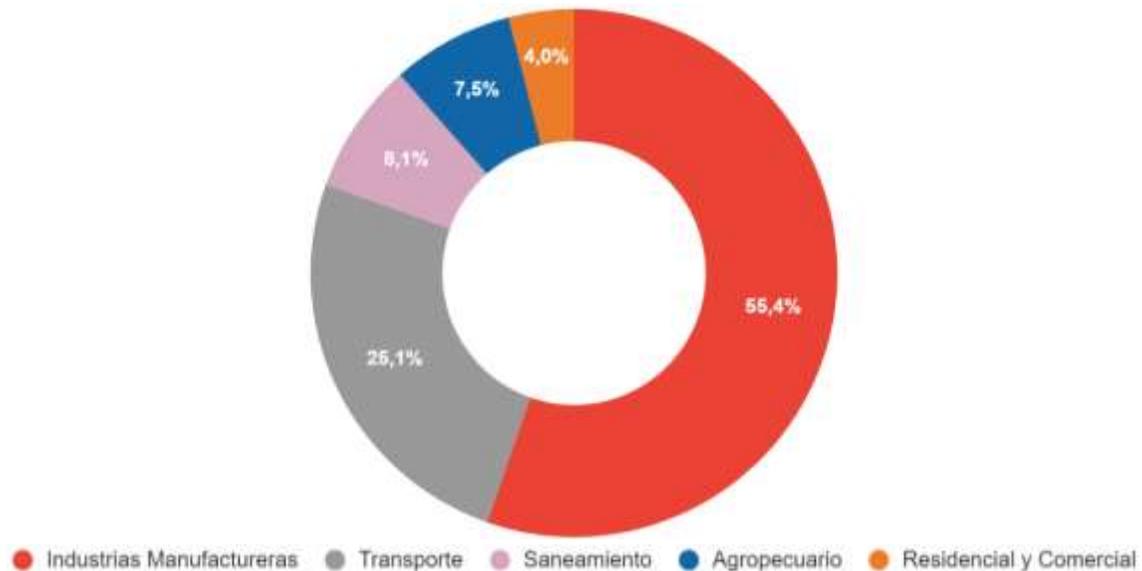


Figura 7-3. *Emisiones por sectores económicos en el departamento del Valle del Cauca en el 2012.* Fuente: (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2016). *Elaboración propia.*

Como se mencionó anteriormente, el sector predominante en las emisiones del departamento es el sector de industrias manufactureras, mientras que el transporte terrestre aporta aproximadamente el 25 % de las emisiones asociadas al movimiento de automóviles de servicio particular y público individual. El sector del saneamiento aporta más del 8 % de las emisiones netas, seguidas del sector agropecuario con poco más del 7 % de aporte en las emisiones, este último sector genera más emisiones totales, sin embargo, también es el sector que más absorciones presenta en el territorio y por ello es de los sectores que menos emisiones netas presenta. Por último, se observa que el sector residencial y comercial genera solo el 4 % de emisiones netas del departamento. El sector forestal genera más absorciones que emisiones por lo que sus emisiones netas son negativas, o son simplemente absorciones.

7.3 Síntesis

El Valle del Cauca basa su plan de acción climático ha sido analizado desde el punto de vista agrícola, recursos hídricos, salud y biodiversidad en el ecosistema de páramo, dado que el departamento prioriza estos puntos por la vulnerabilidad y riesgo que pueden llegar a representar, por ello los programas presentados están basados en la mitigación y adaptación al cambio climático en función de los cuatro puntos mencionados. El Valle del Cauca es el cuarto departamento que más emisiones netas presenta en todo el país, siendo sus principales sectores de emisión el sector de industrias manufactureras y el de transporte, estos sectores no presentan una fuente importante de absorciones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que las medidas de mitigación al cambio climático dentro de este plano no se basan directamente en eliminar las emisiones, sino a la adaptación del territorio al cambio climático y así lograr una reducción de emisiones progresiva. El principal objetivo de este plan es la gestión integral del recurso hídrico y la gestión y protección de los ecosistemas estratégicos y la biodiversidad.

El sector agropecuario y el sector forestal son los sectores económicos del país que cuentan con fuentes más importantes de absorción o sumideros de GEI, el Valle del Cauca es el quinto departamento con más absorciones totales del país, gracias a estos dos sectores, estas absorciones logran reducir gran parte de las emisiones totales del territorio lo que demuestra una buena labor en el departamento para la reducción de emisiones. Sin embargo, las mayores fuentes de emisiones en el territorio están relacionadas con la industria y al transporte, por lo que se

evidencia la urgencia de un sistema energético más sostenible en el departamento como parte integral de la solución a las emisiones, es esencial explorar fuentes de energía más limpias y sostenibles para abordar los efectos del cambio climático y avanzar hacia una transición energética efectiva. El próximo capítulo analizará el balance energético y el potencial de energías renovables en el Valle del Cauca, lo que desempeñará un papel crucial en la estrategia para reducir las emisiones de GEI.

8. Sistema energético

En la presente sección se detalla el sistema energético del Valle del Cauca, que refleja una diversidad de fuentes y dinámicas. Aunque su incidencia en hidrocarburos y minería es limitada, el departamento cuenta con una infraestructura eléctrica diversificada que integra generación térmica, hidráulica, solar y cogeneración, destacando el aprovechamiento de residuos de la industria azucarera. Además, su demanda energética está liderada por el transporte y el sector residencial, mientras que la conectividad para hidrocarburos enfrenta desafíos en costos. Complementando este panorama, el Valle cuenta con un notable potencial en energías renovables, especialmente en biomasa, solar e hidráulica, lo que refuerza su capacidad para avanzar hacia una matriz energética más limpia y sostenible.

8.1 Balance energético departamental

En esta sección se presenta el balance energético departamental, teniendo en cuenta la producción de energía primaria, importación y producción de energía secundaria y consumo energético por los diferentes sectores finales.

8.1.1 Energía primaria

El Valle del Cauca es un departamento que no tiene incidencia nacional frente a sus recursos en hidrocarburos. La Figura 8-1 muestra el mapa de zonas carboníferas presentes en el departamento del Valle del Cauca. Allí se encuentra ubicada la zona carbonífera homónima del departamento con unas reservas estimadas de 231,58 Mt de carbón, con una producción localizada en los municipios de Jamundí y Cali de 48,3 kt en 2022 y de 33,4 kt en 2023. La Agencia Nacional de Hidrocarburos no reporta áreas de exploración ni explotación de recursos fósiles de petróleo o gas en el departamento.

Con respecto a fuentes de energía primaria de origen renovable, el departamento del Valle del Cauca resalta por la bioenergía. La actividad agrícola en la región, principalmente por el cultivo y procesamiento de caña de azúcar, lo que conlleva a ser un productor de etanol con una producción de 55,4 Mgal en 2022, principal productor de Colombia, que es utilizado con fines energéticos en la mezcla de con gasolina para vehículos o el aprovechamiento de los residuos agrícolas para el aprovechamiento en calor o la autogeneración de electricidad en los complejos industriales (ver sección 8.3.4). Por otro lado, el Valle del Cauca registra un consumo de alrededor de 90 kt de leña para la cocción de alimentos, según el Plan Nacional de Sustitución de Leña, lo que conlleva a implicaciones de salud humana por su ineficiente combustión y podría implicar hasta problemas de sostenibilidad como deforestación.



Figura 8-1. Mapa de zonas carboníferas en Valle del Cauca. Fuente:

8.1.2 Energía secundaria

En el Valle del Cauca se observa una diversidad en la infraestructura de generación eléctrica, compuesta por las categorías: térmica, solar, hidráulica y cogenerador. Hay cuatro plantas térmicas con una capacidad instalada total de 481,8 MW concentrada dos plantas de gran escala (TERMOVALLE CC con 241 MW y TERMOEMCALI CC con 229 MW), mientras las otras unidades tienen capacidades significativamente menores. En cogeneración, el departamento es quien tiene la mayor incidencia en esta tecnología en Colombia, con 7 unidades cuya capacidad instalada conjunta asciende a poco menos de 73 MW, aunque tiene un menor peso en la matriz de generación eléctrica, es una de las primeras aproximaciones tecnológicas a la Transición Energética, al reemplazar quema de carbón por residuos propios de la industria azucarera, principalmente. Las unidades más grandes tienen una capacidad de 19,9 MW (MAYAGUEZ 1 e INGENIO PROVIDENCIA 2), pero otras son considerablemente pequeñas o incluso inactivas (INGENIO PICHICHÍ 1 con 0 MW) (XM, 2024).

Sobre generación eléctrica con fuentes renovables, hay 12 plantas solares, con una capacidad de poco menos de 94 MW. En promedio, cada unidad tiene una capacidad efectiva de aproximadamente 7,81 MW. La mayoría de estas plantas son de mediana capacidad, con algunas unidades destacadas como "Celsia Solar La Victoria I y II", que aportan individualmente 19,90 MW, representando cerca del 42% del total solar. La presencia de varias plantas pequeñas, como "Granja Solar El Salado" con apenas 0,1 MW, sugiere un enfoque mixto entre generación a gran escala y generación distribuida, como esquema de diversificación, no solo en tecnología, sino en tamaño.

En contraste, la energía hidroeléctrica con 17 unidades instaladas, tiene una capacidad más de 7 veces mayor que la solar, un total de alrededor de 640 MW, representando el 49,5% de la capacidad total del departamento; así, aunque

el número de unidades es menor que la solar, este tipo destaca por la alta capacidad instalada, dominada por la planta ALBÁN (427 MW). Las demás plantas oscilan entre 0,7 MW y 132 MW.

Finalmente, el departamento del Valle del Cauca no es productor de energía secundaria fósil, al no contar con refinerías instaladas en su territorio. Por lo tanto, al departamento se transportan combustibles líquidos y gas natural por la infraestructura mencionada en la siguiente sección.

8.1.3 Consumo final de energía por sectores

El Valle del Cauca registró un consumo para el año 2022 de 5,81 TWh de electricidad; 597 Mm³ de gas natural (Superservicios, 2024); 240 Mgal de gasolina; 171 Mgal de diésel (SICOM, 2024) en 2022 y 60 kt de leña (UPME, 2023), lo que representa un estimado de 93,2 PJ. De este consumo energético, el 57 % se realiza en transporte, 19 % industrial, 16 % residencial, 6 % comercial y 1 %, ambos sectores: oficial y otros.

En el sector transporte, el consumo es principalmente con combustibles fósiles como la gasolina, 51 %, diésel 44 % y el restante con gas natural vehicular. El sector industrial se satisface principalmente de gas natural y electricidad. Para este sector industrial no se tuvo en cuenta en los cálculos el calor aprovechado por la combustión de bagazo de caña en procesos industriales. Por otro lado, en el sector residencial, el consumo en un 67 % es con electricidad y 33 % con gas natural. Finalmente, el sector comercial, representa un consumo de un 79 % de electricidad y 21 % de gas natural.

En conclusión, el consumo energético del Valle del Cauca en 2022 refleja una fuerte dependencia de combustibles fósiles, especialmente en el sector transporte, que representa más de la mitad del consumo total de energía. Aunque sectores como el industrial, residencial y comercial muestran una mayor participación de electricidad y gas natural, aún persisten oportunidades para integrar fuentes renovables y optimizar el uso de energía, especialmente en el sector industrial, donde el aprovechamiento del bagazo de caña no ha sido plenamente considerado. Esto resalta la necesidad de impulsar estrategias que fomenten la transición energética y la diversificación de la matriz energética en la región.

8.2 Infraestructura energética

La infraestructura energética relacionada al transporte y almacenamiento de hidrocarburos se presenta en la figura 8-2. Es una infraestructura que se extiende hacia el interior, conectando las áreas de producción (fuera del departamento) con almacenamiento y consumo. Las líneas azules y rosadas representan los gasoductos y poliductos, respectivamente. En esta zona se presta el servicio de gas natural bajo la modalidad de distribución por redes Gas Natural -GN, Gas Natural Comprimido -GNC y Gas Licuado de Petróleo -GLP.

Estas infraestructuras abastecen el departamento del energético y llevan al puerto de Buenaventura, los tanques negros en la figura indican la presencia de planta o estaciones de almacenamiento; es una red distribuida y conecta las regiones estratégicas industriales del departamento, no obstante, al estar lejos de los pozos, hace que el precio promedio del gas sea superior a otros departamentos. El CUv (Costo Unitario Variable) es de \$3.000 COP por m³, en comparación con, por ejemplo, Casanare con un CUv DE \$1.000 COP.

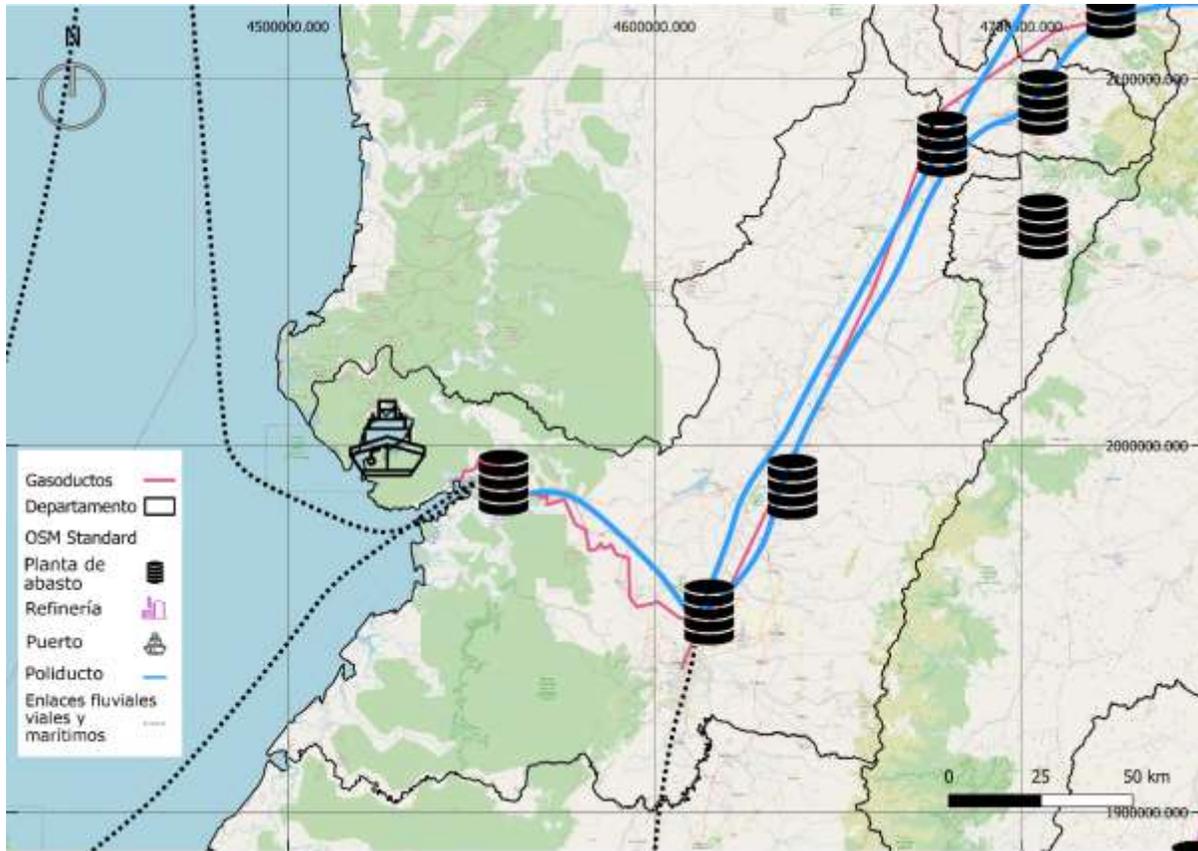


Figura 8-2. Mapa de infraestructura energética de gas y combustibles líquidos en Valle del Cauca. Fuente: (UPME, 2022)

8.3 Potenciales de energías renovables

El Valle del Cauca posee un notable potencial para el desarrollo de energías renovables gracias a su diversidad geográfica y climática. La disponibilidad de recursos como la irradiación solar en las zonas llanas, la abundancia hídrica en áreas montañosas y la posibilidad de aprovechamiento de biomasa proveniente de la industria azucarera destacan como oportunidades clave para diversificar la matriz energética y avanzar hacia una transición sostenible.

