

PLAN DE SEGURIDAD HÍDRICA DE LA RAP EJE CAFETERO (Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima)

ETAPA 1. DIAGNÓSTICO Volumen 1



Equipo de Trabajo Rap Eje Cafetero

HUMBERTO TOBÓN

Gerente

ALEJANDRO ROZO GAETH

Subgerente de Proyectos y Ordenamiento Territorial

Jessica Alejandra Ravelo León

Angie Viviana Trejos

Cristian David Restrepo Orozco

Jesús Antonio Bermúdez Gallego

Juan Alberto Moreno Hernández

Juan José Caicedo

Contratistas

Noviembre 2024



VOLUMEN 1

DIAGNÓSTICO SOBRE LAS CONDICIONES DEL RECURSO HÍDRICO EN CALDAS, QUINDÍO, RISARALDA Y TOLIMA

Noviembre de 2024

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
i Introducción	6
ii Presentación	7
iii Actores Colaborativos	8
1. Marco Conceptual y Metodológico	10
1.1. Justificación	10
1.2. Metodología de Ejecución	14
1.3. Definiciones Conceptos Fundamentales (Vocabulario)	18
2. La Seguridad Hídrica en el Contexto Internacional y Nacional	22
2.1. El Agua en los ODS: Desafíos y Avances	22
2.2. La Seguridad Hídrica y los nexos con la seguridad alimentaria mundial	29
3 Seguridad Hídrica en el Plan Nacional de Desarrollo	34
4 Seguridad Hídrica en los Planes Departamentales de Desarrollo de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima	35
4.1. Enfoques Comunes en los Planes de Desarrollo 2024-2026	35
4.2. Plan de Desarrollo de Caldas	35
4.3. Plan de Desarrollo del Quindío	37
4.4. Plan de Desarrollo de Risaralda	37
4.5. Plan de Desarrollo del Tolima	38
5. Seguridad Hídrica en la Prospectiva Territorial de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima	39
6. Cambio Climático, Enfocado en el Recurso Hídrico	49
6.1. Impacto del cambio climático a nivel mundial	49
6.2. Impacto del Cambio Climático en Colombia	49
6.3. Impacto por Departamentos	52
6.4. Comparación entre Departamentos	54
6.5. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC	55
6.6. Municipios de la RAP más Afectados por el Cambio Climático	58

6.7. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territorial	59
6.8. Avances en la implementación de los Planes a nivel territorial	75
7. Oferta de Agua en el Territorio de la RAP Eje Cafetero	77
7.1. Estudio Nacional del Agua 2022	77
7.2. Evaluaciones Regionales del Agua 2021,2022. 2023	91
7.3. Balances Hídricos Territoriales	137
8. Demanda Multisectorial de Agua en el Territorio de la RAP Eje Cafetero	150
8.1. Distribución de usos de agua en la región según el ENA 2022	150
8.2. Indicadores de Demanda o de Presión sobre el Recurso Hídrico según el ENA	163
8.3. Indicadores de Uso de Agua en la Región según las ERAS	168
9. Calidad de Agua en la Región	195
9.1. Calidad de las Fuentes de Abastecimiento	195
9.2. Calidad del Agua para uso doméstico	217
9.3. Calidad del Agua según el IRCA en Caldas	221
9.4. Calidad del Agua según el IRCA en Quindío	224
9.5. Calidad del Agua según el IRCA en Risaralda	226
9.6. Calidad del Agua según el IRCA en Tolima	228
9.7. Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima IRCAS Municipales Año 2024	232
Relación Oferta y Demanda en el Territorio de la RAP Eje Cafetero. Zonas Críticas	236
10.1. Subzonas Hídricas en Riesgo de Desabastecimiento por sequía o erosión hídrica potencial	236
10.2. Zonas en riesgo por sequía o erosión hídrica según las ERAS	248
10.3. Relación Oferta y Demanda y zonas críticas según los Balances Hídricos	249
10.4. Zonas con vulnerabilidad hídrica por Eventos Torrenciales según las ERAS	261

10.5. Relación Oferta y Demanda y zonas críticas según los Balances Hídricos	267
10.6. Casos Especiales para el Análisis	271
10.6.1. Pereira, Capital del Departamento de Risaralda	272
10.6.2. Ibagué, Capital del Departamento de Tolima	
10.6.3. Distrito de Riego del Sur del Tolima	
11. LA GESTIÓN DEL RIESGO Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL ASOCIADO AL RECURSO HÍDRICO EN EL TERRITORIO DE LA RAP EJE CAFETERO	278
11.1. POMCAs, Base de la Planeación Alrededor del Agua	279
11.2. Riesgo de Sequía y/o Desabastecimiento	281
11.3. Riesgo de Inundación	281
11.4. Riesgo de Riadas, Lahares y Flujos	283
11.5. Riesgo de Desplomes de Suelos	287
12. Gobernanza Alrededor del Recurso Hídrico en la Región	289
12.1. La Gobernanza Desde el Punto de Vista Técnico	290
12.2. Gobernanza en el Estudio Nacional del Agua 2022	291
12.3. Gobernanza en la Evaluación Regional del Agua Quindío 2023	291
12.4. La Gobernanza en el PER RAP Eje Cafetero	292
12.5. Definición de Gobernanza y sus principios	292
12.6. Evaluación de Avances en Gobernanza del Documento Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico-PNGIRH 2010	295
12.7. Otras evidencias de inexistencia de Gobernanza en el sector del Agua	301
12.8. Retos del Sector	306

INTRODUCCIÓN

En la primera semana de mayo de 2024, Ibagué, capital del Departamento del Tolima, en Colombia, sufrió afectación por falta de suministro de agua potable y los titulares de prensa informaron **“Lluvias generan emergencia por desabastecimiento de agua en Ibagué”**.¹ Por más de 48 horas, se decretaron medidas “de emergencia”, considerando esta situación que se atribuyó al arrastre de material en el cauce del río Combeima, por el inicio de la temporada de lluvias fuertes, en la cuenca de este río que surte el acueducto de la capital tolimense.

El 18 de abril de 2024, se presentó este titular en un medio masivo digital **“Ya son 4 los Municipios con Alerta de Desabastecimiento de Agua en Caldas”**. La noticia se refería a la posibilidad de que los municipios de Marmato, Riosucio, Norcasia y la Merced se queden sin suministro por la disminución de caudales en las fuentes debido al Fenómeno del Niño que, por esa época, se venía presentando en la zona.

En marzo de 2024, varios medios masivos de comunicación publicaron el titular: **“La Laguna del Otún se está secando”**⁴, situación que colocó en alerta a los gobiernos del departamento de Risaralda y de su capital Pereira, ante la gravedad del anuncio y las repercusiones que ello podría tener en los millones de personas que dependen del área protegida del Parque Nacional Natural los Nevados, para surtir de agua, tanto para el consumo humano como para el desarrollo de las diversas actividades productivas y sociales, no solo en el departamento de Risaralda, sino también en Caldas, Quindío y Tolima. El caudal del Río Otún viene siendo monitoreado por el IDEAM desde 1961 y desde ese año, hasta septiembre de 2024 (período de sequía extrema a causa del fenómeno del Niño), ha presentado 4 eventos de bajo caudal extremo, a punto de generar riesgo de racionamiento de agua para más de 600.000 habitantes que dependen de esta fuente.

En la segunda semana de marzo de 2022 en Armenia, capital del Departamento del Quindío, los titulares de prensa decían **“En Armenia suspenden las clases en 28 colegios por falta de agua”**.² El 60% de la población de esta ciudad se quedó sin servicio de agua potable, por causas atribuibles a la intensa ola invernal que tenía lugar en esa época en la cuenca del Río Quindío, que surte al acueducto de la ciudad. El 29 de enero de 2019, en esta misma ciudad se tuvo que suspender el servicio de acueducto, por contaminación en el agua captada, a causa de una fuga de combustible que contaminó el sistema, en una emergencia que afectó a toda la comunidad de la ciudad.

Los fenómenos narrados en estos titulares relacionados con el agua son recurrentes en los medios de comunicación de la zona y en general, en Colombia, siendo común que los fenómenos graves ocurridos en cada temporada de invierno o verano sean olvidados en la siguiente y lo peor, es que siempre se designa como responsable al invierno o al verano que está teniendo lugar. Es conveniente y necesario realizar un análisis responsable de esta situación y es el momento de ir más al fondo de la problemática. El Plan de Seguridad Hídrica de la RAP Eje Cafetero, que se presenta en este documento, es la herramienta adecuada para hacerlo.

Jesús Antonio Bermúdez
Noviembre de 2024

PRESENTACIÓN

Colocándonos de acuerdo en los Conceptos Fundamentales

Elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

La elaboración del Plan de Seguridad Hídrica de la RAP Eje Cafetero, tiene como objetivo claro y concreto, la definición de un conjunto de estrategias y acciones concertadas, articuladas, colaborativas y programadas que puedan ser implementadas con la participación de todos los actores públicos y privados, las comunidades, las empresas, los gobiernos, las organizaciones de la sociedad civil, los líderes políticos y sociales, que permitan preservar los recursos naturales en los territorios de los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima, partiendo del hecho cierto de que el Agua es el hilo integrador de estos recursos.

El enfoque del Plan es de prospectiva, por ser un Plan Estratégico y las propuestas de acción deben estar proyectadas para obtener resultados en el corto, el mediano y el largo plazo. Para su elaboración, se empezó por realizar un diagnóstico ajustado a la realidad del territorio, diagnóstico que contó con la participación de representantes de las personas y entidades comprometidas con el recurso hídrico, en un ejercicio amplio de diálogo franco, participación directa y colaboración permanente.

Para empezar la tarea y ante la gran masa de información con la que se cuenta, la RAP Eje Cafetero, como responsable de liderar la elaboración del Plan de Seguridad Hídrica para esta región de Planificación, definió el marco conceptual de referencia, adoptó la terminología que se va a utilizar en el proceso, propuso la metodología de ejecución de cada etapa y seleccionó y convocó a los actores que están interesados, que pueden colaborar y apoyar la construcción de este importante Plan Estratégico, empezando por la elaboración del Diagnóstico. Fue muy importante vincular actores residentes en los territorios, para considerar el impacto local y la visión que ellos tienen sobre los factores que participan en la seguridad hídrica.

Luego de elaborado el diagnóstico, se validó y ajustó a la realidad de cada territorio con las comunidades y los actores que tienen que ver con el tema hídrico y sus nexos, para empezar a realizar los ejercicios de prospectiva encaminados a formular las estrategias y los planes de acción que son el producto que se espera, del PSH. Es importante en esta etapa de formulación estratégica, la participación nuevamente de los actores territoriales, como quiera que sea con ellos, que se deben colocar en marcha los planes de acción y es fundamental, vincularlos en la ejecución de las acciones. En este caso se habla de actores del sector público y privado, organizaciones sociales y ambientales, actores del sector agropecuario, del turismo, del comercio y todos aquellos que resulten impactados favorable o desfavorablemente por las acciones que se desea implementar.

Lograr que todos los actores que tienen que ver con el agua lleguen a acuerdos sobre los temas fundamentales a abordar y las políticas y estrategias e implementar en el corto, mediano y largo plazo, alrededor del recurso hídrico como punto de encuentro para generar consensos, en el territorio jurisdicción RAP Eje Cafetero, es la principal tarea que se debe lograr con el Plan de Seguridad Hídrica, como quiera que es el resultado de la construcción colectiva, participativa, colaborativa y consciente de las estrategias que permitirán mantener el valor supremo que buscamos preservar las comunidades que habitamos este hermoso territorio: la vida.

ACTORES COLABORATIVOS

GRACIAS

La RAP Eje Cafetero agradece a las siguientes entidades y personas que aportaron conocimiento, Información, documentos, ideas y conceptos para la elaboración y Validación del Diagnóstico de este Plan y que apoyaron a la RAP Eje Cafetero en la etapa de Prospectiva y Planeación Estratégica contenidas como Estrategias, Políticas, Planes y Proyectos relacionados con el agua y que beneficiarán a la Comunidad asentada en el territorio en el corto, mediano y largo plazo.

ENTIDADES DEL ORDEN NACIONAL

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
IDEAM
IGAC
Parques Nacionales Naturales de Colombia

ENTIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS

Gobernación de Caldas
Secretaría de Planeación de Caldas
CORPOCALDAS
Plan Departamental de Aguas de Caldas
EMPOCALDAS
Cámara de Comercio de Manizales
Comité de Cafeteros de Caldas
Alcaldía de Manizales
Secretaría de Planeación de Manizales
Aguas de Manizales E.S.P
Fondo Vivo Cuenca

ENTIDADES DEL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO

Gobernación del Quindío
Secretaría de Planeación del Quindío
Corporación Autónoma Regional del Quindío -CRQ
Universidad del Quindío
Plan Departamental de Aguas del Quindío
Empresas Públicas del Quindío
Municipio de Armenia
Secretaría de Planeación de Armenia
Empresas Públicas de Armenia
Cámara de Comercio del Quindío
Consejo territorial del POMCA Rio La Vieja
Comité de Cafeteros del Quindío

ENTIDADES DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

Gobernación de Risaralda
Secretaría Planeación Departamental
Aguas y Aseo de Risaralda E.S.P.

Área Metropolitana del Centro Occidente
Universidad Tecnológica de Pereira
Secretaría de Planeación de Pereira
Secretaría de Planeación Dosquebradas
Secretaría de Planeación Santa Rosa
Cámara de Comercio de Pereira
Comité Departamental de Cafeteros
Aguas y Aguas de Pereira E.S.P.
Serviciudad E.S.P. Dosquebradas
EMPOCABAL E.S.P Santa Rosa de C
Acuaseo E.S.P. Dosquebradas
Consejo Cuenca Río Otún
Consejo Cuenca Río Risaralda
Consejo de Cuenca Río Campoalegre
Comisión Regional de Competitividad de Risaralda
Fondo Agua por la Vida y la Sostenibilidad

ENTIDADES DEL DEPARTAMENTO DE TOLIMA

Gobernación del Tolima
Secretaria de Planeación Departamental del Tolima
Secretaria de Medio Ambiente y Gestión del Riesgo Departamental
CORTOLIMA
Universidad del Tolima
Secretaria de Medio Ambiente y Gestión del Riesgo de Ibagué
Comité Departamental de Cafeteros
Fedearroz
Empresa Departamental de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Tolima EDAT
Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado
Universidad de Ibagué
Cámara de comercio
USO COELLO
USO SALDAÑA

1. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

1.1. JUSTIFICACIÓN

Elaborado por Jesús Antonio Bermúdez Gallego

La ONU ha actualizado los Desafíos del Agua en 2023, con una argumentación concreta en cifras y datos que por sí sola, justifica, desde la visión global que se debe tener hoy sobre la problemática ambiental, la realización de un Diagnóstico sobre el recurso hídrico en la región, así:

Los desafíos del agua

- 2.200 millones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura (OMS/UNICEF 2023).
- En 2022, 3.500 millones de personas todavía carecían de servicios de saneamiento gestionados de forma segura, incluidos 419 millones que practicaban la defecación al aire libre (OMS/UNICEF 2023).
- Todavía hay alrededor de 2.000 millones de personas en todo el mundo sin acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura. Entre ellos, 771 millones de personas no pueden acceder ni siquiera a servicios básicos de agua potable (Banco Mundial 2023).
- Más de la mitad de la población – 4 200 millones de personas - carecen de servicios de saneamiento gestionados de forma segura (OMS/UNICEF 2019).
- Unas mejores condiciones de agua, saneamiento e higiene podrían evitar unas 400.000 muertes al año por enfermedades diarreicas entre niños menores de 5 años (OMS/UNICEF 2023).
- 2 000 millones de personas viven en países que sufren escasez de agua (ONU 2019).
- El 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua (UNISDR).
- El 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas (ONU Agua 2018).
- Alrededor de dos tercios de los ríos transfronterizos del mundo no tienen un marco de gestión cooperativa (SIWI).
- La agricultura representa el 70% de la extracción mundial de agua (FAO).

La jurisdicción de la RAP Eje Cafetero comprende los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, ubicados en Colombia, un país de reconocida riqueza hídrica. Sus comunidades son vecinas del Páramo de los Nevados, declarado Parque Natural Nacional desde el año 1974 por el Ministerio de Ambiente y pese a cumplirse 50 años de esta declaratoria, en las ciudades y pueblos de esta próspera región, sus habitantes no son conscientes de la importancia del agua que es abundante de bajo costo relativo.

Justificar la importancia del agua en una región seca y árida, debe ser supremamente fácil, mas no lo es para una comunidad que ha vivido en la abundancia del agua y que la recibe a diario, casi sin interrupciones, en cantidad y calidad excelentes, en la mayor parte de los asentamientos grandes y medianos de este territorio, cuya población ha sido privilegiada por la abundancia de recursos naturales y la riqueza de su suelo, la laboriosidad de sus gentes y el alto nivel de competitividad relativa que ha alcanzado.

¿PORQUÉ SE REQUIERE UN PSH PARA LA RAP-EC?

La comunidad internacional en general y los líderes y la población colombiana en particular están comprendiendo (tarde ya, pero al fin lo están haciendo), los graves efectos del cambio climático y el alto deterioro que han sufrido nuestros recursos naturales, por efecto de muchos años de actuar irresponsablemente frente a nuestro entorno. Aunque la escala de la acción local en contra de

nuestro medio ambiente pueda ser considerada por muchos, como de bajo impacto, frente al recurso hídrico, las consecuencias que sufre nuestra región son de alto impacto y muy costosas en vidas, recursos económicos y deterioro de nuestro ambiente.

En los territorios que componen la RAP Eje Cafetero, en el período seco que llamamos verano, se han manifestado con gran impacto, fenómenos de altas temperaturas que generan, entre otras, las siguientes consecuencias:

- Enfermedades transmitidas por vectores como el dengue y la malaria.
- Afectación generalizada en los cultivos de café como “paloteo”, “café veraneado”, plagas de climas cálidos como la roya, la broca, entre otras.
- Afectación en cultivos de pan coger como el plátano, tales como el Moco, el fusarium, entre otras.
- Disminución y escasez de agua para el consumo humano y animal. Desaparición de lagunas, humedales y corrientes hídricas.
- Incendios forestales generados o accidentales.
- Reducción generalizada de los volúmenes de agua disponible para generar energía, alimentar los sistemas de riego o el consumo de personas y animales.

En los períodos que llamamos de “invierno”, se presentan consecuencias que también son notables entre nuestras comunidades:

- Inundaciones en zonas agrícolas y centros poblados.
- Desplomes de suelo, flujos de lodo e incluso lahares primarios (como el de Armero en noviembre de 1985).
- Vendavales y granizadas que afectan cultivos, infraestructura y comunidades
- Lluvias intensas y/o prolongadas que generan crecimientos súbitos de caudales y afectación a cultivos e infraestructura.

En invierno o verano, son frecuentes entre nuestras comunidades, los siguientes efectos:

- Enfermedades gastrointestinales por uso de aguas contaminadas.
- Deforestación, quema y tala de bosques y destrucción de áreas protegidas para ampliación de las áreas urbanas o de territorios aprovechables para la agricultura.
- Práctica de minería (legal o ilegal), con técnicas inadecuadas que afectan los bosques y los suelos.
- Desarrollos urbanísticos o de infraestructura sin la suficiente planeación o las adecuadas estimaciones del riesgo.

Se debe realizar el Plan de Seguridad Hídrica de la RAP Eje Cafetero, ***Porque en esta Región, necesitamos agua suficiente y de calidad para mantenernos sanos, sustentar nuestros medios de subsistencia, hacer crecer más nuestras economías y proteger nuestros ecosistemas. La seguridad hídrica abarca desde los desastres relacionados con el agua y las enfermedades transmitidas por el agua hasta los conflictos por los recursos compartidos y los problemas de gestión, la biodiversidad y la calidad de las aguas subterráneas. La seguridad hídrica va mucho más allá de si hay demasiados o muy pocos recursos físicos. Apunta directamente a todos los aspectos de nuestro desarrollo y nuestro bienestar como personas en un planeta habitable.*** <https://blogs.worldbank.org/es/voices/por-que-la-seguridad-hidrica-es-nuestro-desafio-actual-mas-urgente>

EL PSH en el PER de la RAP EJE CAFETERO.

El Plan Estratégico Regional de la RAP EC, en el aparte denominado “Diagnóstico Eje Estratégico Sostenibilidad Ambiental” (página 173), presenta importante información relacionada con los páramos, las áreas protegidas, el recurso hídrico, la ordenación y el manejo de cuencas, la oferta y la demanda hídrica y los índices sobre disponibilidad del recurso. Como complemento importante, se toca el tema de Minería, el ambiente urbano en relación con los recursos ambientales y la Gestión del cambio climático y las energías alternativas, aspectos que están relacionadas directamente con el agua.

Vale la pena destacar en este diagnóstico, el siguiente resumen:

“Según los datos consolidados de riesgo de cambio climático para la Región RAP Eje Cafetero, proyectados para 2030, en la calificación por indicadores (ver anexo K), en Caldas los componentes de seguridad alimentaria, recurso hídrico y salud, presentan una “alta” sensibilidad al cambio climático; los componentes de recurso hídrico presentan “muy baja” capacidad adaptativa al fenómeno y “baja” capacidad adaptativa al cambio climático; mientras que en Quindío existe una “muy alta” amenaza al cambio climático para el recurso hídrico y “alta” amenaza para la salud; “muy alta” sensibilidad al cambio climático para el componente hábitat humano e infraestructura y “alta” sensibilidad para el recurso hídrico y seguridad alimentaria, como también una “baja” capacidad adaptativa para el componente infraestructura. Para el departamento de Risaralda, los componentes con mayor amenaza corresponden al sector salud y seguridad alimentaria, mayor sensibilidad el componente de biodiversidad, mayor vulnerabilidad los componentes de biodiversidad y recurso hídrico y mayor riesgo el componente de recurso hídrico seguido por la biodiversidad; presentan mayor capacidad adaptativa los componentes de biodiversidad y hábitat humano.

Por otra parte, el departamento de Tolima presenta para los componentes recurso hídrico y biodiversidad “muy alta” sensibilidad y “muy baja” capacidad adaptativa ante el cambio climático y amenaza “muy alta” para el sector salud.” (Pág. 189, subrayado y resaltado nuestro).

Esta descripción presenta un resumen suficientemente claro de la situación de la región frente al Recurso Hídrico y permite inferir que este recurso, es protagonista en el desarrollo de la región para el PER de la RAP EC.

Para ratificar este hecho, en la página 192 del PER de la RAP EC, se trata el importante aspecto de la Gestión de Riesgo, desde el diagnóstico, tema que es fundamental en el Plan de Seguridad Hídrica que se va a desarrollar.

A su vez, en la definición de los Hechos Regionales, que conformarán el ejercicio de Prospectiva del PER, se mencionan los “*ejes estratégicos iniciales que fueron ratificados en el Documento Técnico de Soporte presentado ante la Comisión de Ordenamiento Territorial del Senado para la adhesión del departamento del Tolima a la RAP Eje Cafetero*”:

- *Sostenibilidad Ambiental*
- *Desarrollo Humano*
- *Turismo y Paisaje Cultural Cafetero*
- *Ordenamiento y Prospectiva Territorial*
- *Infraestructura Estratégica*
- *Innovación y Competitividad*
- *Desarrollo Rural”*

En los ejes estratégicos resaltados y subrayados, **la Seguridad Hídrica de los territorios de la RAP EC, es fundamental**, aunque un análisis más detallado permite concluir que lo es para todos los ejes estratégicos mencionados, porque no habrá competitividad ni se requiere infraestructura estratégica si la seguridad hídrica no está garantizada.

El Hecho Regional **“Territorio Sostenible”**, soporta por si solo, la necesidad de elaborar el Plan de Seguridad Hídrica de la RAP EC, que se puede soportar en los siguientes párrafos extractados del PER, que refuerzan esta necesidad:

“Este marco legal de la regionalización, le permite a las RAPs “Promover la incorporación del enfoque regional en los Planes de Ordenamiento Territorial, los Planes de Ordenamiento Departamental, los Planes de Desarrollo y en los diferentes instrumentos de planificación”, además de “Participar en los procesos de ordenamiento y planificación de los recursos naturales del componente ecológico y ambiental de la región”.

“Es evidente, por lo tanto, que la RAP Eje Cafetero debe tener como uno de sus Hechos Regionales el Territorio Sostenible, que se basa en que el Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) es un aspecto fundacional que se entiende como un aporte básico e inseparable del Ordenamiento Territorial (OT), cuyos elementos están ligados con la estructura y dinámica de los ecosistemas que garantizan la prestación de servicios ecosistémicos.

Pensar la Región RAP Eje Cafetero como un territorio sostenible, significa apostar por un nuevo paradigma multidisciplinar e Inter escalar (local-regional), que facilite entender los fenómenos, retos y conflictos relacionados con los impactos ambientales, los efectos del cambio climático, las prácticas inadecuadas del uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos naturales y la desarticulada gestión del riesgo, entre otros.” (Pág. 236)

Ahora, dentro de los objetivos del Hecho Regional Territorio Sostenible, se destacan, los siguientes:

“Objetivo uno. Proponer lineamientos para ordenar ambientalmente el territorio de la Región RAP Eje Cafetero, que promuevan el respeto, la recuperación, la conservación y el mejoramiento de la prestación de los servicios de los ecosistemas regionales, propiciando alianzas que creen sinergias gubernamentales, empresariales, académicas, investigativas y sociales en beneficio de la sostenibilidad.

Objetivo tres. Promover la integración territorial, incentivando la asociatividad y apoyando la conformación de espacios de concertación regional, fortaleciendo la gobernabilidad institucional, bajo los principios de complementariedad, subsidiariedad y concurrencia con los otros entes territoriales, y garantizando los mecanismos de articulación de la RAP con el Gobierno nacional y con las entidades territoriales del orden departamental y municipal.

En estos dos objetivos, encaja perfectamente la realización del Plan de Seguridad Hídrica de la RAP EC, como potente herramienta para apoyar el ordenamiento del territorio, concertar y articular con los diferentes actores para mejorar la gobernanza sobre los recursos naturales, incluyendo al agua como el fundamental y garantizar una mejor respuesta de la comunidad y la actuación del Estado en la Gestión de Riesgos asociados al agua, que en la región son de alto impacto.

1.2. METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN DEL PSH DE LA RAP EJE CAFETERO

Elaborado por Jesús Antonio Bermúdez Gallego

La metodología utilizada para la elaboración del presente diagnóstico fue la recopilación de información mediante la búsqueda sistemática en las páginas web de las entidades competentes, principalmente de naturaleza pública o estatal concretamente en lo que tiene que ver con el agua, su oferta, su demanda, su uso, su calidad y los riesgos asociados a ella. También se buscó información en las páginas web de varias Universidades públicas y privadas de la región y del país. Esta información fue clasificada, valorada, evaluada y consolidada, colocando énfasis en la actualidad de esta y en la pertinencia de su contenido para el objetivo trazado. Luego de tener consolidada la información disponible en la web, de acceso público, se encontraron faltantes que fueron solicitados por la RAP EC y por escrito, al IDEAM, al IGAC, a las Corporaciones Autónomas y a algunas Empresas de Servicios Públicos que, en todos los casos, respondieron en forma oportuna.

En consecuencia, el Diagnóstico del Plan de Seguridad Hídrica de la RAP Eje Cafetero, se elabora con base en información secundaria tomada de fuentes oficiales estatales, o de fuentes privadas de reconocida idoneidad. También se ha tomado información de documentos generados por la Academia, tanto de Universidades o centros de investigación de naturaleza estatal como privada y de Empresas prestadoras de servicios públicos de naturaleza pública, privada o mixta.

Es importante destacar la vasta y relativamente actualizada información que compila y publican la ONU y la UNESCO, organizaciones internacionales que han colocado el foco en el recurso hídrico y que, mediante la inclusión del numeral 6. Agua Limpia y Saneamiento, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, han venido monitoreando los avances de las naciones en su cumplimiento, colocando alertas tanto a los gobernantes como a la población en general, sobre el riesgo de cumplimiento de las metas trazadas. Varios documentos de estas dos entidades han servido de inspiración y guía para la elaboración del presente documento.

En el nivel nacional, la información más pertinente y actualizada se ha encontrado en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el IDEAM, en el IGAC, el DANE, la Superintendencia Nacional de Servicios Públicos y en la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo. En el nivel regional, se ha tomado información de los Departamentos a través de las Gobernaciones o sus secretarías de Planeación Departamental, las Corporaciones Autónomas Regionales y algunas universidades públicas como la Universidad Nacional sede Manizales, la Universidad Tecnológica de Pereira, la Universidad del Quindío y la Universidad del Tolima. En el nivel municipal se ha tomado información de las Alcaldías Municipales y de algunas Empresas Prestadoras de Servicios Públicos Domiciliarios.

Para escalar el análisis, se acude en primera instancia a las fuentes de las entidades nacionales como el Estudio Nacional del Agua -ENA- cuya última versión es del año 2022 que genera información a escala cartográfica 1:100.000 para las 5 áreas hidrográficas (Caribe, Pacífico, Magdalena-Cauca, Orinoco y Amazonas) y las 41 zonas hidrográficas en que se ha dividido el territorio nacional por parte del IDEAM. En segunda instancia, se focaliza el análisis por subzonas hidrográficas en cada departamento, a través de los Evaluaciones Regionales del Agua -ERAS que están actualizadas a los años 2021, 2022 o 2023 y de los POMCAS, en tercera instancia se llega a escala local o municipal por medio de los Balances Hídricos que han elaborado algunas Corporaciones y/o Empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios.

Para los territorios de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, se compiló toda la información relacionada con el recurso hídrico, a fin de que se pueda tener una mirada integral de la situación

actual de cada territorio, desde la visión nacional, regional y local y se elabora también una integración de los puntos de encuentro, similitudes y temas comunes que hacen del territorio donde se asienta la RAP Eje Cafetero una sola región desde el punto de vista ambiental y en consecuencia, desde la visión regional que se debe tener del recurso hídrico.

Para facilitar el análisis de la gran cantidad de información recogida, se dividieron los temas en 5 grandes ramas: Oferta Hídrica, Demanda de Agua, Relaciones Oferta-Demanda, Riesgo alrededor del Recurso Hídrico y Gobernanza del Agua y este agrupamiento temático se mantiene a lo largo del documento.

Como es costumbre en los diagnósticos, se enfatiza más en la problemática y las situaciones críticas encontradas, que en las bondades, fortalezas y virtudes que puedan tener algunas zonas, en razón a que de esta manera se podrán priorizar las propuestas y los planes de acción para mitigar o superar las graves falencias encontradas y se podrán colocar como ejemplos o referencias positivas, los logros que algunos territorios han alcanzado y que los colocan hoy en situación privilegiada, digna de imitarse y colocarse como referentes a replicar.

1.2.1. ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DEL PSH DE LA RAP EJE CAFETERO

La Política Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (PNGIRH), promulgada en el año 2010 por el que entonces se llamaba Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, estableció como objetivos principales, el entendimiento de la dinámica y estado de los recursos hídricos a través del estudio de la oferta y demanda hídrica, la calidad del agua, y los riesgos asociados a su disponibilidad, así como el fortalecimiento institucional y gobernabilidad del recurso hídrico. A pesar de que este documento trazó líneas de política nacional para ser ejecutadas en un período de 12 años (2022, como horizonte de largo plazo), sus postulados y conceptos fundamentales, siguen teniendo vigencia, máximo cuando las condiciones reinantes hoy en el país en relación con el recurso hídrico no han cambiado ostensiblemente. En contraste, los efectos de fenómenos como el cambio climático y los relacionados con el ENOS (el Niño y la Niña), se han hecho más evidentes, severos y perjudiciales sobre todos los territorios del Colombia, desnudando la alta vulnerabilidad que tiene casi todo el territorio nacional frente a eventos extremos de tipo ambiental.

La PNGIRH parte de la concepción de que el agua es un bien natural de uso público administrado por el Estado a través de las corporaciones autónomas regionales, las de desarrollo sostenible y las autoridades ambientales urbanas. Se reconoce además el carácter estratégico del agua para todos los sectores sociales, económicos y culturales del país. Por lo tanto, esta política resulta ser transversal para otras esferas de la acción pública y para los diversos usuarios en todas las regiones del país; no obstante, se enmarca dentro de las estrategias de la Política Nacional de Biodiversidad, que comprenden la conservación, el conocimiento y la utilización sostenible de los recursos naturales y de la biodiversidad del país. (PNGRH Minambiente, 2010, Introducción).

En esta perspectiva, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia, organismo de carácter técnico establece que este conocimiento de los recursos hídricos se debe desarrollar principalmente desde el nivel regional mediante las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA). Estos estudios facilitan el seguimiento del recurso y mejoran la comprensión de las dinámicas del ciclo hidrológico y su balance hídrico a diferentes niveles dentro de las unidades hidrográficas de análisis.

Atendiendo esta metodología contenida en PNGIRH, el Plan de Seguridad Hídrica de la RAP Eje Cafetero, se realizó en las siguientes etapas:

- I. Diagnóstico
- II. Análisis y Visión de Prospectiva
- III. Elaboración del Marco Estratégico

A su vez, en el diagnóstico se abordarán prioritariamente los siguientes capítulos, fundamentales para tener idea completa e integral de la situación del recurso hídrico en los territorios jurisdicción de la RAP Eje Cafetero:

1. Contexto internacional, nacional, regional y local en relación con el agua
2. Oferta de agua
3. Demanda de Agua
4. Calidad del Agua
5. Riesgos y vulnerabilidad asociados al agua, incluyendo Cambio Climático
6. Gobernanza del Agua, incluyendo Planes de Desarrollo y Documentos de prospectiva territorial, prestadores de servicios públicos y Fondos de Agua
7. Ordenamiento Territorial alrededor del Agua

Siguiendo la metodología propuesta en el documento PNGIRH, la oferta hídrica es vista desde dos perspectivas. En primer lugar, desde la perspectiva de la cantidad del recurso existente en las diferentes formas en que se manifiesta en el ciclo hidrológico, es decir, como agua marina, superficial, subterránea o meteórica. En segundo lugar, desde la perspectiva del sistema natural que la contiene, es decir: cuencas hidrográficas, provincias hidrogeológicas, mares, humedales, glaciares, embalses, entre otros.

La demanda del recurso está considerada desde el punto de vista de los principales usuarios el agua, es decir, los sectores agrícola, doméstico, industrial, pecuario y de servicios. Sin embargo, hay que hacer visible y destacar la importancia de la demanda de agua necesaria para mantener los ecosistemas que dependen del recurso hídrico, sin los cuales nuestra propia sobrevivencia no sería posible.

En relación con la calidad del agua, se han identificado cinco grupos que representan los principales tipos de contaminación que afronta el recurso: materia orgánica, sólidos y sedimentos, patógenos, nutrientes y sustancias de interés sanitario.

Finalmente, los riesgos, limitados para efectos de esta política a aquellos relacionados con restricciones a la oferta hídrica, se han dividido en dos grandes grupos que tiene que ver con que si sus causas son de origen natural o antrópico. No obstante, en el presente diagnóstico también se incluyen otras categorías de riesgo asociados con las inundaciones, el de desabastecimiento asociado a sequías y crecientes que afectan la infraestructura de agua.

1.2.2. ALCANCE ESPACIAL Y TEMPORAL DEL PSH DE LA RAP-EC

Es claro que el PSH de la RAP EC, tiene un territorio de aplicación comprendido por los límites de los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, pero se debe reconocer la interacción de estos territorios con los departamentos y municipios colindantes, considerado que la ejecución del Plan de Seguridad Hídrica tiene impacto regional, al considerar zonas hidrográficas compartidas con otros municipios o departamentos, que serán impactados por las decisiones propuestas y ejecutadas. Esta situación requiere de un detallado ejercicio de planeación y concertación, porque habrá propuestas que solo funcionan si participan todos los actores de las

cuencas comprometidas, lo que permite inferir la importancia de la regionalización y de la conformación de las RAP, considerando que este tipo de proyectos tendrá impacto suprarregional, como debe ser.

En relación con el alcance temporal, se propone realizar un ejercicio de planeación, hasta el año 2050, considerando que 25 años de horizonte (a partir del año 2025), son los adecuados para realizar un ejercicio creíble, consistente y evaluable, considerando además que se conocen proyecciones territoriales y ambientales para los próximos 25 años. No obstante, considerando la gravedad de los problemas que se han encontrado, el agravamiento del impacto del cambio climático en los ecosistemas de la región y los costos altos que tienen algunas inversiones del sector, también se quiere proyectar acciones para los próximos 50 años, es decir, largo plazo.

Por ello, inicialmente se hace el ejercicio para proyectar el territorio en los próximos 10 años (al año 2035), y luego a los años 2050 y 2075, teniendo como foco al recurso hídrico.

En el manejo de plazos para lograr cumplimiento de metas en un tema tan sensible e importante como el del recurso hídrico, es conveniente ser prudentes y realistas.

1.3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

1.3.1. Antecedentes

La organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura- UNESCO- se ha convertido en líder a nivel mundial en la promoción de la Cultura del Agua y la protección de los recursos naturales, la investigación y la formación en estas áreas y, en la última década, ha conformado lo que podría llamarse una completa biblioteca que ha permitido unificar criterios que se han convertido en Conceptos Universales, adaptables a la situación, la cultura y las costumbres de cada región. Por esta razón, en este documento, se adoptan varios de los conceptos que son propuestos por esta entidad, porque son altamente didácticos, están actualizados y alineados al pensamiento de científicos y expertos de todo el mundo y por, sobre todo, son de fácil adaptación a la región en estudio, especialmente a los países de América Latina, porque su enfoque y su visión corresponden a esta región del mundo.

En el año 2020, la UNESCO publicó el documento “La Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible- Manual de Capacitación para Tomadores de Decisiones”. De él se pueden destacar, los siguientes párrafos que permiten aclarar el panorama y adentrarse en el marco de referencia que puede apoyar el inicio del trabajo con plena claridad, en el convencimiento de que la construcción del PSH de la RAP EC es un reto enorme, dadas las condiciones actuales de la región en materia de recursos naturales y el grave impacto que han tenido en esta zona, los efectos del cambio climático. Del mencionado Manual, se han extractado los siguientes párrafos, que aportan claridad y permiten iniciar la definición del Marco de Referencia que se quiere proponer:

“El agua es el hilo de vida que une toda naturaleza, que estrecha la relación entre todos los miembros de un ecosistema, y es por eso que poder acceder al agua, es la base de nuestra existencia.” (Ing. Lida Brido en La Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible- UNESCO 2020)

“El concepto de Seguridad Hídrica nos lleva a poner la mirada en la definición de metas concretas y adaptadas para cada realidad, cada contexto y cada escala de la gestión, que permitan garantizar el abastecimiento de agua, los usos de subsistencia, la producción, la protección de los ecosistemas, los bienes y las personas. También señala la necesidad de contar con capacidades humanas, institucionales, financieras y de infraestructura para alcanzarlas”.² (pag.7)

“Hablar de recursos hídricos, definitivamente, no es lo mismo que hablar de agua”. (Pág. 33)

“Es menester lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, como plantea el ODS 11. En los últimos decenios, el mundo ha experimentado un crecimiento urbano sin precedentes. En 2015, cerca de 4.000 millones de personas vivían en ciudades y se prevé que ese número aumente hasta unos 5.000 millones para 2030. Se necesita mejorar, por tanto, la planificación y la gestión de las ciudades urbanas para lograr la transformación de estos espacios urbanos. Esto requiere el desarrollo de acciones efectivas que:

◇ Por un lado, mejoren el conocimiento de la disponibilidad de agua (en cantidad y calidad), lo que permitirá plantear escenarios minimizando las incertidumbres en la toma de decisiones y, por otro lado, promuevan la educación, programas de participación ciudadana, reconocimiento de los hábitos culturales de la población, fortalecimiento institucional, campañas de concientización, información, entre otras, para lograr una verdadera adopción social de las tecnologías. Caso contrario, serán óptimas medidas estructurales, pero condenadas al fracaso “. (Pág. 41)

“Es decir, que es necesario repensar el ciclo del agua, posicionándonos como seres vivos que dependen del agua y que interactúan en un sistema natural con otros usuarios: los ecosistemas. Los ecosistemas componen la demanda a satisfacer por el balance hídrico de una cuenca y a su vez son el reflejo de las características, magnitud y ocurrencia de cada una de las componentes del ciclo del agua. Con ello, el ciclo del agua debería ser entendido como un sistema socioecohidrológico, donde se producen de manera permanente interacciones de las distintas componentes, desarrollando un estado de equilibrio dinámico”. (Pág. 44).

“Precisamente, uno de los valores del concepto de seguridad hídrica radica en que no solamente orienta la visión con la que debe trazarse la gestión del agua, sino que además hace visible la importancia de los ecosistemas y su rol como usuarios de agua, en cantidad y calidad”. (Pag 45).

“Deberíamos entonces ser capaces de poder reconocer que las demandas de agua de la especie humana no son las únicas que deben cubrirse con la oferta de agua, y que el mantenimiento de los ecosistemas es clave para lograr el desarrollo sostenible”. (Pág. 45).

1.3.2. Definición de Seguridad Hídrica

Seguridad Hídrica es la capacidad de una población para salvaguardar el acceso a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable, que permita sustentar tanto la salud humana como la del ecosistema, basándose en las cuencas hidrográficas, así como garantizar la protección de la vida y la propiedad contra riesgos relacionados con el agua tales como inundaciones, derrumbes, subsidencias de suelos y sequías”

“Esto nos lleva a poner la mirada en la definición de metas concretas y adaptadas para que cada realidad, cada contexto, cada escala de la gestión, cada población logre garantizar el abastecimiento de agua, los usos de subsistencia, la producción, la protección de los ecosistemas, los bienes y las personas.

En términos prácticos, la seguridad hídrica señala que cada población necesita contar con capacidades institucionales, financieras y de infraestructura para:

- ◊ *Conocer la disponibilidad de agua, en cantidad y calidad.*
- ◊ *Contar con redes de medición que permitan reducir la incertidumbre en el conocimiento y la variabilidad de los fenómenos y procesos hidrológicos.*
- ◊ *Identificar las demandas actuales y potenciales de agua, incluyendo los ecosistemas*
- ◊ *Fortalecer la cultura y la educación hídrica de modo de dar solidez a los esquemas de gobernanza participativos.*
- ◊ *Promover la capacitación de profesionales y técnicos de las instituciones como estrategia para el fortalecimiento de las mismas (Págs. 46 y 47).*

“Existe entonces una gran diversidad de culturas y cada una de ellas se relaciona de manera diferente con el agua. Cada sociedad resolverá entonces de una forma particular los dilemas que surgen para alcanzar la seguridad hídrica”.

“Según las Naciones Unidas: La educación es la base para mejorar nuestra vida y el desarrollo sostenible. Además de mejorar la calidad de vida de las personas, el acceso a la educación inclusiva y equitativa puede ayudar a abastecer a la población local con las herramientas necesarias para desarrollar soluciones innovadoras a los problemas más grandes del mundo (ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de

aprendizaje durante toda la vida para todos). Nuevamente los ODS aportan directrices para que la gestión del agua sea el vehículo para mejorar la seguridad hídrica” (Pág. 48).

CRISIS HÍDRICA: Se produce cuando la disponibilidad del agua no contaminada de una región es inferior a la demanda de agua de esa región.

DÉFICIT HÍDRICO: Puede ser causado por cambios climáticos, tales como patrones climáticos alterados-incluyendo sequías e inundaciones-así como el aumento de la contaminación y el aumento de la demanda humana de agua, incluso su uso excesivo

ESTRÉS HÍDRICO: Dificultad de obtener fuentes de agua dulce durante un cierto período. Es un término reciente.

1.3.3. CONCEPTOS CLAVE EN LA EVALUACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

De acuerdo con el documento “Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua – ERAS, 2013”, elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia IDEAM, se presentan a continuación los siguientes conceptos.

OFERTA HÍDRICA TOTAL SUPERFICIAL -OHTS: El volumen de agua que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial. Es el agua que fluye por la superficie de suelo, que no se infiltra o se evapora y se concentra en los cauces de los ríos y/o en los cuerpos de agua lénticos.

OFERTA HÍDRICA DISPONIBLE - OHTD (IDEAM, 2010): El volumen de agua promedio que resulta de sustraer a la oferta hídrica total superficial (OHTS) el volumen de agua que garantizaría el uso para el funcionamiento del ecosistema y de los sistemas fluviales. y -en alguna medida- un caudal mínimo para usuarios que dependen de las fuentes hídricas asociadas a estos ecosistemas (Caudal ambiental). Asimismo, la Resolución 865 de 2004, MAVDT expone que además de la reducción por caudal ambiental, la OHTD podrá ser obtenida de la reducción por calidad del agua, dado que una vez se conozca el estado de la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento como de los cuerpos de agua, la oferta hídrica de estos sistemas se debe afectar por el 25%, correspondiendo a la condición de calidad del agua.

OFERTA HÍDRICA REGIONAL DISPONIBLE -OHRD: Es la oferta hídrica disponible (OHTD) más los volúmenes de agua de caudales de retorno asociados a diferentes usos, incluye la suma o resta de caudales de trasvase que ingresen a la cuenca o salen de ella. Esta es la oferta que utiliza para el cálculo del Índice de Uso de Agua – IUA.

OFERTA HÍDRICA REGIONAL APROVECHABLE - OHRA: Es el volumen de agua que resulta de sustraer del volumen de agua promedio medido en la estación hidrométrica de referencia, representativa de la unidad de análisis considerada, el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IDEAM, Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua – ERAS, 2013, obtenido en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Anexo-42.-Lineamientos-Conceptuales-y-Metodologicos-para-las-Evaluacion-Regional-del-Agua-2013.pdf>

Región Administrativa y de Planificación -RAP- Eje Cafetero, Plan Estratégico Regional PER, 2021-2033, Tomado de: <https://www.ejecafeterorap.gov.co/wp-content/uploads/2021/05/PLAN-ESTRATEGICO-REGIONAL-RAP-EC-version-final-10052021.pdf>

UNESCO, Office Montevideo and Regional Bureau for science in Latin America and the Caribbean, “La Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Manual de Capacitación para tomadores de Decisiones”, 2020, obtenido en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374917>



2. LA SEGURIDAD HÍDRICA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL Y NACIONAL

Capítulo elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

2.1. El Agua en los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-: Desafíos y Avances

El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una [nueva agenda de desarrollo sostenible](#). Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en el año 2030. En total, se trazaron 17 objetivos para el Desarrollo Sostenible -ODS-, siendo concretamente, el No. 6- Agua Limpia y Saneamiento, que postula:



Tomado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/sites/3/2020/05/SDG_website_banner_S.png

“El acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene representan la necesidad humana más básica para el cuidado de la salud y el bienestar. Miles de millones de personas no tendrán acceso a estos servicios básicos en 2030 a menos que se cuadrupliquen los avances. El rápido crecimiento de la población, la urbanización y las crecientes necesidades en materia de agua de los sectores agrícola, industrial y energético están provocando un aumento de la demanda de agua.

La demanda de agua ha superado el crecimiento demográfico y la mitad de la población mundial actualmente sufre una escasez de agua grave durante al menos un mes al año. Se prevé que la escasez de agua aumente con el incremento de las temperaturas globales, provocado a su vez por el cambio climático. Entre las medidas necesarias para garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible de aquí a 2030 se encuentran las inversiones en infraestructuras e instalaciones de saneamiento, la protección y el restablecimiento de los ecosistemas relacionados con el agua, así como la educación en materia de higiene. Además, la mejora del uso eficiente de los recursos hídricos es una de las claves para reducir el estrés hídrico.

Las metas del Objetivo No. 6, son las siguientes:

6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad

6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.

6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

En el año 2023 cuando se celebró la Conferencia Mundial del Agua, la ONU expresó: *A mitad del camino hacia 2030, el mundo ha logrado grandes avances, pero:*

> **Debemos actuar de forma mucho más rápida.** Es preciso trabajar seis veces más rápido en lo relativo al agua potable, cinco veces más rápido en el saneamiento y tres veces más rápido en la higiene básica. Al ritmo actual, en 2030, 2.000 millones de personas seguirán viviendo sin agua potable gestionada de forma segura, 3.000 millones sin saneamiento gestionado de forma segura y 1.400 millones sin servicios básicos de higiene.

> **La calidad del agua está empeorando.** El 42 % de las aguas residuales domésticas no se trata adecuadamente, lo que tiene efectos nocivos para los ecosistemas y la salud humana. Debido a las importantes lagunas de datos sobre la calidad del agua ambiental, un gran número de personas corren el riesgo de verse expuestas a la contaminación.

> **El cambio climático golpea con fuerza.** El creciente estrés hídrico está afectando a la seguridad alimentaria y a la biodiversidad. Se está produciendo cambios rápidos en las aguas superficiales de una quinta parte de las cuencas fluviales. Las inundaciones y las sequías son cada vez más frecuentes y extremas, lo que conlleva un aumento del número de desastres relacionados con el agua.

> **Los enfoques compartimentados son un lastre.** Es preciso duplicar el ritmo actual de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH). Tan solo una de las regiones de los ODS está en vías de conseguir que todos sus ríos, lagos y acuíferos transfronterizos estén cubiertos por acuerdos de cooperación en 2030.

> **Estamos avanzando en la dirección equivocada.** Mientras que las necesidades de financiación han aumentado, el desembolso de asistencia oficial para el desarrollo es cada vez menor.

> **No predicamos con el ejemplo en materia de inclusión.** La gobernanza inclusiva se reconoce, pero no se aplica. Aunque cada vez es más frecuente que en las políticas y leyes nacionales se tengan en cuenta los procedimientos participativos, su aplicación ha sido insuficiente

La situación se resume en el gráfico y en el siguiente cuadro:



Obstáculos que bloquean el progreso	El Plan de Aceleración
> No se destina suficiente dinero al agua. Los entornos propicios para la inversión y el gasto eficientes brillan por su ausencia. La falta de proyectos financieros bien preparados y de modelos de financiación sostenibles hacen que el sector del agua resulte poco atractivo para la inversión.	> Aportar más fondos. Se requieren entornos más propicios para atraer nuevas inversiones y es preciso aprovechar las finanzas existentes de un modo más eficiente y eficaz. Es necesario reformar la arquitectura mundial de financiación del desarrollo con el fin de proporcionar más fondos a los Gobiernos.
> No se dispone de suficientes datos. En demasiados países, los responsables de formular políticas carecen de datos fiables y oportunos para la adopción de decisiones, debido a la falta de sistemas adecuados de seguimiento y presentación de informes y a la insuficiencia de recursos.	> Subsanar las deficiencias en materia de datos. Los sistemas nacionales de seguimiento, elaboración de informes y difusión de datos deben reforzarse de modo que incluyan todos los indicadores mundiales del ODS 6, combinando conjuntos de datos procedentes de todas las partes interesadas. Las tecnologías de observación de la Tierra y la mejora de las prácticas en materia de datos, como la normalización y el desglose, pueden mejorar la toma de decisiones y reducir las desigualdades
> No se cuenta con capacidad suficiente. Las disparidades en la fuerza de trabajo del sector del agua y el saneamiento son cada vez mayores debido al acceso limitado a la educación, la debilidad de los marcos de apoyo y los bajos índices de contratación y retención de personal cualificado, en particular de mujeres.	> Invertir en la fuerza de trabajo. Es preciso que el sector educativo y los empleadores colaboren para promover la “alfabetización” en materia de agua y saneamiento en los planes de estudio y para atraer, formar y retener a los trabajadores, especialmente a las mujeres y los jóvenes. Es necesario llevar a cabo evaluaciones y estudios de la fuerza de trabajo a nivel nacional para determinar las competencias más demandadas actualmente y las que se demandarán en el futuro, con la mirada puesta en las tecnologías emergentes.
> No se innova lo suficiente. Desde su planificación hasta que se lleva a la práctica, la innovación es demasiado limitada y lenta para satisfacer la necesidad de un cambio rápido y transformador.	> Potenciar la innovación. Los enfoques innovadores deben acelerarse y ampliarse a través de políticas de apoyo, utilizando tecnologías como la inteligencia artificial y adaptando las innovaciones a los contextos locales.
> No hay suficiente coherencia. La gobernanza del agua es ineficaz debido tanto a la debilidad y fragmentación institucional, como a las deficiencias en materia de regulación, rendición de cuentas y transparencia.	> Maximizar la cooperación. La colaboración entre los diferentes sectores y a través de las fronteras nacionales aumenta la eficacia de la gestión del agua y el saneamiento y contribuye a la cohesión social y la paz internacional.

Con corte a 2023, año en el que la ONU realizó la Primera Conferencia del Agua y en el que la ONU marca la mitad del camino 2015-2030, el balance realizado a nivel mundial presenta avances significativos en algunos casos, pero en general muestran un crítico panorama en relación con el cumplimiento de las metas. Del Informe de Síntesis que contiene el Plan de Aceleración para poder cumplir las metas al año 2030, se extraen los apartes más importantes que retratan esta realidad:

En el Informe de Síntesis de 2018 sobre el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 relacionado con el agua y el saneamiento se puso de manifiesto que el mundo no iba camino de alcanzar el ODS 6 (ONU-Agua, 2018). En el Resumen actualizado de 2021 sobre los progresos en el ODS 6: agua y saneamiento para todos, elaborado por la Iniciativa de la ONU-Agua para el Monitoreo Integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, se demostró que, de promedio, el mundo debía multiplicar por cuatro su ritmo de progreso si pretendía alcanzar el ODS 6 para 2030 (ONU-Agua, 2021b).

Dos años después, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 2023 ha reavivado el compromiso de todos los sectores de abordar la crisis mundial del agua con la máxima prioridad. Por consiguiente, en el presente Informe de Síntesis de 2023 sobre el Objetivo de Desarrollo

Sostenible 6 relacionado con el agua y el saneamiento se presenta un plan para la aceleración del ODS 6 que se sintetiza en el siguiente gráfico:

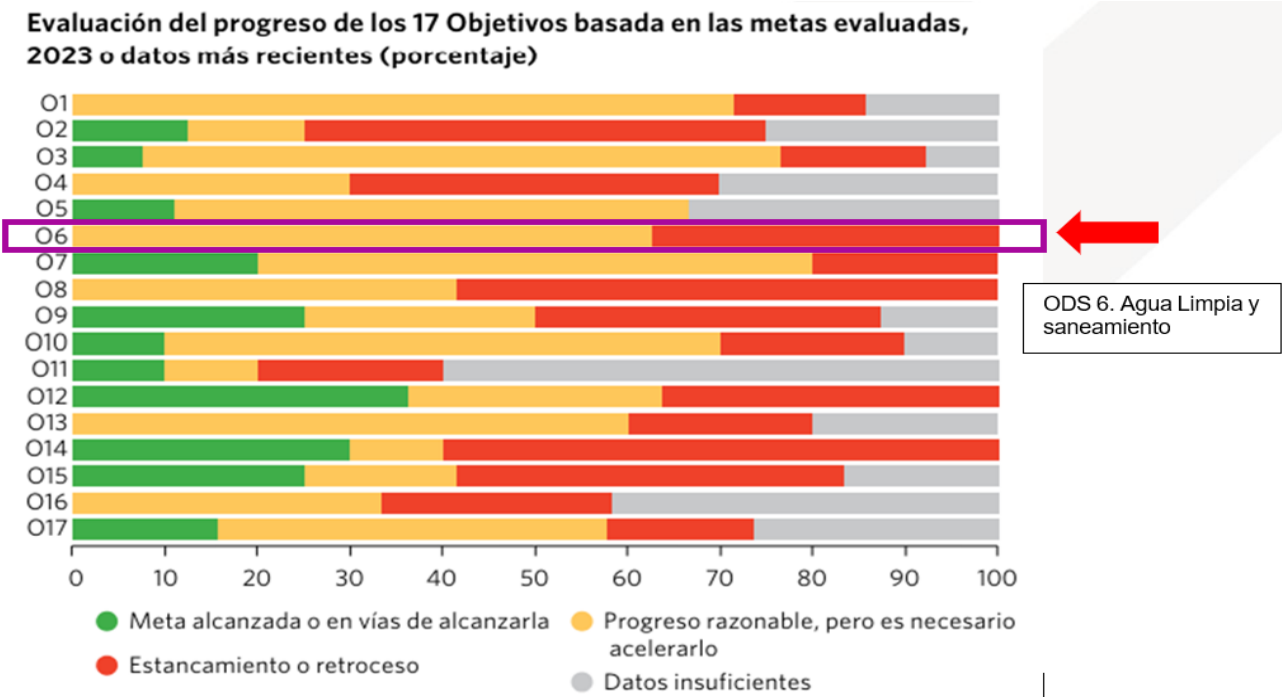


Gráfico Tomado de Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023- Edición especial

El gráfico anterior muestra que, según las evaluaciones que ha hecho la ONU a mayo de 2023, sobre el cumplimiento de las naciones de los ODS que tiene metas en materia de agua para el año 2030: *“A medio camino de la fecha límite para la Agenda 2030, el Informe de Progreso de los ODS, Edición especial, muestra que más de la mitad del mundo está quedando atrás. Los avances para más del 50 % de las metas de los ODS son endeble e insuficientes, y el 30 % están estancados o han retrocedido. Estos incluyen metas esenciales sobre la pobreza, el hambre y el clima. Si no actuamos ahora, la Agenda 2030 podría convertirse en el epitafio del mundo que podría haber sido.”* *“A mitad del camino hacia la implementación de la Agenda 2030, surge una realidad alarmante: el mundo no está alcanzando la mayoría de los Objetivos para el 2030.”*

Para junio del año 2024, cuando la ONU publica el informe anual sobre el avance en el cumplimiento de los ODS, en materia de agua, se siguen evidenciando graves problemáticas en el mundo y se suman ya las consecuencias del Cambio Climático, evidenciándose además el desconocimiento a nivel global de recursos como el Agua Subterránea, como se refleja en el siguiente párrafo:

*“En 2022, aproximadamente la mitad de la población mundial sufrió una grave escasez de agua durante al menos una parte del año. Una cuarta parte se enfrentó a niveles “extremadamente altos” de estrés hídrico. El cambio climático agrava estos problemas y plantea riesgos importantes para la estabilidad social. Si bien 153 Estados miembros comparten aguas transfronterizas, **solo una región está en vías de cubrir todos los ríos, lagos y acuíferos transfronterizos** con acuerdos de cooperación para 2030.”* (ONU en <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/Goal-06/>)

En conclusión, la evaluación del cumplimiento de metas en el ODS 6 Agua limpia y Saneamiento arroja un atraso significativo y sugiere a los países, la necesidad de multiplicar por 4 los esfuerzos y la inversión en materia de agua potable y por 5 los esfuerzos para el saneamiento hídrico, para cumplir las metas fijadas en el año 2030. Tal propósito, si bien es loable, se considera imposible

ante las limitaciones presupuestales de la mayoría de las naciones cuyas economías son llamadas emergentes, en los que la inversión pública en este tipo de infraestructuras en vez de crecer, cada año, disminuye.

El portal de datos del ODS 6 de la ONU-Agua centraliza la información sobre agua y saneamiento en el ámbito global, facilitando su acceso a responsables de políticas, expertos técnicos, investigadores y estudiantes. Este recurso ofrece herramientas para visualizar y analizar el avance hacia las metas relacionadas con el agua, destacando el progreso a nivel mundial, regional y nacional. Además, permite evaluar la situación de los recursos hídricos y su relación con otros sectores, con el objetivo de sensibilizar y fomentar acciones. El portal también apoya el monitoreo y la elaboración de informes sobre el ODS 6 en diferentes niveles, y actúa como una puerta de entrada a la extensa base de datos de la ONU sobre agua y saneamiento.

El Objetivo 6 de la Agenda 2030 tiene como propósito asegurar el acceso universal al agua y promover una gestión sostenible de los recursos hídricos y del saneamiento. A continuación, se enumeran sus metas principales:

6.1: Para 2030, lograr acceso universal y equitativo a agua potable segura y asequible, medido por la proporción de la población que utiliza servicios de agua gestionados sin riesgos.

6.2: Para el año 2030, garantizar que todas las personas tengan acceso a servicios de saneamiento e higiene seguros y equitativos, prestando especial atención a mujeres, niñas y grupos vulnerables, y eliminando la práctica de la defecación al aire libre. El avance se evalúa mediante el porcentaje de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura y que cuenta con instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón.

6.3: Para 2030, mejorar la calidad del agua, reduciendo la contaminación y vertimiento de productos químicos peligrosos, minimizando aguas residuales sin tratar y fomentando el reciclaje y la reutilización segura. Se mide por el tratamiento adecuado de aguas residuales y la calidad de las masas de agua.

6.4: Para 2030, aumentar la eficiencia en el uso del agua en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de su extracción y abastecimiento, reduciendo el número de personas que sufren escasez. Se evalúa mediante el cambio en la eficiencia del uso del agua y el nivel de estrés hídrico.

6.5: Para 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos en todos los niveles, incluyendo la cooperación transfronteriza. Se mide por el grado de gestión integrada y la proporción de cuencas transfronterizas con acuerdos de cooperación.

6.6: Para 2020, proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, como bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos, medido por el cambio en la extensión de estos ecosistemas.

6.a: Para 2030, aumentar la cooperación internacional y el apoyo a países en desarrollo en la creación de capacidad en actividades y programas relacionados con el agua y saneamiento, medido por el volumen de asistencia oficial destinada a estos sectores.

6.b: Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la gestión del agua y el saneamiento, medido por la proporción de dependencias administrativas con políticas de participación comunitaria.

Este conjunto de metas busca asegurar el acceso sostenible a agua y saneamiento, mejorando la gestión de los recursos hídricos y fomentando la cooperación internacional para enfrentar los desafíos globales del agua.

Desafíos y avances actuales relacionados con los Objetivos del ODS 6: Agua y Saneamiento

6.1: Acceso universal y equitativo a agua potable

Desafíos:

Más de 2.000 millones de personas carecen de acceso a agua potable gestionada de forma segura, con desafíos importantes en regiones rurales y países en desarrollo.

Escasez de infraestructura adecuada y mantenimiento deficiente en zonas vulnerables.

Avances:

Incremento en las inversiones en sistemas de agua potable en muchas naciones, lo que ha reducido el porcentaje de personas sin acceso.

Innovaciones tecnológicas, como plantas de tratamiento de agua más eficientes y sistemas de purificación portátiles en regiones sin acceso.

6.2: Acceso a saneamiento e higiene adecuados

Desafíos:

Alrededor de 4.200 millones de personas carecen de acceso a servicios de saneamiento gestionados sin riesgos, y la defecación al aire libre sigue siendo común en algunas áreas.

Las mujeres, niñas y personas en situaciones vulnerables son las más afectadas por la falta de instalaciones higiénicas seguras.

Avances:

Programas de sensibilización y construcción de instalaciones de saneamiento en comunidades rurales y zonas urbanas marginales.

Creciente atención a soluciones de saneamiento sostenibles y descentralizadas, como letrinas ecológicas.

6.3: Mejora de la calidad del agua y reducción de la contaminación

Desafíos:

La contaminación de fuentes de agua por productos químicos peligrosos, vertidos industriales y agrícolas sigue siendo un problema grave, especialmente en países en desarrollo.

Falta de infraestructura adecuada para tratar aguas residuales en muchas áreas urbanas y rurales.

Avances:

Aumento en el tratamiento de aguas residuales y esfuerzos por mejorar la regulación y supervisión de los vertidos industriales.

Creciente uso de tecnologías de reciclaje y reutilización de agua, como sistemas de tratamiento de aguas residuales.

6.4: Eficiencia en el uso del agua y sostenibilidad de su extracción

Desafíos:

La agricultura representa el 70% del uso global de agua dulce, lo que genera grandes presiones sobre los recursos hídricos, especialmente en regiones con estrés hídrico.

Cambios climáticos y sequías frecuentes agravan los problemas de escasez de agua.

Avances:

Promoción de prácticas de agricultura sostenible, como riego por goteo, que ha incrementado la eficiencia del uso del agua.

Mayor adopción de tecnologías de monitorización del uso del agua en sectores industriales y agrícolas.

6.5: Gestión integrada de los recursos hídricos

Desafíos:

La gestión integrada de recursos hídricos sigue siendo insuficiente en muchas regiones, con cuencas compartidas a menudo gestionadas de forma conflictiva entre naciones.

Falta de coordinación y cooperación transfronteriza en muchas áreas con cuencas internacionales.

Avances:

Aumento en los acuerdos transfronterizos de gestión del agua, especialmente en cuencas fluviales como el Mekong y el Nilo.

Impulso de políticas nacionales de gestión integrada de recursos hídricos en países en desarrollo.

6.6: Protección y restauración de ecosistemas relacionados con el agua

Desafíos:

Pérdida continua de ecosistemas hídricos como humedales, lagos y ríos debido a actividades humanas como la deforestación y la construcción de presas.

Degradación de acuíferos por sobreexplotación y contaminación.

Avances:

Programas internacionales y nacionales de reforestación y restauración de humedales, ríos y cuencas.

Creciente reconocimiento del valor de los servicios ecosistémicos proporcionados por los cuerpos de agua.

6.a: Cooperación internacional y apoyo a países en desarrollo

Desafíos:

Falta de financiamiento y asistencia técnica para muchos países en desarrollo, lo que limita su capacidad para implementar sistemas sostenibles de agua y saneamiento.

Dependencia de la ayuda externa sin un plan claro de sostenibilidad a largo plazo.

Avances:

Incremento en la cooperación internacional, con proyectos financiados por el Banco Mundial y otros organismos multilaterales.

Expansión de programas de capacitación en tecnologías de gestión del agua y tratamiento de aguas residuales.

6.b: Participación de las comunidades locales en la gestión del agua

Desafíos:

En muchos países, las políticas de participación comunitaria no están bien implementadas, y las comunidades locales no tienen suficiente voz en la gestión del agua.

Desigualdades en la representación de mujeres y grupos vulnerables en la toma de decisiones sobre la gestión del agua.

Avances:

Creciente reconocimiento de la importancia de la gestión comunitaria del agua, con más proyectos que involucran a las comunidades locales.

Apoyo a la participación de grupos marginados en la toma de decisiones, mejorando la gestión sostenible del agua.

2.2. La Seguridad Hídrica y los nexos con la seguridad alimentaria mundial.

2.2.1. Marco Conceptual

Volviendo a mencionar el documento “La Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible- Manual de Capacitación para tomadores de Decisiones”, publicado por la UNESCO en el año 2020, se evidencia la importancia del agua en los siguientes párrafos:

Un recurso es un bien, un capital, un medio de subsistencia, algo que sirve para satisfacer una necesidad o para llevar adelante un emprendimiento. Y eso es el agua, sí, pero cuando está disponible, en la cantidad necesaria, la calidad requerida y en el momento y lugar indicado.”(Pág. 33)

“Las propias actividades humanas compiten con los recursos de agua, poniendo en jaque su calidad y hasta su cantidad, para otros usos y usuarios (entre ellos los ecosistemas). Así es que, por más que los procesos que describen el ciclo hidrológico en la naturaleza promuevan la renovabilidad del agua, su oferta real es cada vez más limitada y variable. El cambio climático y la

variabilidad climática afectan la ocurrencia del recurso, haciéndolo más escaso en los lugares donde ya lo era o más abundante en regiones húmedas.” (Pág. 33)

“Por otra parte, la demanda de agua es incansablemente creciente. Cada día, no solo se necesita más agua para cubrir los requerimientos de bebida e higiene de la población, sino que también se la necesita para la producción de alimentos, para la producción de energía y, a su vez, se necesita más energía para producir alimentos y extraer, distribuir, potabilizar y tratar el agua. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), esto significa que los tres sectores (seguridad de los recursos hídricos, seguridad energética y seguridad alimentaria, (Nexo Agua, Energía y Alimentos) están íntimamente relacionados y que la mayoría de las veces la intervención en una de estas áreas tiene un impacto en alguna de las otras o en ambas.” (Pág. 33)

La Cepal, comisión de la ONU para América Latina, publicó en el año 2020, una Guía Metodológica para el “Diseño de acciones con enfoque del Nexo entre agua, energía y alimentación para países de América Latina y el Caribe” en la que propone una metodología para aplicación práctica del enfoque del “Nexo entre Agua, Energía y Alimentación”. Unos de los conceptos más valiosos del contenido de la guía, se resalta en la siguiente imagen:

Agua, energía y alimentos son elementos esenciales y fundamentales para el bienestar de la humanidad, la reducción de pobreza y el desarrollo sostenible. Estos elementos, tienen un marcado sentido de indivisibilidad y suman al análisis el pilar ambiental, dentro del cual hay que considerar los ecosistemas y demás usos del territorio.

La formulación de políticas e inversiones que abordan la gestión de los recursos naturales se ha caracterizado históricamente por utilizar enfoques sectoriales. Esto, ha generado políticas aisladas que no responden a las complejas interrelaciones entre agua, energía y alimentación (Embid y Martín, 2017).

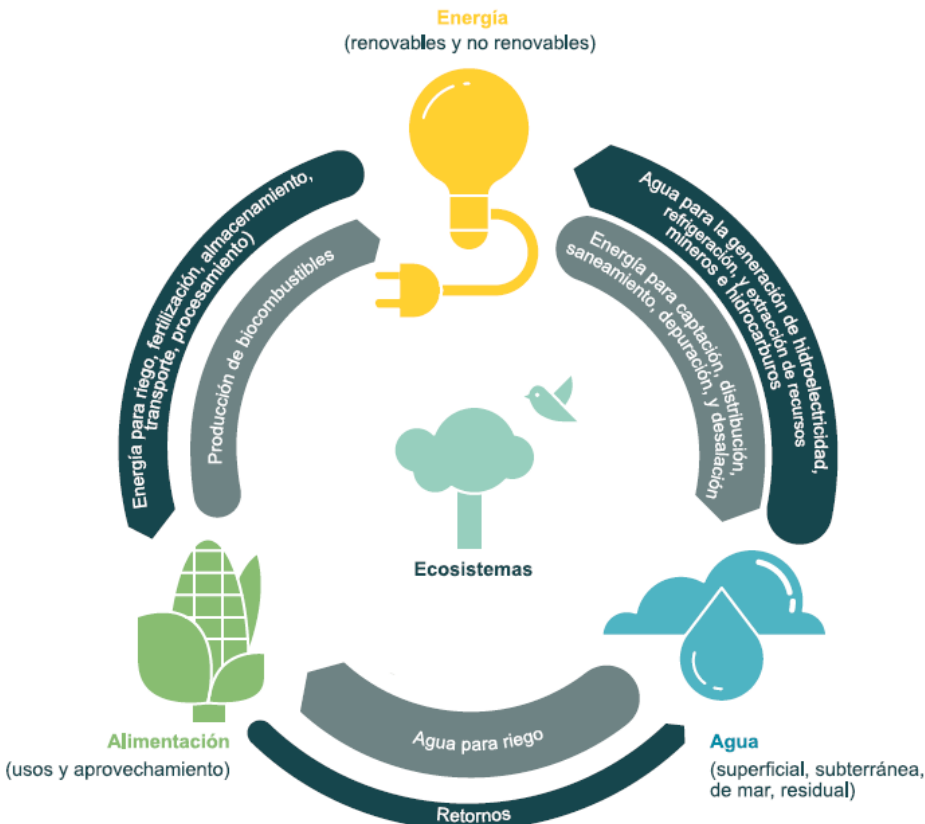
Promover el enfoque del Nexo entre agua, energía y alimentación es en realidad abogar por la planificación y gestión integrada de los recursos naturales, siendo el punto de partida reconocer las crecientes interrelaciones que existen entre los tres sectores. Es importante considerar que, dentro del enfoque intersectorial del Nexo, el pilar ambiental está presente al considerar los ecosistemas y demás usos del territorio. Así, mediante la adopción del

En el enfoque del Nexo se pretende anticipar y reducir impactos negativos de políticas sectoriales en otros recursos, los cuales muchas veces son inesperados (véase el diagrama 1).

Además, el enfoque busca aprovechar las sinergias existentes entre estos sectores, para promover políticas más eficaces, eficientes, coherentes y relevantes. La adopción del enfoque del Nexo se centra por tanto en la búsqueda de fórmulas técnicas y políticas que ayuden de manera sinérgica a lograr un uso más eficiente de los recursos. Asimismo, se enfoca en encontrar mecanismos que fomenten la cooperación y coordinación intersectorial e interinstitucional, además de la participación de todos los actores relevantes.

En Colombia y concretamente en los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, el nexo entre agua y alimentación es directa y permanente. En efecto, el agua es fundamental para la producción y el procesamiento del Café y el plátano, que son hoy los principales renglones agropecuarios de estos 4 territorios y también lo es para la Ganadería, la producción de arroz y la piscicultura en la que son fuertes Caldas y Tolima. Y también es totalmente cierto que el agua es fundamental para la producción de energía hidráulica en Caldas y Tolima en donde hay grandes centrales hidroeléctricas y en Risaralda donde funcionan algunas pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH).

Diagrama 1
Interrelaciones del Nexo en América Latina y el Caribe^a



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Meza, F. y otros (2015), “Water–food–energy nexus in Chile: the challenges due to global change in different regional contexts”, *Water International*, vol. 40, Nº 5–6.
^a Las interrelaciones del Nexo son determinadas por las condiciones del contexto del territorio analizado, considerando las condiciones ambientales, sociales, económicas, normativas e institucionales.

Tomado de la Guía Metodológica para el “Diseño de acciones con enfoque del Nexo entre agua, energía y alimentación para países de América Latina y el Caribe” CEPAL, 2020

En el marco de este Diagnóstico, se abordará con mayor detalle el uso del agua en el territorio jurisdicción de la RAP Eje Cafetero y se podrá evaluar el impacto que tiene el agua y su nexo con la producción de alimentos y de energía hidroeléctrica.

Por lo cual, se tiene en cuenta que las presiones sobre los sistemas de tierras y aguas están afectando gravemente la productividad agrícola, justo cuando es más necesario impulsar el crecimiento para garantizar la seguridad alimentaria mundial. La degradación del suelo y la escasez de agua, exacerbadas por la actividad humana, incrementan los riesgos para la producción agrícola y los servicios ecosistémicos. El cambio climático añade más incertidumbre, con fenómenos hidrológicos extremos que afectan de manera desproporcionada a los productores más vulnerables, quienes carecen de recursos para mitigar estas perturbaciones.

2.2.2. Riesgos relacionados con la seguridad hídrica y la alimentación

Uno de los riesgos más persistentes y arraigados es la degradación de la tierra, como la erosión del suelo, la salinización y la contaminación de las aguas subterráneas. Aunque estos problemas no siempre reciben atención inmediata, su impacto a largo plazo sobre la capacidad de producir alimentos es considerable. Sin embargo, esta degradación puede revertirse con una gestión correcta de la tierra, siempre y cuando se implementen reformas en la gobernanza de los recursos hídricos y terrestres, y se cuente con financiamiento adecuado para la adaptación y mitigación del cambio climático.

La escasez de agua es otro factor clave que amenaza la seguridad alimentaria. La sobreexplotación de acuíferos subterráneos afecta de manera crítica a las poblaciones rurales, en especial a aquellas en áreas con recursos limitados. La competencia por el agua, tanto para uso agrícola como para consumo humano, puede agudizarse, especialmente en regiones donde las fuentes de agua son escasas o están contaminadas.

2.2.3. Sinergias y compensaciones entre agua, alimentación y energía

La gestión integrada de los recursos de agua y tierra es esencial para evitar conflictos y maximizar la eficiencia de uso. Las iniciativas para la producción de bioenergía, por ejemplo, pueden aumentar el suministro de energía, pero también generar competencia por el agua, afectando la producción de alimentos. De igual modo, la construcción de presas hidroeléctricas puede garantizar energía y agua para uso agrícola, pero a costa de desplazar a poblaciones y reducir la disponibilidad de agua en ecosistemas agrícolas aguas abajo.

Las enseñanzas del colapso ecológico del Mar de Aral en Asia Central subrayan la importancia de una gestión sostenible del agua. La sobreexplotación de los recursos hídricos para la agricultura intensiva provocó la salinización y la pérdida de biodiversidad, afectando tanto los medios de vida como la capacidad de los ecosistemas para recuperarse.

2.2.4. Factores socioeconómicos y presión sobre los recursos hídricos

El crecimiento demográfico, la urbanización y el aumento de los ingresos impulsan la demanda de alimentos, ejerciendo más presión sobre los limitados recursos de tierras y agua. Para 2050, se espera que la población mundial alcance los 9.700 millones, lo que requerirá un uso más intensivo de los recursos para satisfacer la creciente demanda de proteínas animales, frutas y hortalizas, alimentos que requieren más agua para su producción. Este aumento de la población, junto con la urbanización, altera aún más los patrones de consumo, generando nuevas tensiones sobre los recursos hídricos.

En particular, África Subsahariana experimentará un rápido crecimiento poblacional, lo que presenta desafíos únicos para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en relación con la erradicación de la pobreza (ODS 1), el hambre cero (ODS 2), el agua limpia (ODS 6) y la vida de los ecosistemas terrestres (ODS 15). A nivel mundial, el 80% de las personas en extrema pobreza vive en zonas rurales y depende en gran medida de la agricultura, sector que está expuesto a riesgos climáticos actuales y futuros.

2.2.6. Disponibilidad de agua y conflictos transfronterizos

La competencia por los recursos hídricos es especialmente grave en zonas con escasez crítica de agua, donde la agricultura depende de sistemas de riego insostenibles o de tierras de secano propensas a la sequía. A escala global, más de 733 millones de personas viven en países con altos niveles de estrés hídrico, y más de 1.200 millones habitan zonas donde la escasez de agua compromete la producción agrícola.

La gestión de cuencas fluviales y acuíferos transfronterizos es otro gran desafío. Más del 60% de las cuencas internacionales carecen de mecanismos efectivos de cooperación, lo que dificulta la asignación equitativa de recursos y la lucha contra la contaminación. Sin una gestión compartida y adaptativa, los conflictos por el agua podrían aumentar, exacerbando la inseguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEPAL, Lisbeth Naranjo Bárbara A. Willaarts. “Guía metodológica Diseño de acciones con enfoque del Nexo entre agua, energía y alimentación para países de América Latina y el Caribe”

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5a9d73b9-2d9d-4608-a143-b85558eba77b/content>

ONU, Informe de Síntesis de 2018 sobre el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 relacionado con el agua y el saneamiento, 2018, obtenido en https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2018/05/UN-Water_SDG6_Synthesis_Report_2018_Executive_Summary_SPA.pdf

ONU, Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Edición especial, 2023, obtenido en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf

ONU, Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Junio de 2024, obtenido en: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/Goal-06/>

3. SEGURIDAD HÍDRICA EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

Capítulo Elaborado por Juan Alberto Moreno

La Seguridad Hídrica es un componente esencial en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026, donde se reconoce el agua como un recurso vital y un eje articulador de políticas que afectan la sostenibilidad, la salud y el bienestar de la población. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022), "el 85% de la población colombiana depende directamente de fuentes hídricas para su abastecimiento", Esta dependencia resalta la urgencia de gestionar el recurso hídrico de manera eficiente y sostenible, considerando los impactos del cambio climático, como la variabilidad en las precipitaciones y el aumento de eventos extremos. lo que subraya la necesidad urgente de una gestión eficiente del recurso hídrico.

Importancia del Agua en el Desarrollo Sostenible

El PND enfatiza que el adecuado ordenamiento del territorio en torno al agua es crucial. De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2021), "el 73% de las cuencas hidrográficas en Colombia presenta algún grado de afectación por actividades humanas". Proteger estos ecosistemas no solo permitirá una mejor adaptación al cambio climático, sino que también garantizará beneficios esenciales para mejorar la calidad de vida de la población y fomentar un desarrollo económico sostenible.

Armonización de Instrumentos de Planeación

Uno de los principales retos destacados en el PND es la fragmentación de los instrumentos de planeación. Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2023), "más del 60% de los municipios carecen de un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) actualizado que incluya consideraciones sobre el agua". Esta situación demanda una transición hacia un ordenamiento funcional que respete la diversidad cultural y ambiental, asegurando que las actividades en el territorio sean coherentes con su vocación natural.

Oportunidades para la Gestión del Agua

La creación de un Plan de Seguridad Hídrica se presenta como una oportunidad clave para consolidar la gobernanza ambiental. Como señala el Consejo Económico y Social (2022), "la participación de comunidades locales en la gestión de recursos es fundamental para la sostenibilidad". Este plan debe incluir mecanismos de participación de comunidades campesinas, indígenas y afrodescendientes en el diseño y aplicación de políticas relacionadas con el agua, promoviendo la cohesión social y el empoderamiento local.

4. SEGURIDAD HÍDRICA EN LOS PLANES DEPARTAMENTALES DE DESARROLLO DE CALDAS, QUINDÍO, RISARALDA Y TOLIMA.

Capítulo elaborado por Juan Alberto Moreno

La seguridad hídrica sigue siendo uno de los pilares fundamentales en los Planes de Desarrollo Departamentales 2024 de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima. En una región con más de 2.5 millones de habitantes, cuya economía depende principalmente de la agricultura y la industria, la gestión hídrica es crucial para garantizar el bienestar a largo plazo y la sostenibilidad ambiental. Estos planes abordan la necesidad de mitigar los impactos del cambio climático, garantizar el acceso equitativo al agua, y proteger las fuentes hídricas, todo dentro de una visión integrada. Los planes de desarrollo para 2024 reflejan un enfoque integral que incluye la modernización de infraestructuras, la restauración de ecosistemas hídricos, la incorporación de tecnología avanzada para la gestión del recurso hídrico, y la promoción de una gobernanza participativa. Asimismo, están alineados con las metas nacionales de desarrollo sostenible y los objetivos globales de mitigación climática.

4.1. Enfoques Comunes en los Planes de Desarrollo 2024-2026

✓ **Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)**

- ✓ La GIRH continúa siendo un principio rector en los planes 2024 de los cuatro departamentos. En una región que cuenta con la delimitación de 56 subzonas hidrográficas clave, la conservación y restauración de estos ecosistemas es esencial para garantizar su sostenibilidad a largo plazo (IDEAM, 2023).

✓ **Conservación y restauración de cuencas:**

Los planes contemplan la restauración de 60.000 hectáreas de cuencas en riesgo mediante la reforestación y el control de la erosión. Se han implementado tecnologías avanzadas de monitoreo y gestión de cuencas a través de sistemas de información geográfica (SIG), mejorando la precisión y eficiencia en el seguimiento de las fuentes hídricas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

✓ **Agricultura sostenible y conservación del agua:**

En el sector agrícola, se ha impulsado la agricultura regenerativa, logrando una reducción del 25% en el uso de agroquímicos. Este enfoque no solo reduce la presión sobre los cuerpos hídricos, sino que promueve una sostenibilidad agrícola que protege el recurso hídrico (Ministerio de Agricultura, 2024)

✓ **Modernización de la Infraestructura Hídrica**

Los planes 2024 también priorizan la modernización de infraestructuras hídricas para garantizar el acceso al agua potable y al saneamiento básico. Se han destinado más de \$700 mil millones de pesos a proyectos hídricos, un aumento significativo en comparación con periodos anteriores (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2024).

● **Expansión de la cobertura de agua potable:**

- La cobertura en zonas urbanas ha alcanzado un 92%, y se prevé llegar al 95% en áreas rurales para 2026. La modernización incluye la construcción de nuevas plantas de tratamiento y redes de distribución, mejorando tanto la calidad como la cantidad del agua disponible (IDEAM, 2024).

✓ **Participación Comunitaria y Gobernanza Hídrica**

La participación comunitaria es esencial en los Planes de Desarrollo 2024. Se han creado mecanismos para involucrar a las comunidades en la toma de decisiones sobre la gestión hídrica, fortaleciendo la gobernanza local del agua.

✓ **Adaptación al Cambio Climático**

El cambio climático ha intensificado la frecuencia de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, en la región. En respuesta, los planes de desarrollo contemplan medidas para aumentar la resiliencia de los ecosistemas y comunidades ante estos desafíos.

✓ **Riego eficiente y adaptación climática:**

En el sector agrícola, la adopción de tecnologías de riego inteligente permitirá una reducción del 30% y el 60% en el consumo de agua, optimizando la productividad y garantizando la sostenibilidad en un contexto de creciente variabilidad climática (Ministerio de Agricultura, 2024).

✓ **Planes de contingencia climática:**

Cada departamento ha actualizado sus planes de contingencia para enfrentar fenómenos extremos. Estos incluyen sistemas de alerta temprana que mitigan el impacto de sequías, inundaciones y deslizamientos en las zonas más vulnerables (IDEAM, 2024).

4.2. Plan de Desarrollo de Caldas

En el Plan de Desarrollo de Caldas 2024, la gestión de 15.000 hectáreas de cuencas críticas, que abastecen a ciudades clave como Manizales y Villamaría, es una prioridad. El 47% del agua utilizada proviene de fuentes superficiales, lo que subraya la importancia de conservar estas áreas.

Proyecto destacado:

El programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) se ha expandido, incentivando a agricultores y comunidades rurales a conservar los ecosistemas de cuencas clave (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024).

Manizales

Estrategia de Seguridad Hídrica

Gestión del Riesgo y Protección de Cuencas Críticas.

Contexto Hídrico: Manizales depende del río Chinchiná, que enfrenta vulnerabilidades significativas debido a deslizamientos y erosión.

Iniciativas Clave del Plan de Desarrollo 2024

Gestión Integral del Riesgo: Se implementará un sistema de alerta temprana que ha demostrado reducir en un 30% los deslizamientos en áreas críticas (Fuente: plan de desarrollo de Manizales pág. 26).

Conservación de la Cuenca: Restauración de 15.000 hectáreas en la cuenca del río Chinchiná, enfocándose en reforestación y control de erosión (Fuente: Plan de Manejo de Cuencas de Manizales).

Tecnología para Resiliencia Hídrica: Inversión en sistemas de tratamiento de aguas que han mejorado la eficiencia en un 25% (Fuente: Empresa de Acueducto de Manizales).

Enfoque Recomendado

Infraestructura Verde: Inversión en barreras vegetales y sistemas de retención de agua.

Sistemas de Recarga Hídrica: Proyectos para fomentar la recarga de acuíferos en zonas rurales.

4.3. Plan de Desarrollo del Quindío

El Plan de Desarrollo del Quindío 2024 se centra en la restauración de 30 microcuencas estratégicas que abastecen al 60% de la población rural. La gestión de la calidad del agua y la reducción de contaminantes es una prioridad.

Proyecto clave:

La Universidad del Quindío ha liderado la implementación de prácticas agrícolas más limpias, logrando una reducción del 40% en la contaminación del río Quindío (Universidad del Quindío, 2024).

Armenia

Estrategia de Seguridad Hídrica: Restauración de Microcuencas y Tratamiento de Aguas Residuales

Contexto Hídrico: Armenia enfrenta problemas de contaminación en sus microcuencas, donde el 60% de las fuentes de agua presentan niveles de contaminantes superiores a los permitidos.

Iniciativas Clave del Plan de Desarrollo 2024

Restauración de Microcuencas: Se implementará un plan para restaurar 30 microcuencas, centrado en reforestación y control de escorrentías (Fuente: Plan de Desarrollo de Armenia 2024).

Tratamiento de Aguas Residuales: Construcción de 4 nuevas plantas de tratamiento con el objetivo de tratar el 80% de las aguas residuales generadas en áreas urbanas y rurales (Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Armenia).

Educación Ambiental: Se desarrollarán programas que alcanzarán a más de 5,000 personas en la promoción del uso responsable de agua y agroquímicos (Fuente: Secretaría de Ambiente de Quindío).

Enfoque Recomendado

Tecnologías Limpias en el Agro: Fomentar el uso de biofertilizantes y técnicas de manejo integrado de plagas.

Gestión Comunitaria del Agua: Creación de comités locales para la supervisión de la calidad del agua.

4.4. Plan de Desarrollo de Risaralda

En Risaralda, el Plan de Desarrollo 2024 prioriza la modernización de sistemas de riego y tecnologías para la gestión hídrica en el sector agrícola, beneficiando a 6.000 agricultores. Además, la cobertura de saneamiento básico ha alcanzado el 94% en áreas urbanas.

Iniciativa destacada: Se ha promovido la reforestación activa en cuencas afectadas por la expansión urbana, mejorando la calidad del agua y mitigando riesgos de contaminación (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2024). Citado plan de desarrollo

Pereira

Estrategia de Seguridad Hídrica: Modernización de Infraestructura y Gestión Integral del Agua.

Contexto Hídrico: Pereira tiene una cobertura de agua potable del 98% en áreas urbanas, pero solo del 75% en rurales.

Iniciativas Clave del Plan de Desarrollo 2024

Modernización de Infraestructura: Inversión de 30 mil millones de pesos en plantas de tratamiento y redes de distribución para alcanzar el 95% de cobertura en zonas rurales para 2026 (Fuente: Plan de Desarrollo de Pereira).

Reforestación y Protección de Cuencas: Restauración de 10,000 hectáreas de cuencas afectadas por la urbanización (Fuente: Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER).

Gestión de Aguas Pluviales: Implementación de sistemas de captación que prevén una reducción del 20% en la demanda de fuentes hídricas tradicionales (Fuente: Alcaldía de Pereira).

Enfoque Recomendado

Optimización del Uso de Agua: Políticas para promover el uso eficiente del agua en áreas urbanas.

Participación Comunitaria: Alianzas entre comunidades urbanas y rurales para la gestión del agua

4.5. Plan de Desarrollo del Tolima

El Plan de Desarrollo de Tolima 2024 aborda la deforestación en un 58% del territorio, con la restauración de 1200 hectáreas, incluyendo la cuenca del río Saldaña. (fuente plan de desarrollo del Tolima página 325) También se han capacitado a 10.000 agricultores en el uso eficiente del agua y gestión del conocimiento del cambio climático para este periodo 2024-2027 se espera capacitar 4000 mil personas (fuente plan de desarrollo de la gobernación del Tolima página 328)

Proyecto destacado:

Promover el uso eficiente del agua: Esto puede incluir la adopción de tecnologías de riego eficientes y la sensibilización sobre la importancia del ahorro de agua. En este aparte, por ejemplo, innovación en sistemas de **riego por goteo** en cultivos para optimización en el uso del agua. (fuente plan de desarrollo Pág. 321), logrando un ahorro entre el 30% hasta el 70% en el uso del agua según la **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)**: La FAO ha publicado numerosos informes sobre la eficiencia del riego, destacando que el riego por goteo puede ahorrar entre un 30% y un 70% de agua en comparación con otros métodos. ("Irrigation and Drainage Paper": "Water Use in Agriculture" "Drip Irrigation for Vegetable Production: Design, Management, and Farmer's Guide")

Ibagué

Estrategia de Seguridad Hídrica: Conservación de Cuencas y Agricultura Sostenible.

Contexto Hídrico: La cuenca del río Combeima, que abastece el 80% del agua potable de Ibagué, enfrenta desafíos significativos debido a la deforestación y la contaminación. (Fuente: Plan de Desarrollo de Ibagué 2024 pág. 257).

Iniciativas Clave del Plan de Desarrollo 2024

Restauración de Cuencas: Se establecerá un programa para restaurar 1200 hectáreas de cuencas, con un enfoque en la reforestación y la gestión del riesgo de erosión (Fuente: Plan de Desarrollo de Ibagué 2024 pág. 315).

Riego Eficiente: Se impulsará la adopción de tecnologías de riego que prevén una reducción del 45% en el uso de agua, beneficiando a más de 3400 familias agricultoras (Fuente: Plan de Desarrollo de Ibagué 2024 pág. 242).

Infraestructura de Agua Potable: Se priorizará la construcción de 5 nuevas plantas de tratamiento, aumentando la cobertura rural del 65% al 90% para 2026 (Fuente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Ibagué). De las cuales son 2 PTAP plantas de tratamiento de agua potable (fuente plan de desarrollo pág. 204) y 3 PTAR plantas de aguas residuales (fuente plan de desarrollo pág. 205).

Enfoque Recomendado:

Monitoreo Adaptativo: Implementar un sistema de monitoreo utilizando tecnologías SIG para evaluar la calidad y disponibilidad del agua.

Agricultura Regenerativa: Fomentar prácticas que optimicen el uso del agua y protejan los suelos.

5. SEGURIDAD HÍDRICA EN LA PROSPECTIVA NACIONAL (Visión Colombia 2050) y TERRITORIAL DE CALDAS, QUINDÍO, RISARALDA Y TOLIMA

Capítulo Elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

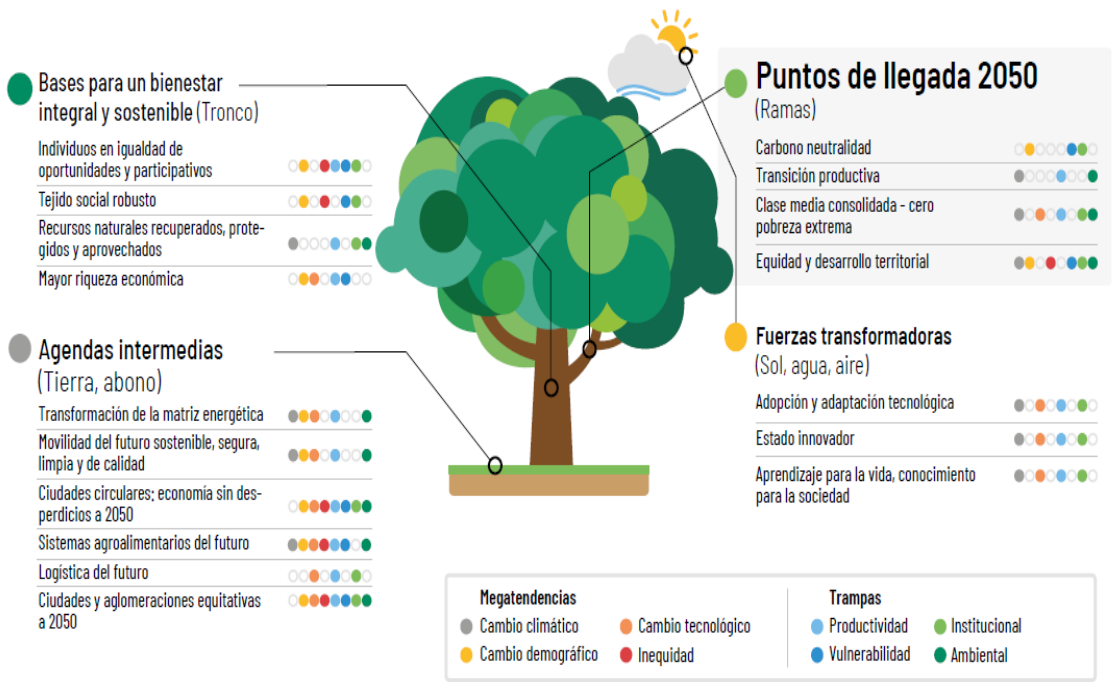
Los Departamentos, mediante convenios o por ejecución directa, han trazado senderos de desarrollo, por medio de ejercicios de prospectiva territorial en la cual, tratan de involucrar a todos los actores del desarrollo en su territorio, incluyendo entes y personas del sector público y el privado.

En las evaluaciones que se han realizado sobre el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, se ha concluido que la seguridad Hídrica es Considerada el sine qua non para el desarrollo sostenible. Todos los ejercicios de prospectiva territorial buscan enfocar el desarrollo del territorio hacia objetivos concretos y comunes generalmente asociados a la competitividad y al desarrollo económico desde la mirada conjunta de los Empresarios Privados y el Estado, por esto es importante dar una mirada a los documentos que han resultado de estas tareas de planificación, para encontrar la pertinencia y congruencia que se tenga en las metas propuestas y el actuar frente al recurso hídrico necesario para que las metas de desarrollo se consigan, en forma sostenible.

VISIÓN COLOMBIA 2050, Publicado en el año 2022

En este documento liderado por el Departamento Nacional de Planeación de Colombia que es el responsable del documento final publicado, se plantean interesantes propuestas, en las que el agua tiene un papel fundamental. Así, por ejemplo, en el siguiente gráfico tomado de la página 23 del documento, se dibuja el árbol visión Colombia 2050 y se señala al agua, como una de las fuerzas transformadoras:

Gráfico I- 1. Árbol “Visión Colombia 2050”.



Ideas fuerza Visión Colombia 2050

Colombia construirá cuatro grandes pilares (tronco) generadores de un bienestar integral y sostenible:

Colombia Potencia Ambiental

Para 2050 Colombia será potencia ambiental y líder mundial en bioeconomía.

El uso sostenible del capital natural será uno de los principales motores de la economía. Se integrarán nuestras ventajas en disponibilidad de agua, tierras fértiles y biodiversidad para que junto con la tecnología, la gestión de ecosistemas, los sectores de desarrollo y la transición energética, se logre la descarbonización y resiliencia al clima.

2050

Carbono neutralidad

Desarrollo Humano Continuo

Colombia a 2050 será un país con pobreza extrema cero, con una clase media consolidada y con igualdad de oportunidades de movilidad social.

Se potenciará el desarrollo humano continuo de todos los individuos, independientemente de su género, etnia, posición social, orientación sexual o lugar de origen. Será un país con individuos, comunidades y entornos preparados para una vida longeva, que gozan de salud física, mental y social, así como con mayor grado de autonomía.

2050

Cero pobreza extrema

Colombia Incluyente

En 2050 Colombia será una sociedad cívica con un contrato social que incluya a toda la población, ciudadanía y territorio, bajo un marco de instituciones sólidas.

El contrato social brindará transparencia y garantías para asegurar y proteger las libertades de todas las personas. El país contará con bases sólidas en materia de seguridad, con un orden justo y una cultura de la legalidad.

2050

5,82% Tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes

Colombia productiva y sostenible

Para 2050 Colombia será una economía diversificada e integrada al mercado mundial, con un marco institucional favorable a la inversión y fiscalmente sostenible, que contribuya al alcance de nuevas sendas de crecimiento (5,0%) y con altos ingresos per cápita para la consolidación de un desarrollo social sostenible.

2050

PTF* 1,1%

* Productividad Total de los Factores



Finalmente, y para ratificar la importancia del agua en la Visión que se tuvo sobre Colombia, el documento plantea en la página 118, lo siguiente:

Implementación de estrategias efectivas para consolidar la seguridad hídrica:

Según el Estudio Nacional del Agua para 2018 (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019) el número de municipios susceptibles al desabastecimiento de agua aumentó de 318 en 2014 a 391 en 2018. Para evitar esta situación y garantizar el sostenimiento de los medios de vida, el bienestar y el desarrollo económico, Colombia tendrá una gestión integral

efectiva de los recursos hídricos y será un referente internacional en el tratamiento y reúso de aguas residuales, en la restauración y conservación de los ecosistemas que regulan el recurso hídrico y en la implementación de instrumentos de ordenamiento y desarrollo territorial que incluyan medidas de adaptación, mitigación y resiliencia al cambio climático que garanticen el sostenimiento y la restauración de los servicios ambientales prestados por los sistemas hídricos. (página 122)

En el Documento Visión Colombia 2050, se hacen propuestas ejecutables en el largo plazo, como las siguientes:

Reutilización de agua y materiales para el cierre de ciclos

A partir del desarrollo de iniciativas como el reúso de aguas residuales tratadas, la reutilización de subproductos de construcción y la reutilización de residuos orgánicos como bioinsumos, se contribuirá a la sostenibilidad y circularidad de las ciudades a 2050, además de generar nuevos modelos de negocios y empleos verdes.

- *Reutilización de las aguas residuales y aprovechamiento de subproductos.*

Los avances tecnológicos también serán aprovechados en la valorización del recurso hídrico, en especial, en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. La valorización tradicional de los lodos se realiza a través de su reutilización con fines agrícolas, sin embargo, también podrán valorizarse para otros fines como para la preparación de materiales con capacidad de absorción. Adicionalmente, se tiene en cuenta que la energía eléctrica para el funcionamiento de las plantas de tratamiento es también una preocupación ambiental ya que estas consumen grandes cantidades de energía, estimadas entre el 1% y el 3% de la producción mundial de energía. También se aprovechará el contenido de energía intrínseco de las aguas residuales para convertirlo en gas, produciendo calor y energía. De esta forma, soluciones que integren tecnologías de digestión anaeróbica con la reducción de emisiones de CO₂, contribuirán simultáneamente a la eficiencia energética y a la purificación del agua (Internacional Water Association, 2021).

Se estima que la reutilización de agua y el aprovechamiento de los subproductos generados

permitirán aumentar la productividad de cada metro cúbico de agua extraída y reducir la generación de GEI. El valor total de beneficios por reúso de agua residual tratada sería aproximadamente de 865 mil millones de pesos (Consortio N&V Caltiz Aguas Residuales, 2020).

CALDAS

Este departamento tiene dos visiones en dos Documentos, elaborados con 10 años de diferencia, uno de otro, pero ambos enfocados a la competitividad regional. El resumen de su contenido en relación con el recurso hídrico es el siguiente:

Plan Regional de Competitividad de Caldas, publicado en 2009. En este documento no se trata el tema del agua. En la página 40 del documento publicado, se incluye el Eje Estratégico “Generación de Servicios Ambientales”, con dos postulados de visión 1. “Uno de los cinco departamentos más competitivos” 2...” mejorando sustancialmente la calidad de vida de su población”

Agenda Departamental de Competitividad e Innovación de Caldas publicada en 2020, contiene una visión que incluye la sostenibilidad ambiental como requisito del desarrollo proyectado, así:

“VISIÓN DE COMPETITIVIDAD DEL DEPARTAMENTO

El departamento de Caldas en el 2032 ocupará un puesto en el top 5 de los departamentos más competitivos y productivos de Colombia gracias a su talento humano altamente calificado, el cierre de brechas de género, la fuerza económica de su aparato productivo y el desempeño en los mercados nacionales e internacionales, apoyado en el fortalecimiento departamental, empresarial e institucional de toda la Infraestructura para la innovación, ciencia, tecnología y la productividad, sin olvidar los procesos de desarrollo sostenible y cuidado del medio ambiente." (Página 9 de la Agenda Departamental...)

QUINDÍO

Quindío Compite, Visión Quindío 2032, publicado en el año 2009.

En este documento no se hace referencia al agua ni al medio ambiente y se menciona la sostenibilidad de manera tangencial en el siguiente párrafo:

"Esta apuesta se encuentra encaminada a la consolidación e incremento de la productividad del departamento, a partir de las apuestas locales más competitivas, de manera que su consecución se realice mediante el ejercicio de actividades económicas amigables con los recursos naturales y una plataforma territorial ordenada, en aras de lograr sostenibilidad a las generaciones existentes y disponibilidad para las futuras." (páginas 34 y 35)

Plan Regional de Competitividad e innovación publicado en 2015

Presenta un avance importante al incluir una línea estratégica relacionada con la sostenibilidad ambiental e incluir acciones concretas relacionadas con el agua:

PLAN REGIONAL DE COMPETITIVIDAD DEL QUINDÍO 2015

**Desarrollo
ambiental
sostenible y
sustentable**

- Desarrollo de bienes y servicios ambientales a partir del CTI
- Articulación del CTI para el desarrollo sustentable
- Conservación y restauración ambiental a partir del CTI

Líneas de Acción

- ✓ Educación ambiental
- ✓ Manejo integral de los residuos sólidos
- ✓ Conservación de los recursos agua y suelo
- ✓ Conocimiento sobre los recursos naturales del departamento

Tomado del Plan Regional de Competitividad del Quindío 2015, página 31

Plan Regional de Competitividad 2022-2035

Este ejercicio de prospectiva presenta una gran consideración al tema ambiental, la sostenibilidad y la preservación del recurso hídrico, en la visión al año 2035, incluyendo descripción de las características del territorio en relación el recurso hídrico, resaltando que hay pérdida del mismo y aumento de la demanda, así:

3.1.1. Definición de las características del escenario actual de competitividad e innovación

Las principales características del escenario actual de competitividad e innovación para el Departamento del Quindío, desde la perspectiva de las dimensiones del desarrollo corresponden a:

Tabla 2. Características del escenario actual de competitividad del Quindío, 2022.

No.	Dimensión	Características actuales
1.	Ambiental	Deterioro de los recursos naturales y del paisaje.
		Pérdida de recurso hídrico y aumento de su demanda.
		Retos en la gestión de herramientas de adaptación al cambio climático.
		Posibilidad de aprovechamiento sostenible de recursos ecosistémicos y de biodiversidad.
		Importantes materias primas y productos para el desarrollo de biocomercio y economías verdes.

Tomado del Plan Regional de Competitividad del Quindío 2022-2035 página 44

Hay también claridad sobre la ubicación y situación del territorio en el contexto mundial y las tendencias universales desde diversas visiones, incluyendo la ambiental, así:

Para ello, la revisión de diversos estudios de mega tendencias de desarrollo en el escenario post COVID 19 en los contextos mundial, internacional latinoamericano y nacional colombiano permitió avanzar en la identificación de las siguientes variables (tendencias) que tendrían incidencia en los escenarios de competitividad e innovación en el Departamento del Quindío.

Tabla 5. Mega tendencias mundiales con incidencia en el PRCIQ, 2022 - 2035.

No.	Dimensión ⁷	Mega tendencias
1.	Ambiental	▪ Creciente incidencia del cambio climático. ▪ Degradación ambiental y pérdida de recursos naturales. ▪ Acciones para la descarbonización. ▪ Desarrollo de la innovación biológica y auge de la microbiología. ▪ Mayor percepción de los beneficios del aire, el agua y los alimentos limpios. ▪ Imperativo de la reducción de residuos. ▪ Desarrollo y uso cotidiano de las energías alternativas.

Tomado del Plan Regional de Competitividad del Quindío 2022-2035 página 47

Subprograma 2.	Redes de servicios y conectividad
Se buscará que el Quindío logre fortalecer y ampliar la infraestructura de soporte para la competitividad y la innovación frente a la disponibilidad, accesibilidad, calidad y continuidad de los servicios públicos para abastecer las demandas de los sectores productivos del departamento en materia de agua potable; saneamiento básico y manejo de vertimientos; energía eléctrica y de fuentes alternativa; gas natural; recolección, manejo y tratamiento de basuras y residuos; así como la expansión y cobertura de redes de telecomunicaciones y conectividad para el acceso a internet.	

Tomado del Plan Regional de Competitividad del Quindío 2022-2035 página 69

➔ **Línea fuentes del sector público**

En lo que respecta al sector público, se puede mencionar, que mediante recursos del Sistema General de Participaciones -SGP, a pesar de que en su mayoría son recursos con destinación específica, se pueden satisfacer inmersas en este, la financiación de programas y subprogramas descritos a lo largo de las líneas estratégicas ecosistémicas del PRCIQ 2022 - 2035, temas propios en educación, salud, agua potable, saneamiento básico, entre otras.

Tomado del Plan Regional de Competitividad del Quindío 2022-2035 página 84

➔ **Línea fuentes del sector público**

En lo que respecta al sector público, se puede mencionar, que mediante recursos del Sistema General de Participaciones -SGP, a pesar de que en su mayoría son recursos con destinación específica, se pueden satisfacer inmersas en este, la financiación de programas y subprogramas descritos a lo largo de las líneas estratégicas ecosistémicas del PRCIQ 2022 - 2035, temas propios en educación, salud, agua potable, saneamiento básico, entre otras.

RISARALDA

Visión Risaralda 2032

En este documento se hacen varias menciones de temas asociados al agua, como los siguientes:

“La baja rentabilidad de los cultivos, la pobre participación en eslabones agroindustriales que agreguen valor a la producción, la aplicación de técnicas ineficientes, derrochadoras de energía, contaminadoras del agua, que deterioran los suelos y que no se adaptan a las restricciones ambientales del territorio, así como la alta dependencia de insumos (muchos de ellos derivados del petróleo); ponen a la producción agrícola en situación de baja sostenibilidad (páginas 17 y 18)

A pesar de los avances en infraestructura de servicios públicos, todavía la región presenta vulnerabilidades que afectan el medio ambiente. Por ejemplo, no se ha realizado el saneamiento de los dos principales ríos, el Otún y el Consota, tampoco se ha solucionado los graves problemas del manejo de las basuras en los rellenos sanitarios, y la precariedad del sistema de tratamiento de aguas residuales en las zonas rurales del departamento. (Página 20, documento Visión Risaralda 2032, subrayado nuestro)

Conclusión Dimensión Económica Productiva

Las actividades económicas relacionadas con la plataforma ambiental del Eje cafetero presentan una mayor representatividad en la generación de valor agregado que otras actividades en la región comprendida por Bogotá, Cundinamarca, Antioquia, Valle, Chocó, Tolima y los departamentos del

Eje Cafetero. Las actividades forestales, cafés de origen, agua, agro y ecoturismo y otras actividades conexas son las más representativas. Como ya se mencionó en párrafos anteriores, la diversidad de ecosistemas, la capacidad de investigación, la presencia de empresas competitivas y la plataforma física existente hacen que este clúster presente dinámicas significativas. (página 21, subrayado nuestro).

El departamento de Risaralda es privilegiado en términos de la oferta de agua. Está sujeto a la influencia de dos fenómenos climáticos de escala macroregional: Masas de aire húmedo provenientes del Océano Pacífico y la selva tropical lluviosa del Chocó Biogeográfico y masas de aire húmedo provenientes del Amazonas al oriente. Igualmente está sujeto a un fenómeno regional, representado por masas de aire cálido y más seco originadas en la depresión del río Cauca. No obstante, de los 14 municipios de Risaralda, dos municipios presentan un índice de escasez de agua medio (Apía y Pereira) y dos un índice de escasez medio alto (La Virginia y Dosquebradas). De todas maneras, Risaralda avanza en un plan integral de gestión del agua. (página 25, subrayado nuestro)

Risaralda tiene un gran patrimonio en ecosistemas estratégicos y en biodiversidad, sin embargo, se enfrenta a diferentes desafíos como la adaptación al cambio climático, la gestión de los bienes y servicios ambientales o ecosistémicos, los riesgos naturales antrópico, los modos de producción, la seguridad alimentaria, la gestión integral del agua, las áreas naturales protegidas, el programa de Risaralda bosque modelo, la riqueza paisajística y la minería sostenible. (página 30, subrayado nuestro).

La gestión del agua es prioritaria en Risaralda. La oferta de agua es suficiente en cantidad y calidad para abastecer los requerimientos de la mayoría de la población y los procesos productivos del departamento (página 34).

TOLIMA

Visión Tolima 2050, Mi Tolima, mi orgullo.

En el Diagnóstico de esta visión, señalado como documento de trabajo en la versión de libre acceso por la web, se pueden identificar varios apartes en los que se resalta la importancia del agua para los planeadores del Departamento del Tolima que participaron en la elaboración del documento y quienes le dedicaron el capítulo 2 del diagnóstico (páginas 27 a 72), así:

Recurso hídrico

El recurso hídrico es el elemento articulador y el servicio ecosistémico más importante, dado su papel indispensable en las actividades humanas, agrícolas, industriales, institucionales y de servicios entre otros.

En Colombia las políticas públicas y directrices para la planificación del territorio se plantean en torno al agua. El ejemplo más puntual se constituye en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), a través de los cuales se ordena el recurso hídrico y son la base para la formulación de otros instrumentos de planeación como los planes de ordenamiento territorial de los municipios y departamentos.”

Seguridad hídrica

Mantener en niveles aceptables cuatro riesgos asociados al agua: el riesgo de escasez, como falta de agua suficiente (en el corto y largo plazo) para los usos beneficiosos de todos los usuarios; el riesgo de inadecuada calidad para un propósito o uso determinado; el riesgo de los excesos (incluidas las crecidas), entendidas como el rebase de los límites normales de un sistema hidráulico

(natural o construido) o la acumulación destructiva de agua en áreas que no están normalmente sumergidas; y el riesgo de deteriorar la resiliencia de los sistemas de agua dulce, por exceder la capacidad de asimilación de las fuentes de agua superficiales o subterráneas y sus interacciones, con la eventual superación de los umbrales aceptables, causando daños irreversibles en las funciones hidráulicas y biológicas del sistema (OCDE, 2013).

Demanda hídrica

La demanda hídrica, en el marco del Estudio Nacional del Agua ENA 2010, se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos

Oferta hídrica La oferta hídrica superficial se refiere al volumen de agua continental, almacenada en los cuerpos de agua superficiales en un periodo determinado de tiempo, se cuantifica a través de la escurrimiento y rendimientos hídricos (l/s – km²) en las unidades espaciales de análisis definidas en la zonificación hidrográfica de Colombia, clasificada en tres niveles: áreas, zonas y subzonas hidrográficas (IDEAM, 2014).

Calidad de agua 2

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud la calidad de agua se puede resumir como las condiciones en que se encuentra el recurso hídrico respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

Contexto nacional

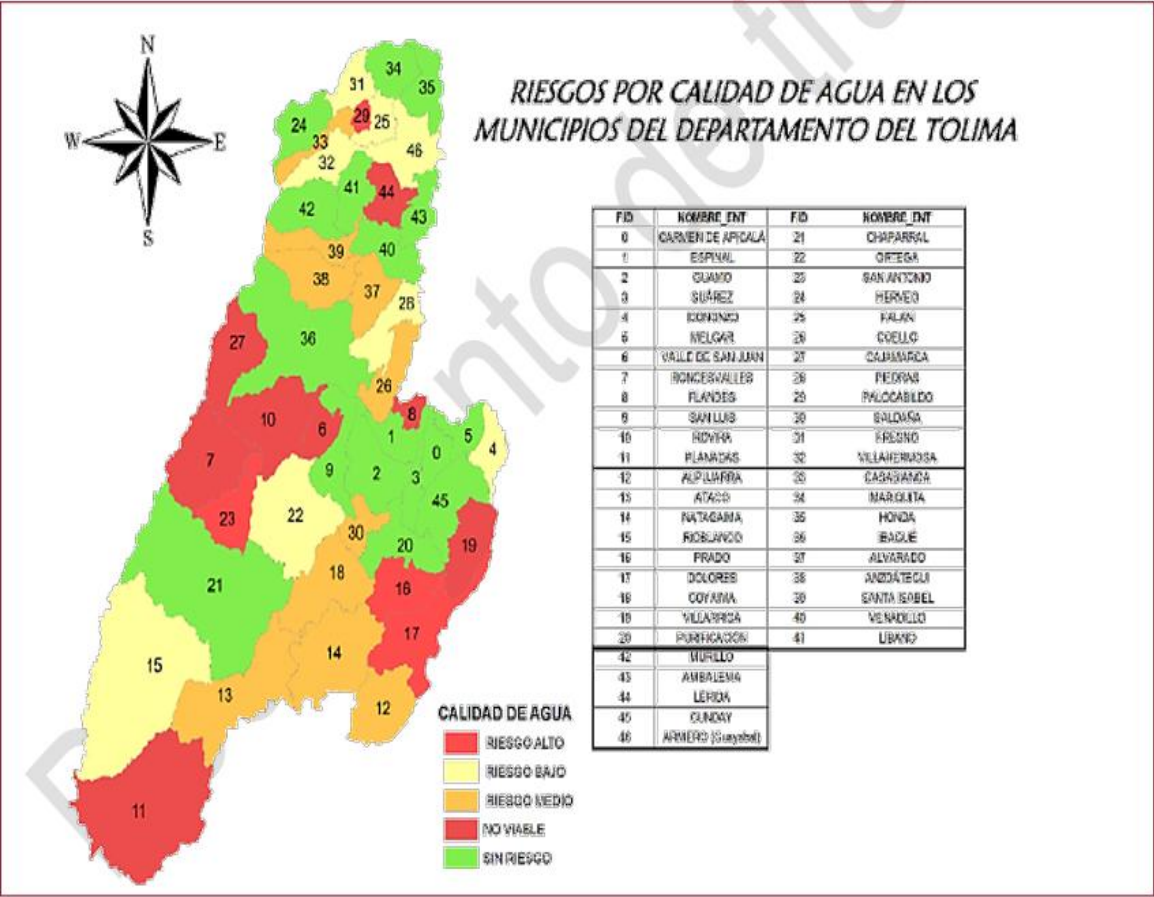
En el último avance sobre el estudio nacional del agua del IDEAM (2018), se identificaron 391 municipios a nivel nacional con riesgo de desabastecimiento de agua, distribuidos en 24 departamentos, de los cuales, tienen afectación en al menos el 50% de sus municipios: La Guajira, Magdalena, Cesar, Tolima, Bolívar, Quindío, Santander, San Andrés y Providencia y Valle del Cauca, esta tendencia se presenta centralizada en focos específicos de incidencia, en los cuales cabe destacar la diversidad de conflictos sociales económicos que se presentan, de igual forma, algunas de estas zonas comparten las características de la ausencia estatal y presencia institucional.

Estos 391 municipios representan el 35% de los municipios del país, una tercera parte del territorio con ausencia del recurso conlleva a entender cómo el problema se extiende en el territorio a pesar de las medidas que han sido adoptadas como se evidenciará más adelante, esto supone grandes retos para hacer frente a la problemática. Es importante destacar la localización de los municipios afectados por las dinámicas de escasez hídrica muestra de una ausencia de planificación territorial que producen falencias en la capacidad de satisfacer las necesidades básicas, entre ellas el agua, en otras palabras los gobiernos no están tomando las medidas necesarias para contrarrestar esta tendencia de desabastecimiento, a su vez vemos cómo se localiza geográficamente la problemática confirmando que la zona andina y la región caribe son las que presentan escasez y que a su vez representan las grandes concentraciones de población y un gran porcentaje de la economía del país, las causas de desabastecimiento según el informe presentado son: Disminución de la oferta natural, variabilidad climática y la insuficiencia económica para el desarrollo de la infraestructura hidráulica. Sumado a esto el estudio establece la disponibilidad de agua en un 5% de toda el agua superficial terrestre, sin embargo, mantiene las tendencias regionales de distribución y la temporalidad de la disponibilidad como se presenta en los estudios en los últimos 8 años.

Se registra que la menor zona de escorrentía está situada en la parte baja de las cuencas, principalmente al norte del departamento. Lo anterior es coherente con la distribución espacial del índice de aridez, ya que las condiciones áridas se observan en la parte baja de las cuencas del departamento, en las zonas aledañas al río Magdalena. Se observa una aridez máxima en el sector de Flandes y en la parte baja de los municipios de Coello, Piedras, Venadillo y Ambalema (Universidad Nacional & CORTOLIMA 2015).

Desde el departamento se reconoce que la falta de agua potable y saneamiento básico no podría ser tratada únicamente como un tema de servicios públicos, sino como un problema estructural y de afectación a la población. En la actualidad el Tolima reporta las siguientes cifras: 35.289 habitantes sin agua potable 607.000 habitantes sin alcantarillado 198.294 habitantes urbanos sin servicio de aseo, y El agua consumida sin riesgo solo se presenta en 18 municipios

Ilustración 14 Riesgos por Calidad de agua en los Municipios del departamento del Tolima



Cámara de Comercio de Manizales, Comité Regional de Competitividad de Caldas, “Agenda Departamental de Competitividad e Innovación de Caldas”, obtenido en:

https://www.crcicaldas.com/wp-content/uploads/2021/08/Documento-5-_Agenda-de-Competitividad-e-Innovacion-de-Caldas_compressed.pdf

Gobernación del Quindío, Comisión Regional de Competitividad, “Plan Regional de Competitividad Quindío Compite”, publicado en 2008, Obtenido en:

<https://quindio.gov.co/home/docs/general/Plan%20Regional%20de%20Competitividad%20del%20Quindio%5B1%5D.pdf>

Comisión Regional de Competitividad del Quindío, “Plan Regional de Competitividad e Innovación del Quindío 2022-2035, 2022, obtenido

https://quindio.gov.co/home/docs/items/item_100/Plan_de_competitividad_e_innovacion/2022-2035/PLAN_REGIONAL_DE_COMPETITIVIDAD_E_INNOVACION_DEL_QUINDIO_PRCIQ_2022_2035.pdf

Gobernación de Risaralda, Comisión Regional de Competitividad e Innovación de Risaralda, 2022 “Visión Risaralda, 2032, Risaralda, futuro posible”, obtenido en:

<https://www.risaralda.gov.co/documentos/150157/risaralda-vision-2032/>

Gobernación del Tolima, “Visión Tolima 2050, Mi Tolima, Mi Orgullo”, 2023. Tomado

de: <https://www.andi.com.co/Uploads/RESUMEN%20VISIO%CC%81N%20TOLIMA%202050.pdf>

6. CAMBIO CLIMÁTICO, ENFOCADO AL RECURSO HÍDRICO

Capítulo elaborado por Angie Viviana Trejos

Cuando se habla de cambio climático se refiere a las variaciones que se presentan a largo plazo en las temperaturas y los patrones climáticos. Estas variaciones pueden ser debido a factores naturales a cambios en la actividad solar o grandes erupciones volcánicas. Sin embargo, desde el siglo XIX, las actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas, han sido la principal causa del cambio climático ya que [estos combustibles fósiles emiten gases de efecto invernadero \(GEI\) que atrapan el calor en la atmósfera, elevando las temperaturas globales](#), ocasionando una manifestación llamada calentamiento global que se refiere al aumento sostenido de las temperaturas medias de la atmósfera y los océanos, es importante exponer que desde la revolución industrial global, este fenómeno está comprobado científicamente que es uno de los mayores desafíos ambientales de nuestro tiempo.

Los efectos del cambio climático son diversos y afectan diferentes aspectos del medio ambiente y la sociedad. Entre ellos están, el aumento del nivel del mar, cambios en los patrones de precipitación, y una mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como huracanes y sequías. [Estos cambios tienen implicaciones significativas para la biodiversidad de flora y fauna, la agricultura, la salud humana y la economía global](#).

Para mitigar el cambio climático, es esencial tomar acción en todos los ámbitos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero GEI y adoptar prácticas sostenibles en todos los sectores de la sociedad, como [la transición hacia fuentes de energía renovable, la mejora de la eficiencia energética, la implementación de políticas y medidas que promuevan la conservación y restauración de los ecosistemas naturales](#).

6.1. Impacto del cambio climático a nivel mundial

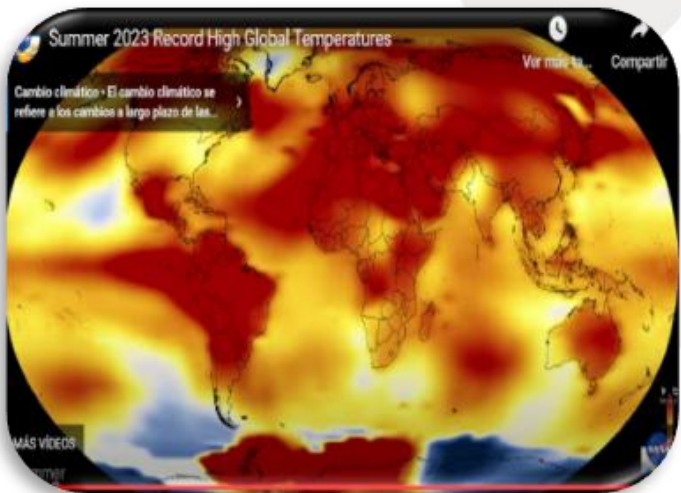
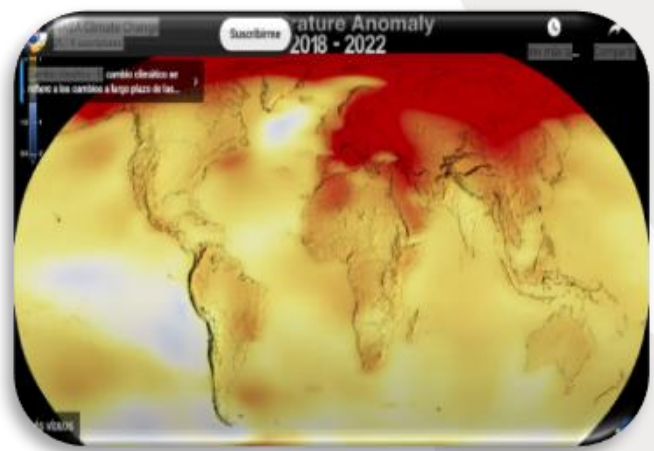
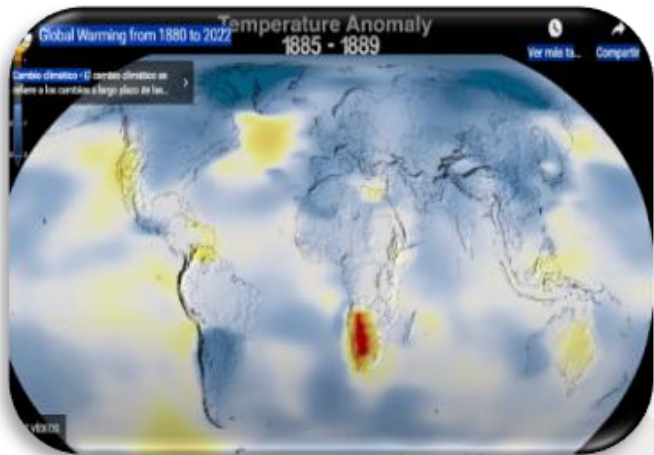
El cambio climático a nivel global está provocando una serie de efectos adversos. Como se mencionó anteriormente, uno de los más evidentes es el aumento de la temperatura global. [Desde la época preindustrial, la temperatura media global ha aumentado aproximadamente 1.1°C](#) y se debe prestar mucha atención en aumentar los esfuerzos, para no sobrepasar los 1.5 °C en la temperatura media global; el deshielo de los glaciares y el aumento del nivel del mar, al igual los eventos climáticos extremos, como huracanes, sequías e inundaciones, se han vuelto más frecuentes e intensos debido al cambio climático. [Estos fenómenos afectan la biodiversidad muchas especies están en riesgo debido a la pérdida de hábitats y cambios en los ecosistemas, causan daños materiales, pérdidas económicas, y también ponen en riesgo la vida y el bienestar de millones de personas en todo el mundo](#)

6.2. Impacto del cambio climático en Colombia

En Colombia, los efectos del cambio climático también son significativos. El país ha experimentado alteraciones en los patrones de lluvia, lo que ha afectado la agricultura y el suministro de agua. Las sequías prolongadas y las lluvias intensas han causado pérdidas en la producción agrícola y han afectado la seguridad alimentaria. Además, las comunidades rurales, que dependen en gran medida de la agricultura, son particularmente vulnerables a estos cambios.

El incremento de la temperatura en Colombia ha tenido efectos adversos en la salud humana y la productividad agrícola. Las olas de calor se han vuelto más frecuentes e intensas, lo que aumenta el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor y afecta la capacidad de trabajo de las personas. Además, el aumento de la temperatura puede alterar los ciclos de cultivo y reducir los rendimientos agrícolas, lo que impacta la economía y la seguridad alimentaria del país.

Los fenómenos extremos, como las inundaciones y los deslizamientos de tierra, también se han vuelto más comunes en Colombia debido al cambio climático provocando daños materiales, muertes y afectación en la infraestructura del país. Las inundaciones en regiones como la costa Caribe y los Andes han causado desplazamientos y pérdidas económicas significativas.



Fuente Imagen: Nasa

El cambio climático a nivel global ha venido afectando todos los sectores y en el caso de Colombia y más específicamente los departamentos que hacen parte de la Rap Eje cafetero se han visto afectados, a continuación, se hablará de las situaciones de cada uno.

- **Producción agrícola**

Impacto en el cultivo del café:

En la Región RAP EJE CAFETERO es conocido por su producción de café, Las fluctuaciones en las temperaturas y los patrones de precipitación han afectado la producción de café. Según Cenicafe, las temperaturas más altas han reducido la productividad en algunas regiones. Además, las lluvias intensas y fuera de temporada han causado problemas de erosión y pérdida de nutrientes en el suelo, afectando la calidad del café.

El cambio climático ha favorecido la proliferación de plagas y enfermedades. La broca del café, un insecto que afecta los granos, ha aumentado su presencia en un 20% en las zonas cafeteras de Antioquia y Caldas. Asimismo, la roya del café, una enfermedad fúngica, ha tenido brotes más frecuentes y severos, reduciendo la producción en algunas fincas hasta en un 30%. Estos problemas han obligado a los caficultores a invertir más en pesticidas y fungicidas, incrementando los costos de producción.

Las áreas óptimas para el cultivo del café se están reduciendo. Cenicafe estima que para el 2050, las zonas aptas para el cultivo de café en Colombia podrían disminuir en un 50% debido al aumento de las temperaturas y la variabilidad climática. Esto obligará a los caficultores a buscar nuevas áreas de cultivo a mayores altitudes, donde las condiciones climáticas sean más favorables.

Los pequeños productores de café son los más vulnerables a los efectos del cambio climático. En departamentos como Tolima y Cauca, muchos agricultores han reportado pérdidas significativas en sus cosechas. Un estudio de Cenicafe reveló que el 60% de los pequeños productores ha experimentado una disminución en sus ingresos debido a la menor producción y los mayores costos de manejo. Esto ha llevado a algunos a abandonar el cultivo del café o a diversificar sus cultivos para mitigar los riesgos.

· **Recursos hídricos**

Disponibilidad de agua:

La alteración en los patrones de precipitación afecta la disponibilidad de agua. Durante las estaciones secas, la escasez de agua se vuelve más severa, afectando tanto al consumo humano como a las actividades agrícolas.

Ecosistemas acuáticos: Los cambios en la disponibilidad y calidad del agua también son afectados los ecosistemas acuáticos, alterando la biodiversidad y la salud de los ríos y lagos de la región.

Salud pública

Enfermedades transmitidas por vectores: El aumento de la temperatura y los cambios en las precipitaciones favorecen la proliferación de vectores como los mosquitos, aumentando el riesgo de enfermedades como el dengue y la malaria en la región.

Olas de calor:

Las olas de calor más frecuentes y severas están incrementando la incidencia de problemas de salud relacionados con el calor, como el golpe de calor y la deshidratación, especialmente entre las poblaciones vulnerables.

· **Biodiversidad**

Pérdida de hábitats:

Los cambios en el clima alteran significativamente los hábitats naturales, poniendo en riesgo la biodiversidad de la región. Especies endémicas enfrentan mayores desafíos para sobrevivir y adaptarse a las nuevas condiciones climáticas.

Migración de especies: Algunas especies podrían migrar a altitudes más altas o hacia el sur en busca de condiciones climáticas más favorables, lo que alteraría las interacciones ecológicas y los ecosistemas locales.

6.3. Análisis por Departamento

6.3.1. Caldas

Ø Producción agrícola:

Cultivo del café:

El aumento de temperatura ocasiona desplazamiento en las zonas aptas para el cultivo de café hacia altitudes más elevadas. Manizales y otras áreas altas podrían beneficiarse, mientras que zonas bajas podrían ver una disminución en la productividad.

Ø Recursos hídricos:

Disponibilidad de agua:

La variabilidad en las lluvias afecta la disponibilidad de agua, con posibles conflictos por el uso de recursos hídricos entre diferentes sectores.

· Río San Francisco: Afluente del río Magdalena, con un caudal que influye significativamente en la región. Su gestión es esencial para el suministro de agua y la agricultura.

Río La Miel: Importante para la producción de energía hidroeléctrica en la región, además de ser un recurso hídrico clave.

Estos son las posibles variaciones de caudales y disponibilidad de agua debido al cambio climático en las principales fuentes hídricas:

· Río San Francisco: Su caudal puede variar entre 10-30 m³/s. Durante periodos de sequía severa, el caudal puede reducirse en un 20-40%.

· Río La Miel: Este río, importante para la generación de energía, puede ver una reducción en su caudal de hasta un 30% en condiciones de sequía prolongada. El caudal normal suele oscilar entre 30-60 m³/s.

Ø Salud pública:

Enfermedades transmitidas por vectores: El riesgo de enfermedades como el dengue aumenta debido a las temperaturas más altas y cambios en las lluvias.

6.3.2. Quindío

Ø Producción agrícola:

Cultivo del café:

Las áreas bajas del Quindío podrían volverse menos aptas para el cultivo de café debido a las altas temperaturas. Se prevé que los agricultores tendrán que adaptarse mediante la implementación de variedades más resistentes o trasladando las plantaciones a altitudes mayores.

Ø Recursos hídricos:

Disponibilidad de agua:

La variabilidad en las lluvias afecta la disponibilidad de agua, con posibles conflictos por el uso de recursos hídricos entre diferentes sectores.

- Río Quindío: Atraviesa el departamento de Quindío y es vital para el suministro de agua en la región. El río nace en la zona alta de los Andes y es esencial para la agricultura y el consumo humano.

- Río La Vieja: Confluye con el río Quindío y es importante para la región en términos de suministro de agua y actividades agrícolas.

Estos son las posibles variaciones de caudales y disponibilidad de agua debido al cambio climático en las principales fuentes hídricas:

- Río Quindío: Este río ha mostrado fluctuaciones en su caudal, con reducciones de hasta un 40% durante sequías severas. En condiciones normales, el caudal puede variar entre 10-30 m³/s, mientras que en sequías puede bajar significativamente.

Río La Vieja: Este río también ha mostrado variabilidad en su caudal, con disminuciones de hasta un 30% durante eventos de sequía. Su caudal normal puede oscilar entre 20-50 m³/

Ø Salud pública:

Olas de calor: Armenia y otras áreas urbanas experimentan más olas de calor, aumentando el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor

6.3.3. Risaralda

Ø Producción agrícola:

Cultivo del café: Similar a Caldas y Quindío, el cultivo de café en Risaralda se ve afectado por el aumento de la temperatura y la variabilidad de las lluvias. Las zonas bajas podrían ver reducciones en la productividad.

Ø Recursos hídricos:

Disponibilidad de agua

La cuenca del río Otún, crucial para Pereira, evidencia una reducción en la disponibilidad de agua durante la temporada seca, afectando tanto el suministro de agua potable como la agricultura.

- Río Otún: Es uno de los principales ríos de Risaralda, con una longitud de aproximadamente 70 km. Es crucial para el abastecimiento de agua y la generación de energía hidroeléctrica.

- Río Consota: Afluente del río Otún, importante para el suministro de agua y el riego agrícola.

Estos son las posibles variaciones de caudales y disponibilidad de agua debido al cambio climático en las principales fuentes hídricas:

Ø Salud pública:

Enfermedades transmitidas por vectores: Las condiciones más cálidas y húmedas pueden favorecer la proliferación de vectores como mosquitos, aumentando el riesgo de enfermedades como el dengue.

6.3.4. Tolima

Ø Producción agrícola:

Cultivo del arroz y café:

Tolima es conocido por su producción de arroz y café. Las altas temperaturas y la variabilidad de las lluvias afectan la producción de arroz, reduciendo los rendimientos y aumentando la necesidad de agua para riego. El café, especialmente en las zonas más bajas, también es afectado por las temperaturas más altas y los cambios en las precipitaciones.

Impacto en otros cultivos:

Otros cultivos importantes, como el maíz y el sorgo, también se ven afectados, con posibles reducciones en los rendimientos debido a la sequía y el estrés térmico.

Ø Recursos hídricos:

Disponibilidad de agua:

La cuenca del río Magdalena, que atraviesa Tolima, enfrenta una mayor presión debido a la variabilidad de las lluvias y el aumento de la demanda de agua para riego y consumo humano. La gestión del agua es crucial para enfrentar estos desafíos.

Ecosistemas acuáticos:

Los cambios en la disponibilidad y calidad del agua afectan los ecosistemas acuáticos del Tolima, poniendo en riesgo la biodiversidad y la salud de los cuerpos de agua.

- Río Magdalena: Es uno de los ríos más importantes de Colombia, con una longitud de aproximadamente 1,540 km. Atraviesa el departamento de Tolima y es crucial para el abastecimiento de agua y la agricultura en la región.

- Río Coello: Principal afluente del río Magdalena en Tolima. Su caudal ha mostrado variaciones significativas, y cambios en su disponibilidad pueden impactar el riego agrícola.

Estos son las posibles variaciones de caudales y disponibilidad de agua debido al cambio climático en las principales fuentes hídricas:

- Río Magdalena: El caudal promedio del río Magdalena puede variar considerablemente. Estimaciones indican que, en periodos de sequía severa, el caudal podría reducirse en un 30-50% en comparación con los niveles históricos.

- Río Coello: En el pasado, el caudal del río Coello ha mostrado variaciones importantes. Durante sequías prolongadas, el caudal puede caer a menos de 5 m³/s, comparado con caudales normales que pueden superar los 20 m³/s.

Ø Salud pública:

Enfermedades transmitidas por vectores: El aumento de la temperatura y los cambios en las precipitaciones pueden favorecer la proliferación de vectores como los mosquitos, aumentando el riesgo de enfermedades como el dengue y la malaria en la región.

Olas de calor:

Las olas de calor más frecuentes y severas incrementan la incidencia de problemas de salud relacionados con el calor, como el golpe de calor y la deshidratación, especialmente entre las poblaciones vulnerables.

6.4. Comparación de los departamentos

Temperatura: El aumento de temperatura afecta cada vez más a todos los departamentos, con variaciones mínimas entre ellos. Sin embargo, las zonas más bajas y urbanas como Ibagué en Tolima y Armenia en Quindío son las más afectadas.

Precipitaciones: Todos los departamentos experimentaron una mayor variabilidad en las precipitaciones, pero las características geográficas específicas (como las áreas montañosas de Caldas, Risaralda y Tolima) determinarán el grado de riesgo de deslizamientos e inundaciones.

Producción agrícola: El café es un cultivo comúnmente afectado en todos los departamentos, pero Tolima también enfrenta desafíos significativos en la producción de arroz y otros cultivos básicos.

Recursos hídricos: La disponibilidad de agua es un problema creciente en toda la región. Tolima, con la cuenca del río Magdalena, enfrenta desafíos específicos en la gestión del agua para riego y consumo humano.

Salud pública: El riesgo de enfermedades transmitidas por vectores y olas de calor es una preocupación compartida, con impactos específicos según las características urbanas y rurales de cada departamento.

En resumen, aunque los efectos del cambio climático serán similares en términos generales en los tres departamentos, las variaciones en altitud, uso del suelo y características geográficas específicas determinarán el grado y tipo de impacto en cada uno. Adaptaciones locales y medidas de mitigación serán esenciales para enfrentar estos desafíos.

Para enfrentar estos desafíos, Colombia ha implementado diversas estrategias y políticas de adaptación al cambio climático. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial (PIGCCT) son ejemplos de esfuerzos para mitigar los impactos del cambio climático y promover la resiliencia en las comunidades. Estas iniciativas incluyen medidas como la gestión sostenible del agua, la reforestación y la promoción de prácticas agrícolas resilientes.

6.5. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) de Colombia es una estrategia integral desarrollada para enfrentar los desafíos que el cambio climático impone al país. Este plan tiene como objetivo principal reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas colombianos ante los efectos adversos del cambio climático, promoviendo una economía y una sociedad más resilientes y sostenibles.

Este plan establece una serie de objetivos que son el enfoque para tomar acciones a los cambios que día a día se evidencian con más impacto, los cuales son:

- **Reducción de Daños:** busca evitar o minimizar los daños presentes y futuros derivados del cambio climático a través de la implementación de medidas preventivas y correctivas que protejan tanto a las personas como a los bienes materiales y naturales.
- **Construcción de Resiliencia:** Busca la construcción de una sociedad capaz de anticipar, responder y adaptarse a los cambios climáticos, para esto se debe fortalecer las capacidades institucionales y comunitarias para gestionar los riesgos climáticos de manera efectiva.
- **Promoción de la Adaptación:** El plan fomenta la integración de la adaptación al cambio climático en todas las políticas y sectores económicos asegurando que todas las áreas estén preparadas para enfrentar los impactos climáticos.
- **Fomento de la Investigación y el Conocimiento:** El PNACC promueve la generación y difusión de conocimiento sobre el cambio climático y sus efectos por medio de la investigación científica y la recopilación de datos.
- **Participación y Colaboración:** El plan enfatiza la importancia de la participación activa de todos los sectores de la sociedad, incluyendo gobiernos locales, sector privado, organizaciones no gubernamentales y la ciudadanía en general.

Con lo anterior nos damos cuenta la importancia de la implementación del PNACC para asegurar un desarrollo sostenible y equitativo en el contexto de un clima cambiante. Al reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia, se protege la salud y el bienestar de la población, se preservan los ecosistemas y se promueve un crecimiento económico sostenible.

6.5.1. Riesgos asociados al recurso hídrico según el PNACC

El PNACC identifica varios riesgos críticos asociados al recurso hídrico debido al cambio climático:

Sequías Prolongadas:

Impacto en la Disponibilidad de Agua: Las sequías afectan la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e industrial, reduciendo la recarga de acuíferos y la disponibilidad de agua superficial.

Efectos en la Agricultura: La disminución de la disponibilidad de agua afecta la producción agrícola, especialmente en regiones dependientes de la agricultura de riego.

Inundaciones:

Vulnerabilidad de Infraestructuras: Las inundaciones incrementan la vulnerabilidad de infraestructuras críticas como carreteras, puentes y sistemas de saneamiento.

Riesgos para las Comunidades: Las comunidades ubicadas en zonas bajas y cercanas a ríos son particularmente vulnerables a las inundaciones, lo que puede llevar a desplazamientos y pérdidas económicas significativas.

Cambios en los Patrones de Precipitación:

Alteración de los Ciclos Hidrológicos: Los cambios en los patrones de precipitación pueden alterar los ciclos hidrológicos, afectando la recarga de acuíferos y la disponibilidad de agua superficial.

Impacto en los ecosistemas: Los ecosistemas acuáticos pueden sufrir debido a la variabilidad en la disponibilidad de agua, afectando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

5.5.2. Estrategias para la adaptación al cambio climático según el DNP

Conocimiento: Se apunta al fortalecimiento de la gestión del conocimiento en diferentes aspectos como el, climático, hidrológico y oceanográfico, los impactos potenciales de variaciones de cambio climático; fortalecimiento de las capacidades institucionales para la adaptación; Educación, formación, sensibilización de públicos sobre el cambio climático.

Planificación: Incorporación de la variabilidad y cambio climático en los instrumentos de planificación del estado; medidas de desarrollo de proyectos de inversión resilientes.

Transformación del desarrollo: Gestión de los impactos del cambio climático acerca de la biodiversidad y la oferta de los servicios ecosistémicos; producción agropecuaria y seguridad alimentaria adaptadas al cambio climático; reducción prospectiva de riesgos en infraestructura básicas; crecimientos verdes de hábitats humanos.

5.5.3. Avances en las estrategias planteadas

El PNACC ha logrado varios avances importantes en la gestión del recurso hídrico:

Fortalecimiento Institucional:

Creación de la UNGRD y el IDEAM: Estas instituciones han sido clave para coordinar acciones de adaptación y gestión del riesgo, proporcionando datos y análisis críticos para la toma de decisiones.

Planes de Gestión del Riesgo: Desarrollo de planes de gestión del riesgo a nivel local y regional, integrando la adaptación al cambio climático en la planificación territorial.

Proyectos Piloto:

Evaluación y Mejora de la Resiliencia Hídrica: Implementación de proyectos piloto en regiones vulnerables para evaluar y mejorar la resiliencia hídrica, incluyendo la construcción de infraestructuras de almacenamiento de agua y sistemas de alerta temprana.

Tecnologías de Adaptación: Introducción de tecnologías de adaptación como sistemas de riego eficientes y técnicas de conservación de agua en la agricultura.

Capacitación y Sensibilización:

Programas de Formación: Desarrollo de programas de formación para comunidades y sectores productivos sobre la gestión del agua y adaptación al cambio climático.

Campañas de sensibilización: Campañas de sensibilización para aumentar la conciencia sobre los riesgos asociados al cambio climático y la importancia de la gestión sostenible del agua.

5.5.4. Metas alcanzadas

Reducción de la Vulnerabilidad:

Medidas Implementadas: Se han implementado medidas para reducir la vulnerabilidad de las comunidades y ecosistemas frente a eventos climáticos extremos, como la construcción de infraestructuras de protección y la restauración de ecosistemas.

Resultados Observados: Los resultados incluyen una mayor capacidad de respuesta ante eventos extremos y una reducción en las pérdidas económicas y humanas.

Incremento de la Capacidad de Respuesta:

Mejora Institucional: Mejora en la capacidad de respuesta y adaptación de las instituciones y comunidades, con la creación de redes de monitoreo y sistemas de alerta temprana.

Participación Comunitaria: Aumento en la participación comunitaria en la planificación y ejecución de medidas de adaptación, fortaleciendo la resiliencia local.

Monitoreo y Evaluación:

Sistemas de Monitoreo: Establecimiento de sistemas de monitoreo para evaluar el impacto de las medidas de adaptación y ajustar estrategias según sea necesario.

Evaluación Continua: Evaluación continua de las estrategias de adaptación para asegurar su efectividad y eficiencia, con la incorporación de nuevas tecnologías y enfoques basados en la evidencia.

5.6.Municipios de la Rap más Afectados por el Cambio Climático

Municipio	Departamento	Principales Afectaciones
Ibagué	Tolima	Sequías prolongadas, olas de calor, afectación a la agricultura y la salud pública.
Espinal	Tolima	Aumento de temperaturas, estrés hídrico, impacto en la producción de arroz.
Honda	Tolima	inundaciones recurrentes, desbordamiento del río Magdalena.
Manizales	Caldas	Deslizamientos de tierra, variabilidad en las precipitaciones, afectación a la infraestructura.
Villamaría	Caldas	Deslizamientos, cambios en los patrones de lluvia, impacto en la agricultura.
Pereira	Risaralda	Inundaciones, aumento de la temperatura, afectación a la salud pública.
Dosquebradas	Risaralda	Deslizamientos, variabilidad climática, afectación a la infraestructura urbana.
Armenia	Quindío	Aumento de la temperatura, estrés hídrico, impacto en la agricultura y la salud.
Calarcá	Quindío	Deslizamientos, cambios en los patrones de lluvia, afectación a la infraestructura.
Montenegro	Quindío	Aumento de la temperatura, estrés hídrico, impacto en la producción agrícola.

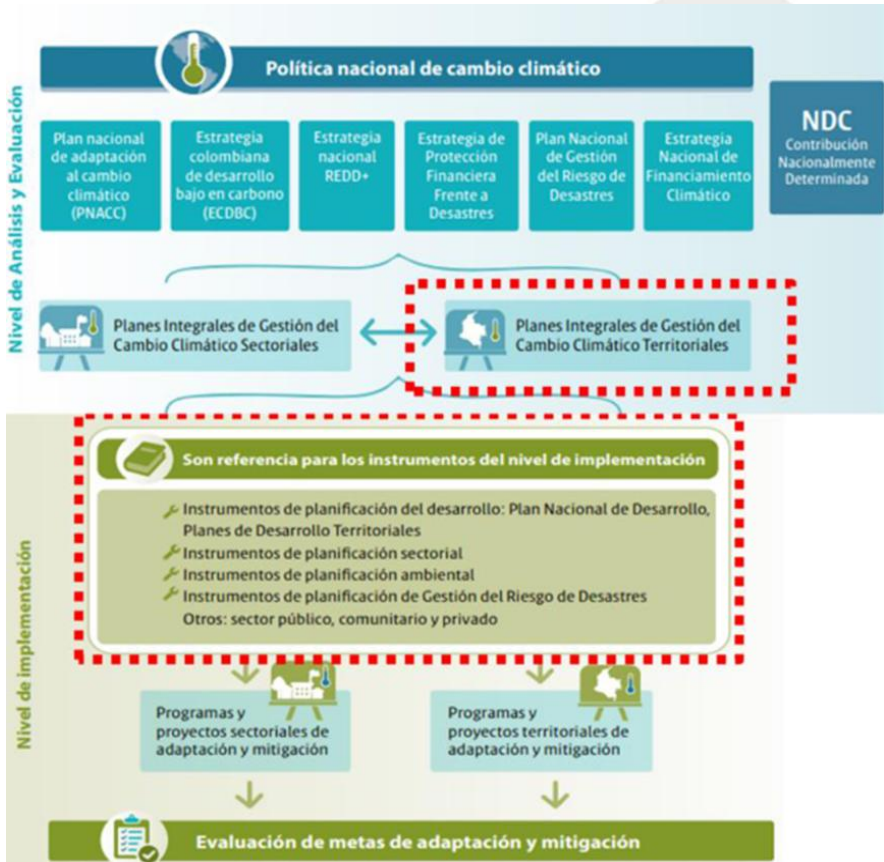
Fuente: Elaboración propia por medio de la información del SIAC

5.7. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territorial

La Ley 1931 de 2018 señala que los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT) deben partir de los análisis de vulnerabilidad e inventario de GEI regionales, u otro instrumento, para luego identificar, evaluar, priorizar, y definir medidas y acciones de adaptación y de mitigación de emisiones de gases efecto invernadero, para ser implementados en el territorio para el cual han sido formulados.

Estos planes se formulan para toda la jurisdicción de un departamento con el apoyo técnico de actores importantes como, autoridades ambientales, de los Nodos Regionales de Cambio Climático, la academia y la sociedad civil, entre otros.

En ese sentido, la estrategia principal de los territorios para enfrentar los efectos del cambio climático se centra de forma especial en dichos PIGCCT, con los cuales se busca generar diagnósticos e identificación y evaluación de medidas de adaptación y mitigación para el corto, mediano y largo plazo.



Fuente: PNCC (2017)

5.6.1. Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial (PIGCCT) Tolima

El Plan Integral de Gestión de Cambio Climático (PIGCCT) del Tolima, conocido como “Ruta Dulima”, es una herramienta esencial para enfrentar los desafíos del cambio climático en la región.

El Tolima cuenta con una riqueza hídrica significativa, la región es atravesada por importantes ríos como el Magdalena y el Saldaña, que son vitales para el suministro de agua potable, la agricultura y la generación de energía hidroeléctrica. La gestión adecuada de estos recursos es vital para garantizar la sostenibilidad y el desarrollo económico del departamento.

La importancia del recurso hídrico en el Tolima no solo radica en su abundancia, sino también en su papel fundamental en la biodiversidad y los ecosistemas locales. Los páramos y

humedales del Tolima actúan como reguladores naturales del ciclo del agua, contribuyendo a la recarga de acuíferos y la mitigación de inundaciones. Estos ecosistemas son esenciales para mantener el equilibrio ecológico y proporcionar servicios ambientales que benefician a la comunidad.

Sin embargo, la presión sobre los recursos hídricos ha aumentado debido al crecimiento poblacional, la expansión agrícola y el cambio climático. La demanda de agua ha superado en algunos casos la capacidad de los sistemas naturales para regenerarse, lo que ha llevado a la degradación de fuentes hídricas y la disminución de la calidad del agua.

Situación ambiental

En un monitoreo realizado por el IDEAM en los nevados de Colombia en el periodo 2016 – 2017, los resultados demuestran una tendencia al derretimiento acelerado, debido a que se extinguió un 5,8% del área glaciar en el país, los que equivale a 2,3 km, esto por la situación del nevado Santa Isabel, ya que de 2016 a 2018, se extinguió el 37% de su área; los volcanes nevados del Ruiz y Tolima presentan una reducción de área del 7%, mientras que el volcán nevado del Huila presenta una reducción de área del 2,7%. Esta puede ser una situación crítica, teniendo en cuenta la importancia de los glaciares en la regulación hídrica y climática para los municipios.

En el departamento del Tolima se identifican núcleos de abundante escorrentía en la parte alta de la Cordillera Central, que proveen a los ríos Saldaña (principalmente los tributarios Tetuán y Amoyá), Gualí y Coello, y de la Cordillera Oriental surtiendo los ríos Cunday y Negro. Se registra que la menor zona de escorrentía está situada en la parte baja de las cuencas Coello, Totare, Opia, Sumapaz, Gualí y Guarinó por ser las más afectadas por el cambio climático, además de Alto Saldaña por su importancia estratégica, Se observa una aridez que es máxima en el sector de Flandes y en la parte baja de los municipios de Coello, Piedras, Venadillo y Ambalema,

Para el caso del Tolima, el Autor Pabón – UNAL (2015) señala que los patrones climatológicos del Departamento del Tolima se perturban de manera recurrente por la variabilidad climática cuyas fases extremas alteran temporalmente la frecuencia de diversos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos; Aún es deficiente el conocimiento sobre el impacto de los fenómenos climáticos señalados en los ecosistemas del departamento; Los incendios forestales, los deslizamientos y las inundaciones son los eventos más recurrentes en el Departamento, y en cada decenio se registra el menos una sequía muy fuerte y un período de lluvias extremadamente intensos.

En el departamento la influencia del fenómeno de El Niño predomina condiciones secas y el fenómeno hidrológico de la sequía cubre la mayor parte del Departamento, los incendios forestales se incrementan substancialmente. En el caso de la influencia del fenómeno de La Niña, el mayor número de días con lluvia y la mayor frecuencia de lluvias intensas, se incrementan los deslizamientos, las crecientes e inundaciones súbitas y, para las zonas bajas o planas cerca del Magdalena se presenta el fenómeno hidro climático de las inundaciones de largo plazo.

A continuación, se presentan unos eventos que se han dado en un periodo de tiempo del 2000 al 2013, esto con el fin de poder comparar en el transcurso del 2013 al periodo estimado del análisis 2030.

DEPARTAMENTO DEL TOLIMA PERIODO 2000-2013	
EVENTO	CANTIDAD
Avalancha	17
Deslizamientos	158
Incendios forestales	44
Inundaciones	363
Sequías	2
Vendavales	105

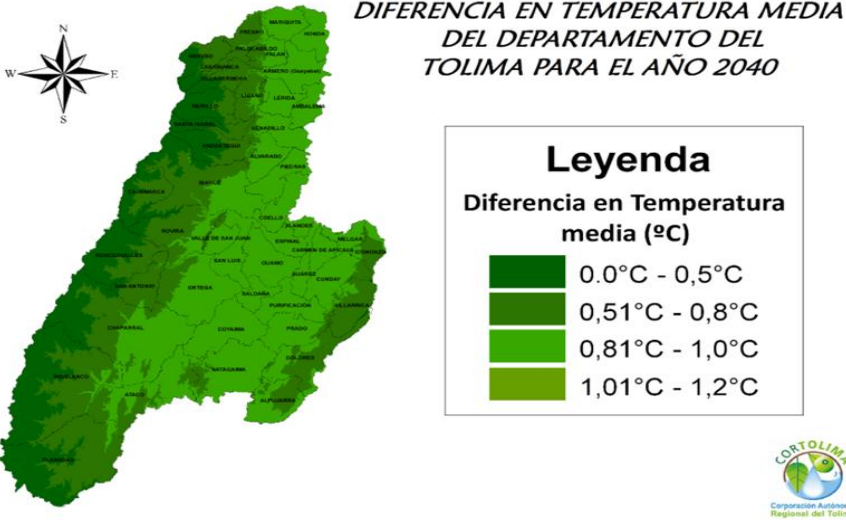
Fuente: UNGRD

¿Cómo puede llegar a cambiar el clima del Tolima en los próximos años?

PERIODOS	CLIMA	PRECIPITACIÓN
2011-2040	0,9%	10,54%
2041-2070	1,6 %	13,11%
2071-2100	2,3%	17,24%

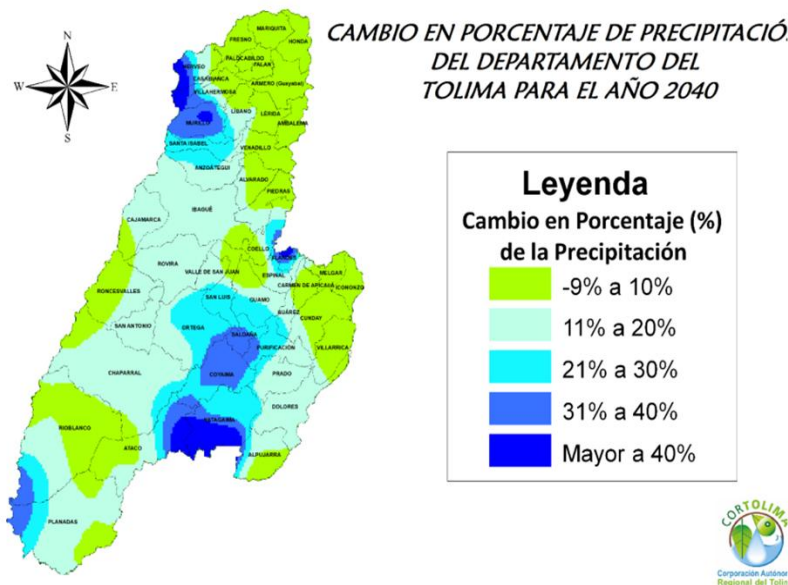
Fuente: IDEAM

No obstante, se registra que las Provincias de Suroriente, Ibagué y Nevados podrán presentar los mayores aumentos entre 30% y 40%.



Fuente: Elaboración del equipo PIGCCT del Tolima con información de la TCNCC

Los principales efectos pueden verse representados en el sector ganadero debido a los aumentos graduales de temperatura particularmente en las áreas bajas del Departamento. El sector agrícola podrá verse afectado debido a los aumentos de precipitación y el posible aumento de plagas y enfermedades asociadas. Los ecosistemas de alta montaña podrán verse afectados por los cambios acelerados de temperatura, así como en la disminución de volumen para coberturas nivales.



Fuente: Elaboración del equipo PIGCCT del Tolima con información de la TCNCC

En otro aspecto, la proyección de la amenaza es un factor importante para el departamento del Tolima, por cuanto las condiciones de amenaza hacen que el departamento ocupe el 3 lugar con un valor de 0,59 a nivel nacional, siendo necesario considerar dicha situación en las estrategias que se definan para reducir el riesgo por cambio climático. En cuanto a la amenaza un peso importante lo ocupan los factores asociados a salud.

El Informe BIO del Instituto Humboldt de 2015, presentó que el departamento de Tolima se ve afectada por la reducción, transformación y fragmentación histórica de bosques secos por el resultado de fuertes presiones históricas como la expansión de la ganadería principalmente, la agricultura y la infraestructura humana.

Las dimensiones de recurso hídrico y biodiversidad y servicios ecosistémicos presentan riesgo en un nivel alto con un porcentaje de participación de 4,4% y 10,3% respectivamente, siendo aquellas que deberían atenderse de manera prioritaria por sus impactos en términos de bienes y servicios ambientales.

Dimensiones análisis de riesgo por cambio climático

DESCRIPCIÓN	RIESGO CC (%)	NIVEL	PRIORIZACIÓN POR RIESGO cc
Seguridad alimentaria	35,1	Medio	3
Recurso hídrico	4,4	Alto	2
Biodiversidad	10,3	Alto	1
Salud	6,9	Muy bajo	6
Hábitat humano	25,1	Muy bajo	4
Infraestructura	18,2	Muy bajo	5

Fuente: PIGCCT Tolima

El siguiente orden de análisis por dimensiones más críticas a aquellas menos críticas para el departamento:

1. Biodiversidad y servicios ecosistémicos
2. Recurso hídrico
3. Seguridad y soberanía alimentaria
4. Salud

Biodiversidad y servicios ecosistémicos

El Informe Colombia BIO 2016, señala que el cambio del uso del suelo es el principal factor de transformación y pérdida de biodiversidad terrestre, siendo la región andina el área donde la intervención antrópica es más extensa. Adicionalmente, en Tolima se reporta una tasa de deforestación negativa lo cual indica una pérdida de la superficie de bosque natural. Una de las principales causas de deforestación en esta área del país es la expansión de la frontera agropecuaria en donde predominan cultivos de arroz, maíz, frijol, café, cacao, aguacate y yuca, además de frutales (lulo, granadilla, mora, pitaya, tomate de árbol).

En Tolima se destaca la concentración de áreas agrícola para los municipios de Ataco, Rioblanco y Planadas. Otras casusas identificadas son la extracción de minerales y de madera. Un estudio de la Universidad del Tolima permite evidenciar las áreas deforestadas en el departamento para el periodo 2007 – 2015, que en su totalidad alcanza una superficie de deforestación de 110.657 hectáreas. Los diez municipios con mayor área deforestada son Planadas, Ibagué, Rovira, Chaparral, Rioblanco, Alvarado, San Antonio, Venadillo y Cajamarca.

Recurso hídrico

En el departamento del Tolima se identifican núcleos de abundante escorrentía en la parte alta de la Cordillera Central, que proveen a los ríos Saldaña (principalmente los tributarios Tetuán y Amoyá), Guali y Coello, y de la Cordillera Oriental surtiendo los ríos Cunday y Negro. Desde el departamento se reconoce que la falta de agua potable y saneamiento básico no podría ser tratada únicamente como un tema de servicios públicos, sino como un problema estructural y de afectación a la población. En el año 2018 el Tolima reporta las siguientes cifras:

- 35.289 habitantes sin agua potable
- 607.000 habitantes sin alcantarillado
- 198.294 habitantes urbanos sin servicio de aseo, y
- El agua consumida sin riesgo solo se presenta en 18 municipios.

Estudios desarrollados bajo la metodología de CORPOICA permitieron identificar a los siguientes municipios como los que presentan mayor riesgo frente a fenómenos de deficiencias hídricas extremas: Natagaima, Planadas, Coello, Flandes, Purificación, Espinal, Guamo. Adicionalmente, otros municipios que se verían afectados en menor nivel ante un

posible evento de déficit hídrico asociado a variabilidad climática son: Roncesvalles, Chaparral, Villarrica, San Antonio, Icononzo y Ataco (ONF 2014).

En la TCNCC, se obtuvo para el departamento de Tolima un nivel de sensibilidad ALTO para el Índice de presión hídrica al ecosistema (IDEAM 2017).

Se evidencia una situación de competencia por agua verde, entre los usos del agua efectuados por el sector agropecuario y los requerimientos de los ecosistemas estratégicos y la biodiversidad, lo cual compromete la sostenibilidad en las cuencas del departamento.

De este análisis se identifica que la problemática más percibida, como hilo conductor en el departamento es el AGUA, ya sea relacionada con la pérdida de glaciares, bosque seco y ripario en el Norte del departamento, o con el avance de la desertización en el sur. El desabastecimiento hídrico, asociado a afectaciones en la salud, en la producción (Turismo en Oriente, Café en el Norte y Sur, arroz en el centro Sur y Sur Oriente, frutales al Sur y Sur Oriente, etc.), en la educación y las labores cotidianas de hombres y mujeres.

Retención y regulación hídrica

La degradación de ecosistemas andinos conduce a una modificación en la capacidad de regulación hídrica y en el comportamiento de los caudales de los ríos en el corto, mediano y largo plazo; es decir, Además, diferentes estudios realizados en los países andinos señalan que el deshielo de los glaciares inicialmente aumenta los caudales, pero con el paso del tiempo, estos disminuyen y se vuelven más variables. Estos procesos evidencian que la interacción entre los procesos climáticos y antrópicos determinan la oferta hídrica y el grado de vulnerabilidad de los pobladores.

En la Tercera Comunicación Nacional (IDEAM 2017) se calcula para el departamento una sensibilidad alta para el Índice de retención y regulación hídrica, siendo esta una alerta frente a estado o capacidad de las cuencas del departamento de mantener los regímenes de caudales, de igual forma en lo que respecta al indicador de Brecha de Acueducto, o a la tasa de cobertura de acueducto. Se destaca una sensibilidad MUY ALTA para los municipios de Coyaima, Santa Isabel, Villahermosa, Ataco, Planadas, Rioblanco, Roncesvalles, San Antonio y Anzoátegui.

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional se evidencia una sensibilidad ALTA respecto a las áreas municipales de humedal con afectación por conflictos territoriales. Es de destacar que los siguientes municipios presentan una sensibilidad alta: Herveo, Líbano, Roncesvalles, Cunday, Icononzo.

En condiciones de año seco es evidente la diferencia respecto a condiciones promedio, ya que se registran subzonas hidrográficas en estado crítico en donde la presión supera las condiciones de la oferta. Este es el caso de las subzonas Lagunilla, Opia, Luisa, Bajo Saldaña, Prado y Sumapaz.

Eficiencia en el uso del agua

Para el caso del Departamento del Tolima, este Indicador obtuvo una valoración de 0,51, por lo que se ubica en un nivel de BAJA capacidad adaptativa. Al revisar el indicador por municipios, se puede observar que todos se encuentran en capacidad adaptativa baja o muy baja respecto a la eficiencia en el uso del agua (IDEAM 2017).

En la Evaluación Nacional del Agua subzonas del departamento como Gualí, Lagunilla, Totare, Opia, Coello, Prado, y Sumapaz tienen un índice bajo de eficiencia en el uso del agua.

Seguridad alimentaria

En términos generales, los rendimientos de muchos cultivos podrían disminuir significativamente por las mayores temperaturas, como consecuencia, por ejemplo, del estrés térmico e hídrico, del acortamiento de la estación de crecimiento y de la mayor presencia de plagas y enfermedades. Las producciones animales también se verían afectadas, por el impacto del cambio climático en la productividad de las pasturas y forrajes y según sus requerimientos específicos. PROCISUR

En ese sentido, es necesario evaluar y conocer el estado en el que se encuentra la dimensión seguridad alimentaria, en cuanto a la relación con la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en diferentes cultivos, la participación del PIB departamental agropecuario y prestación de asistencias agropecuarias.

Objetivo estratégico con el recurso hídrico

Los anteriores puntos fruto de una extensa investigación del grupo encargado en la elaboración del documento PIGCCT TOLIMA, indica como objetivo estratégico con respecto al agua, Reducir el riesgo asociado con la oferta y disponibilidad hídrica, así como el manejo y conservación de los ecosistemas y sus servicios ambientales, resultantes de los fenómenos de cambio y variabilidad climática a través de medidas de adaptación.

Líneas de acción:

1. Conocimiento del recurso hídrico para la adaptación: deben basarse en la generación de conocimiento práctico y científico acerca del estado del agua, así como en su monitoreo y seguimiento dirigidos a conocer los posibles efectos.

Uno de los principales insumos técnicos es la Evaluación Regional del Agua; la cual permite conocer el estado actual, la dinámica y las tendencias de los sistemas hídricos incluyendo las amenazas y afectación. Para ello una de las herramientas a implementar es el desarrollo de una red de monitoreo hidroclimático de carácter participativo, Sistemas de Alertas Climáticas Tempranas para la adaptación del Tolima. Investigación sobre aguas subterráneas como recurso para la adaptación (pozos profundos), considerando que ésta es una fuente vital para la agricultura, la industria y el consumo humano. A partir del diagnóstico se propone la definición de un plan de manejo de los acuíferos incluyendo cómo los escenarios de cambio

climático pueden impactar la capacidad de recarga de las aguas subterráneas con el fin de garantizar el uso sostenible y la conservación del recurso.

2. Ahorro y uso eficiente del agua: Diseño e implementación de estrategia de territorios esponja, el cual busca absorber y reutilizar el agua de lluvia mediante una mejor permeación, retención y almacenamiento, purificación y drenaje, así como el posterior ahorro y la reutilización del agua. Adicionalmente, esta es una medida que contribuye a amortiguar los efectos ante incrementos o descensos de precipitación; otro punto es la Cultura del Agua a través de formulación y puesta en marcha de programas de PUEAA; Agricultura sostenible adaptada al clima con enfoque en uso eficiente del agua, desarrollar prácticas de manejo de suelos que ayuden tanto a incrementar la fertilidad, así como a captar y retener el agua de lluvia.

3. Conservación de ecosistemas de importancia hídrica: Conservación (preservación restauración) de ecosistemas de importancia hídrica. como el pago por servicios ecosistémicos, debido a que se calculan áreas potenciales de preservación, restauración y rehabilitación de 55.80 ha, 100.088 ha y 17.183 ha respectivamente. Es importante que en los procesos de conservación, restauración y ejecución de estrategias ambientales para el mejoramiento de la conectividad ecológica del paisaje se contemplen componentes de monitoreo que evalúen los caudales o niveles de agua en diferentes periodos del año. Por otro lado, proponen Herramientas de manejo de paisaje orientadas a incrementar la conectividad estructural y funcional, aumentar áreas de bosques y mejorar la calidad de los hábitats para la regulación hídrica. (Se recomienda priorizar acciones en rondas hídricas del Río Magdalena, así como de SZH Lagunilla, Luisa, Medio Saldaña y Coello).

5.6.2. Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial (PIGCCT) Caldas

El cambio climático presenta varios riesgos para los recursos hídricos en Caldas. Uno de los principales riesgos es la variabilidad en los patrones de precipitación, que puede resultar en sequías prolongadas o lluvias intensas que causan inundaciones. Estos eventos extremos no solo afectan la disponibilidad de agua, sino que también pueden dañar infraestructuras y cultivos, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades.