Aunque el potencial geotérmico es nulo, el eólico es limitado y las condiciones geográficas imponen restricciones, el departamento presenta oportunidades significativas para expandir proyectos de generación a pequeña y gran escala en energía solar y pequeña escala para hidroeléctrica como PCH. Esto posiciona al Valle del Cauca como un actor estratégico para fortalecer la generación limpia en Colombia y promover la sostenibilidad energética regional. En esta sección presenta un análisis de potencial del departamento.

8.3.1 Energía solar fotovoltaica

El mapa de irradiación Global Horizontal (GHI) indica la cantidad de energía solar incidente por unidad de superficie. Los valores se representan por una escala de colores, el azul, indica una baja irradiación que para el departamento del Valle del Cauca es de 3 kWh/m² por día; en su opuesto, el rojo indica una alta irradiación con valor de 6. La irradiación más alta se concentra mayoritariamente en áreas llanas o regiones de baja altitud, mientras que las zonas de menor irradiación corresponden a áreas montañosas o con mayor cobertura de nubes.

La menor irradiación se encuentra hacia la cordillera occidental, lo que indica limitaciones para la instalación de sistemas fotovoltaicos de gran capacidad, aunque podrían considerarse soluciones pequeñas o sistemas híbridos; en el punto medio, las zonas de color amarillo o verde, oscila entre 4 y 5 kWh/m², aunque no son zonas óptimas para

generación, siguen siendo viables en la instalación de sistemas solares de generación a mediana escala. No obstante, el departamento cuenta con una extensa área con radiaciones que alcanzan 6 kWh/m². Estas son ideales para el desarrollo de proyectos de energía solar a gran escala.

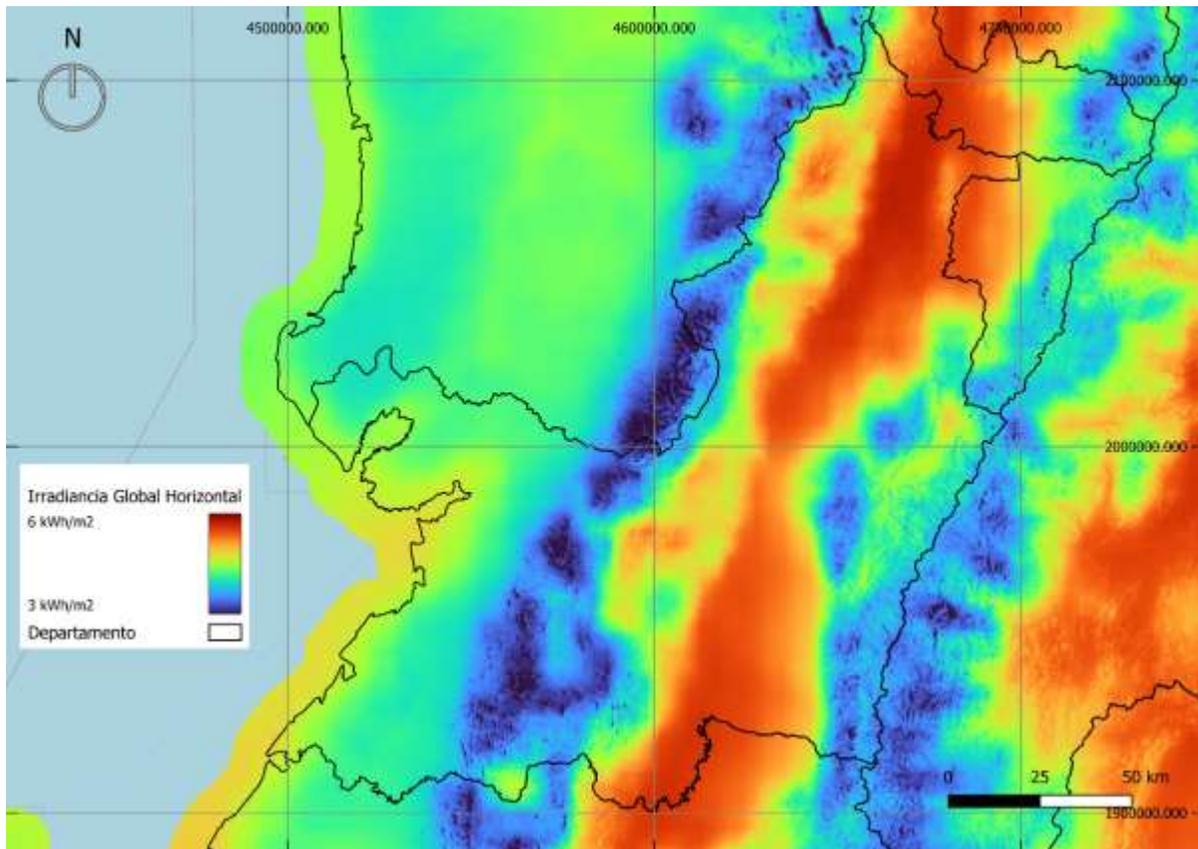


Figura 8-3. Mapa de potencial solar fotovoltaico por Irradiancia Global Horizontal del Valle del Cauca. Fuente: elaboración propia con información de (World Bank, ESMAP, & SOLARGIS, 2024)

8.3.2 Energía eólica

Su potencial eólico es limitado en casi toda la extensión departamental, no obstante, sobre la cordillera central, en zona limítrofe con el departamento del Tolima, existe una franja de generación que puede ser evaluada en función a la topografía específica que se encuentre; también se encuentran unas pequeñas zonas con potencial sobre la cordillera occidental. Actualmente, no tienen ningún proyecto eólico.

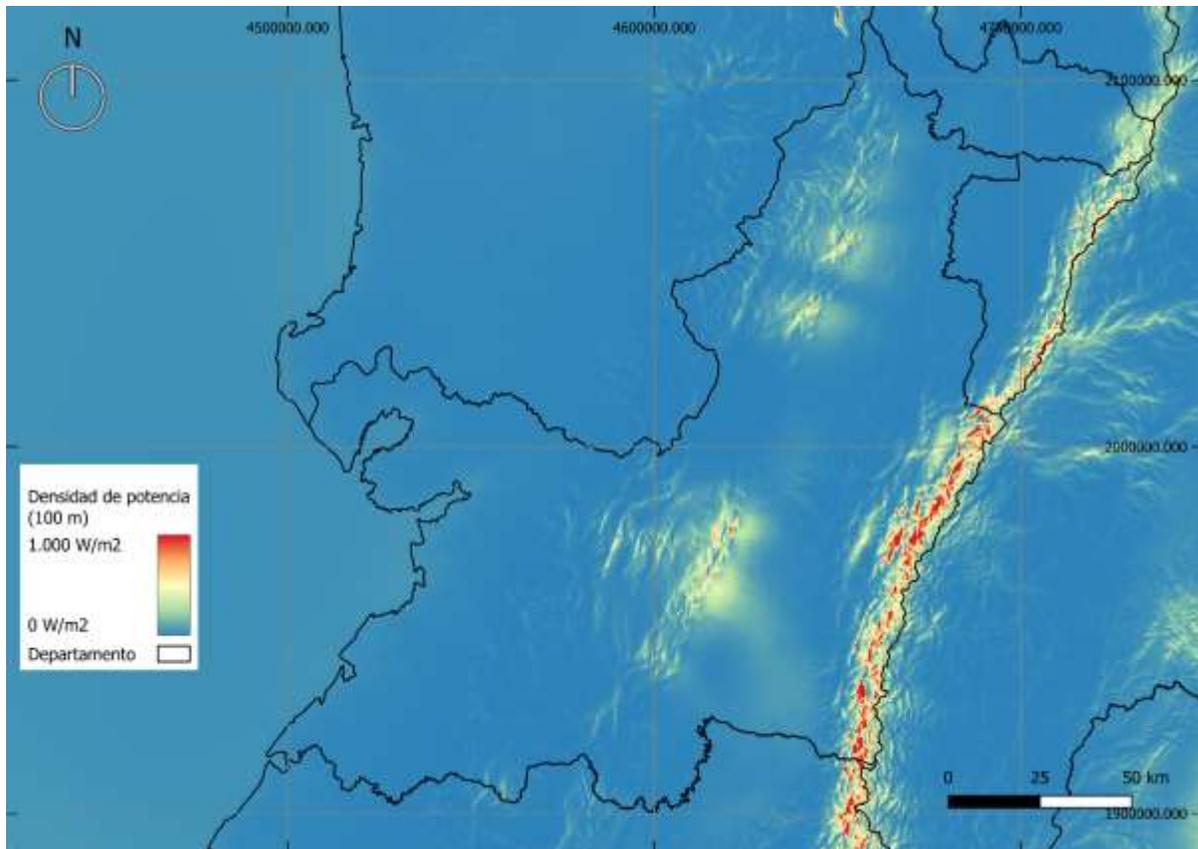


Figura 8-4. Mapa de potencial eólico por densidad de potencia eólica del Valle del Cauca. Fuente elaboración propia con información de: (World Bank, ESMAP, VORTEX, et al., 2024)

8.3.3 Hidroenergía

La hidroenergía, el potencial más abundante y explotado del departamento, como se observa en la Figura 8-5. El Valle del Cauca presenta un significativo potencial hidroeléctrico, con áreas que varían desde bajos potenciales de menos de 500 kW hasta zonas con un alto potencial superior a los 100,000 kW. La mayoría de la región tiene un potencial hidroeléctrico moderado a alto, adecuado para el desarrollo de micro, mini y pequeñas centrales, mientras que algunas zonas clave cuentan con el recurso suficiente para la instalación de grandes centrales hidroeléctricas. Este potencial se distribuye de manera variada por todo el departamento, destacando áreas con posibilidades de aprovechamiento energético a diferentes escalas y la posibilidad de realizar un despliegue de pequeñas centrales hidroeléctricas, las cuales resultan ser más sostenibles, en gran parte del territorio.

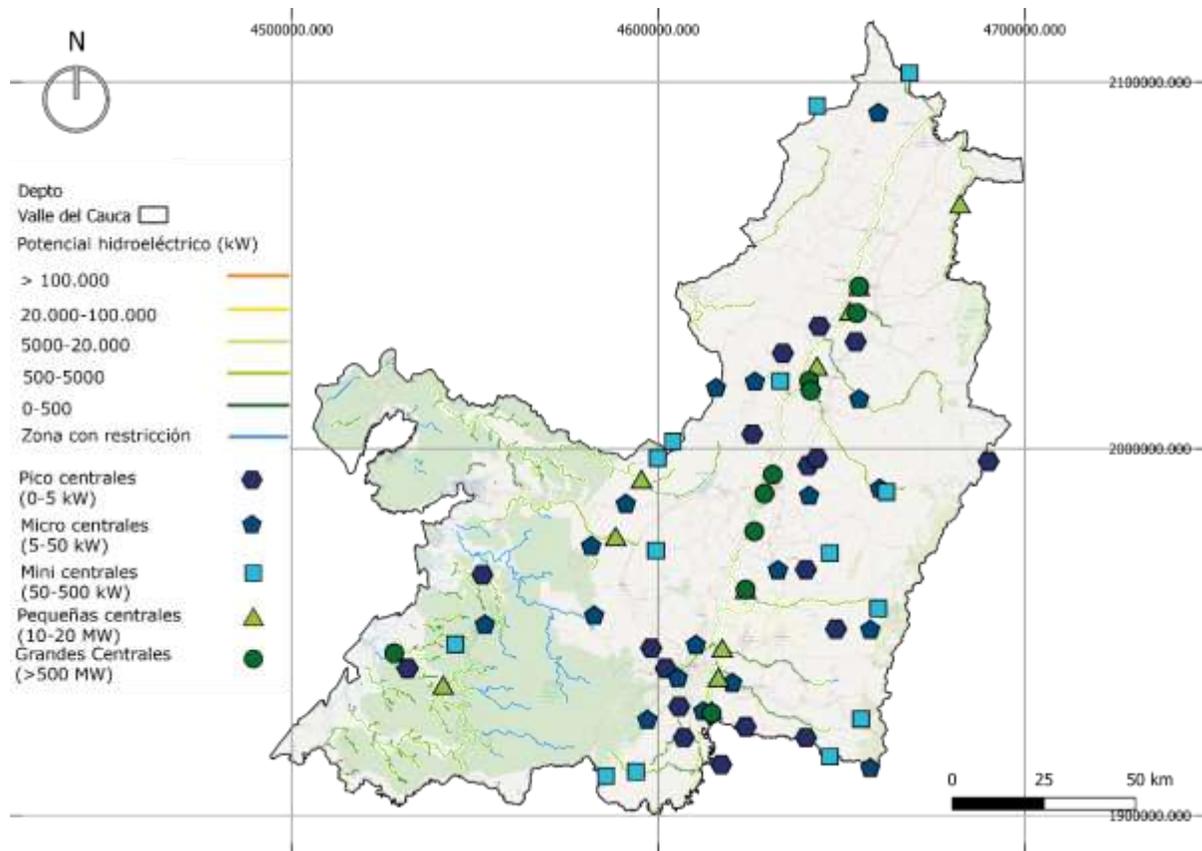


Figura 8-5. Mapa de potencial hidroeléctrico del Valle del Cauca. Fuente: elaboración propia con información de (UPME, 2015)

8.3.4 Biomasa residual

Los residuos provenientes de actividades agrícolas, ganaderas, forestales y los residuos sólidos urbanos del departamento presentan un potencial significativo para la generación de energía. Es factible realizar una estimación del potencial energético considerando las posibles restricciones para su aprovechamiento. En este contexto, se distingue entre el potencial teórico, que representa la energía física que teóricamente puede ser utilizada, y el potencial técnico, que forma parte del potencial teórico, pero tiene en cuenta las restricciones de uso y acceso a la biomasa (Batidzirai et al., 2012; Buriticá et al., 2020).

En el caso de la producción agrícola, se generan alrededor de 16 millones de toneladas de residuos al año con un potencial energético teórico de 134,8 PJ/año y un potencial energético técnico de 13,6 PJ/año. La Tabla 8-1 muestra el potencial energético de los residuos de los principales cultivos del departamento, considerando el tipo de residuo que puede estar disponible para uso en la producción de energía. El producto que más genera residuos al año es la caña de azúcar, con un total de 6.679 kilotoneladas de hojas y parte alta de la planta y 6.422 kilotoneladas de bagazo, seguido por la cáscara de naranja con 69.335 toneladas y la cáscara de piña con 53.366 toneladas.

El mayor potencial energético teórico y técnico lo tienen las hojas y parte alta de la caña de azúcar con un valor de 60,5 PJ/año y 12,1 PJ/año, respectivamente. Aunque el bagazo de caña de azúcar tiene un potencial teórico de 58,5 PJ/año, en la actualidad se emplea principalmente para el calentamiento dentro de los procesos de producción de los ingenios azucareros, lo que limita su aprovechamiento para considerar un potencial energético técnico (Guio-Pérez et al., 2016; Cenicaña, 2020). En el Anexo B se ofrece información sobre los parámetros utilizados para calcular este potencial energético.

Tabla 8-1. Potencial energético de los residuos de los principales cultivos del Valle del Cauca. Elaboración propia

Producto	Área sembrada [ha] ^a	Total residuos [kt/año]	Potencial teórico [TJ/año]	Potencial técnico [TJ/año]
Caña azucarera (hojas y parte alta)	212.076,2	6.678,8	60.491,7	12.098,3
Naranja (cáscara)	6.049,7	69,3	1.124,6	337,4
Piña (cáscara)	2.545,6	53,4	889,6	266,9
Aguacate (semilla)	11.850,2	32,2	257,4	77,2
Café (Hoja)	51.395,7	8,7	119,7	29,9
Arroz (Cáscara)	3.104,5	4,3	60,8	24,3

Fuente: a: UPRA, 2022. Elaboración propia

La producción pecuaria genera alrededor de 5.479 kilotoneladas de estiércol al año, lo que equivale al 17,8 % del total producido a nivel nacional. Este volumen representa un potencial teórico de 24,2 PJ/año y un valor de 10,6 PJ/año para el potencial energético técnico. La Tabla 8-2 muestra el potencial energético de los residuos de los animales criados en el Valle del Cauca; en este caso, el mayor potencial teórico y técnico corresponde al ganado bovino, con valores que corresponden al 63 % y 68 %, respectivamente, de potencial total pecuario.

Tabla 8-2. Potencial energético de los residuos animales en el Valle del Cauca. Elaboración propia.

Especie	Cantidad de cabezas ^a	Total residuos [kt/año]	Potencial energético teórico [TJ/año]	Potencial energético técnico [TJ/año]
Aves	44.186.185	645,1	7.138,3	2.141,5
Bovinos	505.047	4.035,2	15.234,0	7.236,1
Porcinos	1.348.592	625,1	1.202,0	961,6
Ovinos	15.372	14,0	53,7	19,3
Equinos	30.873	140,9	493,2	246,6
Caprinos	2.278	0,4	4,4	1,6
Búfalos	1.711	18,4	71,7	35,8

Fuente: a: UPRA & ICA, 2022

El departamento cuenta con una extensión forestal de 27.617 hectáreas, que genera aproximadamente 160.517 toneladas de residuos anuales, incluyendo pulpa, aserrín y otros subproductos del bosque. Estos residuos representan un potencial energético teórico de 3,0 PJ/año. Considerando un factor de disponibilidad de 0,5, se genera un potencial energético técnico de 1,5 PJ/año (Guio-Pérez et al., 2016).

Con una población estimada de 4.638.029 habitantes en el departamento para el año 2023 y una producción promedio de 0,66 kg de residuos por persona al día, se calcula el potencial de los residuos sólidos urbanos que podrían ser utilizados para la generación de energía (Buritica et al., 2020; DANE, 2023). Este potencial corresponde a un potencial teórico de aproximadamente 7,0 PJ/año y un potencial técnico de 5,8 PJ/año.

En lo que respecta a los residuos agroindustriales, estos comprenden los generados en diversas actividades: el procesamiento de leche, que suma un total de 562,4 toneladas anuales; los residuos provenientes del sacrificio de bovinos, que resultan en la generación de 5.864,9 toneladas de rumen; los residuos generados en la producción de cerveza, que corresponden a 377 toneladas de lodos al año; y los residuos derivados de la generación de alcohol, que alcanzan las 7.183 kilotoneladas de vinazas anuales.

El procesamiento de la leche en el departamento genera un potencial energético teórico de 1,0 TJ/año. Aplicando un factor de disponibilidad de 0,6, este valor se reduce a un potencial energético técnico de 0,6 TJ/año. En el caso de los residuos de los sacrificios, se obtiene un potencial energético teórico de 2,2 TJ/año, para la producción de cerveza se genera un potencial energético teórico de 453,7 TJ/año, y en la producción de alcohol se obtiene un potencial teórico de 1.977,0 TJ/año. Dado que los procesos de sacrificio, cerveza y alcohol se realizan en una planta procesadora, se estima que el potencial técnico es igual al teórico debido a su disponibilidad constante en el sitio. En consecuencia, el potencial energético teórico y técnico de los residuos agroindustriales corresponde a 2,4 PJ/año.

El potencial teórico total de la biomasa residual del departamento corresponde a 171,4 PJ/año. Teniendo en cuenta la disponibilidad de acceso a los residuos, este potencial se reduce a un valor técnico de 34,0 PJ/año. La figura 8-6 muestra el aporte de cada sector a los residuos, el potencial energético teórico y el potencial energético técnico del Valle del Cauca, resalta el sector agrícola y pecuario que en conjunto representan el 71,3 % del potencial técnico.



Figura 8-6. Aporte de cada sector en la producción de residuos, potencial energético teórico y potencial energético técnico del Valle del Cauca. Elaboración propia

La figura 8-7 muestra el potencial energético teórico distribuido en el territorio del departamento, teniendo en cuenta el área sembrada, la distribución de animales, los residuos agroindustriales y la distribución de la población en los municipios.

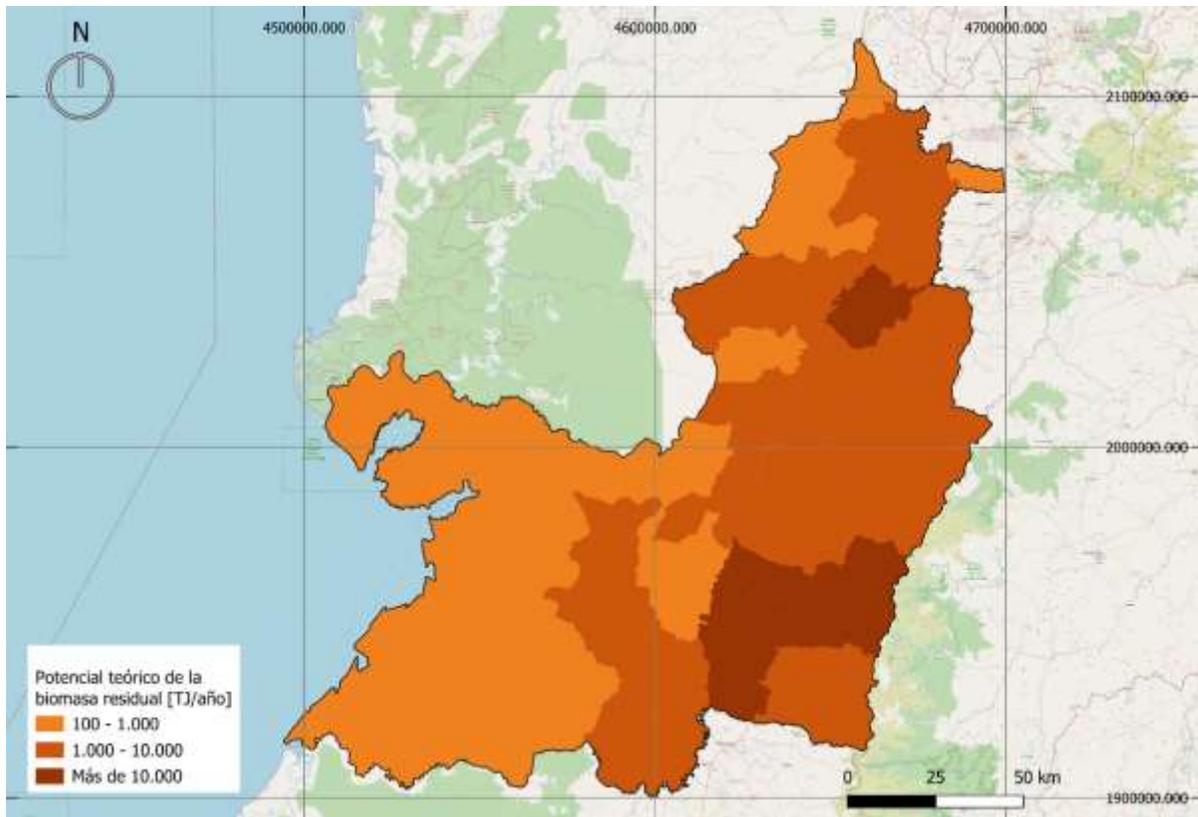


Figura 8-7. Potencial energético teórico de la biomasa residual del Valle del Cauca. Elaboración propia.

En contraste, la Figura 8-8 presenta la distribución del potencial energético técnico. Esta información permite identificar las regiones con potencial para aprovechar la biomasa residual como energía renovable, lo que podría facilitar la planificación y desarrollo de proyectos eficientes en el departamento.

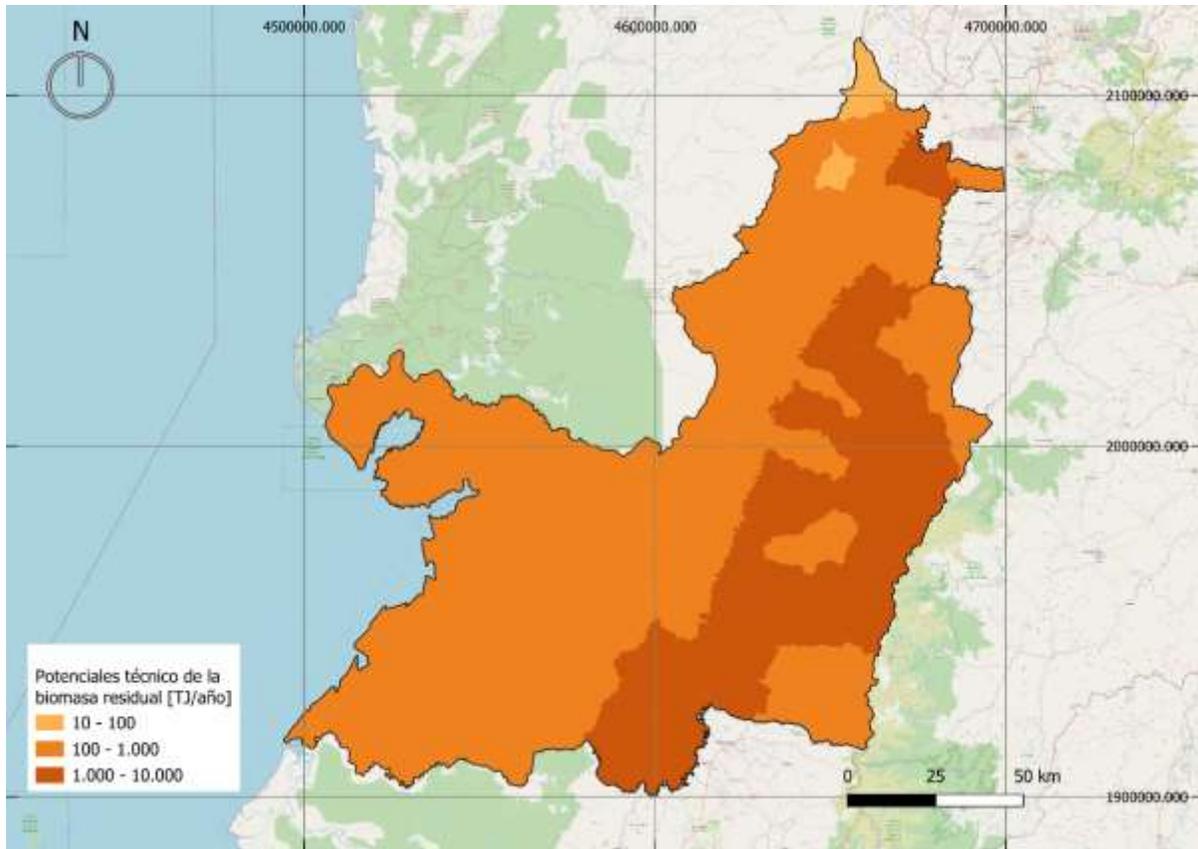


Figura 8-8. Potencial energético técnico de la biomasa residual del Valle del Cauca. Elaboración propia.

8.4 Síntesis

El Valle del Cauca cuenta con una matriz energética diversa pero centrada principalmente en fuentes hidroeléctricas, que representan el 49,5 % de su capacidad instalada total de generación eléctrica (640 MW). La planta ALBÁN, con 427 MW, tiene la mayor preponderancia, mientras que la energía solar, aunque tenga un mayor número de plantas instaladas, 12 en total, tiene sólo una capacidad conjunta de 94 MW. Adicionalmente, el departamento lidera en cogeneración en Colombia, con 73 MW provenientes de residuos de la industria azucarera principalmente, una contribución relevante hacia la transición energética. En contraste, las fuentes eólicas tienen un potencial limitado, aunque se identifican áreas específicas en la cordillera central con posibles oportunidades para proyectos pequeños residenciales, sin mayor posibilidad de aprovechamiento comercial.

Los residuos de caña de azúcar, ganado bovino y residuos sólidos urbanos destacan como los principales contribuyentes al potencial de la biomasa residual. En conjunto, este potencial se estima en 34,0 PJ/año, con una significativa contribución del sector agrícola y pecuario. Identificar las regiones con mayor capacidad para aprovechar estos recursos como fuente de energía renovable podría impulsar la planificación y desarrollo de proyectos sostenibles en el departamento.

En términos de consumo energético, el sector transporte es el principal demandante, con 55.676 TJ anuales, sustentado en combustibles fósiles (gasolina y diésel). Le sigue el sector residencial, con 18.243 TJ, donde la electricidad cubre el 57 % de la demanda, destacándose como un área clave para estrategias de eficiencia energética. Aunque el Valle del Cauca enfrenta limitaciones en recursos de hidrocarburos y altos costos de gas natural debido a su ubicación, cuenta con oportunidades significativas para ampliar su infraestructura renovable, particularmente en energía solar a gran escala, en las zonas de alta irradiancia del departamento.

9. Conclusiones

El Valle del Cauca, que representa aproximadamente el 9 % de la población de Colombia y el 10 % de su PIB, se destaca por su producción agroindustrial, especialmente en la industria azucarera. En términos socioeconómicos, el departamento presenta indicadores más favorables que el promedio nacional, como en pobreza monetaria, multidimensional, necesidades básicas insatisfechas y desigualdad departamental. Además, su tasa de desempleo es inferior al promedio nacional, con una fuerte presencia en los sectores de servicios, industria manufacturera y sector público.

No obstante, a pesar de su riqueza natural, el Valle enfrenta serios desafíos derivados de la violencia y el conflicto armado, los cuales amenazan su estabilidad social, económica y ambiental. La presencia de actores armados ilegales ha generado disputas por el control territorial y las economías ilícitas, como el narcotráfico y la minería ilegal. Estas confrontaciones han provocado desplazamientos, amenazas y homicidios selectivos, afectando principalmente a las comunidades rurales, étnicas y a defensores de derechos humanos. Además, la explotación ilegal de recursos ha deteriorado el medio ambiente, contaminando fuentes de agua, destruyendo hábitats y amenazando la biodiversidad, dificultando así los esfuerzos hacia un desarrollo sostenible.