Otro riesgo significativo es la contaminación de las fuentes hídricas debido a actividades humanas como la agricultura intensiva, la minería y el vertido de aguas residuales sin tratamiento adecuado. La contaminación del agua puede tener efectos adversos en la salud pública y la biodiversidad, además de reducir la disponibilidad de agua potable.

La deforestación y la degradación de los ecosistemas también representan un riesgo para los recursos hídricos. La pérdida de cobertura vegetal reduce la capacidad de los suelos para retener agua, aumentando la escorrentía y la erosión. Esto no solo disminuye la recarga de

acuíferos, sino que también incrementa la sedimentación en ríos y embalses, afectando su capacidad de almacenamiento y calidad del agua.

El departamento de Caldas dentro de sus estudios técnicos obtuvo información que fue referente para un análisis climático, exponiendo las afectaciones que se darán hasta un aproximado del año 2040, para soportar esto, realizaron investigación en documentos de la corporación autónoma regional Corpocaldas y el IDEAM.

Perfil climático

Los escenarios de cambio climático de la Tercera Comunicación Nacional estiman, para los diferentes periodos, cambios en la temperatura así:

- 2011 – 2040: Aumentos en la temperatura hasta 1,2 °C, considerado como un cambio medio, según lo propuesto por el IDEAM.
- 2041 – 2070: Incrementos en la temperatura hasta 2,0 °C, que representa un cambio medio alto.
- 2071 – 2100: Aumentos hasta 2,6 °C, que sugieren un cambio alto.

Los aumentos más pronunciados se proyectan en las inmediaciones de los ríos Cauca y Magdalena.

Los escenarios de cambio climático propuestos por la Tercera Comunicación Nacional estiman cambios en la precipitación, con relación al nivel de referencia, para los diferentes periodos así:

- 2011 – 2040: Variaciones en la precipitación con reducción del 9% y aumentos superiores al 40%. Los mayores cambios se estiman en las cuencas de la vertiente del río Cauca.
- 2041 – 2070: Se plantean condiciones similares al periodo anterior.
- 2071 – 2100: Aumentos en la mayor parte del territorio, exceptuando las subregiones.

Alto Oriente y Magdalena Caldense donde se estiman zonas con probables reducciones en la precipitación.

Según el registro histórico, la máxima duración de la sequía (5 meses) se registró en el Magdalena Caldense y Alto Oriente.

El escenario más desfavorable de cambio climático (2017 – 2050) estima un aumento generalizado en la máxima duración de las sequías, con valores hasta de 6 meses en las cuencas del río Tapias Tareas y Risaralda.

En el registro histórico, se consideran sequías extremadamente fuertes (12 unidades), en los municipios de Victoria, Norcasia, Samaná y Pensilvania.

Por otra parte, cuando hablamos de la dimensión de biodiversidad, se denota que el departamento de caldas presenta riesgo alto al cambio climático para la mayoría de los

municipios, y es de mayor cuidado por riesgo muy alto el municipio de la dorada, Anserma, Viterbo y Salamina según el IDEAM.

La dimensión recurso hídrico presenta riesgo muy alto en todo el departamento, con excepción de los municipios de Manzanares y Marulanda que presentan riesgo medio.

La dimensión de seguridad alimentaria presenta riesgo medio al cambio climático para la mayoría de los municipios; no obstante, Pensilvania, Marmato, Supía, Risaralda y Manizales exhiben riesgo alto.

Según la tercera comunicación nacional los municipios con mayor amenaza al cambio climático, en su orden, son: Marmato, La Dorada y Palestina, Chinchiná y Risaralda. Por su subregión, Centro Sur y Alto Occidente tienen mayor amenaza promedio.

Para enfrentar los riesgos asociados al cambio climático, el PIGCCT de Caldas propone varias estrategias de adaptación, en el contexto del sector hídrico mencionaremos la estrategia # 2 de Adaptación y resiliencia; dentro de la estrategia está el desarrollo rural resiliente que es una gran oportunidad para promover el crecimiento del sector, mejorar la eficiencia y productividad, pero a su vez, reducir la presión sobre las coberturas naturales, los bosques, el agua y el suelo.

Por lo anterior el programa de Gestión Integral del Patrimonio Hídrico conservación de microcuencas, desarrollara:

- Acciones POMCAs, franjas protectoras y conservación de microcuencas
- Mejora de acueductos rurales
- Sistemas de riego y/o drenajes

Otra estrategia clave es la promoción de prácticas agrícolas sostenibles que optimicen el uso del agua. Esto incluye la adopción de tecnologías de riego eficiente, la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes a la sequía. Estas prácticas no solo mejoran la productividad agrícola, sino que también contribuyen a la conservación del recurso hídrico y la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático.

La restauración de ecosistemas estratégicos como páramos y humedales es otra medida importante para la adaptación al cambio climático. Estos ecosistemas actúan como reguladores naturales del ciclo del agua, mejorando la recarga de acuíferos y la regulación de caudales. La conservación y restauración de estos ecosistemas beneficia a los recursos hídricos, sino que también contribuye a la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Además de estas estrategias Dentro del PIGCCT de caldas, se desarrollan acciones climáticas en el contexto del sector hídrico por tanto mencionaremos: la estrategia # 2 de Adaptación y resiliencia; dentro de la estrategia está el desarrollo rural resiliente que es una gran oportunidad para promover el crecimiento del sector, mejorar la eficiencia y productividad, pero a su vez, reducir la presión sobre las coberturas naturales, los bosques, el agua y el suelo.

Por lo anterior el **programa de Gestión Integral del Patrimonio Hídrico conservación de microcuencas**, desarrollara:

- Acciones POMCAs, franjas protectoras y Mejora de acueductos rurales
- Sistemas de riego y/o drenajes

Otra parte es el desarrollo urbano resiliente en donde está un programa de Gestión Integral del Patrimonio Hídrico (GIPH), la idea es manejarlo en temáticas:

- En cuencas abastecedoras de acueducto y cuencas urbanas
- Reducción de la vulnerabilidad en acueductos
- Incentivos para el uso eficiente del agua, Reducción de pérdidas y agua no contabilizada

Este programa (GIPH) incluye varias acciones y estrategias:

Conservación de Cuencas Hidrográficas: Se implementan medidas para proteger y restaurar las cuencas hidrográficas, asegurando la disponibilidad y calidad del agua a largo plazo.

Uso Eficiente del Agua: Se promueven prácticas de uso eficiente del agua en sectores como la agricultura, la industria y el consumo doméstico, reduciendo el desperdicio y mejorando la gestión del recurso.

Tratamiento de Aguas Residuales: Se desarrollan y mejoran las infraestructuras para el tratamiento de aguas residuales, minimizando la contaminación de los cuerpos de agua y protegiendo la salud pública.

Educación y Sensibilización: Se llevan a cabo campañas de educación y sensibilización para informar a la población sobre la importancia de la gestión sostenible del agua y fomentar prácticas responsables.

Monitoreo y Evaluación: Se establecen sistemas de monitoreo y evaluación para medir el impacto de las acciones implementadas y ajustar las estrategias según sea necesario.

5.6.3. Plan Integral de Gestión al Cambio Climático Territorial (PIGCCT) Quindío

En el Quindío se espera para el periodo 2011 - 2040, un aumento en temperatura media de 0,8 °C y un aumento en la precipitación de 6,34% y para fines de siglo el Departamento podrá presentar incremento de temperatura promedio de hasta 2,3 °C sobre el valor actual, particularmente hacia el occidente del Departamento en los municipios de *Quimbaya, Montenegro, La Tebaida, Armenia, Circasia y Finlandia*. Con relación a la precipitación se espera un aumento del 24% con respecto a los valores actuales, donde los municipios de *Quimbaya y Finlandia* podrían ser los de mayor aumento (IDEAM PNUD, 2015).

La evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático en el departamento de Quindío se realizó al año 2040 bajo una condición tendencial, tomando en cuenta los escenarios proyectados para el periodo 2011 – 2040; y se evaluó asumiendo que las condiciones de

adaptación son iguales a las actuales, así mismo la susceptibilidad bajo los impactos climáticos futuros esperados.

En este sentido, el IDEAM plantea una aproximación a la vulnerabilidad a través de 84 indicadores agrupados en tres categorías: amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa. A su vez los indicadores dan cuenta de seis componentes para el análisis de vulnerabilidad en cualquier territorio: *seguridad alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad, salud, hábitat humano e infraestructura.*

Tabla 1.

Valores de amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa del departamento del Quindío.

Componente	Amenaza		Sensibilidad		C. Adaptativa	
	% Contribución	Valor	% Contribución	Valor	% Contribución	Valor
Seguridad Alimentaria	65,06	0,27	9,9	0,68	14,7	0,46
Recurso Hidrico	11,77	0,83	12,3	0,79	2,9	0,46
Biodiversidad	1,84	0,46	3,4	0,47	0,8	0,72
Salud	5,62	0,65	2,4	0,59	12,0	0,65
Hábitat Humano	9,54	0,29	53,5	0,89	58,0	0,72
Infraestructura	6,17	0,24	18,6	0,89	11,6	0,39

Muy alto

Alto

Medio

Bajo

Muy bajo

Nota: Las lecturas de porcentajes de participación por componente y valores, se leen de igual forma en Amenaza y Sensibilidad, **excepto** por la clave de color tipo semáforo, que para este caso, utiliza los colores verdes para aquellos con alto valor de Capacidad Adaptativa y colores hacia el rojo para bajos valores.

Fuente: Análisis de vulnerabilidad a cambio climático. Departamentos de Atlántico, Cauca, Cesar, Quindío Magdalena, y Santander. TCN- NCC-IDEAM 2016.

Fuente IDEAM, 2016

A partir de los resultados de la Tabla, el análisis de los indicadores para el Departamento indica la necesidad de priorizar acciones encaminadas a reducir la sensibilidad para el hábitat humano y la infraestructura, sin dejar de lado la seguridad alimentaria y el recurso hídrico. Adicional, es necesario prestar atención al indicador que muestra la amenaza para el recurso hídrico y la salud que pueden llegar a presentar grandes retos de abastecimiento para el territorio por los efectos del cambio climático.

Los valores de capacidad adaptativa son más bajos para los componentes de infraestructura, recurso hídrico y seguridad alimentaria, en ese orden de importancia, pero sin llegar a ser muy críticos. Lo anterior se atribuye al hecho que los indicadores se categorizaron de acuerdo con el contexto nacional.

Recurso hídrico

De acuerdo con los resultados obtenidos para el departamento del Quindío, se puede observar que el componente más crítico y que presenta mayor amenaza y una alta sensibilidad para todo el Departamento es el recurso hídrico con un valor de 0,83 que significa que puede tener un alto grado de afectación y con una *contribución del 11.77% del total de las amenazas.*

Los integrantes del Comité Interinstitucional de Cambio Climático validaron estos indicadores resaltando que en municipios como *Armenia, Circasia, Salento, Finlandia y La Tebaida* se han presentado afectaciones por el *déficit hídrico* y se han visto en la *necesidad de hacer racionamientos en el suministro*. A su vez, estos municipios son los que presentan mayores dinámicas poblacionales que ejercen presión sobre el recurso.

Continuando en la cadena de suministro de agua, posterior a la captación, se presenta la conducción, tratamiento y distribución. Según información de los actores del Departamento, es generalizado que las redes de distribución del agua presentan condiciones que favorecen las pérdidas durante el recorrido y que en las líneas de aducción existen también fugas aún no cuantificadas, debido a lo obsoletas de algunas líneas.

En la siguiente Tabla se evidencia que índice de disponibilidad o balance hídrico que presenta una amenaza alta, mientras que el índice de presión hídrica al ecosistema, una alta sensibilidad. El índice de agua no retornada a la cuenca expresa un desbalance entre la huella hídrica de las actividades sectoriales desarrolladas en la cuenca y la oferta hídrica disponible en el año, medio que puede ser explicada por exceso en la demanda o ineficiencia en el uso; el índice de retención y regulación hídrica y de uso del agua superficial, que expresa la cantidad de agua utilizada por los diferentes usuarios en relación a la oferta hídrica superficial disponible, demuestra una sensibilidad media alta.

Tabla 3.

Calificación de indicadores de amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa para el componente de Seguridad alimentaria. (IDEAM, 2016)

Tipo	Indicador	% Participación	Valor
Amenaza	Índice de disponibilidad hídrica (balance hídrico)	11,8	0,83
	Índice de presión hídrica al ecosistema	3,6	0,94
	Índice de agua no retornada a la cuenca	1,0	0,65
Sensibilidad	Índice de retención y regulación hídrica	2,6	0,65
	Índice de uso del agua superficial (Medio)	0,8	0,65
	Brecha de acueducto	0,8	0,25
	Índice de Aridez	3,5	0,47
	Índice de eficiencia en el uso del agua	2,0	0,74
Capacidad Adaptativa	Inversiones sectoriales de entidades territoriales dentro y fuera del Plan departamental de Agua	0,8	0,35

Fuente IDEAM,2016

El consumo de agua potable en el Departamento para 11 municipios (exceptuando Armenia), registró un consumo per cápita promedio de 63,45 m3 por habitante por año durante el 2010. Este valor es superior al máximo promedio (40.98 m3 para el estrato 6) de los valores reportados para los diferentes rangos de suscriptores y estratos en la misma vigencia para Colombia. Tal hecho evidencia claramente que se tienen consumos per-cápita excesivos en el departamento, otra problemática identificada consiste en que en la actualidad los Planes de Ordenación y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas (POMCAS) no incluyen consideraciones de cambio climático.

Es necesario considerar los posibles cambios en la temperatura y precipitación en diferentes escenarios de tiempo, a la luz de las posibles dinámicas económicas y poblacionales que se esperan en el territorio, para de esta manera realizar la prospectiva e identificar las posibles afectaciones de las cuencas. Este aspecto es clave considerar en el POMCA de la Cuenca del río la Vieja.

Considerando lo anterior, se plantea la necesidad de definir acciones que permitan gestionar el uso y manejo del agua en todas las fases, desde su suministro, distribución, uso y vertimiento.

Medidas para el eje estratégico recurso hídrico y ecosistemas**Mecanismos de incentivos a la conservación**

Disminuir las emisiones de Gases Efecto Invernadero CO₂ generados por la deforestación en el departamento de Quindío, de bosques naturales mediante la implementación de diferentes mecanismos de incentivos a la conservación como: la estrategia BanCO2 liderada por la CRQ, esquema de Pago por Servicios Ambientales que lidera la Gobernación del Quindío (Fondo del Agua), entre otros.

Recuperación de la ruta de la palma de cera

Incrementar el potencial de captura de carbono mediante la restauración ecológica de ecosistemas boscosos andinos, por medio de la estrategia de implementación de herramientas de manejo del paisaje como enriquecimiento vegetal, plantación protectora, cercas vivas, entre otras.

Aprovechamiento de aguas lluvia y escurrimiento

Promover el aprovechamiento de agua lluvia y de escurrimiento para disminuir la amenaza de déficit hídrico en el Departamento. La medida consiste en establecer reservorios de agua lluvia y/o escurrimiento que se ubican en terraplenes y se usan para riego y como abrevaderos para el ganado, pero también pueden ser utilizados por fauna silvestre o para combatir incendios forestales. Instalación de sistemas en instituciones educativas y entidades públicas. Promoción de sistemas para empresas y conjuntos residenciales.

Uso eficiente del recurso hídrico

La medida se enfoca en dos actividades básicas: la educación de las poblaciones urbanas y rurales en torno a la cultura del agua y en la disminución de las pérdidas que se generan tanto en los acueductos urbanos y rurales, estas serán una contribución para hacerle frente al incremento de la variabilidad de las precipitaciones y el aumento de la temperatura.

Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas con sistemas aerobios.

Aumentar la cobertura de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas del Departamento con sistemas aerobios, eficientes en el uso de electricidad y que no generan gas metano durante el proceso.

Muchas otras propuestas se incluyeron como acciones puntuales en las medidas priorizadas y serán parte de las estrategias que se realizarán en el corto, mediano o largo plazo. Por ejemplo, la propuesta para hacer un proyecto piloto en el sector rural para la implementación de sistemas de aprovechamiento y reutilización de aguas grises es una acción de mediano plazo en la ficha de manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas con sistemas aerobios.

En términos generales, las propuestas de medidas para este eje estratégico que no fueron priorizadas pero que son importantes para considerarlas en el mediano o largo plazo son las siguientes:

- Evaluación del potencial hidroeléctrico en la Cuenca del río la Vieja, bajo escenarios de cambio climático.
- Plan para la evaluación de la disponibilidad y protección de agua subterránea del departamento del Quindío.
- Establecer una plataforma para la gestión de la información de los recursos hídricos y ecosistemas del Departamento. En esta propuesta pensamos que más que generar

algo nuevo lo que se debería hacer es incluir un componente de recurso hídrico en el sistema SIG Quindío, que administra la CRQ.

- Investigación del potencial de implementación de medidas de control biológico para la disminución de la contaminación de aguas residuales.
- Diseñar un plan piloto para la implementación de concesiones de agua dinámicas.
- Generar los mapas de riesgo y vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en los doce (12) municipios del Departamento.
- Formulación de un proyecto piloto de Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE), en la reserva de Barbas - Bremen.
- Red de viveros de especies nativas para la restauración de zonas de conservación.

Línea de acción: Alianza público-privada para la gestión eficiente del recurso hídrico

Medida: Alianza público-privada para la gestión eficiente del recurso hídrico

Mitigación y adaptación: El mejor manejo del recurso hídrico permitirá que se genere menor presión sobre las cuencas y los ecosistemas que las rodean, así mismo, disminuirá el riesgo de escasez de este servicio, ya que de acuerdo a las predicciones del Departamento el riesgo de este recurso al cambio climático es bastante alto.

Acciones: El agua es uno de los componentes más importantes para el Quindío (como se resalta en el diagnóstico), pero el uso que se está dando es insostenible, por lo cual, es esencial la gestión del agua, además que se incluya la conservación de los bosques prioritarios de las cuencas, la gestión de aguas residuales y la optimización de los sistemas de distribución. En este sentido será clave la integración de actores de la academia y el sector privado y público a través de una alianza para generar proyectos complementarios y aplicables a la realidad del territorio.

Las acciones por seguir lideradas por el CODECTI y la Gobernación son las siguientes:
Creación de alianza público-privada. Generación de investigaciones sobre el manejo eficiente del agua desde las cuencas hasta su uso en residencias y sector productivo.
Formulación de estrategias aplicables a cada tipo de cultivo. Gestión de recursos e implementación de la estrategia.

5.6.4. Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial (PIGCCT) Risaralda

Conforme lo plantea la TCNCC, y sus escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100, generados por el IDEAM en el año 2015, Risaralda podrá presentar aumentos para final de siglo (escenario 2071-2100) de hasta un 28% en su precipitación media, sobre el valor actual. Particularmente en los municipios de Pereira, Balboa, Santuario, Apia, Guática y Quinchía, donde podrán presentarse aumentos entre 30% y 40%, representando esto un “exceso” tendencial en las precipitaciones proyectadas.

Los principales efectos para Risaralda pueden verse representados en el sector agrícola debido al aumento gradual y acentuado de precipitaciones, facilitando la presencia de plagas y enfermedades para cultivos representativos en particular para los municipios que presentan aumentos entre el 30% y 40%.

El sector de construcción y el sector vial podrán verse afectados debido a los aumentos en precipitaciones en particular para obras establecidas en pendientes elevadas de los municipios con mayores precipitaciones

La TCNCC, plantea que para el fin de siglo (escenario 2071-2100) el Departamento podrá presentar aumentos de hasta 2,4°C adicionales a los valores de referencia actual, donde, particularmente los valles, ubicados en los municipios de Pueblo Rico y Mistrató podrán presentar aumentos de hasta 2,6° C. En el caso de Pereira, Marsella, y Balboa, La Virginia, Santuario, Belén de Umbría (zona Sur), y Quinchía (zona suroriental), presentaran aumentos de hasta 2,3 °C.

La proyección de dichos escenarios de aumento de temperatura puede apreciarse en:

Componentes	Amenaza		Sensibilidad		Capacidad Adaptativa		Vulnerabilidad		Riesgo	
	% Con	Valor	% Con	Valor	% Con	Valor	% Con	Valor	% Con	Valor
SA-Seguridad alimentaria	57,18	0,44	15,09	0,53	12,27	0,38	13,68	0,22	35,43	0,24
RH-Recurso hídrico	2,32	0,32	10,51	0,45	2,39	0,11	6,45	0,98	4,38	0,92
BD-Biodiversidad y servicios ecosistémicos	9,85	0,38	23,77	0,84	0,65	0,87	12,21	0,53	11,03	0,43
S-Salud	5,84	0,54	4,25	0,23	9,03	0,68	6,64	0,12	6,24	0,13
HH-Hábitat Humano	1,49	0,10	38,20	0,34	63,31	0,80	50,75	0,13	26,12	0,10
I-Infraestructura	23,32	0,10	8,17	0,27	12,36	0,67	10,26	0,14	16,79	0,14

Fuente. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017)

Según los resultados, se tiene que el departamento de Risaralda tiene su mayor vulnerabilidad y riesgo frente al clima asociados a la dimensión de recurso hídrico y a la de servicios ecosistémicos. No obstante, la mayor contribución a la vulnerabilidad está representada por la dimensión de hábitat e infraestructura, mientras que, para el caso de riesgo, la mayor contribución está asociada a la dimensión de seguridad alimentaria.

Recurso hídrico: Uso y disponibilidad

Para esta dimensión, el riesgo frente al cambio climático obtuvo una valoración de 0,92%, el cual fue el valor más alto respecto al resto de dimensiones evaluadas en la TCNCC. La regulación hídrica, muestra la cantidad de humedad retenida en las cuencas, donde para el Río San Juan es alta y para los ríos La Vieja, Otún y Risaralda es moderada (IDEAM, 2015).

Respecto al uso del agua en Risaralda, se tienen datos del índice de presión hídrica a los ecosistemas en la Subzona Hidrográfica Río Risaralda, con un valor de 0,87, lo cual lo ubica en el rango de esta Subzona con los mayores valores para este indicador (IDEAM, 2015). Este dato para el río Otún y otros afluentes directos al Cauca es de 1,208, para el río La Vieja es de 1,017, ambos en categoría crítica. a pesar de los vertimientos recibidos en el corregimiento de la Florida, en el área urbana de Pereira y Dosquebradas y la desembocadura de la Quebrada Dosquebradas (siendo estos sus puntos más críticos), la calidad del agua permanece entre media, aceptable y regular, esto de acuerdo con el índice INSF.

El índice de la Alteración Potencial de Agua señala la Subzona Hidrográfica Risaralda en el grupo de las zonas del país con altas presiones por contaminación en condiciones hidrológicas promedio y a la Subzona del Otún y otros directos al Cauca, en el grupo de zonas con mayor afectación en condiciones de año seco.

Por otra parte, en Risaralda con respecto a la biodiversidad se puede decir que el riesgo a la biodiversidad por cambio climático se presenta como “alto” para casi todos los municipios (11%); donde, Dosquebradas, Marsella, Belén de Umbría, Balboa, Quinchía, Guática y La Celia, son aquellos que presentaron mayores contribuciones al riesgo por cambio climático.

El documento PIGCCT del departamento de Risaralda para iniciar a dar manejo a las situaciones expuestas, desarrolla unos objetivos, el primer objetivo es “Generar condiciones para la reducción de la vulnerabilidad y el aprovechamiento de las oportunidades frente al cambio climático en el departamento de Risaralda” este objetivo está orientado a la adaptación al cambio climático con un enfoque particular, la reducción del riesgo territorial por efectos del cambio climático.

Para cumplir con el propósito de estos objetivos, se desarrollaron en el plan, diferentes estrategias contenidas en programas, proyectos y actividades, todo esto con el fin de iniciar a dar manejo a cada situación vulnerable encontrada en el departamento de Risaralda.

Programa “Mejoramiento de las condiciones de regulación hídrica.”

Este programa está dirigido a incrementar la resiliencia de los ecosistemas estratégicos para el recurso hídrico en el departamento frente a las condiciones proyectadas del clima, y de manera puntual, la conservación de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de agua y de regulación hídrica, esto con el fin de reducir la vulnerabilidad territorial de posible desabastecimiento o reducción de la disponibilidad de agua.

En consecuencia, este programa aborda asuntos relacionados con la conservación de áreas de importancia ecológica para el recurso hídrico, aspecto fundamental para la reducción de la sensibilidad del sistema hídrico. De igual forma aborda asuntos relacionados con el mejoramiento del conocimiento de las condiciones actuales y proyectadas del recurso hídrico en términos de oportunidad en el acceso y cantidad disponible del recurso hídrico superficial y subterráneo, aspectos relevantes para incrementar la capacidad adaptativa de la sociedad y las instituciones, principalmente los prestadores del servicio de acueducto.

En este orden de ideas, las actividades planteadas en este programa están orientadas a evitar el incremento de la susceptibilidad por desabastecimiento, mantener excedentes altos de agua en el territorio, reducir la presión hídrica a los ecosistemas estratégicos, e incrementar la capacidad de regulación hídrica en las cuencas abastecedoras.

Proyecto “conservación de áreas de importancia ecosistémica para el recurso hídrico”

Para este proyecto, realizan las siguientes actividades:

- Compra de predios para la conservación del recurso hídrico: Esta actividad debe priorizarse en aquellas cuencas abastecedoras que presenten susceptibilidad por desabastecimiento en condiciones de año seco o durante eventos de variabilidad climática "el niño".
- Fortalecimiento de capacidades institucionales para la administración de zonas de conservación: para que se den en conjunto entre Gobernación, Municipios, CARDER, Empresas de Servicios Públicos y Juntas de Acueductos Comunitarios.
- Restauración de ecosistemas estratégicos para el recurso hídrico: mediante procesos de reforestación y enriquecimiento de bosques con plantaciones análogas de especies endémicas y de rápido crecimiento.
- Conectividad ecológica: Conservación de zonas prioritarias para la conectividad entre relictos de bosque, áreas degradadas y zonas estratégicas para el recurso hídrico.
- Reglamentación normativa de zonas estratégicas para el recurso hídrico: Demarcación precisa, reglamentación y zonificación normativa de las actividades y usos del suelo en las áreas estratégicas para el recurso hídrico.
- Control de usos del suelo en zonas estratégicas para el recurso hídrico: al interior y en las zonas de borde de los ecosistemas estratégicos para el recurso hídrico,

evitando la expansión de la frontera agrícola y la implantación de sistemas productivos con alto potencial de degradación.

- Control de usos del suelo para la conservación del agua subterránea: Control y manejo de usos del suelo en zonas de recarga de acuíferos de agua subterránea.
- Pago por servicios ambientales: Ampliación de la cobertura de los esquemas de pago por servicios ambientales orientados a la protección de las áreas estratégicas para el recurso hídrico, en los casos que no sea posible la adquisición de los predios, aspecto que siempre deberá evaluarse y priorizarse antes de la aplicación del instrumento de pago por servicios ambientales.
- Implementación de mecanismos financieros para conservación de áreas forestales protectoras del recurso hídrico: principalmente en las zonas correspondientes de áreas forestales, dentro y fuera de los cascos urbanos.

Proyecto “Conocimiento del recurso hídrico”

Dentro de las actividades que se realizarán en la implementación son las siguientes: Análisis de vulnerabilidad por desabastecimiento de agua frente a los escenarios de cambio climático 2040, 2070 y 2100; Implementación de sistemas de monitoreo y alertas tempranas, donde se deben priorizar las cuencas que evidencian modificaciones de lluvia.

Programa “Manejo y uso sostenible del recurso hídrico”

Este programa está dirigido a mejorar los procesos de gestión del agua desde la demanda de los diferentes usos, con el fin de mejorar las condiciones de uso y el manejo en casos de escasez de lluvia.

Proyecto “Gestión sostenible de la demanda del recurso hídrico”

Las actividades que se llevarán a cabo en el desarrollo de este proyecto son: Implementación de programas de ahorro y uso eficiente del agua, seguimiento a los planes de ahorro y uso eficiente del agua, transferencia de tecnologías para el ahorro y uso eficiente del agua, educación ambiental para la conservación, uso y administración del agua, monitoreo de concesiones de agua, mejoramiento del proceso de otorgamiento de concesiones de agua. Todas estas actividades las implementan para poder hacer un debido uso del recurso hídrico y generar alternativas de conservación.

5.7. Avances en la implementación de los Planes a nivel territorial

Con respecto a los Proyectos y Líneas de Acción planteados en el PIGCCT del Tolima con Respecto al Recurso Hídrico, algunos de los avances que el departamento del Tolima a logrado desde el año (2018-2024) han sido:

5.7.1. Descontaminación de Fuentes Hídricas

Avances: Desde 2018, se ha logrado una reducción del 35% en los puntos de vertimiento de aguas residuales no tratadas en las principales fuentes hídricas del departamento. [Además, la calidad del agua en los ríos Combeima y Coello ha mejorado en un 25%, según los índices de calidad del agua \(ICA\) medidos anualmente.](#) La cobertura de recolección de aguas residuales ha aumentado del 60% al 85% en las zonas urbanas, gracias a la ampliación de la infraestructura de saneamiento.

Estos avances han tenido un impacto positivo en la salud pública y el medio ambiente, reduciendo la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua contaminada y mejorando la biodiversidad acuática. La implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales ha sido fundamental para alcanzar estos logros.

5.7.2. Construcción y Optimización de Acueductos

Avances: Entre 2018 y 2024, se han ejecutado varios proyectos de construcción y optimización de acueductos en diferentes municipios. Por ejemplo, en el municipio de Alpujarra, se estructuró y formuló el proyecto de construcción del acueducto veredal Vega de Gramal y Los Medios, con una inversión de \$5.789 millones. En el municipio de Cunday, se optimizó el sistema de suministro de agua del acueducto local con una inversión de \$2.765 millones. Estos proyectos han mejorado significativamente el acceso al agua potable en las comunidades rurales, beneficiando a más de 50,000 habitantes.

La incidencia de enfermedades relacionadas con el agua contaminada ha disminuido en un 40% en las áreas beneficiadas. Además, la mejora en el acceso al agua potable ha incrementado la calidad de vida de los habitantes y ha promovido el desarrollo sostenible en las comunidades rurales.

5.7.3. Conservación del Cañón del Combeima

Descripción: El Proyecto Integral Cuenca Combeima (PICC) es una iniciativa clave para la conservación del Cañón del Combeima. Este proyecto incluye la reforestación, la protección de nacimientos de agua y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

Avances: Desde 2018, se han destinado \$1.653 millones para la protección de esta cuenca, involucrando a 18 juntas de acción comunal en la ejecución de actividades de conservación. Se han reforestado más de 500 hectáreas con especies nativas y se han implementado prácticas agrícolas sostenibles que han mejorado la calidad del agua y contribuido a la preservación de la biodiversidad en la región.

La conservación del Cañón del Combeima ha mejorado la calidad del agua y ha contribuido a la preservación de la biodiversidad en la región. Además, la participación comunitaria ha sido fundamental para el éxito de este proyecto, fortaleciendo el sentido de pertenencia y compromiso con la protección del medio ambiente.

5.7.4. Ampliación de la Red de Monitoreo Hídrico

Avances: CORTOLIMA ha ampliado la red de monitoreo del recurso hídrico en el Tolima, instalando 32 estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas. Estas estaciones permiten un seguimiento continuo de las condiciones hídricas y climáticas, proporcionando datos cruciales para la gestión del agua y la planificación de medidas de adaptación al cambio climático.

La cobertura de monitoreo hídrico ha aumentado en un 50%, permitiendo un seguimiento más preciso de las condiciones hídricas. Se han recopilado más de 1 millón de datos hidrometeorológicos desde la implementación de la red, mejorando la capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos y facilitando la toma de decisiones informadas para la gestión sostenible del recurso hídrico.

5.7.5. Gestión Integral del Recurso Hídrico

Avances: Se han formulado y ejecutado 10 planes de manejo de cuencas hidrográficas. Las campañas de sensibilización han alcanzado a más de 100,000 personas, promoviendo el uso eficiente del agua. Además, se han implementado tecnologías de tratamiento de aguas residuales en 15 municipios, mejorando la calidad del agua en un 30%.

Estos esfuerzos han sido fundamentales para garantizar la disponibilidad y calidad del agua en el departamento, especialmente en áreas rurales y periurbanas. [La implementación de tecnologías de tratamiento de aguas residuales ha reducido la contaminación de las fuentes hídricas y mejorado la salud pública.](#)

Estos proyectos y líneas de acción reflejan un compromiso continuo y coordinado para mejorar la gestión del recurso hídrico en el Tolima, promoviendo un desarrollo sostenible y resiliente frente al cambio climático.

7.OFERTA DE AGUA EN EL TERRITORIO DE LA RAP EJE CAFETERO

Capítulo elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

La Política Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (PNGIRH) establece como objetivos principales el entendimiento de la dinámica y estado de los recursos hídricos a través del estudio de la oferta y demanda hídrica, la calidad del agua, y los riesgos asociados a su disponibilidad, así como el fortalecimiento institucional y gobernabilidad del recurso hídrico. En esta perspectiva, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia establece que este conocimiento de los recursos hídricos se debe desarrollar principalmente desde el nivel regional mediante las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA). Estos estudios facilitan el seguimiento del recurso y mejoran la comprensión de las dinámicas del ciclo hidrológico y su balance hídrico a diferentes niveles dentro de las unidades hidrográficas de análisis.

Este mismo análisis de Escala Nacional, Departamental y local se tendrá en cuenta para los temas de demanda de agua, de territorios críticos en materia hídrica y de calidad del agua.

Las Evaluaciones Regionales del Agua -ERAs- de Caldas y Risaralda están en proceso de elaboración y se espera que sean terminados y socializados en Diciembre de 2024 y la del Tolima se realizó en 2 fases, la primera en el año 2021 incluyó 8 subzonas hidrográficas y la segunda en 2022, incluyó 9 subzonas, para un total de 17 subzonas que son la totalidad de las que fueron clasificadas como tal, por el IDEAM en este Departamento. La Evaluación Regional del Agua -ERA- del Quindío 2023 se actualizó partiendo de que la primera fue realizada en 2017.

Se cuenta con el Balance Hídrico de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, La Virginia y Marsella elaborado en el año 2024 por la Empresa Aguas y Aguas de Pereira. También se tienen los balances hídricos (Estudios de Oferta, Demanda Hídrica e Índice de Uso del Agua (IUA) de las Unidades Hidrográficas del Departamento del Quindío para los años 2021, 2022 y 2023, elaborados por la CRQ.

Con base en los anteriores soportes, se señalan a continuación las conclusiones más importantes relacionadas con la oferta de agua en los territorios de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima:

7.1. Estudio Nacional del Agua 2022

El Estudio Nacional del Agua ENA del IDEAM del año 2015, define la demanda hídrica como la cantidad o volumen de agua usado por los distintos sectores económicos y la población, este concepto considera el volumen de agua extraído o que se almacena en los sistemas hídricos y que limita otros usos; de modo que contempla el volumen utilizado como materia prima, como insumo y como retorno a los sistemas hídricos. Para el ENA 2022, el IDEAM incluye términos como huella hídrica verde y huella hídrica azul, con el ánimo de hacer seguimiento a la cantidad de agua que no estaba determinada.

Las principales conclusiones sobre la oferta de agua en los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda Tolima, contenidas en el Estudio Nacional del Agua 2022, son las siguientes:

7.1.1. Oferta de agua superficial

El Estudio Nacional del agua 2022 realiza la evaluación del agua superficial a través del análisis de los indicadores de aridez y regulación hídrica; de la cuantificación y distribución de

la oferta hídrica natural; de los eventos de sequía que han sucedido en el país y sus regiones; de la dinámica de las inundaciones, y de la evolución y dinámica de los glaciares y su relación con la alta montaña. (ENA 2022, página 73)

La versión 2022 se aborda, como en las evaluaciones anteriores (del ENA 1998 al ENA 2018), desde el concepto de integralidad y enfoque sistémico de los ciclos y procesos de la naturaleza; y reconoce el agua como elemento vital, estructurante del medio natural y decisivo en la dinámica de los procesos sociales y productivos (IDEAM, 2010). En particular, el ENA 2022 integra los avances de los últimos cuatro años, fruto de estudios e investigaciones del IDEAM, y de otras entidades nacionales y regionales que aportan para mejorar, profundizar y complementar los conceptos, las metodologías de aproximación y la resolución espaciotemporal de la información. En el análisis se incluyen temas nuevos que complementan y amplían el espectro de la evaluación, tales como: la hidrología isotópica; los índices multivariados de sequías; la susceptibilidad al desabastecimiento hídrico en época de lluvia; y aportes del IDEAM y del ENA a las metas e indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con énfasis en el ODS 6, sobre Agua Limpia y Saneamiento.

La evaluación nacional del agua en Colombia tiene como modelo básico los componentes del ciclo del agua, y sus procesos e interacciones con el medio natural, con la sociedad y con la economía. Esta evaluación considera, de manera particular, la interacción del ciclo del agua con las dinámicas de producción y transporte de sedimentos en el marco del ciclo de sedimentos. La evaluación se centra en el análisis de los procesos naturales, y en la manera en que inciden las actividades humanas en la variabilidad, estado y cuantificación del agua tanto superficial como subterránea en las diferentes regiones del país. Estos procesos e interacciones que ocurren de manera continua se evalúan para diferentes niveles de resolución espacial y temporal en el territorio nacional (IDEAM, 2019).

Dentro del ciclo del agua, el volumen que se aprecia con más facilidad es aquel que escurre de forma superficial desembocando en ríos y arroyos delimitados por las cuencas hidrográficas; esta cantidad es denominada Oferta hídrica. Esta variable es estimada con un balance hidrológico en varias escalas temporales: las características medias son evaluadas en la Oferta hídrica total multianual de año medio; y las condiciones extremas esperadas, con la Oferta hídrica total multianual de año seco y húmedo. Así mismo, se realiza un estimado de la Oferta hídrica disponible multianual, es decir, el agua que podríamos usar sin afectar los ecosistemas; y, por último, se evalúa la variación temporal de esta misma variable con la Oferta hídrica total histórica.

Los indicadores más importantes definidos por el IDEAM, en el ENA 2022 para los departamentos adscritos a la RAP Eje Cafetero, son los siguientes:

7.1.1.1. Índice de aridez (IA)

La aridez es un fenómeno climático que describe la escasez de agua sobre un territorio determinado, entendiendo el suministro como la precipitación promedio (P), la evapotranspiración potencial (ETP) como el agua requerida por el ecosistema y la evapotranspiración real (ETR) como el resultado del balance que efectivamente tiene la región. De esta manera, el Índice de aridez (IA) es un indicador simple pero efectivo que caracteriza los déficits hídricos naturales de largo plazo. En la región de interés para este diagnóstico, es decir, los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, los territorios se ubican dentro de los rangos desde Altos a Moderados Excedentes de agua, en la escala nacional del Estudio, lo que quiere decir que se cuenta en la región con una gran riqueza hídrica, como se desprende de la Figura 12 del Estudio del IDEAM 2022 y como lo han señalado los ENAs de los años 2010, 2014 y 2018.

7.1.1.2. Índice de regulación hídrica (IRH)

El Índice de regulación hídrica (IRH) evalúa la capacidad de la cuenca para mantener y regular un régimen de caudales, la cual está limitada por la interacción del sistema suelo-vegetación (características físicas y morfométricas de la cuenca). Se define como un evaluador de la capacidad de regulación de una cuenca, calculado de forma puntual en las estaciones hidrológicas. Sin embargo, para propósitos del estudio y evaluación a nivel nacional, su representación es espacial, a escala de subzona hidrográfica. Para esto se asignó una estación de referencia a cada subzona; y en aquellas subzonas no instrumentadas, se regionalizaron los resultados de las CDC para indicar la tendencia de regulación de áreas instrumentadas y no instrumentadas. Los resultados se ven en la Figura 15 del Estudio del IDEAM que se muestra más adelante.

Vale la pena destacar que la mayor parte del territorio correspondiente a la jurisdicción de la RAP Eje Cafetero, se localiza en zona de regulación hídrica muy alta y moderada, pero existen algunas áreas ubicadas en zona de regulación baja. La falta de regulación del recurso, en el territorio, ya es evidente y podrá traer consecuencias graves para el crecimiento y desarrollo, principalmente para las ciudades principales como Pereira, Armenia e Ibagué y para algunos centros poblados medianos.

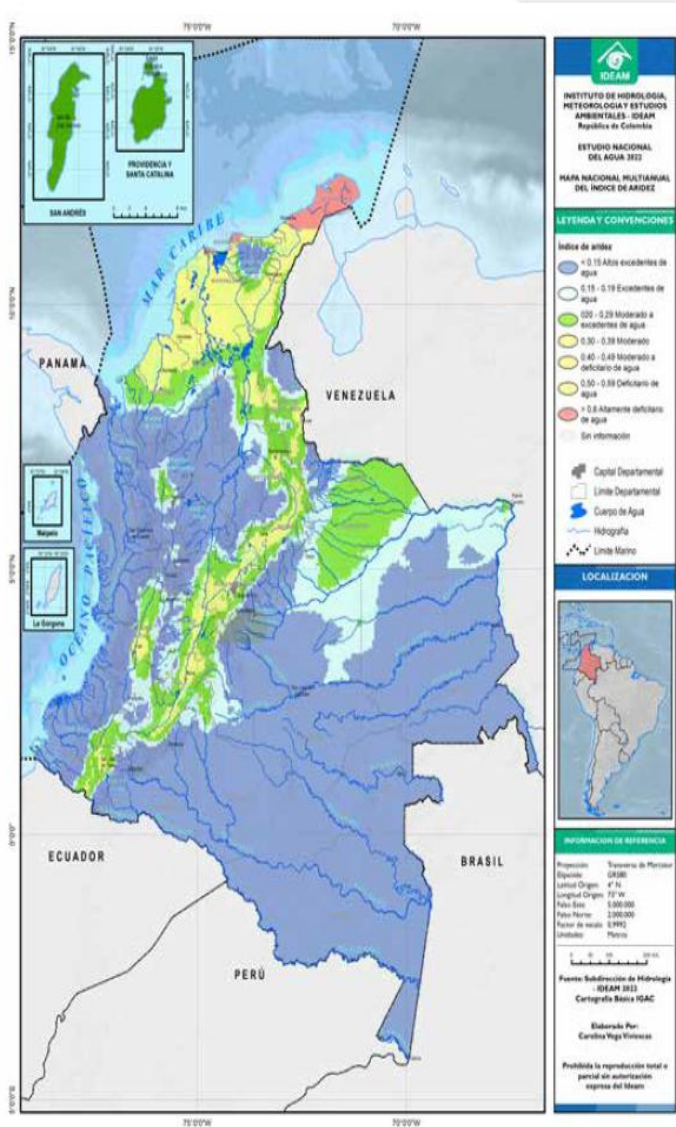


Figura 12. Mapa del índice de aridez en Colombia

Figura Tomada del Estudio Nacional del Agua ENA 2022- IDEAM, Colombia, página 75

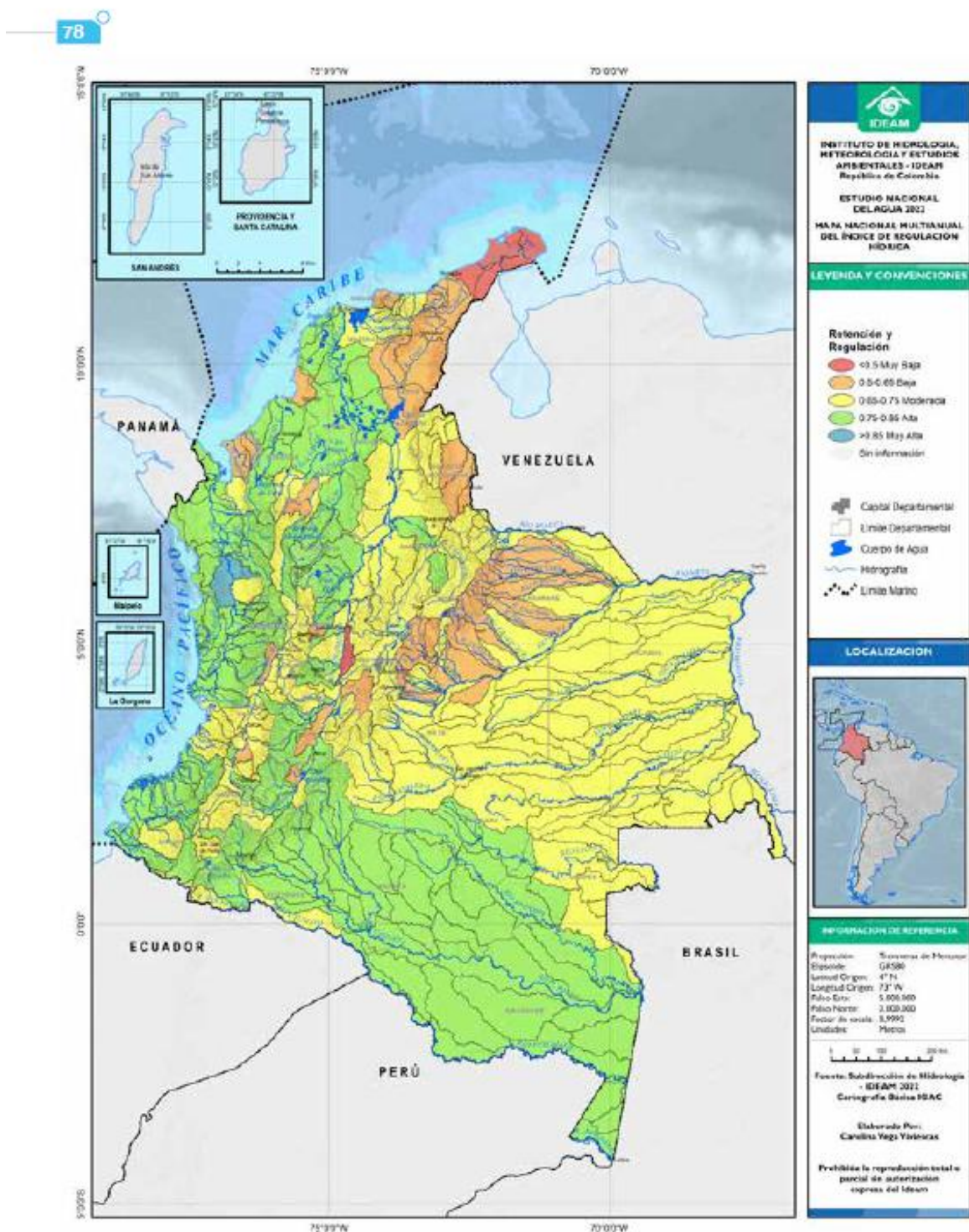


Figura 15. Mapa del Índice de regulación hídrica en Colombia

Imagen Tomada del Estudio Nacional del Agua ENA 2022- IDEAM, Colombia, página 78

7.1.2. Oferta de Agua Subterránea en el ENA 2022

El Estudio Nacional del Agua -ENA 2022- aborda este tema en el capítulo 4 y actualiza el inventario de puntos de agua subterránea a nivel nacional y los usos y volúmenes concesionados de esta agua hasta el año 2021. Los apartes más importantes en relación con el territorio jurisdicción de la RAP Eje Cafetero, son los siguientes:

“El agua subterránea fluye a través de los materiales porosos saturados del subsuelo hacia niveles más bajos que los de infiltración, y puede volver a surgir naturalmente como manantiales y caudal de base de los ríos. De esta manera, el agua subterránea representa

una fracción importante de la masa de agua presente en cada momento en los continentes, y que está almacenada en acuíferos ubicados a diferentes niveles de profundidad y en sistemas confinados que se ubican varios kilómetros por debajo de la superficie. Se pueden encontrar aguas subterráneas en casi cualquier lugar, bien se trate de zonas húmedas, áridas o semiáridas (Ordoñez Gálvez, 2011). Puede ser extraída a través de pozos, aljibes o manantiales, a los que se denominan puntos de agua en los inventarios que deben realizarse para conocer el uso y aprovechamiento de estos cuerpos o masas de agua.” (ENA 2022, Página 159)

El conocimiento de las aguas subterráneas —que debe preceder a las actividades de monitoreo, evaluación y gestión de las aguas subterráneas— se consolida e integra en el Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) de los sistemas acuíferos. Este modelo está conformado por: (a) el modelo geológico, que describe la geometría de los sistemas acuíferos y las características litológicas y estructurales que determinan la definición de unidades hidrogeológicas, y su potencialidad de almacenamiento y flujo de las aguas subterráneas de acuerdo con las condiciones de porosidad, permeabilidad y continuidad de las unidades de roca sedimento;(b) el modelo hidrológico, que determina la dinámica de flujo, los mecanismos y la cuantificación de recarga, inventario de puntos de agua, balance hídrico, conexiones hidráulicas de aguas superficiales y subterráneas; (c) el modelo hidráulico, que permite reconocer las propiedades de permeabilidad o conductividad hidráulica, transmisividad y coeficiente de almacenamiento de unidades acuíferas; d) el modelo hidroquímico, que permite reconocer el “fondo hidrogeoquímico” o distribución espaciotemporal de las propiedades fisicoquímicas y concentraciones de las especies químicas disueltas en el agua bajo condiciones naturales, y su afectación por actividades antrópicas; y, finalmente, (e) el modelo isotópico, que brinda información sobre fuentes, edades, tiempos de viaje y trayectos de flujo del agua subterránea.

Todos estos aspectos deben formar parte de la documentación de los Programas institucionales Regionales de Monitoreo (PIRMA) que deben tener las autoridades ambientales, en el marco del Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico (PNMRH) y el Programa Nacional de Aguas Subterráneas (PNASUB), derivados de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico expedida por el MADS en 2010.

La Jerarquía en el sistema de monitoreo está definido, así como las competencias de cada nivel, según el siguiente gráfico:



Figura 77. Tipos de redes de monitoreo de agua subterráneas en Colombia

Gráfico Tomado del ENA 2022, Página 161

En esta versión del ENA, se presentan las características y elementos importantes de las redes de monitoreo de aguas subterráneas implementadas por la AMVA, CAR, Carder,

CARSUCRE, CORANTIOQUIA, CORPOCALDAS, CORPOCHIVOR, CORPOURABÁ, CRQ y CVC. Estas autoridades ambientales son aquellas que han reportado información de monitoreo para este estudio.

Para Caldas, Quindío y Risaralda, la información contenida en la Tabla 30 de la página 165, es la siguiente:

Tabla 30. Caracterización de redes de monitoreo de aguas subterráneas a nivel regional por autoridades ambientales

Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas)	Red de monitoreo agua subterránea en Caldas	-Acuífero Santágueda. -Acuífero del río Risaralda. -Acuífero Río Grande de la Magdalena.	65 puntos (31 pozos, 23 aljibes, cinco manantiales y seis piezómetros.	variables: Cantidad (niveles piezométricos y caudales). Calidad: fisicoquímicas, microbiológicas, hidrogeoquímicas. Frecuencia: Calidad (anual), cantidad (anual).	Sonda multiparamétrica. Equipos para recolección y preservación de muestras.	La información se dispone en el sitio web de la entidad, que permite el almacenamiento, visualización y descarga de información. Ubicado en el siguiente enlace https://goo.gl/6tt7gZ	2009
Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder)	Red de monitoreo PMIAS 2007 y Red hidroclimática de Risaralda.	Acuífero del Abanico del Quindío, Risaralda y Valle.	25 puntos. 20 pozos que monitorean calidad y 5 piezómetros que monitorean cantidad.	Variables: Calidad (fisicoquímicas, microbiológicas, hidrogeoquímicas). Frecuencia: Calidad (anual).	- Multiparamétricos de campo.	Almacenamiento en base de datos de la Corporación y se remite oficio informativo al usuario asociado al punto de monitoreo.	2007
Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRO)	Red quindiana de monitoreo del acuífero somero del abanico Quindío Risaralda.	Acuífero Somero del Abanico Quindío Risaralda.	26 puntos (aljibes).	Variables: Cantidad (niveles piezométricos). Calidad (fisicoquímicas). Frecuencia: Cantidad (mensual), calidad (mensual).	Sonda de niveles piezométricos y sonda multiparamétrica.	Se almacena en bases de datos en los servidores de la Entidad.	2022

Elaboración propia con base en datos del ENA 2022, Páginas 165 y 166

La Figura 81 muestra que todas las autoridades ambientales caracterizadas monitorean en sus redes variables de cantidad y calidad. Adicionalmente, la AMVA y CORPOCHIVOR monitorean variables isotópicas.

A propósito de las variables de calidad, según muestran la Tabla 31 y la Figura 82, los parámetros que más se monitorean a nivel regional son la conductividad eléctrica con 100 %, seguido por los nitratos, el calcio, el pH y el hierro, que representan cada uno un 89 % del monitoreo a nivel regional. En contraste, los que menos se monitorean son los pesticidas, el aluminio, el cloro y el manganeso, con porcentajes entre el 7 % y el 20 %. Los parámetros microbiológicos, como la E. coli y los coliformes se monitorean en un 50 % de las redes. CORPOCHIVOR, CVC, CORANTIOQUIA Y CORPOURABÁ son las que monitorean mayor cantidad de variables de calidad.

Tabla 31. Parámetros de calidad monitoreados por las autoridades ambientales

Autoridad	AMVA	CORPOCALDAS	CORPOCHIVOR	CORANTIOQUIA	CRQ	CORPOURABÁ	CARDER	CARSUCRE	CAR	CVC
Parámetros										
pH	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Nitratos	X	X	X	X		X	X	X		X
Dureza	X	X	X	X		X		X		X
Calcio	X	X	X	X		X	X	X		X
Magnesio		X	X	X		X	X	X		X
Sodio		X	X	X			X	X		X
Potasio		X	X	X		X	X	X		X
Sulfatos	X	X	X	X		X	X	X		X
Carbonatos			X	X		X		X		X
Bicarbonatos		X	X	X		X		X		X
Oxígeno disuelto (OD)	X	X	X	X	X	X			X	X
Sólidos disueltos totales (SDT)	X		X	X		X	X	X	X	X
Color	X		X	X			X	X		X
E. coli	X		X	X		X				
Hierro	X	X	X	X		X	X	X		X
Cobre	X		X	X			X			
Conductividad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Coliformes	X		X	X		X	X	X		X
Manganeso	X					X	X			
Alcalinidad		X	X	X		X	X	X		X
Temperatura		X	X	X	X	X	X		X	X
Aluminio						X				X
Cloro		X	X							X
Pesticidas			X							

Fuente: Autoridades ambientales competentes.

Gráfico Tomado del ENA 2022, Página 167

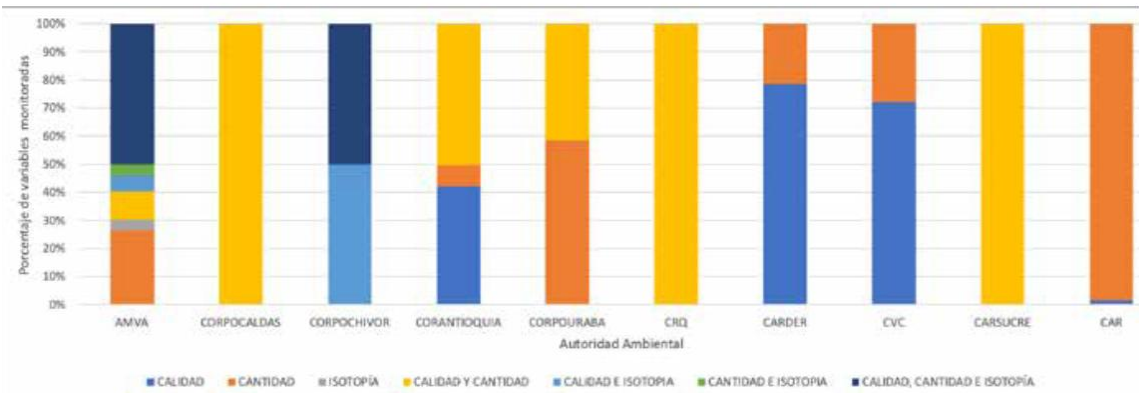


Figura 81. Caracterización de variables monitoreadas por autoridades ambientales

Gráfico Tomado del ENA 2022, Página 169

Corpocaldas reporta en su inventario, 8 piezómetros instalados, 224 pozos en los acuíferos de su región, 621 aljibes, 104 manantiales y 127 puntos sin información. La condición de estos puntos es que hay 443 puntos productivos, 73 en reserva, 185 abandonados y 107 inactivos.

Hay dos puntos monitoreados, 22 sellados, 232 sin información, para un total de 1064 puntos detectados.

A su vez, CRQ reporta 158 piezómetros, 106 pozos, 1416 aljibes, 15 puntos sin información. Según su condición, reporta 351 puntos productivos, 371 en reserva, 118 abandonados, 478 inactivos, 146 sellados y 228 sin información para un total de 1695 puntos detectados.

La CARDER, reporta 178 pozos, 1952 aljibes, 406 manantiales, de los cuales hay 264 productivos, 139 en reserva, 23 inactivos, 39 monitoreados, 2061 sin información, para un total de 2536 puntos detectados.

En relación con el monitoreo, concluye el estudio que, *“En términos generales, se resalta un monitoreo de las aguas subterráneas insuficiente tanto en cantidad como en calidad. Este monitoreo no alcanza el 25 % de las autoridades ambientales y no cubre todos los sistemas acuíferos identificados en el país.”* (ENA 2022, página 172)

“Con relación a la clasificación por tipo de punto, la Figura 84 muestra gráficamente los resultados obtenidos. El tipo de punto más usado en el país es el aljibe con el 57 % del total de puntos, seguido de los pozos con 25 %. Por otro lado, el menos representativo es el piezómetro, con el 0,3 %. Y un 10 % del total de puntos no reporta información.”

“Los resultados de la clasificación por condición de los puntos muestran que no se cuenta con información para el 53,3 % de los puntos. El 46,7 % restante está representado principalmente por puntos en estado productivo que corresponden al 29 %. Los puntos de monitoreo y los sellados representan un 3,7 %, por lo que no se presentan en la Figura 85.

“El inventario sigue siendo insuficiente y nos lleva a concluir que el país desconoce los dominios de aprovechamiento del agua subterránea en Colombia.” (ENA 2022, página 172)

En relación con la oferta de agua subterránea, la estimación de los volúmenes concesionados y aprovechados, no se tiene. *“En el periodo del 2016 al 2021, se observa una diferencia considerable entre los volúmenes concesionados y captados, ya que estos últimos representan solo el 46 % del volumen concesionado. Ante este escenario, es importante mencionar que para este periodo estudiado se presentan vacíos de información, debido a que solo 23 de las 38 autoridades ambientales analizadas (es decir, el 60 %) reportaron los volúmenes concesionados y captados de sus usuarios. Esta situación fue más crítica para el periodo 2020 y 2021 en los que solo 7 entidades (18 %) reportaron la información.”*

Dentro de las fichas de acuíferos, en el Anexo 7 del ENA IDEAM 2022, se incluyen actualizadas, las del Acuífero de Santagueda, el del Río Grande de la Magdalena y del Río Risaralda en Caldas y del Glacis del Quindío-Risaralda, en los Departamento del mismo nombre. En Tolima se incluyen las fichas de los acuíferos de Mariquita-Dorada-Salgar que comparte con Caldas y Antioquia, el de Ibagué, el de Colombia-Dolores y el Purificación-Saldaña.

En conclusión, la región jurisdicción de la RAP Eje Cafetero, tiene varios acuíferos que hoy son usados como fuentes únicas de suministro de agua en algunas zonas de Caldas y Tolima y que podrían ser utilizados como fuentes alternas. Sin embargo, tal como lo señala el ENA IDEAM 2022, falta realizar más estudios y con mayor profundidad para el conocimiento de las reservas de agua con que se cuenta, la profundidad real a la que están las capas aprovechables, la calidad del agua que se encuentra almacenada, el nivel de contaminación que puedan tener, entre muchos parámetros que aún no se tienen.

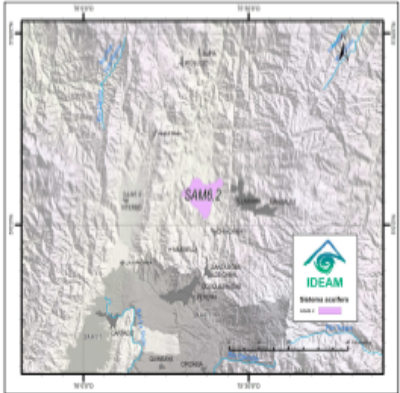
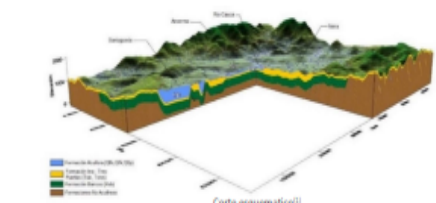
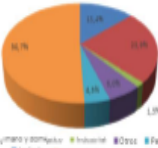
v

Tolima.

Anexo 7. Aguas Subterráneas



SAM6.2 SISTEMA ACUÍFERO SANTAGUEDA		Características hidrogeológicas ⁽¹⁾	
Datos básicos			
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	Se produce principalmente por la infiltración de la precipitación y de la excomenta. Esta última aporta una buena cantidad de agua a los acuíferos debido al alto fracturamiento y meteorización de las unidades rocosas adyacentes a los valles de los ríos Chinchiná, Cauca y Tapias Tareas. Las áreas identificadas corresponden a la Cordillera Central entre el piedemonte y el sistema de fallas de Romeral.	
Zona hidrográfica	ZH26 Cauca		
Provincia hidrogeológica	PM6 Otros sistemas acuíferos en región		
Superficie	84 km ² (aprox)		
No. de municipios que abarca			
No. Pozos inventariados ⁽¹⁾	19	Recarga estimada (mm/año) ⁽²⁾	366 - 430 mm/año
No. Aljibes inventariados ⁽¹⁾	171	**Reservas calculadas ⁽²⁾	109 Millones de m ³
No. Manantiales inventariados ⁽¹⁾	4	Reservas explotables	NRI Millones de m ³
No. Piezómetros ⁽¹⁾	6	Demanda calculada ⁽²⁾	NRI Millones de m ³ /año
CAR de gestión	CORPOCALDAS		

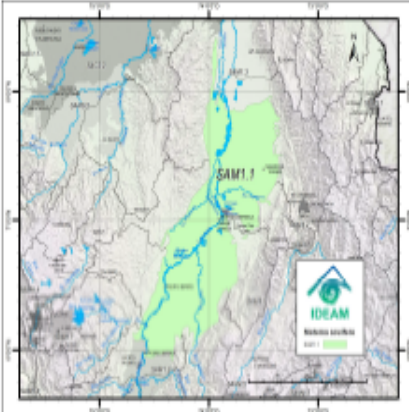
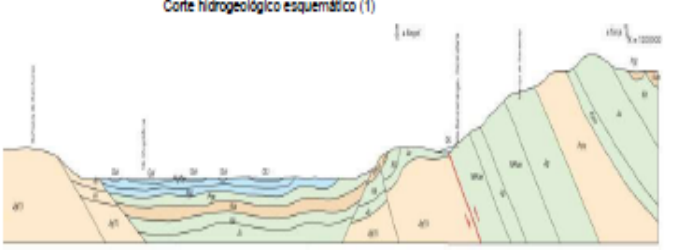
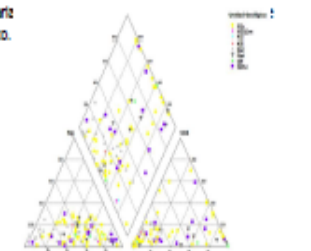
Condiciones puntos de agua (metros)

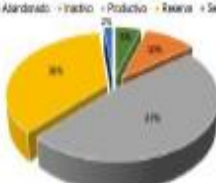
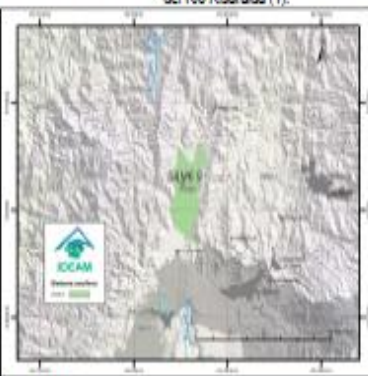
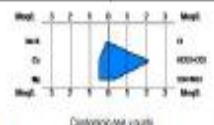
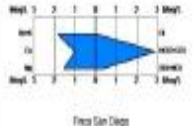
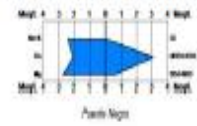


Usos de agua ⁽¹⁾

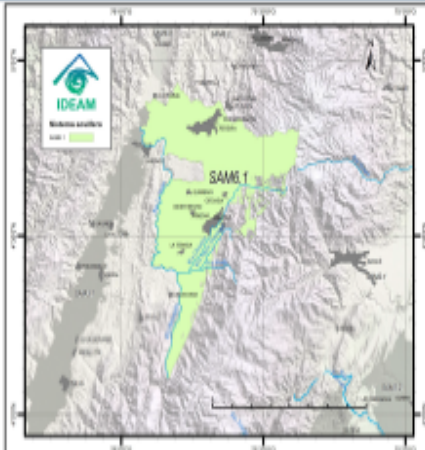
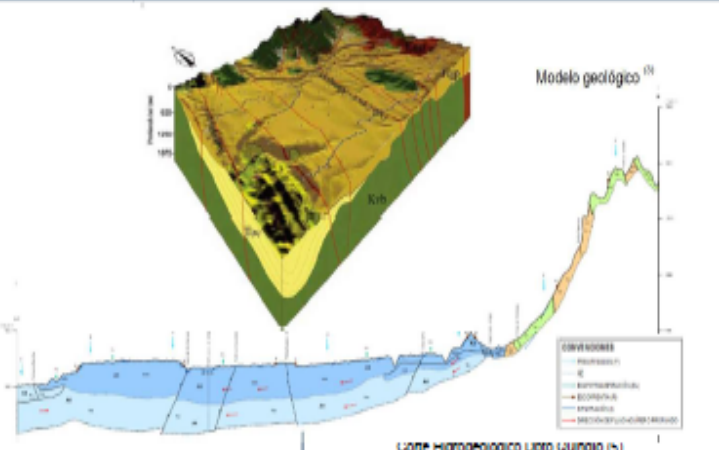
(1)

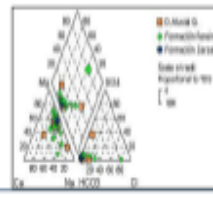
Características hidrogeológicas ⁽¹⁾⁽²⁾		Hidroquímica e isotópica ⁽¹⁾	
El sistema acuífero de Santaguá se localiza en las zonas bajas de las cuencas hidrográficas de los ríos Chinchiná y Tapias-Tareas y zona afluente al río Cauca del municipio de Anserma, en el flanco occidental de la cordillera central y en la parte occidental del Departamento de Caldas. Está conformado por tres zonas hidrogeológicas, sin conexión aparente: Depósito de Flujo de Lodo de Santaguá (Gfco). Acuífero de extensión local de carácter semiconfinado a libre, cubre un área de 17 Km², ubicado al Sur de la zona de estudio entre los ríos Cauca y Chinchiná. Se encuentra suprayaciendo las formaciones Ira-Tres Puertas y Barroso. Depósito de Flujo de Lodo del Km 41 (Gfki). Acuífero de extensión local de carácter semiconfinado a libre el cual aparece como una franja alargada en dirección NW sobre el río Cauca ubicado al centro-occidente de la zona de estudio, cubriendo un área aproximada de 11.2 Km². Depósito de Flujo de Lodo del Plan de Anserma (Gfpi). Unidad acuífera de extensión local de comportamiento libre a semiconfinado. El área aflorante de esta unidad es 16.1 Km² sobre el municipio de Anserma, al occidente de la zona de estudio. Este depósito se encuentra en contacto discordante con las terrazas antiguas del Río Cauca y la secuencia volcánica sedimentaria Ira-Tres puertas. Formación Ira-Tres Puertas (Telo, Telva). Unidad acuífera de extensión regional que puede comportarse como acuífero libre, semiconfinado o confinado que aparece a lo largo de toda la zona de estudio como una franja en dirección Norte-Sur la cual cubre un área de 152 Km². Esta unidad acuífera se encuentra afectada por las fallas Tapias, Piedecuesta y por un sinnúmero de fracturas relacionadas a estas fallas. Formación Barroso (Kvb). El potencial acuífero de esta formación se debe a la disolución, fracturamiento o alteración y meteorización de la misma, puede ser definida como un acuífero de tipo local de comportamiento libre, se considera como un acuífero colgado debido a que su volumen de agua mas o menos aislado se encuentra por encima del nivel general del agua freática. Se comporta como un basamento resistivo que se asume ampliamente fracturado y diaclasado, generando circulación de agua por porosidad secundaria, sin embargo no se conoce ninguna captación profunda en esta formación que pueda arrojar resultados hidráulicos para su evaluación. Las formaciones acuíferas de mayor interés son los Flujos de Lodo de Santaguá, el Km-41 y el Plan de Anserma, las cuales presentan agua de buena calidad en cantidades aprovechables. La dirección de flujo del agua subterránea es N-NE, influenciado por el nivel base regional que es		Sistema acuífero Santaguá Bicarbonatada clorica a bicarbonatada magnésica, en las que el sodio, magnesio y el potasio se encuentran en equilibrio con el medio poroso. De alcalinidad baja a moderadamente baja.	
Redes de monitoreo ⁽¹⁾ Puntos de agua subterránea que conforman la red: 18 Piezómetros (5) Aljibes (4) Pozos (9) Calidad y Cantidad (18)		Parámetros monitoreados Calidad: Alcalinidad, pH, COD, Alcalinidad total, Dureza total, Sulfatos, Nitratos, Magnesio, Calcio, Conductividad, Temperatura, Sodio, Potasio, Hierro y Fosfatos. Cantidad: Piezometría	
Fuentes: (1) CORPOCALDAS y PROAGUAS, 2006. (2) CORPOCALDAS y GEOSUB, 2009. CORPOCALDAS, 2022. NRI: No registra información. ** Calculado solo para el depósito de Lodo de Santaguá		Frecuencia Calidad: Anual Cantidad: Anual	

SAM 1.1 SISTEMA ACUIFERO VALLE MEDIO DEL MAGDALENA			
Datos básicos		Características hidrogeológicas (2)	
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	Zonas/fuentes de recarga:	Ao. Terrazas del río Magdalena. Los afloramientos se consideran áreas de recarga directa por el agua lluvia.
Zona hidrográfica	ZH23 Medio Magdalena		Ao. Depósito Aluvial Río Magdalena. Sus zonas de recarga se consideran de alta capacidad de infiltración, proveniente de la infiltración del Río Magdalena y sus tributarios y por precipitación directa sobre sus afloramientos.
Provincia hidrogeológica	PM1 Valle Medio del Magdalena		Ao. Mesa. Recargado principalmente por la infiltración directa del agua lluvia en sus zonas de afloramiento, consideradas de baja capacidad de infiltración.
Superficie (1)	14913 km ² (aprox)		Ao. Real. Recarga directa por agua lluvia.
No. de municipios que abarca	24 (aprox)		Ao. La Luna y Ao. Tablazo - Rosablanca. Recargado en las zonas de afloramiento, catalogadas de alta capacidad de infiltración, por la precipitación y las corrientes superficiales.
No. Pozos inventariados(2)	220		
No. Aljibes inventariados(2)	417		
No. Manantiales inventariados(2)	95		
CAR de gestión	CBS - CAS - CDBM - CORANTIOQUIA - CORPOBOYACA		
		Corte hidrogeológico esquemático (1) 	
		Recarga estimada (3) 0 - 500 mm/año Reservas calculadas NRI Millones de m ³ Reservas explotables NRI Millones de m ³ Demanda calculada NRI Millones de m ³ /año	
Características hidrogeológicas (1)		Hidroquímica e isotopía (1)	
El sistema acuífero de extensión regional, abarca 4 departamentos y se encuentra constituido por: Ao. Terrazas del Río Magdalena (Gtz). Distribuidos hacia la parte centro oriental del valle, en cercanías al Río Sogamoso, en el Departamento de Santander. Este acuífero es captado fundamentalmente por aljibes y a pesar de carecer de estudios hidrogeológicos, se considera de tipo libre a semiconfinado. Ao. Depósito Aluvial del Río Magdalena (Gal(2)). Localizado en la parte central de la Provincia Hidrogeológica, conformando la parte central del Valle del Río Magdalena, desde alrededores de la población de Puerto Berrio al sur, en el Departamento de Antioquia, hasta cercanías de la localidad de Morales al norte, en el Departamento de Bolívar, ocupando una extensión de aproximadamente 7200 km². Continúa de extensión regional, multicapa y de tipo confinado, tiene una dirección regional del flujo subterráneo convergente hacia el Río Magdalena pero con sentido hacia el norte. El agua es utilizada fundamentalmente para abastecimiento público como en el riego de cultivos y la ganadería. Ao. Mesa (NgGp). Se presenta como mesetas aisladas de muy poca altura el Valle del Río Magdalena, desde la localidad de Puerto Wilches al sur hasta cercanías de las poblaciones de Vijayal y San Alberto en el norte, ocupando un área de aproximadamente 4000 km². Se considera un acuífero continuo de extensión regional, de tipo libre a semiconfinado. La dirección regional del flujo subterráneo es hacia el Río Magdalena, contribuyendo a su flujo base en las épocas de sequía. El agua empleada para cubrir principalmente las necesidades de abastecimiento público, el riego y la industria petrolera. Ao. Real (Ng). Aflora hacia los bordes oriental y occidental del Valle del Río Magdalena, en la región comprendida entre el Río Lebrija al sur y la población de San Alberto al norte, en los departamentos de Santander y Cesar, respectivamente. Se considera un acuífero continuo de extensión regional, multicapa, con porosidad primaria y de tipo confinado. Sus parámetros hidrogeológicos son hasta ahora desconocidos. Ao. La Luna (Ksm). Aflora principalmente en la región del Valle Medio del Magdalena dispuesta paralelamente al brazo Simón - Morales, en el Departamento de Bolívar y en la franja oriental del Macizo de Santander, en los departamentos de Santander y Norte de Santander. La Luna es una formación generadora de petróleo tanto en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena como hacia la región del Catatumbo. Es un acuífero con porosidad secundaria, discontinuo y de extensión local, supereditado a la densidad del fracturamiento, con muy alta productividad. En la región correspondiente a la franja oriental del Macizo de Santander existen numerosos sumideros (sinkholes) que indican un alto desarrollo de la karstificación. Sus parámetros hidrogeológicos se desconocen. Ao. Tablazo y Rosablanca (Klm). Aflora en la población de El Tablazo, donde la carretera Bucaramanga - San Vicente de Chururí atraviesa el Río Sogamoso y en la carretera hacia la población de Costarrica en el Municipio de Rionegro, en el Departamento de Santander. Por sus características litológicas y desarrollo de una buena porosidad secundaria por fracturamiento y disolución karstica, se considera un acuífero discontinuo de extensión. Fuentes: (1) INGEOMINAS, 2003e (2) Mejía, 2008. (3) CORANTIOQUIA-UNAL, 2003, SGC, 2019.		Tipo de agua Acuífero Aluvial Bicarbonatada cálcica del río Magdalena. En el sector de Puerto Berrio a Puerto Nare, estudios locales concluyen que se diferencian variaciones bicarbonatadas tipo sódica a potásica. 	
		Redes de monitoreo (1) Puntos de agua subterránea que conforman la red: 53 Piezómetros (4) Aljibes (17) Pozos (32) Calidad (31) - Cantidad (4) - Calidad y Cantidad (18) Parámetros monitoreados Calidad: Alcalinidad, pH, COD, SOT, coliformes totales, E. Coli, Alcalinidad total, Dureza total, Sulfatos, Nitratos, Cloruros, Turbiedad, Magnesio, Calcio, Conductividad, Temperatura, DBO5, DQO, Nitrógeno y Fosfatos. Cantidad: Piezometría Frecuencia Calidad: Anual Cantidad: Diario	
NRI: No registra información.			
* Los puntos de agua subterránea y monitoreo corresponden a los ubicados en la jurisdicción de Corantioquia.			
** La recarga estimada se realizó para la zona de Puerto Berrio a Puerto Nare, área de estudio de CORANTIOQUIA - UNAL, 2003			

SAM 6.9 RIO RISARALDA			
Datos básicos		Características hidroclimáticas (2)	
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	Zonas/fuentes de recarga: Las zonas de recarga están definidas en 7 áreas a una altura promedio de 1050 m.s.n.m. y una área total de 3486,87 ha.	
Zona hidrográfica	ZH26 Cauca		
Provincia hidrogeológica	PM6 Otros sistemas acuíferos en región Cordillera Occidental - Central	Recarga estimada 17,7 - 191,3 mm/mes	
Superficie	1278 km2		
No. de municipios que abarca	4	Reservas calculadas	NRI Millones de m3
No. Aflujes inventariados(1)	2	Reservas explotables	NRI Millones de m3
No. Manantiales inventariados(1)	59	Demanda calculada	NRI Millones de m3/año
CAR de gestión	CORPOCALDAS		
Cortes Cuenca baja Río Risaralda (1) 		Condición de puntos de agua y Condiciones generales de los PAS-Bloque diagrama del Acuífero del Río Risaralda (1).  	
			
Características hidrogeológicas (1)		Hidroquímica e isotopía (1)	
El sistema acuífero se ubica en la zona centro-occidente del territorio colombiano, conformado por los municipios de Belalcázar, San José, Viterbo y Anserma. Formación hidrogeológica uno-FH1-(Sedimentos de Viterbo y Depósitos Aluviales Reolíticos): Esta unidad comprende las capas superiores de sedimentos que cubren el Valle del Río Risaralda y están conformadas principalmente por intercalaciones de limos, limos arcillosos, limos arenosos, arcillas, arenas, arenas con matriz limosa, gravas y gravas arenosas, con espesores que varían entre los 26,9 metros a los 80,3 metros. Formación hidrogeológica dos-FH2-(Formación Zarzal-Formación La Paila): Comprende los sedimentos terciarios que bordean el valle del Río Risaralda y se encuentra conformado principalmente por arcillitas con espesores que varían desde los 0,5 m a 47,7 m. Formación hidrogeológica tres-FH3-(Formación Comblia): Conformada por sedimentos volcánicos terciarios localizados en la parte alta de la cuenca del Valle del Río Risaralda con espesores entre 1 m a 10 m. Formación hidrogeológica cuatro-FH4-(Formación barroso y Gabros de Anserma): Esta unidad comprende el basamento del valle de Río Risaralda, conformada principalmente por basaltos, diabasa, gabros y saprolito, cuenta con espesores entre los 0,5 m a 22,5 m.		Tipo de agua Bicarbonato con carácter cálcico-magnésico. 	
		Redes de monitoreo (1) red de monitoreo de agua subterránea de Caldas Puntos de agua subterránea que conforman la red: 17 Piezómetros (1) Aflujes (12) Manantiales (1) Pozos (3). Calidad y Cantidad (17). Parámetros monitoreados Calidad: Alcalinidad, pH, CO₂, SOT, coliformes totales, E. Coli, Alcalinidad total, Dureza total, Sulfatos, Nitratos, Cloruros, Turbiedad, Magnesio, Calcio, Conductividad, Temperatura, DBO₅, DQO, Nitritos y Fosfatos. Cantidad: Piezometría Frecuencia Calidad: Anual Cantidad: Anual	
Fuentes: (1) PMAA Corporación UTP-GIAS, 2020.			
NRI: No registra información.			

SAM6.1 SISTEMA ACUIFERO GLACIS DEL QUINDIO- RISARALDA																							
Datos básicos		Características hidrogeológicas (1)(2)																					
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	La fuente principal de recarga es el agua lluvia proveniente de las partes topográficamente más altas. Para la primera capa acuífera del abanico, las aguas presentan una dirección NW-SW, la cual localmente varía de acuerdo con las características geomorfológicas y estructurales del área. La zona de recarga se identifica hacia el NE del departamento y su zona de descarga hacia el límite SW del abanico. <table><tr><td>Fuente/Zona de recarga</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Recarga estimada (2)</td><td>508</td><td>mm/año</td><td></td></tr><tr><td>Reservas calculadas (2)</td><td>4000</td><td>Millones de m3</td><td></td></tr><tr><td>Reservas explotables</td><td>NRI</td><td>Millones de m3</td><td></td></tr><tr><td>Demanda calculada (4)</td><td>17</td><td>Millones de m3/año</td><td></td></tr></table>		Fuente/Zona de recarga				Recarga estimada (2)	508	mm/año		Reservas calculadas (2)	4000	Millones de m3		Reservas explotables	NRI	Millones de m3		Demanda calculada (4)	17	Millones de m3/año	
Fuente/Zona de recarga																							
Recarga estimada (2)	508			mm/año																			
Reservas calculadas (2)	4000			Millones de m3																			
Reservas explotables	NRI			Millones de m3																			
Demanda calculada (4)	17			Millones de m3/año																			
Zona hidrográfica	ZH26 Cauca																						
Provincia hidrogeológica	PM3 Cauca - Patía																						
	PM6 Otros sistemas acuíferos en región Cordillera Occidental-Central																						
Superficie	2091,63 Km2 (aprox)																						
No de municipios que abarca	28 (aprox)																						
No. Pozos inventariados (4)	173																						
No. Aljibes inventariados (4)	1895																						
No. Manantiales inventariados (4)	55																						
No. Piezómetros inventariados (4)	4																						
Sin información (4)	269																						
CAR de gestión	CARDER, CRQ																						

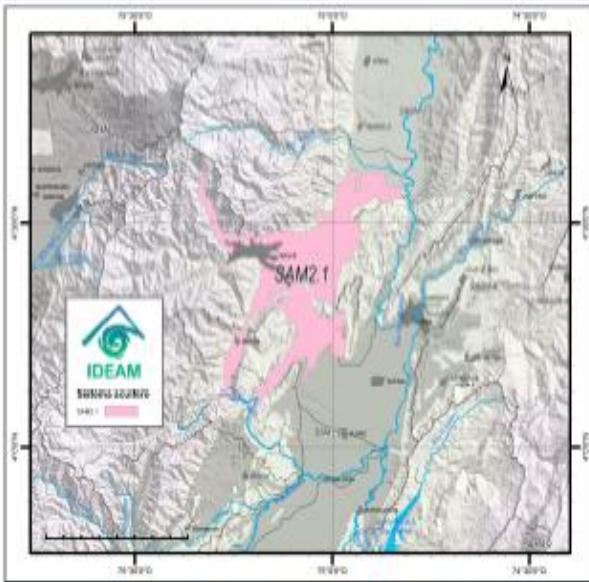
	
	Modelo geológico (5)
	Uso Hidrogeológico Lito Quindío (5)

Unidades y Características hidrogeológicas (1)(4)(5)		Hidroquímica e isotopía (1)(5)									
El sistema acuífero está compuesto de: Acuíferos discontinuos de extensión local: procedentes de depósitos Cuaternarios y Terciarios de ambiente fluvial, glaciofluvial y volcánico, correspondiente a la Formación Zarzal y Aluviales del Río Cauca y Río La Vieja, para la región de Risaralda. Son acuíferos de productividad alta (A1). Acuíferos continuos de extensión regional: compuestos por sedimentos cuaternarios no consolidados a semi consolidados, de ambiente volcánico, volcánico, aluvial y glaciofluvial, correspondientes al Abanico del Quindío (Formación Pereira) que contiene los conjuntos proximal, intermedio y distal (Qap, Qaint, Qadis) y Depósitos de Dosquebradas. De mediana productividad (A3). Acuíferos discontinuos de extensión local: conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente aluvial y volcánico, de tipo libre a confinado, correspondiente a depósitos Aluviales recientes (Qal), Cenizas, tobas, depósitos Piroclásticos y glaciofluviales (Qto), Fragmentos y bloques de lava en matriz arenocilicosa (Qg) y las formaciones Zarzal (Tpi), La Palla (Tpp) y Cauca Superior - Miembro Cinta de Piedra (Tocp). De mediana productividad (A4). Acuíferos discontinuos de extensión local: conformados por rocas sedimentarias y metamórficas, de edad Cretácico, consolidadas, de ambiente continental y oceánico, como son el Complejo Polimetamórfico de la cordillera Central, Complejo Quebradagrande - Unidad sedimentaria (Ksc); el Complejo Arquía - esquistos anfífolios (Klea) y el Complejo Arquía - esquistos anfífolios y cuarzosecíticos (Klea+Kles), Formación Barroso (Kib), Stock Gabrillo de Pereira (Kgp). Las características hidráulicas de las capas acuíferas y de sus captaciones permiten agruparlas como de baja productividad (B4). El sector distal del abanico define zonas con mejores posibilidades acuíferas para la explotación sostenible de las aguas subterráneas provenientes principalmente del acuífero multicapa, el cual registra las mayores transmisividades. Cabe destacar que en los sectores intermedio y distal se registran localmente estas transmisividades que requieren ser evaluadas espacialmente.		Clasificación Hidroquímica Abanico Quindío distal Bicarbonatada cálcica y/o magnésicas y sódicas Abanico Quindío inte. Bicarbonatada cálcica y sódicas Abanico Quindío prox. Bicarbonatada cálcica y/o magnésicas y sódicas. Fm Pereira Bicarbonatada magnésica-sódica Fm Zarzal Bicarbonatada magnésica-cálcica Hidroquímica Regional <table><tr><td>Conductividad eléctrica</td><td>PH</td></tr><tr><td>42,9-421 µs/cm</td><td>4,6 - 7,35</td></tr></table> Edad del agua >50 años - Form. Pereira 		Conductividad eléctrica	PH	42,9-421 µs/cm	4,6 - 7,35				
Conductividad eléctrica	PH										
42,9-421 µs/cm	4,6 - 7,35										
		Parámetros Hidráulicos (5) <table><tr><td>Abanico Quindío distal</td><td>B 22-180 m</td><td>T 0,99-1454 m/día</td><td>K 0,07-40,41 m/d</td></tr><tr><td>Abanico Quindío inte.</td><td>B 60 m</td><td>T 25,79-580 m/día</td><td>K 0,24-5,16 m/d</td></tr></table>		Abanico Quindío distal	B 22-180 m	T 0,99-1454 m/día	K 0,07-40,41 m/d	Abanico Quindío inte.	B 60 m	T 25,79-580 m/día	K 0,24-5,16 m/d
Abanico Quindío distal	B 22-180 m	T 0,99-1454 m/día	K 0,07-40,41 m/d								
Abanico Quindío inte.	B 60 m	T 25,79-580 m/día	K 0,24-5,16 m/d								
		Redes de monitoreo (2) Puntos de agua subterránea que conforman la red: 49 Aljibes (26) Pozos (23) Calidad (23) - Calidad y Cantidad (26) Parámetros monitoreados (2) Calidad: Alcalinidad, pH, COD, SBT, coliformes totales, E. Coli, Alcalinidad total, Dureza total, Sulfatos, Nitratos, Cloruros, Turbiedad, Magnesio, Calcio, Conductividad, Temperatura, DBO5, DQO, Nitrógeno y Fosfatos. Cantidad: Piezometría Frecuencia: <table><tr><td>Calidad</td><td>Mensual - Anual</td></tr><tr><td>Cantidad</td><td>Mensual - Anual</td></tr></table>		Calidad	Mensual - Anual	Cantidad	Mensual - Anual				
Calidad	Mensual - Anual										
Cantidad	Mensual - Anual										
		Usos del Agua (5) Abastecimiento público, uso doméstico, agrícola.									

Fuentes: (1) CARDER, 2007. (2) CARDER, 2013. (3) Otálvaro, et al., 2009 (4) CARDER, 2014. (5) MHC Dpto. Quindío (SGC, 2016), CARDER, 2022.

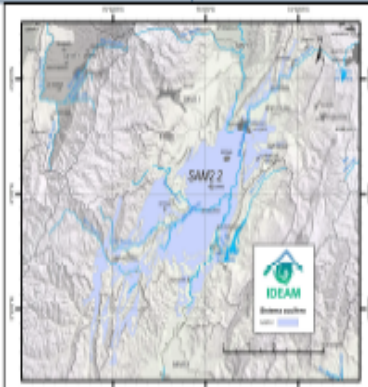
NRI: No registra información.	T: Transmisividad Hidráulica	K: Conductividad Hidráulica	B: Espesor saturado
-------------------------------	------------------------------	-----------------------------	---------------------

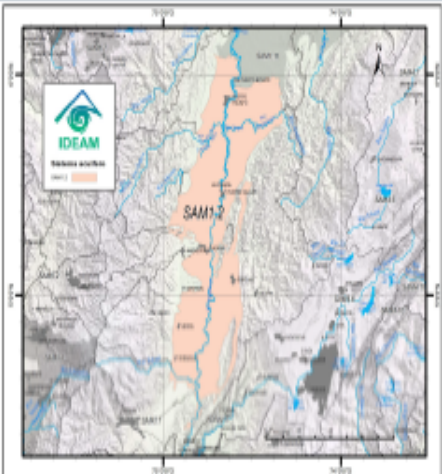
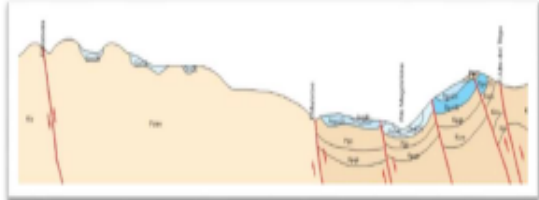
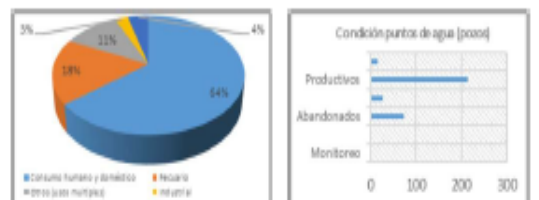


SAM2.1 SISTEMA ACUIFERO IBAGUE				
Datos básicos		Características hidrogeológicas ⁽¹⁾		
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	Fuente/Zona de recarga Acuífero Abanico de Ibagué. Es recargado directamente por la precipitación y las corrientes superficiales, especialmente en las zonas de contacto con las rocas más antiguas que lo rodean. Recarga estimada (mm/año) NRI mm/año Reservas calculadas NRI Millones de m3 Reservas explotables NRI Millones de m3 Demanda calculada NRI Millones de m3/año		
Zona hidrográfica	ZH21 Alto Magdalena			
Provincia hidrogeológica	PM1 Valle medio del Magdalena - PM2 Valle alto del Magdalena			
Superficie ⁽²⁾	976 km2 (aprox)			
No de municipios que abarca	6 (aprox)			
No. Pozos inventariados ⁽¹⁾	61			
No. Aljibes inventariados ⁽¹⁾	11			
No. Manantiales inventariados ⁽¹⁾	17			
CAR de gestión	CORTOLIMA			
				
Características hidrogeológicas ⁽¹⁾		Hidroquímica e isotopía ⁽¹⁾		
El sistema acuífero de Ibagué se ubica en el departamento del Tolima, dentro de la cuenca de Girardot. Las unidades hidrogeológicas que lo componen son: Acuífero Abanico de Ibagué (NgQ1f). Este acuífero con una extensión cercana a los 500 km2, producto de diversos eventos de la actividad volcánica del Nevado del Ruiz. Está constituido por lahares, flujos piroclásticos y flujos de caudales de corrientes, desarrollando una topografía suavemente ondulada inclinada hacia el sur y al oriente donde tiene un espesor máximo de 300 m. El acuífero es de tipo semiconfinado, continuo y de extensión regional. El flujo subterráneo regional tiene una dirección noroccidente-suroriental aportando agua a los flujos base de los ríos Coello y Magdalena. La región de este acuífero con mejores posibilidades de explotación está ubicada hacia el extremo Nororiental entre las poblaciones de Buenos Aires, Alvarado y Dolma, cubriendo un área de aproximadamente 300 km2. Esta región que corresponde a la parte más distal del abanico, se encuentra constituida por una secuencia de arenas, gravas y arcillas intercaladas, con un espesor que varía desde 50 hasta los 200 m, siendo notoria la ausencia de cantos y bloques. Acuífero Gualanday (Pgo). Está compuesta por tres niveles: El Gualanday inferior constituido por una serie de areniscas blancas, de grano medio a grueso, poco consolidadas, con lentejones de conglomerados con cantos hasta de 15 cm de diámetro, separados por delgadas capas de arcillas arenáceas amarillas. Su espesor es de 130 m. El Gualanday Medio es predominantemente arcilloso, con arcillolitas abigarradas. A un tercio de la base hay un grueso horizonte de areniscas compactas de grano fino, rojizas y por encima de él aparecen areniscas de grano grueso y conglomerados, con paquetes de arcillolitas intermedias. El espesor total del conjunto medio es 270 m. El Gualanday Superior tiene potentes niveles de conglomerados con cantos de cuarzo y litita hasta 20 cm englobados en una matriz arenosa y separados por delgadas capas de arcillas arenáceas. El espesor total del Gualanday Superior es de 300 m. A pesar de que sus parámetros hidrogeológicos se desconocen, es considerado un buen acuífero debido a su gruesa granulometría. Esta unidad aflora bordeando el sector oriental del Abanico de Ibagué en una franja muy delgada.		Tipo de agua Acuífero Abanico de Ibagué Agua tipo bicarbonatada magnésica (MgHCO3). Se encuentran localizada principalmente hacia la parte alta del abanico. Hacia la parte más distal del abanico, en las poblaciones de Alvarado, Dolma y Buenos Aires, las aguas corresponden al tipo bicarbonatada sódica (NaHCO3) Redes de monitoreo ⁽¹⁾ Calidad (No. Pozos) NRI Piezometría (No. Pozos) NRI Parámetros monitoreados NRI Frecuencia: NRI		
Fuentes: ⁽¹⁾ INGEOMINAS, 2003f NRI: No registra información.				



SAM 9 SISTEMA ACUIFERO COLOMBIA-DOLORES			
Datos básicos		Características hidroclimáticas ⁽¹⁾	
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	Fuente/Zona de recarga	Ao Gualanday. Sus afloramientos se constituyen zonas de recarga de baja capacidad de infiltración. Ao Guadalupe. Es recargado principalmente por el agua lluvia que se infiltra en las zonas de recarga, consideradas de baja capacidad de infiltración conformada por la topografía montañosa.
Zona hidrográfica	ZH21 Alto Magdalena		
Provincia hidrogeológica	PM4 Cordillera Oriental		
Superficie ⁽¹⁾	821 km2 (aprox)		
No de municipios que abarca	7 (aprox)		
No. Pozos inventariados ⁽¹⁾	NRI	Recarga estimada (mm/año)	NRI mm/año
No. Aljibes inventariados ⁽¹⁾	NRI	Reservas calculadas	NRI Millones de m3
No. Manantiales inventariados ⁽¹⁾	NRI	Reservas explotables	NRI Millones de m3
CAR de gestión	CAM - CORTOLIMA	Demanda calculada	NRI Millones de m3/año
			
Características hidrogeológicas ⁽¹⁾		Hidroquímica e isotopía ⁽¹⁾	
El sistema acuífero de Colombia - Dolores está constituido por los Acuíferos Gualanday, Acuífero Guadalupe y Acuífero de la formación La Tabla. Se ubica al norte del departamento de Huila y Tolima entre las poblaciones de Colombia, Apujama (Huila), Dolores y Villarica (Tolima) principalmente. Acuífero Gualanday. Acuífero Terciario de ambiente fluvial, continuo y de extensión regional con porosidad primaria, se considera un acuífero de tipo libre y confinado. En el sector mencionado carece de estudios hidrogeológicos. Constituyendo sus afloramientos zonas de recarga de baja capacidad de infiltración. Acuífero La Tabla. El nombre proviene de la Formación La Tabla, nombre usado para designar la parte más alta del Grupo Guadalupe; correlacionable con la Formación Monserrate en el Departamento del Huila. Consta de una secuencia monótona de capas gruesas de areniscas cuarzosas de grano fino a medio y a veces conglomeráticas con gránulos de cuarzo y chert en matriz arcillosa con óxidos de hierro, bien seleccionadas, con porosidad primaria y secundaria, por estar altamente diacásadas y fracturada, por lo que puede ser de interés para la prospección de aguas subterráneas. Es un acuífero discontinuo de extensión regional, de tipo confinado, que por su posición estructural en la zona de recarga, se puede comportar como libre. Acuífero Guadalupe. Asociado principalmente a la Sabana de Bogotá, en la Cordillera Oriental, está conformado de base a techo por la Formación Arenisca Dura compuestas por areniscas cuarzosas de grano fino, en capas que varían entre muy delgadas a muy gruesas, lenticulares a plano paralelas, con intercalaciones de limolitas de cuarzo, de estratificación delgada a muy delgada y lodolitas negras; en la parte media por la Formación Piseners constituida por lilitas y chert, con delgadas intercalaciones de lodolitas y arcilolitas laminadas, comúnmente silíceas y en la parte superior por la Formación Labor y Tierra conformada por areniscas cuarzosas friables de grano fino a grueso con intercalaciones de lodolitas y lilitas compactas. Todas estas rocas se encuentran densamente fracturadas y desarrollan porosidad primaria y secundaria por fracturamiento. Las areniscas de la formación inferior son finas y compactas por lo cual su porosidad primaria no es tan significativa en comparación con la porosidad primaria de las areniscas de la formación superior, que poseen una granulometría variada de arenas hasta gravas finas. El Acuífero Guadalupe se considera continuo, de carácter regional, aún cuando localmente puede presentar limitaciones laterales por disminución en la densidad del fracturamiento. Este acuífero está bastante estudiado en la Sabana de Bogotá, donde existe un buen número de pozos que lo captan a grandes profundidades, considerándose de gran potencial hídrico. En el área del norte del Huila, carece de estudios hidrogeológicos.		Tipo de agua NRI	
		Redes de monitoreo ⁽¹⁾	
		Calidad (No. Pozos)	NRI
		Piezometría (No. Pozos)	NRI
		Parámetros monitoreados	NRI
		Frecuencia:	NRI
Fuentes: (1) INGEOMINAS, 2004b			
NRI: No registra información.			

SAM2.2 SISTEMA ACUÍFERO PURIFICACION - SALDANA			
Datos básicos		Características hidrogeológicas ⁽¹⁾	
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	Fuente/Zona de recarga	Ao. depósito aluvial Valle del río Magdalena (Gal). Recargado principalmente por el Río Magdalena.
Zona hidrográfica	ZH21 Alto Magdalena - ZH22 Saldafia		Ao. Guamo Espinal. Recargado principalmente por la precipitación
Provincia hidrogeológica	PM2 Valle alto del Magdalena		Ao. Honda. La zona de recarga la constituyen los paquetes arenosos de la Formación Honda que afloran en el Valle del Río Baché y Magdalena.
Superficie ⁽¹⁾	3788 km2 (aprox)		Al norte, se produce por intermedio de las capas saturadas de los depósitos de flujos de lodo que conforman el Abanico del Espinal que lo suprasyace.
No de municipios que abarca	19 (aprox)		Ao. Caballos. Recarga en zonas de afloramiento de las rocas.
No. Pozos inventariados ⁽²⁾	11	Recarga estimada (mm/año)	NRI mm/año
No. Aljibes inventariados ⁽²⁾	3309	Reservas calculadas	NRI Millones de m3
No. Manantiales inventariados ⁽²⁾	NRI	Reservas explotables	NRI Millones de m3
CAR de gestión	CORTOLIMA	Demanda calculada	NRI Millones de m3/año
			
Características hidrogeológicas ⁽¹⁾		Hidroquímica e isotopía ⁽¹⁾	
El sistema acuífero de Purificación-Saldafia se ubica en sureste del departamento del Tolima, dentro de la cuenca de Girardot en el Valle Alto del Magdalena. Las unidades hidrogeológicas que lo componen son:		Tipo de agua	
Acuífero depósito aluvial Valle del río Magdalena (Gal). Este acuífero se encuentra conformado por aluviones y varios niveles de terrazas, situados en las llanuras de inundación de sus principales tributarios, donde sobresalen los depósitos ubicados en ambas márgenes, a lo largo del curso del Río Magdalena, de origen eminentemente fluvial, haciendo parte de una topografía en forma de pequeñas mesetas aplanadas. Litológicamente se componen de gravas y arenas con intercalaciones limosas y arcillosas, con poca o ninguna consolidación y baja permeabilidad. Los Depósitos Aluviales corresponden a la llanura de inundación del Río Magdalena y están constituidos por bloques, gravas, arenas, limos y arcillas no consolidadas, que forman acuíferos libres de extensión variable y baja permeabilidad. El acuífero es de tipo libre. La zona de descarga natural del acuífero es el Río Magdalena.		El agua presente en este acuífero se puede clasificar en tres tipos principales, mezcla, bicarbonatada cálcica y bicarbonatada sódica: El mayor porcentaje (70%) se clasifica como mezcla, en donde abundan los iones calcio, sodio y magnesio, las restantes están representadas por aguas tipo bicarbonatada cálcica y en menor proporción por aguas bicarbonatada sódica	
Acuífero del Guamo Espinal (NgEp). Formado por los Abanicos del Guamo y del Espinal, su diferencia es morfológica, ya que litológicamente son muy similares. Predominan los depósitos constituidos por materiales volcánicos retrabajados, principalmente arenas y gravas con abundante material pumítico. Se asocian a volcanes apagados y a otros ahora cubiertos de nieve, lo que hace pensar en un origen volcánico-sedimentario. Es un acuífero libre, de extensión regional que cubre principalmente las rocas del Grupo Honda; los espesores son variables, entre 95 y 117 m, con disminución de norte a sur. El movimiento del agua subterránea va de noroeste-sureste y del occidente al oriente, es decir en el sentido de recubrimiento del abanico sobre las unidades infrayacentes. La región de este acuífero con mejores posibilidades de explotación está ubicada entre el norte de El Espinal y el sur de la localidad de Chenche.		Acuífero del Guamo Espinal (NgEp) Aguas predominantemente bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas	
Acuífero Honda (Nge). El Acuífero Honda aflora a lo largo de la cuenca del Río Magdalena donde aparece formando colinas y mesetas de poca altura, en una franja estrecha y alargada de dirección norte-sur. Se encuentra constituido por rocas del Grupo Honda, conformado de base a techo por conglomerados, encima de los cuales se encuentran paquetes arenosos y algunos conjuntos donde se intercalan niveles arcillosos y arenosos. Es un acuífero multicaña, de tipo confinado a semiconfinado en sus áreas de almacenamiento; se encuentra conectado hidrolicamente con el Acuífero Abanico del Guamo - Espinal. El movimiento del agua subterránea, se efectúa desde el borde de la zona montañosa hacia el Río Magdalena.		Acuífero Honda Los iones de mayor concentración son calcio y sodio. El agua es de tipo bicarbonatada sódica a bicarbonatada cálcica. En general la calidad del agua es aceptable, tanto para el consumo humano como para irrigación	
Acuífero Caballos - (Nt). Está conformado de base a techo por una secuencia de arenitas líticas, de grano fino a grueso y hasta conglomerático, con algunas intercalaciones de lodolitas carbonosas; el segmento intermedio consta de capas gruesas de arcilolitas y lodolitas fosilíferas intercaladas con capas de calizas micríticas y niveles delgados de arenitas finas a muy finas cuarzosas; en el segmento superior las arenitas pasan a ser de grano grueso hasta conglomeráticas. El espesor varía entre 110 y 290 m. Es un acuífero de tipo regional, cuyas características litológicas lo perfilan como un excelente acuífero, por su alta porosidad primaria y secundaria, considerándose un acuífero de tipo regional y de altas capacidades específicas. El basamento impermeable está constituido por rocas Cretácicas y Jurásicas, constituidos por sedimentos fundamentalmente arcilolíticos, arenosos y rocas ígneas.		Redes de monitoreo ⁽¹⁾	
		Calidad (No. Pozos) NRI	
		Piezometría (No. Pozos) NRI	
		Parámetros monitoreados NRI	
		Frecuencia: NRI	
Fuentes: (1) INGEOMINAS, 2004b. (2) Camargo y Aterthouta, 2010			
NRI: No registra información.			

SAM1.2 SISTEMA ACUIFERO MARIQUITA-DORADA-SALGAR			
Datos básicos		Características hidroclimáticas (2)	
Área hidrográfica	AH2 Magdalena Cauca	Zonas/fuentes de recarga: La recarga se produce por la precipitación que escurre del flanco oriental de la cordillera Central y son drenadas por distintos ríos y quebradas que atraviesan el área.	
Zona hidrográfica	ZH21 Alto Magdalena - ZH23 Medio Magdalena		
Provincia hidrogeológica	PM1 Valle Medio del Magdalena	Recarga estimada 850 mm/mes Reservas calculadas NRI Millones de m3 Reservas explotables NRI Millones de m3 Demanda calculada NRI Millones de m3/año	
Superficie (1)	5714 km2 (aprox)		
No. de municipios que abarca	23 (aprox)		
No. Pozos inventariados(2)	98		
No. Aljibes inventariados(2)	184		
No. Manantiales inventariados(2)	47		
CAR de gestión	CORPOCALDAS-CAR - TOLIMA		
		 	
Características hidrogeológicas (1) El sistema acuífero se ubica al norte del departamento del Tolima, sobre el costado oriental del departamento de Caldas y costado occidental del departamento de Cundinamarca, a lo largo de su extensión sobre el río Magdalena, limitando con el piedemonte de la cordillera Occidental. Abarca los municipios de la Dorada y Victoria en el departamento de Caldas; Yacopi, Puerto Salgar, Caparrapi, Guaduas, San Juan de Riseco, Beltrán, Vianí, Chaguani, Puli y Jerusalén en el departamento de Cundinamarca y Amaro, Mariquita, Honda, Lérica, Ambalema y Venadillo en el Tolima. Esta compuesto por las siguientes unidades hidrogeológicas: Acuífero de Depósitos Aluviales y Terrazas del río Magdalena, Acuífero del Cono aluvial de Lérica y del sistema volcánico, Acuífero del grupo Honda (Formaciones Mesa y San Antonio), Acuífero San Juan de Riseco y Acuífero Hoyón. Las referencias iniciales del sistema acuífero datan de 1990 con los estudios hidrogeológicos realizados por Hidrogeoci Ltda en un área de estudio aproximada de 1030 Km2, en los municipios indicados en el departamento de Tolima, La Dorada y Puerto Salgar. Con el trabajo recopilatorio del atlas hidrogeológico y los estudios locales realizados por CORPOCALDAS en los años 2004, 2009 a 2011 para evaluar hidrogeológicamente la parte baja de la cuenca del río La Miel y el río Guarín, se identificó y complementó las unidades hidrogeológicas que componen el sistema acuífero regional, el cual es reconocido en la corporación como "acuífero del río grande de la Magdalena". En el departamento de Caldas, las formaciones geológicas corresponden al Grupo Honda y el Complejo Cajamarca. Las unidades de alto interés hidrogeológico corresponden a la parte inferior de la Formación La Mesa, denominados Miembro Las Palmas respectivamente, y al miembro superior de la Formación San Antonio, denominado Miembro La Celbita, aunque esta unidad hacia el norte se encuentra posiblemente a más de 400 metros de profundidad. La unidad de mediano interés hidrogeológico corresponde al nivel medio de la Formación Mesa - Miembro Bernal, que se hace más espesa hacia el norte de la zona de estudio, igualmente algunos depósitos Cuaternarios. El sistema acuífero en este departamento presenta: * Un nivel superior con espesores que pueden variar entre 20 y 500 metros, con mayores espesores hacia el noreste, con resistividades entre 40 y 100 Ohm/m, correlacionables con arenas y gravas saturadas de los depósitos Cuaternarios y areniscas conglomeráticas de la Formación Mesa (Parte del Miembro Bernal). * Un segundo nivel, del cual no se determinaron los espesores, apareciendo con profundidades mayores a 450 metros hacia el norte y a partir de 150 metros hacia el suroeste, con resistividades entre 70 y 190 Ohm/m, correlacionable con la parte basal de la Formación Mesa (Miembro Palmas) y posiblemente con el Miembro La Celbita (Formación San Antonio). Fuentes: (1) INGEOMINAS, 2003f (2) CORPOCALDAS, 2011. (3) CORPOCALDAS, 2010. (4) CORPOCALDAS, 2009. (5) Camargo y Alerthout, 2010, CORPOCALDAS, 2022. NRI: No registra información. * Los puntos de agua subterránea corresponden a los ubicados en la jurisdicción de Corporaldas. ** La recarga estimada se realizó para el área correspondiente a Corporaldas, para el acuífero denominado "acuífero del río grande de la Magdalena".		Hidroquímicas e isotópicas (1) Tipo de agua Sistema acuífero Bicarbonatadas magnésico cálcicas y sulfatadas Mariquita-Dorada- magnésico cálcicas. Salgar	
		Redes de monitoreo (1) Puntos de agua subterránea que conforman la red: 7 Manantiales (3) Pozos (3) Aljibes (1) Calidad y Cantidad (7) Parámetros monitoreados Calidad: Alcalinidad, pH, COD, SOT, coliformes totales, E. Coli, Alcalinidad total, Dureza total, Sulfatos, Nitratos, Cloruros, Turbiedad, Magnesio, Calcio, Conductividad, Temperatura, DBO5, DQO, Nitritos y Fosfatos. Cantidad: Piezometría Frecuencia Calidad: Anual Cantidad: Anual	

Para finalizar y en relación con las aguas subterráneas, el ENA 2022, presenta como conclusión un párrafo que debe llevar a la reflexión y a la acción: *“Actualmente, Colombia no cuenta con información suficiente sobre el uso o la gestión de las aguas subterráneas de su territorio; esto se traduce en que se desconocen aspectos fundamentales, como la oferta y la demanda de aguas subterráneas. Esto hace que el estudio de las aguas subterráneas tenga muchas complejidades que, a nivel de país, aún no se tenga claro lo que implican. Unas de esas complejidades es que las aguas subterráneas pueden ser recursos renovables o no renovables. Hay acuíferos o sectores del país donde se extrae agua que no está conectada con el régimen de precipitación actual (acuíferos confinados); son zonas en donde se está haciendo una “minería del agua”, porque cada m³ que se explote o se consuma no se va a renovar por procesos naturales. Además, no existe información detallada que permita delimitar o identificar las zonas de recarga de los acuíferos.”*

7.2. Evaluaciones Regionales del Agua 2021, 2022 y 2023

Para entender con total claridad los términos usados en este diagnóstico, se importante resaltar las siguientes definiciones tomadas de la ERA Tolima 2021:

Año hidrológico húmedo: corresponde a la serie de caudales máximos mensuales multianuales provenientes de la serie de caudales medios mensuales, de manera que considerando el comportamiento del ONI 3.4 (Tabla 1), podría ser obtenido mediante modelación hidrológica con base en la precipitación y temperatura del periodo 2010-2012.

Año hidrológico seco: corresponde a la serie de caudales mínimos mensuales multianuales proveniente de la de caudales medios; los cuales se identifican con el año seco tipo, lo cual presenta correspondencia con las condiciones de precipitación y temperatura del periodo 2014-2016.

Año hidrológico medio: corresponde a la serie de caudales medios mensuales multianuales proveniente de la serie de caudales medios, que pueden relacionarse con la condición de temperatura y precipitación de los años 1980; 1990 y 2013.

7.2.1. Era Quindío 2023

7.2.1.1. Oferta de Agua Superficial en la ERA Quindío 2023

En la Evaluaciones Regional del Agua del Quindío, se realizó el análisis para el período 1990-2022, se consideraron 38 unidades hidrológicas de análisis y 34 áreas drenantes de fuentes abastecedoras de acueductos. Se tomaron en cuenta los criterios del IDEAM que se citan acá para dar mayor claridad y precisión, así:

“Según IDEAM (2013), la determinación de la oferta hídrica superficial implica el cálculo de la oferta hídrica total superficial (OHTS), la oferta hídrica total disponible (OHTD), y la oferta hídrica regional disponible (OHRD). La aplicación de estos conceptos implica establecer el caudal en régimen natural y en régimen alterado para cada unidad de análisis, por lo que se consideraron las conexiones hidráulicas provenientes de las captaciones y retornos.”

“Oferta hídrica total superficial (OHTS): De acuerdo con IDEAM (2013) “es el volumen de agua que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial. Es el agua que fluye por la superficie del suelo, que no se infiltra o se evapora y se concentra en los cauces de los ríos y/o en los cuerpos de agua lénticos”. IDEAM (2013)

Oferta hídrica total disponible (OHTD): Se define como el volumen de agua por unidad de tiempo que resulta de sustraer a la OHTS el caudal que garantiza el uso para el

funcionamiento de los ecosistemas y un caudal mínimo para usuarios que dependen de las fuentes hídricas asociadas a estos ecosistemas (IDEAM, 2010). Se calcula sustrayendo el caudal ambiental del caudal total superficial (OHTS).

Oferta hídrica regional disponible (OHRD): se determina al sustraer del caudal de oferta hídrica total superficial (OHTS) el caudal ambiental, adicionar los caudales de retorno y restar o sustraer los caudales de trasvase. De acuerdo con IDEAM (2013), es la oferta utilizada para calcular el índice de uso del agua (IUA).

Oferta hídrica regional aprovechable (OHRA): se define como el caudal que resulta de sustraer del caudal medido en la estación hidrométrica el caudal ambiental (IDEAM, 2013).

Caudal Ambiental: según el artículo 2.2.3.3.1.3 del Decreto 1076 de 2015 modificado por el Decreto 050 de 2018, se refiere al “Volumen de agua por unidad de tiempo, en términos de régimen y calidad, requerido para mantener el funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su provisión de servicios ecosistémicos”. De acuerdo con esta definición de caudal ambiental, su cálculo debe considerar todo el régimen de caudales (Minambiente e IDEAM 2019): “...el caudal ambiental no se entiende como un valor mínimo constante en el tiempo, ni tampoco como un régimen de caudales mínimos. Por el contrario, todo el régimen de caudales tiene una importancia desde el punto de vista del funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y de los servicios ecosistémicos que estos prestan, de los cuales depende el bienestar social y económico de los seres humanos”.

La distribución mensual de la precipitación en las 12 estaciones meteorológicas seleccionadas para la ERA 2023 Quindío, presenta un régimen bimodal, con dos periodos húmedos en marzo, abril, mayo y octubre, noviembre, diciembre y dos periodos secos en enero, febrero y junio, julio, agosto y septiembre. Los volúmenes más altos se presentan al norte y los más bajos al oeste del departamento. Los municipios de Filandia, Circasia, Salento y Génova presentan volúmenes anuales de precipitación superiores al promedio departamental.

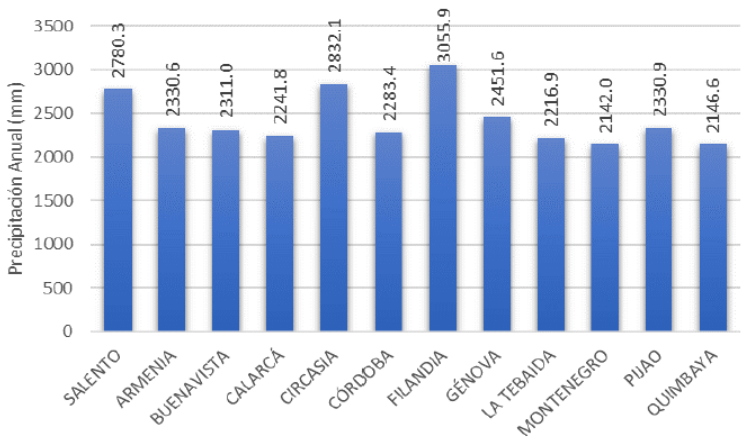


Figura 7. Distribución de la precipitación anual por municipio en el departamento del Quindío, periodo 1990 a 2022

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 70

Según la ERA Quindío 2023, “De acuerdo con el análisis y depuración de información hidrométrica histórica se observa que no se dispone de información sistemática histórica de caudal para calibrar el modelo en cada subzona hidrográfica que hace parte del área de estudio de la evaluación regional del agua del departamento del Quindío. Por tanto, se implementaron tres modelos regionales para la cuantificación del balance hídrico: Modelo 1. comprende las unidades hidrográficas del río Quindío, río Navarco, río Santo Domingo, río

Verde, río Lejos, río Azul, quebrada La Picota, río Rojo, río Gris, y río San Juan. Modelo 2. comprende las unidades hidrográficas de la quebrada Cristales y río Espejo. Modelo 3. Comprende las unidades hidrográficas del río Roble y quebrada Buenavista.

Para el Quindío, el año hidrológico medio corresponde a los caudales medios mensuales del periodo 1990 a 2022, el año hidrológico seco corresponde al episodio histórico de la fase cálida del fenómeno ENSO más severo del que se tiene registro (Año hidrológico 2015/2016), y el año hidrológico húmedo fue definido como un episodio extremo de la fase fría del fenómeno ENSO (Año hidrológico 2010/2011).

Índice de Regulación y Retención Hídrica

El Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH) determina la capacidad de la cuenca para retener humedad, expresa la relación entre el área bajo la línea del caudal medio en la curva de duración de caudales diarios y el área bajo la curva de duración de caudales diarios, por lo que sus valores se encuentran entre cero (0) y uno (1), donde los valores más bajos representan menor capacidad de regulación y se clasifica en cinco categorías desde “muy baja” capacidad de regulación a “muy alta” (Tabla 95).

Tabla 95. Categorías del índice de retención y regulación hídrica (IRH). (Fuente: IDEAM, 2020a)

Límites de categorías	Categoría	Capacidad de retención y regulación
IRH > 0.85		Muy alta
0.75 < IRH ≤ 0.85		Alta
0.65 < IRH ≤ 0.75		Moderada
0.50 < IRH ≤ 0.65		Baja
IRH ≤ 0.50		Muy Baja

Tabla Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 268

Las unidades hidrológicas de análisis en el departamento del Quindío presentan Alta y Muy Alta capacidad de retención y regulación hídrica (Figura 192) con valores en el rango entre 0.77 y 0.92, los IRH más altos ocurren en las zonas de mayor aporte de flujo base en los modelos hidrológicos, que corresponden a las unidades hidrográficas localizadas sobre el Abanico del Quindío (Figura 193), esta condición implica que el caudal base sostiene en una alta proporción (más de un 40%) la mayor parte del tiempo el caudal medio, generando un efecto regulador de la respuesta hidrológica.

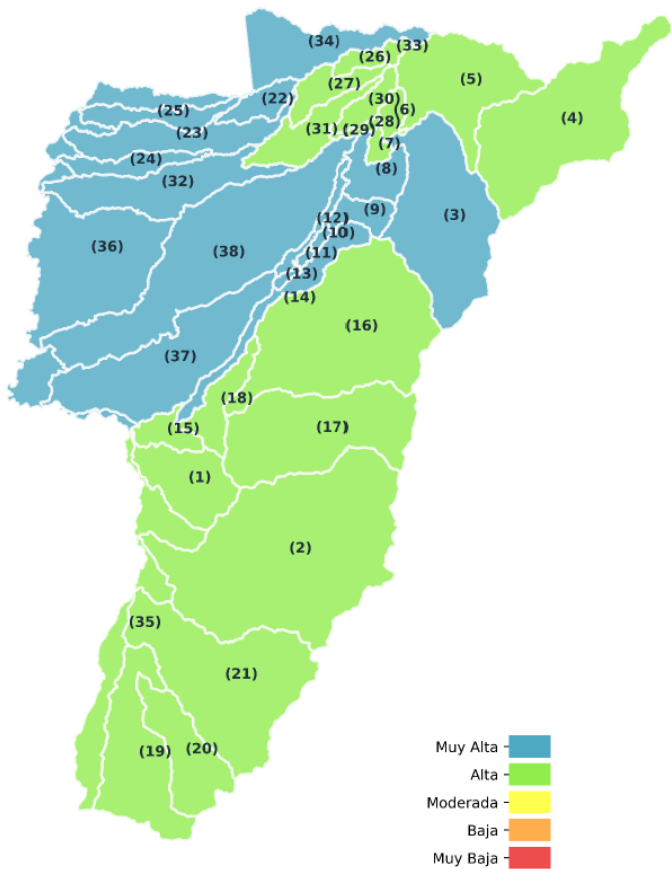


Figura 193. Mapa de distribución espacial del índice de retención y regulación hídrica en las unidades hidrográficas de análisis para el periodo (1990 a 2022)

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 270

Índice de Aridez

De acuerdo con IDEAM, (2013), el índice de aridez (IA) permite identificar áreas con déficit o excedente de agua, a través de la cuantificación del grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de la zona de estudio

Tabla 96. Categorías del índice de aridez. Fuente: (IDEAM, 2013)

Límites de categorías	Categoría	Descripción
<0.15		Altos excedentes de agua
0.15 - 0.19		Excedentes de agua
0.20 - 0.29		Entre moderado y excedentes de agua
0.30 - 0.39		Moderado
0.40 - 0.49		Entre moderado y deficitario de agua
0.50 - 0.59		Deficitario de agua
>0.59		Altamente deficitario de agua

Tabla Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 272

El IA se aplicó a las 3 condiciones hidrológicas: 1) año medio, corresponde a la información mensual multianual, 2) año seco, se define como el episodio histórico de la fase cálida del ENSO más severo del que se tiene registro, el cual se identificó el año 2015/2016 y 3) año húmedo, es el episodio más extremo de la fase fría del ENSO, en este caso 2010/2011.

Durante los meses de marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre se presentan excedentes de humedad que logran satisfacer los requerimientos hídricos de los ecosistemas, ya que en las condiciones de año medio y húmedo el IA tiene valores menores a 0.2 en la mayoría de los casos, como se puede ver en los mapas de las figuras 196

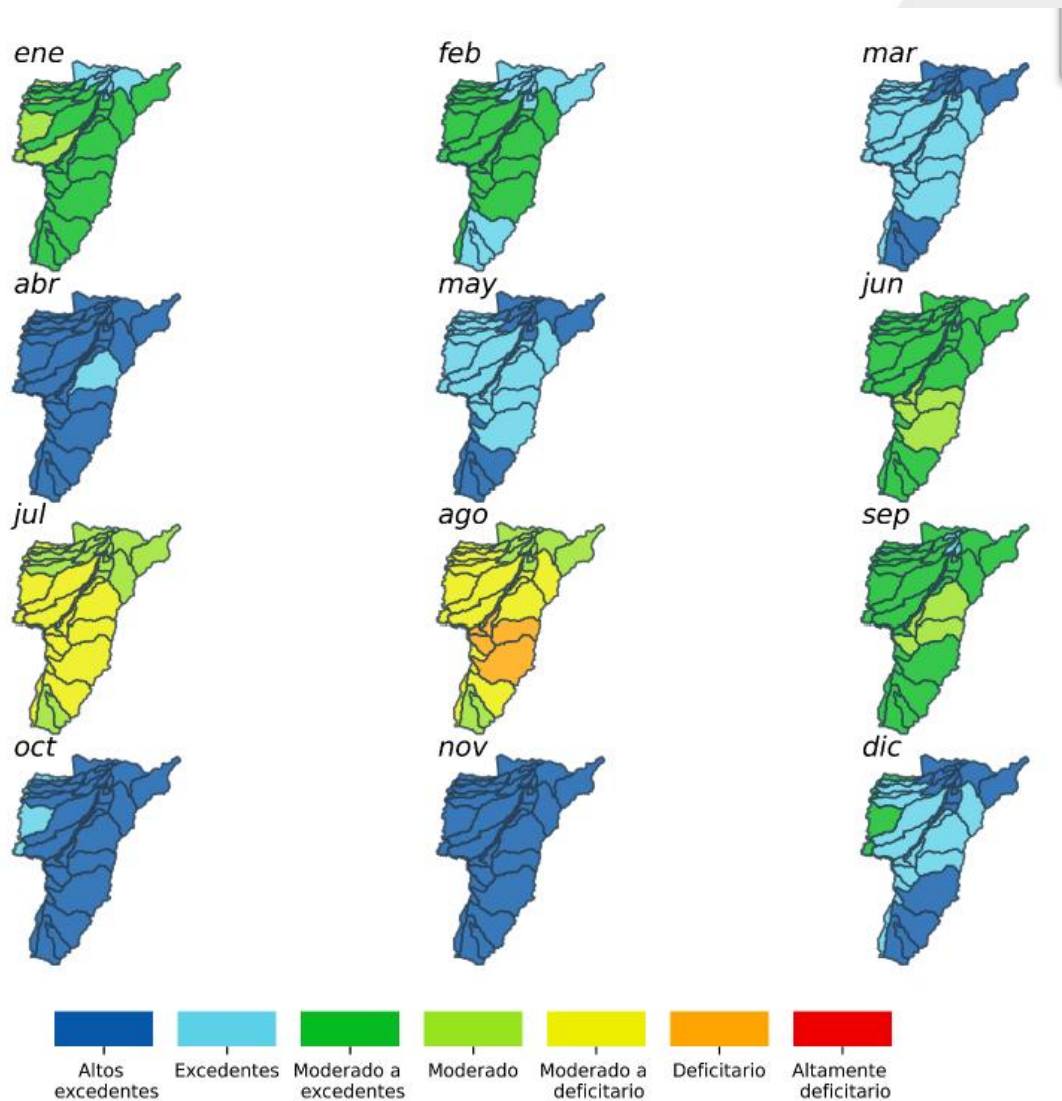


Figura 196. Mapa de índice de aridez mensual en año medio para las unidades hidrográficas de análisis en el periodo 1990 a 2022

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 275

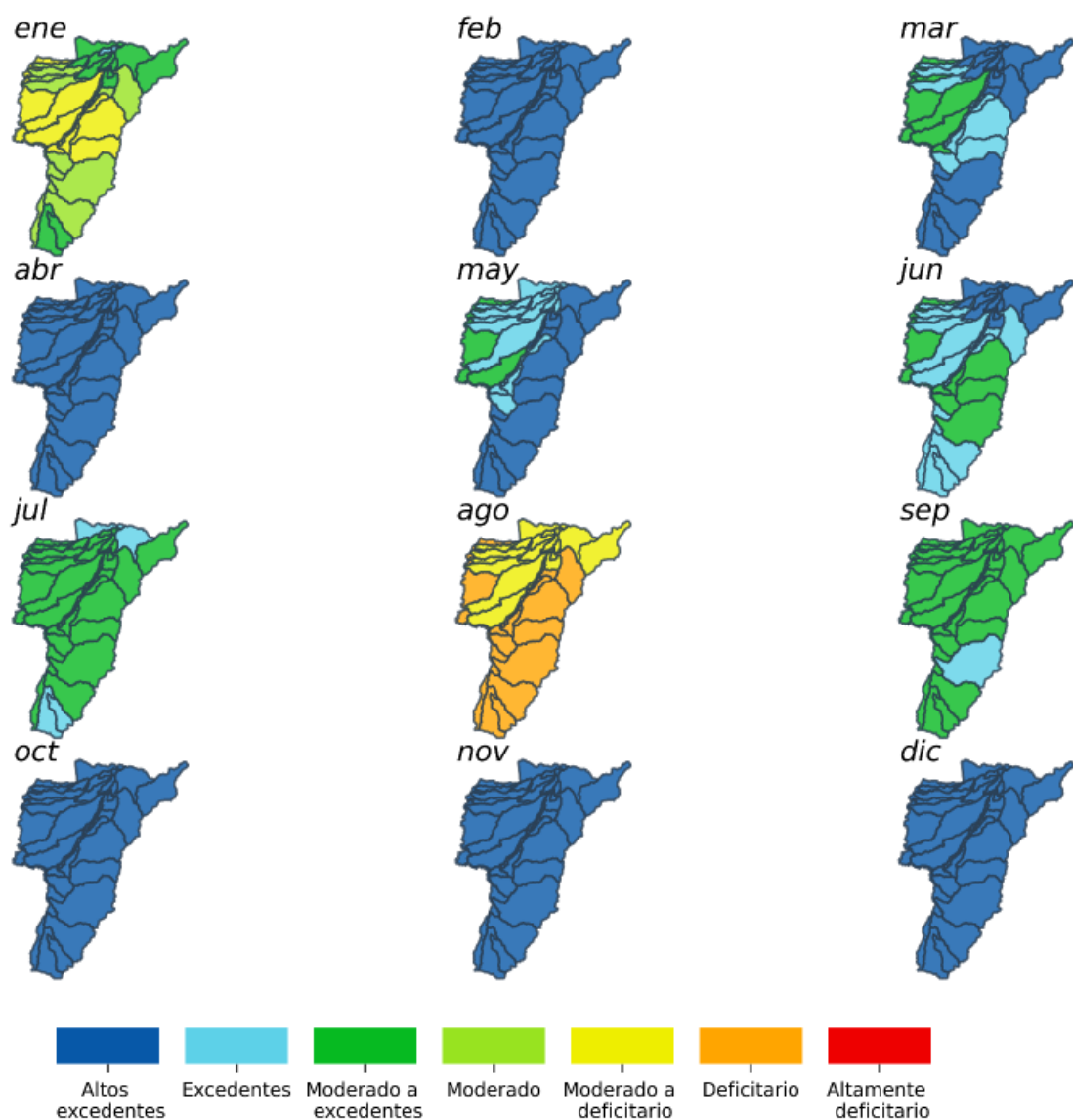


Figura 200. Mapa de índice de aridez mensual en año húmedo para las unidades hidrográficas de análisis en el periodo 1990 a 2022

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 279

En contraste, para estos mismos años hidrológicos de referencia, los meses de julio y agosto alcanzan una condición de deficitaria a moderada con valores de IA en el rango entre 0.3 a 0.59, lo cual evidencia la vulnerabilidad climática sobre los ecosistemas en estos meses aún en el escenario de año húmedo. Resultan más sensibles a esta condición de déficit de humedad las unidades ubicadas en el suroriente y suroccidente del departamento (río Lejos, río Verde, quebrada la Picota, río Espejo, quebrada Cristales y río Roble).

En la condición hidrológica de año seco se intensifica el déficit de humedad en los meses de junio, julio, agosto y diciembre, alcanzando valores de IA en el rango entre 0.41 y 0.79 que definen una insuficiencia de humedad moderada a altamente deficitaria. Esta característica se evidencia en la zona norte, centro, oriente y occidente del departamento del Quindío en los meses de junio a agosto, y en todo el departamento en el mes de diciembre. a pesar de la disminución en la disponibilidad de humedad durante año seco, los meses de marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre presentan excedentes y altos excedentes de humedad con valores de IA en el rango entre 0.1 y 0.28

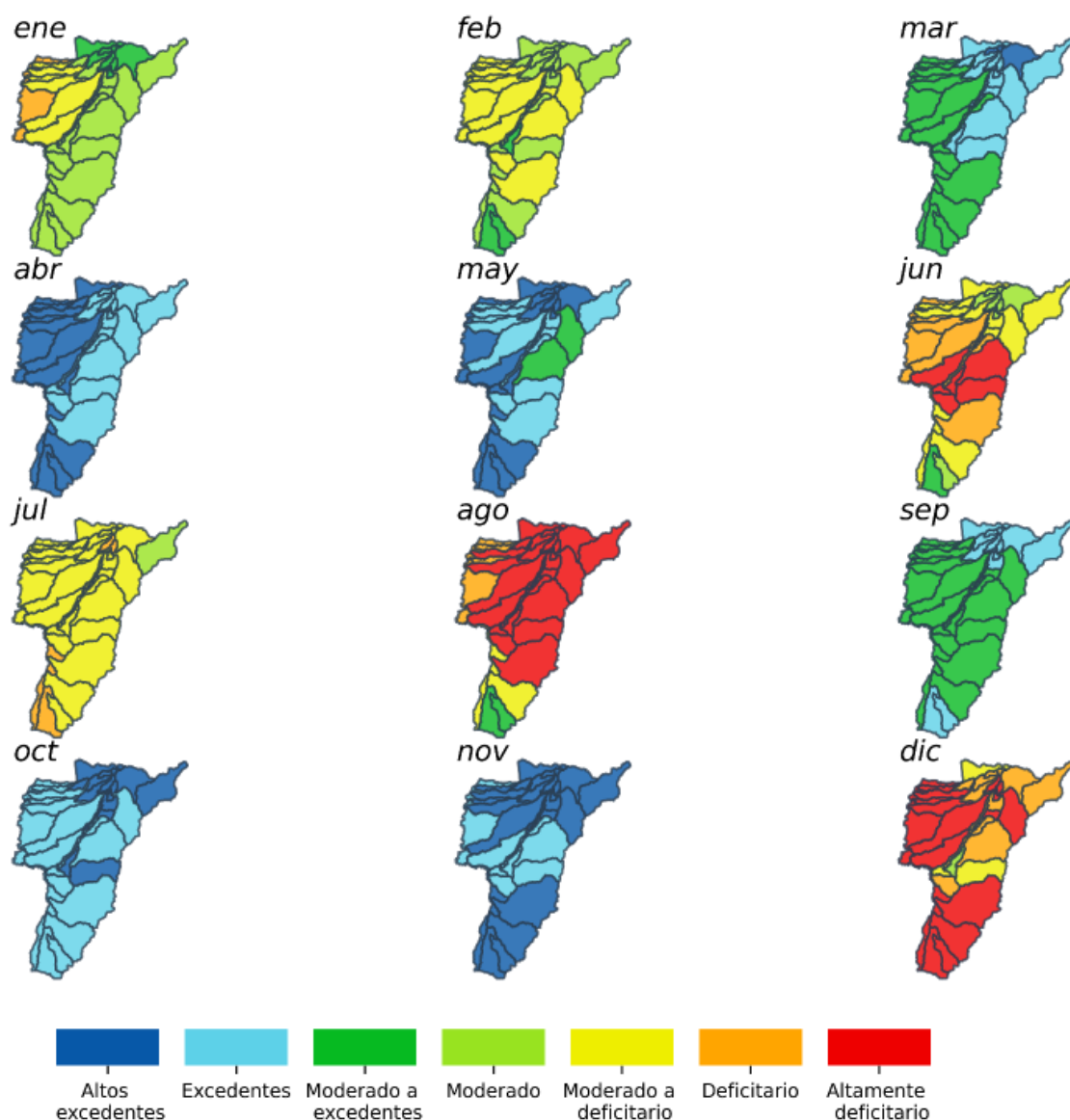


Figura 198. Mapa de índice de aridez seco en año medio para las unidades hidrográficas de análisis en el periodo 1990 a 2022

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 279

Las fuentes abastecedoras de acueductos presentan IA moderado a deficitario en los meses de julio y agosto en año hidrológico medio, condición que se mantiene para el mes de agosto en el año hidrológico húmedo, principalmente en las fuentes abastecedoras ubicadas en el río Quindío, río Santo Domingo, río Verde, río Lejos y quebrada la Picota. El déficit de humedad se incrementa notablemente en las fuentes abastecedoras durante la condición hidrológica de año seco, evidenciando en los meses de agosto y diciembre un IA en el rango entre 0.5 y 0.83 definiendo un periodo deficitario y altamente deficitario de humedad.

7.2.1.2. . Oferta de Agua Subterránea en la ERA Quindío 2023

Para caracterizar adecuadamente el flujo subterráneo en la actualización de la Evaluación Regional del Agua en el Departamento del Quindío, se requiere de una topografía regional de detalle que sirva como insumo tanto para el modelo conceptual y para el cálculo de alturas de los diferentes puntos de captación de agua subterránea, que se encuentran localizados dentro sistema acuífero del abanico del Quindío. Por lo tanto, se evaluaron cuatro Modelos Digitales de Elevación (MDEs) a través de una red de 2,768 puntos de observación, distribuidos en los departamentos de Quindío, Risaralda, Tolima, Cauca, Cundinamarca, Caldas y Meta. Los

datos de elevación ortométrica fueron tomados de la red de control vertical de precisión del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y de la red de puntos GeoRED del Servicio Geológico de Colombia (SGC). Los puntos con elevación ortométrica fueron descargados desde <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>.

En la actualidad, las diferentes bases de datos hidrogeológicas generadas para el Sistema Acuífero Quindío, presentan anomalías en las alturas en los puntos de captación de agua subterránea llegando a errores superiores a los 30 metros, ya que en estos estudios previos no se contempló la corrección geopotencial de modelo digital de elevación. Por lo tanto, para caracterizar adecuadamente el medio hidrogeológico se corrigieron los Modelos, por medio de una metodología de corrección implementada que se explica detalladamente en la ERA Quindío 2023.

El área de estudio (Figura 209), se encuentra localizado al centro occidente de Colombia, donde se halla inmerso el sistema acuífero del Abanico de Quindío-Risaralda-Valle, el cual es un sistema acuífero de carácter regional. El Sistema Acuífero del Abanico del Quindío -SAQ- se encuentra limitando hacia el norte, con el departamento de Risaralda, al sur y oeste con el departamento del Valle del Cauca y finalmente al este con la cordillera central de los Andes.

El SAQ tiene una superficie de 827.5 Km² y presenta una variación altitudinal 2869.5 a 948.5 m.s.n.m. La red de drenaje dentro del SAQ, está constituida esencialmente por las corrientes de los ríos: Roble, Espejo, Quindío, Navarco, Santo Domingo, Boquerón y de las quebradas: Buenavista, Cristales, entre otras. Sobre el SAQ se encuentra asentada alrededor del 70% de la población del departamento del Quindío, donde se destacan los centros poblados de Armenia, Calarcá, La Tebaida, Circasia, Montenegro, Quimbaya y Salento.

El SAQ está conformado esencialmente por rocas sedimentarias recientes (Cenozoico-Cuaternario). Estos depósitos cuaternarios están relacionados con la actividad neotectónica del sistema de fallas de Romeral (IDEAM, 2010; Espinosa-Baquero, 2020). Estos sedimentos recientes depositados son producto de la actividad volcánica de tipo pliniana de los complejos Machín, Cerro Bravo, Tolima y Ruiz (Espinosa-Baquero, A., 2001).

En la ERA Quindío 2023, se han tenido en cuenta la información del Servicio Geológico Colombiano -SGC- (2016), en la cual inventariaron y muestrearon en año del 2010, 576 puntos de monitoreo. En este muestreo se tuvo en cuenta el monitoreo tanto del acuífero somero del Quindío (ASQ) y acuífero profundo del Quindío (APQ). En estos puntos se recolectó información de niveles y se analizaron muestras para determinar la composición química del agua subterránea. En relación con las campañas de monitoreo de niveles de agua subterránea realizadas en el año 2010, la primera se ejecutó para el periodo seco 5/2010 y la segunda para el periodo húmedo 8/2010. En el año 2010 se ejecutó una sola campaña de muestreo hidroquímico y la cual se realizó en el periodo 08/2010.

También se tuvieron en cuenta dos campañas de monitoreo (Período seco y húmedo) realizadas en el año 2018, estas estuvieron enfocadas en muestreo hidroquímico y las cuales estuvieron coordinadas por Servicio Geológico Colombiano y por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). En relación con el monitoreo de niveles de agua subterránea solo, se ejecutó una sola campaña la cual estuvo a cargo del grupo GIAS de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) a través de convenio suscrito con CRQ y fue realizada en el periodo 12/2018. Luego de comparar la composición química de estas dos campañas se encontraron que son similares entre sí (CRQ, 2021), por lo tanto, para la comparación de resultados entre las diferentes campañas de monitoreo, solo se tuvo en cuenta el monitoreo realizado en el periodo húmedo 08/2010 en el presente informe.

Para el año 2019, se realizó sola una campaña y la cual estuvo a cargo del grupo GIAS de la UTP. En esta campaña se midieron niveles de agua subterránea y se analizaron muestras para determinar la composición química del agua subterránea. Esta campaña fue realizada en el periodo húmedo 8-9/2019.

Elevación abanico del Quindío (m)

- Máxima: 2869.5
- Mínima: 948.5

Elevación abanico Quindío-Risaralda-Valle (m)

- Máxima: 2869.5
- Mínima: 883.4

Legend:

- Delimitación abanico del Quindío
- Delimitación abanico Quindío-Risaralda-Valle
- Departamento del Quindío
- Límite Departamental
- Drenajes
- Centros poblados
- Falla Montenegro

Scale: 0 3.75 7.5 15 22.5 Km

Coordinates: 4680000 4690000 4700000 4710000 4720000 4730000 4740000

Latitude: 2100000 2090000 2080000 2070000 2060000 2050000 2040000 2030000 2020000 2010000

Regions: RISARALDA, CALDAS, NARIÑO, VALLE DEL CAUCA, QUINDÍO.

Localities: MANIZALES, CALI, ARMENIA, NEIVA, TULUÁ, etc.

Water Bodies: RIVERA, CAUCA, etc.

Geological Features: FALLA MONTENEGRO.

Map Source: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), Swisstopo, Mapbox, etc.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 291

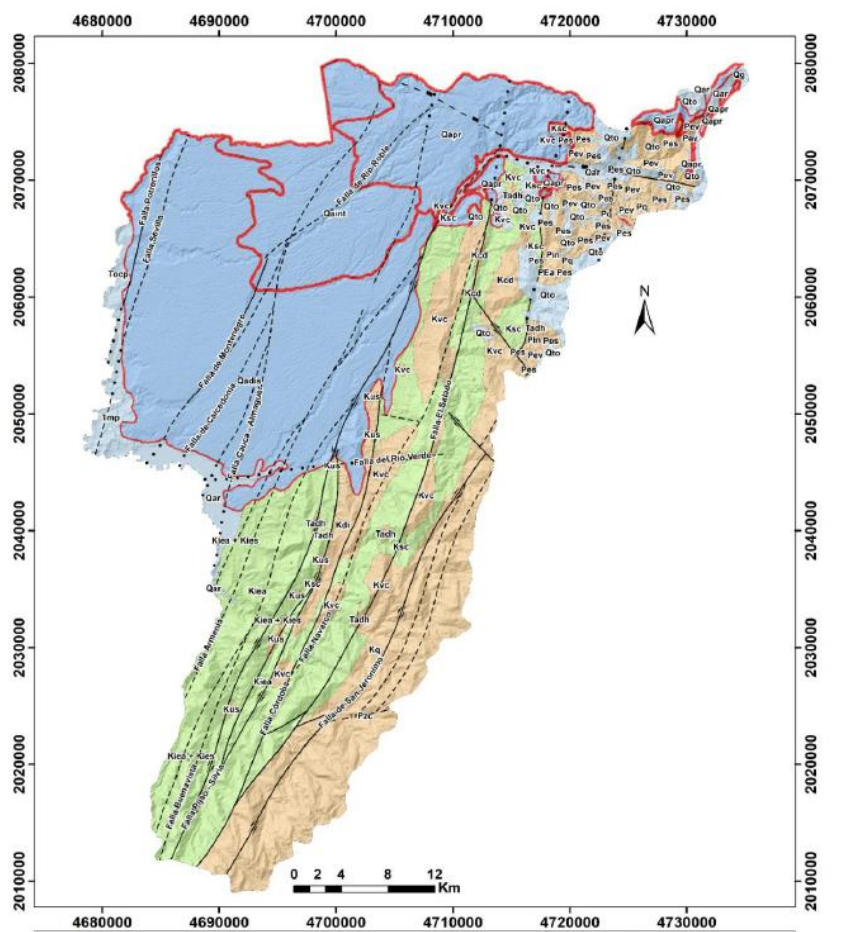


Figura 213. Mapa hidrogeológico del Quindío. Adaptado (SGC, 2016).

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 300

Como se muestra en la Figura 214, Figura 215 y Figura 216 en todos los mapas, se observa que el flujo de agua subterránea en el acuífero somero presenta un gradiente de tipo regional. Una parte del flujo que se recarga fundamentalmente hacia el noreste se mueve hacia el noroeste por pendiente y descarga hacia este sector ya que el flujo en esta zona no es afectado por la discontinuidad hidráulica de la falla Montenegro. Cuando el flujo de agua subterráneo regional, choca con el bloque levantado de la falla Montenegro, cambia de dirección producto de este levantamiento y se mueve hacia el suroeste donde descarga. La falla Montenegro tiene una dirección N20°E, produce un levantamiento del bloque occidental de varias decenas de metros entre la Tebaida y Montenegro. En los mapas donde se presenta una mayor densidad de pozos en cercanías de la falla Montenegro (principalmente los mapas piezométricos de los años 2010 y 2018), se observa que sobre el bloque levantado por la falla Montenegro se presentan una recarga de tipo local, la cual se mueve fundamentalmente hacia el suroeste a causa del gradiente hidráulico, generado por la discontinuidad hidráulica de la falla Montenegro.

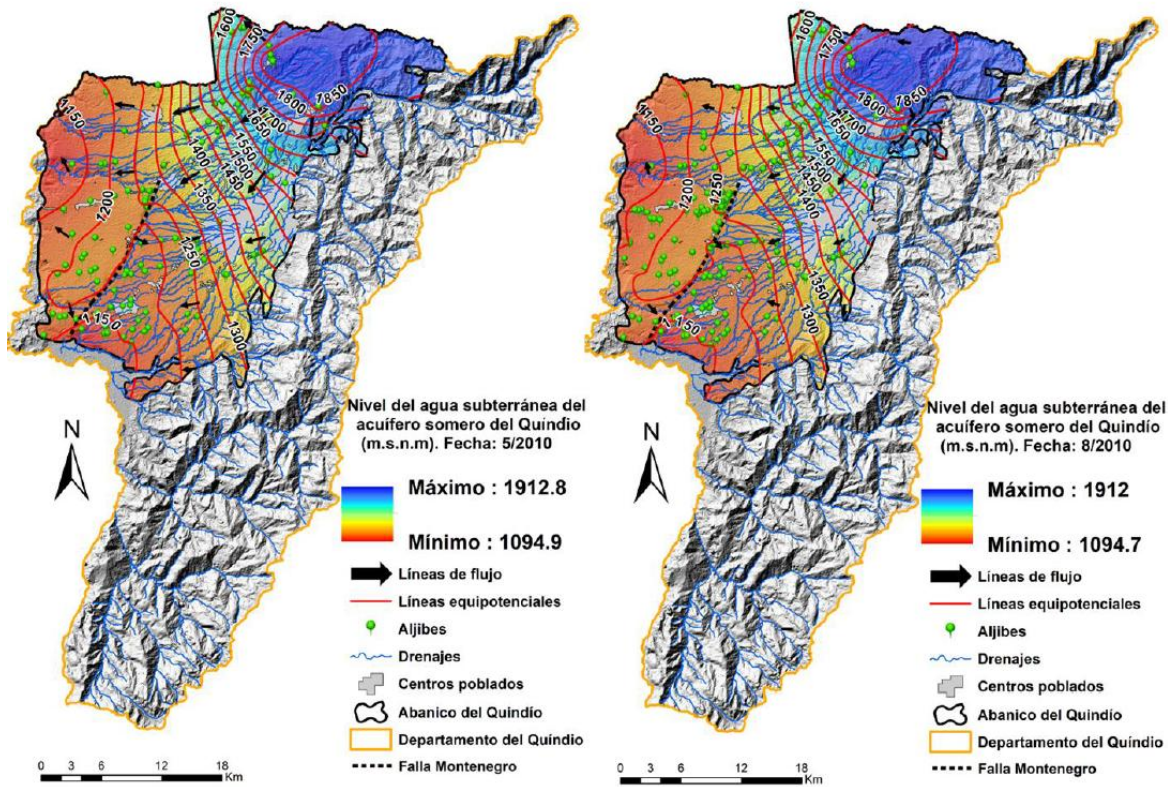


Figura 214. Mapas piezométricos y de flujo de agua subterránea, para del acuífero somero del Quindío, campañas de medición. a. 5/2010, b. 8/2010

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 303

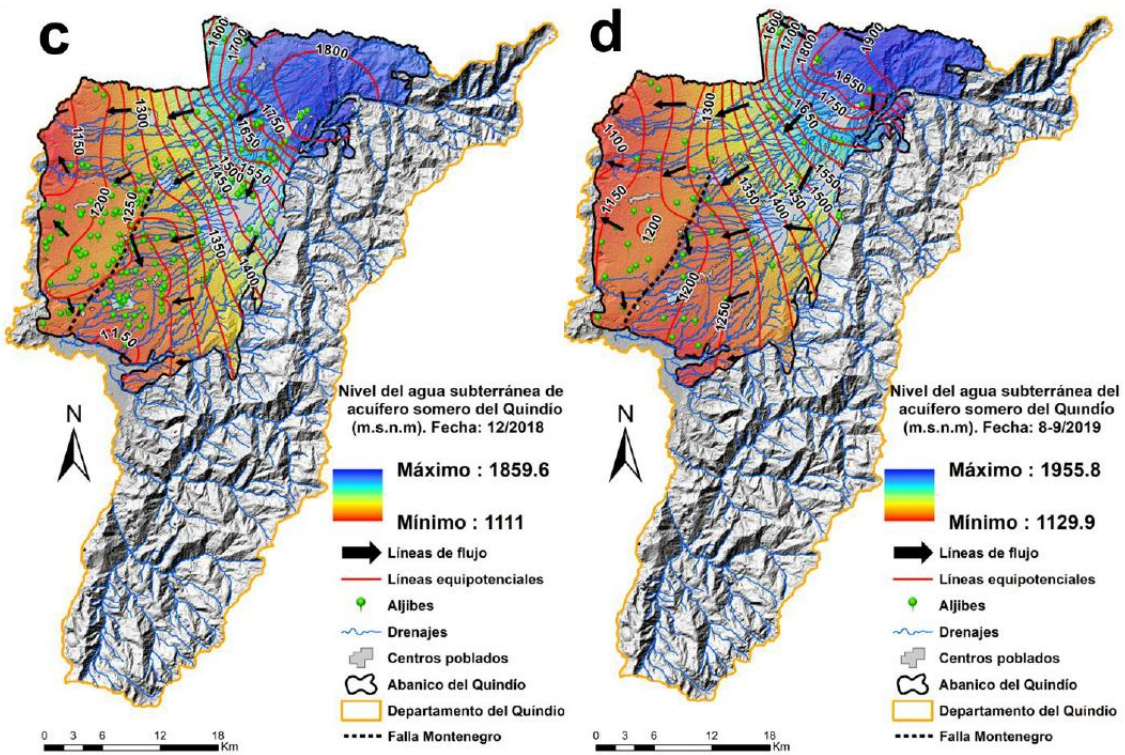


Figura 215. Mapas piezométricos y de flujo de agua subterránea, para del acuífero somero del Quindío, campañas de medición. a. 12/2018, b. 8-9/2019

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 304

Es importe señalar que los estudios hidrogeológicos realizados anteriormente en el SAQ, en sus campañas de medición de niveles de agua subterránea, no se tuvieron en cuenta

mediciones verticales que contemplaran las alturas ortométricas (GPS diferencial) no elipsoidales. Tampoco se tuvo en cuenta información esencial, como es la altura de la boca del pozo y/o aljibe, por lo tanto, la piezometría que se presenta en la Figura 214, Figura 215 y Figura 216 presenta errores ya que no se contempló esta altura en la variación del nivel de agua subterránea observada. En los informes hidrogeológicos anteriormente presentados, no se contempló la corrección del modelo digital de elevación, por lo tanto, las piezometrías presentadas al igual que el MDE implementado en estos estudios presentan errores ~26-35 metros.

En relación con los cambios de las piezometrías entre los periodos de verano y invierno, se encontraron cambios entre 1.2 y 6.7 metros. Las disminuciones en el nivel subterránea en el ASQ en periodos de verano se acentúan fundamentalmente en cercanías de la falla Montenegro donde se modifica regionalmente el flujo de agua subterránea a causa de esta discontinuidad hidráulica.

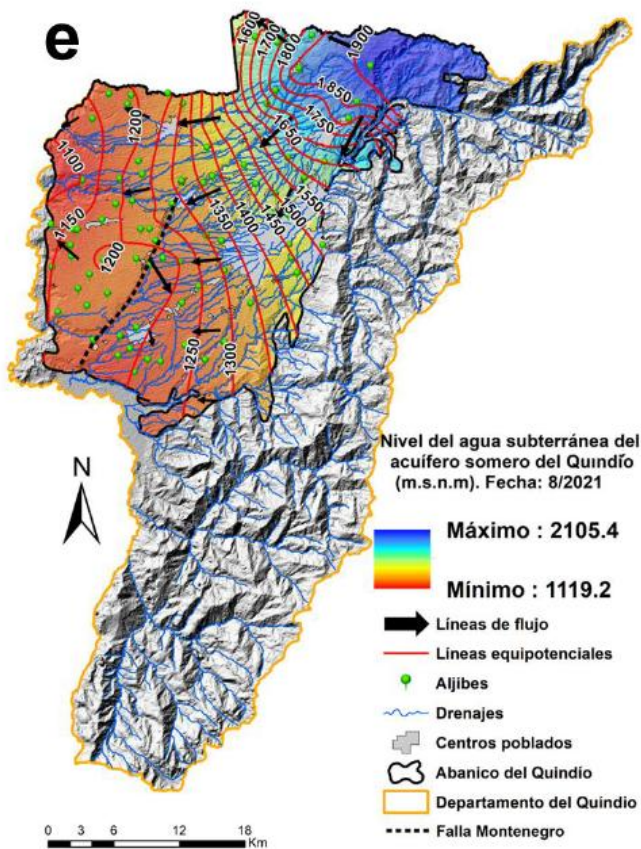


Figura 216. Mapas piezométricos y de flujo de agua subterránea, para del acuífero somero del Quindío, campañas de medición. e. 8/20210

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 305

La ERA Quindío 2023, señala que a escala general en la Figura 217, se observa que los principales centros poblados localizados dentro del SAQ, se encuentran fundamentalmente ubicados en zonas de recarga (zonas de color verde).

De acuerdo con la Figura 218, de la ERA Quindío 2023, el SAQ presenta una interacción y/o conexión importante entre aguas superficiales y aguas subterráneas. La descarga de agua subterránea en el Acuífero Somero del Quindío (ASQ) mantiene los caudales de los principales ríos y quebradas que se encuentran localizadas dentro del sistema acuífero del Quindío. Los ríos y quebradas ubicadas hacia el noroeste se alimentan potencialmente de flujos de agua subterránea de tipo local, como se muestra en la Figura 218. Como hipótesis

se expone que los flujos de tipo regional recargados hacia el noreste, debido al gradiente hidráulico que se presenta en dentro del SAQ y los cuales son influenciados por la discontinuidad hidráulica de la falla Montenegro, posiblemente genere que los ríos localizados hacia el suroeste del SAQ, se alimenten potencialmente de flujos de agua subterránea de carácter regional y local.

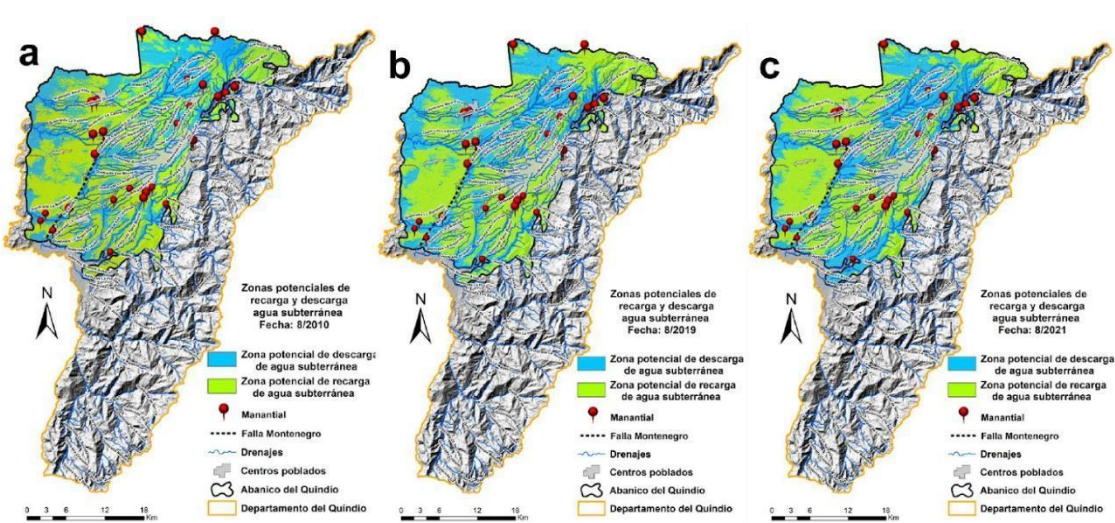


Figura 217. Zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea, para el acuífero somero del Quindío, campañas de medición. a. 8/2010, b. 8/2019 y c. 8/2021.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 306

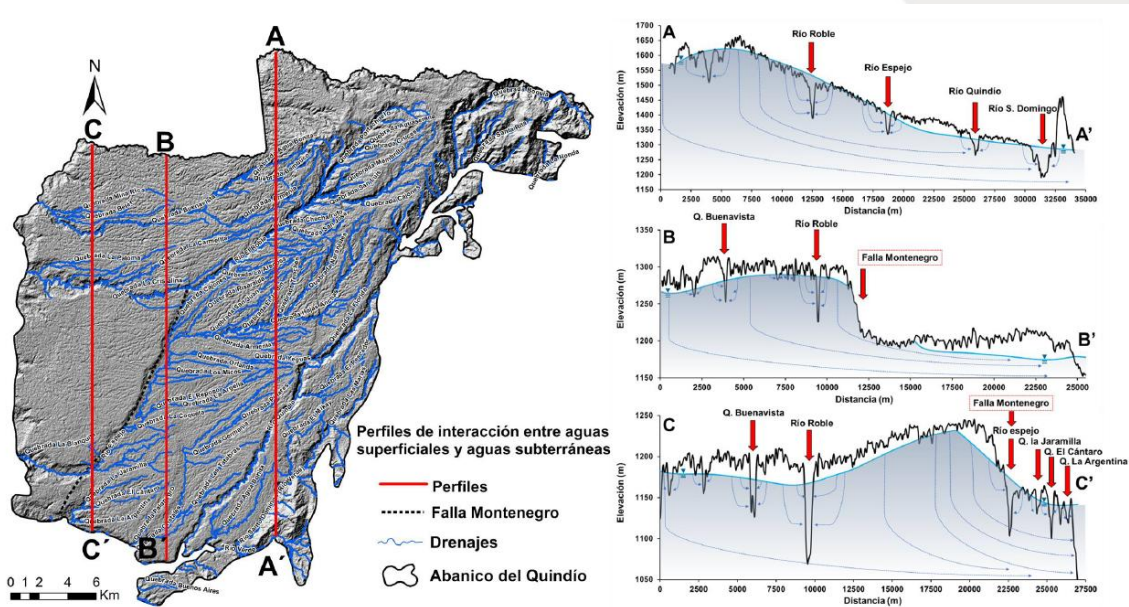


Figura 218. Interacción entre aguas superficiales y aguas subterráneas en el SAQ. Superficie del terreno (línea negra), Superficie freática (línea Azul).

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 308

En relación con el agua almacenada o disponible (oferta) en los Acuíferos Somero del Quindío (ASQ) y Acuífero Profundo del Quindío (APQ), la ERA Quindío 2023 señala:

“Debido a que no se cuenta con medidas de niveles en los diferentes acuíferos (somero y profundo) espacialmente a escala transitoria, se implementaron las imágenes del satélite Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE), para conocer la variación espacial y

temporal del espesor equivalente de agua (EWH) dentro del SAQ. GRACE es una misión conjunta entre la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) y el Centro Aeroespacial Alemán (DLR)”

La misión GRACE, utiliza técnicas de radar de microondas para medir la distancia entre los dos satélites y, a partir de estas mediciones, se crean mapas muy precisos del campo gravitatorio, lo que a su vez proporciona información importante sobre la distribución de la masa agua sobre y bajo la superficie terrestre. Una de las aplicaciones más importantes de la misión GRACE fue el estudio del ciclo del agua en la Tierra. Al medir los cambios en el campo gravitatorio de la Tierra, se pueden monitorear el movimiento del agua por el planeta, incluido:

Aguas subterráneas: GRACE se ha utilizado para detectar cambios en el almacenamiento de agua subterránea en varias regiones del mundo. Por lo tanto, este producto puede estimar los cambios en la masa de agua almacenada en el subsuelo. Esta información puede utilizarse para controlar los cambios en los niveles de las aguas subterráneas y evaluar la sostenibilidad de los recursos hídricos subterráneos (Rampart y Ramillien, 2018).

Lagos y embalses: GRACE también se ha utilizado para detectar cambios en la cantidad de agua almacenada en lagos y embalses. Esta información puede usarse para controlar la disponibilidad de agua para la agricultura, la energía hidroeléctrica y otros usos (Longuevergne et al., 2013).

Capas de hielo y glaciares: GRACE se ha utilizado para controlar los cambios en la masa de las capas de hielo y los glaciares, lo que puede ayudar a evaluar el impacto del cambio climático en estos sistemas y estimar la tasa de pérdida de hielo (Wouters et al., 2019)

Con el fin de filtrar las variaciones del nivel de agua subterránea en el almacenamiento total agua (EWH) dentro del SAQ, se implementó la siguiente ecuación: $TWS=SW+GW$; $GW=TWS-SW$

Donde:

TWS : Almacenamiento total de agua (cm), Fuente GRACE RL05

SW : Humedad en el suelo hasta la zona de raíces (cm), fuente GLDAS 2.2

GW : Nivel de agua subterránea (cm)

La comparación mensual de TWS , SW y GW para el periodo del 2002-2022 se presenta en la Figura 222a. La variabilidad del nivel del agua subterránea en el SAQ se encuentra fuertemente controlada las fases del ENSO (Figura 222b). Cuando la anomalía en la SST del Pacífico Ecuatorial, supera $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, se presenta el fenómeno del Niño, se experimentan anomalías negativas en el GW. cuando la SST disminuye $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, se presenta la Niña se invierte la tendencia y se presentan anomalías positivas en GW. Cuando ocurren los fenómenos de ENSO dentro del SAQ, se presentan un mayor impacto para nivel de agua subterránea que para la precipitación, debido a los efectos análogos de la humedad del suelo y la evapotranspiración.

Por otra parte, en relación con los periodos húmedos a consecuencia de eventos tipo “Niña”, se observan en los periodos 2007-2008, 2010-2011 y 2020-2022 una anomalía positiva en el nivel de agua subterránea. Se destaca los años 2020 a 2022, como el periodo con mayor almacenamiento total de agua en el SAQ, llegando a valores de +12 cm. La Niña presentó su pico 11/2020, en el océano pacifico, mientras que el pico de este fenómeno en la variación del nivel de agua subterránea se produjo en el periodo 2/2016.

En la Figura 223, se presenta la variación espacial del almacenamiento total de agua para el SAQ, a escala estacional para el periodo 2002-2022. Los periodos de menor almacenamiento de agua dentro del SAQ se observan para las épocas de verano Diciembre, Enero y Febrero y Junio, Julio y Agosto, mientras los periodos de mayor almacenamiento se vislumbran en los periodos húmedos Marzo, Abril y Mayo y Septiembre, Octubre y Noviembre, aunque sobresale fundamentalmente el periodo Marzo, Abril y Mayo.

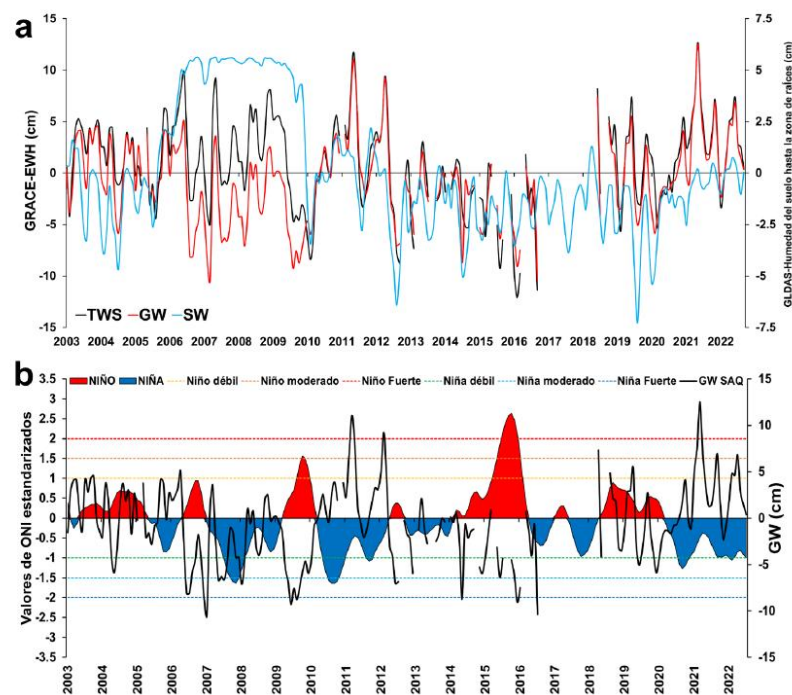


Figura 222. Comparación mensual entre: a. almacenamiento total de agua (TWS= SW+GW), humedad del suelo hasta la zona de raíces (SW) y nivel de agua subterránea (GW) y b. variación del índice climático estandarizado ONI y nivel de agua subterránea en el SAQ para el periodo 2002-2022.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 316

En correspondencia con el índice climático ONI, los periodos secos relacionados al fenómeno del niño, se observan en los años 2002-2003, 2009-2010 y 2015-2016, un declive en el nivel de agua subterránea dentro del SAQ. Se destaca el periodo 2015-2016, como la sequía más extrema presentada en los últimos 30 años, para este periodo las anomalías negativas en el nivel de agua subterránea llegaron a valores de -10 cm. En el SAQ el ENSO se presenta como un patrón de teleconexión rezagado entre 1 a 5 meses.

El ENSO “Niño” presentó su pico 12/2015, en el océano pacifico, mientras que el pico de este fenómeno en la variación del nivel de agua subterránea ocurre en el periodo 2/2016.

Por otra parte, en relación con los periodos húmedos a consecuencia de eventos tipo “Niña”, se observan en los periodos 2007-2008, 2010-2011 y 2020-2022 una anomalía positiva en el nivel de agua subterránea. Se destaca los años 2020 a 2022, como el periodo con mayor almacenamiento total de agua en el SAQ, llegando a valores de +12 cm. La Niña presentó su pico 11/2020, en el océano pacifico, mientras que el pico de este fenómeno en la variación del nivel de agua subterránea se produjo en el periodo 2/2016.

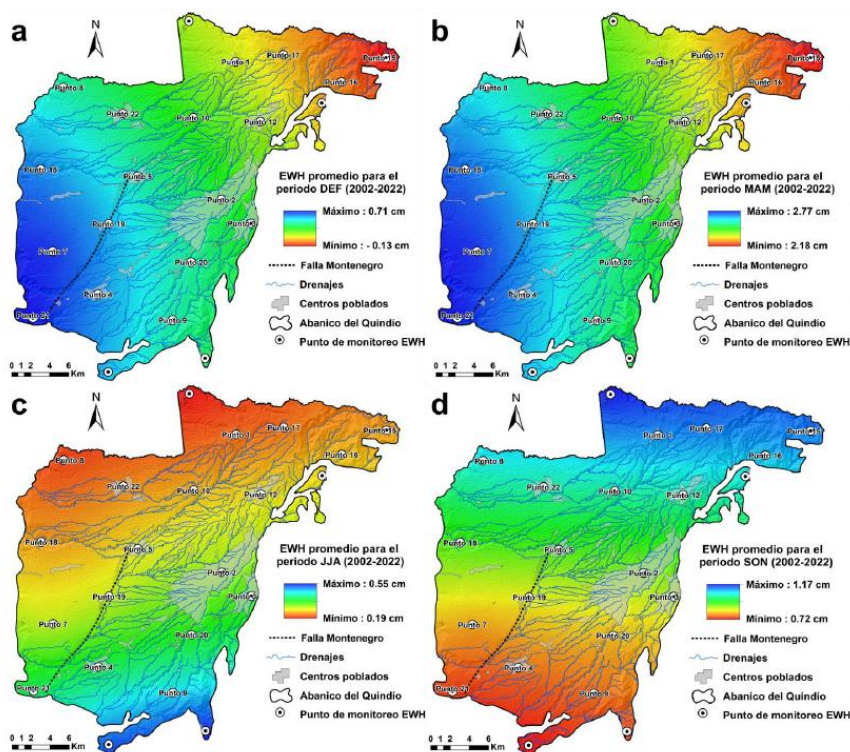


Figura 223. Variación promedio estacional del EWH para el periodo 2002-2022 en el SAQ. a. diciembre-enero-febrero, b. marzo-abril-mayo, c. junio-julio-agosto y d. septiembre-octubre-noviembre.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 318

En relación con la hidroquímica de las aguas subterráneas de los Acuíferos Somero y Profundo del Quindío, la ERA Quindío 2023 señala en resumen elaborado por la RAP, las siguientes conclusiones:

La composición de las aguas subterráneas es el resultado de la interacción del agua con el material geológico que conforma el SAQ y por procesos antropogénicos de la población asentada sobre este sistema. Sobre las zonas de recarga de ambos acuíferos, se encuentran los centros poblados más habitados como son Armenia, Montenegro, Filandia, La Tebaida y Circasia y la hidroquímica resultante de los monitoreos realizados, confirma la influencia de las descargas de origen antrópico en las aguas subterráneas tanto del acuífero Somero como del acuífero profundo del Quindío.