El ordenamiento territorial es esencial para entender la complejidad del Valle, en términos de sus ecosistemas, recursos naturales y uso del suelo. La actividad agrícola, extendida principalmente en la región central, junto a las limitadas condiciones climáticas y naturales, exige una gestión adecuada para avanzar hacia un desarrollo sostenible. El manejo de los ecosistemas transformados, fuentes hídricas y áreas protegidas, como los manglares y los páramos, es clave para asegurar una gestión eficiente del agua, recurso vital para las actividades productivas.

La intervención humana sobre el territorio, sumada a la presión sobre los recursos naturales, plantea un desafío significativo. El Valle, con contrastantes condiciones naturales entre el Pacífico húmedo y la región del río Cauca, enfrenta un equilibrio difícil entre las actividades económicas de alto impacto y la conservación de los ecosistemas. En este contexto, el manejo adecuado del agua y la implementación de un ordenamiento ambiental son fundamentales para mitigar los impactos y garantizar la sostenibilidad de todos los sectores.

En el ámbito agroalimentario, el Valle se enfrenta a retos como pérdidas de cosechas, inseguridad alimentaria y desperdicio de alimentos. Sin embargo, a través de programas orientados a la innovación y sostenibilidad, el departamento ha mostrado un compromiso con el fortalecimiento de su sector agrícola y agroindustrial, promoviendo la resiliencia y competitividad. Estos esfuerzos no solo buscan mejorar la situación económica y social, sino también contribuir a la conservación ambiental y la biodiversidad.

En cuanto a la vulnerabilidad climática, el Valle ha formulado un plan de acción enfocado en la protección de ecosistemas estratégicos y la gestión integral del recurso hídrico. Este enfoque busca adaptarse al cambio climático, respaldado por los esfuerzos en la absorción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los sectores agropecuario y forestal, contribuyendo a la reducción progresiva de emisiones.

Finalmente, el sistema energético del Valle, diversificado en fuentes como la térmica, hidráulica, solar y biomasa, presenta un alto potencial para la transición hacia energías renovables. Aunque aún depende de los combustibles fósiles, especialmente en el transporte, la región tiene la oportunidad de convertirse en un referente de sostenibilidad energética en Colombia, optimizando sus recursos renovables y reduciendo su dependencia de fuentes fósiles. La biomasa residual, proveniente de los sectores agrícola y pecuario, destaca como un recurso clave en la generación de energía renovable, impulsando la necesidad de estrategias para su aprovechamiento sostenible y el fortalecimiento del sector agroindustrial del Valle.

10. Bibliografía

10.1 Condiciones socioeconómicas

DANE. (2021). Indicador de Necesidades básicas insatisfechas.

DANE. (2022a). Estadísticas vitales 2022.

DANE. (2023). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2022.

DANE. (2023a). Indicadores de pobreza y desigualdad 2022.

DANE. (2023b). Indicador de pobreza multidimensional 2022.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). Indicadores básicos de salud 2022. Situación de salud en Colombia. Bogotá D.C., Colombia

10.2 Economía, infraestructura y producción

Cámara de Comercio de Cali. (2023). Buenaventura: el puerto de Colombia. Grupo de Estudios Empresariales y de Competitividad. Informe 135.

Consejo Privado de Competitividad. (2023). Informe Nacional de Competitividad 2023.

DANE. (2023). Producto interno bruto departamental.

DANE. (2023^a). Empleo y desempleo.

DANE. (2023b). Mercado laboral departamental.

Gobernación del Valle del Cauca. (2020). Plan de Desarrollo “Valle Invencible” 2020-2023.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2023). Perfiles Económicos Departamentales. Valle del Cauca. Oficina de Estudios Económicos.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2023). Informe de Viabilidad Fiscal Territorial Valle del Cauca 2022.

10.3 Desafío y tensiones sociales

Bravo, N. (2021). La nueva violencia fragmentada en el Valle del Cauca. La silla vacía. <https://www.lasillavacia.com/silla-nacional/pacifico/la-nueva-violencia-fragmentada-del-valle-del-cauca/>

Defensoría del Pueblo. (2021a). SAT. Alerta temprana N° 019-2021. <https://alertastempranas.defensoria.gov.co/Alerta/Details/91807>

Defensoría del Pueblo. (2021b). SAT. Alerta temprana N° 021-2021. <https://alertastempranas.defensoria.gov.co/Alerta/Details/91809>

Defensoría del Pueblo. (2021c). SAT. Alerta temprana N° 024-2021. <https://alertastempranas.defensoria.gov.co/Alerta/Details/91812>

Defensoría del Pueblo. (2022a). SAT. Alerta temprana N° 001-2022. <https://alertastempranas.defensoria.gov.co/Alerta/Details/91823>

Defensoría del Pueblo. (2022b). SAT. Alerta temprana N° 009-2022. <https://alertasstg.blob.core.windows.net/alertas/009-22.pdf>

Defensoría del Pueblo. (2022c). SAT. Alerta temprana N° 021-2022. <https://alertasstg.blob.core.windows.net/alertas/021-22.pdf>

Defensoría del Pueblo. (2023a). Agudización del conflicto armado y accionar de bandas criminales tienen en jaque al Valle del Cauca. <https://www.defensoria.gov.co/-/agudizaci%C3%B3n-del-conflicto-armado-y-accionar-de-bandas-criminales-tienen-en-jaque-al-valle-del-cauca#:~:text=Valle%20del%20Cauca-,Agudizaci%C3%B3n%20del%20conflicto%20armado%20y%20accionar%20de%20bandas%20criminales,jaque%20al%20Valle%20del%20Cauca&text=Cerca%20de%20800%20asesinatos%20occurrieron,%2C%20y%20en%20Jamund%C3%AD%2C%2072.>

Defensoría del Pueblo. (2023b). SAT. Alerta temprana N° 031-2023. <https://alertasstg.blob.core.windows.net/alertas/031-23.pdf>

Defensoría del Pueblo. (2023c). SAT. Alerta temprana N° 036-2023. <https://alertasstg.blob.core.windows.net/alertas/036-23.pdf>

Defensoría del Pueblo. (2023d). SAT. Alerta temprana N° 039-2023. <https://alertasstg.blob.core.windows.net/alertas/039-23.pdf>

Defensoría emite alerta temprana por presencia de grupos armados en Cali. (2022, enero 14). *Infobae*. <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/01/15/defensoria-emite-alerta-temprana-por-presencia-de-grupos-armados-en-cali/>

El País. (2023). Una amenaza latente: así funcionan las disidencias de las Farc en el Valle del Cauca. <https://www.elpais.com.co/judicial/una-amenaza-latente-asi-funcionan-las-disidencias-de-las-farc-en-el-valle-del-cauca.html>

El País. (2024). Los enormes desafíos de seguridad en el Valle. <https://www.elpais.com.co/cali/los-enormes-desafios-de-seguridad-en-el-valle-0602.html>

Huffington, D. (2022, septiembre 9). El crimen organizado se toma el Valle del Cauca. PARES. <https://www.pares.com.co/post/el-crimen-organizado-se-toma-el-valle-del-cauca>

Infobae. (2022, enero 14). Defensoría emite alerta temprana por presencia de grupos armados en Cali. <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/01/15/defensoria-emite-alerta-temprana-por-presencia-de-grupos-armados-en-cali/>

Observatorio para la paz del Valle del Cauca. (2023). *Conflicto armado en el Valle del Cauca: Hechos victimizantes y escenarios de riesgo*. Secretaría de paz territorial y reconciliación. Gobernación del Valle del Cauca. <https://www.valledelcauca.gov.co/gestionpaz/loader.php?Servicio=Tools2&ITipo=viewpdf&id=68527>

UNODC-SIMCI. (2022). *Explotación de oro de aluvión. Evidencias a partir de percepción remota 2021. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), Ministerio de Minas y Energía (MinEnergía)*. https://biesimci.org/fileadmin/2022/documentos/documento_evoa_2021_es.pdf

10.4 Ordenamiento territorial hacia la sostenibilidad

Alcaldía de Buenaventura. (2023). Buenaventura Distrito Especial, Industrial, Portuario, Biodiverso y Ecoturístico. Alcaldía de Buenaventura. <https://www.buenaventura.gov.co/?articulos=buenaventura-distrito-especial-industrial-portuario-biodiverso-y-ecoturistico>

Alcaldía de Santiago de Cali. (2023). Santiago de Cali, Distrito Especial. Evolucionar institucionalmente para fortalecer la autonomía de nuestro territorio. <https://www.cali.gov.co/distrito-especial/>

- ANLA. (2021a). Áreas licenciadas Hidrocarburos ANLA 2021. In Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- ANLA. (2021b). Áreas licenciadas Minería ANLA 2021. In Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- ANLA. (2023). Central Hidroeléctrica Alto Anchicayá. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). <https://www.anla.gov.co/proyectos-de-interes-en-seguimiento/pis-central-hidroelectrica-alto-anchicaya>
- Asocars, Universidad del Valle, & CVC. (2013). ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LAS CRECIENTES HISTÓRICAS DEL RÍO CAUCA.
- Bohórquez Ramírez, C. (2023). Cali y el Valle: 8 municipios afectados por inundaciones y las fuertes lluvias. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/cali/cali-y-el-valle-colapsados-por-inundaciones-y-caidas-de-arboles-por-las-fuertes-lluvias-822749>
- Celsia. (2021). CENTRAL HIDROELECTRICA CALIMA.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC). (2017). EVALUACIÓN REGIONAL DEL AGUA VALLE DEL CAUCA-2017. <http://www.cvc.gov.co>
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC). (2019). ELABORACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LOS RÍOS LILI, MELÉNDEZ Y CAÑAVERALEJO - RESUMEN EJECUTIVO POMCA.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Secretaría de Ambiente, A. y P., & CIAT. (2018). Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca PICC.
- DANE. (2023). Serie municipal de población por área, sexo y edad para el periodo 2020-2035. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Daniela Quintero Díaz. (2022, February 13). La confusión con las iniciativas mineras cerca al lago Calima en Valle del Cauca. El Espectador. <https://www.elespectador.com/ambiente/que-ha-pasado-con-las-propuestas-mineras-en-las-inmediaciones-del-lago-calima/>
- Donneys, L. (2023, March 13). Gobierno del Valle atento a afectaciones por lluvias en 12 municipios. Gobernación Del Valle Del Cauca. <https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/77898/gobierno-del-valle-atento-a-afectaciones-por-lluvias-en-12-municipios/>
- Earnes, A. (2019). Manglares y Migración. Impactos de la destrucción de los manglares frente al cambio climático a lo largo de la costa del Pacífico colombiano. ArcGis Storymaps. <https://storymaps.arcgis.com/stories/e02248544584465fb9faf074b6a43ca0>
- Federico Paz. (2022). Afluentes principales del río Cauca. In Enciclopedia Red Cultural del Banco de La República. Banco de la República. https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Afluentes_principales_del_r%C3%ADo_Cauca
- Gobernación del Valle del Cauca. (2018, May 30). Mapas y Territorios.
- Gobernación del Valle del Cauca, & Universidad San Buenaventura de Cali. (2014). PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEPARTAMENTAL DEL VALLE DEL CAUCA FASE 1 Diagnóstico Operativo del territorio departamental PRESENTACIÓN GENERAL DE RESULTADOS.
- IDEAM. (2013). ZONIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS E HIDROGEOLÓGICAS DE COLOMBIA.
- Ideam. (2014). VALORES MEDIOS DE PRECIPITACIÓN DECADAL EN mm PARA PRINCIPALES CIUDADES.
- IDEAM. (2018). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marítimos de Colombia.

- Ideam. (2020). VULNERABILIDAD AMBIENTAL PERIODO 2011-2040. In Ideam.
- Ideam. (2021). COBERTURA DE LA TIERRA 100K PERIODO 2018. In Ideam.
- Ideam. (2023). Estudio Nacional del Agua 2022.
- Invemar. (2015). INFORME DEL ESTADO DE LOS AMBIENTES Y RECURSOS MARINOS Y COSTEROS EN COLOMBIA AÑO 2014. In Serie de Publicaciones Periódicas. www.invemar.org.co
- Invest Pacific. (2023). Frutas y flores, el potencial del Valle del Cauca que cautiva a los inversionistas extranjeros. Agroindustria, Logística y Energías Renovables, Noticias Inicio. <https://investpacific.org/noticias/agroindustria-logistica-y-energias-renovables/frutas-y-flores-el-potencial-del-valle-del-cauca-que-cautiva-a-los-inversionistas-extranjeros/#:~:text=Las%20zonas%20altas%20y%20planas,alta%20calidad%20y%20buen%20rendimiento%2C>
- Lago Calima Colombia. (2019). Historia del Lago Calima. Cuando construyeron la represa. Calimadarien.Com. <https://calimadarien.com/historia/>
- Ley 388 de 1997 “Por La Cual Se Modifica La Ley 9 de 1989, y La Ley 2 de 1991 y Se Dictan Otras Disposiciones” (1997).
- Ministerio de Transporte. (2020, July 21). Competitividad en el puerto de Buenaventura. Ministerio de Transporte. <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/8761/competitividad-en-el-puerto-de-buenaventura/>
- Motta González, N. (2014). OCUPACIÓN Y POBLAMIENTO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO CALI.
- Noticias Caracol. (2023). Alarma en Valle del Cauca por lluvias e inundaciones: 24 municipios han resultado afectados. Noticias Caracol. <https://www.noticiascaracol.com/valle/alarma-en-valle-del-cauca-por-lluvias-e-inundaciones-24-municipios-han-resultado-afectados-rg10>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2021). Cinturón Andino.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2024a). Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. <https://www.parquesnacionales.gov.co/nuestros-parques/pnn-uramba-bahia-malaga/>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2024b). Parque Nacional Natural Farallones de Cali. <https://www.parquesnacionales.gov.co/nuestros-parques/pnn-farallones-de-cali/#:~:text=Los%20Farallones%20son%20las%20formaciones,proporcionando%20protecci%C3%B3n%20al%20patrimonio%20natural>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2024c). Parque Nacional Natural Las Herosas Gloria Valencia de Castaño. <https://www.parquesnacionales.gov.co/nuestros-parques/pnn-las-herosas/>
- Redacción El País. (2022, November 13). Inundaciones y movimientos de tierra siguen afectando a comunidades de 28 municipios en el Valle. El País. <https://www.elpais.com.co/cali/inundaciones-y-movimientos-de-tierra-siguen-afectando-a-comunidades-de-28-municipios-en-el-valle.html>
- Servicio Geológico Colombiano. (2020). Inventario de movimientos en masa. In Portal Datos Abiertos SGC.
- SIDAP Valle del Cauca. (2018). Laguna de Sonso. Sistema Departamental de Áreas Protegidas. <https://sidap.cvc.gov.co/es/multimedia/laguna-sonso>
- SSPD. (2019). INVENTARIO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (STAR) DE COLOMBIA - AÑO 2019*.
- SSPD. (2023). Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Vigencia 2021.

Tulande Bermeo, F. A. (2018). LA INDUSTRIALIZACIÓN EN EL MUNICIPIO DE YUMBO: UNA MIRADA A SU REPERCUSIÓN EN EL AGUA 1950-2000 [Pregrado]. Universidad del Valle.

UNGRD. (2022). RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA (Caracterización general).