Las evidencias de contaminación antrópica se manifiestan por la presencia de altos contenidos de Sodio (Na) y Nitrato (NO₃) por ejemplo: Las mayores concentraciones de Na, se localizan hacia el sector de Filandia, Armenia, Circasia, La Tebaida y Montenegro en el ASQ, indicando condiciones de contaminación antrópica debido a su correspondencia con los contenidos de NO₃. Las mayores concentraciones de Na en el APQ, se presentan en cercanías a la falla Montenegro, fundamentalmente en el pozo del parque del café, el cual tiene una profundidad de 243 m y el cual posiblemente extrae una mezcla de aguas del acuífero profundo con aguas de origen marino que posee el basamento hidrogeológico.

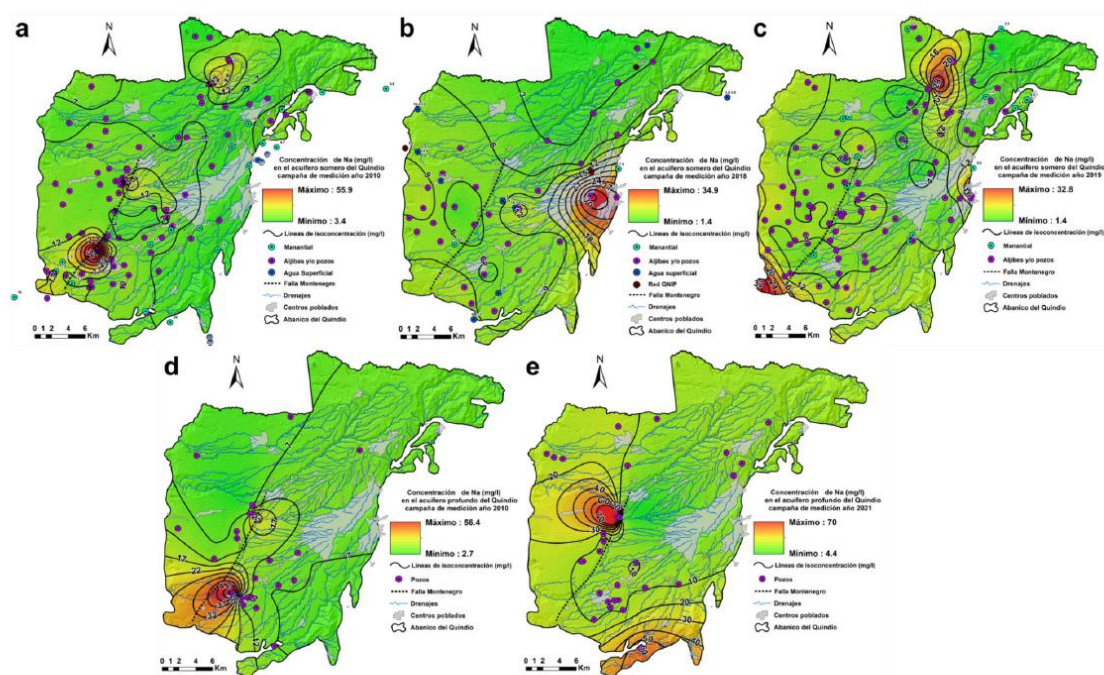


Figura 226. Concentración de Sodio (Na) en el SAQ: acuífero somero del Quindío, Campaña de monitoreo: a. 2010, b. 2018 y c. 2019. Acuífero profundo del Quindío, Campaña de monitoreo: d. 2010 y e. 2021.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 334

El nitrato se considera el contaminante más común de las aguas subterráneas, ya que suele liberarse más fácilmente al medio ambiente que otros componentes del ciclo del nitrógeno, debido al uso de fertilizantes nitrogenados, los cuales poseen una alta solubilidad. Como se observa en la Figura 231, se presentan mayores concentraciones de NO3 en el ASQ, que el APQ, indicando procesos de contaminación en el acuífero somero. El nitrato presenta la misma tendencia que los cloruros en ASQ, reflejando mayores concentraciones en los principales centros poblados localizados dentro del SAQ y donde se evidencia un aumento en la concentración de iones (NO3 y Cl) a causa de fuentes de contaminación, posiblemente aguas residuales domésticas. Es importante aclarar que en los monitores hidroquímicos más actualizados realizados en ASQ, se observa un aumento progresivo en las concentraciones de nitrato, fundamentalmente en las zonas urbanas y en las zonas agrícolas, debido al aumento de la población y al uso fertilizantes nitrogenados sobre estas áreas.

También se analizó el Cloruro (Cl-) presente en las muestras. Los cloruros en el agua subterránea del SAQ, se originan de condiciones antrópicas (aguas residuales domésticas) y por mezclas de aguas de origen marino. Como se observa en la Figura 230, los mapas de isoconcentración de cloruros, presentan una tendencia similar que la distribución del Na dentro del SAQ.

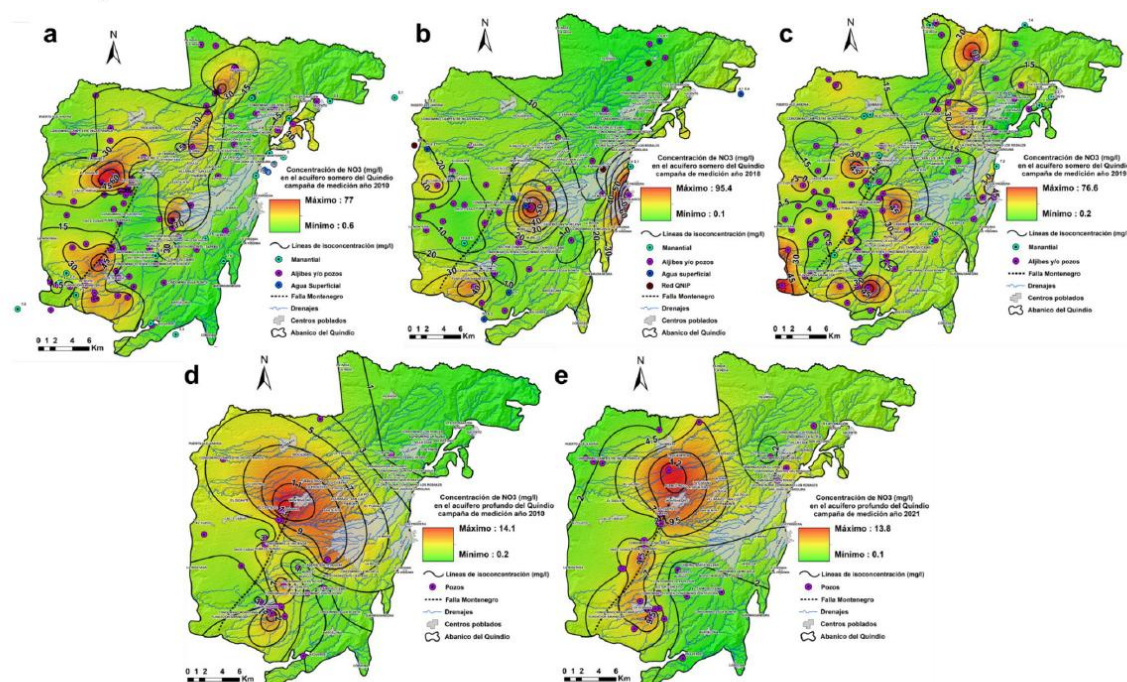


Figura 231. Concentración de Nitrato (NO3-) en el SAQ: acuífero somero del Quindío, Campaña de monitoreo: a. 2010, b. 2018 y c. 2019. Acuífero profundo del Quindío, Campaña de monitoreo: d. 2010 y e. 2021.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 339

Se presentan mayores concentraciones en el APQ, que en el ASQ. Es importante aclarar, que a escala general las concentraciones de Cl, son mayores en ASQ, pero en cercanías a Montenegro y La Tebaida debido a la profundidad de los pozos, se extraen una mezcla de aguas que provienen del acuífero profundo con aguas salinas de formaciones profundas que pueden deberse a litologías que posee el basamento ígneo de corteza oceánica. En el ASQ las concentraciones de Cl, están relacionadas con la contaminación con aguas residuales, como se observa en la Figura 230, las mayores concentraciones fundamentalmente se exhiben en los principales centros poblados localizados dentro del SAQ.

El agua del SAQ también presenta minerales como Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Bicarbonato (HCO3), resultado de la interacción del agua con estratos de suelo conformados por estos componentes o por interacción con la atmósfera, pero también presentan Potasio (K), como resultado de la interacción con feldespatos y fertilizantes. En el ASQ, se observan mayores concentraciones hacia el noreste del SAQ, sobre el sector Filandia, mientras que, en el APQ, se observan en cercanías de Montenegro y La Tebaida.

Los valores de pH de las muestras analizadas para el SAQ, para los diferentes monitores, varían entre 5 y 7.9, lo que indica que el agua subterránea del SAQ es de tipo alcalina.

La Conductividad eléctrica (CE) es otro parámetro que se analiza en este acuífero. Dado que la conductividad eléctrica, se incrementa con el aumento de la concentración de sales solubles en el agua. Los valores de CE dependen de la concentración de iones, la temperatura y el tipo de iones. Para interpretar la calidad del agua en términos de la cantidad de iones solubles, debe tenerse en cuenta, como regla general, que la cantidad de sales solubles suele aumentar a lo largo de la dirección del flujo de agua subterránea (Freeze y Cherry 1979).

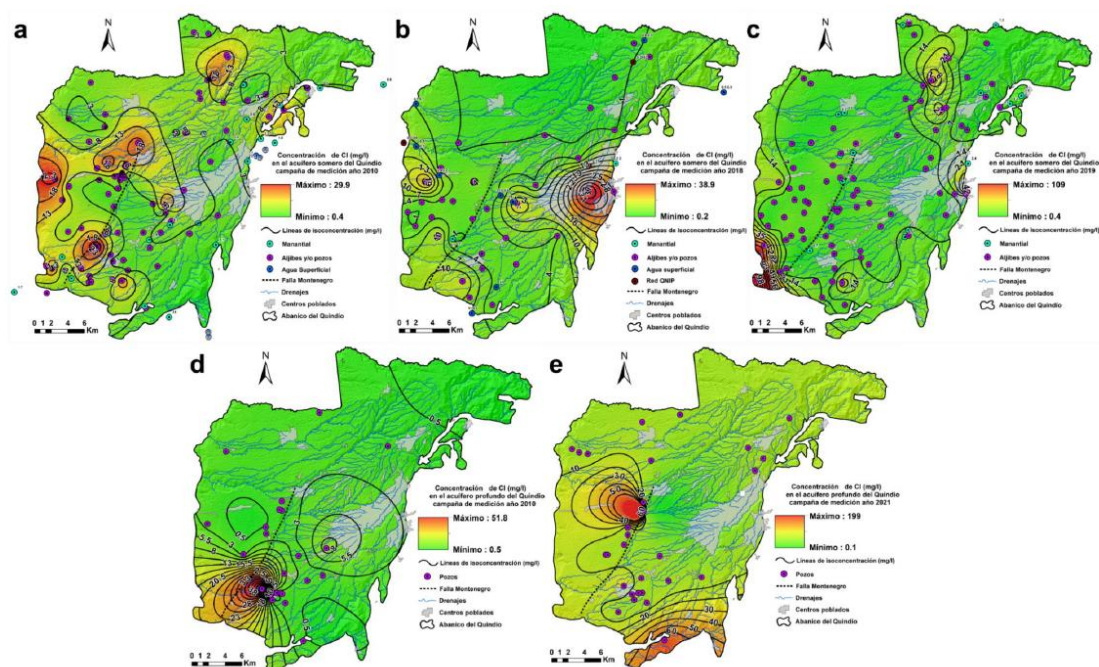


Figura 230. Concentración de Cloruro (Cl-) en el SAQ: acuífero somero del Quindío, Campaña de monitoreo: a. 2010, b. 2018 y c. 2019. Acuífero profundo del Quindío, Campaña de monitoreo: d. 2010 y e. 2021.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 338

Como se observa en la Figura 233, en el ASQ, como en el APQ, la CE aumenta de noreste a suroeste, en concordancia con el flujo del agua subterránea. En el ASQ, los diferentes mapas de distribución espacial de CE, muestran valores máximos en zonas puntuales, como en centros poblados, revelando procesos de contaminación focalizados (CRQ, 2021). En la Figura 233, se vislumbra al igual que los mapas de NO3 para el ASQ, un aumento progresivo de la CE (mapa año 2019) sobre todo el ASQ, indicando un aumento progresivo en la contaminación sobre este acuífero.

Las relaciones entre Na y Cl son más significativas en profundidad en APQ, es posible que exista una mezcla de aguas salinas que pueden ser continentales antiguas o de origen marino por el aumento progresivo en profundidad de estos dos iones. Por otro lado, El NO3 no presenta asociaciones con Cl en el APQ, lo que indica que hasta el momento no se presentan procesos de polución para este acuífero. Finalmente, en el APQ el NO3 y pH se relacionan inversamente, revelando procesos de óxido-reducción

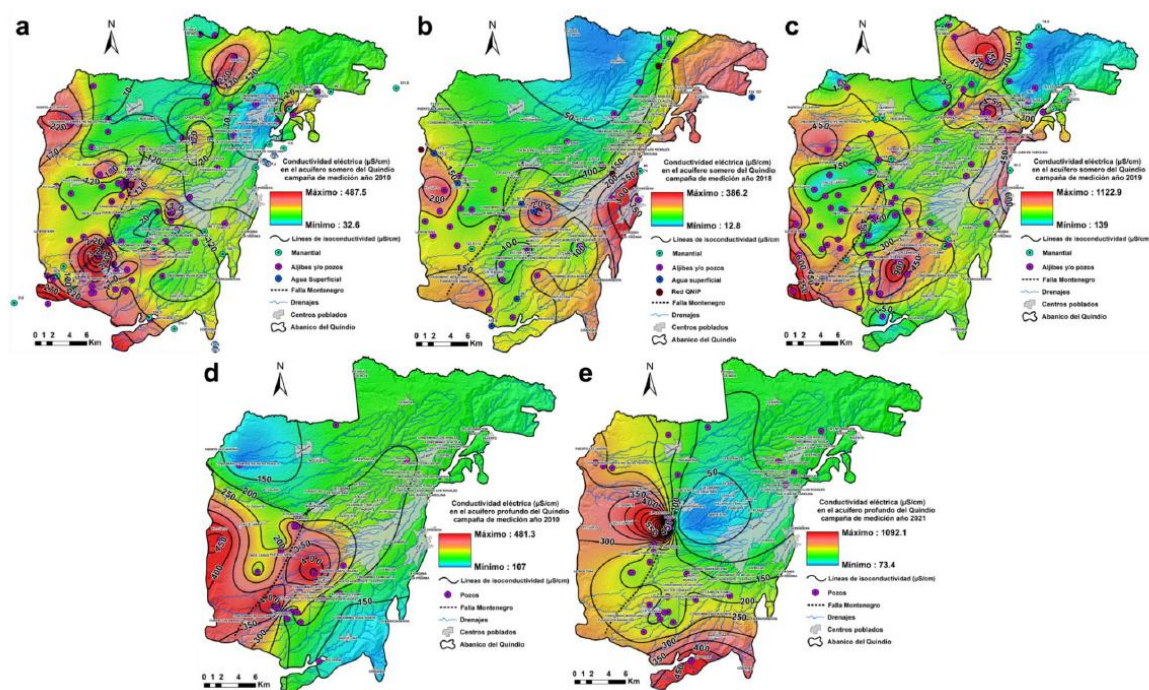


Figura 233. Conductividad Eléctrica (µS/cm) en el SAQ: acuífero somero del Quindío, Campaña de monitoreo: a. 2010, b. 2018 y c. 2019. Acuífero profundo del Quindío, Campaña de monitoreo: d. 2010 y e. 2021.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 341

Isotopía

La ERA Quindío 2023, sintetiza los avances más notorios en el conocimiento de las aguas subterráneas del SAQ, logrados por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) en los últimos cinco años de labores con relación al tema de isotópico, que permite precisar la procedencia de las aguas que conforman los acuíferos y la edad de las mismas, para determinar si son jóvenes, viejas o muy viejas.

En febrero de 2018, la estación CRQ se convirtió en la pionera de una ambiciosa red de monitoreo de isótopos, marcando el comienzo de una nueva era en la investigación ambiental. Solo un mes después, su capacidad se amplió notablemente con la activación de cuatro estaciones adicionales, lo que representó un avance significativo en la capacidad de monitoreo a gran escala. A pesar de enfrentar retos logísticos que han provocado breves interrupciones en su funcionamiento, la red ha logrado mantener una operatividad efectiva y constante. Hasta noviembre de 2021, la estación CRQ ha jugado un papel crucial dentro de este esfuerzo colectivo, enviando un total de 205 muestras al renombrado Laboratorio de Isótopos Ambientales de la Universidad de Waterloo, en Canadá, para el análisis detallado de deuterio y oxígeno-18. En la Figura 247, se muestra la localización de las cinco estacione

Se aborda primero, la red de isótopos en la precipitación (QNIP), posteriormente se presentan resultados de isótopos estables en las aguas subterráneas, seguidamente se aborda de manera concisa el tema de la contaminación con nitratos y finalmente se determina la datación de las aguas subterráneas dentro del SAQ. Para el presente diagnóstico, el punto más importante es el de contaminación hídrica del acuífero del Quindío.

Contaminación con nitratos

Hay muchas fuentes de nitratos en el agua subterránea, algunas naturales y otras antrópicas; algunas son fuentes puntuales y otras son difusas. Las fuentes de contaminación más

frecuentes están relacionadas con el abuso en la aplicación de fertilizantes y en la disposición inadecuada de aguas residuales domésticas. Se estima que hasta el 75% de nitrógeno adicionado al ciclo hidrológico en el continente puede ser removido en forma natural antes que las aguas alcancen los ecosistemas marinos (Howarth et al., 1996). Las posibles transformaciones y eventual destino que el nitrógeno (N) pueda tener a medida que los flujos de agua avanzan por el ciclo hidrológico son de especial interés para la comunidad científica y los tomadores de decisiones. La idea más aceptada es que la desaparición del N es principalmente ocasionada por transformaciones biológicas. Todas esas transformaciones están acompañadas por fraccionamientos isotópicos de los elementos que conforman las moléculas nitrogenadas.

Los resultados de ^{15}N y ^{18}O en nitrato están incluidos en la Figura 256. El punto negro corresponde a un pozo que capta el acuífero profundo. Los demás círculos representan al acuífero somero. Fácilmente se advierte que la mayoría de los puntos caen dentro del rango característico para aguas residuales domésticas o para fertilizantes derivados del estiércol. Algunos puntos también se encuentran dentro del rango característico para nitratos originados de manera natural en el suelo

Por el momento, y asumiendo que en la zona de estudio no hay procesos relevantes de transformación del nitrato, se puede decir a partir de la Figura 256, que en su mayoría el nitrato en el agua subterránea del acuífero somero procede de la aplicación de estiércol como fertilizante, o de la disposición de aguas residuales domésticas.

Otra conclusión de los datos, extraída de la Figura 256, es que la aplicación de fertilizantes sintéticos, estén éstos basados en nitrato o amonio, parece no ser de importancia en relación con la calidad del agua subterránea

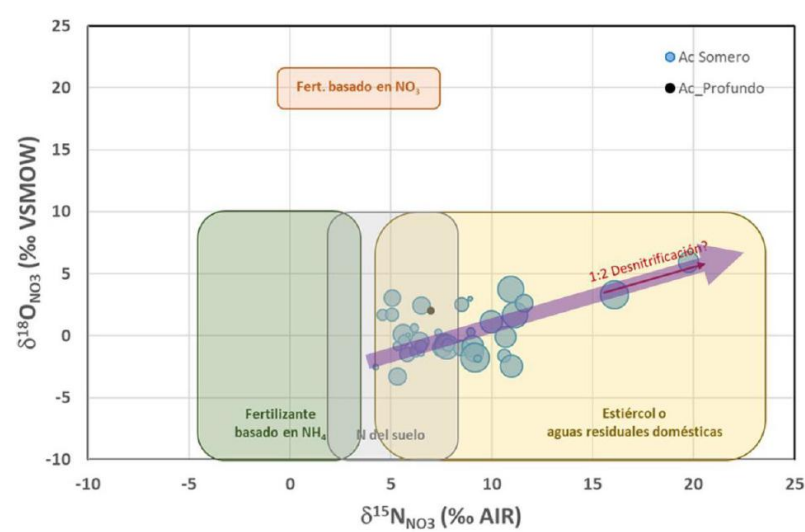


Figura 256. Rangos para la firma isotópica, diferentes fuentes de nitratos en el agua subterránea.

Figura Tomada de la ERA Quindío 2023, elaborada por la CRQ, página 371

Datación del agua subterránea

Una de las variables más importantes en cualquier evaluación de acuíferos es el tiempo medio de residencia de las aguas subterráneas. Esta variable es muy importante porque está relacionada con la vulnerabilidad del acuífero a procesos de contaminación (entre menor es el tiempo de residencia, más susceptible es el agua subterránea a su contaminación) y de renovabilidad (aguas con edades muy altas indican que tienen una renovabilidad baja). Las herramientas isotópicas son los mejores instrumentos para estimar las edades del agua

subterránea. Las primeras dataciones conocidas en el SAQ las realizó la CRQ en 2019 y estuvieron enfocadas en el acuífero somero. En el año 2021 se hizo una segunda campaña de datación, esta vez dando igual importancia a los dos acuíferos. Las herramientas que se han utilizado son tritio (adecuado para datar aguas modernas) y radiocarbono (adecuado para aguas sub-modernas y antiguas).

Tritio

La sola presencia de tritio en una muestra de agua subterránea indica que esa agua es moderna. Se dice que un agua subterránea es moderna si su recarga se produjo en los años 60's del siglo pasado o después. Entonces, la ausencia/presencia de tritio en una muestra es una manera cualitativa de indicar si el agua en cuestión es moderna o no. En 2019 se tomaron muestras para análisis de tritio en trece puntos, once del acuífero somero (diez aljibes y un manantial) y dos pozos (acuífero profundo).

También se hizo muestreo con Radiocarbono y carbono -13, y estos muestreos, junto con los de Tritio, arrojaron que el agua es moderna, que, para la clasificación de edad de acuíferos, es reciente y tiende a marcar una edad promedio igual o menor a 60 años para el SAQ.

Modelo conceptual de Funcionamiento Hidrogeológico

Un esquema sobre el funcionamiento hidrogeológico del SAQ, se presenta en la Figura 258. De acuerdo con la información piezométrica y hidrogeoquímica, el sistema hidrogeológico del SAQ, se estaría recargando principalmente hacia el noreste, pero se presentan zonas de recarga local donde se encuentran ubicados los principales centros poblados del departamento del Quindío (Armenia, Calarcá, La Tebaida, Circasia, Montenegro, Quimbaya y Salento). El acuífero somero presenta espesores en promedio entre 20 y 30 m. La descarga del ASQ es de dos tipos: se presentan descargas de tipo local, que alimentan los sectores de la parte alta de los ríos Roble y Quindío y de la quebrada Buenavista y sobre las planicies de inundación de los ríos y quebradas que se encuentran dentro del SAQ. Se presentan descargas de tipo regional, una parte del flujo que se recarga fundamentalmente hacia el noreste se mueve hacia el noroeste ya que el flujo en esta zona no es afectado por la discontinuidad hidráulica de la falla Montenegro. Cuando el flujo de agua subterráneo regional en el ASQ, choca con el bloque levantado de la falla Montenegro, cambia de dirección producto de este levantamiento y se mueve hacia el suroeste donde descarga fundamentalmente hacia el municipio de La Tebaida.

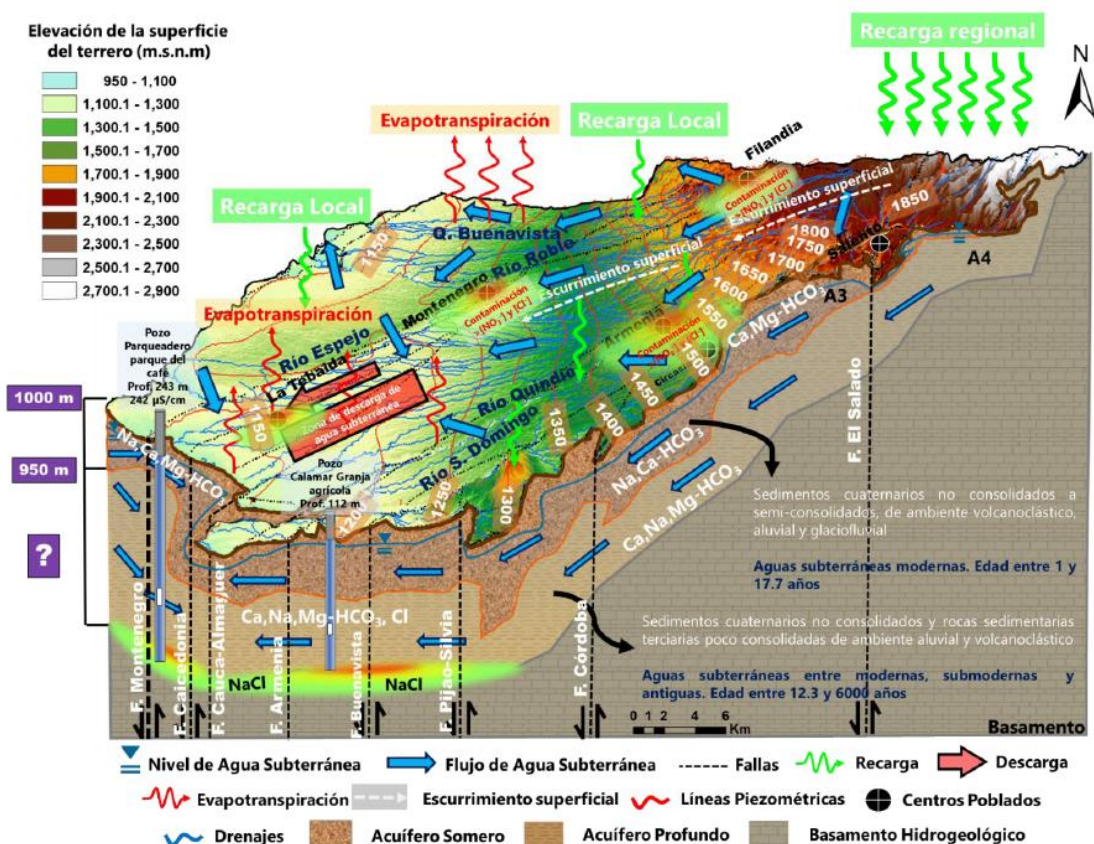


Figura 258. Modelo conceptual sobre el funcionamiento hidrogeológico del Sistema Acuífero del Quindío.

En relación con el APQ no se obtuvo información discretizada espacialmente del nivel del agua en diferentes pozos para construir una piezometría y describir el sistema del flujo para este acuífero. Tampoco se encuentra muy claro su espesor, pero su techo posiblemente se encuentra a 50 metros de profundidad (CRQ, 2021). De acuerdo con la información recabada por SGC (2016), este acuífero se recarga esencialmente hacia noroeste del SAQ y descarga hacia el suroeste sobre el municipio de la Tebaida, por lo tanto, la falla Montenegro posiblemente también actúa como una discontinuidad hidráulica que modifica el flujo regional en el APQ. De acuerdo con la información litológica analizada de los pozos el SGC, el SAQ presenta un espesor aproximadamente de 300 m de profundidad en el Municipio de La Tebaida, hacia el municipio de Montenegro presenta un espesor aproximado de 127 m de profundidad y hacia el noreste en el pozo de la bombona presenta espesores >220 m, a escala general el SAQ presenta un espesor 200 m en promedio (SGC,2016).

En el SAQ se presenta una interacción importante entre aguas superficiales y aguas subterráneas (SW-GW). La descarga de agua subterránea en el ASQ mantiene los caudales de los principales ríos y quebradas que se encuentran localizadas dentro del sistema acuífero del Quindío. Los Ríos y/o Quebradas ubicadas hacia el noroeste se alimentan potencialmente de flujos de agua subterránea de tipo local, como hipótesis en este estudio, se expone que los flujos de tipo regional recargados hacia el noreste, debido al gradiente hidráulico que se presenta en dentro del SAQ y los cuales son influenciados por la discontinuidad hidráulica de la falla Montenegro, posiblemente genere que los Ríos localizados hacia el suroeste del SAQ, se alimenten potencialmente de flujos de agua subterránea de carácter regional y local. La firma química de las muestras tomadas en diferentes puntos de agua superficial fue muy similar a la firma química de las aguas en el ASQ, lo que sugiere una conexión importante entre estas dos componentes dentro del SAQ. La firma química de las aguas superficiales de las Quebradas Primavera y Cristales, indican que posiblemente en estos sistemas hídricos hay descarga del APQ, pero posiblemente estas concentraciones también puedan deberse a problemas de polución.

Se observa un comportamiento en el ASQ, es que, a medida que se va mineralizando el agua, producto de la hidrodinámica del ASQ, se va enriqueciendo con cloruros y nitratos, los cuales son de origen antrópico. Según los análisis de 15N y 18O realizados por CRQ (2021), la contaminación del ASQ, se debe fundamentalmente a aguas residuales domésticas, y sus fuentes básicamente, se observan en los centros poblados que se asientan dentro del SAQ (Filandia, Montenegro, Armenia, Circasia y La Tebaida). Se observa en los últimos monitoreos hidroquímicos realizados en el ASQ, como han aumentado de manera gradual espacial y temporalmente la concentración de NO₃ y Cl, como también la CE, indicando una degradación progresiva de la calidad del agua en el ASQ.

7.2.2. Evaluación Regional del Agua en Tolima

La Corporación Autónoma Regional del Tolima -CORTOLIMA- elaboró entre los años 2021 y 2022, la Evaluación Regional del Agua -ERA- de este Departamento en dos fases. La Fase 1, analiza la situación de la oferta, la demanda y la calidad del agua de las subzonas hídricas de los ríos Coello, Opía, Totare, Recio-Venadillo, Sabandija, Lagunilla, Gualí y Guarín y fue realizado en el año 2021. La Fase 2 tiene el mismo alcance para las SZH de los Ríos Saldaña en sus tramos Alto, Medio y Bajo, Amoyá, Anamichu, Anchique, Atá, Cambrin y Patá y fue elaborada en el año 2022.

La condición de la Oferta de agua en la ERA del Tolima se resume en los siguientes párrafos, gráficos y tablas, tomados de los documentos publicados por CORTOLIMA:

La ERA Tolima plantea el desarrollo de la modelación hidrológica sobre las 8 subzonas hidrográficas definidas en su Fase 1 de ejecución y las 9 subzonas incluidas en la Fase 2, estableciéndose como principal objetivo determinar y analizar su oferta hídrica superficial a través de la caracterización del comportamiento hidrológico mediante la simulación y reconstrucción de los caudales, determinando el estado actual en términos de cantidad del recurso permitiendo definir posibles escenarios de riesgo y vulnerabilidad con base en los resultados de las simulaciones; el establecimiento de indicadores de estado y presión por el uso del agua; y el análisis de la frecuencia e intensidad de eventos hidrológicos extremos en condiciones históricas y de escenarios de cambio climático.

La ERA 2022 presenta como novedad (diferente al de la Primera Fase), un balance hídrico con las condiciones promedio de clima, topografía, cobertura y demás parámetros propios de la zona sur del Tolima, que se resume en la Figura 70. En ella se puede observar que en el balance hídrico promedio anual del período 1990-2021, cada año entran al sistema por precipitación 2024 mm, se evapotranspira alrededor del 51% del agua que representa 1056 mm. Se escurren superficialmente 6% que son 134 mm, mientras que subsuperficialmente se escurren 34% (695 mm), se descargan del acuífero libre y/o freático hacia el cauce 7% que representan 142 mm y finalmente se recargan al acuífero semiconfinado 2% (37 mm).

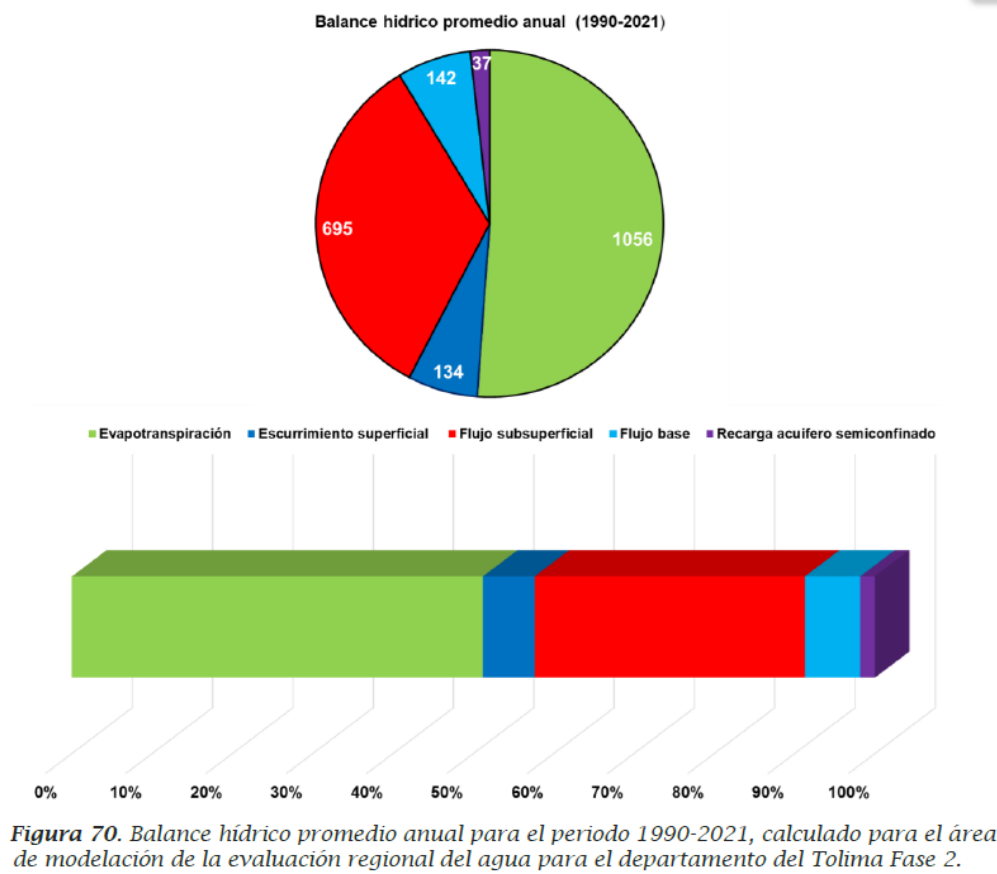


Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 2, CORTOLIMA, 2023, página 257

7.2.2.1. .OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL Y DISPONIBLE

7.2.2.1.1. Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS)

La Oferta hídrica total superficial (OHTS) se define como el volumen de agua por unidad de tiempo que drena por la superficie y que no se infiltra o evapotranspira. En la Evaluación Regional del Agua se determinó a partir de simulación hidrológica a escala diaria en el periodo 1990 a 2021, calculada mediante los modelos hidrológicos distribuidos que fueron implementados en las 8 subzonas hidrográficas. La OHTS se expresa en términos de caudal (m3/s), escorrentía (mm), y rendimiento hídrico (l/s/km2).

Para caracterizar y sintetizar la variabilidad y tendencia de la oferta hídrica, se calculó para cada unidad de análisis el diagrama de percentiles mensuales de caudal que expresa una representación gráfica de la distribución interanual de los caudales medios diarios cada mes del año hidrológico, y se aplicó la prueba de Mann-Kendall (Hussain et al.; 2019) para las series anuales de caudales medios, máximos y mínimos diarios.

7.2.2.1.2. Oferta Hídrica Total Disponible (OHTD)

Llama la atención en esta Evaluación, el análisis detallado que se hace de la oferta hídrica total disponible, que se define como el resultado de sustraer el caudal ambiental a la oferta hídrica total superficial. Con el fin de mantener una coherencia metodológica con el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2018), el caudal ambiental (CA) se estableció como el caudal característico Q85 de la curva de duración de caudales diarios, en las unidades de análisis con índice de regulación hídrica (IRH) mayor o igual a 0.70, y se definió como el caudal característico Q75 de la curva de duración de caudales diarios para las unidades hidrográficas de análisis con IRH menor a 0.70.

El año hidrológico medio corresponde a los caudales medios mensuales del periodo 1990 a 2021, el año hidrológico seco corresponde al episodio histórico de la fase cálida del fenómeno ENSO más severo del que se tiene registro (Año hidrológico 2015/2016), y el año hidrológico húmedo fue definido como un episodio extremo de la fase fría del fenómeno ENSO (Año hidrológico 2010/2011).

Las ERAs 2021 y 2022 presentan la OHTS y la OHTD, para las 17 Subzonas Hidrográficas, siendo particularmente notables los resultados que se citan a continuación por expresar vulnerabilidad en relación con la disponibilidad de recurso que ya refleja escasés en algunas de ellas:

Dentro de la SZH del Río Coello, las Quebrada Chagualá, Gualanday presenta deficiencias en razón que los caudales medios anuales están muy cerca de los caudales mínimos que son los que se presentan en año seco. Lo mismo ocurre en la SZH del Río Opía Tramo 1.

Año Medio			Año Húmedo			Año Seco		
OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)
1.63	0.86	0.77	1.70	0.86	0.84	1.23	0.77	0.46

Tabla 32. Oferta hídrica total superficial (OHTS), caudal ambiental (CA) y oferta hídrica total disponible (OHTD) para las condiciones hidrológicas de año medio, año húmedo y año seco en la unidad quebrada Chagualá

Tabla Quebrada Chagualá, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 114

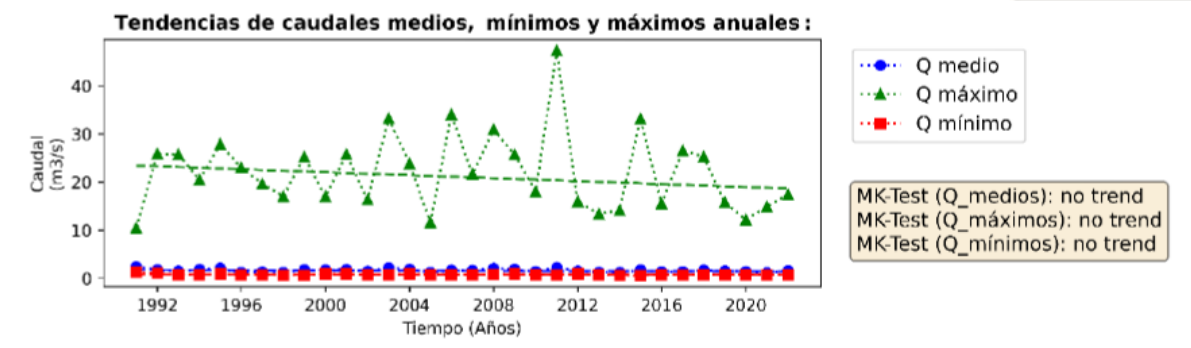


Figura Quebrada Chagualá, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 115

Año Medio			Año Húmedo			Año Seco		
OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)
1.35	0.12	1.23	1.53	0.12	1.41	1.16	0.12	1.04

Tabla 33. Oferta hídrica total superficial (OHTS), caudal ambiental (CA) y oferta hídrica total disponible (OHTD) para las condiciones hidrológicas de año medio, año húmedo y año seco en la unidad quebrada Gualanday

Tabla Quebrada Chagualá, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 116

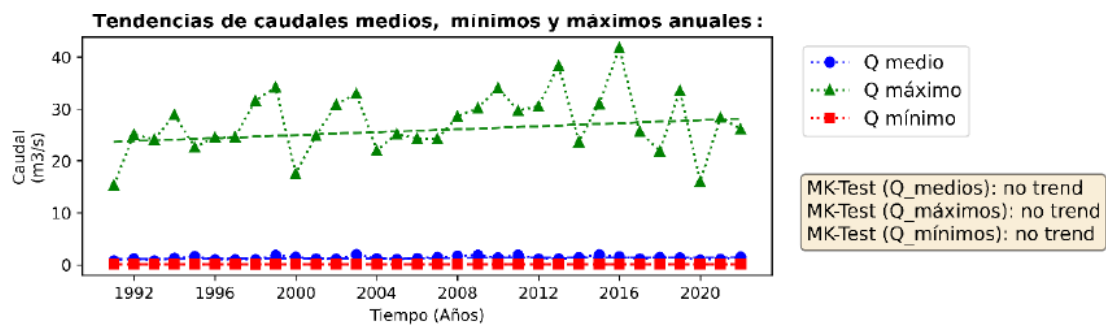


Figura 46. Oferta hídrica total superficial y esorrentía mensual para año medio, húmedo y seco en la unidad Quebrada Gualanday

Figura Quebrada Chagualá, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 117

Año Medio			Año Húmedo			Año Seco		
OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)
2.14	0.52	1.62	2.12	0.52	1.60	1.79	0.46	1.33

Tabla 66. Oferta hídrica total superficial (OHTS), caudal ambiental (CA) y oferta hídrica total disponible (OHTD) para las condiciones hidrológicas de año medio, año húmedo y año seco en la unidad quebrada Doima

Tabla Quebrada Doima, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 182

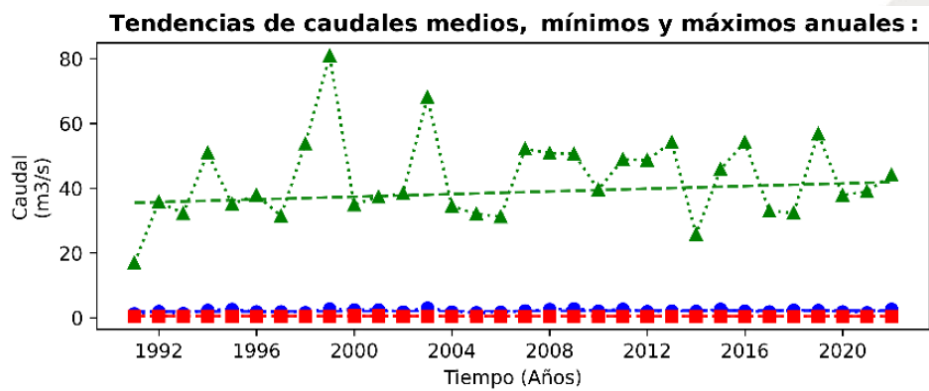


Figura Quebrada Doima, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 183

Año Medio			Año Húmedo			Año Seco		
OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)
1.33	0.06	1.27	1.61	0.06	1.55	0.99	0.02	0.97

Tabla 67. Oferta hídrica total superficial (OHTS), caudal ambiental (CA) y oferta hídrica total disponible (OHTD) para las condiciones hidrológicas de año medio, año húmedo y año seco en la unidad río Opia 1

Tabla Río Opía Tramo 1, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 184

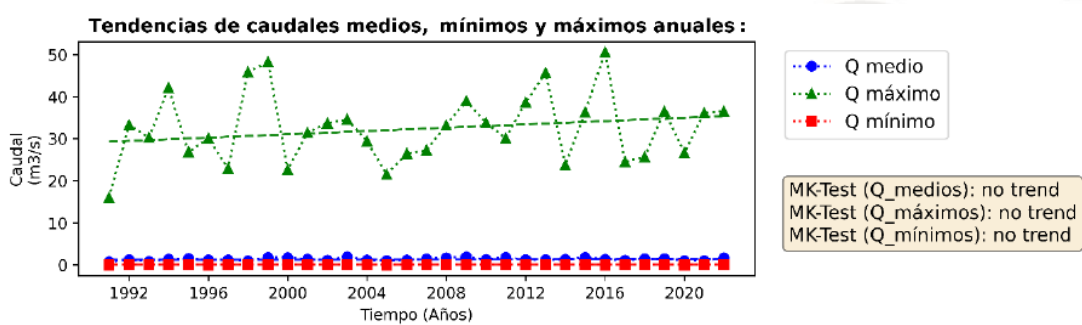


Figura 114. Oferta hídrica total superficial y escorrentía mensual para año medio, húmedo y seco en la unidad río Opia 1

Figura 114. Río Opía Tramo 1, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 185

Año Medio			Año Húmedo			Año Seco		
OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)
4.58	0.86	3.72	4.61	0.86	3.74	3.70	0.71	3.00

Tabla 68. Oferta hídrica total superficial (OHTS), caudal ambiental (CA) y oferta hídrica total disponible (OHTD) para las condiciones hidrológicas de año medio, año húmedo y año seco en la unidad río Opia 2

Tabla Río Opía Tramo 2, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 186

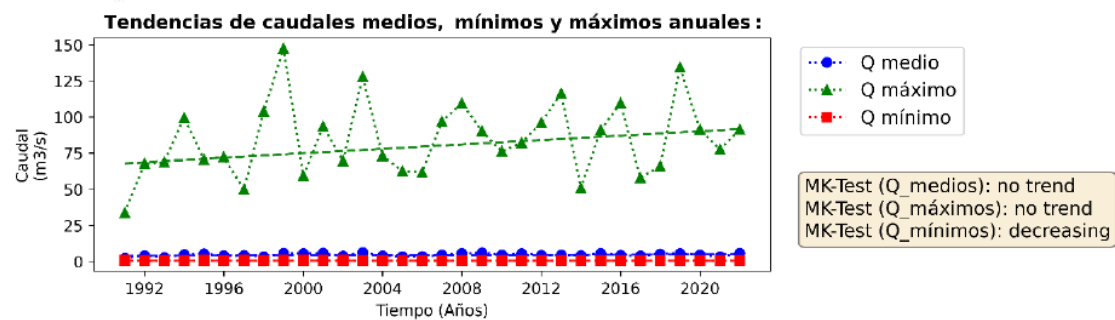


Figura 116. Oferta hídrica total superficial y escorrentía mensual para año medio, húmedo y seco en la unidad río Opia 2

Figura Río Opía Tramo 2 Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 187

Año Medio			Año Húmedo			Año Seco		
OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)	OHTS (m³/s)	CA (m³/s)	OHTD (m³/s)
4.41	2.76	1.65	4.64	2.76	1.88	2.52	1.74	0.78

Tabla 100. Oferta hídrica total superficial (OHTS), caudal ambiental (CA) y oferta hídrica total disponible (OHTD) para las condiciones hidrológicas de año medio, año húmedo y año seco en la unidad drenajes directos al Magdalena SZH río Sabandija

Tabla Río Sabandija y otros directos al Magdalena, Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 250

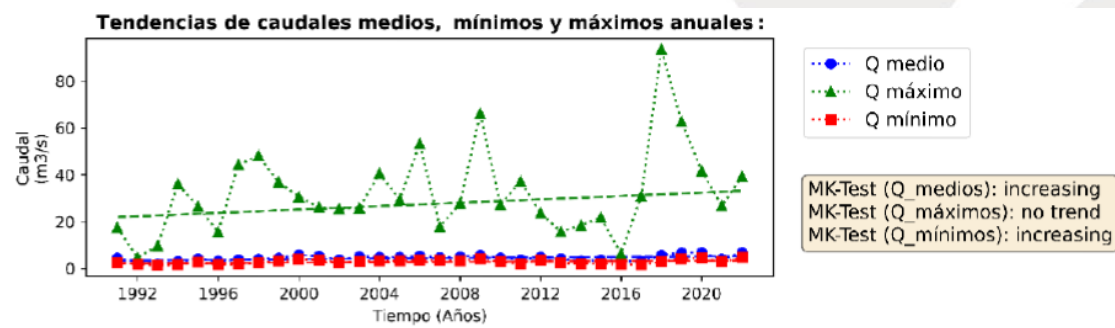


Figura 180. Oferta hídrica total superficial y escorrentía mensual para año medio, húmedo y seco en la unidad Directos al Magdalena SZH río Sabandija

Figura Río Sabandija y otros directos al Magdalena Tomada del ERA Tolima Fase 1 2021 CORTOLIMA, página 251

7.2.2.1.1.3. Índices de oferta de Agua en la ERA Tolima Fases 1 y 2

Índice de Aridez (IA)

Permite identificar las áreas con déficit o excedente de humedad y cuantifica el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de la zona de estudio (IDEAM, 2013). Su determinación se realiza mediante la siguiente expresión:

$$IA=ETP-ETRET$$

Donde,

IA es el índice de aridez (adimensional)

ETP es la evapotranspiración potencial en mm

ETR es la evapotranspiración real en mm

La Tabla 627 presenta la clasificación del índice:

Tabla 627. Categorías del índice de aridez. (Fuente: IDEAM, 2013)

Límites de categorías	Categoría	Descripción
<0.15		Altos excedentes de agua
0.15 – 0.19		Excedentes de agua
0.2 – 0.29		Entre moderado y excedentes de agua
0.30 – 0.39		Moderado
0.40 – 0.49		Entre moderado y deficitario de agua
0.50 – 0.59		Deficitario de agua
>0.59		Altamente deficitario de agua

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1354

Se tratan a continuación las subzonas hidrográficas que presentan un nivel más crítico en relación con este indicador.

La Subzona Hidrográfica más critica la del Río Coello especialmente en año seco, en los meses de diciembre, enero, junio, julio y agosto. Esta subzona hidrográfica presenta dificultades para que se garantice el agua para el sustento de los ecosistemas en su territorio, con la lluvia que se presenta en temporada seca, durante 5 meses al año, es decir, durante 150 días. Esta situación afecta principalmente a los municipios de Cajamarca, Ibagué, el Espinal, Coello, Flandes, Chicoral, Rovira y San Luis, en el Departamento del Tolima.

Situación similar se presenta en las subcuencas de los ríos Totare(municipios de Ibagué, Alvarado, Anzoátegui, Piedras, Santa Isabel, y Venadillo), Opía (municipios de Ibagué, Piedras y Coello), Recio-Venadillo (Venadillo y Líbano), Lagunilla (municipios de Lérída, Murillo, Casabianca y Vista Hermosa) y Sabandija (Municipios de Armero-Guayabal y Falan).

En situación crítica, pero en promedio con 90 días en temporada seca, la subzona hidrográfica del Río Gualí presenta una condición más favorable, situación que afecta a las comunidades y los ecosistemas de los municipios de Honda, Mariquita, Falan y Fresno.

Finalmente, el Río Guarinó, que recorre territorio de Tolima y Caldas, que tiene indicadores positivos en relación con la producción de agua de la cuenca y demanda para usos principalmente agrícolas, piscícolas y domésticos.

La SZH del Río Atá (Municipio de Planadas), la de Río Saldaña (Municipio de Plandas, uso piscícola), Río Cambrin, río Anamichú, río Patá (municipio de Natagaima), Medio Saldaña (municipios de Ataco y Chaparral), Amoyá (Chaparral), Bajo Saldaña (Ortega, Saldaña, El Guamo), Anchique (Natagaima, Purificación), Tetuán y Ortega (Ortega)

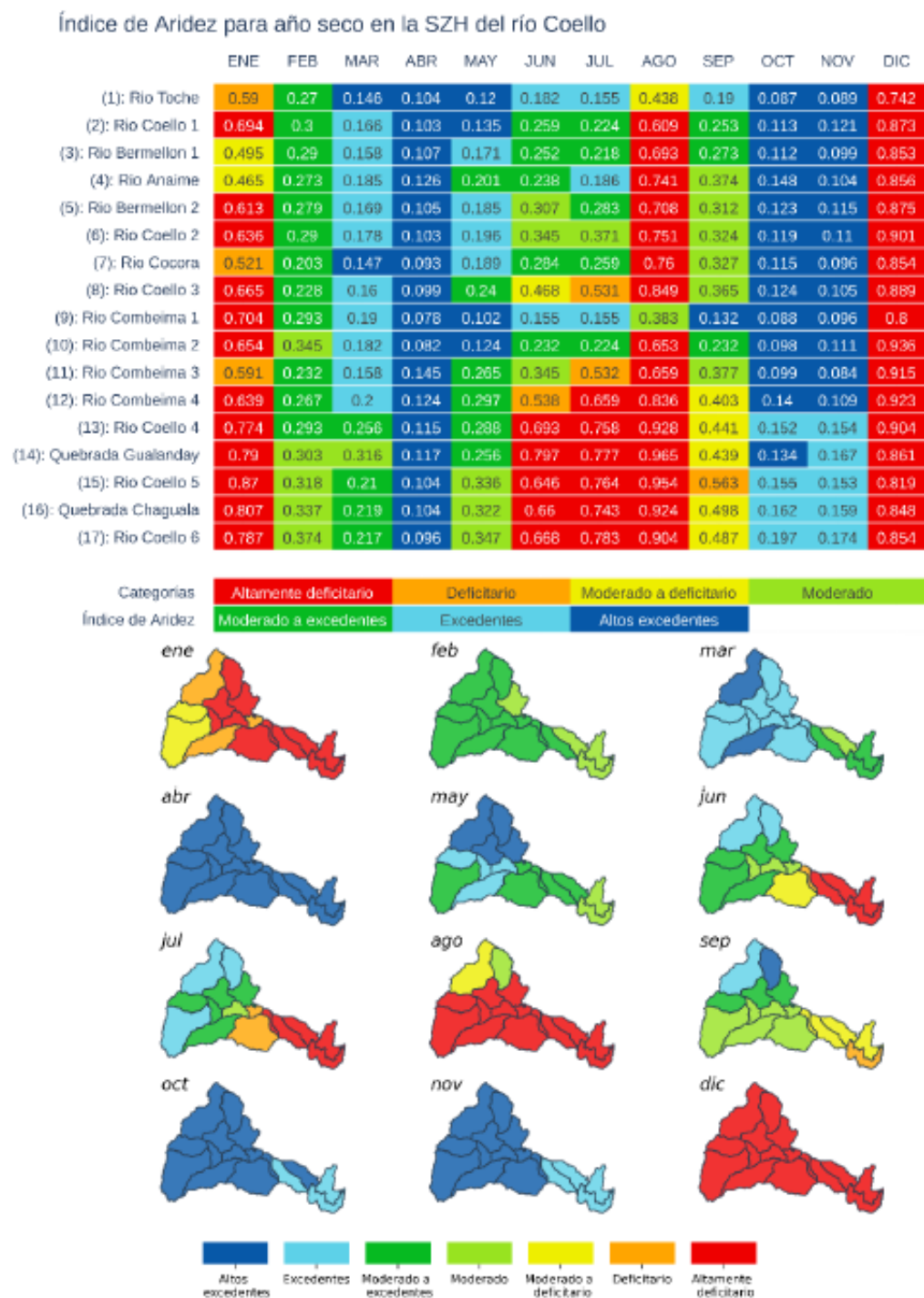


Figura 780. Índice de aridez en la subzona hidrográfica del río Coello para año seco

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1357

Índice de Aridez para año seco en la SZH del río Totare

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
(1): Río Totare 1	0.303	0.107	0.085	0.053	0.082	0.107	0.101	0.255	0.082	0.052	0.047	0.489
(2): Río Totarito	0.255	0.097	0.083	0.052	0.085	0.126	0.100	0.27	0.084	0.054	0.047	0.453
(3): Río Totare 2	0.563	0.203	0.143	0.07	0.207	0.254	0.332	0.712	0.261	0.105	0.107	0.721
(4): Río Totare 3	0.828	0.491	0.214	0.136	0.215	0.478	0.361	0.893	0.467	0.138	0.171	0.865
(5): Río Alvarado 1	0.737	0.294	0.188	0.101	0.273	0.527	0.554	0.888	0.411	0.149	0.15	0.9
(6): Río La China 1	0.507	0.229	0.141	0.072	0.133	0.25	0.257	0.631	0.205	0.084	0.087	0.904
(7): Río San Romualdo	0.485	0.168	0.115	0.06	0.1	0.166	0.166	0.492	0.138	0.07	0.07	0.792
(8): Río La China 2	0.667	0.195	0.149	0.08	0.232	0.378	0.465	0.864	0.338	0.115	0.113	0.908
(9): Río Frio	0.537	0.161	0.129	0.068	0.181	0.218	0.322	0.701	0.223	0.085	0.087	0.818
(10): Río La China 3	0.746	0.33	0.202	0.105	0.265	0.466	0.486	0.894	0.424	0.146	0.157	0.885
(11): Río La China 4	0.835	0.475	0.221	0.133	0.223	0.47	0.369	0.892	0.468	0.151	0.177	0.865
(12): Río Alvarado 2	0.86	0.497	0.24	0.139	0.237	0.569	0.349	0.891	0.483	0.166	0.209	0.786
(13): Río Totare 4	0.859	0.494	0.242	0.137	0.247	0.62	0.378	0.895	0.479	0.168	0.214	0.787
(14): Río Chipalo 1	0.563	0.291	0.199	0.109	0.269	0.49	0.578	0.81	0.357	0.13	0.112	0.946
(15): Río Chipalo 2	0.786	0.378	0.227	0.115	0.298	0.632	0.632	0.892	0.444	0.171	0.197	0.833
(16): Río Totare 5	0.893	0.489	0.245	0.134	0.255	0.7	0.541	0.899	0.473	0.176	0.257	0.755
(17): Directos Magdalena Totare	0.845	0.483	0.249	0.135	0.272	0.666	0.553	0.898	0.47	0.183	0.217	0.815

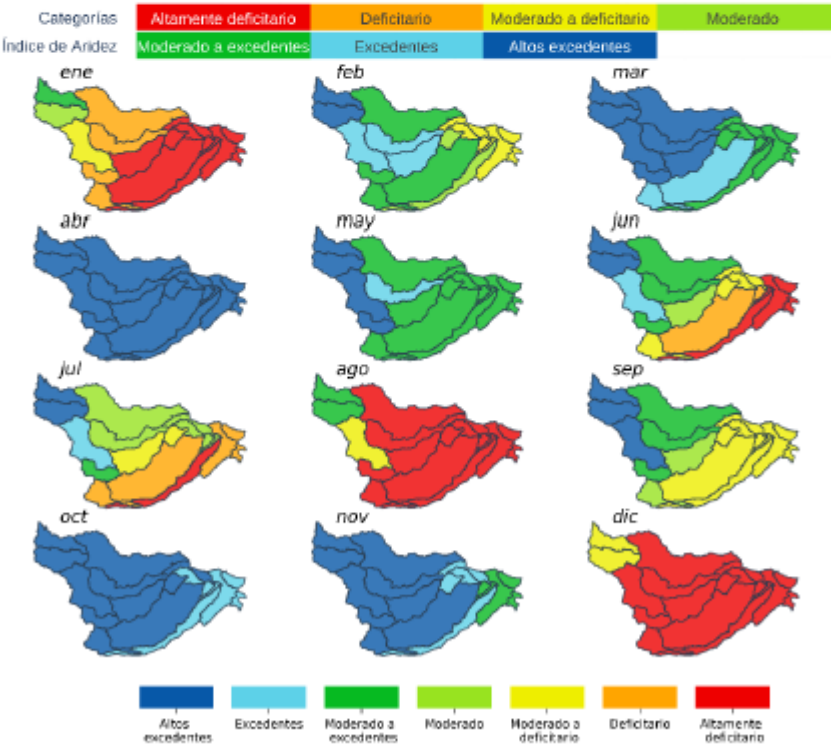


Figura 783. Índice de aridez en la subzona hidrográfica del río Totare para año seco

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1361

Índice de Aridez para año seco en la SZH del río Opia

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
(1): Río Opia 1	0.754	0.335	0.243	0.112	0.299	0.652	0.699	0.913	0.425	0.154	0.166	0.871
(2): Quebrada Doima	0.782	0.355	0.239	0.111	0.282	0.685	0.7	0.912	0.436	0.159	0.176	0.839
(3): Río Opia 2	0.836	0.396	0.233	0.116	0.281	0.701	0.668	0.897	0.452	0.174	0.23	0.791
(4): Directos Magdalena Opia	0.817	0.392	0.221	0.106	0.303	0.712	0.744	0.867	0.454	0.183	0.206	0.83

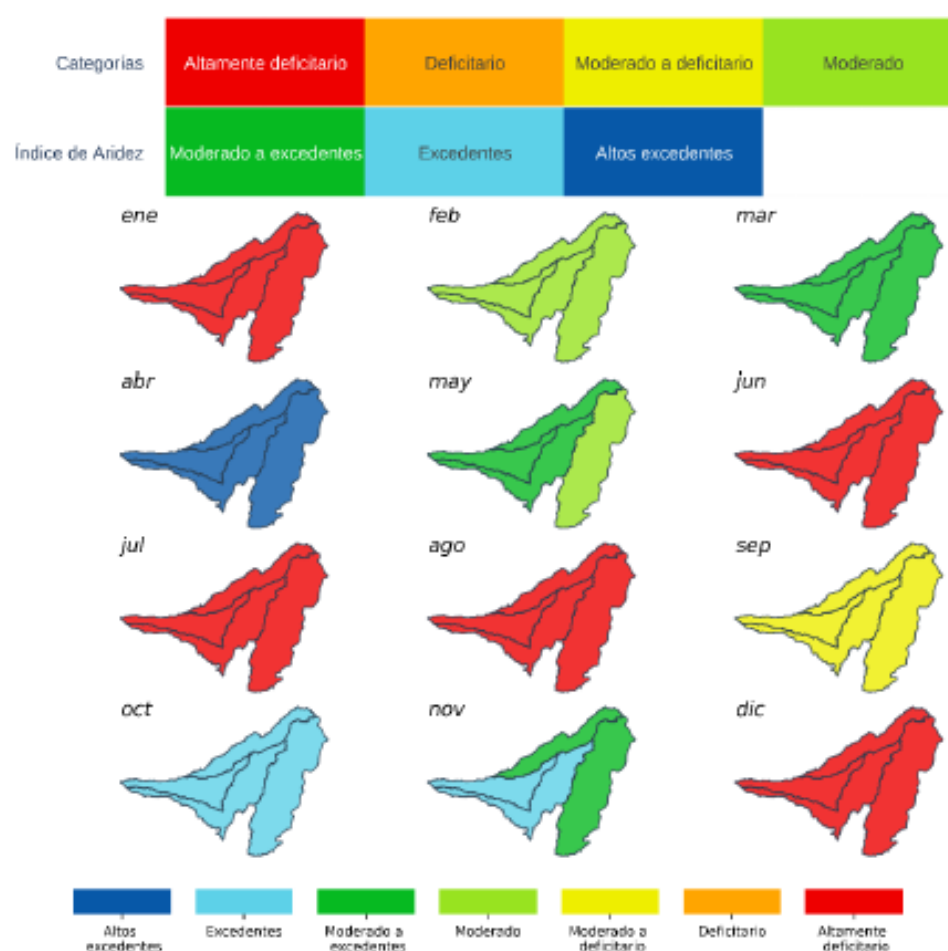


Figura 786. Índice de aridez en la subzona hidrográfica del río Opia para año seco

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1365

Índice de Aridez para año seco en la SZH del río Recio-Venadillo

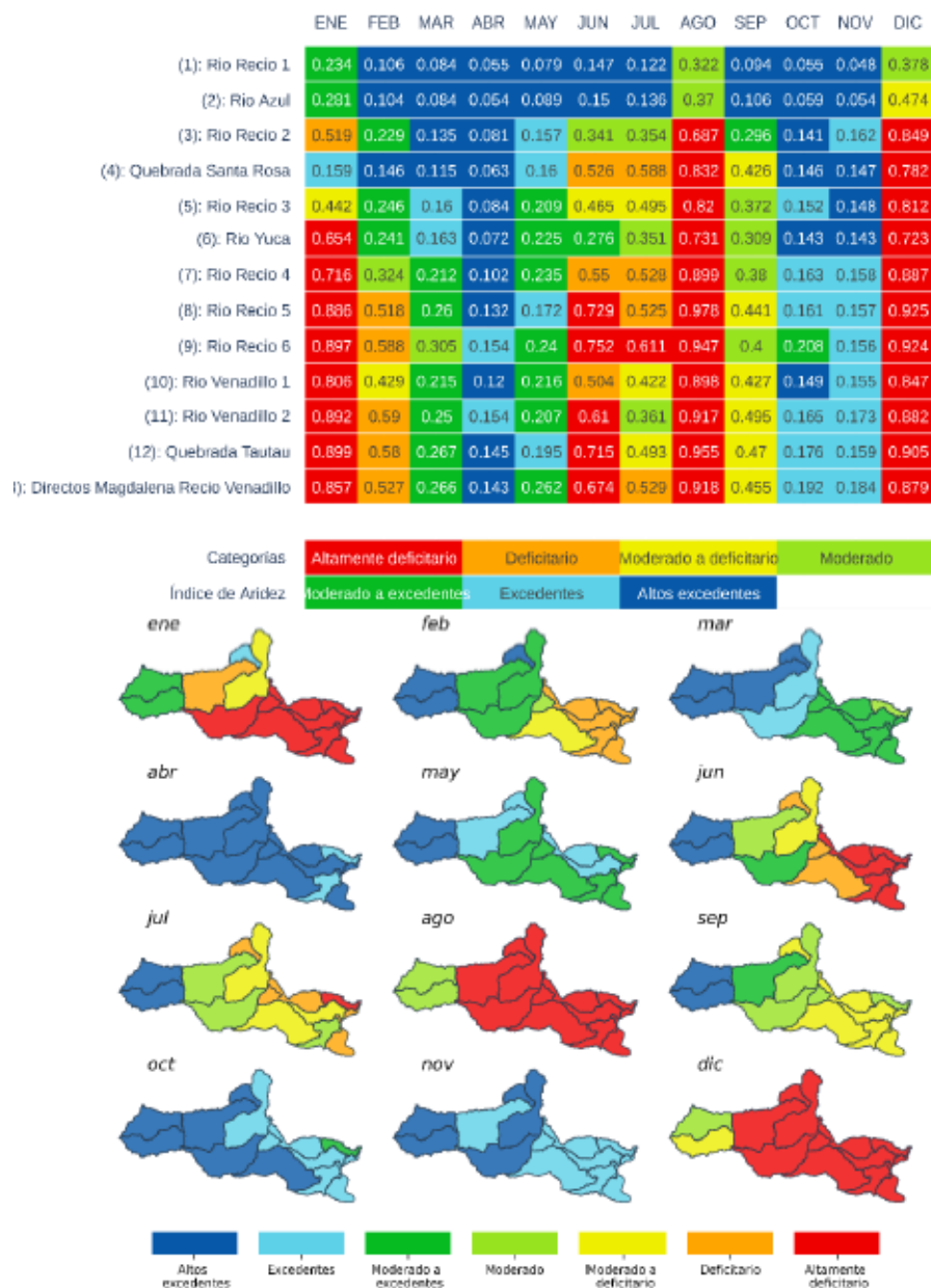


Figura 789. Índice de aridez en la subzona hidrográfica del río Recio-Venadillo para año seco

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1369

Índice de Aridez para año seco en la SZH del río Lagunilla

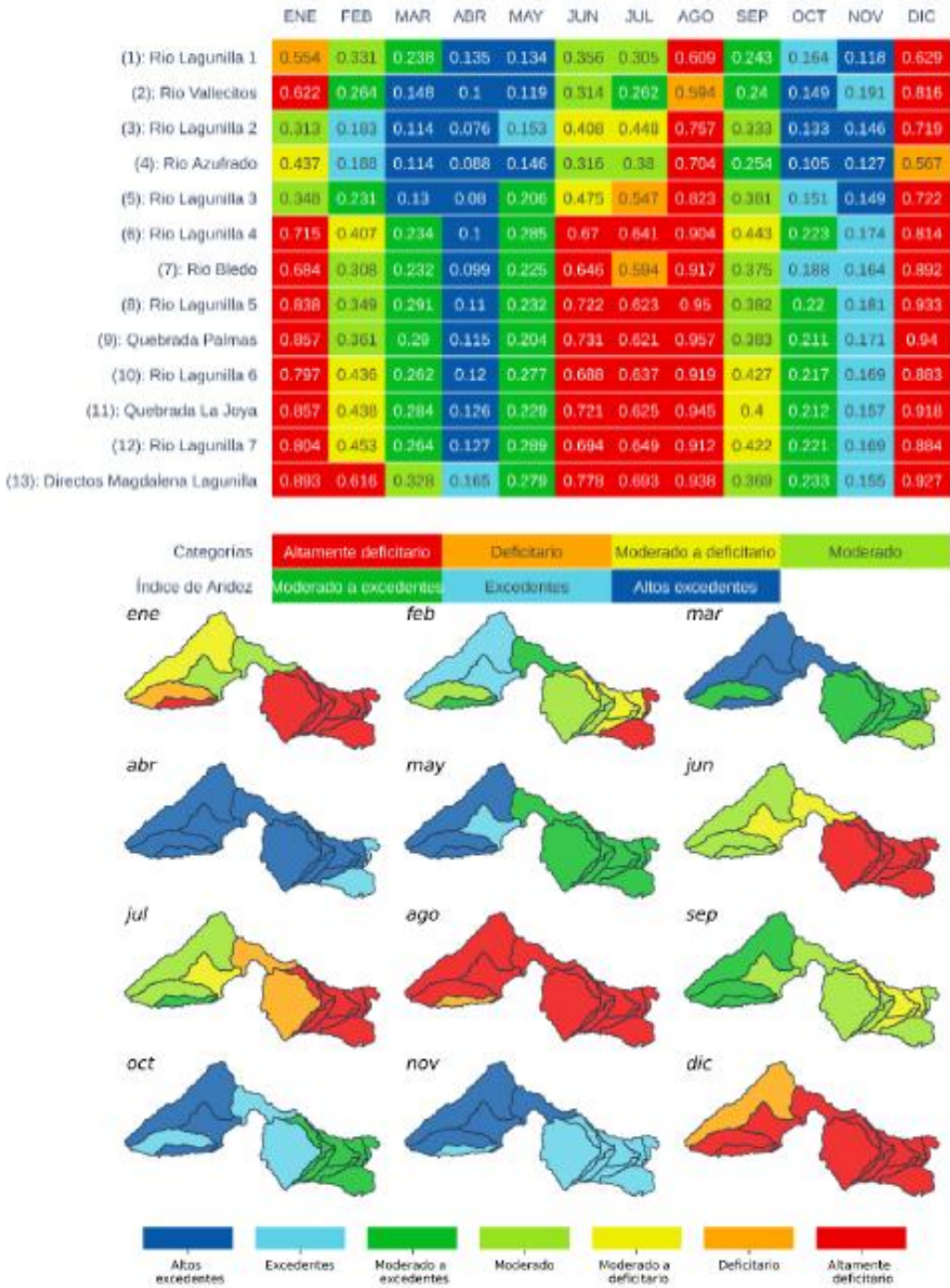


Figura 792. Índice de aridez en la subzona hidrográfica del río Lagunilla para año seco

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1369

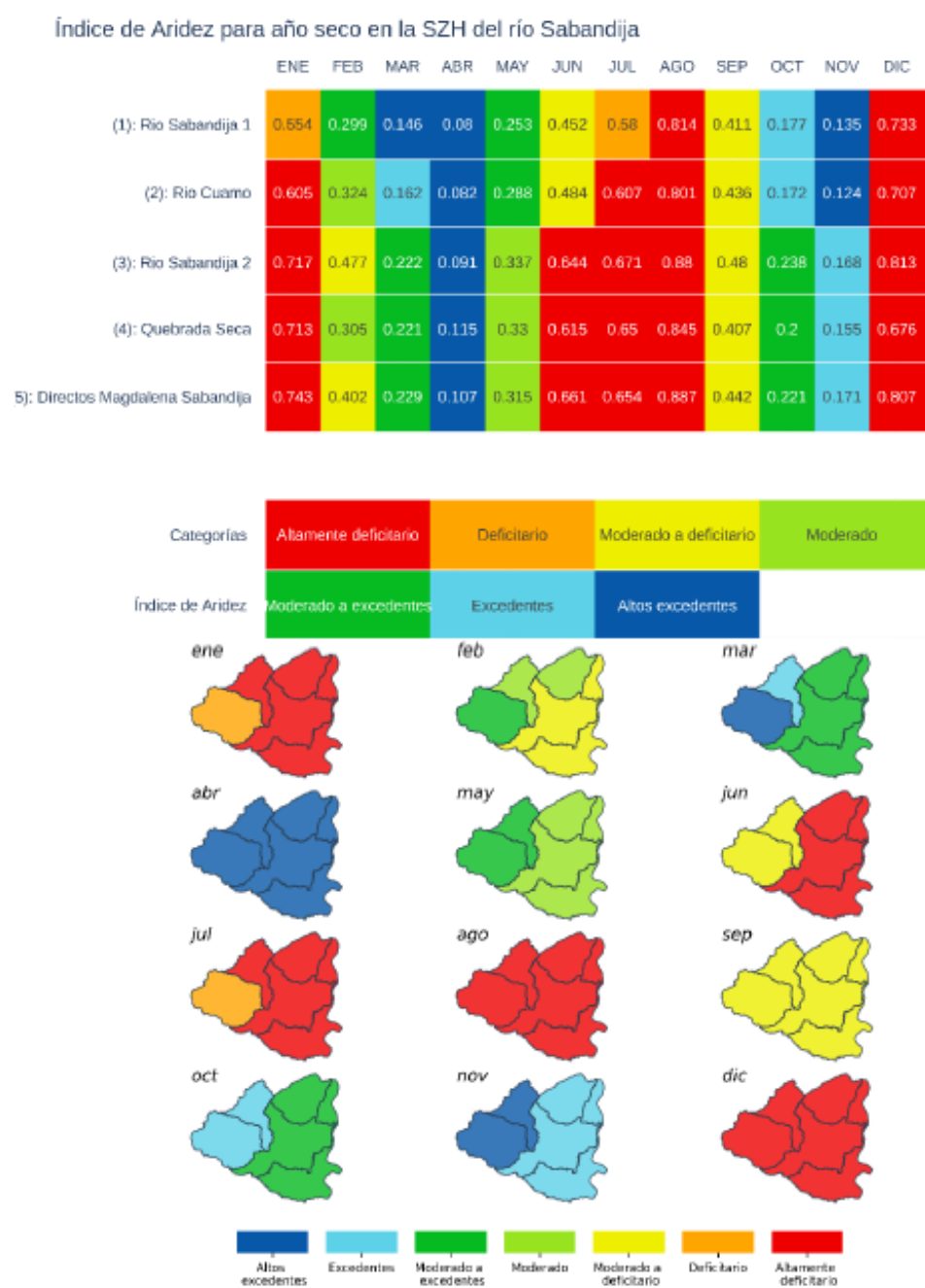


Figura 795. Índice de aridez en la subzona hidrográfica del río Sabandija para año seco

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1372

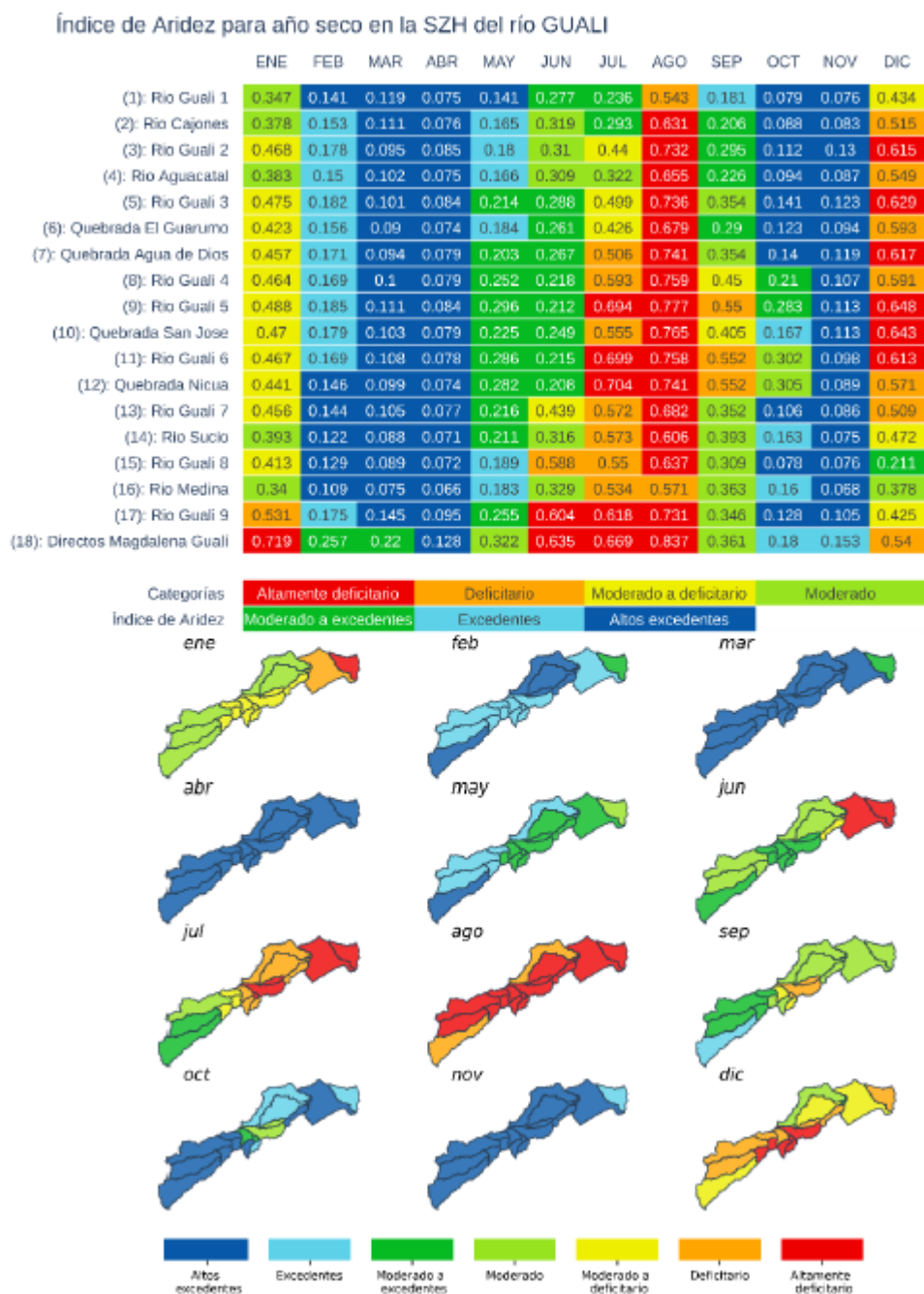


Figura 798. Índice de aridez en la subzona hidrográfica del río Guali para año seco

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1372

En la ERA Tolima Fase 2 elaborada en el año 2022, aparecen con 5 o más meses con el Índice de Aridez altamente deficitario en agua en período seco, las siguientes subzonas hidrográficas:

Río Patá

En la condición hidrológica seca se presenta el índice de aridez más alto (>0.59) en el 85% de la subzona hidrográfica del río Patá en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y diciembre (Figura 893). Así mismo, se presenta el menor índice de aridez (<15) en el 80% de la subzona hidrográfica del río Patá en los meses de marzo, abril, y noviembre (Tabla 644).

Tabla 644: Índice de aridez medio mensual en año seco para las unidades hidrográficas del Río Patá

Nombre Unidad de Análisis	MES											
	2016_1	2016_2	2016_3	2016_4	2015_5	2015_6	2015_7	2015_8	2015_9	2015_10	2015_11	2015_12
Río Pata 8	0.39	0.54	0.19	0.14	0.78	0.79	0.84	0.97	0.81	0.31	0.20	0.95
Quebrada Canoas	0.32	0.38	0.13	0.11	0.60	0.70	0.74	0.92	0.69	0.24	0.14	0.90
Río Pata 7	0.32	0.41	0.14	0.12	0.65	0.73	0.78	0.93	0.75	0.27	0.16	0.92
Quebrada Salitre	0.29	0.33	0.12	0.10	0.56	0.70	0.74	0.92	0.69	0.22	0.13	0.90
Río Pata 6	0.29	0.34	0.13	0.10	0.59	0.72	0.76	0.92	0.72	0.24	0.14	0.91
Quebrada Vieja	0.23	0.24	0.10	0.09	0.50	0.73	0.75	0.91	0.70	0.19	0.10	0.88
Río Pata 5	0.25	0.28	0.11	0.09	0.54	0.72	0.76	0.91	0.71	0.21	0.12	0.89
Quebrada Tambilla	0.25	0.28	0.11	0.10	0.56	0.73	0.76	0.91	0.73	0.22	0.12	0.88
Río Pata 4	0.21	0.23	0.09	0.09	0.54	0.75	0.77	0.89	0.76	0.20	0.12	0.84
Quebrada Chilirco	0.15	0.18	0.08	0.07	0.45	0.79	0.78	0.91	0.72	0.17	0.08	0.85
Río Pata 3	0.17	0.21	0.09	0.08	0.50	0.76	0.76	0.90	0.73	0.19	0.10	0.85
Quebrada BAires	0.17	0.20	0.08	0.08	0.52	0.78	0.80	0.88	0.80	0.19	0.11	0.80
Río Pata 2	0.17	0.18	0.08	0.07	0.50	0.79	0.78	0.89	0.73	0.19	0.10	0.82
Quebrada San Pablo	0.14	0.14	0.07	0.06	0.47	0.85	0.79	0.89	0.62	0.25	0.08	0.83
Río Pata 1	0.16	0.16	0.07	0.07	0.49	0.79	0.76	0.86	0.72	0.18	0.10	0.79
Directos Magdalena Pata	0.43	0.57	0.24	0.17	0.87	0.87	0.88	0.99	0.87	0.34	0.25	0.97

Tabla tomada de la ERA Tolima Fase 2, Cortolima, 2022, página 1392

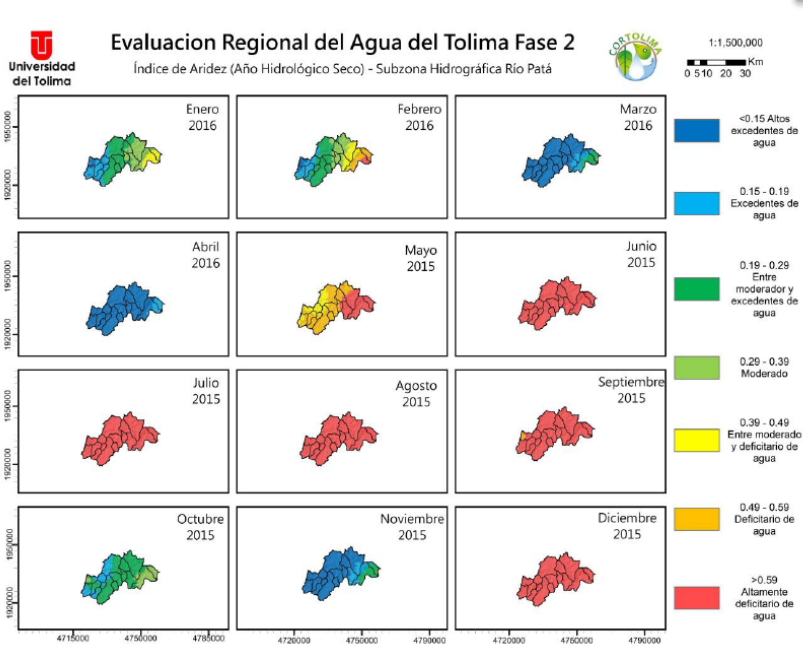


Figura 893. Índice de aridez condición hidrológica seca de la subzona hidrográfica del río Patá. Elaboración propia.

Figura tomada de la ERA Tolima Fase 2, CORTOLIMA, 2022, página 1391

Río Saldaña tramo medio

En la condición hidrológica seca se presenta el índice de aridez más alto (>0.59) en el 85% de la subzona hidrográfica del río Medio Saldaña en los meses de junio, julio, agosto y diciembre (Figura 905). Así mismo, se presenta el menor índice de aridez (<15) en el 90% de la subzona hidrográfica del río Medio Saldaña en los meses de marzo, abril y noviembre Tabla 656.