Varela Barrios, E., Martínez Sander, Á. M., & Delgado Moreno, W. (2013). Gobernanza y redes de políticas en el distrito portuario, industrial y biodiverso de Buenaventura, Colombia. *Estudios Políticos*, 43, 205–207.

WWF. (2020, June 28). El Chocó biogeográfico colombiano apuesta por la sostenibilidad. <https://www.wwf.org.co/?361970/El-Choco-biogeografico-colombiano-apuesta-por-la-sostenibilidad>

10.5 Sistemas agroalimentarios

Alliance Biodiversity and CIAT. (2021). Paving the Way for Sustainable Development in the Americas. <https://alliancebiodiversityciat.org/regions/americas>

Altamar, J., Choles, E., Correa-Helbrum, J., & Manjarrés-Martínez, L. (2022). Desembarcos pesqueros industriales registrados en los dos litorales del país (año 2022).

Asocaña. (2023). Sector agroindustrial de la caña en Colombia. https://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215&as_qdr=y15

AUNAP. (2021). Dirección Regional Buenaventura. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. <https://www.aunap.gov.co/sede-buenaventura/>

DANE. (2020). Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA.

DANE. (2022). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2022. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2022>

DANE. (2023a). Escala de experiencia de inseguridad alimentaria (FIES) 2022. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas->

DANE. (2023b). Geovisor Directorio de Empresas 2023. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/economia/directorio-estadistico-de-empresas/>

DANE. (2023c). Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario Componente Abastecimiento de Alimentos - SIPSA - A - 2018 -2023. <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/697/get-microdata>

Distritos de Riego activos. (2023). <https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Distritos-de-Riego-activos/rtxu-twjm/data>

Duarte, L. O., García, E., Tejeda, K., Cuello, F., Gil-Manrique, B., De León, G., Curiel, J., Cuervo, C., Vargas, O., Isaza, E., Manjarrés-Martínez, L., & Reyes-Ardila, H. (2022). Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales de Colombia 2022. In SEPEC (Issue Año).

FAO, Unión Europea, & Cirad. (2022). Perfil de sistemas alimentarios - Colombia. <https://doi.org/10.4060/cc2298es>

FOLU, & Alianza Biodiversity - CIAT. (2022). Hoja de ruta para la transformación de los sistemas alimentarios del Valle del Cauca.

Gobierno de Colombia, Ministerio de Ciencia, T. e I., Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, & Gobernación Valle del Cauca. (2022). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario - PECTIA (2017 -2027).

- Invest Pacific. (2022). El Valle del Cauca, región apetecida para la agroindustria gracias a su potencial exportador. <https://investpacific.org/noticias-inicio/el-valle-del-cauca-region-apetecida-para-la-agroindustria-gracias-a-su-potencial-exportador/>
- Roca-Lanao, R., Mendoza - Ureche, R., & Manjarrés- Martínez, L. (2022). Balance general del inventario de unidades de producción de acuicultura caracterizadas por el SEPEC durante el periodo 2018 - 2022.
- RUNAP. (2023). Áreas protegidas. <https://runap.parquesnacionales.gov.co/>
- SIPRA. (2023a). Aptitudes del suelo. Sistema de Información Para La Planificación Rural Agropecuaria. <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- SIPRA. (2023b). Áreas que probablemente presentan agricultura familiar. Sistema de Información Para La Planificación Rural Agropecuaria. <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- SIPRA. (2023c). Frontera Agrícola Nacional. Sistema de Información Para La Planificación Rural Agropecuaria. <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2022). Evaluaciones agropecuarias municipales - Base Agrícola 2019 - 2022. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2022.aspx
- Universidad Nacional de Colombia. (2022). Área de manglar del Pacífico colombiano se está reduciendo. Agencia UNAL. [https://agenciadenoticias.unal.edu.co/index.php?id=8&tx_news_pi1\[news\]=67177&tx_news_pi1\[controller\]=News&tx_news_pi1\[action\]=detail&cHash=c09fc7f4709dce15c89b5acd22f251d6](https://agenciadenoticias.unal.edu.co/index.php?id=8&tx_news_pi1[news]=67177&tx_news_pi1[controller]=News&tx_news_pi1[action]=detail&cHash=c09fc7f4709dce15c89b5acd22f251d6)
- UPRA, & ICA. (2022). Evaluaciones agropecuarias municipales - Base pecuaria 2019-2022. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria & Instituto Colombiano Agropecuario. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2022.aspx

10.6 Emisiones y planes de acción climática

- Climate Transparency*. (2020). Obtenido de www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2021/01/Colombia-CT-2020.pdf
- CVC - Secretaria de Ambiente, Agricultura y Pesca - CIAT. (Junio de 2018). *Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca PICC*. Departamento del Valle del Cauca.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2016). *Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero - Colombia (INGEI)*. Bogotá D.C.: .PuntoAparte Bookvertising.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de noviembre de 2020). Colombia reducirá en un 51% sus emisiones de gases efecto invernadero para el año 2030.
- Ministerio de Minas y Energías. (2021). *Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector Minero Energético 2050 (PIGCCME 2050)*. Bogotá D.C.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2020). Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC).

10.7 Sistema energético

- Altan, H. S., Orhon, D., & Sözen, S. (2022). Energy Recovery Potential of Livestock Waste with Thermal and Biological Technologies: Analysis on Cattle, Sheep, Goat and Chicken Manure. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(2), 39–52. <https://doi.org/10.32479/ijeep.12733>
- Amante-Orozco, A., Martínez-Esquivel, R. Rössel-Kipping, E. D., Pimentel-López, J., García-Herrera, E. J., & Gómez-González, A. (2019). Anaerobia digestion of sheep manure to produce biogas and biofertilizer. *Agroproductividad*, 12(4), 39–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1201>
- Bernal Calderón, J. P., & Orozco Aguirre, J. P. (2019). Comparación del estiércol bufalino y bovino como potenciales inóculos en el proceso de digestión anaerobia. In *Universidad Pontificia Bolivariana*.
- Brachi, P., Chirone, R., Miccio, F., Miccio, M., & Ruoppolo, G. (2019). Valorization of Orange Peel Residues via Fluidized Bed Torrefaction: Comparison between Different Bed Materials. *Combustion Science and Technology*, 191(9), 1585–1599. <https://doi.org/10.1080/00102202.2019.1582526>
- Da Lio, L., Castello, P., Gianfelice, G., Cavalli, R., & Canu, P. (2021). Effective energy exploitation from horse manure combustion. *Waste Management*, 128, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.035>
- Da Silva, J. C. G., Alves, J. L. F., Mumbach, G. D., Andersen, S. L. F., Moreira, R. de F. P. M., & Jose, H. J. (2023). Hydrogen-rich syngas production from steam gasification of Brazilian agroindustrial wastes in fixed bed reactor: kinetics, energy, and gas composition. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04585-z>
- Daojun, X., Lixin, W., & Liqun, X. (2014). Analysis of direct combustion characteristics of pig manure based on thermogravimetry[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 30(5), 162–168.
- Dede, O. H., & Ozer, H. (2018). Enrichment of poultry manure with biomass ash to produce organomineral fertiliser. *Environmental Engineering Research*, 23(4), 449–455. <https://doi.org/https://doi.org/10.4491/eer.2018.081>
- Domínguez, M., Araus, K., Bonert, P., Sánchez, F., San Miguel, G., & Toledo, M. (2014). The Avocado and Its Waste: An Approach of Fuel Potential/Application. In *Environment, Energy and Climate Change II Energies from New Resources and the Climate Change II* (pp. 199–223). <http://www.springer.com/series/698>
- FAO. (2014). *Natural Resources Module - Agricultural Residues Component*. <https://www.fao.org/energy/bioenergy/bioenergy-and-food-security/assessment/befs-ra/natural-resources/en/>
- Forster-Carneiro, T., Berni, M. D., Dorileo, I. L., & Rostagno, M. A. (2013). Biorefinery study of availability of agriculture residues and wastes for integrated biorefineries in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*, 77, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.05.007>
- Frigo, L. M., Diogo, J., De, S., Santos, L., Salgado, D. M., & Yepes, M. (2019). *Gasification of alternative biomass to generate power with support of CFD and CAD*.
- Gabisa, E. W., & Gheewala, S. H. (2018). Potential of bio-energy production in Ethiopia based on available biomass residues. *Biomass and Bioenergy*, 111(February), 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.02.009>
- Guio-Pérez, D. C., Rincón Prat, S. L., Cáceres Martínez, L. E., & Tibocho Guzmán, D. A. (2016). Suitability analysis of residual biomass in Colombia for Gasification un fluidized bed. *24th European Biomass Conference and Exhibition*, 1(June), 870–879.

- Khan, M. U., Ahmad, M., Sultan, M., Sohoo, I., Ghimire, P. C., Zahid, A., Sarwar, A., Farooq, M., Sajjad, U., Abdeshahian, P., & Yousaf, M. (2021). Biogas production potential from livestock manure in Pakistan. *Sustainability (Switzerland)*, 13(12), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su13126751>
- Orrigo, C. E., Salgado, N., & Diaz, M. S. (2020). Productividad y competitividad frutícola Andina. Producto 9. Estudio de mercado interno y externo de la fruta fresca y sus derivados. www.fontagro.org
- Ramírez, S. (2017). Manejo de Excretas de Ovejas Mediante Compostaje, Inoculado con Microorganismos de Montaña (MM) Nativos en La Finca Experimental Santa Lucia, Heredia. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14182>
- Ramos-Suárez, J. L., Ritter, A., Mata González, J., & Camacho Pérez, A. (2019). Biogas from animal manure: A sustainable energy opportunity in the Canary Islands. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104(December 2018), 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.025>
- Shamsul, N. S., Kamarudin, S. K., Kofli, N. T., & Rahman, N. A. (2017). Optimization of bio-methanol production from goat manure in single stage bio-reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(14), 9031–9043. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.05.228>
- SICOM. (2024). Boletín estadístico. <https://www.sicom.gov.co/index.php/boletin-estadistico>
- Superservicios. (2024). SUI. <https://sui.superservicios.gov.co/>
- Tsai, W. T., & Liu, S. C. (2016). Thermochemical characterization of cattle manure relevant to its energy conversion and environmental implications. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 6(1), 71–77. <https://doi.org/10.1007/s13399-015-0165-7>
- UPME. (2015). Atlas del Potencial Hidroenergético de Colombia. <https://www1.upme.gov.co/Paginas/Primer-Atlas-hidroenergetico-revela-gran-potencial-en-Colombia.aspx>
- UPME. (2022). Plan Indicativo de Abastecimiento de Combustibles Líquidos. <https://www1.upme.gov.co/sipg/Paginas/PIACL.aspx>
- UPME. (2023). Plan Nacional de Sustitución de Leña. <https://www1.upme.gov.co/sipg/Paginas/Plan-nacional-sustitucion-le%C3%B1a.aspx>
- UPRA, & ICA. (2022). *Evaluaciones agropecuarias municipales - Base pecuaria 2019-2022*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria & Instituto Colombiano Agropecuario. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2022.aspx
- UPRA. (2022). *Evaluaciones agropecuarias municipales - Base Agrícola 2019 - 2022*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2022.aspx
- World Bank, ESMAP, & SOLARGIS. (2024). Global solar atlas. <https://globalsolaratlas.info/map>
- World Bank, ESMAP, VORTEX, & DTU. (2024). Global wind atlas. <https://globalwindatlas.info/en/>
- XM. (2024). PARATEC. <https://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>

11. Lista de siglas

ACOLGEN	Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica
ACSN	Autodefensas Conquistadores de la Sierra Nevada
ACTI	Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación
ACPM	Aceite Combustible Para Motores
ADR	Agencia de Desarrollo Rural
AGC	Autodefensas Gaitanistas de Colombia
ANM	Agencia Nacional de Minería
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANT	Agencia Nacional de Tierras
CIDH	Comisión Interamericana de Derechos Humanos
CINEP	Centro de Investigación y Educación Popular
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
ECV	Encuesta nacional de Calidad de Vida
ELN	Ejército de Liberación Nacional
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
ENA	Estudio Nacional del Agua
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
FARC-EP	Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia - Ejército del Pueblo
FIP	Fundación Ideas para la Paz
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GHI	Global Horizontal Irradiance (Irradiancia Global Horizontal)
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICEE	Índice de Cobertura de Energía Eléctrica
IDC	Índice Departamental de Competitividad
IDEAM	Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales

IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MinAmbiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MinCiencias	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
MINCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
MinEducación	Ministerio de Educación Nacional
MinEnergía	Ministerio de Minas y Energía
MinHacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito público
NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
NDC	Nationally Determined Contributions (Contribuciones Determinadas a nivel Nacional)
OCA	Observatorio de Conflictos Ambientales
OEА	Organización de los Estados Americanos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONG	Organización No Gubernamental
PARES	Fundación Paz y Reconciliación
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
PDET	Programas de Desarrollo de Enfoque Territorial
PIB	Producto Interno Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
REDESCA	Relatoría Especial sobre los Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales
RUNAP	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
SER Colombia	Asociación de Energías Renovables Colombia
SEPEC	Sistema del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano

SGC	Servicio Geológico Colombiano
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SIPRA	Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria
SIPSA	Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
STAR	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
SZH	Subzonas Hidrográficas
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
UPRA	Unidad de Planeación Rural Agropecuaria
ZH	Zonas Hidrográficas
ZNI	Zonas No Interconectadas
ZPI	Zonas Potencialmente Inundables

12. Anexos

12.1 Anexo A: Ordenamiento territorial hacia la sostenibilidad

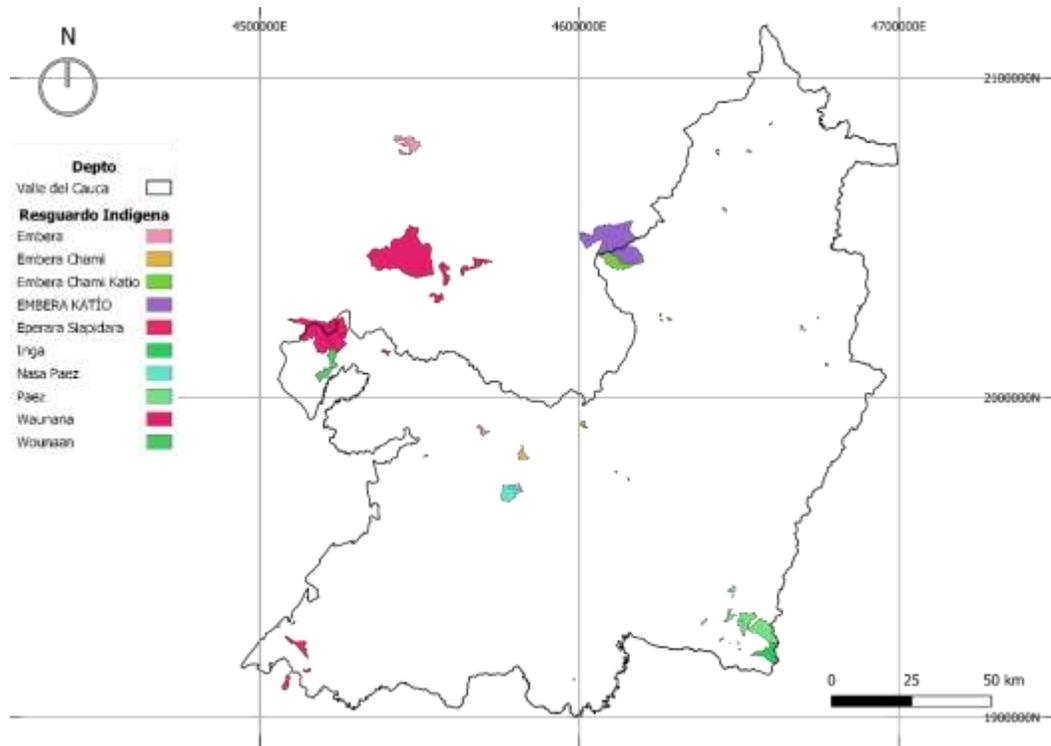


Figura 12-1 Resguardos Indígenas en el Valle del Cauca. Fuente: IGAC. Elaboración propia.

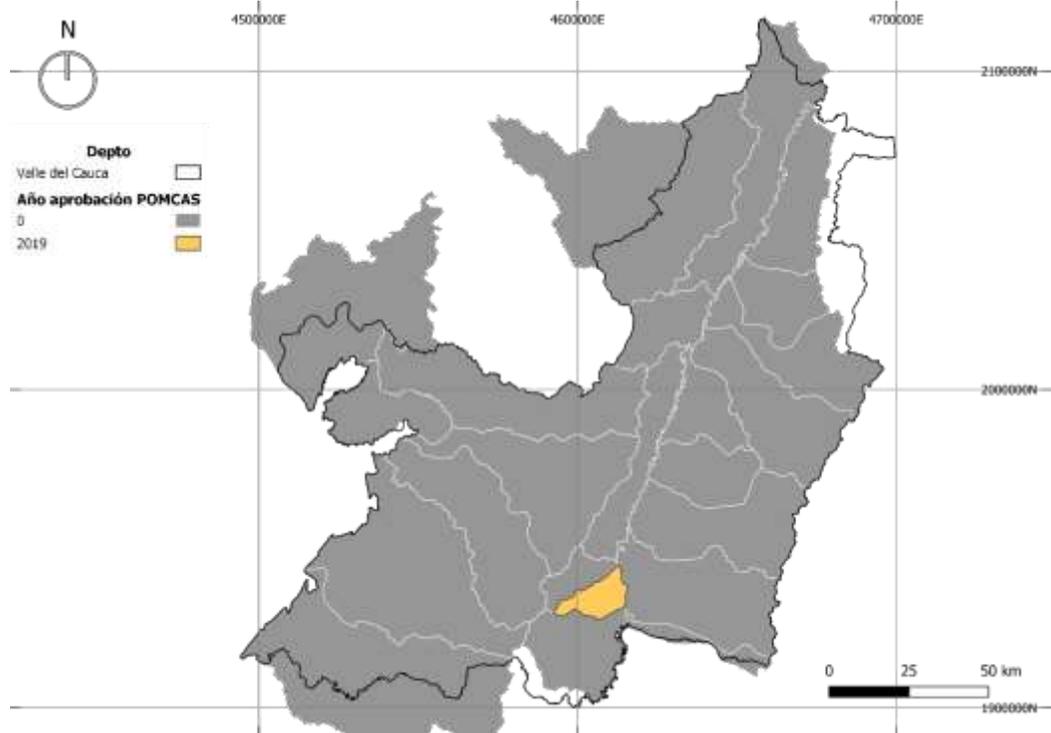


Figura 12-2 Año de Aprobación de POMCAS en cuencas hidrográficas del Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

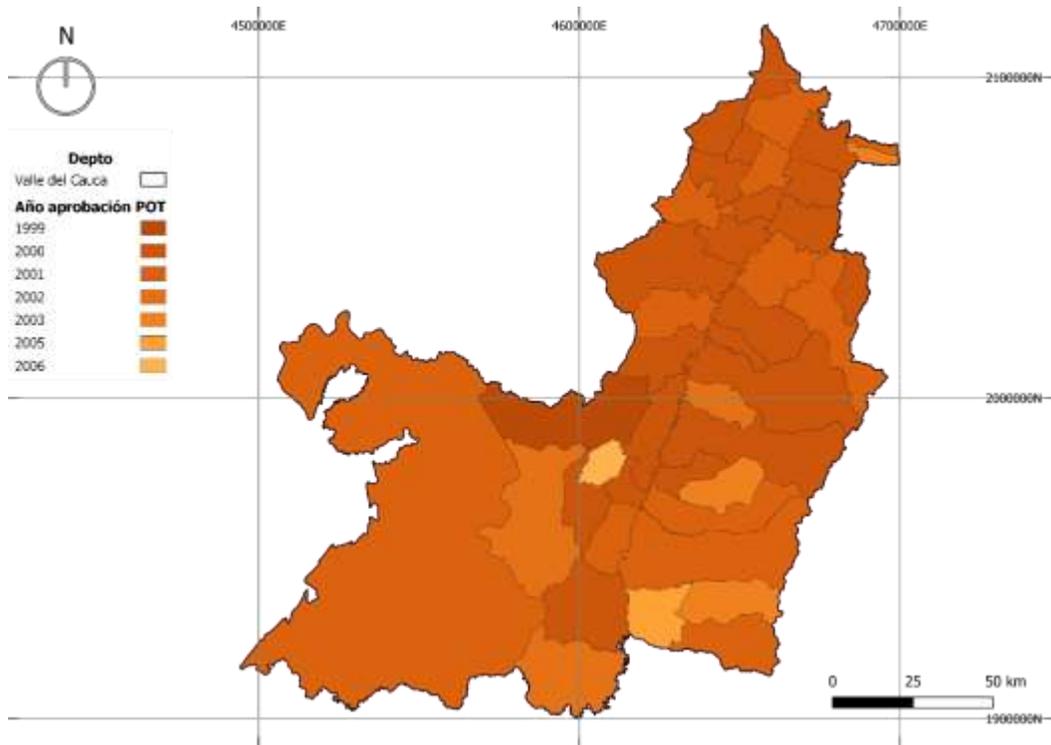


Figura 12-3 Año de Aprobación de POT vigentes. Fuente: Igac. Elaboración propia.

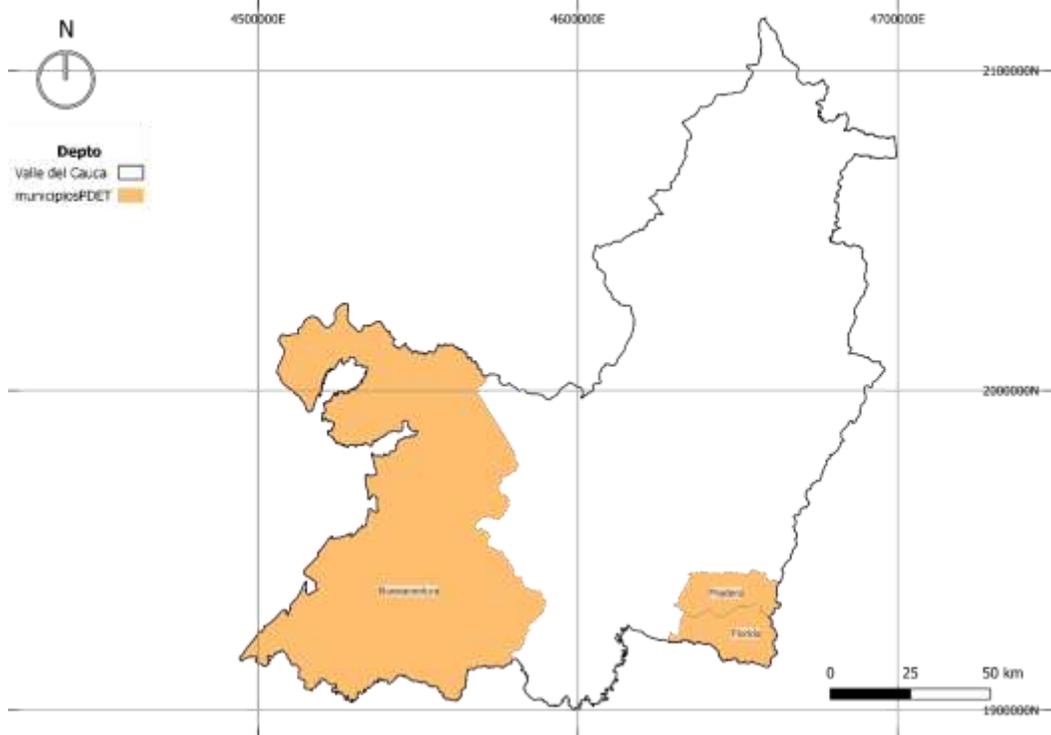


Figura 12-4 Municipios PDET en el Valle del Cauca. Fuente: Igac. Elaboración propia.

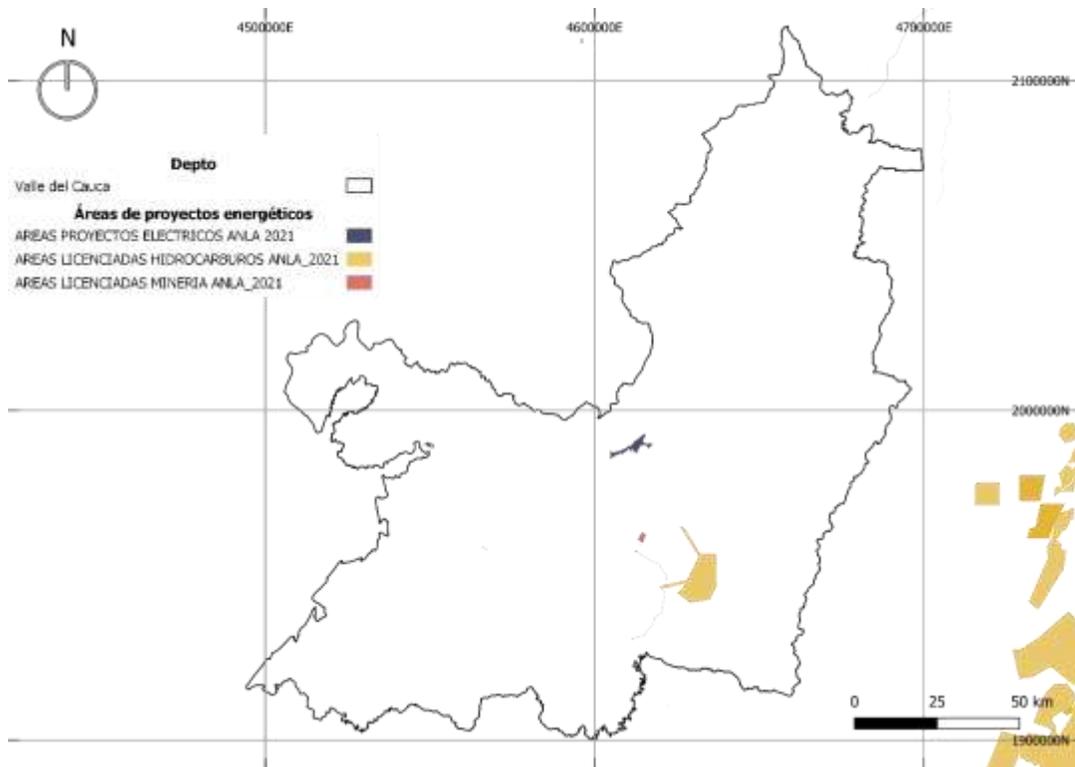


Figura 12-5 Proyectos energéticos aprobados por la ANLA en el Valle del Cauca. Fuente: Igac. Elaboración propia.

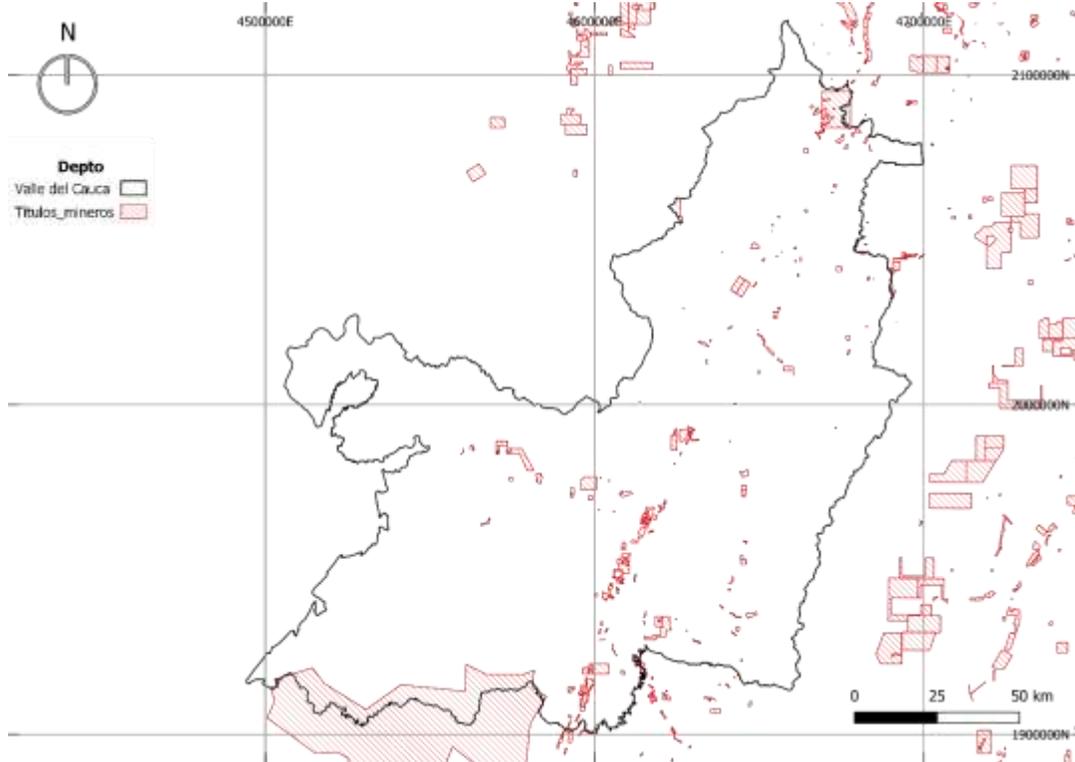


Figura 12-6 Títulos mineros en el Valle del Cauca. Fuente: Igac. Elaboración propia.