Tabla 656: Índice de aridez medio mensual en año seco para las unidades hidrográficas del Río Medio Saldaña

Nombre Unidad de Análisis	MES											
	2016_1	2016_2	2016_3	2016_4	2015_5	2015_6	2015_7	2015_8	2015_9	2015_10	2015_11	2015_12
Rio Saldaña 10	0.39	0.31	0.13	0.10	0.45	0.59	0.69	0.91	0.56	0.18	0.11	0.88
Rio Saldaña 9	0.33	0.27	0.12	0.10	0.46	0.61	0.68	0.90	0.57	0.16	0.11	0.87
Quebrada Paipa	0.30	0.30	0.12	0.10	0.50	0.66	0.71	0.91	0.63	0.20	0.12	0.89
Rio Saldaña 8	0.21	0.21	0.10	0.08	0.44	0.75	0.76	0.92	0.69	0.16	0.09	0.87
Quebrada Guanabano	0.15	0.16	0.09	0.08	0.49	0.74	0.75	0.90	0.71	0.16	0.09	0.87
Rio Saldaña 7	0.13	0.13	0.09	0.08	0.52	0.86	0.88	0.95	0.86	0.18	0.08	0.88
Quebrada Pole	0.18	0.16	0.07	0.07	0.50	0.80	0.77	0.87	0.77	0.15	0.09	0.83
Rio Saldaña 6	0.13	0.13	0.09	0.08	0.54	0.83	0.85	0.93	0.84	0.18	0.09	0.88

Tabla tomada de la ERA Tolima Fase 2, Cortolima, 2022, página 1414

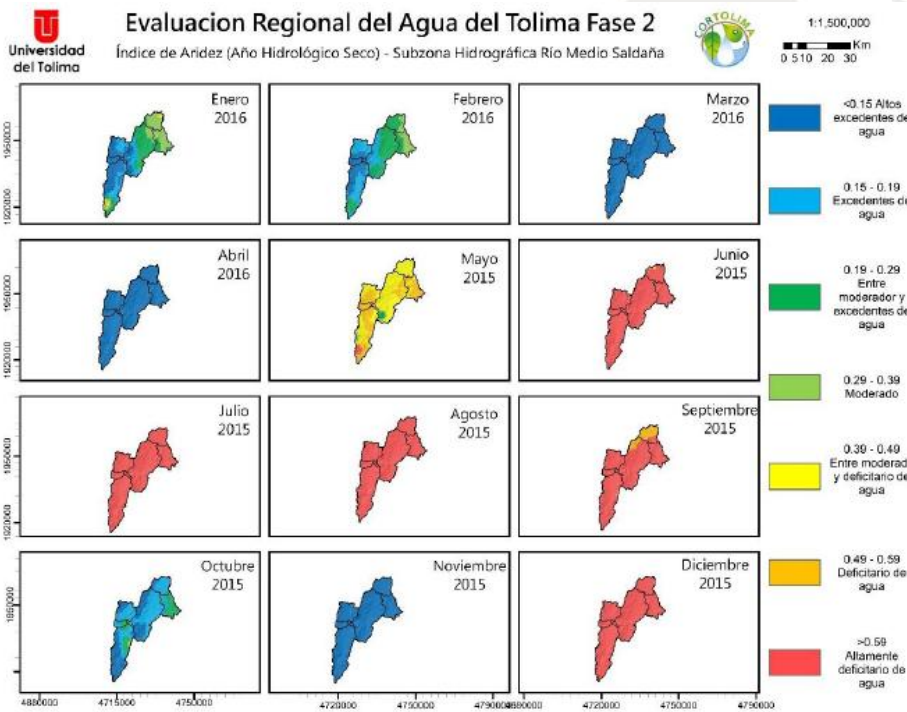


Figura 905. Índice de aridez condición hidrológica seca de la subzona hidrográfica del río Medio Saldaña. Elaboración propia.

Figura tomada de la ERA Tolima Fase 2, CORTOLIMA, 2022, página 1413

Río Atá

En la condición hidrológica seca se presenta el índice de aridez más alto (>0.59) en el 85% de la subzona hidrográfica del río Atá en los meses de agosto, septiembre y diciembre (Figura 925). Así mismo, se presenta el menor índice de aridez (<15) en el 80% de la subzona hidrográfica del río Atá en los meses de marzo, abril, octubre y noviembre (Tabla 676).

Tabla 676: Índice de aridez medio mensual en año seco para las unidades hidrográficas del Río Atá

Nombre Unidad de Análisis	MES											
	2016_1	2016_2	2016_3	2016_4	2015_5	2015_6	2015_7	2015_8	2015_9	2015_10	2015_11	2015_12
Río Ata 8	0.10	0.16	0.07	0.07	0.48	0.77	0.75	0.80	0.69	0.13	0.11	0.86
Quebrada Barranca	0.10	0.14	0.07	0.06	0.44	0.71	0.68	0.76	0.65	0.11	0.10	0.83
Río Ata 7	0.10	0.17	0.07	0.07	0.44	0.77	0.72	0.74	0.70	0.12	0.11	0.84
Quebrada Paujil	0.13	0.15	0.07	0.06	0.38	0.64	0.60	0.72	0.66	0.11	0.09	0.80
Río Ata 6	0.17	0.17	0.07	0.07	0.40	0.77	0.68	0.69	0.76	0.11	0.10	0.82
Quebrada Montalvo	0.18	0.17	0.07	0.07	0.39	0.54	0.52	0.75	0.69	0.12	0.09	0.78
Río Ata 5	0.33	0.23	0.06	0.08	0.58	0.80	0.77	0.90	0.89	0.12	0.11	0.82
Río Claro	0.28	0.17	0.09	0.07	0.42	0.40	0.36	0.73	0.75	0.14	0.12	0.80
Río Ata 4	0.23	0.21	0.07	0.08	0.48	0.58	0.60	0.83	0.76	0.14	0.11	0.79
Quebrada Quebradon	0.20	0.16	0.07	0.07	0.40	0.33	0.40	0.70	0.66	0.13	0.10	0.77
Río Ata 3	0.27	0.20	0.08	0.07	0.48	0.30	0.41	0.74	0.75	0.16	0.12	0.81
Río San Miguel	0.23	0.15	0.08	0.06	0.39	0.33	0.34	0.64	0.58	0.12	0.10	0.77
Río Ata 2	0.21	0.14	0.08	0.06	0.37	0.33	0.31	0.63	0.54	0.11	0.10	0.74
Río Tamara	0.13	0.11	0.06	0.05	0.31	0.31	0.28	0.58	0.45	0.09	0.07	0.67
Río Ata 1	0.12	0.11	0.06	0.05	0.30	0.32	0.27	0.59	0.43	0.09	0.07	0.66

Tabla tomada de la ERA Tolima Fase 2, CORTOLIMA, 2022, página 1449

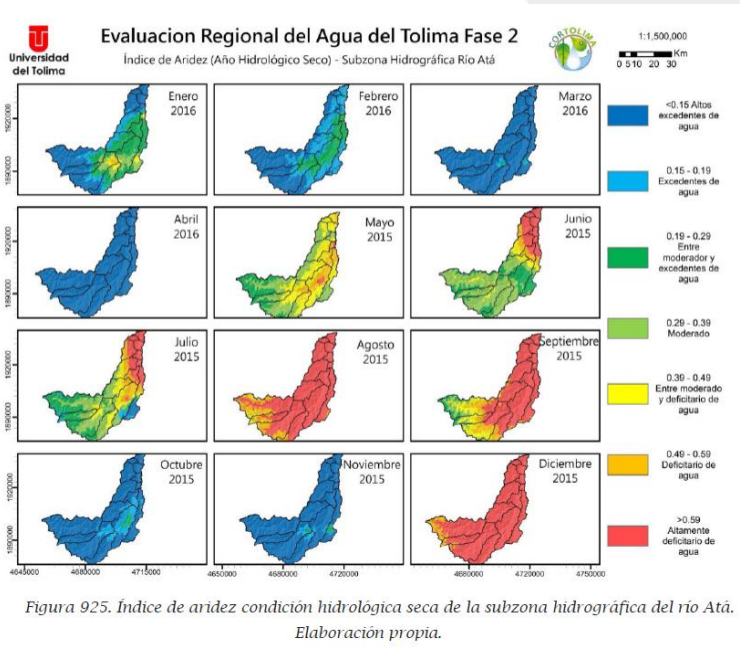


Figura 925. Índice de aridez condición hidrológica seca de la subzona hidrográfica del río Atá. Elaboración propia.

Figura tomada de la ERA Tolima Fase 2, CORTOLIMA, 2022, página 1448

En las otras subzonas hidrográficas no resaltadas en este diagnóstico, se encontraron condiciones estables en relación con este indicador.

Índice de Regulación y Retención Hídrica (IRH)

El IRH determina la capacidad de la cuenca para retener humedad, expresa la relación entre el área bajo la línea del caudal medio en la curva de duración de caudales diarios y el área bajo la curva de duración de caudales diarios, por lo que sus valores se encuentran entre cero (0) y uno (1), donde los valores más bajos representan menor capacidad de regulación y se clasifica en cinco categorías desde “muy baja” capacidad de regulación a “muy alta” (Tabla 628).

Tabla 628. Categorías del índice de retención y regulación hídrica (IRH). (Fuente: IDEAM, 2020a)

Limites de categorías	Categoría	Capacidad de retención y regulación
$IRH > 0.85$		Muy alta
$0.75 < IRH \leq 0.85$		Alta
$0.65 < IRH \leq 0.75$		Moderada
$0.50 < IRH \leq 0.65$		Baja
$IRH \leq 0.50$		Muy Baja

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1387

Las subzonas hidrográficas de los ríos Coello, Recio-Venadillo, Lagunilla, Sabandija presentan alta y muy alta capacidad de retención y regulación hídrica. Las subzonas hidrográficas de los Ríos Totare y Gualí presentan una moderada retención y regulación hídrica. La SZH del Río Opía, presenta muy baja capacidad de retención y regulación hídrica en todas sus unidades de análisis (Figura 805), lo cual se debe a que la mayor parte de su respuesta hidrológica está representada por la escorrentía directa (flujo superficial) generado en los periodos húmedos y episodios de tormenta, por lo que el almacenamiento de agua en el suelo de la subzona es reducido en contraste con el volumen de agua que ingresa al sistema. Se presentan a continuación las gráficas de esta última subzona, que para el Índice de Retención y Regulación Hídrica se clasifica como baja.

38.2.3. IRH en la subzona hidrográfica del río Opia

Índice de Regulación Hídrica en la SZH del río Opia



Figura 805. Índice de retención y regulación hídrica en la subzona hidrográfica del río Opia, en el periodo (1990 a 2021)

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1391

Índice estandarizado de escorrentía (SRI)

La intensidad de la sequía se definió mediante el SRI mensual y anual. Este indicador identifica los episodios de extrema humedad o sequía, en una Subzona Hidrográfica determinada, durante un período de tiempo determinado. En el Era Tolima Fase 1 se hacen las estimaciones para períodos anuales y mensuales, que se califican de acuerdo con las categorías señaladas en la tabla 629.

Rango	Categoría
$SRI \geq 2.0$	Extremadamente húmedo
$1.5 \leq SRI < 2.0$	moderadamente húmedo
$1.0 \leq SRI < 1.5$	Ligeramente húmedo
$-1.0 < SRI < 1.0$	Rango Normal
$-1.5 < SRI \leq -1.0$	Ligeramente seco
$-2.0 < SRI \leq -1.5$	Moderadamente seco
$-2.0 \leq SRI$	Extremadamente seco

Tabla 629. Categorías del Índice Estandarizado de Escorrentía (SRI). (Fuente: Shukla y Wood, 2008)

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1397

El SRI en la subzona hidrográfica del río Coello permite identificar 4 episodios extremadamente húmedos en la serie mensual para los últimos 12 años del periodo de análisis (2010 a 2021) y ninguno en los años precedente (1990 a 2009), lo cual evidencia un aumento en la magnitud y frecuencia de altos volúmenes de escorrentía mensual en los años húmedos. Por otra parte, se identifican tres episodios de sequía hidrológica en el periodo de análisis, entre moderada a extrema para la escorrentía acumulada de 12 meses (Figura 811).

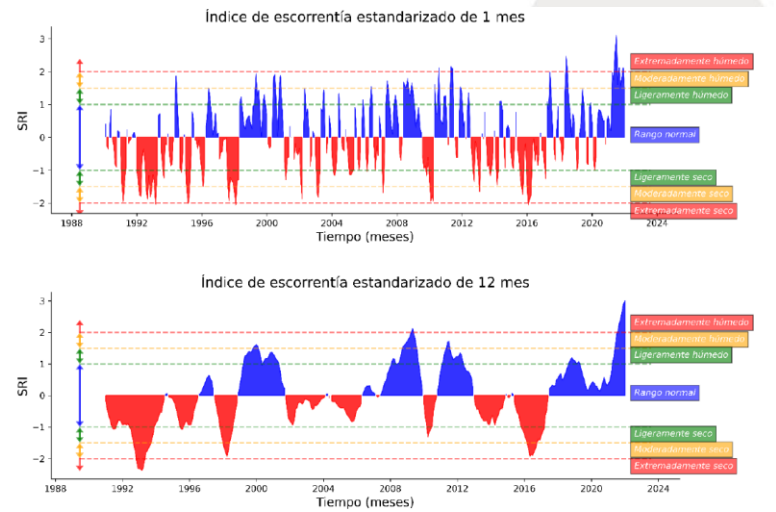


Figura 811. Distribución temporal del índice de escorrentía estandarizado para el periodo 1990 a 2021 en la subzona hidrográfica del río Coello (punto de cierre)

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1397

Al igual que ocurre en la subzona hidrográfica del río Coello, en la SZH del río Totare se identifican 4 episodios extremadamente húmedos en la serie mensual para los últimos 12 años de análisis (2010 a 2021) y ninguno en el periodo precedente (1990 a 2009), lo cual evidencia un aumento en la magnitud y frecuencia de altos volúmenes de escorrentía mensual en los años húmedos. Por el contrario, la ocurrencia de periodos extremadamente secos se identifica en toda la serie analizada (1990 a 2021), evidenciando un comportamiento estacionario de los

episodios de sequía. Además, se presentan cuatro episodios de sequía hidrológica en el periodo de análisis, entre moderada a extrema para la escorrentía acumulada de 12 meses (Figura 812).

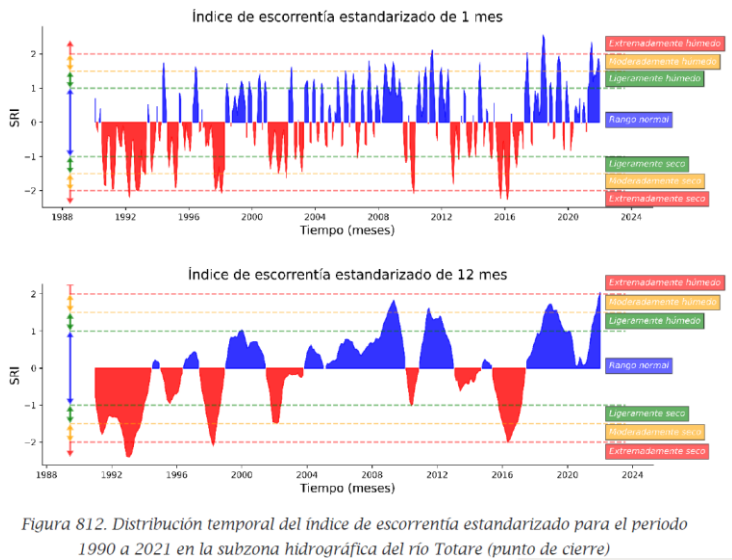


Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1399

El SRI en la subzona hidrográfica del río Opía, muestra una estabilidad en la magnitud y frecuencia de altos volúmenes de escorrentía mensual en los años húmedos. Asimismo, se identifican cuatro episodios de sequía hidrológica en el periodo de análisis, entre moderada a extrema para la escorrentía acumulada de 12 meses, permitiendo constatar que no se presenta una intensificación de los episodios de sequía en la subzona hidrográfica (Figura 813).

En las SZH de los ríos Recio-Venadillo, Lagunilla, Sabandija, Gualí y Guarinó, las condiciones encontradas con el Índice Estandarizado de Escorrentía (SRI), es favorable, indicando una menor propensión de estos sistemas hidrológicos a intensificar la ocurrencia de sequías en comparación a las otras subzonas hidrográficas ya mencionadas.

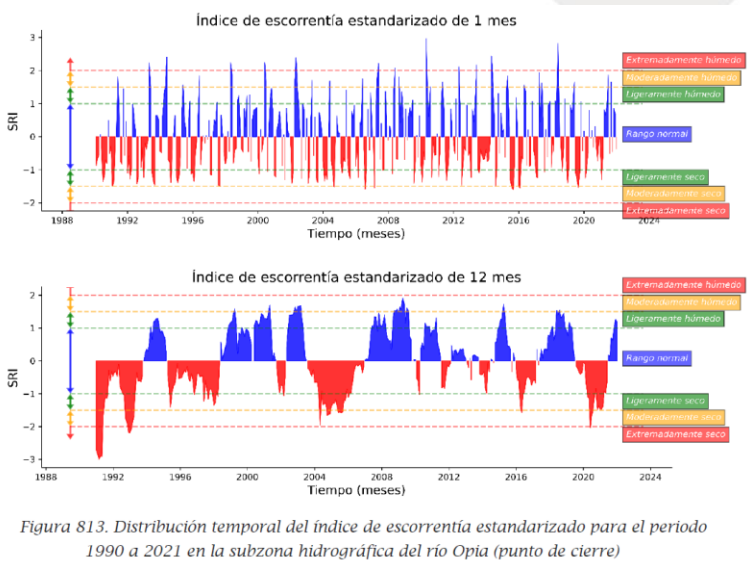


Figura Tomada de la Era Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1400

En las otras SZH no mencionadas en este diagnóstico y estudiadas en la ERA Fases 1 y 2, las condiciones en relación con este indicador son estables y no reflejan condición crítica.

7.3. Balances Hídricos

Tal como se ha informado en párrafos anteriores, se conocen balances hídricos realizados por la CRQ en el Quindío durante los años 2021, 2022 y 2023 y para Pereira y varios municipios aledaños a la capital de Risaralda, realizado por Aguas y Aguas de Pereira, prestador del servicio de acueducto en la capital. En razón a que los balances hídricos locales se hacen a una escala más detallado, se incluyen las conclusiones más importantes de estos estudios, tanto para Quindío como para Risaralda. No se conoce de realización de Balances Hídricos para Caldas, Tolima y sus capitales, Manizales e Ibagué.

7.3.1. Quindío

El Balance hídrico del Quindío actualizado por la CRQ al año 2023, inicia definiendo los términos a adoptar y posteriormente arroja los resultados para la oferta hídrica para 18 unidades hidrográficas de este Departamento. Considerando que los ríos Quindío, Roble, Espejo y las Quebradas Buenavista, Cristales y Lacha surten de agua potable a centros poblados como Armenia, Filandia, Circasia y Salento y están generando riesgo de desabastecimiento a la población en temporada seca y algunas quebradas, en temporada de invierno, por eventos torrenciales.

Dada esta circunstancia y para no repetir temáticas, se reservan estos resultados para el capítulo 10, en el que se destacan los indicadores críticos de riesgo por desabastecimiento, en los cuales se toma como foco, las subzonas hidrográficas que tienen nivel crítico o alto de desabastecimiento en períodos de sequía o de crecientes en invierno.

7.3.2. Risaralda

7.3.2.1. Pereira

La población en Pereira continúa creciendo, aunque a un ritmo menor. Sin embargo, muchos municipios de la región están experimentando un despoblamiento en términos absolutos. Las poblaciones urbanas y rurales tienen dinámicas muy diferentes. La Urbana crece rápidamente y este crecimiento contrasta fuertemente con la pérdida de dinamismo de la población rural que para el caso de Pereira se presenta en negativo (secretaría de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, 2023).

En la Tabla 2 y en la Figura 1 se presenta la proyección de la población para un periodo comprendido entre 2018 y 2027, discriminado por cabecera municipal y centros poblados y rural.

Año	Cabecera municipal	Centros poblados y rural	Total	Crecimiento % cabecera	% Cabecera	% Rural
2018	385.838	81.431	467.269	--	82,6	17,4
2020	399.283	77.744	477.027	1,7	83,7	16,3
2025	423.774	77.032	500.806	1,1	84,6	15,4
2027	432.158	77.964	510.122	0,9	84,7	15,3

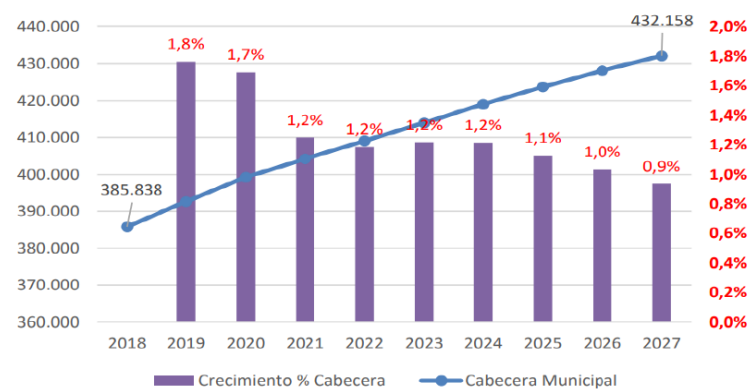


Figura 1. Proyección de crecimiento poblacional municipio de Pereira. Fuente: (Secretaria de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, 2023)

Para Pereira, se analiza en el balance hídrico, la situación del Río Otún y una buena consideración es la localización de las zonas de recarga tanto de agua superficial como de agua subterránea. De este estudio se extractan los apartes más importantes, que son las conclusiones contenidas en las páginas 16, 17 y 18 del Documento Ejecutivo del Balance Hídrico de Pereira, como los siguientes:

Oferta hídrica para Pereira

La principal fuente de abastecimiento actual en el municipio de Pereira es Río Otún. La información que se presenta en este numeral se logró recopilar de la empresa de acueducto y servicios públicos del municipio.

En la Tabla 9 se presenta el resumen de la información recopilada de la captación municipal. En la Figura 8 se observa la ubicación geográfica.

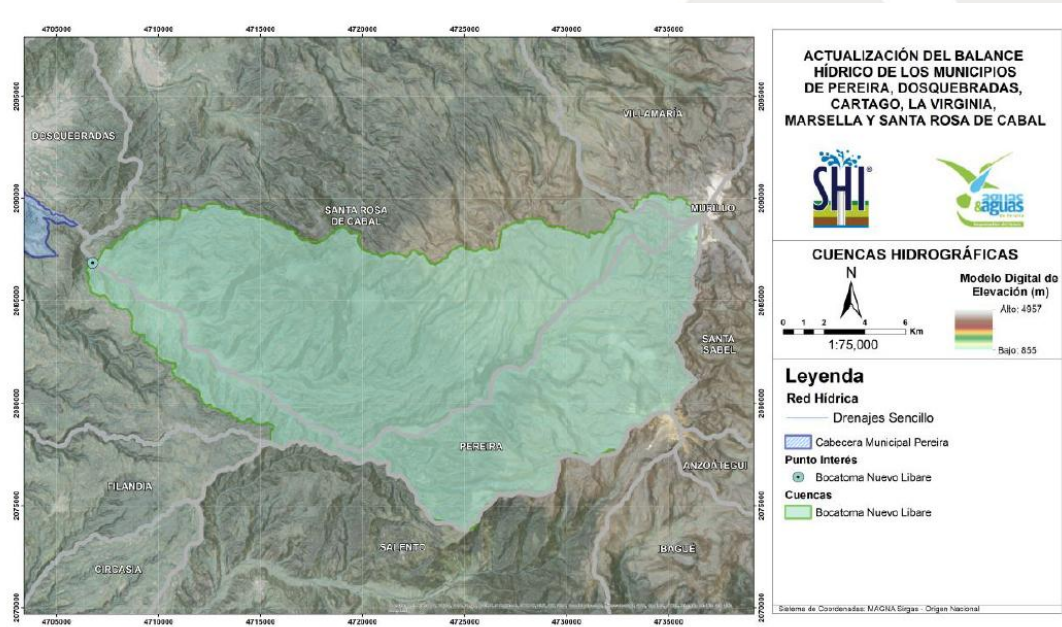


Figura 8. Localización de la captación en el río Otún (Pereira, Risaralda). Fuente: SHI S.A.S., 2024

Tabla 9. Fuente principal de abastecimiento municipal. Fuente: Aguas de Pereira (2023).

Punto	Corriente	Municipio abastecido	Coordenada	
			Este [m]*	Norte [m]*
Nuevo Libaré	Río Otún	Pereira	4'706.749	2'086.845

(*) Sistema de Coordenadas: MAGNA Origen Nacional

Estimación de Recarga por Precipitación

Aunque el objetivo general del proyecto es estimar la oferta de agua superficial, se considera crucial definir la ubicación de las zonas de recarga para poder garantizar los caudales base de las corrientes y llevar a cabo una correcta planificación del territorio, ya que estas zonas no solo se encargan de mantener niveles de agua subterráneos, sino también de aportar el flujo de los ríos y quebradas que permanece durante las épocas de bajas precipitaciones. Para la estimación de la recarga se implementó un modelo semidistribuido de balance de humedad en el suelo a escala diaria, con base conceptual en los trabajos de Bradbury et al. (2000), Vélez et al. (2005), y Schosinski, (2007); que consiste en un balance de humedad en el suelo a escala diaria obteniendo como resultado la máxima cantidad de agua que se puede infiltrar y exceder la capacidad máxima de almacenamiento del suelo para alimentar las reservas de agua subterránea.

El promedio diario multianual de recarga fue de 0,82 mm/día, representando el 20% de la precipitación promedio diaria de 6,09 mm/día. La escorrentía superficial promedio diaria fue de 2,51 mm/día, constituyendo el 27% de la precipitación, y la evapotranspiración promedio diaria fue de 2,90 mm/día, equivalente al 52% de la precipitación. En la Figura 9 se puede observar el mapa de recarga potencial para la zona de estudio en diferentes condiciones climáticas.

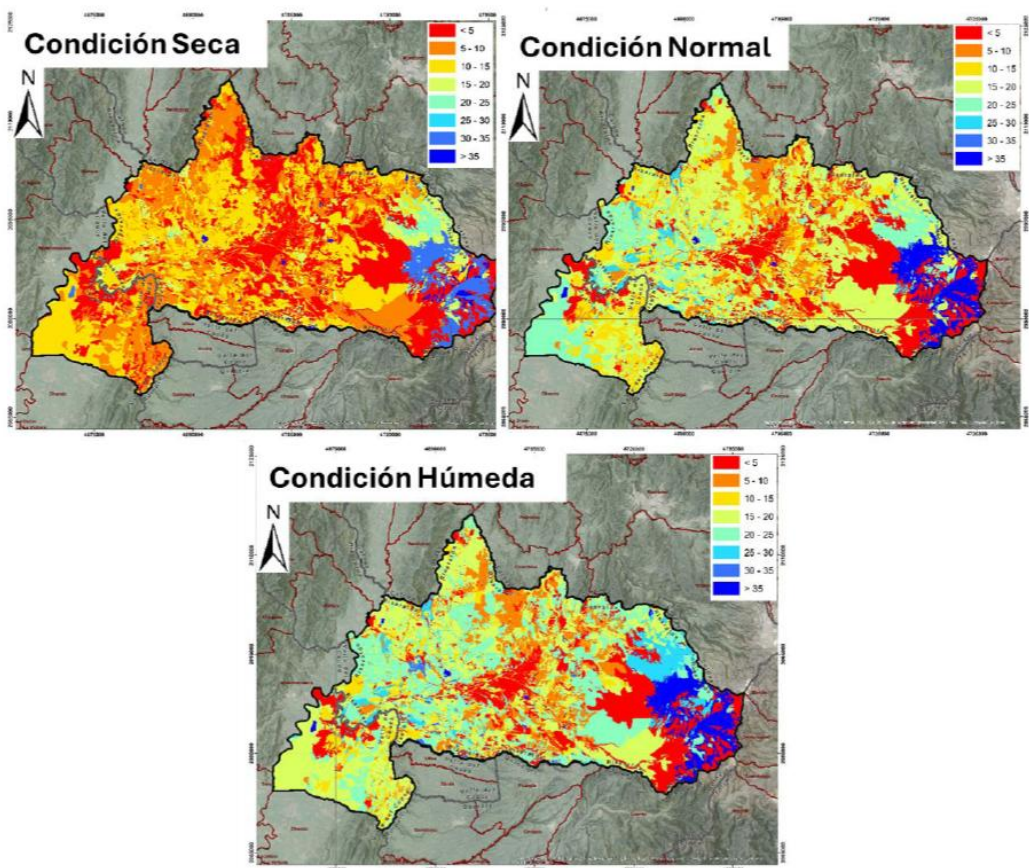


Figura 9. Zonas de recarga potencial para diferentes condiciones climáticas. Fuente: SHI S.A.S., 2024

Balance Hídrico de Pereira

El balance hídrico consiste en el contraste entre la información de oferta del recurso y demanda hídrica. Este contraste permite determinar si la actual oferta hídrica para el municipio presenta suficiente capacidad para suplir la totalidad de la demanda y la proyección a futuro de ésta.

Para el análisis de la oferta hídrica, se tuvieron en cuenta tres (3) escenarios en los cuales se consideran diferentes propuestas de caudales, es decir, bajo condiciones tendenciales, condiciones optimistas y condiciones pesimistas. Los escenarios que se definieron para estimar la oferta son:

- Escenario optimista: Este escenario considera la oferta del Q95 y Qmin10 años bajo condiciones climáticas optimistas: se afectaron los caudales, mayorándolos un 10%, lo cual genera un aumento en la oferta respecto al escenario tendencial
- Escenario tendencial: Este escenario considera la oferta dada por el Q95 y Qmin10 años bajo condiciones tendenciales, es decir, se obtuvieron los estadísticos asociados a las ofertas, para las series observadas de caudales, de acuerdo con las condiciones hidroclimatológicas normales.
- Escenario pesimista: Este escenario considera una condición crítica, afectar los caudales diarios, disminuyéndolos en un 10%, lo cual, generará una oferta menor con respecto al escenario tendencial. Este escenario se propone, con el objetivo de considerar un escenario de una posible disminución de la oferta, para el estadístico del Q95 y Qmin10 años.

Igualmente, se plantearon tres (3) escenarios de la proyección de la demanda hídrica: optimista, pesimista y tendencial para el municipio de Pereira como se explica en el numeral 1.5 de este informe. Por otro lado, el caudal ambiental para las fuentes principales de abastecimiento es el definido por la CARDER.

En la Tabla 10 se presenta la relación de los caudales de ofertas estimados en contraste con el caudal concesionado para la fuente abastecedora Río Otún.

Tabla 10. Fuente principal de abastecimiento, caudales concesionados y caudales de oferta estimados. Fuente: SHI S.A.S., 2024 & Aguas de Pereira (2024)

Punto	Caudal medio [m³/s]	Caudal concesionado [m³/s]	Q95 [m³/s]	Caudal mínimo Tr: 10 años [m³/s]	Caudal ambiental [m³/s]
Nuevo Libaré	13,930	2,000	5,150	3,099	1,860

Para el balance hídrico se consideraron tres escenarios de demanda (numeral 1.5) que serán contrastados uno a uno para cada alternativa de oferta, es decir, se obtienen caudales de agua para los años 2023, 2024, 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 y 2050. En el balance a futuro se consideran las cifras de demanda total como la suma de la cantidad de agua requerida en el sector residencial, industrial y comercial para el municipio.

Oferta Hídrica Definida por el Q95 para Pereira

En la Figura 10 se presenta el balance hídrico para el municipio de Pereira considerando únicamente la fuente de abastecimiento actual: Bocatoma Nuevo Libaré. Se observa que, bajo los escenarios optimista y tendencial de demanda, el cual considera una disminución de la población (línea punteada azul), la oferta tendencial (identificada como escenario 2 de oferta) tiene suficiente capacidad de abastecimiento hasta el año 2050. Bajo un escenario tendencial de demanda (línea punteada negra) la oferta de la actual captación también tiene la capacidad suficiente para abastecer al municipio hasta el 2050. En un escenario pesimista de demanda (línea punteada roja) la actual captación no presenta la suficiente oferta para abastecer el municipio hasta el 2050.

En el escenario 1 de oferta, la cual considera la oferta optimista, la bocatoma tiene la capacidad suficiente para abastecer los tres (3) escenarios de demanda propuestos, incluso

el escenario de demanda pesimista, el cual considera un aumento significativo de la población hacia 2050.

El escenario 3 de oferta se considera el escenario más crítico en cuanto a oferta. Este corresponde al escenario pesimista de oferta. Bajo este escenario de oferta se observa que solo el escenario optimista de demanda sería el que se podría tener cobertura hasta el año 2050, el escenario tendencial de demanda se cubre con esta oferta, pero queda muy justo para el año 2050. Para el escenario pesimista de demanda, la oferta pesimista no presenta la suficiente capacidad a partir del año 2035.

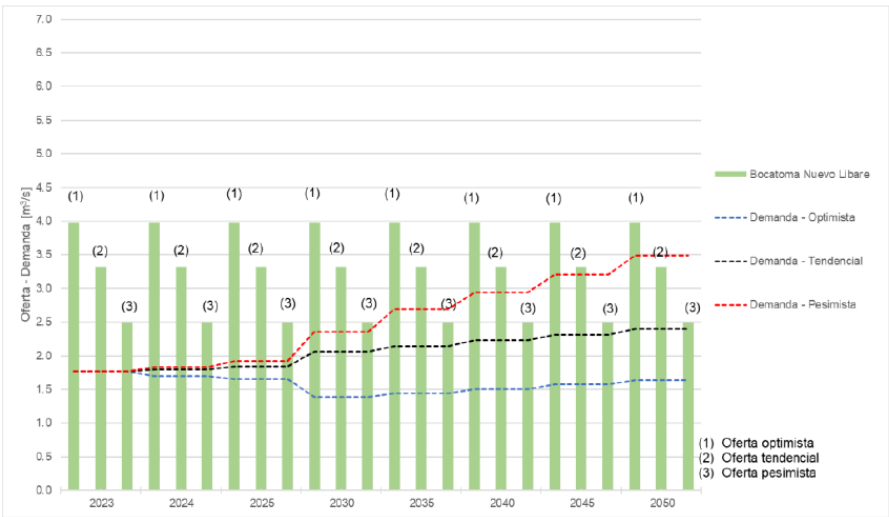


Figura 10. Balance hídrico en el municipio de Pereira – Fuentes de abastecimiento existentes. Fuente: SHI S.A.S., 2024

Tomado del Estudio Balance Hídrico de Pereira, elaborado por Aguas y Aguas de Pereira, Paginas 16 y 17

Considerando las condiciones actuales de la captación en Bocatoma Nuevo Libaré, se plantean alternativas de abastecimiento para este municipio. Estas alternativas consideran la incorporación de la oferta de cuatro (4) corrientes propuestas simuladas con el modelo TETIS: Río Consota, Quebrada Tinajas, Quebrada Cristalina y Quebrada El Caucho. En la Figura 11 se presenta nuevamente el balance hídrico para Pereira, esta vez considerando la oferta de las corrientes mencionadas previamente. Se observa que, con la incorporación de estas corrientes, los escenarios 1 y 2 de oferta pueden cumplir con el abastecimiento hasta el año 2050.

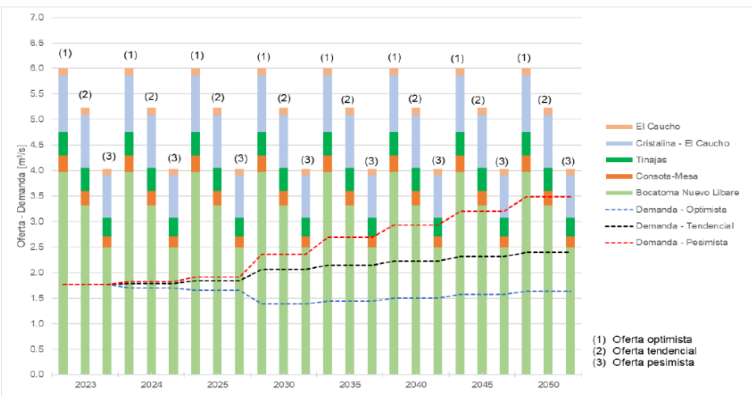


Figura 11. Balance hídrico en el municipio de Pereira – Fuentes alternativas de abastecimiento (Oferta Q95). Fuente: SHI S.A.S., 2024

Tomado del Estudio Balance Hídrico de Pereira, elaborado por Aguas y Aguas de Pereira, Paginas 16 y 17

Oferta Hídrica Definida por el Caudal Mínimo de 10 Años en Pereira

De manera análoga, se presenta el balance hídrico para el municipio de Pereira, esta vez considerando la oferta hídrica como el caudal mínimo estimado para un periodo de retorno de 10 años. Esta oferta, corresponde a un escenario estadístico crítico, el cual no ocurre permanentemente, si no en algunos momentos específicos en los que puede darse la disminución de la oferta a tal punto de presentarse un déficit en el abastecimiento. En la Figura 12 se presenta el balance hídrico para Pereira, para el escenario de oferta del caudal mínimo de periodo de retorno de 10 años, considerando las fuentes alternativas. De este balance, bajo los escenarios de oferta crítica, se observa que la actual concesión (Bocatoma Nuevo Libaré) no tiene la capacidad para satisfacer la demanda actual del municipio y la proyectada hasta el 2050 bajo los tres escenarios de demanda; solamente, a partir del año 2030, la disminución de la población proyectada en el escenario optimista de demanda se satisface bajo el escenario de oferta optimista.

La incorporación de las cuatro (4) fuentes alternativas de abastecimiento, pueden satisfacer la demanda definida por los escenarios tendencial y optimista de demanda hasta el año 2050. Para el escenario pesimista de demanda, la oferta optimista solo puede satisfacer el abastecimiento hasta el año 2045. Si bien, la oferta dada por el caudal mínimo de periodo de retorno de 10 años es un escenario de poca recurrencia y probabilidad baja, es necesario considerarlo en un caso de condiciones críticas, en el cual la concesión actual y las fuentes alternativas de abastecimiento presenten estos caudales de baja magnitud en simultáneo, con el fin de tomar planes de acción que permitan satisfacer la demanda en estos escenarios.

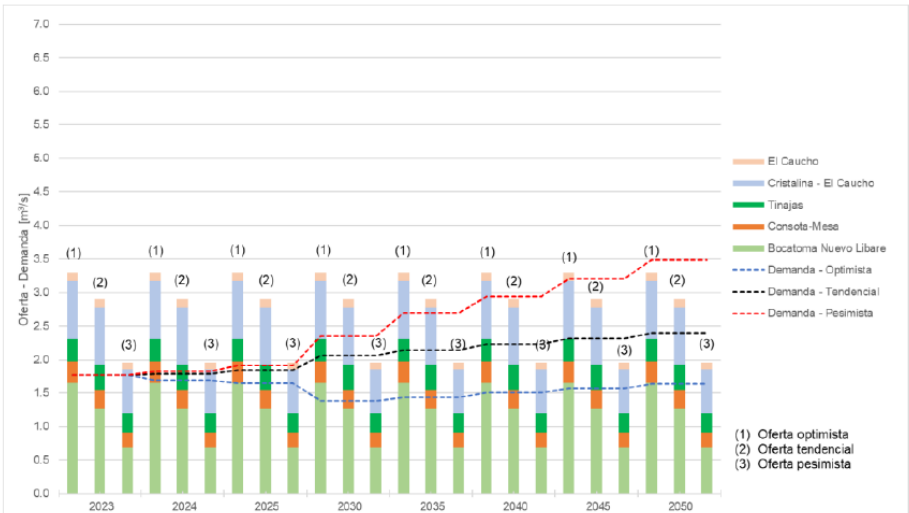


Figura 12. Balance hídrico en el municipio de Pereira – Fuentes alternativas de abastecimiento (Oferta Qmin10años).
Fuente: SHI S.A.S., 2024

Tomado del Estudio Balance Hídrica de Pereira, elaborado por Aguas y Aguas de Pereira,
Paginas 16 y 17

El balance hídrico para Pereira muestra variabilidad en la capacidad de abastecimiento hasta el año 2050, dependiendo los distintos escenarios de oferta y demanda. La fuente actual, la Bocatoma Nuevo Libaré, muestra suficiencia en la capacidad en condiciones optimistas de demanda (disminución de la demanda), pero podría ser insuficiente en escenarios pesimistas (aumento de la demanda, disminución de la oferta hídrica). En contraste, los otros escenarios de oferta, como el escenario 2 (escenario tendencial de oferta) que considera el caudal del Q95 menos el caudal ambiental, ofrecen una mayor disponibilidad de agua, asegurando el abastecimiento para todos los escenarios de demanda propuestos hasta 2050. Sin embargo, el escenario más crítico, el escenario 3. (disminución de la oferta hídrica, aumento de la demanda), destaca la necesidad de explorar opciones adicionales de suministro para

garantizar la seguridad hídrica en situaciones extremas. Considerando la incorporación a la oferta de cuatro fuentes adicionales, se observa una mejora significativa en la capacidad de abastecimiento para el municipio. Con la inclusión de estas alternativas de suministro, tanto los escenarios 1 como 2 de oferta podrían satisfacer las necesidades de abastecimiento hasta el año 2050. Esta incorporación de fuentes de agua ofrece una mayor seguridad hídrica para el futuro, mitigando los posibles déficits de suministro que podrían surgir bajo condiciones críticas. Sin embargo, es esencial seguir evaluando y monitoreando constantemente las condiciones hídricas y explorar activamente nuevas estrategias de gestión.

Dosquebradas

La población urbana para el municipio de Dosquebradas presenta comportamiento creciente los primeros años y decreciente a partir de 2027, lo que significa que al año 2050 la población sigue decreciendo. Por otro lado, la población rural del municipio en este estudio es decreciente entre 2022 y 2028, y a partir de 2029 crece. Es importante mencionar que la proyección del DANE post COVID - 19 no se utilizó en la estimación de la demanda, se incluye con el fin de esquematizar la información que ofrece la entidad oficial de estadística en Colombia. Por el contrario, para el balance hídrico se consideraron los resultados de las proyecciones se realizan las estimaciones de demanda con base en las proyecciones obtenidas de los métodos Exponencial y Creciente/Decreciente que arrojan para esta ciudad una población de 253.901 habitantes para el año 2035 y 286.791 habitantes para el año 2050.

Oferta Hídrica Definida por el Q95 Dosquebradas

En la Figura 7 se presenta el balance hídrico para el municipio de Dosquebradas considerando las seis (6) fuentes actuales de abastecimiento: Quebrada La Estrella, Quebrada Sin nombre, Quebrada San Joaquín, Quebrada Aguazul, Quebrada Santa Helena y la Quebrada San José. Actualmente, Dosquebradas compra agua en bloque a las empresas de acueducto Aguas de Pereira y EMPOCABAL (Santa Rosa de Cabal); la compra de agua en bloque corresponde a 350 l/s a cada municipio. Las concesiones actuales en este municipio no presentan la suficiente oferta para suplir la demanda en el municipio, por lo que se hace necesario buscar fuentes alternativas, como es el caso de la compra de agua en bloque.

Se observa que, bajo todos los escenarios de demanda (líneas punteadas en la figura), la oferta para el escenario optimista (aumento en la precipitación en 10%) y el escenario tendencial (condiciones climáticas iguales a las históricas), las concesiones presentan la capacidad suficiente para abastecer al municipio hasta el año 2050. La concesión del río San José es la que mayor oferta hídrica presenta, seguida del agua en bloque comprada a Pereira y Santa Rosa de Cabal. Para el escenario pesimista de oferta (disminución de la precipitación en un 10% y aumento de la temperatura, relacionada con cambio climático), se presenta un déficit de abastecimiento para el año 2050, antes de dicho año se cuenta con la capacidad suficiente para abastecer al municipio.

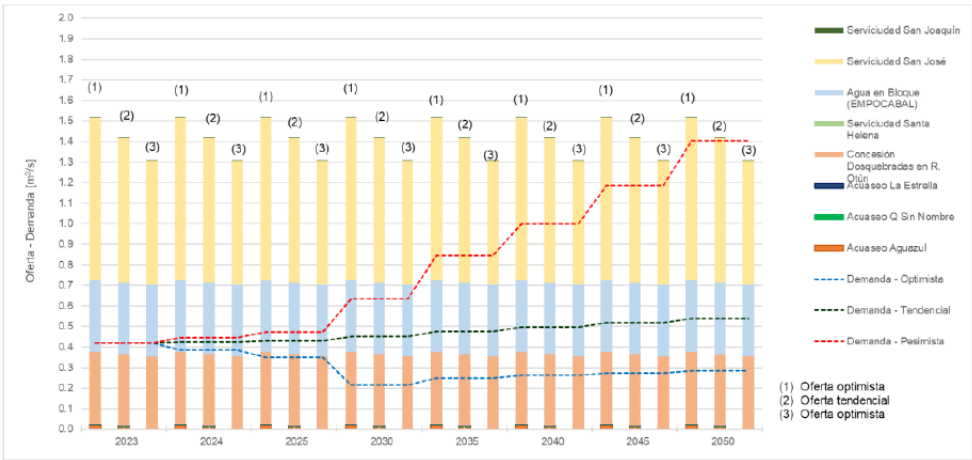


Figura 7. Balance hídrico en el municipio de Dosquebradas – Fuentes de abastecimiento existentes (Oferta Q95)

Oferta Hídrica Definida por el Caudal Mínimo de 10 Años Dosquebradas

Adicionalmente, se evalúa el balance hídrico considerando la oferta hídrica como el caudal mínimo estimado para un periodo de retorno de 10 años. Esta oferta, corresponde a un escenario estadístico crítico, el cual no ocurre permanentemente, sino en algunos momentos específicos en los que puede darse la disminución de la oferta a tal punto de presentarse un déficit en el abastecimiento. En la Figura 8 se presenta el balance hídrico para Dosquebradas, bajo el escenario de oferta del caudal mínimo de periodo de retorno de 10 años.

De este balance, bajo los escenarios de oferta crítica, se observa que las concesiones del municipio presentan déficit de abastecimiento a partir del año 2050 para el escenario pesimista de demanda (proyección de población exponencial y dotación máxima). La compra de agua en bloque al municipio de Pereira y al municipio de Santa Rosa de Cabal, así como la concesión del río San José, son las fuentes que en gran parte abastecen al municipio, considerando los tres (3) escenarios de demanda hídrica. La demanda del escenario optimista (proyección poblacional creciente/decreciente y dotación mínima) podría satisfacerse con las seis (6) concesiones de las fuentes de Acúaseo y Serviciudad, pero para los escenarios tendencial (continuación de las condiciones actuales) y pesimista de demanda (proyección de población exponencial y dotación máxima), es necesario considerar la compra de agua en bloque a Aguas de Pereira y EMPOCABAL, para cubrir el abastecimiento requerido por la demanda.

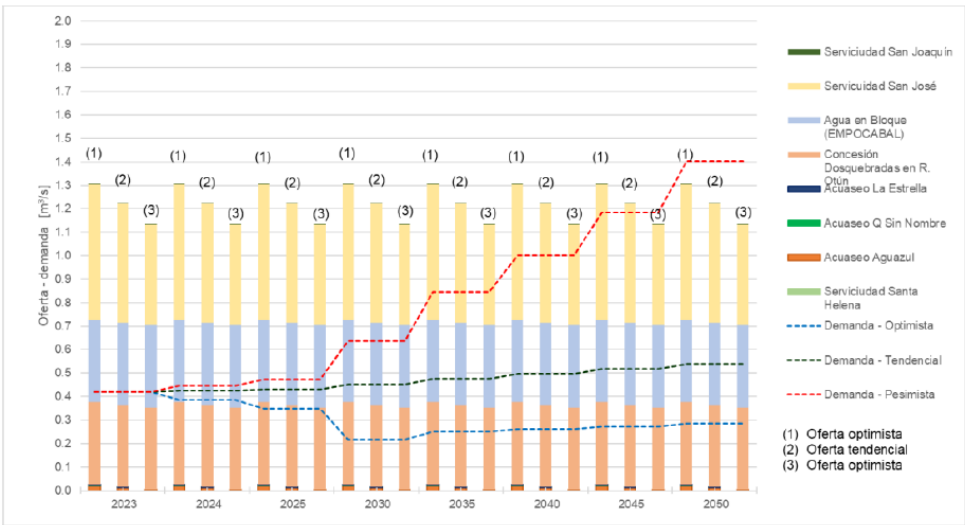


Figura 8. Balance hídrico en el municipio de Dosquebradas – Fuentes de abastecimiento existentes (Oferta Qmin10 años)

El análisis del balance hídrico para el municipio de Dosquebradas evidencia una situación actual de suficiencia en las fuentes de abastecimiento para satisfacer la demanda de agua. La suficiencia de abastecimiento en este municipio se da en su mayor parte, por la concesión en el río San José y la compra de agua en bloque a los municipios de Pereira y Santa Rosa de Cabal. Aunque en un escenario pesimista de demanda y de oferta, se prevé que pueda existir insuficiencia para el abastecimiento en el municipio, lo que puede llevar a pensar en incorporar otra fuente de abastecimiento para el municipio pensando en esa situación a futuro.

7.3.2.2. Santa Rosa de Cabal

La población urbana para el municipio de Santa Rosa de Cabal presenta un comportamiento creciente los primeros años y decreciente a partir de 2027, lo que significa que al año 2050 la población siga decreciendo. Por otro lado, la población rural del municipio muestra que la tendencia es decreciente hasta el año 2028 y posteriormente empieza a aumentar progresivamente.

Oferta Hídrica Definida por el Q95 para Santa Rosa de Cabal

En la Figura 7 se presenta el balance hídrico para el municipio de Santa Rosa de Cabal considerando las dos fuentes actuales de abastecimiento: Río San Eugenio y Río Campoalegrito. Se observa que, bajo los tres (3) escenarios de oferta en el municipio de Santa Rosa de Cabal, el abastecimiento se cumple satisfactoriamente con las dos (2) fuentes actuales, en donde el municipio bajo los diferentes escenarios de demanda no presenta déficit para los siguientes años.

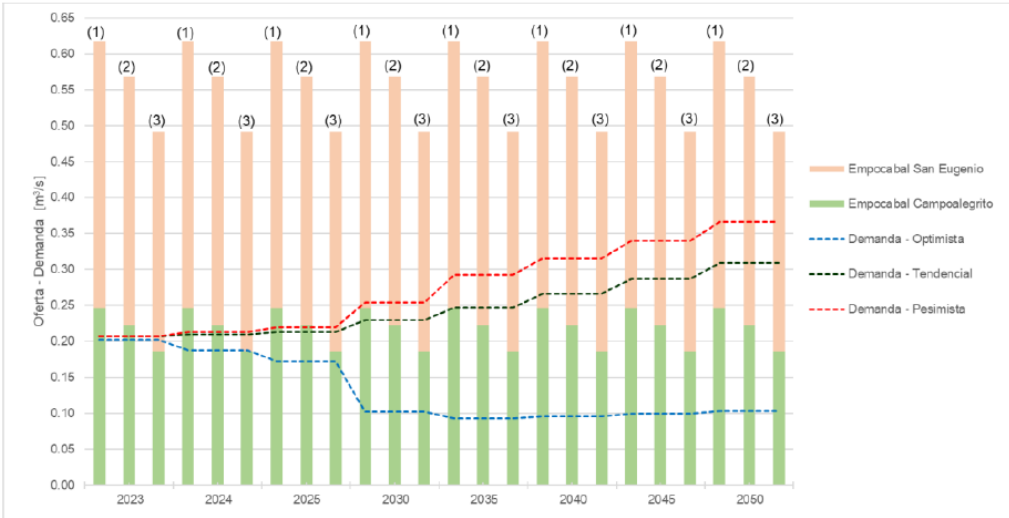


Figura 7. Balance hídrico en el municipio de Santa Rosa de Cabal (Oferta Q95). Fuente: SHI S.A.S., 2024

Oferta Hídrica Definida por el Caudal Mínimo de 10 Años en Santa Rosa de Cabal

Se presenta el balance hídrico para el municipio de Santa Rosa de Cabal considerando la oferta definida por el Qmin10 años. En la Figura 8 se presenta el balance hídrico bajo esta condición

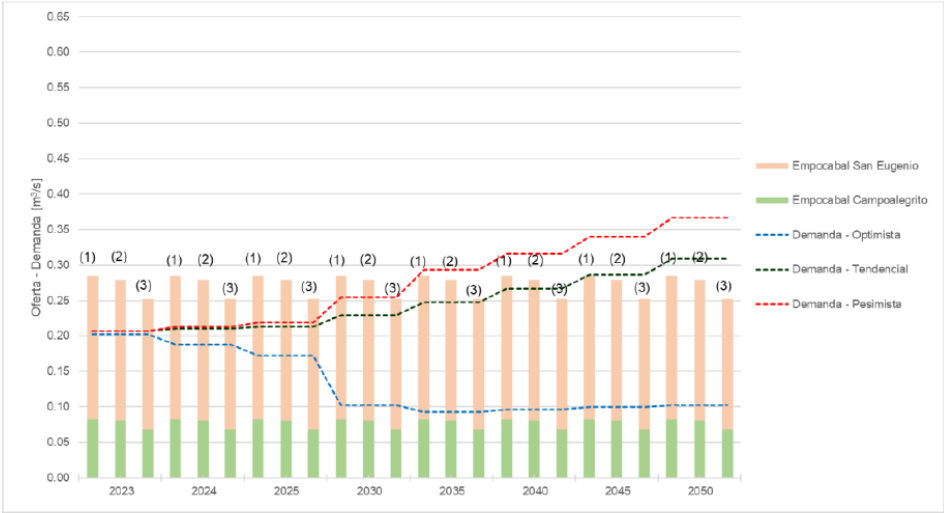


Figura 8. Balance hídrico en el municipio de Santa Rosa de Cabal (Oferta Qmin10años). Fuente: SHI S.A.S., 2024

En este balance hídrico se observa que, bajo una condición crítica simultánea en las dos (2) corrientes, para los escenarios de oferta es posible satisfacer la demanda proyectada hasta el año 2025, para el escenario pesimista de oferta (disminución del 10% de precipitación) y demanda (crecimiento exponencial y dotación máxima), existe un déficit a partir del año 2030, por lo que se requieren alternativas para suplir la proyección de la demanda pesimista a partir de este año. Para los escenarios tendenciales (tanto de oferta y demanda), se presenta un déficit a partir del año 2045. El escenario de demanda optimista (proyección poblacional creciente/decreciente y dotación mínima), indica que los tres (3) escenarios de oferta pueden presentar suficiencia en el abastecimiento con la proyección hasta el año 2050.

El análisis del balance hídrico para Santa Rosa de Cabal muestra una situación favorable en cuanto a la capacidad de abastecimiento de las fuentes actuales, el Río San Eugenio y el Río Campoalegrito. Bajo diferentes escenarios de oferta, se observa que tanto la concesión actual como las condiciones críticas ofrecen capacidad suficiente para satisfacer la demanda proyectada hasta el año 2050. Aunque el escenario más crítico indica una disminución en la capacidad de abastecimiento hacia el año 2030 ó 2040, dependiendo del nivel de demanda considerado, la disponibilidad de agua en Santa Rosa de Cabal sugiere que, al menos por el momento, no se requieren buscar fuentes alternativas de abastecimiento. Se puede observar que tanto el Río San Eugenio como el Río Campoalegrito tienen capacidad suficiente para cubrir las necesidades de agua del municipio en los próximos años. Sin embargo, se recomienda un monitoreo continuo de las condiciones hídricas y una planificación a largo plazo, teniendo en cuenta la vocación turística del municipio y las dinámicas de la población flotante.

7.3.2.3. La Virginia

La población urbana para el municipio de La Virginia presenta un comportamiento creciente los primeros años y decreciente a partir de 2026, lo que significa que al año 2050 la población siga decreciendo. Por otro lado, la población rural del municipio muestra que la tendencia es decreciente hasta el año 2027 y posteriormente empieza a aumentar con periodos decrecientes intermedios.

Oferta Hídrica Definida por el Q95 en La Virginia

En la Figura 7 se presenta el balance hídrico para el municipio de La Virginia considerando la única fuente actual de abastecimiento: Río Totuí. Para este municipio, la oferta del Q95 del

río Totuí, cumple satisfactoriamente la demanda del municipio considerando los tres (3) escenarios de oferta, y los tres (3) escenarios de demanda.

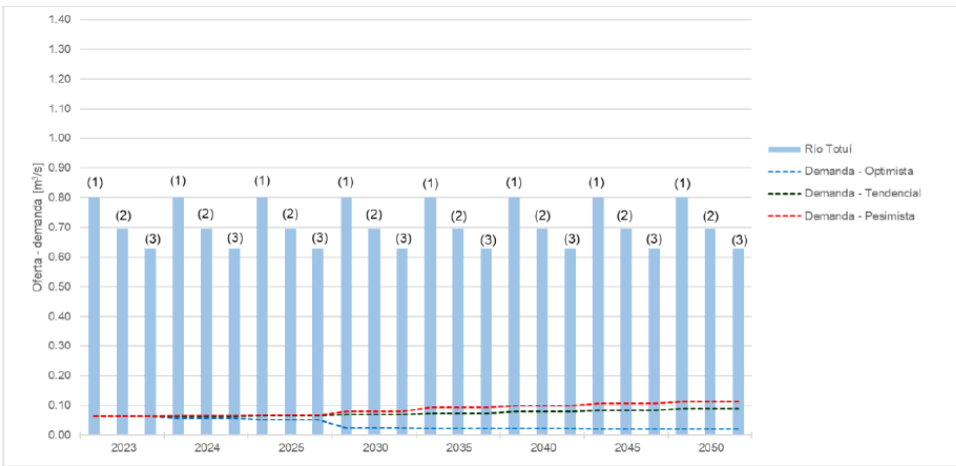


Figura 7. Balance hídrico en el municipio de La Virginia – Fuentes de abastecimiento existentes (Oferta Q95).
Fuente: SHI S.A.S., 2024

Oferta Hídrica Definida por el Caudal Mínimo de 10 años en La Virginia

En la Figura 8 se presenta el balance hídrico para el municipio de La Virginia considerando la única fuente actual de abastecimiento: Río Totuí. Para este municipio, la oferta del caudal mínimo de los 10 años del Totuí, cumple satisfactoriamente la demanda del municipio considerando los tres (3) escenarios de oferta, y los tres (3) escenarios de demanda.

El análisis del balance hídrico para La Virginia revela que la única fuente actual de abastecimiento, el Río Totuí, tiene la capacidad para satisfacer la demanda del municipio hasta el año 2050, según el escenario más crítico de aumento de la demanda. Dado que la concesión actual presenta suficiente capacidad de abastecimiento, no se considera la necesidad de incorporar fuentes alternativas en este momento, se resalta que el análisis realizado no tiene en cuenta los abastecimientos pecuarios de la cuenca y otros usos del agua diferentes al de consumo humano.

7.3.2.4. Marsella

La población urbana para el municipio de Marsella presenta un comportamiento creciente los primeros años y decreciente a partir de 2027, lo que significa que al año 2050 la población siga decreciendo. Por otro lado, la población rural del municipio muestra que la tendencia es decreciente hasta el año 2028 y posteriormente empieza a aumentar progresivamente.

Oferta Hídrica Definida por el Q95 para Marsella

En la Figura 7 se presenta el balance hídrico para el municipio de Marsella considerando las dos (2) fuentes actuales del municipio: la quebrada El Maní y la quebrada La Nona. Se observa que existe un déficit en la oferta del Q95 para los escenarios tendencial y pesimista de demanda: la oferta bajo el escenario optimista no tiene la suficiente capacidad para abastecer al municipio a partir del año 2025 para estos escenarios de demanda, por lo que se recomienda la búsqueda de fuentes alternativas. La oferta optimista, sería capaz de cumplir la capacidad de abastecimiento, solamente para el escenario optimista de demanda. Solo se podrá abastecer la demanda, con las consideraciones del escenario optimista, hasta el año 2030.

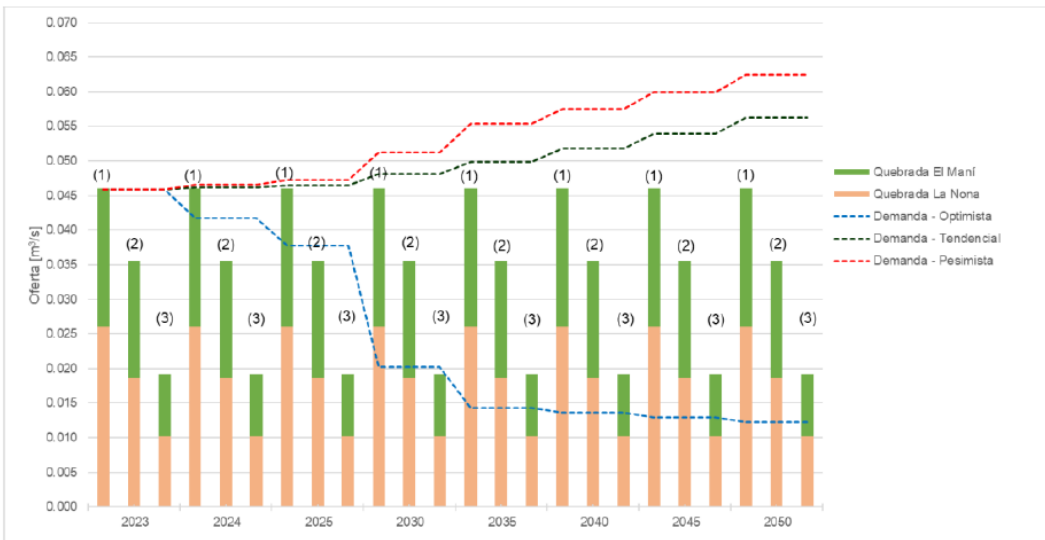


Figura 7. Balance hídrico en el municipio de La Virginia (Oferta Q95). Fuente: SHI S.A.S., 2024

Balance Hídrico en el Municipio de Marsella (Oferta Q95) SHI 2024

Oferta Hídrica Definida por el Caudal Mínimo de los 10 Años para Marsella

En la Figura 8 se presenta el balance hídrico para el municipio de Marsella considerando las dos fuentes actuales del municipio: la quebrada El Maní y la quebrada La Nona. Se observa que existe un déficit en la oferta del Qmin 10 años para todos los escenarios de demanda: únicamente a partir del año 2030, en donde se observa una disminución de la demanda en el escenario optimista (demanda), se logra satisfacer esta demanda con la oferta optimista y tendencial. Se recomienda en la búsqueda de fuentes alternativas para el abastecimiento, ya que para los tres (3) escenarios (pesimista, tendencial y optimista) de las dos (2) ofertas propuestas (Q95 y Qmin 10 años), la demanda se satisface únicamente si se considera la disminución de la población.

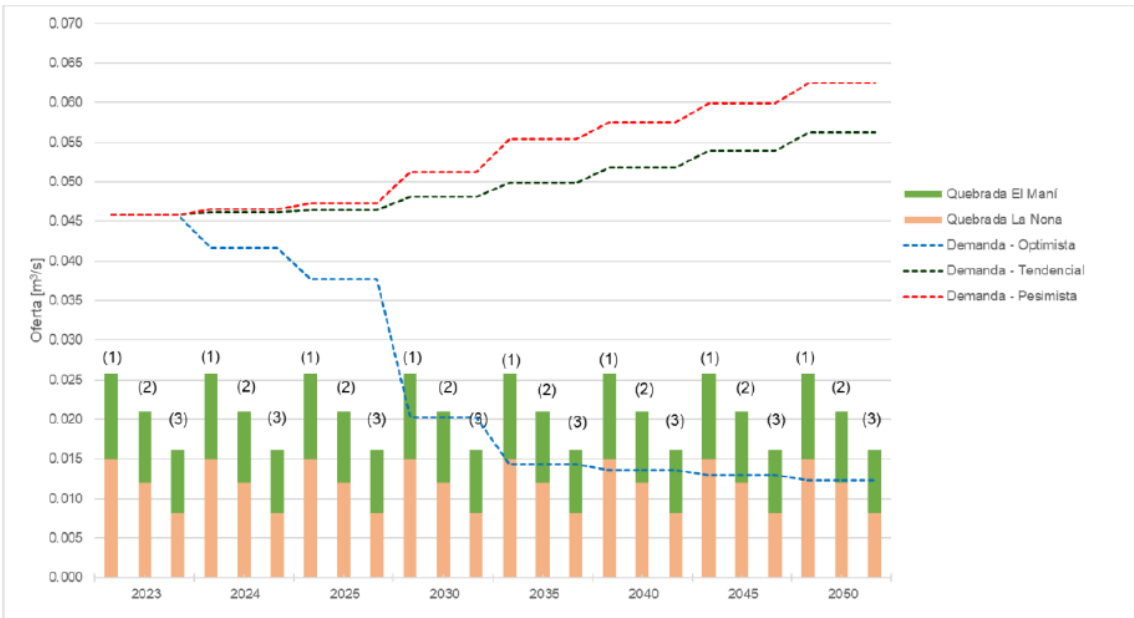


Figura Balance Hídrico para el Municipio de Marsella (Oferta Q10) HSI 2024

El análisis del balance hídrico para Marsella muestra que las fuentes actuales de abastecimiento, la quebrada La Nona y la quebrada El Maní, tienen capacidad para satisfacer la demanda en el escenario optimista hasta el año 2050. **Sin embargo, bajo los escenarios**

tendencial y pesimista de demanda, se prevé un déficit a partir del año 2025. Por lo que se sugiere considerar la incorporación de otra fuente de abastecimiento para garantizar el suministro hídrico. Este municipio presenta una condición crítica en cuanto al balance hídrico, pues no es posible satisfacer con las fuentes actuales los requerimientos de demanda, solamente si se considera un escenario de demanda optimista (que involucra decrecimiento poblacional) y sucedería desde el año 2030.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas y Aguas de Pereira, ISH Consultores.(2024) Balance Hídrico de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Cartago, La Virginia y Marsella.

CARDER, Informe Final: Evaluación Regional del Agua en el Departamento de Risaralda, 2024, en <https://drive.google.com/file/d/1h3FkmfOX7lvImn1-9HLVHh8Heiti0zBp/view> y todos los anexos en <https://siae.carder.gov.co/era/>.

CRQ, OFERTA, DEMANDA HÍDRICA E ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA) DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO PARA EL AÑO 2023, 2023 obtenido en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/#>

CRQ, Universidad del Tolima (2023) Evaluación Regional de Agua del Quindío, obtenida en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2021) ,Evaluación Regional del Agua del Tolima Fase 1, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2022), Evaluación Regional del Agua del Tolima, Fase 2, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

IDEAM (2022) Estudio Nacional del Agua -ENA-,2023 Obtenido en http://archivo.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586?_110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw_redirect=http%3A%2F%2Farchivo.ideam.gov.co%2Fweb%2Fagua%2Festudio-nacional-del-agua%3Fp_id%3D110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_stat%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2

8. DEMANDA MULTISECTORIAL DE AGUA EN EL TERRITORIO DE LA RAP EJE CAFETERO

Capítulo Elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

8.1. Distribución de usos de agua en la región RAP Eje Cafetero

8.1.1. La Demanda de Agua según el Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2022

El Estudio Nacional del Agua 2022 presenta un análisis integrado de los conceptos y metodologías asociadas a los procesos derivados de la extracción del agua del medio natural con el propósito intencionado de satisfacer una necesidad humana, bien sea de supervivencia o para generar desarrollo económico con base en la producción de un bien o servicio. También se analizan los impactos territoriales asociados con estos fenómenos de uso del agua, mediante el uso de indicadores que permiten determinar el nivel de competencia por uso que se genera por las actividades humanas, entre estas mismas y con el medio natural, así como evaluar el nivel de eficiencia en el uso del agua.

El concepto fundamental del uso del agua es la demanda hídrica, que hace referencia al “volumen de agua extraído del sistema natural para suplir los requerimientos de consumo humano, producción sectorial y demandas esenciales de los ecosistemas existentes, sean intervenidos o no” (IDEAM, 2010). La demanda hídrica incluye el volumen total de agua que es extraído del medio natural, donde una parte del agua entra en un proceso productivo o para el abastecimiento doméstico, transformándose en insumo o materia prima en las cadenas de producción; y otra parte del agua extraída puede ser devuelta a la misma cuenca de donde se obtuvo. La extracción de agua debe considerar tanto las fuentes hídricas superficiales como las subterráneas.

Para complementar el análisis de los usos del agua, desde el ENA 2014 (Ideam, 2015) se han incorporado los conceptos asociados a la huella hídrica, los cuales ayudan a mejorar la interpretación de los resultados en los análisis desagregados de los usos sectoriales del agua y su impacto territorial. El análisis de huella hídrica permite analizar el uso del agua desde una definición que parte de la conceptualización de la “apropiación humana de agua”, que representa el volumen de agua que no retorna al sistema hídrico de donde fue tomado inicialmente; esto implica un uso del agua mutuamente excluyente con otros usos. El análisis incluye asimismo la identificación del origen del agua con base en los conceptos primarios de agua verde y agua azul, para la estimación de la huella hídrica verde y la huella hídrica azul.

El agua verde hace referencia a los flujos verticales de agua generados en la interfase suelo vegetación a partir de la lluvia (FAO, 2000). El agua verde es agua proveniente de la lluvia que queda almacenada en la humedad del suelo y que es exclusivamente aprovechada por la vegetación; para el caso de uso de agua verde de origen antrópico, se habla de “agricultura de secano”, que aprovecha la humedad del suelo. El agua azul hace referencia a los flujos

horizontales de agua generados en forma de escorrentía en la interfase suelo vegetación a partir de la lluvia (FAO, 2000). El agua azul es agua proveniente de la lluvia que se acumula en ríos, quebradas, lagos y acuíferos. Esta agua es aprovechable para suplir las diferentes necesidades hídricas de las actividades antrópicas en una cuenca, incluyendo el uso para riego en agricultura, abastecimiento humano, y usos industriales y productivos.

La huella hídrica azul representa un concepto complementario a la demanda hídrica que hace posible analizar el uso de agua azul generada a partir de la extracción de un volumen de agua de ríos, quebradas y acuíferos. La huella hídrica azul es la porción de la demanda hídrica que no retorna a la cuenca por una combinación de los tres fenómenos básicos presentes a partir de la extracción del agua: (1) incorporación a un producto, (2) evaporación y/o (3) trasvase.

El análisis de participación detallada sectorial permite identificar que los sectores de agricultura y postcosecha, hidroenergía, piscícola y doméstico concentran el 90 % de la demanda hídrica total nacional, siendo los dos primeros casi el 70 % de este valor. El análisis tendencial de participación desde 2008 muestra que se mantiene el comportamiento predominante de estos cuatro sectores con una participación que varía entre el 84 % y el 90 % de la demanda hídrica total nacional. El comportamiento se conserva también para los dos primeros sectores, que han mantenido una participación de entre 69 % y 75 % de la demanda hídrica total nacional desde 2008.

La variación de participación sectorial porcentual de la demanda hídrica para los años 2008 a 2020 se presenta en la Figura 157, en donde se evidencia que la participación porcentual del sector de la agricultura y poscosecha entre 2008 y 2012 se mantuvo cerca de la mitad de la demanda hídrica total, con valores estimados de 55,0 % y 49,4 %, respectivamente. Se ha identificado una reducción en participación porcentual en 2016 y 2020 en 44,9 % y 43,3 %, respectivamente. Por su parte, la demanda hídrica en hidroenergía ha ganado participación en el total, pasando de 20,0 % en 2008 a 25,4 % en 2021. La demanda hídrica doméstica ha mantenido una participación más bien estable, entre un 7,5 % y 8,8 %; al igual que el sector pecuario, que está entre 4,0 % y el 4,8 %. Los demás sectores han tenido mayores fluctuaciones en su participación.

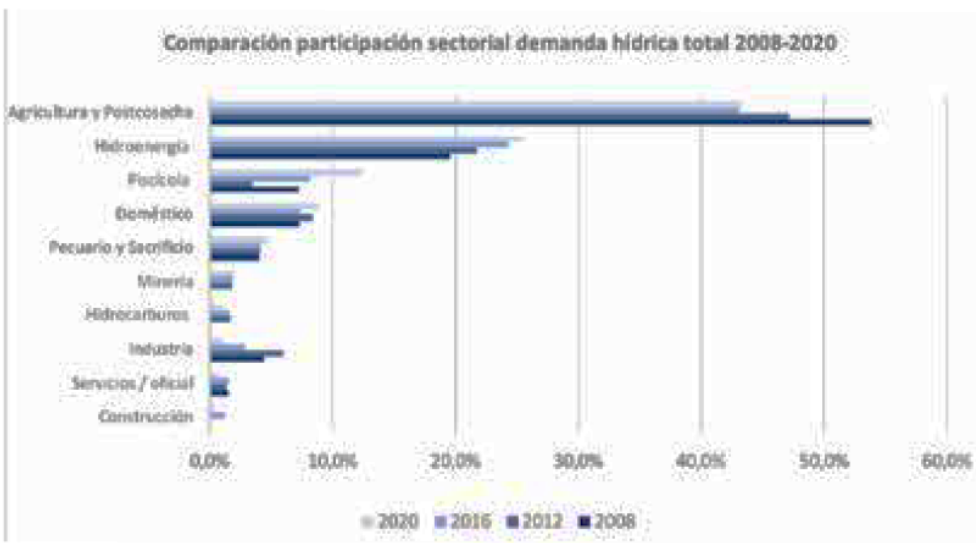


Figura 157. Comparación de la participación sectorial en la demanda hídrica total 2008 2020

Figura Tomada del Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2022, página 254

En la Tabla 47 se presenta la comparación de los valores totales estimados de la demanda y la huella hídricas azul para los dos últimos periodos analizados, años 2016 y 2020.

Tabla 47. Demanda hídrica y huella hídrica azul por sectores 2016 y 2020

	Demanda hídrica (Millones de m³/año)		Huella hídrica azul (Millones de m³/año)	
	ENA 2018 (año 2016)	ENA 2022 (año 2020)	ENA 2018 (año 2016)	ENA 2022 (año 2020)
Agricultura y poscosecha	16.066,9	13.984,1	8.308,0	6.283,4
Hidroenergía	9.069,5	8.224,4	457,3	436,4
Piscícola	3.023,2	3.971,8	27,4	156,5
Doméstico	2.747,2	2.857,9	285,0	368,9
Pecuario y sacrificio	1.554,9	1.538,7	977,4	1.156,9
Minería	668,0	660,9	180,1	126,0
Hidrocarburos	581,0	419,5	6,1	41,5
Industria	1.075,0	364,1	125,0	212,0
Servicios/oficial	571,0	210,7	42,4	23,1
Construcción	436,0	99,9	143,8	33,0

Tabla Tomada del Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2022

El territorio de la RAP Eje Cafetero está ubicado en el Área Hidrográfica Magdalena-Cauca, que es la zona más poblada del país y que genera la mayor demanda de agua en Colombia. En efecto, la demanda hídrica por área hidrográfica se distribuye así: 64 % para el área hidrográfica Magdalena Cauca, 18 % para Orinoco, 15 % para Caribe, 3 % para Pacífico y 1 % para Amazonas. Por su parte, la huella hídrica azul se distribuye: 59 % para Magdalena Cauca, 21 % Orinoco, 16 % Caribe, 3 % Pacífico y 1 % Amazonas. La relación de uso permite estimar que, en promedio, un 33 % del agua extraída no retorna a la cuenca, con valores que oscilan entre el 29 % para el área Magdalena Cauca y el 37 % para el área hidrográfica de Amazonas.

En esta distribución se resalta que, en el AH Magdalena Cauca, el 39 % de la demanda hídrica se concentra en la agricultura y el 28 % se concentra en generación eléctrica (hidroeléctrica y termoeléctrica). Estos dos sectores representan el 67 % del uso de agua; si se agregan el uso piscícola y el doméstico, alcanza el 90 % del total.

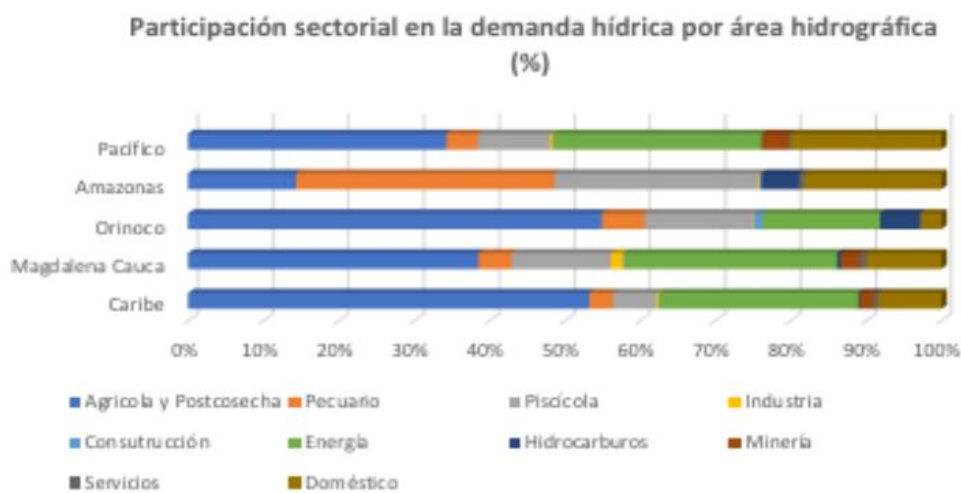


Figura 168. Participación sectorial en la demanda hídrica por área hidrográfica

Figura Tomada del Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2022

Desde la mirada por departamentos, la Figura 170 muestra la participación de la demanda hídrica multisectorial por departamento, lo cual permite identificar situaciones diversas; se encuentran algunos departamentos con un comportamiento similar al identificado en las grandes áreas hidrográficas, pero hay otros departamentos que claramente muestran vocaciones diferentes en el uso del agua, como lo pueden ser la generación de energía hidroeléctrica, la industria o el abastecimiento a la población.

En relación con los Departamentos asociados a la RAP Eje Cafetero, dentro de los primeros10 departamentos con mayor demanda, está el Tolima que además de tener un territorio grande, es además gran productor agropecuario con cultivos y renglones pecuarios intensivos en uso de agua para riego, producción y aprovechamiento, genera energía hidráulica y también es gran productor piscícola.

Caldas que además de producir energía y ser gran productor agropecuario, está, con Tolima en el grupo de los primeros 20 departamentos que demandan agua en el país.

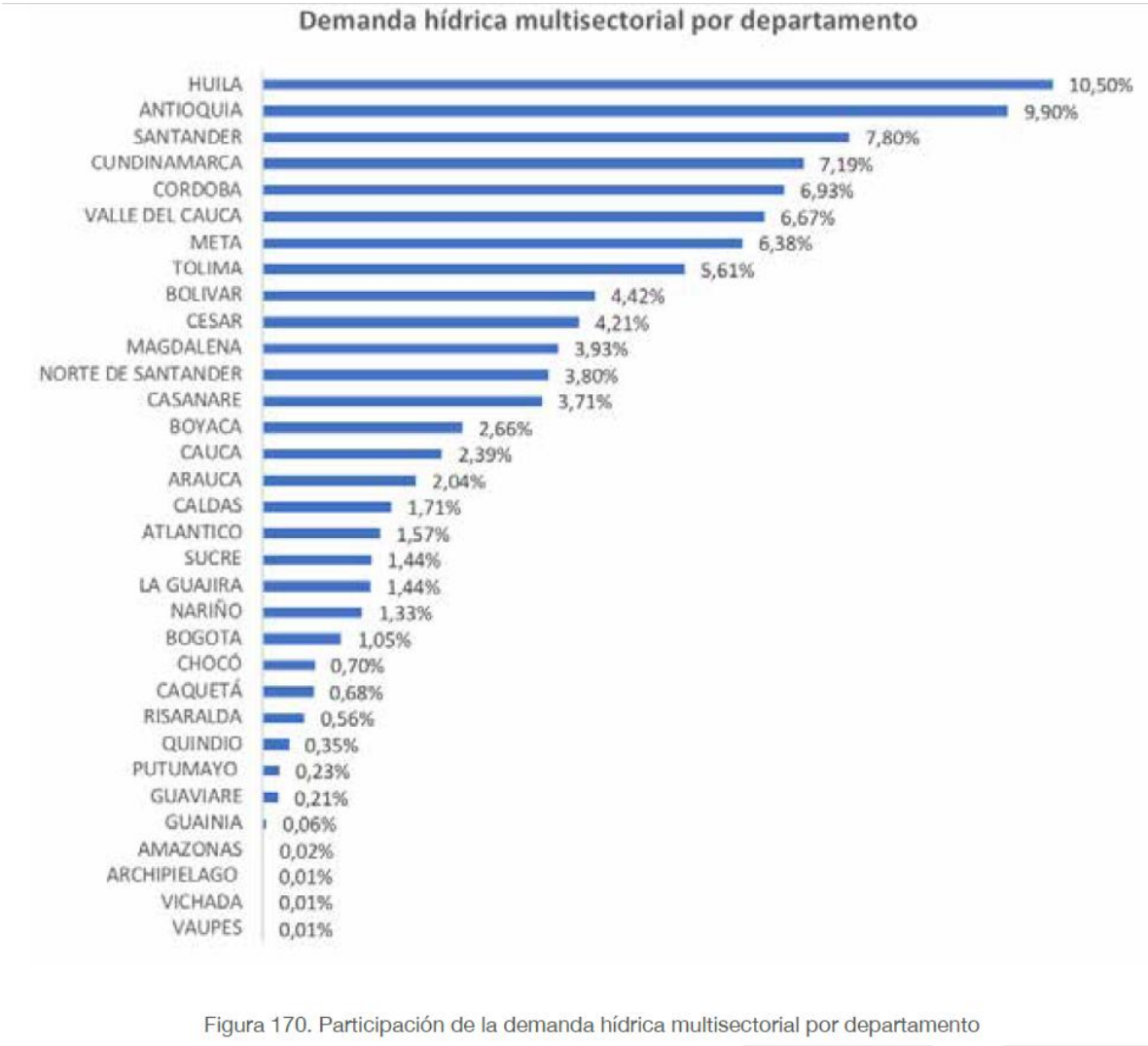


Figura 170. Participación de la demanda hídrica multisectorial por departamento

Figura Tomada del Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2022

En el Estudio Nacional del Agua se hace un detallado análisis de los usos de agua, incluyendo el uso agrícola y pecuario, el industrial, el piscícola, el agua usada en la producción de hidrocarburos y el agua para consumo humano. De este análisis, vale la pena destacar que define 21 cultivos permanentes empezando por café y terminando por flores y follaje, 17 cultivos transitorios incluyendo maíz y arroz y cuatro variedades de pastos.

Sector Agrícola

Se enfatiza en la huella hídrica en los cultivos, señalando: “Mientras que la huella hídrica es una medida del consumo real de agua de riego por parte de los cultivos o riego efectivo, la demanda es una medida de la extracción de agua destinada a suplir las necesidades de los cultivos; es decir, tiene en cuenta un porcentaje de agua de riego que no llega a la planta, sino que retorna al medio ambiente debido a pérdidas por conducción y por las ineficiencias en los sistemas de riego. La estimación de la demanda se realiza con base en la eficiencia de los sistemas de riego, para lo cual se clasificaron los distritos, tal como se muestra en la Tabla 54.