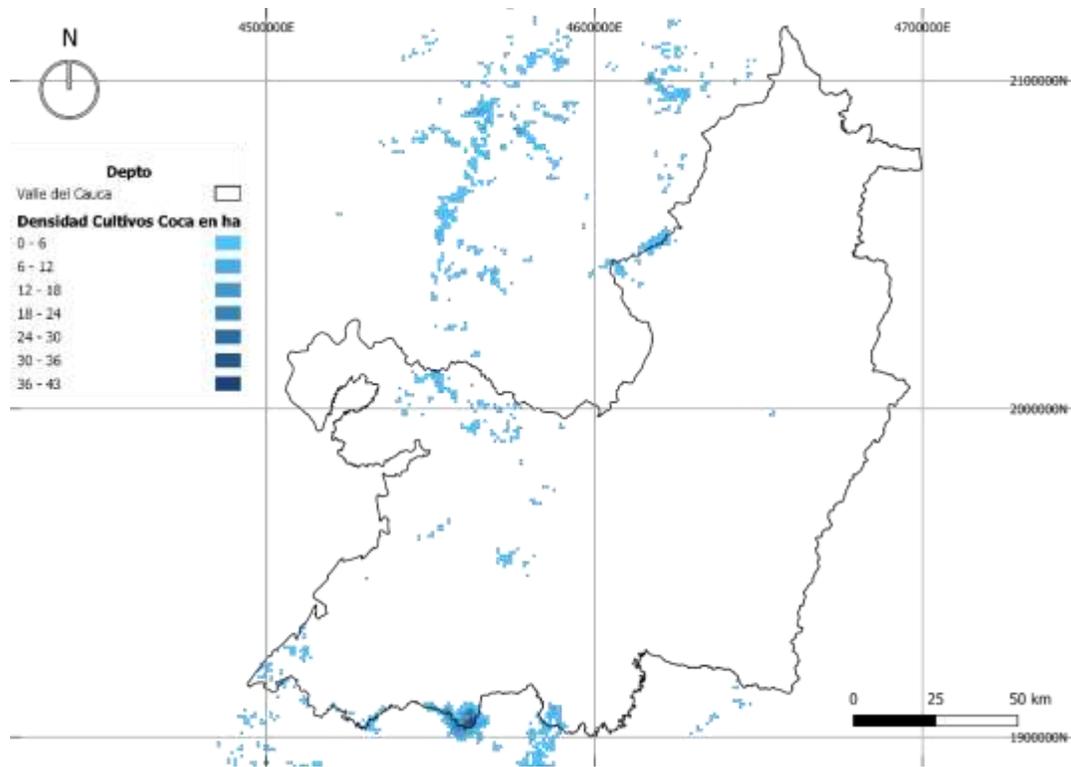


Figura 12-7 Densidad de Cultivos de Coca en el Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

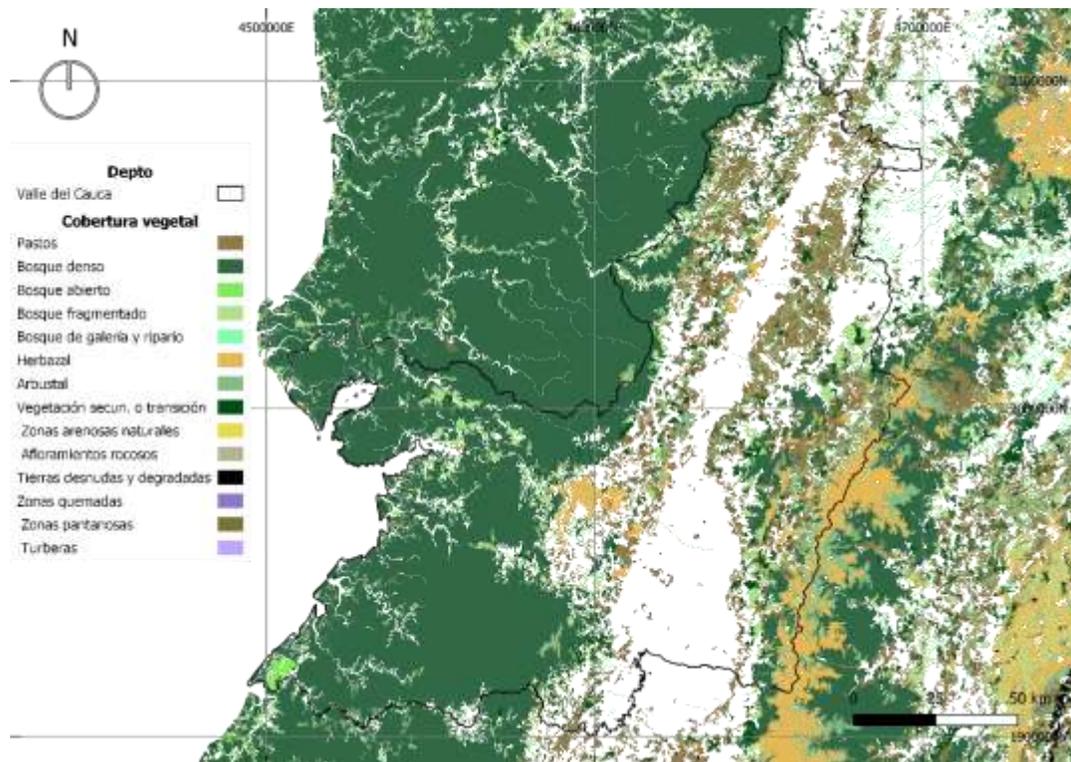


Figura 12-8 Cobertura Vegetal en el Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

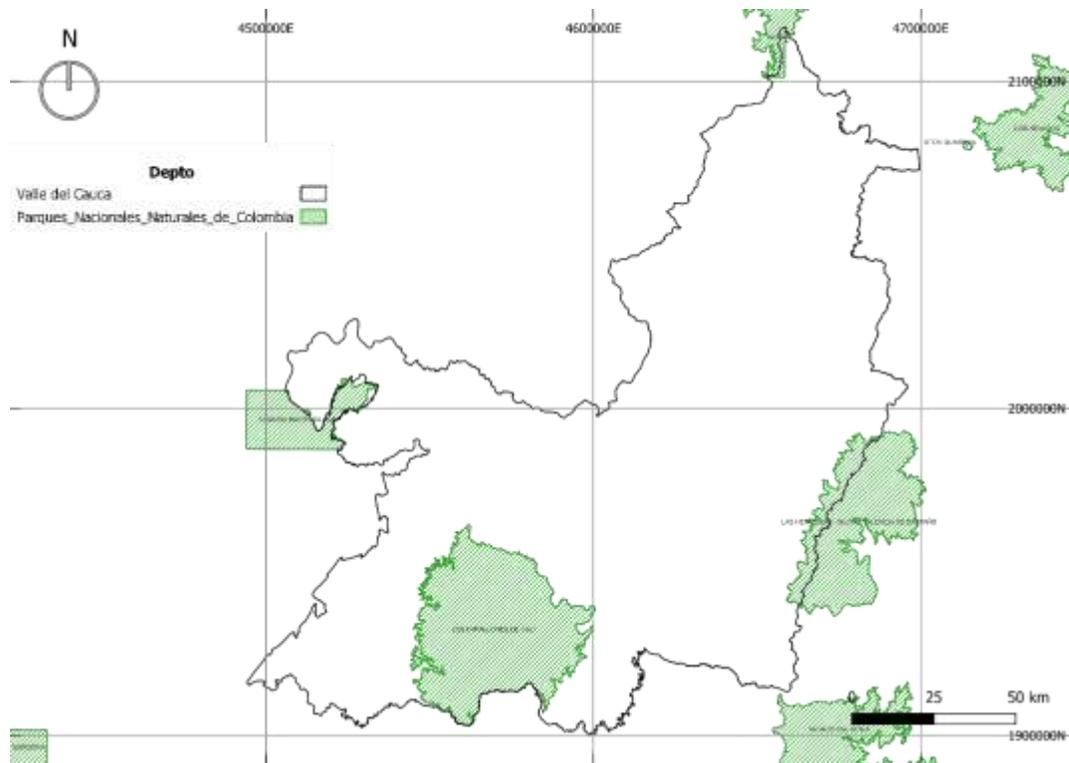


Figura 12-9 Parques Nacionales Naturales en el Valle del Cauca. Fuente: Igac. Elaboración propia.

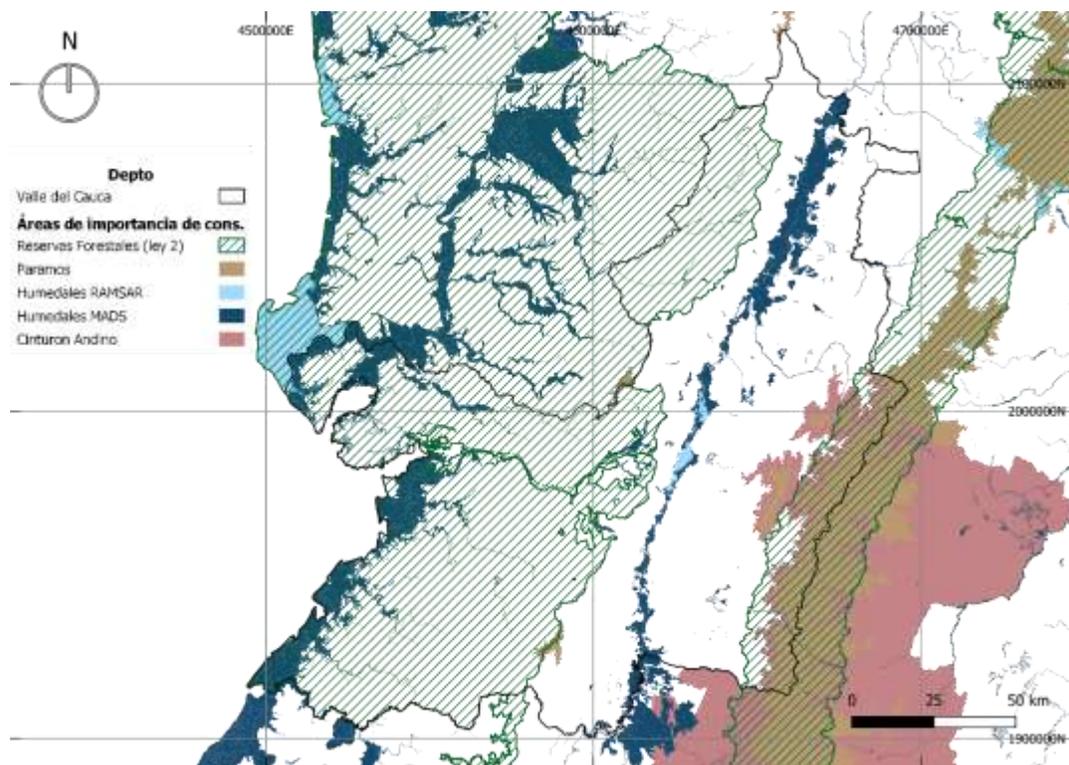


Figura 12-10 Áreas de importancia de conservación en el Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

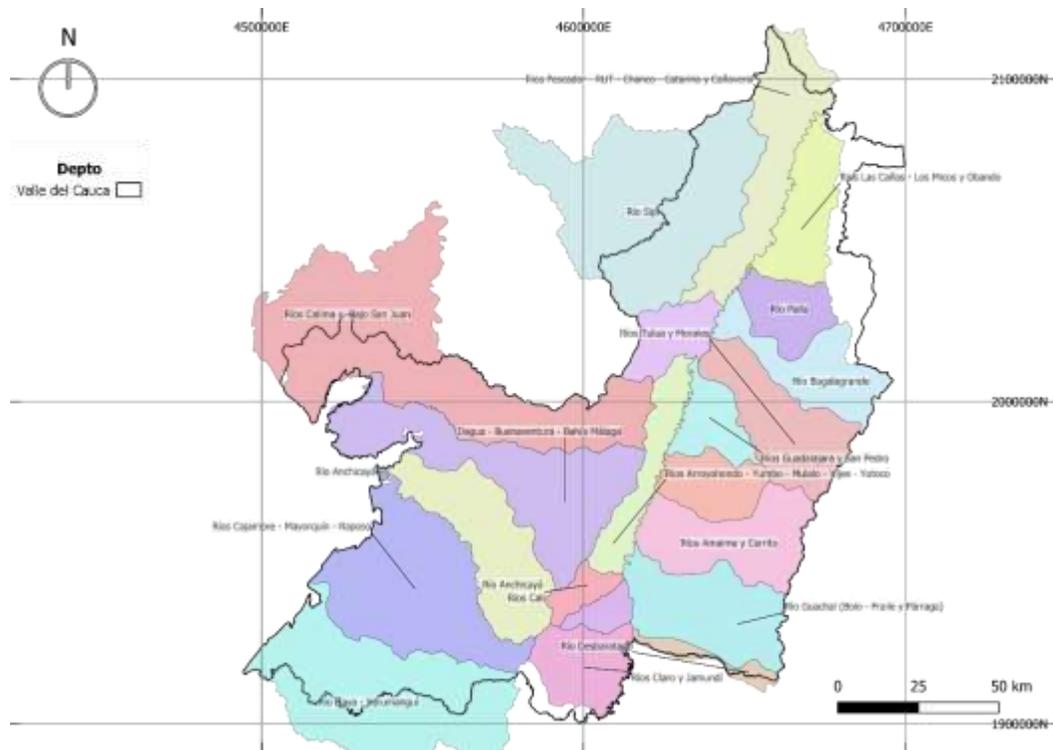


Figura 12-11 Zonificación hidrográfica Ideam. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

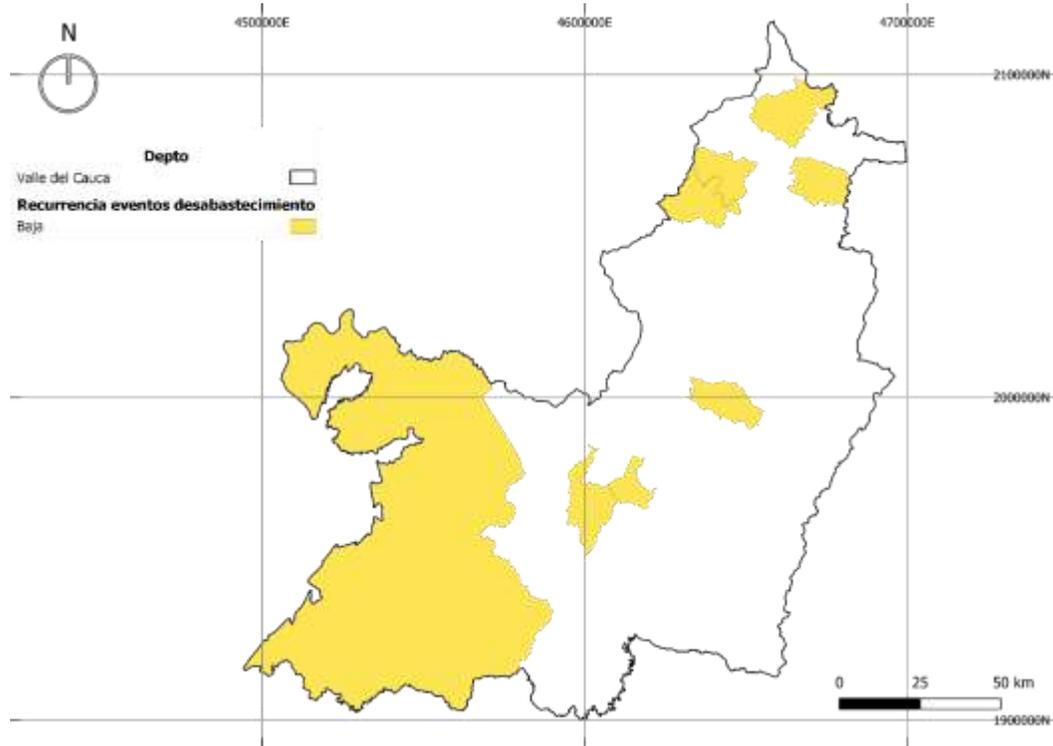


Figura 12-12 Recurrencia de eventos de desabastecimiento en el Valle del Cauca. Fuente: Estudio Nacional del Agua, Ideam. Elaboración propia.