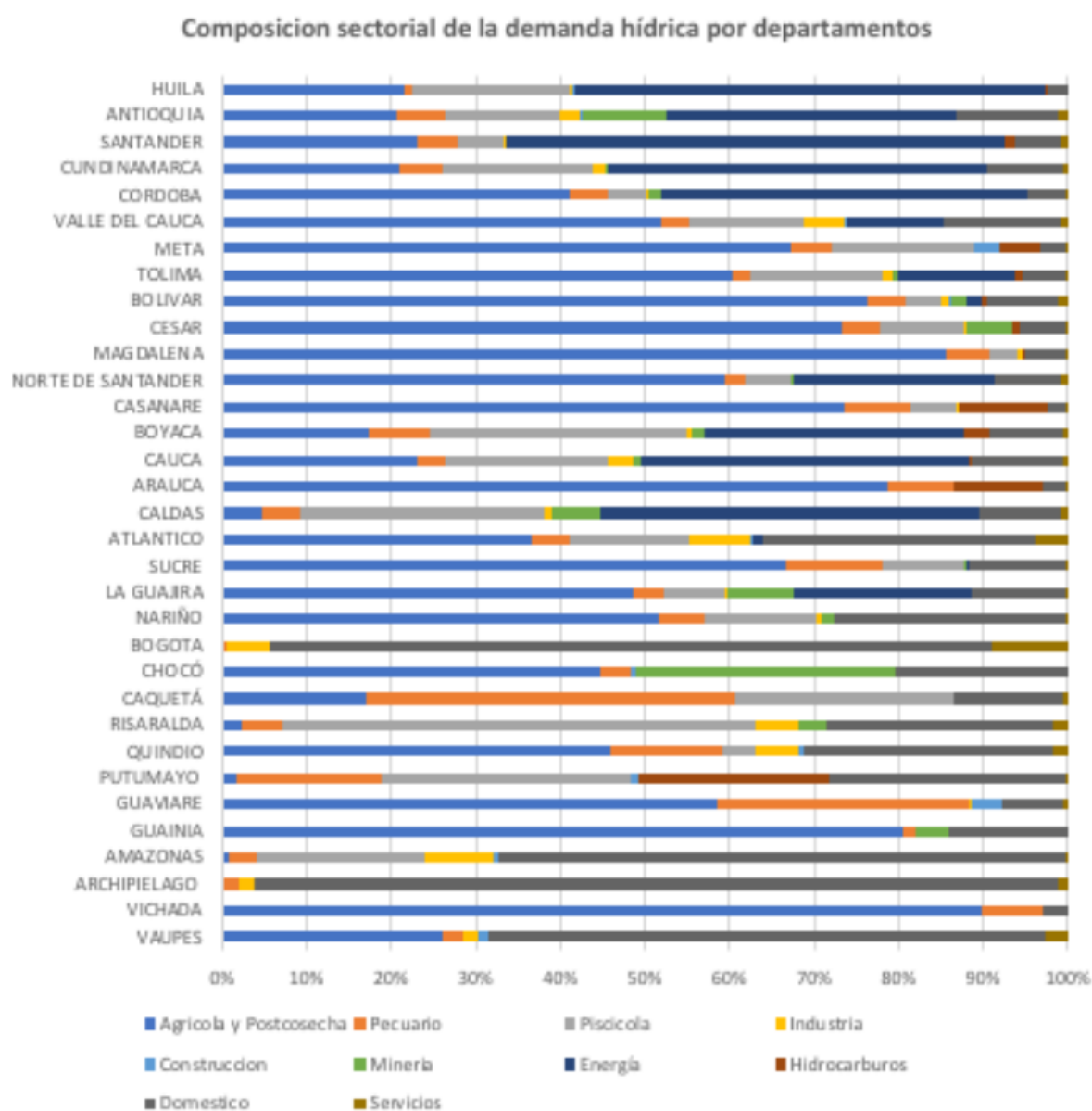


Figura 171. Composición sectorial de la demanda hídrica por departamento

Figura Tomada del Estudio Nacional del Agua IDEAM, 2022

Tabla 54. Eficiencias asignadas al tipo de riego para los sistema de riego en Colombia

Tipo de riego ⁷	Eficiencia de riego (%)
Aspersión	75
Gravedad	50
Goteo	90
Aspersión y gravedad	60
Aspersión y goteo	75
Aspersión y sin información	60
Sin información ⁸	50
Otros casos	
Sin distritos de riego ⁹	60
Arroz riego	25

Fuente: elaboración propia, con base en Cabezas et al., 2002.

Tabla Tomada del ENA IDEAM, 2022, página 271

Se resaltan las veinte SZH con mayor valor del uso del agua (demanda hídrica y huella hídrica azul) y las 20 principales subzonas hidrográficas que representan el 44 % del total de la demanda del sector. Los cinco primeros (Meta, Valle del Cauca, Magdalena, Tolima y Bolívar), concentran un 17 % de toda la demanda hídrica agrícola y poscosecha y participan con 5 %, 4 %, 3 %, 3 % y 3 %, respectivamente. En términos de huella hídrica azul, las veinte SZH con mayor uso del agua concentra un 41 % del total sectorial, siendo las cinco primeras un 19 % del total. Caldas, Quindío y Risaralda están por fuera de los 20 primeros departamentos, considerando que son 11 departamentos que consumen menos del 0.5%, como se observa en la Figura 173

Sector Pecuario

Se analiza la demanda para el sector pecuario por áreas hidrográficas y departamentos. Los departamentos de Antioquia, Santander, Cundinamarca, Meta, Córdoba, Caquetá y Casanare concentran el 54 % del uso de agua para este sector. Tolima, Caldas, Quindío y Risaralda aparecen con un consumo estimado dentro de los primeros 20 departamentos, según se puede leer en la Figura 177 y por ello vale la pena destacar la estimación que se hace sobre la demanda por cada renglón ganadero o productivo en el sector pecuario, que está contenido en la tabla 55 del ENA 2022.

La huella hídrica azul para el sector pecuario concentra el 40 % del volumen de agua consumido en los siguientes cinco departamentos: Antioquia, 12 %; Cundinamarca, 8 %; Santander, 8 %; Meta, 7 %, y Córdoba, 6 %. El dato de uso de agua del sector pecuario incluye el uso de agua en abrevaderos, alojamiento y sacrificio para bovinos, bufalinos, porcinos, caprinos, ovinos y equinos.



Figura 173. Demanda hídrica del sector agrícola por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 272

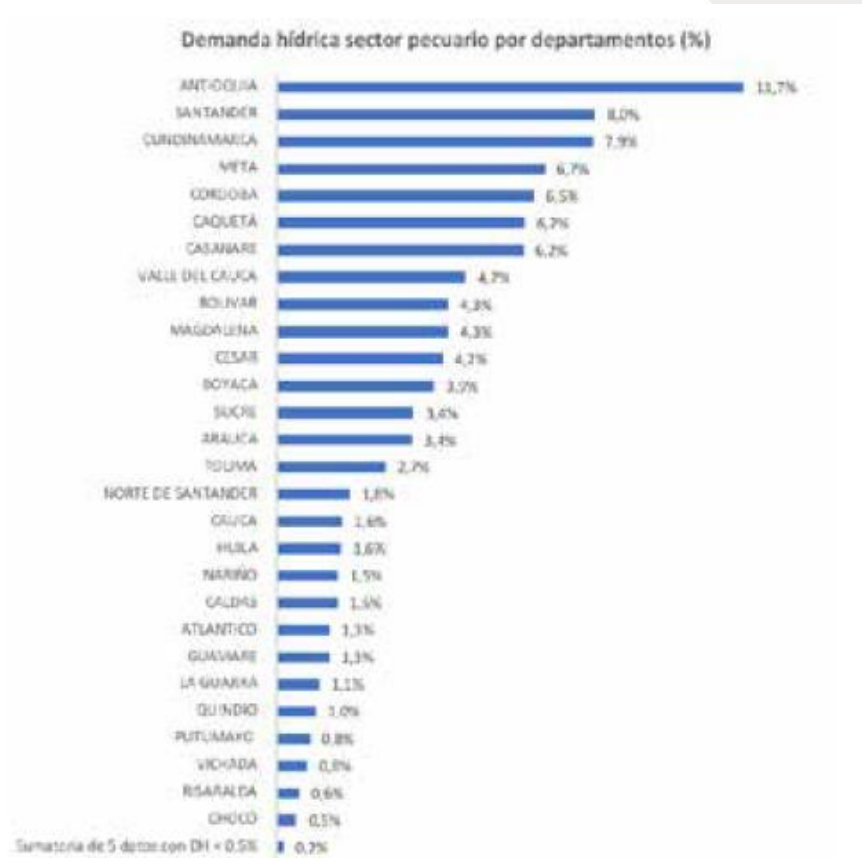


Figura 177. Demanda hídrica sector pecuario por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 276

Tabla 55. Participación de los tipos de ganado en el uso de agua del sector pecuario (2016 y 2020)

	2016	2020
Pecuario	100.0 %	100.0 %
Bovinos	83.8 %	79.3 %
Avícola	12.9 %	14.5 %
Porcinos	3.3 %	3.4 %
Bufalinos	-	0.5 %
Equinos	-	1.9 %
Caprinos	-	0.1 %
Ovinos	-	0.2 %
Sacrificio	100.0 %	100.0 %
Bovinos (incluye búfalos)	8.2 %	5.4 %
Porcinos	5.8 %	4.8 %
Avícola	86.1 %	88.5 %
Bufalinos	-	0.0 %
Ovinos	-	0.8 %
Caprinos	-	0.5 %

Tabla Tomada del ENA IDEAM 2022, página 275

Sector piscícola

Para el sector piscícola, se examinó el uso de agua requerido para la producción de tilapia, trucha, cachama y otros. Se presentan a continuación los principales resultados consolidados a nivel territorial. La fuente de información para la espacialización de la información es el Sistema de Información del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC), el cual es la herramienta principal de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP); el Censo de Infraestructura y los datos de producción 2020 corresponden al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

El 58 % de la demanda de agua del sector piscícola se distribuye en las primeras veinte subzonas hidrográficas. Estas subzonas abarcan 2.295 millones de m3. El incremento en el uso de agua se debió a un aumento de la producción de todas las especies; la mayor producción de tilapia en 2020 en acción con el 2019 se tradujo en un incremento del 65 % en el volumen vendido, con un total de 7.024 toneladas dirigidas principalmente al mercado exterior. En la Figura 179 se muestra la distribución de la demanda hídrica de este sector por departamento.

Por departamentos, el 53,3 % del uso de agua en piscicultura (tilapia, trucha, cachamay otros) se distribuye entre el Huila, Antioquia, Cundinamarca, Meta y Valle del Cauca. Estos departamentos, junto con Tolima y Boyacá, alcanzan el 68 % del uso de agua en el sector. El 69 % de la huella hídrica azul del sector piscícola se concentra en los departamentos de Huila, Tolima, Meta, Cundinamarca y Antioquia. Los dos primeros suman el 50 %.

La producción piscícola se realiza principalmente en el Huila. Tradicionalmente, la mayor producción de trucha está en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Nariño, Cundinamarca. El Meta ha tenido un aumento de su producción, pues no solo produce tilapia, sino que combina con especies nativas, como la cachama.



Figura 179. Demanda hídrica sector piscícola por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 277

Sector Industria

Para el sector industrial, se analiza el uso de agua requerido para la producción manufacturera a nivel nacional. Como fuentes de información se utilizaron el Registro Único Ambiental (RUA) y el SIRH, parte del Sistema de información Ambiental que está a cargo del IDEAM. De igual manera, se consultó la Encuesta Anual Manufacturera del DANE para el año 2020. Se presentan a continuación los principales resultados consolidados a nivel territorial.

La Figura 180 permite la visualización decreciente de las veinte SZH con mayor valor del uso del agua (demanda y huella hídricas azul) para el sector industria. En la Figura 181, se muestra la distribución de la demanda hídrica del sector por departamento. Aparecen los 4 departamentos asociados a la RAP Eje Cafetero. Los primeros cinco departamentos suman el 77 % de la demanda hídrica industrial. Es posible que haya subregistro en la fuente de información para Bogotá y que en algunas de ellas se presenten registros de agua concesionada en lugar del agua realmente usada en la actividad.

Sectores hidrocarburos, energía y minería.

Vale la pena abordar los sectores de hidrocarburos, minería y el de generación de energía, en razón a que los Departamentos de Caldas y Tolima aparecen registrados entre los Departamentos que demandan agua para estos renglones. Tolima, por ejemplo, es el séptimo departamento en demanda de agua para el sector hidrocarburos en Colombia y Caldas es el quinto demandante de agua para el sector minero. Risaralda registra consumo en el sector minero en el puesto 13 entre los Departamentos mineros del país.

En el sector de hidrocarburos, se analiza el uso de agua requerido para la producción de petróleo crudo y las refinerías. Las veinte primeras subzonas hidrográficas concentran el 77 % de la demanda de agua del sector; es decir, 339 millones de m3. Estas alcanzan un uso del 57 % del uso total de agua en el país, con 240 millones. La producción de petróleo en Colombia bajó un 11,8 % en el año 2020 en relación con 2019, con una producción de 882.222 barriles por día (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2022). La demanda de agua estimada es menor en 2020 que en 2016 debido al ajuste de las fuentes de información. La demanda de agua para este sector se registra en la figura 183 del ENA 2022.

El sector minero analiza el uso de agua requerido para la explotación principal de carbón y oro a nivel nacional. Las fuentes de información para actualizar el uso de agua en este sector corresponden a las bases de producción minera (por departamento y municipio) de la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) y la base de títulos mineros de la Agencia Nacional de Minería (ANM). Los resultados por Departamento aparecen en la figura 185 del ENA 2022.

El sector de generación de energía analiza el uso de agua requerido para la producción de energía hidroeléctrica y termoeléctrica a nivel nacional. Se presentan a continuación los principales resultados consolidados a nivel territorial. Las fuentes de información para actualizar las estimaciones a 2020 tienen como base la UPME para hidroenergía; y para los promedios de las variaciones diarias el agua que permanece embalsada durante 2020, las bases reportadas XM. La información de uso de agua para térmicas se basa en los reportes de las operadoras en combinación con registros de generación de XM y módulos de uso de agua.



Figura 181. Demanda hídrica sector industria por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 278

Este sector agrupa las subzonas con presencia de embalses y térmicas; las veinte primeras abarcan el 99 % del uso de agua del sector y las tres primeras concentran el 41 % de la demanda total. La información de uso de agua discriminado por tipo de energía evidencia que las térmicas operaron mucho más en 2020. La demanda creciente de energía en la Costa es la razón del mayor uso de las térmicas, También los factores climáticos a finales de 2019 y los primeros meses de 2020 hicieron crecer el uso de agua en relación con 2016. En la figura 187 se registran las demandas de agua para el sector energético, siendo Tolima y Caldas los Departamentos que registran consumos entre los 12 más demandantes del recurso para este sector en el país.



Figura 183. Demanda hídrica del sector hidrocarburos por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 279



Figura 185. Demanda hídrica sector minería por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 279



Figura 187. Demanda hídrica sector energía por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 281

Sectores Consumo Doméstico y Servicios

En el sector doméstico, se analiza el uso de agua requerido para el abastecimiento de la población, tanto en el ámbito urbano como en el rural, a nivel nacional. El ENA IDEAM 2022 utiliza como fuentes de información las bases de datos de la Superintendencia de Servicios Públicos sobre el consumo de agua facturado para 2020 y el Censo Nacional de población de 2018 del DANE.

De acuerdo con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, entre otros factores, los programas de uso eficiente del agua han empezado a tener efecto en las empresas, y esto se evidencia en los consumos de agua en las grandes ciudades, como Medellín, Cali y Bogotá. Es así como, en los últimos 20 años, Medellín ha reducido el consumo de 20 m3 a 14 m3 por hogar, por año. En Bogotá, el nivel de consumo por habitante es de 80 l/día por habitante y en Cali es de 136 litros por habitante por día.

El sector servicios analiza el uso de agua requerido para uso oficial y servicios a nivel nacional. El ENA IDEAM 2022 resume los principales resultados consolidados a nivel territorial en la figura 192. Al igual que la demanda doméstica, la fuente de información para la actualización de uso de agua en este sector es la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en la base de consumo de agua facturada para servicios oficial, comercio y especial, año 2020.

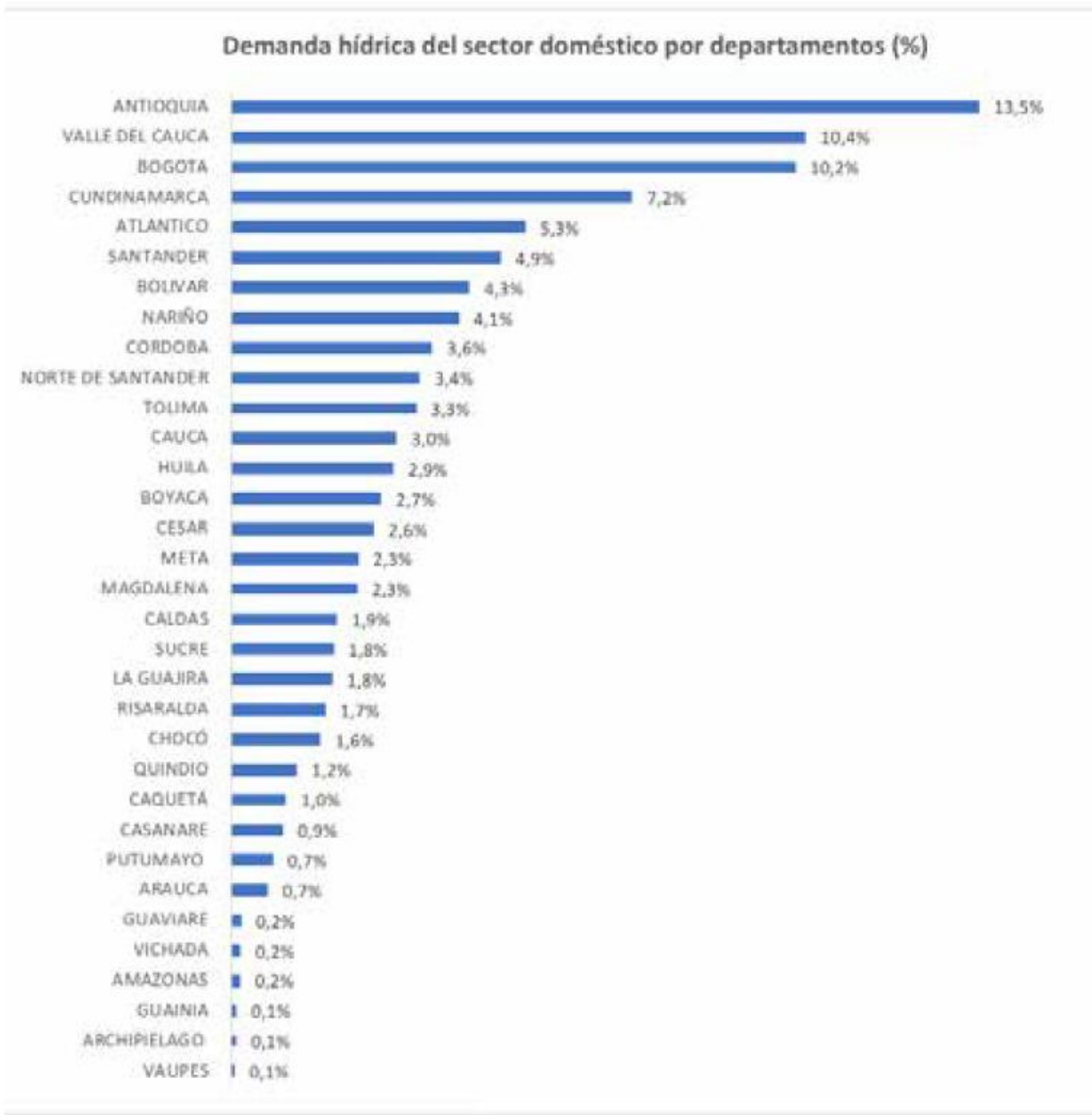


Figura 190. Demanda hídrica sector doméstico por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 283

Los departamentos con mayor uso doméstico son también los de mayor uso de agua en el sector servicios. Sin embargo, el orden es diferente; Antioquia concentra el 16 %, Bogotá el 14 %, sigue Valle con 10 %, Santander con 9 %, Atlántico el 9 %, Bolívar un 8 % y Cundinamarca con 6 %. Los primeros cuatro usan el 50 % del agua involucrada en las actividades del sector.

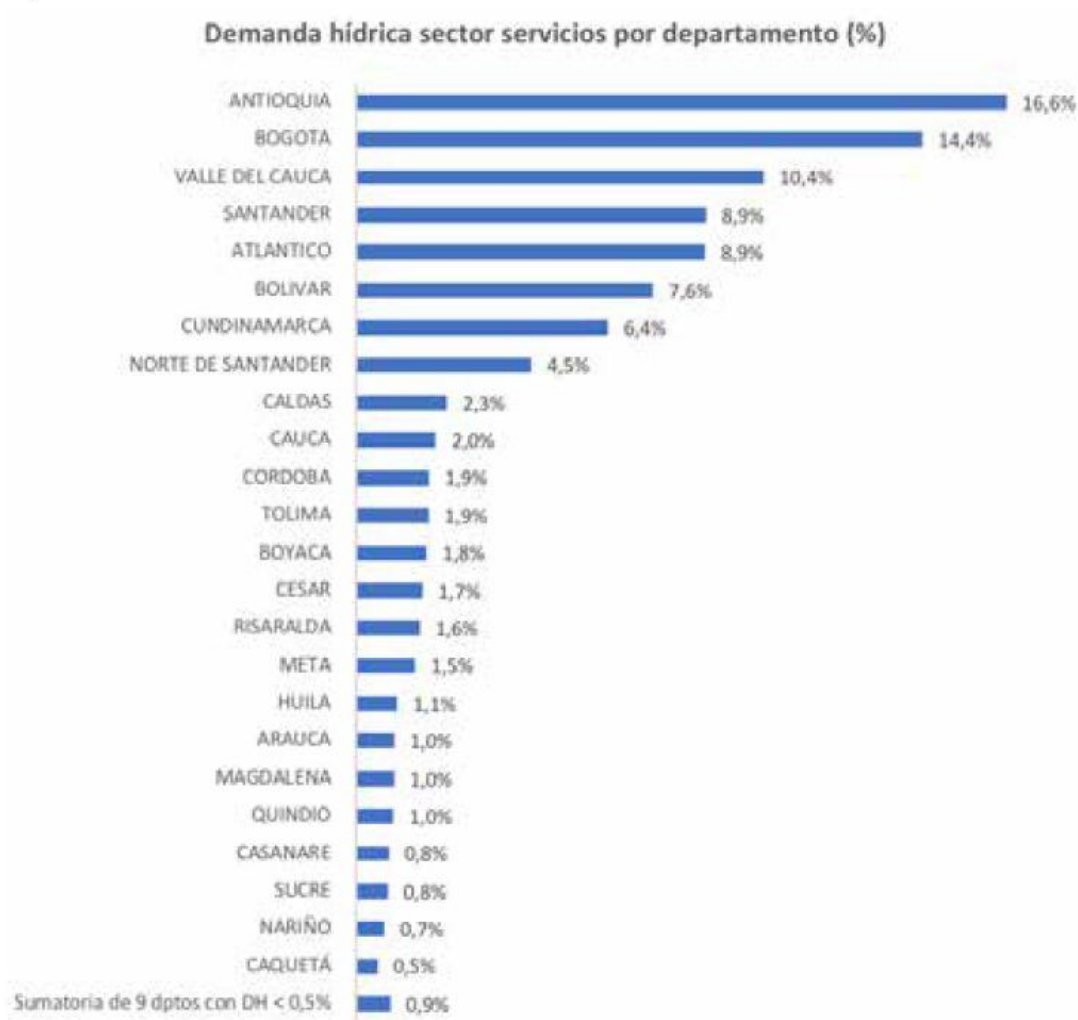


Figura 192. Demanda hídrica sector servicios por departamento

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 285

8.2. Indicadores de Demanda de Agua o de Presión sobre el Recurso Hídrico

Los indicadores de presión sobre el recurso hídrico son las herramientas que permiten utilizar el resultado consolidado multisectorial de los usos del agua mediante relaciones con variables que determinan el estado de oferta natural disponible de agua en ese mismo territorio; hacen posible identificar los territorios, en este caso, las subzonas hidrográficas donde se ejerce alta presión, lo que genera una situación de potencial conflicto por uso del agua.

El Estudio presenta los siguientes indicadores para cada zona hidrográfica y cada departamento: Índice de uso de agua (IUA), índice de agua no retornada a la cuenca (IARC), índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE) e índice de eficiencia en el uso del agua (IEUA). Los tres primeros presentan relación de uso de agua frente de uso, con base en las definiciones detalladas de los fenómenos que describen, respecto a la extracción de agua y al volumen de no retorno a la fuente de agua.

8.2.1. Índice de Uso de Agua (IUA)

El índice de uso de agua (IUA) es el valor numérico que, en una de seis categorías, califica la relación entre la demanda hídrica multisectorial en una subzona hidrográfica en un periodo de tiempo y la oferta hídrica superficial disponible para ese mismo periodo. El indicador refleja la capacidad que tienen las subzonas hidrográficas para sostener los volúmenes de agua

extraídos generados por las actividades antrópicas que se desarrollan en una subzona hidrográfica, entendiendo por demanda hídrica el volumen extraído, sin importar si este volumen retorna total o parcialmente. En caso de que una subzona hidrográfica presente un estado crítico, significa que está ya agotó su disponibilidad de agua superficial para satisfacer los requerimientos hídricos de las actividades económicas que se desarrollan en dicha subzona. En la Tabla 56, se presentan los rangos de evaluación del IUA que, bajo una convención de colores y rangos de valor, representan la situación estimada para el indicador, resaltando las SZH en estado crítico, muy alto y alto.

Tabla 56. Rangos de evaluación IUA

Rango IUA	Categoría
IUA < 1	Muy bajo
1 < IUA < 10	Bajo
10 < IUA < 20	Moderado
20 < IUA < 50	Alto
50 < IUA < 100	Muy alto
IUA > 100	Crítico

Tabla tomada del ENA IDEAM 2022, Página 286

8.2.2. Índice de Agua no Retornada a la Cuenca (IARC)

El IARC se refiere al “índice de escasez de agua azul”, como está denominado en el Manual de Huella Hídrica (Hoekstra et al., 2011) publicado por la Red de Huella Hídrica (Water Footprint Network) como “blue water scarcity index”. Su definición y cálculo corresponde a la metodología propuesta en dicho Manual; no obstante, desde el ENA 2014 (IDEAM, 2015) y para el contexto nacional, se propuso una modificación a su nombre, con el fin de conseguir coherencia y armonía con el trabajo previo desarrollado sobre índices relativos al agua en estudios nacionales anteriores, quedando incluido en el grupo de indicadores de presión al recurso hídrico bajo la denominación de “índice de agua no retornada a la cuenca - IARC”.

En la Tabla 57, se presentan los rangos de evaluación del IARC, que representan los valores que puede llegar a tomar el índice y que han sido clasificados en seis categorías, de acuerdo con las cuales se califica la capacidad que tienen las subzonas hidrográficas para sostener actividades económicas en función de la oferta hídrica superficial disponible. Como señal de alerta, a cada nivel de amenaza se le ha asignado un color.

Tabla 57. Rangos de evaluación IARC

Rango IARC	Categoría
IARC < 0,01	Muy bajo
0,01 < IARC < 0,1	Bajo
0,1 < IARC < 0,2	Moderado
0,2 < IARC < 0,5	Alto
0,5 < IARC < 1,0	Muy alto
IARC > 1,0	Crítico

Tabla Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 290

Las SZH que tienen IARC crítico para la condición hidrológica de año seco representan la condición de mayor nivel de uso no retornado en relación con una menor oferta hídrica disponible; por tanto, la mayor condición de competencia por uso que complementa la demanda hídrica. Las seis SZH presentan un cambio en el estado del indicador a partir del cambio en la condición de año hidrológico a una condición de año medio: tres SZH pasan a un IARC “muy alto”, dos pasan a un IARC “alto” y una SZH pasa a un IARC “moderado”, lo que denota una dependencia de la competencia por uso no retornado relativa a la condición de oferta. En los Departamentos asociados a la RAP Eje Cafetero, este indicador se presenta en condición MODERADA en la suzona del Río Saldaña, parte baja, correspondiente al Departamento del Tolima. El resto de los territorios presenta condición de Bajo y muy bajo.

8.2.3. Índice de Presión Hídrica de los Ecosistemas (IPHE)

Es el valor numérico que califica —en una de seis categorías— la relación entre la huella hídrica verde generado por el sector agropecuario y forestal presente en una subzona hidrográfica en un periodo de tiempo frente a la disponibilidad de agua verde para ese mismo periodo de tiempo. A través de este índice se busca identificar en qué cuencas se presenta competencia por agua verde asociada a competencia por uso del suelo entre las actividades existentes, específicamente, del sector agropecuario y las zonas de protección de ecosistemas estratégicos requeridas para la provisión y mantenimiento de servicios ecosistémicos en las cuencas. Este índice denota la “fracción de apropiación” de los recursos de agua verde disponibles, la cual surge al relacionar el recurso de agua verde empleado en las actividades productivas (sector agropecuario y forestal) con la disponibilidad de agua verde por cuenca hidrográfica (subzona hidrográfica).

Para la comprensión del resultado de este indicador, se han establecido seis categorías de valores que permiten estimar el estado del indicador en cada una de las subzonas hidrográficas a nivel nacional. Como señal de alerta, a cada nivel de amenaza se le ha asignado un color. Los valores “críticos” denotan que existe clara competencia por agua verde entre el uso del suelo vinculado al sector agropecuario y las áreas de protección asociadas a ecosistemas estratégicos en las cuencas; mientras que valores “bajos” y “muy bajos” indican una situación favorable para ecosistemas estratégicos en las cuencas.

Tabla 58. Rangos de evaluación IPHE

Rango IPHE	Categoría
IPHE < 0,1	Muy bajo
0,1 < IPHE < 0,3	Bajo
0,3< IPHE < 0,5	Moderado
0,5 < IPHE < 0,8	Alto
0,8 < IPHE < 1,0	Muy alto
IPHE > 1,0	Crítico

Tabla Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 294

La gráfica de la Figura 203 relaciona las 11 SZH que tiene la condición de IPHE “crítico” y “muy alto” en un año hidrológico promedio.

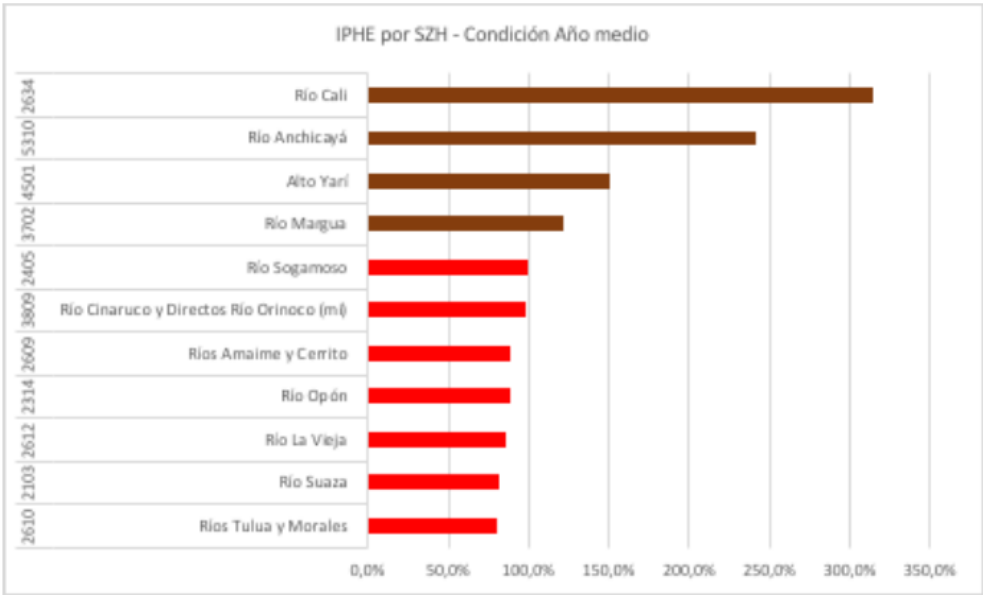


Figura 203. Listado de SZH en estado crítico de IPHE en año medio.

Figura Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 294

La figura 203 muestra las subzonas hidrográficas que presentan condición crítica por IPHE en año medio, situación que puede tornarse más crítica en año seco. Como se puede leer, la SZH del Río La Vieja en el que está ubicada gran parte del Quindío, presenta condición MUY ALTA para el IPHE, lo que quiere decir que hay muy alta competencia por el agua verde entre los sectores productivos agropecuarios en la zona y las áreas protegidas ecosistémicas. Es decir, que los Ecosistemas Estratégicos de alta montaña podrían quedarse privados de agua para subsistir ante la demanda que se tiene para sostener los cultivos, lo que genera conflictos por el uso del suelo y del agua. En categoría ALTA para este indicador se encuentran las SZH de los Ríos Chinchiná, Risaralda, Otún y Tapias, para la condición de año medio. Se deberá revisar la condición de año seco para evidenciar el riesgo real en condición crítica.

Índice de Eficiencia en el Uso del Agua (IEUA)

El índice de eficiencia en el uso del agua o IEUA es el valor numérico que califica —en una de seis categorías— la relación entre la huella hídrica azul multisectorial (volumen de agua extraído que no retorna a la cuenca) en una subzona hidrográfica en un periodo de tiempo frente a la demanda hídrica multisectorial (volumen de agua extraído) en una subzona hidrográfica para el mismo periodo de tiempo. Quedó incluido en el grupo de indicadores de presión al recurso hídrico. Cuando el agua que no retorna a la cuenca se encuentra más cerca del valor extraído para suplir las necesidades asociadas a la demanda, lo que significa una mayor eficiencia en el uso de agua y una reducción en el margen asociado a los flujos de retorno. Lo anterior implica la posibilidad de una reducción en las pérdidas y una clara identificación del volumen de uso que puede ser susceptible a acciones de reúso y recirculación en el sistema productivo.

Tabla 59. Rangos de evaluación IEUA

Rango IEUA	Categoría
IEUA < 0,01	Muy bajo
0,01 < IEUA < 0,1	Bajo
0,1 < IEUA < 0,2	Moderado
0,2 < IEUA < 0,5	Alto
0,5 < IEUA < 1,0	Muy alto

Tabla Tomada del ENA IDEAM 2022, Página 295

Para interpretar este indicador y asociarlo con la “huella hídrica azul”, se tiene la siguiente explicación:

- Categoría “muy bajo”: significa que más del 99 % del agua extraída está asociada a usos que luego retornan a la fuente, es susceptible parcialmente de medidas de reúso y recirculación, y de pérdidas del sistema. Un aumento en la eficiencia en este volumen de agua tiende a reducir la demanda hídrica (extracción).
- Categoría “bajo”: significa que entre el 99 % y el 90 % del agua extraída está asociada a usos que luego retornan a la fuente, es susceptible parcialmente de medidas de reúso y recirculación, y de pérdidas del sistema. Un aumento en la eficiencia en este volumen de agua tiende a reducir la demanda hídrica (extracción).
- Categoría “moderado”: significa que entre el 90 % y el 80 % del agua extraída está asociada a usos que luego retornan a la fuente, es susceptible parcialmente de medidas de reúso y recirculación, y de pérdidas del sistema. Un aumento en la eficiencia en este volumen de agua tiende a reducir la demanda hídrica (extracción).

Y así sucesivamente para categorías alto y muy alto. Entre más alto es el IEUA, más conveniente es la situación para la SZH, en razón a que significa que se está dando mas eficiencia al uso del recurso y/o que la mayor parte del agua usada en los procesos agropecuarios o de otro tipo, están regresando al sistema hídrico que los aportó.

Los resultados obtenidos en el ENA IDEAM 2023, que aparecen en el anexo 2 del documento, muestran que, en Caldas, las SZH de los ríos Chinchiná y Tapias presentan un IEUA ALTO, el Río Risaralda presenta este indicador en condición Baja el río Otún en Risaralda presenta condición moderada y el río La Vieja presenta una Eficiencia en el Uso del Agua Alta. En el Tolima, las SZH de los ríos Guarinó, Bajo Saldaña, Cucuana, Tetuan, Ortega, Medio y Alto Saldaña, Atá, presentan un ALTO indicador de Eficiencia en el Uso de Agua, las SZH de los ríos Prado, Luisa, Totare, Amoyá, Coello y Gualí presentan un indicador MODERADO y las SZH de los Ríos Opía, Lagunilla y otros directos al Magdalena, presentan un indicador bajo.

8.2.4. Indicadores Integrados para determinar SZH Críticas

En la siguiente tabla, elaborada con base en los resultados presentados en el Estudio Nacional del Agua 2022 del IDEAM, se puede determinar las zonas hidrográficas críticas, de Muy Alto y Alto riesgo por los indicadores señalados en los párrafos anteriores, incluyendo uno adicional

que se analizará posteriormente y que se relaciona con la calidad del agua. Más adelante, en el capítulo 10, se darán más detalles de la condición crítica al contrastar la oferta y la demanda del recurso hídrico en temporadas secas o de alta lluviosidad y con los indicadores de calidad del agua. La totalidad de los indicadores de todas las SZH y de los Municipios del país pueden observarse en el Anexo 2 y en otros anexos del ENA.

Por la escala de colores, en la tabla se puede detectar que las subzonas hidrográficas en condición CRÍTICA por el índice de Uso de Agua en el Tolima, son las de los ríos Luisa, Río Opía y otros directos al Magdalena y Bajo Saldaña, que se tornan en esta condición en temporada seca. En calificación de RIESGO MUY ALTO en Tolima, están las subcuentas de los ríos Prado, Totaré y Lagunilla en la misma temporada. En condición de RIESGO ALTO está la Subzona del Río Coello en la cual está Ibagué, la capital del Departamento del Tolima.

De otro lado, el Río Risaralda, está en condición de MUY ALTO riesgo por el índice de uso del agua en temporada seca y el Río Chinchiná en condición de ALTO. En esta última subzona hidrográfica están ubicadas las ciudades de Manizales, capital del Departamento de Caldas y Chinchiná, uno de sus centros poblados más grandes.



Instituto de Hidrología,
Meteorología y Estudios Ambientales

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Subdirección de Hidrología

Anexo 2. Indicadores hídricos por subzona hidrográfica.

Zonificación hidrográfica			Índice de regulación hídrica (IRH) Año medio		Índice de uso del agua (IUA)				Índice de agua no retornada a la cuenca (IARC)		Índice de eficiencia en el uso de agua (IEUA)		Índice de Vulnerabilidad hídrica (IVH)		Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAQ)	
					Año medio		Año seco						Año medio	Año seco	Año medio	Año seco
					Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Categoría	Categoría
SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Área (km²)	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría		

SUBZONAS HIDROGRÁFICAS DEL TOLIMA

2116	Río Prado	1997	0.8	Moderado	0.2	Alta	0.9	Muy Alta	0.0	Baja	0.1	Moderado	Alta	Alta	Moderada	Medio Alta
2118	Río Luisa y otros Directos al Magdalena	1069	0.7	Moderado	0.9	Muy Alta	1.0	Alta	0.1	Baja	0.1	Moderado	Alta	Muy Alta	Alta	Muy Alta
2119	Río Suragait	3640	0.6	Baja	0.3	Alta	0.9	Muy Alta	0.1	Baja	0.2	Moderado	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
2120	Río Bogotó	5921	0.7	Moderado	1.0	Alta	6.2	Alta	0.4	Alta	0.2	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
2121	Río Coello	1631	0.8	Alta	0.1	Moderado	0.3	Alta	0.0	Baja	0.2	Moderado	Medio	Medio	Moderada	Medio Alta
2122	Río Opía y otros Directos al Magdalena (m)	554	0.7	Moderado	0.4	Alta	1.0	Alta	0.0	Baja	0.1	Baja	Alta	Muy Alta	Moderada	Medio Alta
2123	Río Seco y otros Directos al Magdalena	1770	0.4	Muy Baja	0.2	Moderado	0.9	Muy Alta	0.1	Baja	0.4	Alta	Alta	Muy Alta	Medio Alta	Alta
2124	Río Totaré	1433	0.8	Alta	0.2	Moderado	0.9	Muy Alta	0.0	Baja	0.1	Moderado	Medio	Medio	Muy Alta	Muy Alta
2125	Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena	2769	0.7	Moderado	0.2	Alta	0.9	Muy Alta	0.0	Baja	0.1	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta
2201	Alto Saldaña	2583	0.8	Alta	0.2	Muy Baja	0.0	Muy Baja	0.0	Muy Baja	0.1	Alta	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Moderada
2202	Río Aja	1632	0.8	Alta	0.2	Muy Baja	0.0	Baja	0.0	Muy Baja	0.1	Alta	Muy Baja	Baja	Moderada	Moderada
2203	Medio Saldaña	4620	0.8	Alta	0.2	Baja	0.1	Baja	0.2	Muy Baja	0.1	Alta	Baja	Baja	Moderada	Medio Alta
2204	Río Anagó	1489	0.8	Alta	0.2	Baja	0.0	Baja	0.0	Muy Baja	0.2	Moderado	Baja	Baja	Baja	Moderada
2206	Río Tenorio, Río Omega	1177	0.7	Moderado	0.2	Baja	0.1	Moderado	0.0	Muy Baja	0.2	Alta	Baja	Medio	Medio Alta	Alta
2207	Río Caucaño	1874	0.7	Moderado	0.2	Baja	0.1	Baja	0.0	Muy Baja	0.2	Alta	Baja	Baja	Moderada	Medio Alta
2208	Bajo Saldaña	729	0.8	Alta	0.2	Alta	1.0	Alta	0.1	Moderado	0.2	Alta	Medio	Muy Alta	Alta	Muy Alta
2301	Río Quilí	845	0.8	Alta	0.0	Baja	0.1	Moderado	0.0	Muy Baja	0.2	Moderado	Baja	Medio	Alta	Alta
2302	Río Guareí	845	0.8	Baja	0.0	Muy Baja	0.0	Baja	0.0	Muy Baja	0.2	Alta	Medio	Medio	Moderada	Medio Alta

SUBZONAS HIDROGRÁFICAS DE CALDAS, QUINDÍO Y RISARALDA

2612	Río La Vieja	2639	0.7	Moderado	0.1	Baja	0.4	Alta	0.0	Baja	0.4	Alta	Baja	Alta	Muy Alta	Muy Alta
2613	Río Chón y otros Directos al Cauca	1313	0.7	Moderado	0.1	Baja	0.1	Moderado	0.0	Muy Baja	0.1	Moderado	Baja	Medio	Muy Alta	Muy Alta
2614	Río Rosende	1795	0.8	Alta	0.2	Alta	0.1	Muy Alta	0.0	Baja	0.1	Baja	Medio	Medio	Alta	Muy Alta
2615	Río Chinchiná	1046	0.7	Moderado	0.1	Moderado	0.4	Alta	0.0	Baja	0.2	Alta	Medio	Alta	Muy Alta	Muy Alta
2616	Río Tapias y otros Directos al Cauca	1412	0.7	Moderado	0.0	Baja	0.1	Moderado	0.0	Baja	0.4	Alta	Baja	Medio	Alta	Muy Alta

Tablas índices de demanda y calidad del agua en las subzonas hídricas con influencia en el territorio de la RAP Eje Cafetero. Elaborado con datos del ENA IDEAM, 2022.

8.3. Indicadores de Usos de Agua y de Demanda en la Región Según las ERAS

Se incluye a continuación el análisis que se hace de la Demanda de Agua en las Evaluaciones Regionales del Agua de Quindío, publicada por CRQ y Tolima, publicada por CORTOLIMA.

8.3.1. Demanda de Agua en Quindío según la ERA Quindío CRQ 2023

La Era 2023 Quindío evalúa los usos del Agua para estimar la demanda del recurso, con los soportes que se mencionan en el mismo documento. Para empezar, clasifica los usos de acuerdo a la normatividad vigente, en la tabla 109, que, por interés general, se incluye más adelante.

8.3.1.1. Demanda de Agua Superficial

La demanda hídrica superficial en el departamento del Quindío se distribuye en nueve (9) tipos de uso (Figura 260). La mayor proporción de recurso hídrico se destina al sector de aprovechamiento energético, seguido del uso. En tercer lugar, el uso agrícola tiene) y en menor proporción se distribuye el agua para uso Pecuario, Industrial, Acuícola, Recreativo, Piscícola y Riego. Esta demanda de agua superficial representa una dotación total de 14603.4 l/s en 37 unidades hidrológicas de análisis.

Tabla 109. Categorías de uso del agua (Fuente: Decreto 3930 de 2010)

Uso	Descripción
Consumo humano y doméstico	Uso del agua para actividades: bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato; satisfacción de necesidades domésticas, individuales y colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios; y preparación de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución, que no requieran elaboración (Art. 10)
Preservación de flora y fauna	Uso del agua para preservación de flora y fauna, su utilización en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos (Art. 11)
Agrícola	Uso del agua para irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias (Art. 13)
Pecuario	Uso del agua para el consumo del ganado en sus diferentes especies y demás animales, así como para otras actividades conexas y complementarias (Art. 14)
Recreativo	Uso del agua para fines recreativos, su utilización, cuando se produce (Art. 15): 1. Contacto primario, como en la natación, buceo y baños medicinales. 2. Contacto secundario, como en los deportes náuticos y la pesca. Uso del agua en actividades tales como (Art. 16):
Industrial	1. Procesos manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexas y complementarios. 2. Generación de energía. 3. Minería. 4. Hidrocarburos. 5. Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares. 6. Elaboración de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución.
Estético	Uso del agua para la armonización y embellecimiento del paisaje (Art. 18)
Pesca, Maricultura y Acuicultura	Uso del agua en actividades de reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, sin causar alteraciones en los ecosistemas en los que se desarrollan estas actividades (Art. 12)
Navegación y Transporte Acuático	Uso del agua para transporte su utilización para la navegación de cualquier tipo de embarcación o para la movilización de materiales por contacto directo (Art. 17)

Tabla Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 386 y 387

Demanda Superficial para Uso Doméstico

La mayor proporción de volumen concesionado para uso doméstico se encuentra situada sobre el Río Quindío en los Tramos 3, 5 y 7. Estas concesiones corresponden a las captaciones realizadas para los municipios de Armenia y La Tebaida. Otras concesiones de importancia son las realizadas sobre el Río Santo Domingo, Quebrada Buenavista en el Tramo

2 y Río Roble en el Tramo 6 de las cuales se resaltan las captaciones para el municipio de Calarcá, Quimbaya y Montenegro.

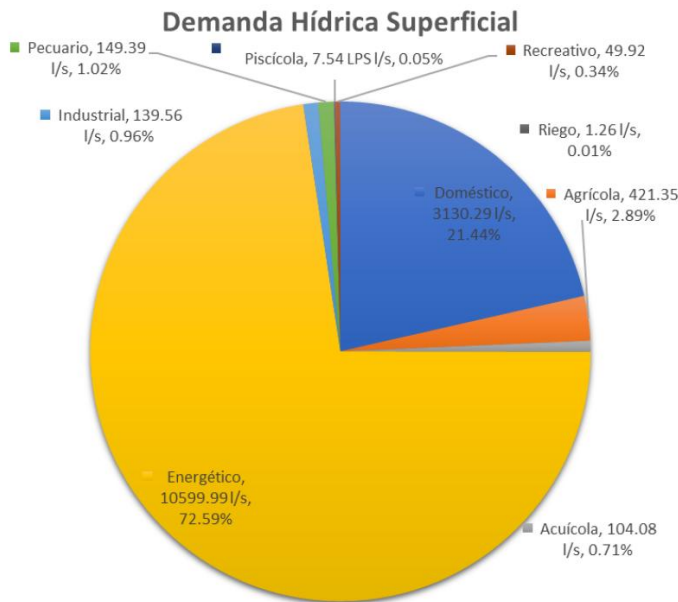


Figura 260. Distribución de la demanda hídrica superficial por sectores

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 388

Demanda Superficial para Uso Agrícola

Para el sector agrícola, las mayores concesiones hídricas se encuentran situadas sobre el Río Verde en el Tramo 1 con. Esta demanda es destinada para el sector productivo de café, principalmente para los municipios de Córdoba y Pijao según registros de usuarios proporcionados por la autoridad ambiental. Otras corrientes con alta demanda para uso agrícola son la Quebrada Buenavista en el Tramo 2, la unidad hidrológica Drenajes al Río Barbas y el Río Roble en el Tramo 1 destinadas al desarrollo productivo de actividades agrícolas para los municipios de Filandia y Quimbaya.

Demanda Superficial para Uso Acuícola

En cuanto al sector acuícola, su demanda se encuentra situada principalmente sobre el Río Quindío en el Tramo 1. Este Tramo corresponde a la parte alta de la cuenca del Río Quindío a la altura del municipio de Salento. Otras demandas de menor magnitud se encuentran localizadas en los Ríos Santo Domingo, Verde y Espejo

Demanda Superficial para Uso Energético

La demanda para uso energético se encuentra distribuida en cuatro diferentes tramos o unidades hidrológicas de análisis sobre el Río Quindío, siendo el Tramo 10 el de mayor volumen. Los otros tres tramos con demanda para este sector son los Tramo 8, 7 y 6. de la demanda energética actual.

Demanda Superficial para Uso Industrial

La demanda superficial para el sector industrial en el departamento del Quindío se sitúa principalmente en las corrientes de los Ríos Lejos y Santo Domingo. Para el Río Lejos, esta

demanda corresponde a industrias localizadas en el municipio de Pijao. El Río Santo Domingo, surte a diferentes industrias localizadas en el municipio de Calarcá. Otras corrientes como los Ríos Quindío y Verde presentan concesiones en menor magnitud.

Demanda Superficial para Uso Pecuario

Las demandas superficiales para el uso pecuario se encuentran localizadas en mayor proporción sobre el Río Verde en el Tramo 1 Estas demandas están destinadas para actividades pecuarias en los municipios de Córdoba y Pijao. Otros tramos con volumen representativo para el sector son el Río Roble en el Tramo 1, la Quebrada Buenavista en el Tramo 2 y el Río Santo Domingo, recurso destinado para los municipios de Filandia, Quimbaya y Calarcá.

Demanda Superficial para Uso Piscícola

Para el sector piscícola, las mayores concesiones hídricas se encuentran situadas sobre el Río Lejos. Esta demanda es destinada para los municipios de Córdoba y Pijao según registros de usuarios proporcionados por la autoridad ambiental. Otras corrientes demandadas para uso piscícola son la Quebrada Cristales, Río Quindío en los Tramos 2 y 7 y el Río Santo Domingo para los municipios de Córdoba, La Tebaida, Calarcá y Salento.

Demanda Superficial para Uso Recreativo

En cuanto al sector recreativo, la totalidad de esta demanda se encuentra localizada sobre la Quebrada Cristales para el municipio de Armenia.

Demanda Superficial para Uso de Riego (uso Agrícola)

Las mayores proporciones en volumen concesionado para uso de riego se encuentran situadas sobre la unidad hidrológica definida como Drenajes directos al Río La Vieja y el Río Roble en el Tramo 2 destinadas para satisfacer las necesidades hídricas en los municipios de Montenegro, Quimbaya y Circasia. Otras concesiones de importancia son las realizadas sobre el Río Quindío en el Tramo 11 para el municipio de Calarcá, el Río Lejos y la Quebrada Cristales para el municipio de Pijao.

Demanda Hídrica Subterránea Concesionada

La demanda hídrica subterránea en el departamento del Quindío se distribuye en seis (6) tipos de uso. Las mayores proporciones del recurso hídrico subterráneo son destinadas para el uso doméstico, seguido del sector industrial, el sector agrícola y el sector pecuario del total demandado. Esta demanda de agua subterránea representa una dotación total de 235.17 l/s en 37 unidades hidrológicas de análisis.

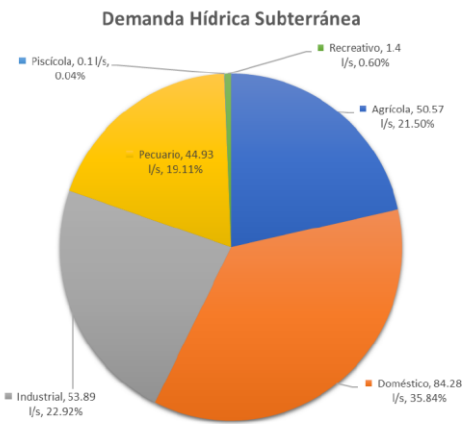


Figura 270. Distribución de la demanda hídrica subterránea por sectores

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 396

Para el sector doméstico, los volúmenes subterráneos concesionados de mayor magnitud se encuentran situados sobre la UHA Drenajes al Río La Vieja destinadas a abastecer el municipio de Montenegro, la UHA de la Quebrada Cristales para los municipios de La Tebaida y Armenia, y la UHA del Río Espejo distribuida en los municipios de Montenegro, Circasia, Armenia y La Tebaida. Otros tramos con menor representatividad son la UHA Drenajes al Río Barbas, las UHA del Río Quindío en los Tramos 9 y 3 respectivamente, y la UHA del Río Verde en el Tramo 2, en beneficio de los municipios de Filandia, Salento y Calarcá.

Para el sector agrícola, las mayores concesiones hídricas subterráneas se encuentran situadas sobre la UHA del Río principalmente para el cultivo de café en los municipios de Armenia y Montenegro, la UHA Drenajes Directos al Río La Vieja para el municipio de Montenegro, y en menor proporción sobre la UHA del Río Roble en el Tramo 6, la UHA de la Quebrada Campo Alegre Ángeles y UHA del Río Roble en el Tramo 7 destinadas para actividades productivas en los municipios de Circasia, Filandia y Quimbaya respectivamente.

La demanda subterránea para el sector industrial se sitúa principalmente en las UHA de los Ríos Espejo, Quindío en el Tramo 8, y la Quebrada Cristales. Para la UHA del Río Espejo, esta demanda corresponde a industrias localizadas en jurisdicción de los municipios de Montenegro y Armenia. Sobre la UHA del Río Quindío en el Tramo 8, corresponde a industrias del municipio de Calarcá. Por último, para la UHA de la Quebrada Cristales corresponde a industrias situadas en los municipios de Armenia y La Tebaida.

Las demandas subterráneas para el uso pecuario se encuentran localizadas en mayor proporción sobre la UHA de la Quebrada Buenavista en el Tramo 2 para el desarrollo de actividades en los municipios de Quimbaya y Filandia, la UHA de la Quebrada Cristales con actividades ubicadas principalmente en el municipio de Armenia y en menor proporción en el municipio de La Tebaida, la UHA Drenajes al Río La Vieja para los municipios de Quimbaya, Montenegro y La Tebaida, y sobre la unidad hidrológica del Río Espejo para los municipios de Montenegro y Armenia. Otros tramos con menor concesión para este sector son la UHA del Río Quindío en el Tramo 12, UHA Drenajes al Río Barragán, UHA del Río Verde en el Tramo 2, UHA del Río Roble en los Tramos 5 y 6 y la UHA de la Quebrada Campo Alegre Ángeles.

En cuanto al sector piscícola, la totalidad de esta demanda se encuentra localizada sobre la UHA Drenajes directos al Río La Vieja para el municipio de Montenegro.

Las mayores proporciones en volumen concesionado para uso recreativo se encuentran situadas sobre la UHA de la Quebrada Cristales, del Río Roble en el Tramo 7 destinadas para satisfacer las necesidades hídricas en los municipios de Armenia y Circasia.

7.3.2. Índices de Demanda o de Presión del Recurso Hídrico en el Quindío

7.3.2.1. Índice de Uso de Agua (IUA)

Expresa la relación porcentual entre la demanda y la oferta hídrica total disponible (OHTD). La Oferta Hídrica Total Disponible (OHTD) se refiere al volumen de agua que resulta de extraer a la oferta hídrica total superficial (OHTS) el caudal ambiental, en la unidad de análisis. La demanda hídrica total se refiere al volumen de agua extraída para los usos sectoriales.

La presión por el uso del agua en año medio es MUY ALTA en los tramos 6, 7, 8 y 10 del río Quindío, principalmente por demandas para uso Energético, igualmente, la quebrada Lacha presenta un índice de uso MUY ALTO en esta condición hidrológica. Las unidades río Quindío Tramo 3, quebrada Buenavista Tramo 2, río Roble tramo 1 y río Roble tramo 5 tienen una presión ALTA por uso debido a demandas para uso Doméstico. En esta misma condición hidrológica, el río Quindío Tramo 5, río Santo Domingo, río Verde Tramo 1, quebrada

Buenavista Tramo 1, río Roble Tramo 3 y río Roble Tramo 6 tiene una presión MODERADA por usos principalmente de tipo doméstico.

En año seco se presenta una presión CRÍTICA por el uso del agua en los tramos 6, 7, 8 y 10 del río Quindío y quebrada Lacha. La categoría MUY ALTA se evidencia en río Quindío Tramo 3, río Santo Domingo, quebrada Buenavista Tramo 2 y río Roble Tramo 1. La presión por uso del agua es ALTO en río Quindío Tramo 5, río Verde Tramo 1, Quebrada Buenavista Tramo 1, río Roble Tramo 3, río Roble Tramo 5, río Roble Tramo 6 y quebrada Cristales. Las unidades río Lejos, río Gris, quebrada Campoalegre, río Roble Tramo 7, y drenajes al río Barbas evidencian una presión MODERADA por el uso en año seco.

Las quebradas Corozal, El Águila, El Naranjal, La Marina, La Paloma y el río Quindío en el sector de la bocatoma de La Tebaida presentan un IUA CRÍTICO en año hidrológico medio. Una presión MUY ALTA se evidencia en 11 fuentes abastecedoras y ALTA en 13 (Figura 281). Por lo anterior se identifican fuertes presiones por el uso del agua, principalmente de tipo doméstico en 30 de las 34 microcuencas evaluadas.

En año hidrológico seco la presión por el uso se incrementa, ya que 18 de las 34 fuentes abastecedoras presentan un IUA CRÍTICO, 7 fuentes MUY ALTO y 8 fuentes ALTO, es decir 33 fuentes hídricas tienen fuerte presión por el uso del agua (Figura 282).

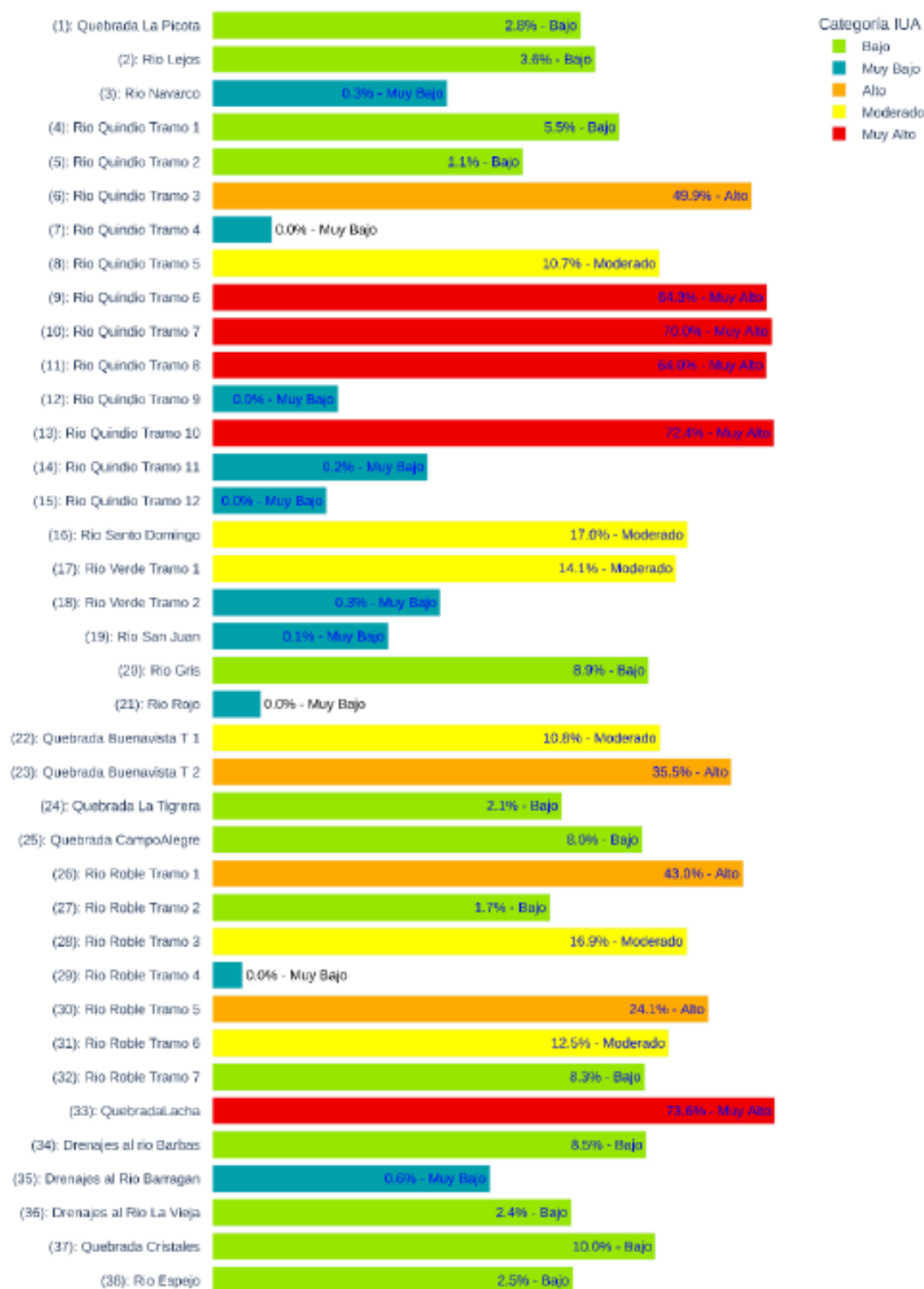


Figura 277. Índice de uso del agua para año medio en las unidades hidrológicas de análisis

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 406

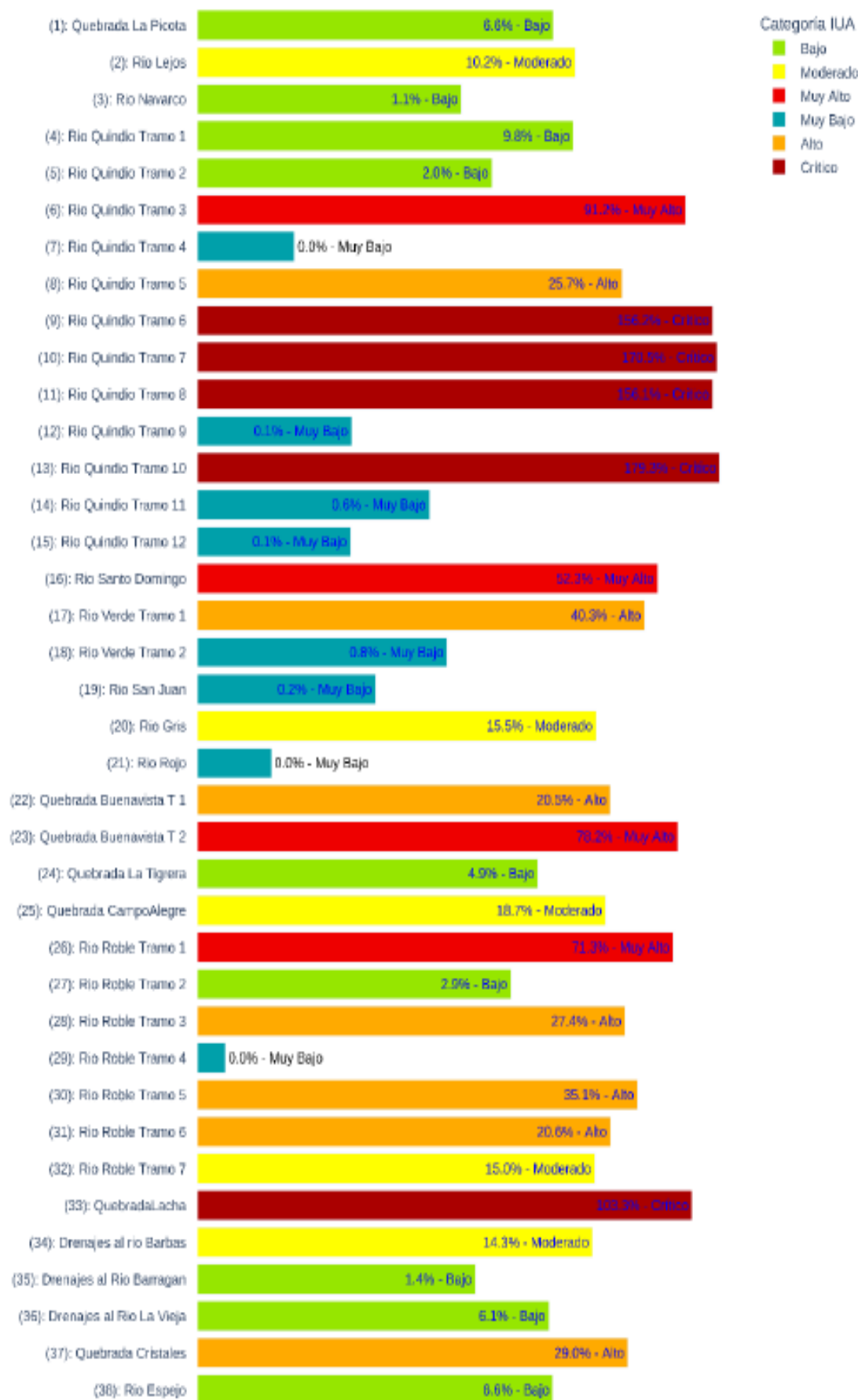


Figura 279. Índice de uso del agua para año seco en las unidades hidrológicas de análisis

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 408

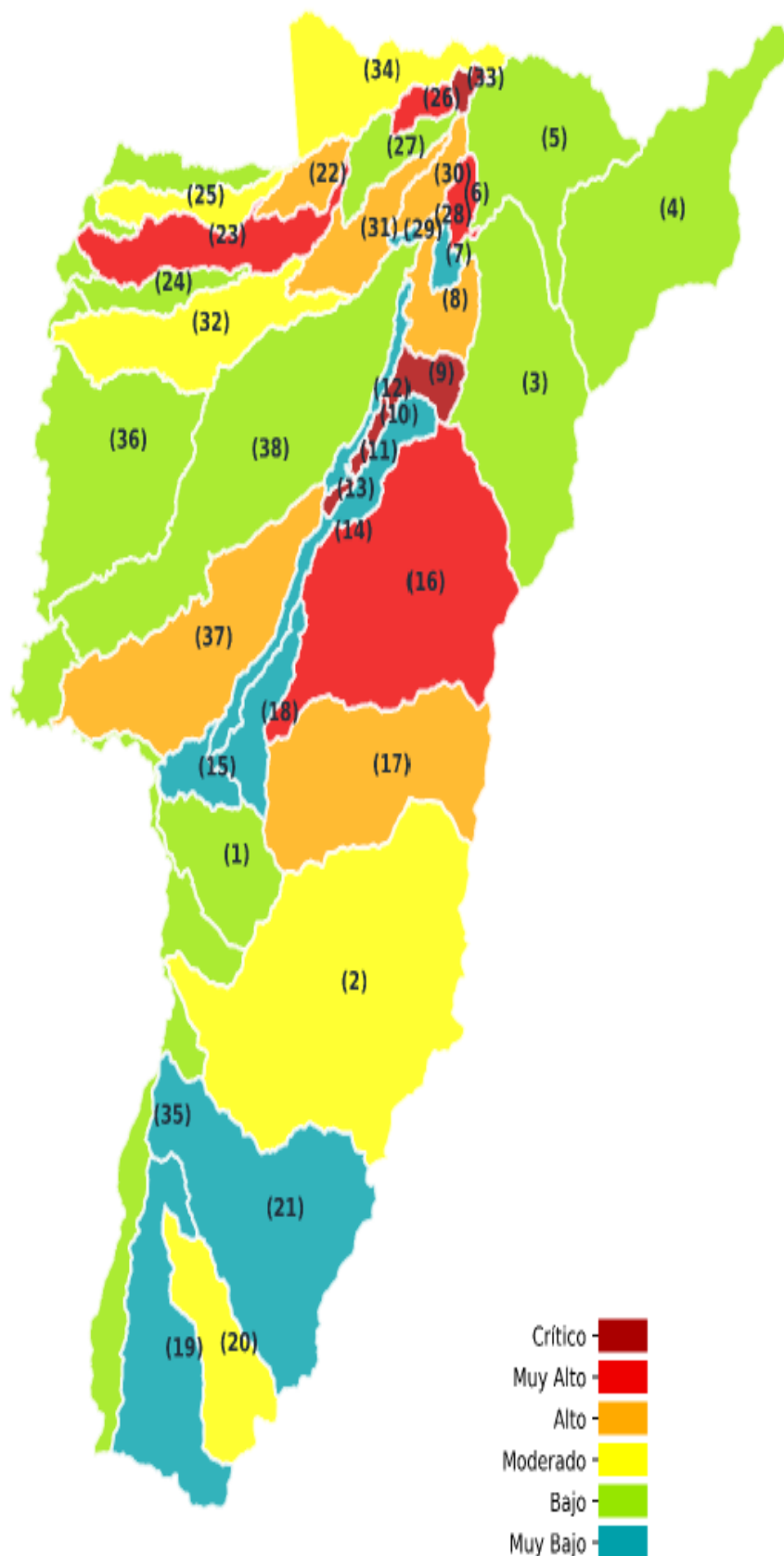


Figura 280. Mapa de distribución espacial del índice de uso del agua para año seco en las unidades hidrológicas de análisis

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 409

Tabla 112. Índice de uso del agua para año medio y seco en las fuentes abastecedoras de acueductos

Unidad de Análisis	Demanda Hídrica (m³/s)	Año medio		Año seco	
		OHTD (m3/s)	IUA (%)	OHTD (m3/s)	IUA (%)
Quebrada Bolivia	0.0028	0.0029	95.0	0.002	138.2
Quebrada Corozal	0.0040	0.0017	233.9	0.001	721.1
Quebrada La Cristalina	0.0015	0.0023	64.7	0.002	96.8
Quebrada Cruz Gorda	0.0156	0.0633	24.7	0.031	50.0
Quebrada El Águila	0.0160	0.0069	233.3	0.002	719.4
Quebrada El Salado 2	0.0025	0.0075	33.4	0.003	82.7
Quebrada El Salado La Gata	0.1112	0.1244	89.4	0.040	275.2
Quebrada Diamantina	0.0120	0.0289	41.3	0.011	105.5
Quebrada La Llorona	0.0011	0.0096	11.5	0.003	35.4
Quebrada La Picota	0.0159	0.0358	44.5	0.017	95.4
Quebrada La víbora	0.0306	0.0308	99.3	0.010	306.3
Quebrada Las Pizarras	0.0225	0.1227	18.3	0.048	46.3
Quebrada El Naranjal	0.0150	0.0095	158.4	0.003	514.4
Quebrada El Roble Los Justos	0.0147	0.0413	35.7	0.014	108.8
Quebrada Pijao	0.0100	0.0204	48.9	0.009	110.1
Rio Gris	0.0618	0.6853	9.0	0.393	15.8
Rio Quindío EPA	1.5471	2.8188	54.9	1.545	100.1
Rio Quindío Tebaida	7.3757	4.0002	184.4	1.642	449.1
Rio Quindío Estación de Bombeo	2.0080	3.9479	50.9	1.642	122.3
Rio Verde	0.1344	0.6289	21.4	0.173	77.5
Quebrada San Rafael	0.0606	0.0727	83.4	0.023	260.8
Rio Santo Domingo	0.0785	0.6471	12.1	0.216	36.4
Quebrada Cajones	0.0067	0.0297	22.5	0.018	36.2
Quebrada El Bosque	0.0050	0.0175	28.6	0.015	34.2
Quebrada La Arenosa	0.0156	0.0271	57.5	0.017	93.5
Quebrada La Marina	0.0120	0.0057	209.5	0.004	270.8
Quebrada La Paloma	0.0080	0.0024	332.6	0.001	615.0
Quebrada La Soledad	0.0200	0.0271	73.9	0.012	169.7
Quebrada Lacha	0.0656	0.0881	74.5	0.064	103.3
Quebrada Las Lajas	0.0045	0.0161	27.9	0.007	65.9
Quebrada Buenavista	0.1497	0.1867	80.2	0.096	155.5
Rio Roble Circasia	0.0631	0.2092	30.2	0.155	40.6
Rio Roble Montenegro 1	0.4032	1.2108	33.3	0.735	54.9
Rio Roble Montenegro 2	0.2995	1.0533	28.4	0.657	45.6

Tabla Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 410

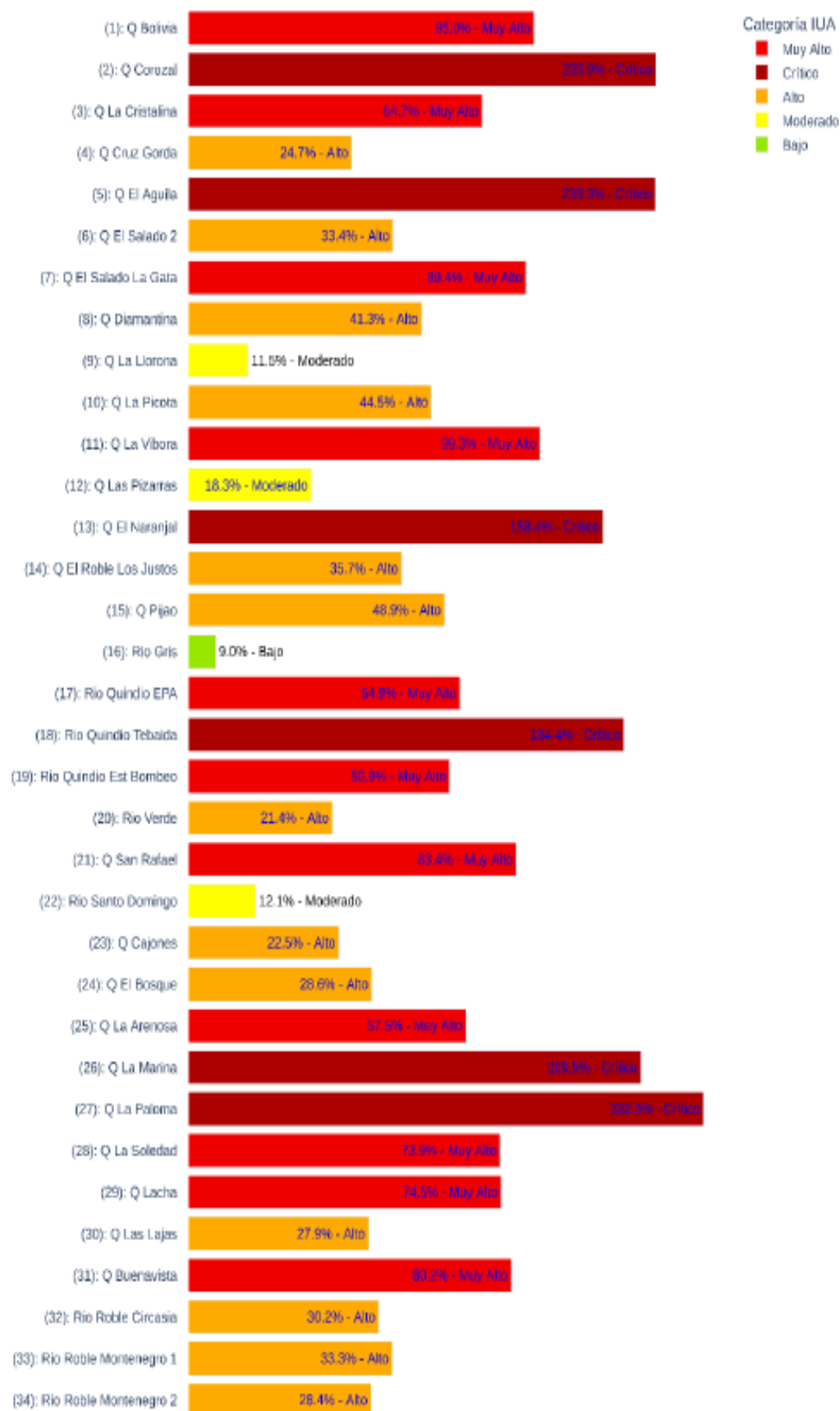


Figura 281. Índice de uso del agua para año medio en las fuentes abastecedoras de acueductos

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 411

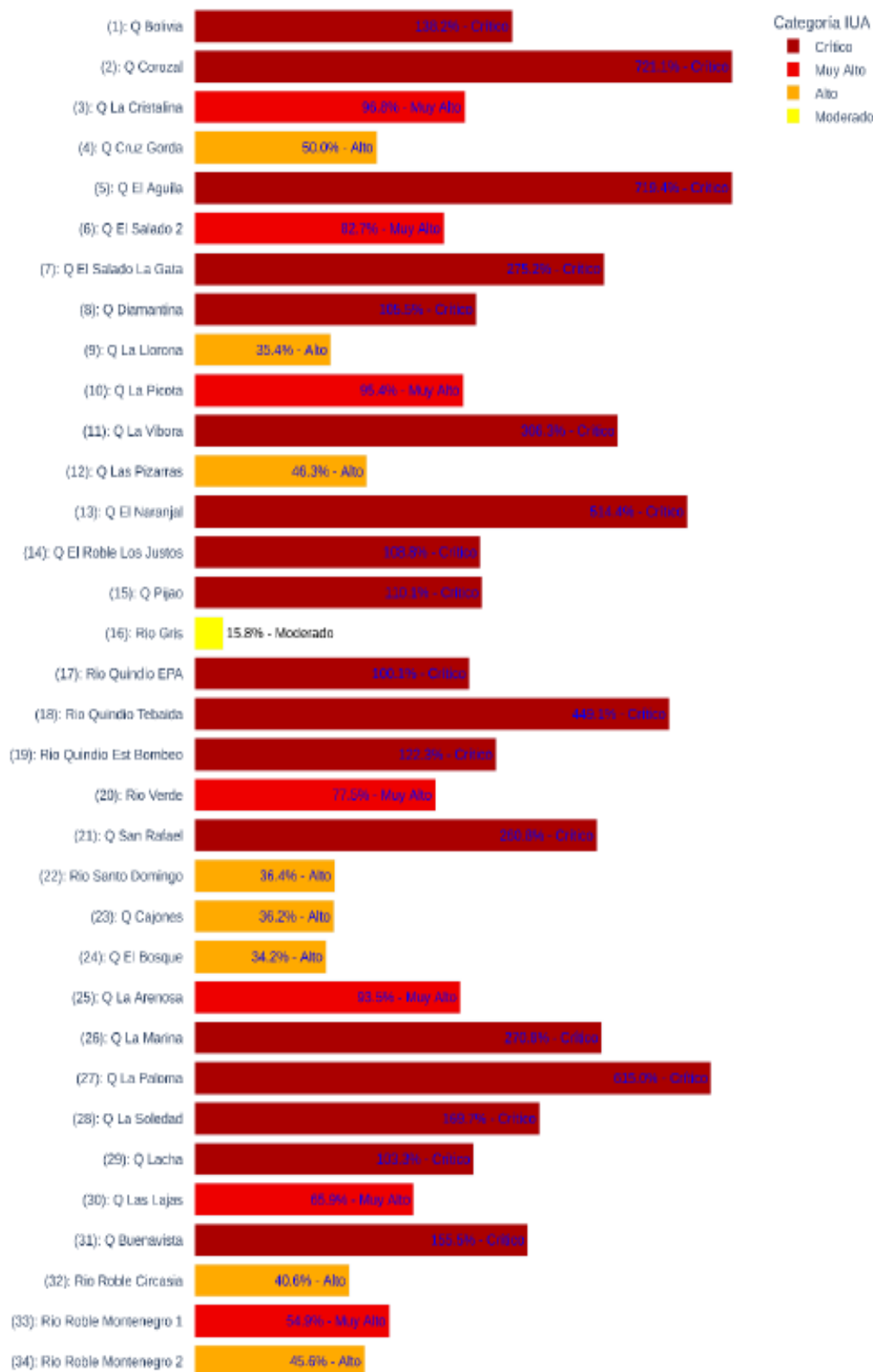


Figura 282. Índice de uso del agua para año seco en las fuentes abastecedoras de acueductos

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 412

8.3.3.Demanda de Agua en el Tolima según la ERA Tolima 2021 Fases 1 y 2

Tal como se señaló en el numeral 7.3. el Era Tolima Fase 1, analiza la situación de la demanda de las subzonas hídricas de los ríos Coello, Opía, Totare, Recio-Venadillo, Sabandija, Lagunilla, Gualí y Guarinó y fue realizado en el año 2021, con corte de datos del año 2020. La Fase 2 fue realizada en 2022 y contiene las SZH de los Ríos Saldaña en sus tramos Alto, Medio y Bajo, Amoyá, Anamichú, Anchique, Atá, Cambrin y Patá.

El Tolima, como territorio, es muy grande, en comparación con los otros 3 departamentos asociados a la RAP Eje Cafetero y presenta diversas condiciones en relación con los usos de suelo. La demanda de agua está directamente asociada a estos usos y por ello, en las ERAs Tolima 2021 y 2023 cada subzona hidrográfica es analizada por aparte, según los usos, considerando la heterogeneidad de las condiciones zonales.

La SZH que más presión tiene es la del Río Coello, donde solo el Río Combeima que discurre por ella, registra el 52% de su caudal concesionado, con algo más de 14,59 m3/s concesionados para diferentes usos. El Río Coello, otro importante afluente de la subzona tiene concesionado el 32.5%% de su caudal. En esta SZH está ubicada Ibagué, capital del Departamento del Tolima cuya población, en su mayor parte, se sirve del agua del Combeima para el consumo doméstico, industrial y de servicios. Los cuadros de oferta de cada zona hidrográfica se presentan en los anexos anteriores.

8.3.3.1. Indicadores de Demanda de Agua superficial en el Tolima

Tolima

Índice de uso del agua (IUA)

Expresa la relación porcentual entre la demanda hídrica y la oferta hídrica regional disponible (OHRD), en la ERA se calculó mediante la siguiente expresión:

$$IUA = \frac{DH}{OHRD} \times 100|$$

IUA es el índice de uso del agua
 DH es la demanda hídrica total
 OHRD es la oferta hídrica regional disponible
 La presión por el uso del agua se categoriza de acuerdo con la Tabla 639.

Tabla 639. Categorías del índice de uso del agua. (Fuente: IDEAM, 2020b)

Rango de categorías	Categoría	Clasificación	Presión de la demanda con respecto a la oferta disponible
IUA > 100		Crítico	Crítica
50 < IUA ≤ 100		Muy Alto	Muy alta
20 < IUA ≤ 50		Alto	Alta
10 < IUA ≤ 20		Moderado	Moderada
1 < IUA ≤ 10		Bajo	Baja
IUA ≤1		Muy Bajo	No es significativa

Tabla Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021, página 1416

La Oferta Hídrica Regional Disponible (OHRD) se refiere al volumen de agua que resulta de extraer a la oferta hídrica total superficial (OHTS) el caudal ambiental menos/más las extracciones/retornos de agua en el contorno del tramo o subcuenca. La demanda hídrica total se refiere al volumen de agua extraída para los usos sectoriales. A continuación, solo se

mencionan las SZH que presentan condición crítica en relación con el indicador de Uso de Agua, es decir, aquellas subzonas donde el índice de uso sea crítico y muy alto.