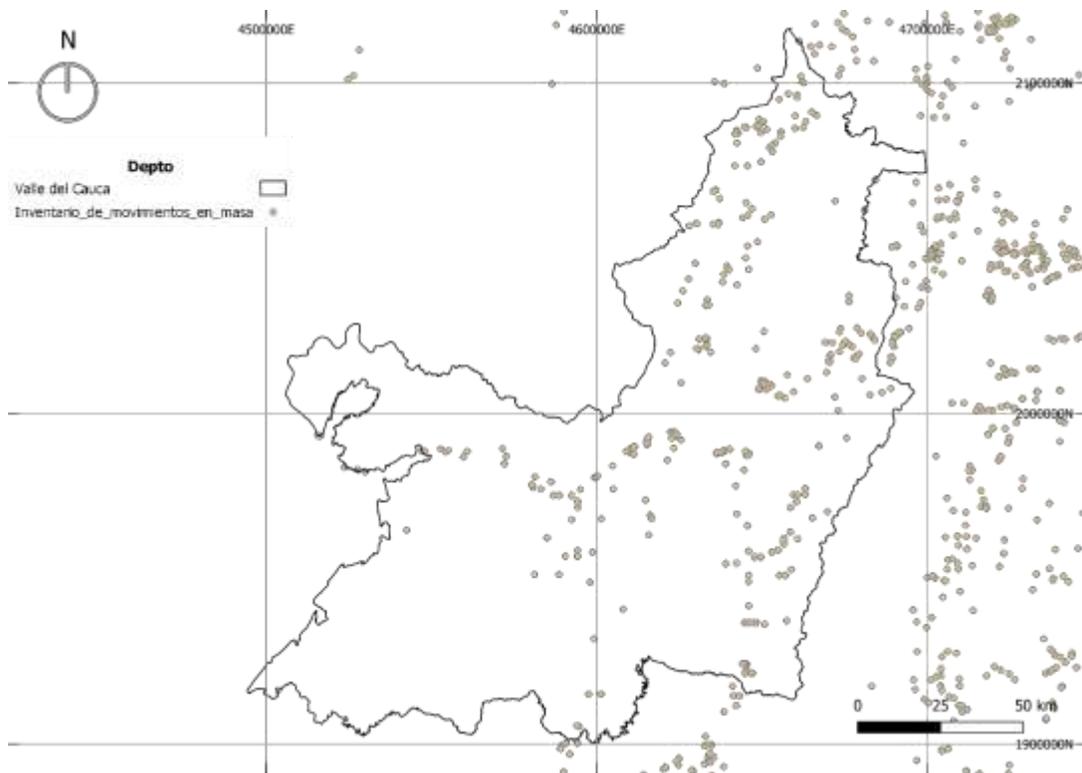


Figura 12-13 Movimientos en masa en el Valle del Cauca. Fuente: Ideam. Elaboración propia.

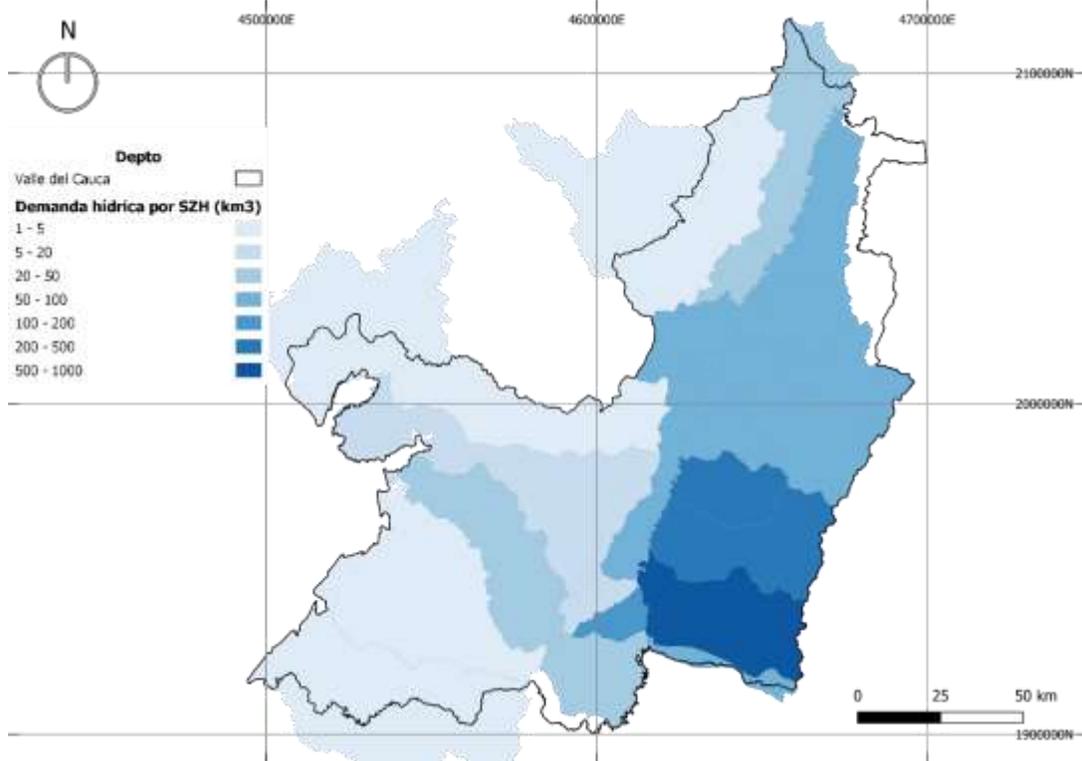


Figura 12-14 Demanda hídrica por SZH en el Valle del Cauca. Fuente: Estudio Nacional del Agua, Ideam. Elaboración propia.

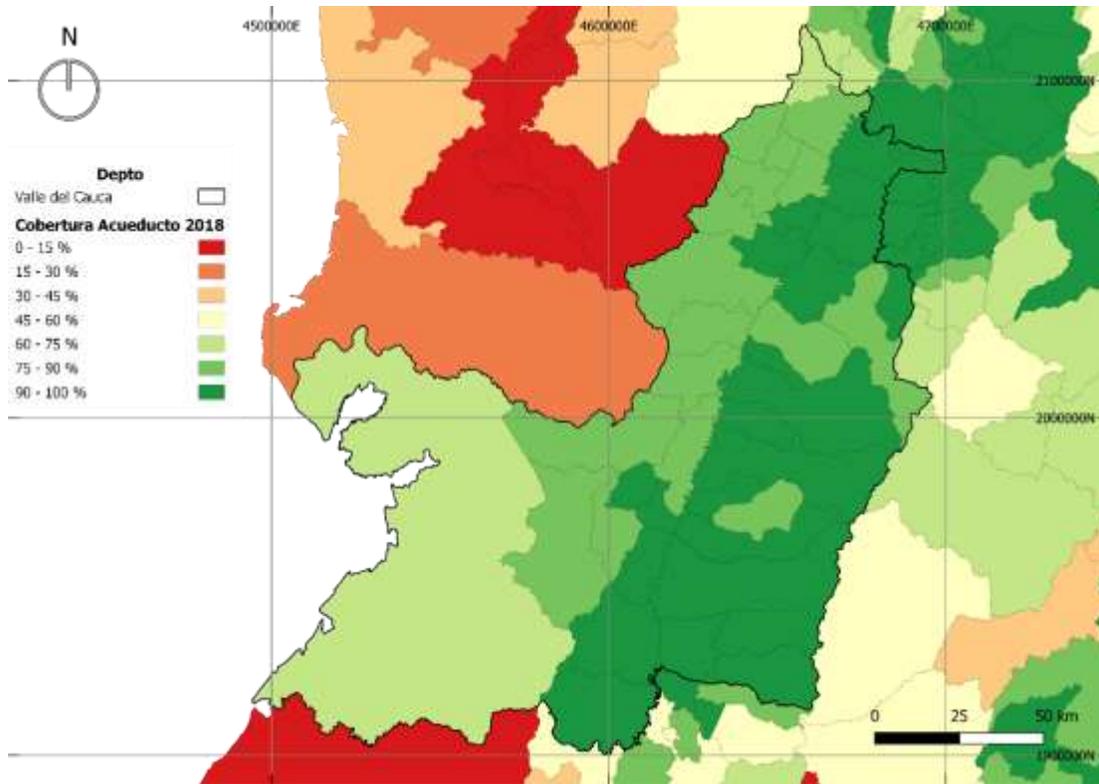


Figura 12-15 Cobertura de Acueducto en 2018 en el Valle del Cauca. Fuente: Igac. Elaboración propia.

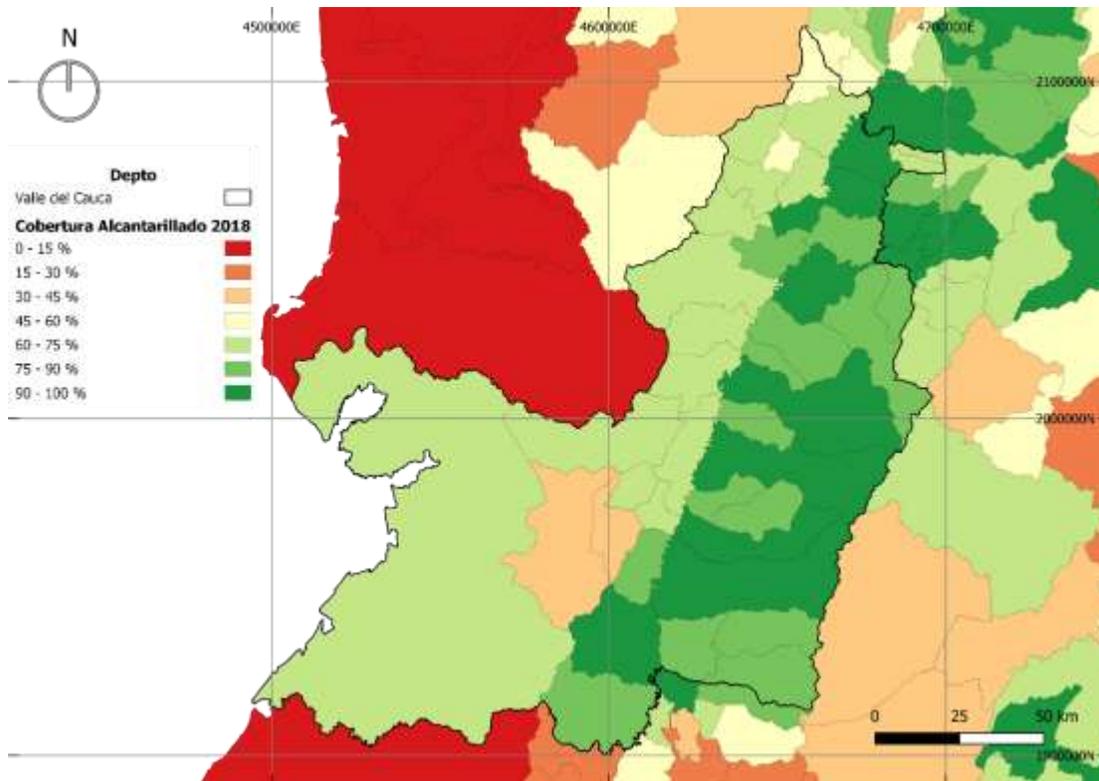


Figura 12-16 Cobertura de Alcantarillado en 2018 en el Valle del Cauca. Fuente: Igac. Elaboración propia.

12.2 Anexo B: Sistema energético

Tabla 12-1. Parámetros para el cálculo de potencial energético de la biomasa agrícola del departamento del Valle del Cauca

Producto	Tipo de residuo	Factor de residuo (decimal)	Contenido de humedad [decimal]	Poder calorífico inferior (kJ/kg)	Factor disponibilidad (decimal)
Aguacate	Semilla	0,3 ^e	0,4 ^e	14.600 ^e	0,3 ^d
Arroz	Cáscara	0,3 ^a	0,1 ^a	15.359,0 ^a	0,4 ^a
	Paja	2,2 ^a	0,8 ^a	14.170,0 ^a	0,0 ^a
Banano	Raquis	1,0 ^a	0,9 ^a	11.549,5 ^a	0,0 ^a
	Tallo	4,8 ^a	0,9 ^a	12.316 ^a	0,0 ^a
	Fruto rechazado	0,4 ^a	0,8 ^a	13.079 ^a	0,0 ^a
Café	Hoja	0,2 ^a	0,1 ^a	15.464,0 ^a	0,3 ^a
	Pulpa	2,4 ^a	0,3 ^a	16.856,0 ^a	0,0 ^a
	Tallo	3,2 ^a	0,2 ^a	19.046,5 ^a	0,0 ^a
Caña azucarera	Hojas y parte alta	0,3 ^a	0,5 ^a	18.114,5 ^a	0,2 ^a
	Bagazo	0,3 ^a	0,5 ^a	17.028,0 ^a	0,0 ^a
Caña panelera	Hojas y parte alta	0,3 ^a	0,5 ^a	18.114,5 ^a	0,0 ^a
	Bagazo	0,4 ^a	0,5 ^a	14.448,0 ^a	0,0 ^a
Maíz	Hoja	0,3 ^a	0,1 ^a	14.845,0 ^a	0,0 ^a
	Mazorca	0,2 ^a	0,2 ^a	18.030,0 ^a	0,0 ^a
	Rastrojo	2,6 ^a	0,2 ^a	14.487,5 ^a	0,0 ^a
Naranja	Cáscara	0,5 ^c	0,1 ^f	17.450 ^g	0,3 ^d
Piña	Cáscara	0,4 ^b	0,1 ^b	17.620 ^b	0,3 ^d
Plátano	Fruto rechazado	0,4 ^a	0,8 ^a	13.079,0 ^a	0,0 ^a
	Raquis	1,0 ^a	0,9 ^a	11.547,5 ^a	0,0 ^a
	Tallo	4,8 ^a	0,9 ^a	12.316,0 ^a	0,0 ^a

Fuente: a: Guio-Pérez et al., 2016; b: Da Silva et al., 2023; c: Forster-Carneiro et al., 2013; d: Orrego et al., 2020; e: Domínguez et al., 2014; f: Frigo et al., 2019; g: Brachi et al., 2019. Elaboración propia

Tabla 12-2. Parámetros utilizados para el cálculo del potencial energético de la biomasa residual pecuaria en el Valle del Cauca

Especie	Tasa de producción de estiércol por cabeza [kg/cabeza-año]	Contenido de humedad [decimal]	Poder calorífico inferior [kJ/kg]	Factor disponibilidad [decimal]
Caprinos	172,5 ^a	0,1 ^d	13.058,3 ^j	0,4 ^{l,m}
Ovinos	912,5 ^b	0,7 ^e	13.058,3 ^j	0,4 ^{l,m}
Bovinos	7.989,9 ^c	0,8 ^f	18.895,0 ^k	0,5 ^f
Aves	14,6 ^c	0,3 ^g	14.798,8 ^j	0,3 ⁿ
Porcinos	463,6 ^c	0,9 ^h	14.790,0 ^h	0,8 ^m
Equinos	4.562,5 ^b	0,8 ⁱ	19.100 ^k	0,5 ^b
Búfalos	10741,95 ^c	0,8 ^f	19.600 ^k	0,5 ^b

Fuente: a: Ramírez, 2017; b: Khan et al., 2021; c: FAO, 2014; d: Shamsul et al., 2017; e: Amante-Orozco et al., 2019; f: Bernal Calderón & Orozco Aguirre, 2019; g: Dede & Ozer, 2018; h: Daojun et al., 2014; i: Da Lio et al., 2021; j: Altan et al., 2022; k: Tsai & Liu, 2016; l: Ramos-Suárez et al., 2019; m: Gabisa & Gheewala, 2018; n: Guio-Pérez et al., 2016. Elaboración propia.