Las unidades río Combeima 2, río Combeima 3, río Combeima 4 y río Coello 5 presentan una presión Crítica por el uso del agua en año medio y año seco con valores del IUA entre 806.4% y 1001309%. Esta situación señala para Ibagué, capital del Tolima, una condición crítica respecto de este indicador, incluso en el año promedio, como se ve en las figuras 827 y 828:

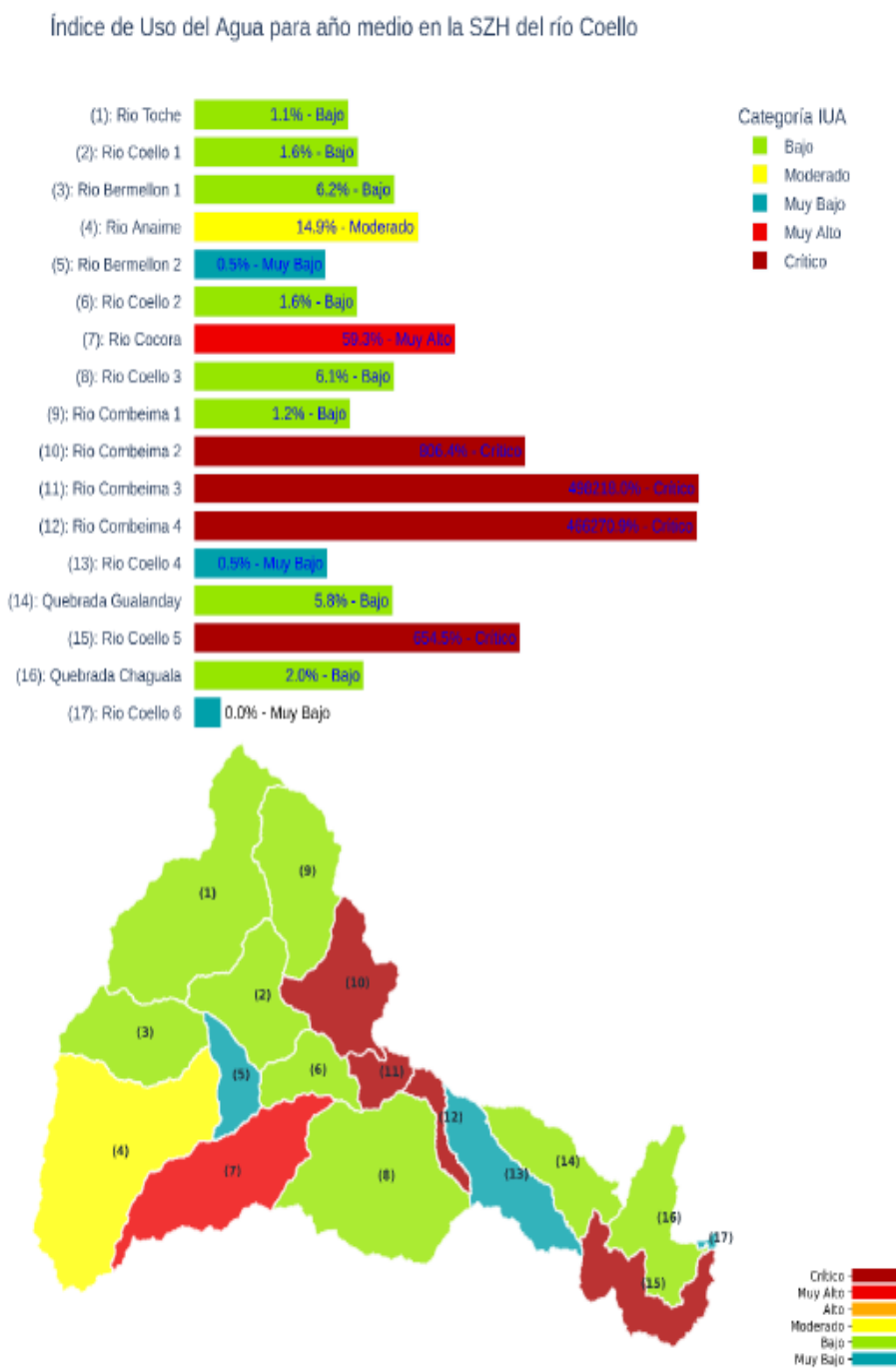


Figura 827. Distribución espacial de categorías del índice de uso del agua para año medio en la subzona hidrográfica del río Coello

Figura Tomado de la ERA Tolima, Fase 1, CORTOLIMA 2021, Página 1418

Índice de Uso del Agua para año seco en la SZH del río Coello

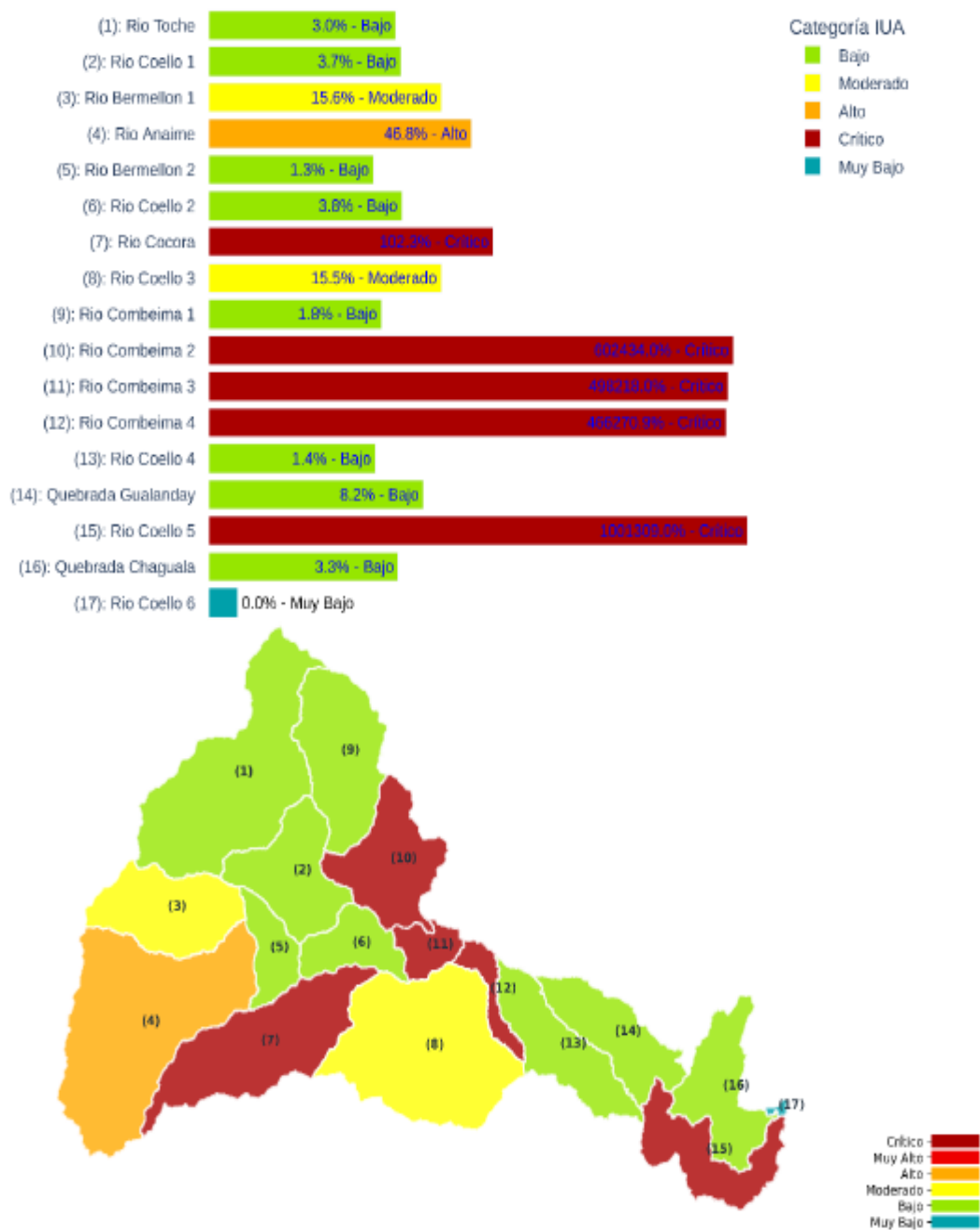


Figura 828. Distribución espacial de categorías del de uso del agua para año seco en la subzona hidrográfica del río Coello

Figura Tomado de la ERA Tolima, Fase 1, CORTOLIMA 2021, Página 1419

Las unidades río Totare 3, río Alvarado 1, y río La China 4, presentan una presión Crítica por el uso del agua en año medio, mientras que las unidades río Chipalo 1 y río Chipalo 2 tienen una categoría Muy Alta presión por el uso del agua en año medio y año seco con valores del IUA entre 58.9% y 98.6%. Para año seco, la presión por uso del agua aumenta a Alto (IUA de 49.0%) en la unidad río Totare 2 (Figura 830), mientras que en las unidades río Totare 3, río Alvarado 1, río La China 4, río Alvarado 2, río Totare 4, río Totare 5 su valor es Crítico en año seco.

Índice de Uso del Agua para año medio en la SZH del río Totare

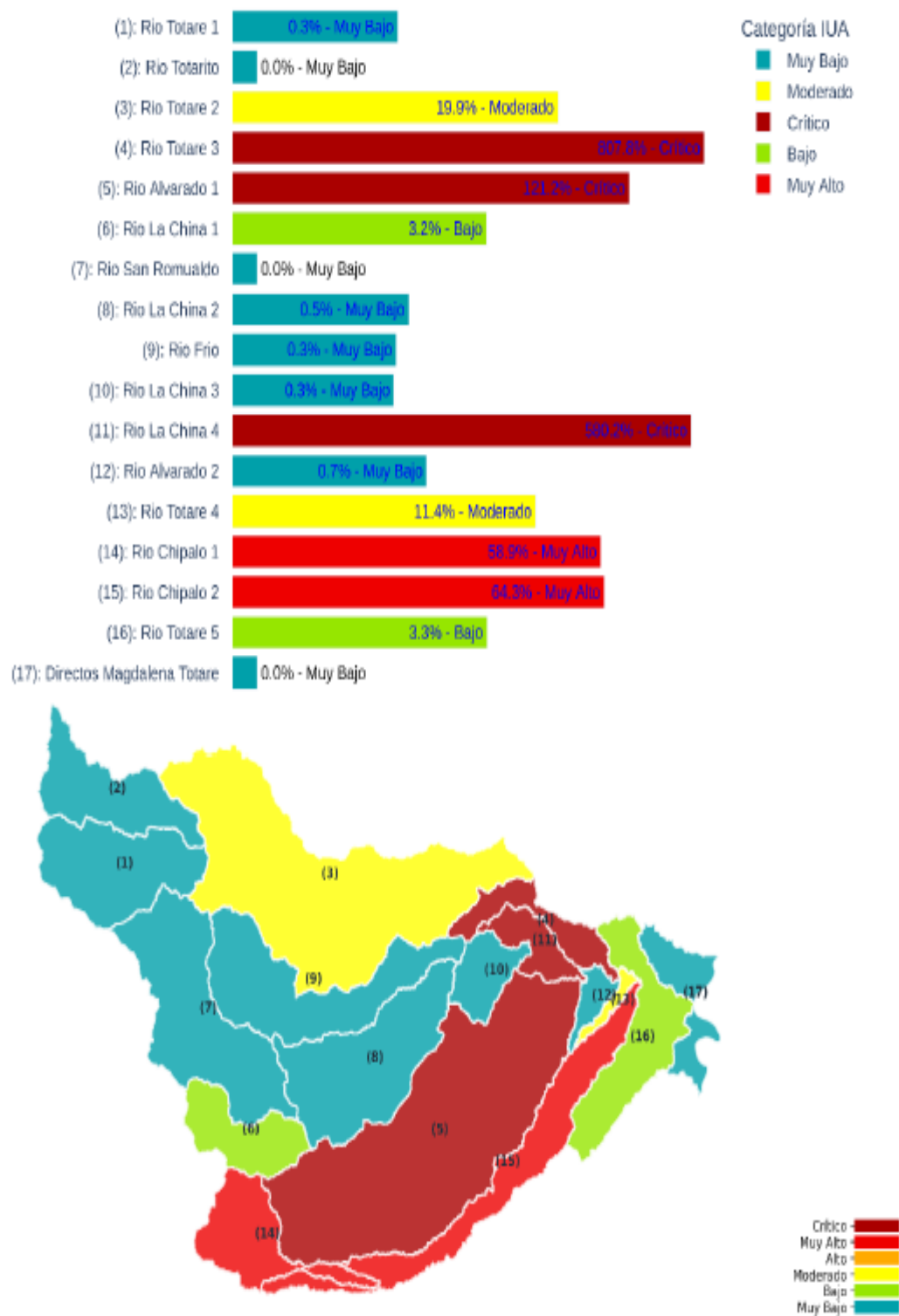


Figura 829. Distribución espacial de categorías del de uso del agua para año medio en la subzona hidrográfica del río Totare

Figura Tomada de la ERA Tolima, Fase 1, CORTOLIMA 2021, Página 1421

Índice de Uso del Agua para año seco en la SZH del río Totare

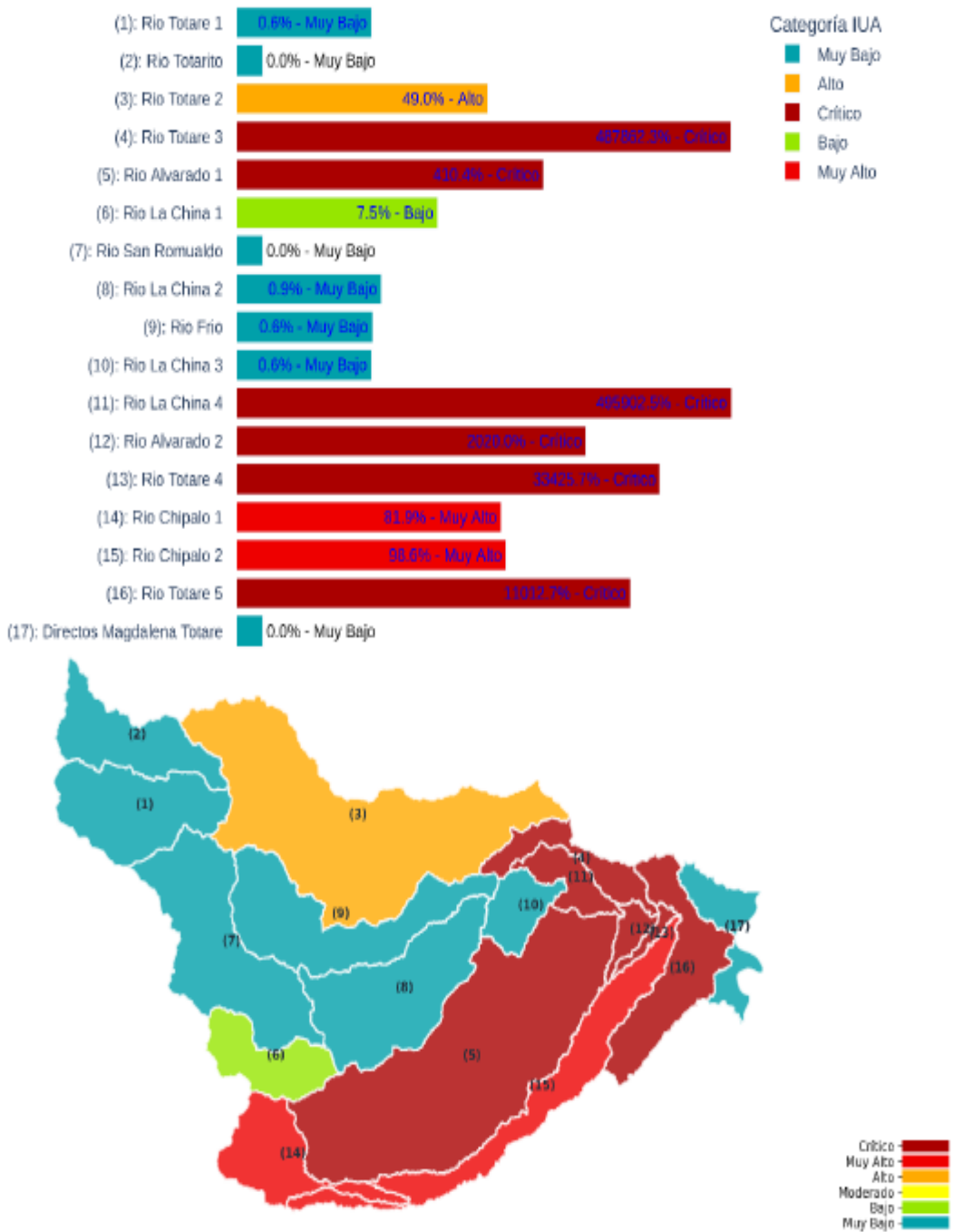


Figura 830. Distribución espacial de categorías del de uso del agua para año seco en la subzona hidrográfica del río Totare

Figura Tomada de la ERA Tolima, Fase 1, CORTOLIMA 2021, Página 1422

Para año medio, las unidades río Recio 5, río Recio 6 y río Venadillo 2 tienen una presión por el uso del agua Crítica, y la unidad río Venadillo 1 evidencia una Muy Alta presión por uso (IUA de 60.1%). Durante año seco se identifica un IUA Crítico en las unidades río Recio 5, río Recio 6, río Venadillo 1y río Venadillo 2 (Figura 833).

Índice de Uso del Agua para año seco en la SZH del río Recio-Venadillo

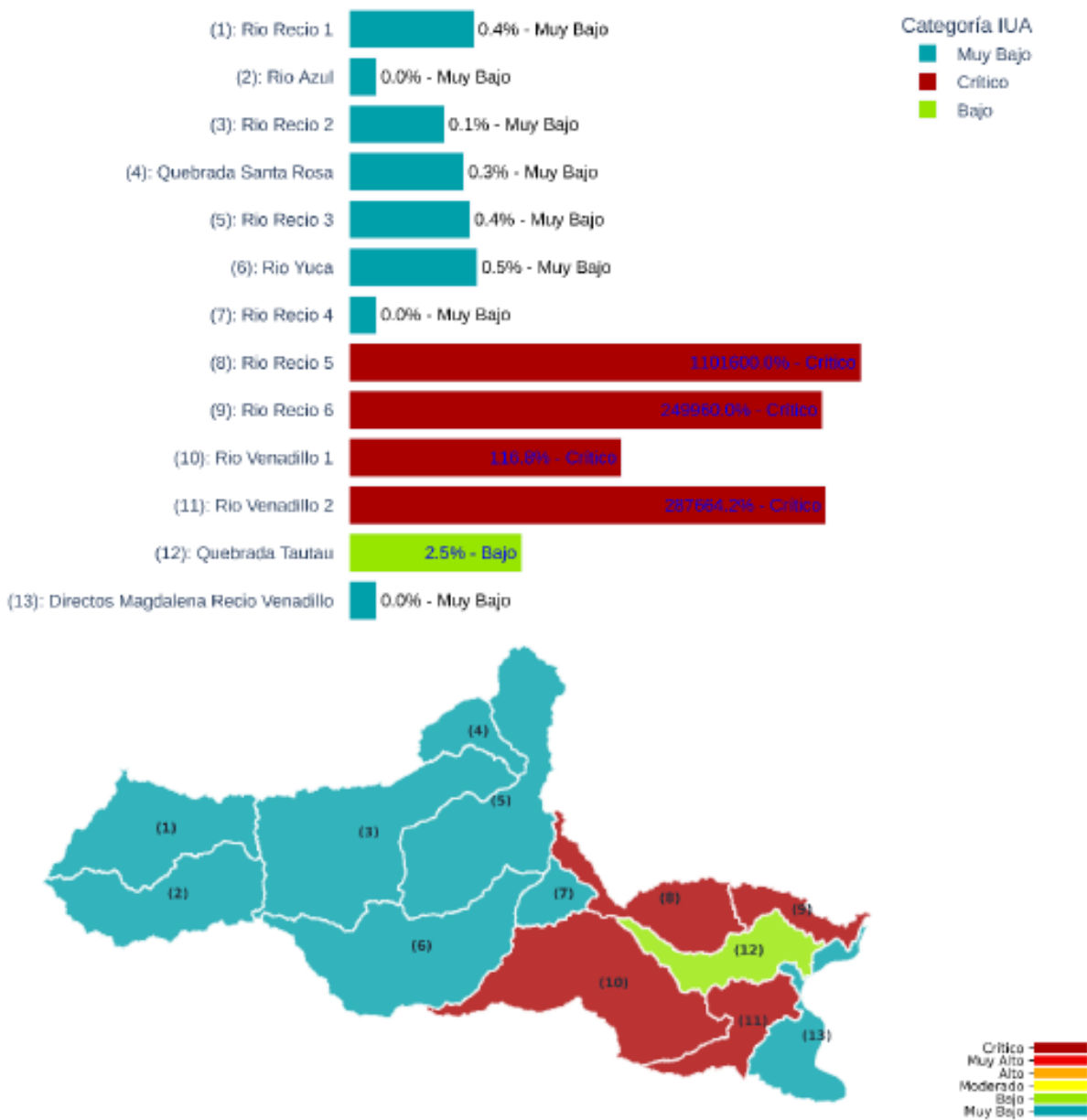


Figura 834. Distribución espacial de categorías del de uso del agua para año seco en la subzona hidrográfica del río Recio-Venadillo

Figura Tomada de la ERA Tolima, Fase 1, CORTOLIMA 2021, Página 1428

Merecen atención algunos tramos de corrientes como el Río Recio tramos 5 y 6 y Venadillo, tramos 1 y 2, Río Sucio y los Directos al Magdalena del Río Gualí, Vallecitos, Lagunilla tramo 4, Lagunilla tramo 6 y quebrada Las Palmas que en año medio y en año seco presentan IUA Crítico. También merece atención el tramo 6 del Río Guarinó que en año medio presenta IUA Muy Alto y en período seco presenta estado Crítico. Lo anterior, según los resultados de la ERA CORTOLIMA 2021.

A su vez en la SZH de del río Chenche, Anchique y drenajes directos al Magdalena, la unidad quebrada Carmen presenta una presión muy alta por uso del agua en año medio y Crítica en año seco. Quebrada Baloca Grande, quebrada Yaco y drenajes directos al Magdalena cuentan con una categoría de presión alta en año medio, una presión moderada en año medio se observa en las unidades río Anchique 3 y quebrada Totarco. Que es acentuada en año

seco, evidenciada con una presión muy alta por uso en las unidades quebrada Yaco y drenajes directos al Magdalena, manteniendo presión alta en la unidad quebrada Baloca Grande y moderada en las unidades río Chenche 4, río Chenche 1, río Hilarco, quebrada Totarco y río Anchique 3 (Figura 959, Figura 960).

En la subzona hidrográfica Bajo Saldaña Se evidencia una presión Crítica por el uso del agua en la unidad quebrada Lemayá en año hidrológico medio, una categoría de presión muy alta en la unidad quebrada Chicora y alta presión en las unidades Saldaña tramo 17 y Saldaña tramo 12.

En la subzona hidrográfica del río Amoyá las unidades río Amoyá 6 y río Amoyá 7 presentan un índice de uso del agua Crítico en año medio, la quebrada San Jorge y la quebrada Guaní evidencian presión Muy Alta y Alta por el uso del agua respectivamente para año medio, la presión se mantiene Baja y Muy Baja en las demás unidades de análisis en la condición hidrológica de año medio. En año seco, la presión por uso se incrementa en las unidades quebrada Guaní y quebrada San Jorge al pasar su categoría a Crítica.

8.3.3.3. Demanda de Agua de fuente Subterránea en el Tolima

Se consideran varias fuentes de agua subterránea en el Tolima en este análisis, considerando que las ERAS 2021 y 2022 analizan los acuíferos de mayor tamaño: El Abanico de Ibagué, el Acuífero Norte y el Acuífero del Sur del Tolima.

La demanda hídrica total en los pozos subterráneos del Abanico de Ibagué se estima en 4029.544 l/s, si bien, el caudal concesionado en las resoluciones otorgadas por la autoridad ambiental estipula un uso específico del mismo, en ocasiones este uso es combinado (más de un uso específico) en una misma captación; por tanto, al momento de definir los tipos de uso de caudales concesionados, fue necesario contemplar las posibles combinaciones o usos múltiples del recurso (Tabla 384). En las siguientes secciones se caracterizará la demanda de esta unidad hidrográfica por cada tipo de uso de agua.

ACUÍFERO ABANICO DE IBAGUÉ

Uso Agrícola

Teniendo en cuenta los usos considerados en el Decreto 3930 de 2010, según los lineamientos del IDEAM (2013) y los establecidos en el Decreto 1155 del 7 de julio de 2017 para efectos de la liquidación de la TUA, dentro de este sector se reúnen los usos denominados por la Tasa por Uso como Agrícola (Riego y Silvicultura) y Riego – Distritos. La demanda para uso Agrícola en los pozos subterráneos del Abanico de Ibagué corresponde a 3094.53 l/s para 86 usuarios.

Uso Consumo Humano y Doméstico

La demanda de este sector corresponde a los usos denominados en la TUA bajo Decreto 1155 del 7 de julio de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como: Doméstico, Consumo Humano y Acueductos. En los pozos subterráneos del Abanico de Ibagué se demanda para Consumo Humano y Doméstico un total de 551.332 l/s para 81 usuarios.

Uso Industrial

La demanda de este sector en los pozos subterráneos del Abanico de Ibagué es de 37.8 l/s.

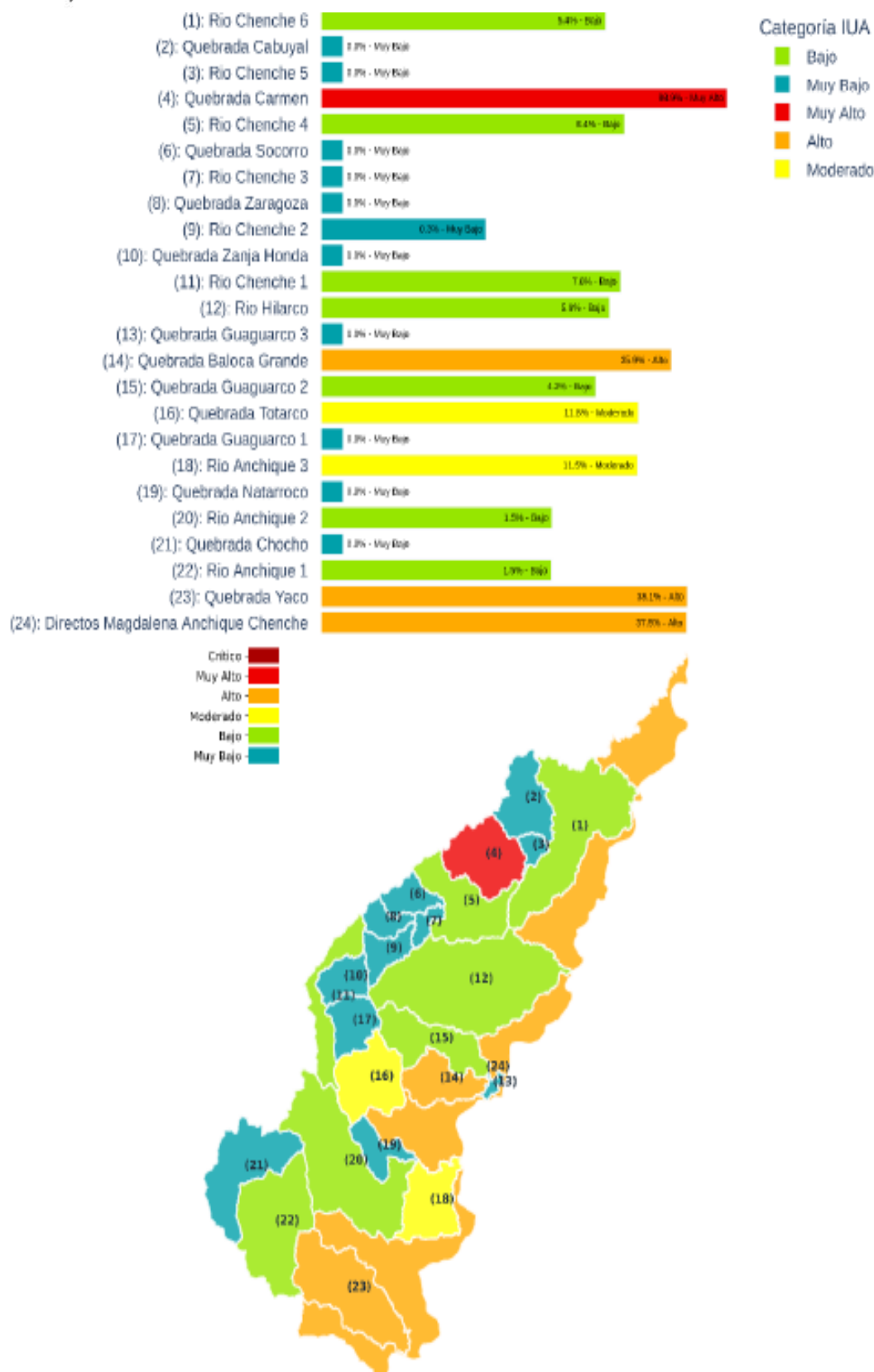


Figura 957. Distribución espacial de categorías del índice de uso del agua para año medio en la subzona hidrográfica del río Chenche, Anchique y drenajes directos al Magdalena

Figura Tomada de la ERA Tolima, Fase 2, CORTOLIMA 2022, Página 1491

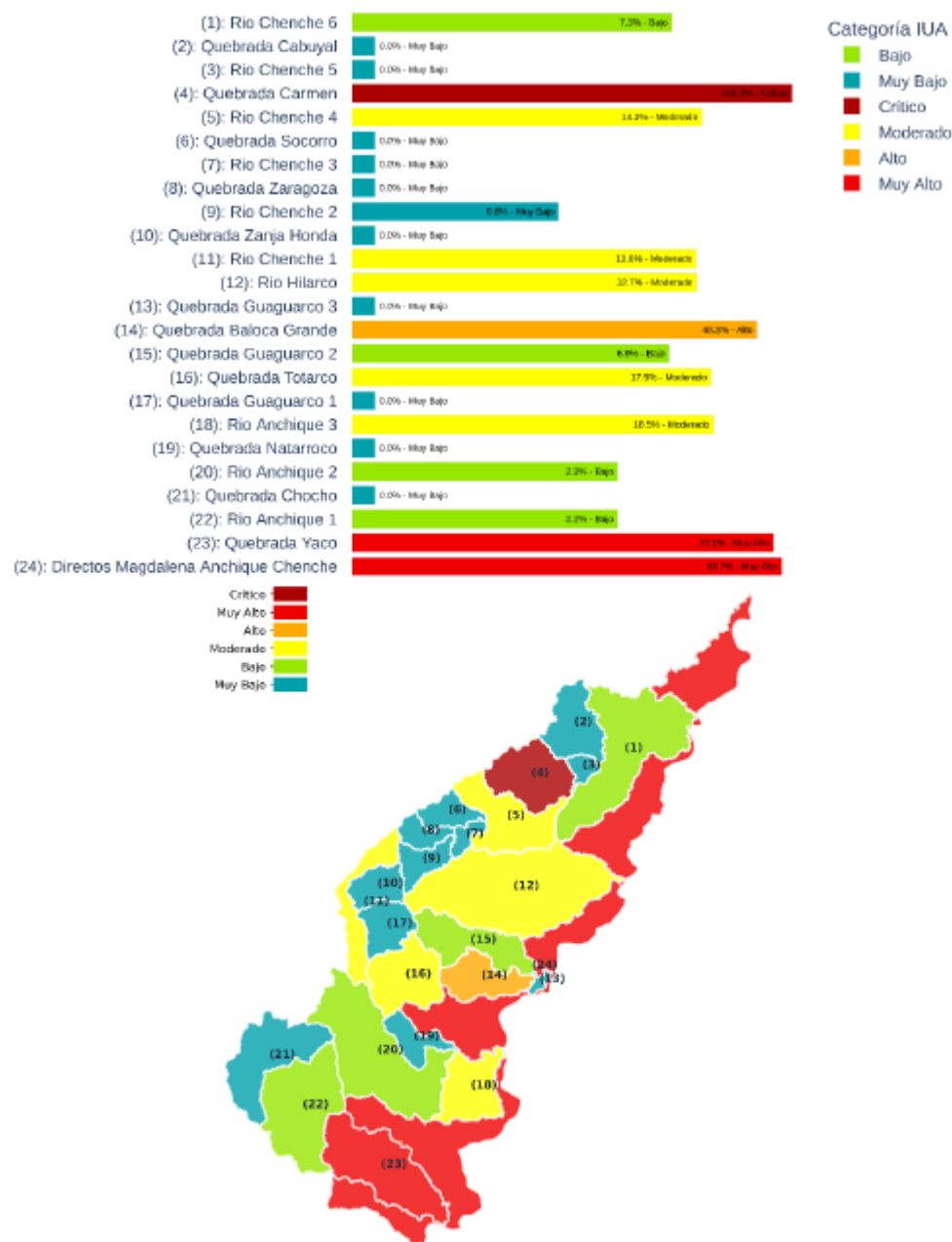


Figura 958. Distribución espacial de categorías del de uso del agua para año seco en la subzona hidrográfica del río Chenché, Anchique y drenajes directos al Magdalena

Figura Tomada de la ERA Tolima, Fase 2, CORTOLIMA 2022, Página 1492

Tabla 384. Caudal concesionado por tipo de uso en los pozos subterráneos del Abanico de Ibagué

Tipo de Uso	Usuarios	Caudal concesionado (l/s)
Agrícola	64	2739.97
Agrícola - Consumo Humano y Doméstico	14	355.87
Agrícola - Consumo Humano y Doméstico - Pecuario	4	105.305
Agrícola - Pecuario	4	252.33
Consumo Humano y Doméstico	51	323.579
Consumo Humano y Doméstico - Industrial	2	37.16
Consumo Humano y Doméstico - Pecuario	9	26.49
Consumo Humano y Doméstico - Recreativo	1	1.67
Industrial	4	19.22
Pecuario	12	128.35
Piscícola	2	36.9
Recreativo	1	2.7
Total	168	4029.544

Tabla Tomada de la ERA Tolima Fase 1. CORTOLIMA, 2021. Página 643

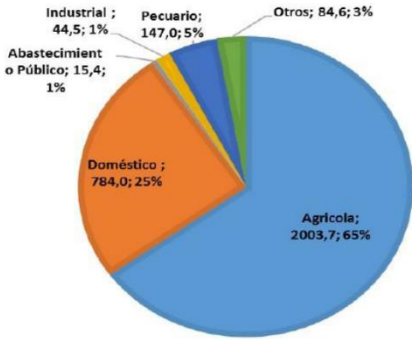


Figura 366. Distribución porcentual de la demanda hídrica subterránea por tipo de uso en el acuífero de Ibagué. Fuente: Cortolima y Consorcio Alvarado (2015)

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1. CORTOLIMA, 2021. Página 477

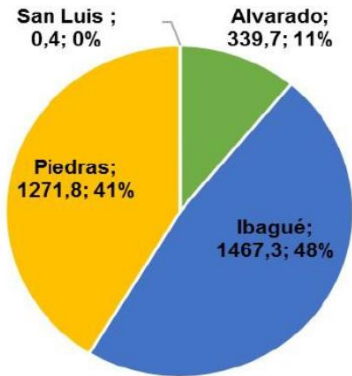


Figura 365. Distribución de la demanda hídrica subterránea por municipio en el acuífero de Ibagué. Fuente: Cortolima y Consorcio Alvarado (2015)

Figura Tomada de la ERA Tolima Fase 1. CORTOLIMA, 2021. Página 476

Uso Pecuario
 La demanda de este sector corresponde a los usos denominados en la TUA bajo Decreto 1155 del 7 de julio de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como: Abrevaderos y Pecuario. En los pozos subterráneos del Abanico de Ibagué se demanda para uso Pecuario un total de 305.447 l/s para 29 usuarios.

Uso Piscícola
 En los pozos subterráneos del abanico de Ibagué la demanda para uso Piscícola corresponde a 36.9 l/s, correspondiente a la categoría de uso Acuicultura y Pesca de la TUA.

ACUÍFERO NORTE

La demanda hídrica total en los pozos subterráneos del Acuífero Norte se estima en 139.46 l/s, si bien, el caudal concesionado en las resoluciones otorgadas por la autoridad ambiental estipula un uso específico del mismo, en ocasiones este uso es combinado (más de un uso específico) en una misma captación; por tanto, al momento de definir los tipos de uso de caudales concesionados, fue necesario contemplar las posibles combinaciones o usos múltiples del recurso (Tabla 391). En las siguientes secciones se caracterizará la demanda de esta unidad hidrográfica por cada tipo de uso de agua.

Tabla 391. Caudal concesionado por tipo de uso en los pozos subterráneos del Acuífero Norte

Tipo de Uso	Usuarios	Caudal concesionado (l/s)
Agrícola	2	38.86
Agrícola - Consumo Humano y Doméstico - Pecuario	2	14.872
Agrícola - Consumo Humano y Doméstico - Pecuario - Piscícola	1	7.95
Consumo Humano y Doméstico	5	43.1274
Consumo Humano y Doméstico - Industrial - Pecuario	1	2.06
Consumo Humano y Doméstico - Pecuario	1	0.5
Consumo Humano y Doméstico - Recreativo	1	10.31
Industrial	2	21.78
Total	15	139.4594

Tabla Tomada de la ERA Tolima Fase 1. CORTOLIMA, 2021. Página 652

Distribución de la demanda por tipo de uso.

La demanda Agrícola en los pozos subterráneos del Acuífero Norte corresponde a 52.330 l/s, distribuidos en 5 usuarios. La demanda para Consumo Humano y Doméstico corresponde a 50.025 l/s distribuidos en 11 usuarios. La demanda para uso Industrial en los pozos subterráneos del Acuífero Norte corresponde a 23.220 l/s. Para uso Pecuario un total de 2.568 l/s, correspondiente a 5 usuarios. Para uso Piscícola corresponde a 6.160 l/s para 1 usuario. Para uso Recreativo en los pozos subterráneos del Acuífero Norte se establece en 5.155 l/s.

Porcentajes por Tipo de Uso de Agua en el Acuífero Norte del Tolima

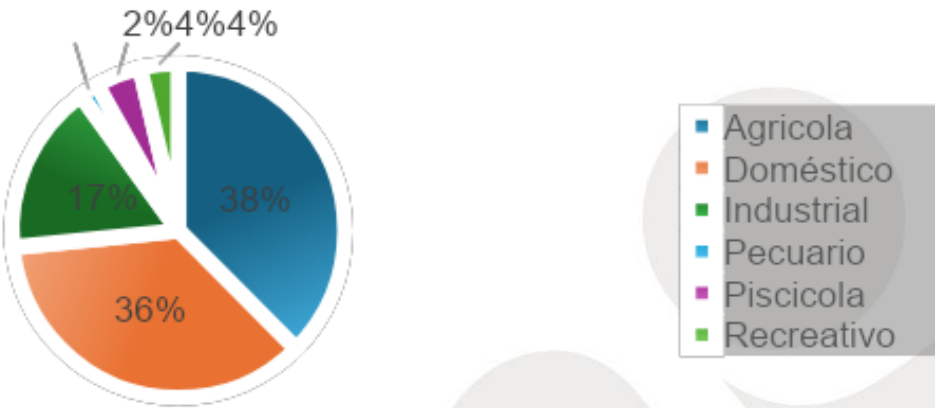


Gráfico Elaboración propia con datos de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021

ACUÍFERO DEL SUR DEL TOLIMA

Distribución de la demanda por tipo de uso.

La demanda hídrica total en los pozos subterráneos del Acuífero Sur se estima en 106.45 l/s.

Tabla 477. Caudal concesionado por tipo de uso en el Acuífero Sur

Tipo de Uso	Usuarios	Caudal concesionado (l/s)
Agrícola	40	5.10
Agrícola - Consumo Humano y Doméstico	35	8.51
Agrícola - Consumo Humano y Doméstico - Pecuário	6	1.00
Agrícola - Pecuário	20	2.77
Consumo Humano y Doméstico	3092	74.68
Consumo Humano y Doméstico - Pecuário	175	3.24
Consumo Humano y Doméstico - Piscícola	2	0.12
Industrial	2	4.80
Pecuário	74	4.17
Piscícola	3	2.07
Total	3601	106.45

Tabla Tomada de la ERA Tolima Fase 2. CORTOLIMA, 2021. Página 873

La demanda para uso Agrícola en el Acuífero Sur corresponde a 15.30 l/s para 101 usuarios. La demanda para Consumo Humano y Doméstico un total de 76.34 l/s para 3310 usuarios. Para uso Industrial es de 4.80 l/s. Para uso Pecuário un total de 7.83 l/s para 275 usuarios. Para uso Piscícola corresponde a 2.19 l/s.

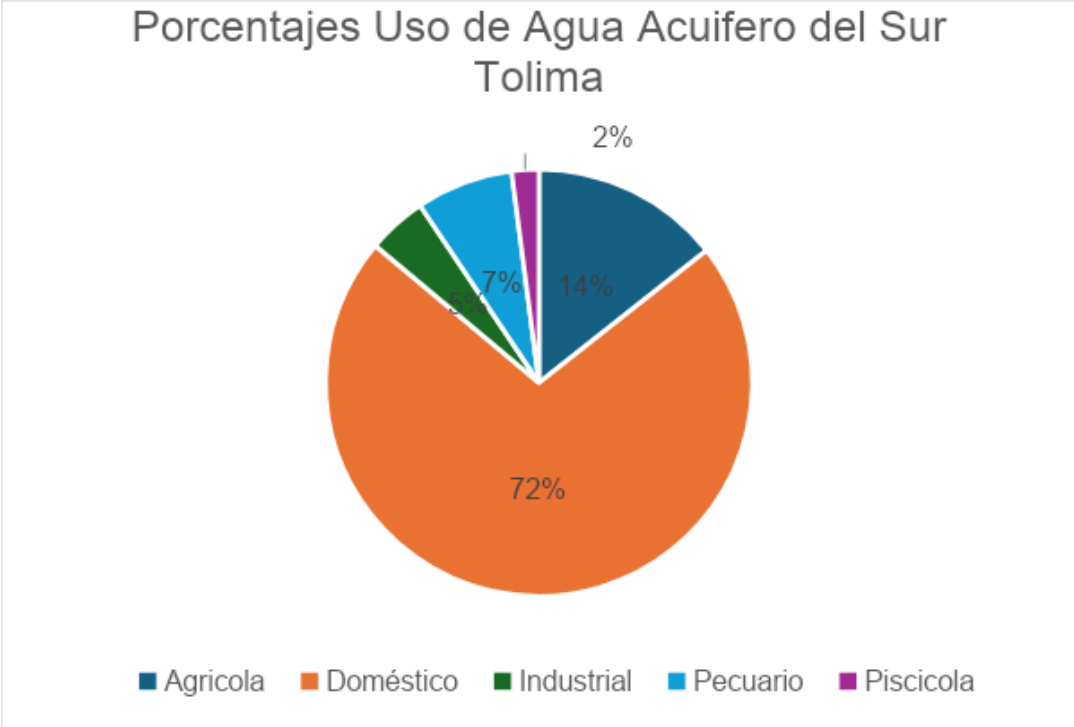


Gráfico Elaboración propia con datos de la ERA Tolima Fase 2, CORTOLIMA 2022

Índice de extracción de aguas subterráneas (IEAS)

El IEAS es un indicador de estado que permite identificar a nivel anual la intensidad de uso de la oferta renovable de agua subterránea también denominada recarga media anual. Su unidad de medida es adimensional y se expresa en términos de porcentaje. Es utilizado para dar cuenta del balance hídrico durante un largo período de tiempo (IDEAM, 2013). Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$IEAS = \frac{Extracción\ total\ de\ aguas\ subterráneas}{Recarga} * 100$$

Su representación se realiza bajo el mismo esquema de colores y rangos porcentuales del Índice de Uso de Agua (IUA) (Tabla 648). Se observa que entre mayor sea el porcentaje de este índice, mayor es la presión ejercida sobre el recurso hídrico subterráneo

Tabla 648. Rangos y categorías utilizados para analizar el Índice de extracción de agua subterránea (IEAS)

Rango	Categoría	Significado
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta respecto a la recarga.
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta respecto a la recarga.
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada respecto a la recarga.
1 - 10	Bajo	La presión de la demanda es baja respecto a la recarga.
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda es muy baja respecto a la recarga.

Tabla Tomada de la ERA Tolima Fase 1, CORTOLIMA 2021 Página 1441

El indicador parte de la determinación del consumo total de agua subterránea registrado por año. Se estima que para el sistema acuífero del Abanico de Ibagué la demanda hídrica total de 4029.544 l/s que equivale a 127.06 Mm3/año que son extraídos principalmente de pozos profundos.

De acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental (PMA), el sistema acuífero cuenta con tres fuentes principales de recarga. Por un lado, se encuentran las zonas de recarga directa generadas por la infiltración del agua lluvia. También se encuentra la recarga desde fuentes superficiales debido a la fuerte interacción entre los ríos y el acuífero, entre los que se destacan el Río Alvarado, el Río Combeima, el Río Coello y el Río Opia. Por último, están las recargas por flujos regionales que provienen de la cuenca alta del río Coello y los afloramientos del batolito de Ibagué y la formación de Gualanday. A partir del balance hídrico se estima una recarga de 218.48 mm/año que equivale a 173.91 Mm3/año considerando un área promedio del acuífero de 796 Km2 que determina el IDEAM (2014).

De acuerdo con lo anterior, se determina que el IEAS para el sistema acuífero del Abanico de Ibagué es del 73.06% el cual representa una presión muy alta de la demanda hídrica sobre el recuro hídrico subterráneo (Figura 843).

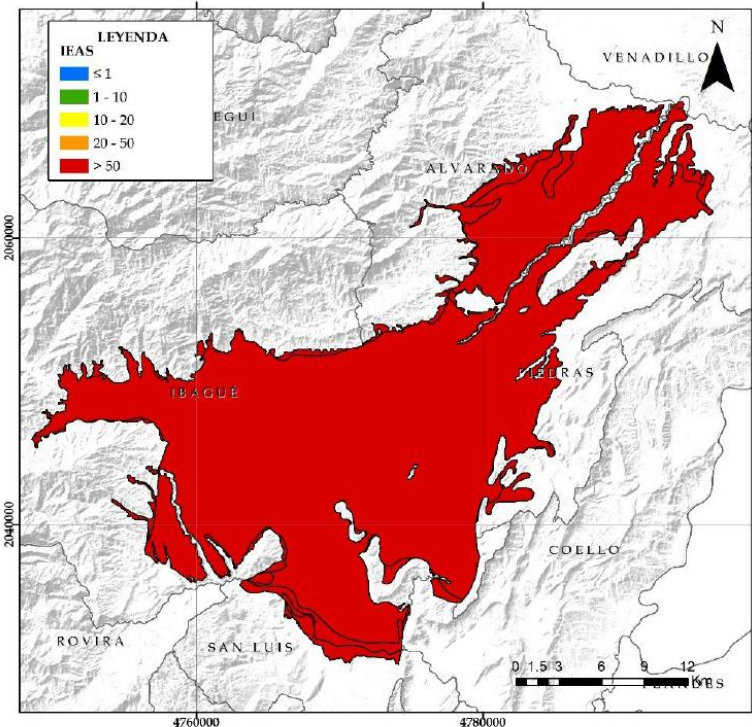


Figura 843. Representación esquemática del Índice de Extracción de Agua Subterránea (IEAS) del sistema acuífero del Abanico de Ibagué

Figura tomada de la ERA Tolima, CORTOLIMA, 2021

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas y Aguas de Pereira, ISH Consultores.(2024) Balance Hídrico de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Cartago, La Virginia y Marsella.

CARDER, Informe Final: Evaluación Regional del Agua en el Departamento de Risaralda, 2024, en <https://drive.google.com/file/d/1h3FkmfOX7lvmn1-9HLVHh8Heiti0zBp/view> y todos los anexos en <https://siae.carder.gov.co/era/>.

CRQ, OFERTA, DEMANDA HÍDRICA E ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA) DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO PARA EL AÑO 2023, 2023 obtenido en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/#>

CRQ, Universidad del Tolima (2023) Evaluación Regional de Agua del Quindío, obtenida en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2021) ,Evaluación Regional del Agua del Tolima Fase 1, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2022), Evaluación Regional del Agua del Tolima, Fase 2, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

IDEAM (2022) Estudio Nacional del Agua -ENA-,2023 Obtenido en http://archivo.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586?_110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw_redirect=http%3A%2F%2Farchivo.ideam.gov.co%2Fweb%2Fagua%2Festudio-nacional-del-agua%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2

9.CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN

Capítulo elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

En general, la calidad del agua se refiere al estado químico, físico y biológico del agua. Es un indicador que permite saber si el agua es apta para un uso específico, como puede ser el consumo humano, la irrigación de cultivos, la pesca o la recreación. El nivel o grado de contaminación, depende del tipo y la cantidad de Carga Contaminante.

Carga Contaminante

La carga contaminante es el producto de la concentración másica de una sustancia por el caudal volumétrico del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio. Se expresa en unidades de masa sobre tiempo (Decreto 1076 de 2015). La carga contaminante diaria -Cc- es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas por día (Decreto 1076 de 2015).

$$Cc=Q \times C \times 0,0036 \times t$$

Dónde:

CC= Carga contaminante, en kilogramos por día (kg/día)

Q= Caudal promedio de aguas residuales, en litros por segundo (L/s)

C= Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante, en miligramos por litro (mg/L)

0,0036 = Factor de conversión de unidades (de mg/s a kg/h)

t = Tiempo de Vertimiento del usuario en horas por día (h).

9.1. Calidad de las fuentes de abastecimiento

En Colombia, la competencia para entregar concesiones, vigilar y controlar y hacer seguimiento al uso y la calidad del agua en corrientes hídricas y acuíferos, son las Corporaciones Autónomas Regionales, según lo especifica el Decreto 1210 de 2020 que actualiza la norma por medio de la cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. La normatividad vigente ha creado la Tasa de Uso de Agua -TUA- como mecanismo de financiación, control y seguimiento al uso del líquido para fines comerciales y la Tasa Retributiva, como medida de compensación a las personas que contaminen el recurso hídrico. Ambos tributos son recaudados por las Corporaciones Autónomas Regionales.

9.1.1. Indicadores de Estado de Calidad y Presión por Contaminación

9.1.1.1. Índice de Calidad del Agua (ICA)

La Evaluación Regional del Agua del Quindío, explica con claridad los aspectos más importantes de este indicador. *“El índice de calidad del agua (ICA) es un indicativo de las condiciones de calidad física, química y biológica de los cuerpos de agua. Este permite identificar problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones*

para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables representativas (IDEAM, 2010).

El ICA es el valor numérico que califica en una (1) de cinco (5) categorías la calidad del agua de un cuerpo de agua, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco (5) a siete (7) variables, registradas en una estación de monitoreo *j* en el tiempo *t* (IDEAM, 2013). En tal sentido, el ICA es una expresión agregada y simplificada, sumatoria aritmética equiponderada de varias variables. En los Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para las ERA (IDEAM, 2013), se recomienda que, para el nivel regional, se calcule el ICA con siete (7) variables, adicionando los coliformes fecales como indicadores de contaminación bacteriológica. También se recomienda usar las ecuaciones para el cálculo de los subíndices, presentadas en el ENA 2010. En este último documento se presentan las curvas funcionales para tres (3) (SST, pH y conductividad) de las siete (7) variables requeridas. En las Fichas Metodológicas disponibles en la página Web del IDEAM, se presentan las ecuaciones para seis (6) de las siete (7) variables, las cuales no incluyen el indicador de contaminación bacteriológica. Por lo tanto, en el presente estudio, se tomó como referencia para el cálculo del subíndice de coliformes fecales, el propuesto por Cude (2001).

Tabla 65. Categorización del índice de calidad del agua

RANGO DE VALORES	Categorización de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00 – 0,25	Muy mala	Rojo
0,26 – 0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

Tabla Tomada del ENA IDEM, 2022, página 320

9.1.1.1.1. El ICA según el ENA 2022

En la actualización del Estudio Nacional del Agua ENA 2022, el componente de calidad del agua presenta la evaluación del estado de la calidad del agua y la presión por vertimientos a las fuentes hídricas superficiales en Colombia, en función de dos indicadores, ante todo: el índice de calidad del agua (ICA) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL).

De acuerdo con los resultados de los monitoreos en 2021, el descriptor del indicador va de “bueno” a “malo”, sin encontrarse ningún punto con categoría de “muy malo”. Con descriptor “malo” se encuentran las corrientes Bogotá, Magdalena, Lebrija, Opón, Pamplonita, Negro, Sogamoso, Villeta, Guayuriba, Güejar, La Vieja y Lagunilla, entre otras, a la altura de los puntos de monitoreo como se observa en la siguiente Tabla, elaborada con base en la Tabla 67 del ENA 2022.

Punto de monitoreo	Corriente	Departamento	Municipio	ICA	Variables que más inciden en la categorización MALA
Coello_Payande	Coello	Tolima	San Luis	Malo	DQO, SST, NT/PT
La Vieja_Cartago	La Vieja	Valle del Cauca	Cartago	Malo	DQO, SST, NT/PT
Lagunilla_ La Esmeralda	Lagunilla	Tolima	Lerida	Malo	CE, DQO, SST, NT/PT
Magdalena_Isla Del Amor	Magdalena	Tolima	Flandes	Malo	CE, SST, NT/PT

9.1.1.1.2. El ICA según las Evaluaciones Regionales -ERAS- del Agua de Quindío y Tolima

ICA en Quindío

En la ERA Quindío 2023, se aborda el tema de la siguiente manera: *“Para conocer el estado actual de la calidad del agua en las unidades hidrológicas de los ríos: Gris, San Juan, Rojo, Roble, Quindío, Lejos, Espejo, y las quebradas: La Picota, Cristales y Buenavista en el departamento del Quindío, es necesario realizar campañas de monitoreo de calidad del agua, la cuales permitan evaluar el grado de contaminación y determinar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos por la autoridad ambiental... se definieron 130 sitios para el monitoreo de agua superficial de los cuales 34 corresponden a captaciones para consumo humano por parte de acueductos municipales, veredales y regionales”*

“De acuerdo con IDEAM (2010), el ICA define una clasificación descriptiva de la calidad del agua en cinco (5) categorías: buena, aceptable, regular, mala o muy mala.

En la Tabla 276, se relaciona la ponderación de las variables físicas, químicas y microbiológicas variando en función de la relevancia para análisis específicos de condiciones de calidad de Aguas y el número de variables consideradas.

El oxígeno gaseoso disuelto (OD)en el agua es vital para la existencia de la mayoría de biota acuática. La concentración de oxígeno disuelto (OD) es un indicador de la calidad ecológica del agua, y condiciona la presencia o ausencia de biota en el ecosistema acuático.

La presencia de sólidos en suspensión (se mide como Sólidos Suspendidos Totales (SST), en los cuerpos de agua puede deberse a condiciones naturales propias de los procesos del ciclo de sedimentos o puede corresponder a la ocurrencia de alteraciones de dicho ciclo por procesos erosivos inducidos, extracción o disposición de materiales, vertimientos industriales, entre otros. Esta variable tiene una relación directa con la turbidez..

Tabla 276. Pesos para las variables del ICA

Variable	Unidad	Número de Variables		
		5	6	7
		Peso	Peso	Peso
Oxígeno disuelto - OD	% saturación	0,2	0,17	0,16
Sólidos Suspendidos Totales - SST	mg/L	0,2	0,17	0,14
Demanda Química de Oxígeno - DQO	mg/L	0,2	0,17	0,14
Conductividad eléctrica	µS/cm	0,2	0,17	0,14
pH	Unidades de pH	0,2	0,15	0,14
Relación N total/P total	(mg/L) /(mg/L)		0,17	0,14
Coliformes termotolerantes/fecales	UFC/100 mL*			0,14

*IDEAM (2013) asignan como unidades de los coliformes fecales las UFC/100 ml, el subíndice de los coliformes fecales se expresa en NMP/100ml.

Tabla Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 486

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente acidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, y la materia inorgánica.

La Conductividad Eléctrica (C.E.) refleja la mineralización, presencia de sales, conjugando cationes y aniones disueltos. Incrementos en la misma pueden darse por vertimientos domésticos de grandes asentamientos humanos, tratamiento químico de aguas, vertimientos de corredores industriales, empleo de fertilizantes en la actividad agrícola, influencia volcánica o por la composición natural del suelo (IDEAM, 2010).

Nitrógeno Total/Fósforo Total (NT/PT) refleja niveles de intervención antrópica que pueden estar degradando el ecosistema acuático, expresada como una forma de aplicar el concepto de saprobiedad. Es decir, la posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica.

El pH es un indicador de la acidez o alcalinidad del agua. Valores extremos de acidez pueden afectar la biota acuática.

Coliformes Termotolerantes/Fecales son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en el suelo y seres vivos (aves silvestres y heces fecales de seres de sangre caliente). Su presencia puede ser un reflejo de aguas contaminadas por aguas residuales o presencia de desechos en descomposición. Generalmente, las coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos de fondo de los cuerpos de agua (Munn, 2004).

Para las corrientes hídricas observadas en la ERA 2023, Quindío, se obtuvieron, en resumen, los siguientes resultados para el Índice de Calidad del Agua (ICA):

Quebrada Agua Linda fue clasificado con nivel de calidad “Malo”, debido a vertimientos domésticos por parte de la cabecera municipal de Quimbaya.

Tabla 282. Resultados de ICA determinados para los sitios de monitoreo sobre la Quebrada Agua Linda (Municipio de Quimbaya)

Sitio	Código	Lat	Lon	IsatOD	ISST	IDQO	ICE	INP	IpH	ICF	ICA	Descriptor
Q. Agua Linda A. Abajo Centro Poblado Quimbaya	BUE-06	4.630	-75.771	0.36	0.94	0.125	0	0.35	1	-	0.45	MALO

Tabla

Tomada de la ERA Quindío, CRQ, 2023, página 503

Para el caso de la quebrada Cristales fue estimado el ICA en ocho puntos de muestreo, dos se clasificaron con calidad en la categoría “Bueno”, cuatro como “Aceptable”, uno “Regular”, y uno como “Malo”, tal como se presenta en la Tabla 285

Tabla 285. Resultados de ICA determinados para los sitios de monitoreo sobre la Quebrada Cristales

Sitio	Código	Lat	Lon	IsatOD	ISST	IDQO	ICE	INP	IpH	ICF	ICA	Descriptor
Q. Cristales (Bodega)	CRI-01	4.515	-75.692	0.93	0.99	0.91	0.46	0.8	1	-	0.85	ACEPTABLE
Q. Cristales A. Abajo Vertimiento Don Pollo	CRI-02	4.507	-75.708	0.65	0.83	0.125	0	0.8	0.75	-	0.52	REGULAR
Q. Cristales A. Abajo Parque Recreativo	CRI-03	4.499	-75.717	0.29	0.91	0.125	0.48	0.15	0.76	-	0.45	MALO
Q. Los Ángeles Marmato	CRI-04	4.465	-75.751	0.98	0.97	0.91	0.79	0.8	1	-	0.91	BUENO
Q. Cristales (Villa Sonia)	CRI-05	4.425	-75.763	1	0.98	0.91	0.79	0.8	1	-	0.91	BUENO
Q. Cristales (Hacienda Maravelez)	CRI-06	4.405	-75.792	0.96	0.98	0.91	0.77	0.8	1	-	0.9	ACEPTABLE
Q. La Jaramilla	CRI-07	4.421	-75.830	0.75	0.98	0.91	0.5	0.6	1	-	0.79	ACEPTABLE
Q. Cristales (Pisamal)	CRI-08	4.416	-75.840	0.91	0.99	0.91	0.68	0.8	1	-	0.88	ACEPTABLE

Tabla Tomada de la ERA Quindío, CRQ, 2023, página 508

La Quebrada Cristales parte de una condición “Aceptable” en la parte alta a la altura de su nacimiento en cercana al casco urbano de Armenia, con valor de conductividad alto indicando iones disueltos en el agua producto de la posible escorrentía urbana a la corriente. Aguas abajo, la calidad del agua se degrada a “Regular” producto de descargas de tipo industrial por parte de la Planta de Beneficio Animal (PBA) Don Pollo la cual produce gran cantidad de materia orgánica llevando a niveles bajo de oxígeno disuelto, altas cantidades de iones disueltos en el agua y la acidificación de la corriente. Esta degradación continúa aguas abajo sobre la Quebrada Cristales en la categoría “Malo” a causa de la continuada influencia de las descargas residuales de origen industrial.

Para el caso del Río Espejo fue estimado el ICA en 15 de puntos de muestreo que se clasificaron ocho puntos con calidad en la categoría “Aceptable”, seis como “Regular”, y uno “Malo”, tal como se presenta en la Tabla 288. En la parte alta de este río, a la altura del casco urbano del municipio de Circasia, se cuenta con la Quebrada Yeguas, la cual presenta un descriptivo de calidad “Malo” debido principalmente a vertimientos de tipo doméstico por parte de la cabecera de esta municipalidad. Aguas abajo sobre la Quebrada Hojas Anchas antes de la desembocadura de la Quebrada La Roca, se observa un proceso de recuperación de la corriente al presentar una calidad “Aceptable”. Continuado a esto, el aporte al sistema de afluentes como la Quebrada La Roca en condiciones de calidad “Aceptable” ayudan aún más a su proceso de recuperación.

La Quebrada Hojas Anchas (que desemboca en el río Espejo), a su paso por el casco urbano de Armenia empieza un proceso de degradación en su condición de calidad pasando a “Regular” a causa de vertimientos domésticos sobre la corriente. Así mismo, la Quebrada Zanjón Hondo presenta una calidad “Regular” producto de vertimientos domésticos provenientes del casco urbano de Armenia y de la presencia de cultivos al margen de la ronda hídrica, provocando bajos niveles de oxígeno disuelto.

Tabla 288. Resultados de ICA determinados para los sitios de monitoreo sobre el Río Espejo

Sitio	Código	Lat	Lon	IsatOD	ISST	IDQO	ICE	INP	IpH	ICF	ICA	Descriptor
Q. Yeguas	ESP-01	4.614	-75.643	0.23	0.97	0.125	0	0.6	1	-	0.48	MALO
Q. Hojas Anchas A. Arriba de la Q. La Roca	ESP-02	4.588	-75.653	0.9	0.99	0.71	0.44	0.6	1	-	0.77	ACEPTABLE
Q. La Roca	ESP-03	4.590	-75.648	0.99	0.99	0.91	0.87	0.6	1	-	0.89	ACEPTABLE
Q. Hojas Anchas A. Abajo de la Q. Santa Helena	ESP-04	4.552	-75.673	0.82	0.94	0.26	0.48	0.6	1	-	0.68	REGULAR
Q. Hojas Anchas A. Arriba confluencia Q. Zanjón Hondo	ESP-05	4.547	-75.711	0.96	0.99	0.91	0.68	0.6	1	-	0.85	ACEPTABLE
Q. Zanjón Hondo	ESP-06	4.543	-75.709	0.68	0.93	0.26	0.06	0.6	1	-	0.58	REGULAR
R. Espejo A. Arriba confluencia de la Q. Armenia	ESP-07	4.539	-75.741	1	0.88	0.26	0.75	0.6	1	-	0.74	ACEPTABLE
Q. Armenia	ESP-08	4.539	-75.741	0.68	0.98	0.26	0	0.35	1	-	0.54	REGULAR
Q. Cajones A. Abajo Centro Poblado Montenegro	ESP-09	4.559	-75.759	0.47	0.97	0.26	0.44	0.35	1	-	0.57	REGULAR
R. Espejo A. Arriba confluencia de la Q. Carmelita	ESP-10	4.530	-75.769	0.67	0.69	0.26	0.69	0.35	1	-	0.6	REGULAR
Q. Carmelita	ESP-11	4.528	-75.767	0.65	0.87	0.26	0.58	0.6	1	-	0.65	REGULAR
R. Espejo (Pueblo Tapao)	ESP-12	4.511	-75.777	0.56	0.99	0.91	0.55	0.6	1	-	0.76	ACEPTABLE
Q. El Reposo	ESP-13	4.491	-75.780	0.93	0.99	0.91	0.83	0.35	1	-	0.83	ACEPTABLE
Q. La Argelia	ESP-14	4.491	-75.780	0.8	0.99	0.91	0.4	0.35	1	-	0.74	ACEPTABLE
R. Espejo A. Arriba confluencia al R. La Vieja	ESP-15	4.452	-75.832	0.98	0.94	0.91	0.64	0.6	1	-	0.84	ACEPTABLE

Tabla Tomada de la ERA Quindío, CRQ, 2023, página 508

Por otra parte, la Quebrada Armenia antes de su confluencia al Río Espejo presenta una calidad “Regular” con altos niveles de materia orgánica en descomposición como consecuencia de los vertimientos domésticos por parte del casco urbano de Armenia y el posible arrastre de nutrientes producto de fertilizantes en sistemas agrícolas.

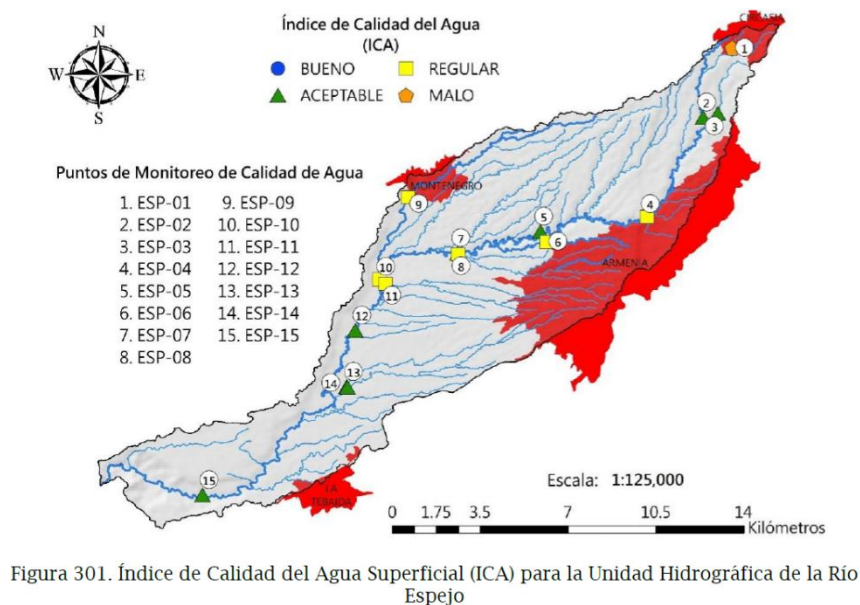


Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ, 2023, página 516

Otro afluente importante del Río Espejo es la Quebrada Cajones. Esta corriente presenta una calidad “Regular” aguas abajo del casco urbano de Montenegro producto de las descargas domésticas por parte de este centro poblado. De igual manera, la Quebrada Carmelita antes de su confluencia al Río Espejo, presenta una calidad “Regular” debido a vertimientos domésticos provenientes del casco urbano de Armenia.

Por último, el Río Espejo en su parte media-baja hasta su desembocadura al Río La Vieja, recupera su condición de calidad en “Aceptable”, pero resaltando algunos focos de atención por contaminación provenientes de afluentes como la Quebrada La Argelia, debido a una posible afectación por vertimientos domésticos del casco urbano de Armenia.

Para el Río Quindío fue estimado el ICA en 57 puntos de muestreo de los cuales se clasificaron dos puntos con calidad en la categoría Bueno, cincuenta y uno como Aceptable y cuatro Regular. Los sitios de captación para el abastecimiento y consumo de Salento ubicados sobre las Quebradas Cruz Gorda Cristalina y Bolivia, se evidencia la presencia de coliformes fecales por posible presencia de actividades pecuarias en contraste con esta última captación. De igual manera se presentan valores altos de iones disueltos en el agua producto de posibles procesos de erosión de formaciones geológicas naturales.

Aguas abajo del Valle del Cocora se localizan la Quebrada Boquía y las bocatomas para el abastecimiento del casco urbano de Armenia sobre el Río Quindío y la Quebrada La Víbora en condición de calidad “Aceptable”. Estas tres corrientes presentan nutrientes asociados a nitrógeno y fosforo producto de la influencia de actividades agrícolas en la zona, además de presentarse coliformes fecales sobre la bocatoma del Río Quindío a causa de actividades pecuarias aguas arriba de su punto de captación.

Otros afluentes al Río Quindío como lo son el Río Navarco, que a su vez le confluye el Río Boquerón con influencia de la cabecera municipal de Salento, presenta una condición “Aceptable”, a diferencia de la Quebrada La Calzada a la cual vierte sus aguas residuales la PTAR de este centro poblado, presentando una condición de calidad “Regular”. Otra de las captaciones para el abastecimiento humano del centro poblado de Salento se encuentra ubicada sobre la Quebrada Corozal, la cual presenta una condición “Aceptable” para su uso, pero con posibles fuentes de contaminación por actividades pecuarias aguas arriba

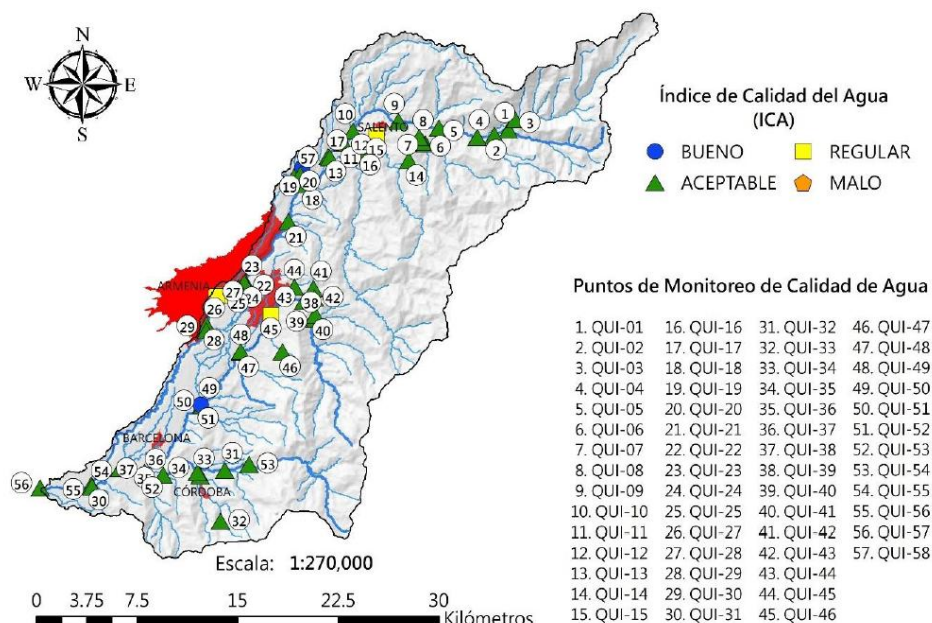


Figura 311. Índice de Calidad del Agua Superficial (ICA) para la Unidad Hidrográfica de la Río Quindío

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ, 2023, página 528

Otros afluentes al Río Quindío como lo son el Río Navarco, que a su vez le confluye el Río Boquerón con influencia de la cabecera municipal de Salento, presenta una condición “Aceptable”, a diferencia de la Quebrada La Calzada a la cual vierte sus aguas residuales la PTAR de este centro poblado, presentando una condición de calidad “Regular”. Otra de las captaciones para el abastecimiento humano del centro poblado de Salento se encuentra ubicada sobre la Quebrada Corozal, la cual presenta una condición “Aceptable” para su uso, pero con posibles fuentes de contaminación por actividades pecuarias aguas arriba

Aguas abajo del sector La María sobre el Río Quindío se encuentra la confluencia de las Quebradas La Florida y San Nicolás, con categorías de calidad “Regular”, debido principalmente a vertimientos de tipo domésticos realizados por el casco urbano de Armenia, provocando altos contenidos de materia orgánica en descomposición debido a una leve presencia de coliformes fecales. Después de las cargas contaminantes aportadas por estas dos corrientes hídricas, el Río Quindío sufre un proceso de recuperación, hasta la confluencia de la Quebrada El Pescador, que con una condición de calidad “Aceptable”, es uno de los receptores de los vertimientos doméstico del casco urbano de Calarcá evidenciándose en los altos niveles de conductividad eléctrica.

Para el caso del Río Roble fue estimado el ICA en 19 puntos que se clasificaron dos puntos con calidad en la categoría Bueno, 16 como Aceptable, y uno como Regular. El Río Roble en términos generales presenta una condición de calidad “Aceptable” principalmente sobre las bocatomas para el abastecimiento hídrico de centro poblado de Circasia hasta aguas arriba de la confluencia de la Quebrada Cajones. Esta última, aunque presenta una condición “Aceptable”, recibe gran parte de los vertimientos domésticos de esta cabecera municipal con valores de conductividad eléctrica y la presencia de materia orgánica en descomposición producto de sus aguas residuales.

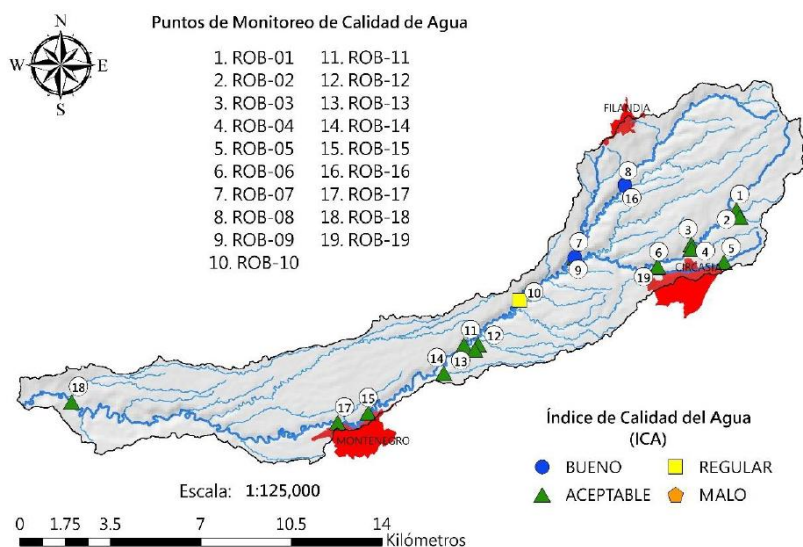


Figura 313. Índice de Calidad del Agua Superficial (ICA) para la Unidad Hidrográfica de la Río Roble

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ, 2023, página 531

Una condición de atención de presenta en la bocatoma para el abastecimiento del centro poblado de Montenegro la cual presenta una condición “Regular” en la calidad del agua por presencia de coliformes fecales, materia orgánica y eutrofización del ecosistema debido a posible aporte de carga difusa de origen agropecuario aguas arriba de su punto de captación. Aguas abajo, el Río Roble sufre un proceso de recuperación hasta su confluencia al Río La Vieja.

9.1.1.2. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)

Es un indicador de presión de los sistemas hídricos dada la carga contaminante vertida en los cuerpos de agua por los diferentes sectores socioeconómicos, determinando amenazas potenciales por alteración de la calidad en los tramos y/o unidades de análisis definidas (IDEAM, 2013). Este indicador depende principalmente de la información disponible para obtener las cargas presuntivas para cada sector o desde la proyección de información observada mediante los monitoreos. Corresponde al valor numérico que califica en una de cinco categorías (baja, moderada, media-alta, alta y muy alta), la razón existente entre la carga contaminante que se estima recibe una unidad hidrográfica anualmente y la oferta hídrica superficial para las condiciones hidrológicas de año medio y seco de esta misma unidad estimada para una serie de tiempo.

Como una forma de expresar la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua, el IACAL puede estimarse considerando el cociente entre las cargas contaminantes a escala anual con la oferta hídrica total para año medio y año seco. En la Tabla 278 se registran los rangos de los valores del IACAL, la categoría de clasificación que se le asigna a cada uno de ellos, la calificación del nivel de presión al que corresponde y el color que la representa. Esta información presentada inicialmente en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010, fue actualizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2020).

Tabla 278 Rangos de los Catiacales

Categoría de presión	Descriptor de presión	Percentiles DBO	Percentiles DQO - DBO	Percentiles SST	Percentiles NT	Percentiles PT
carga en toneladas año/ millones de metros cúbicos						
1	Baja	<0,14	<0,14	<0,4	<0,03	<0,005
2	Moderada	0,14 a 0,39	0,14 a 0,35	0,4 a 0,7	0,03 a 0,05	0,005 a 0,013
3	Media	0,40 a 1,20	0,36 a 1,16	0,8 a 1,8	0,06 a 0,13	0,014 a 0,035
4	Alta	1,21 a 4,85	1,17 a 6,77	1,9 a 7,6	0,14 a 0,55	0,036 a 0,134
5	Muy Alta	≥4,86	≥6,78	≥7,7	≥0,56	≥0,135

Fuente: ENA 2010 - IDEAM y actualizado con Ficha Metodológica IDEAM V 1.1

Tabla 279 Categorización IACAL

Rangos	Categoría de clasificación	Calificación de la presión
1,0 a 1,5	1	Baja
1,6 a 2,5	2	Moderada
2,6 a 3,5	3	Media-Alta
3,6 a 4,4	4	Alta
4,5 a 5,0	5	Muy Alta

Fuente: ENA 2010 - IDEAM

Tabla Tomadas de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 494

Unidades Hidrológicas y Tramos Objeto de Estudio para Análisis de la Calidad del Agua UHACA Quindío

Uno de los mecanismos para evaluar la presión ejercida por vertimientos puntuales en las corrientes hídricas es la implementación de Unidades Hidrológicas de Análisis de Calidad del Agua (UHACA), correspondiendo estas a áreas drenantes de los cuerpos receptores de vertimientos domésticos u otros, producto de la implementación de actividades productivas. A partir de ellas, es posible establecer el impacto por descarga de vertimientos en los diferentes tramos de la corriente a analizar dependiendo de factores como la localización de los vertimientos, los procesos de asimilación de los contaminantes y los flujos de los diferentes afluentes (IDEAM, 2013a). Para el Quindío, se adoptaron 124 unidades hidrológicas o tramos para el análisis de calidad los cuales son insumo en la determinación del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) para cada unidad hidrográfica abordada.

A partir de la estimación de las cargas contaminantes aportadas para cada tramo comprendido en las UHACA, se calculó el IACAL para cada una, lo que permite estimar el grado de afectación de una corriente hídrica superficial debido a las actividades socioeconómicas desarrolladas en el área aferente al punto donde se realiza el análisis. En este sentido, para la estimación del IACAL se determinaron las aferencias a los vertimientos de aguas residuales, según las consideraciones del Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS- para los usos: doméstico, comercial, industrial, turístico, y de forma particular para el uso agrícola (específicamente cultivos de café), según módulos de carga reportados por la literatura técnica y académica para cada caso.

Unidad Hidrográfica de la Quebrada Campoalegre (Quebrada Agua Linda), Municipio de Quimbaya

Unidad Hidrográfica de la Quebrada Campoalegre (Quebrada Agua Linda), se presentan aportes en carga de dos fuentes principales, el sector doméstico y beneficio del café (Figura 314). Por parte del sector doméstico, es el principal aportante en carga contribuyendo entre el 86 al 94% del total estimado proveniente de las aguas residuales domésticas del casco urbano de Quimbaya. En cuanto al beneficio del café, su aporte corresponde entre el 5 al 14% del total de la carga por presencia de cultivos en la parte alta de la cuenca a la altura del casco urbano de Quimbaya. (Tabla 295).

Con respecto al cálculo del IACAL para tomando como base las cargas estimadas y la Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS), para la Quebrada Agua Linda que atraviesa al municipio de

Quimbaya, se tiene una alteración potencial “Muy Alta” tanto para el año de condiciones hidrológicas medias (Figura 316) como secas (Figura 317), esto debido principalmente a una baja oferta hídrica en el punto de cierre de la unidad de análisis considerada para esta corriente, lo cual provoca una baja capacidad de asimilación de carga.

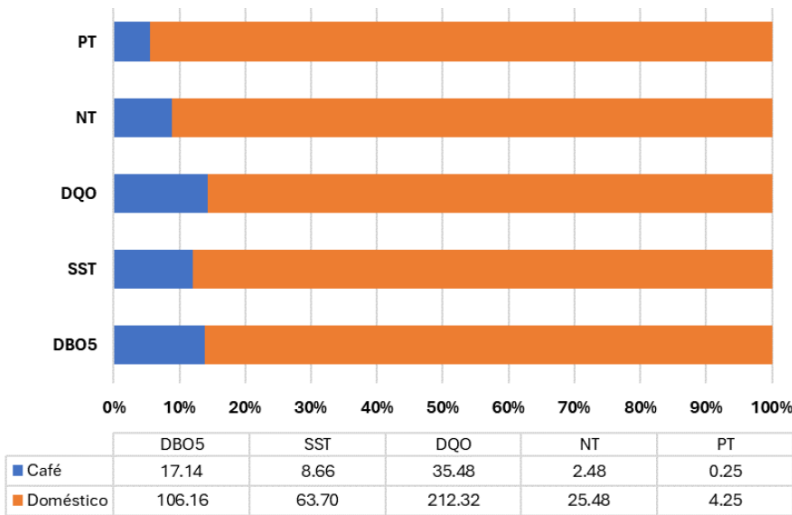


Figura 314. Carga total aportada por sectores en el año 2022 para la Quebrada Agua Linda (Municipio de Quimbaya)

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 533

Tabla 295. Cargas Contaminantes para la Quebrada Agua Linda (Municipio de Quimbaya). Valores determinados para el año 2022

Unidad Hidrográfica	Tramo o Unidad de Análisis	Descripción	Cargas Contaminantes					Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS)		IACAL Año Medio	IACAL Año Seco
			DBO5 (Ton/año)	SST (Ton/año)	DQO (Ton/año)	N Kjendahl total como N (Ton/año)	P Total (Ton/año)	Año Medio (Hm³/año)	Año Seco (Hm³/año)		
Quebrada Campoalegre (Agua Linda)	QAL1	Vertimientos Domésticos Quimbaya	24.462	14.677	48.923	5.871	0.978				
		Vertimientos Domésticos Quimbaya	54.003	32.402	108.006	12.961	2.160				
		Vertimiento Doméstico Quimbaya	15.863	9.518	31.726	3.807	0.635				
		Vertimiento Doméstico Quimbaya	5.193	3.116	10.386	1.246	0.208				
		Vertimientos Domésticos Quimbaya	6.640	3.984	13.281	1.594	0.266				
		Beneficio de Café Quimbaya	17.139	8.665	35.478	2.483	0.248				
	Total QAL1	Divisoria de aguas Q. Agua Linda - A. Abajo Quimbaya	123.300	72.361	247.800	27.962	4.495	1.77	1.33	Muy Alta	Muy Alta

Tabla Tomada de la ERA Quindío, CRQ, 2023, página 534

Unidad Hidrográfica de la Quebrada Buenavista, Municipios de Quimbaya y Filandia

Las cargas estimadas para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Buenavista muestran que el sector con mayor aporte es el doméstico. Este aporte de carga es provocado por las aguas residuales provenientes de la cabecera municipal del municipio de Quimbaya, afectando la calidad del agua de las quebradas Buenavista, La Silenciosa y Mina Rica. Otro sector con gran impacto es el beneficio de café, debido a grandes extensiones de cultivos tanto en los municipios de Filandia (mayor proporción de área de acuerdo con el mapa de coberturas) como Quimbaya.

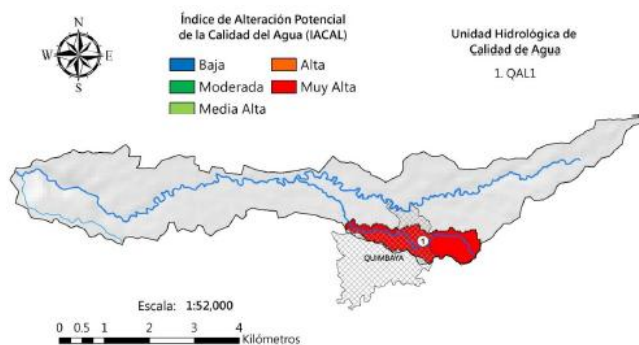


Figura 316. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Quebrada Agua Linda (Municipio de Quimbaya)

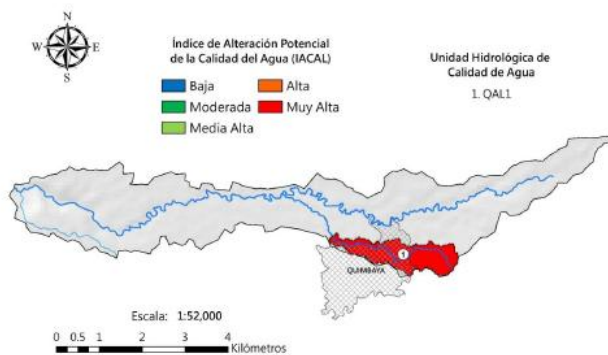


Figura 317. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Quebrada Agua Linda (Municipio de Quimbaya)

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 535

A partir de la carga estimada para cada unidad de análisis de calidad del agua y la Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS) se determina que la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Buenavista presenta en general “Muy Alta” alteración potencial a la calidad del agua (Figura 322) de acuerdo con el IACAL tanto para condición hidrológica de año medio (Figura 323) como en año seco (Figura 324), con excepción de la unidad QB1 con alteración “Alta” para año hidrológico medio.

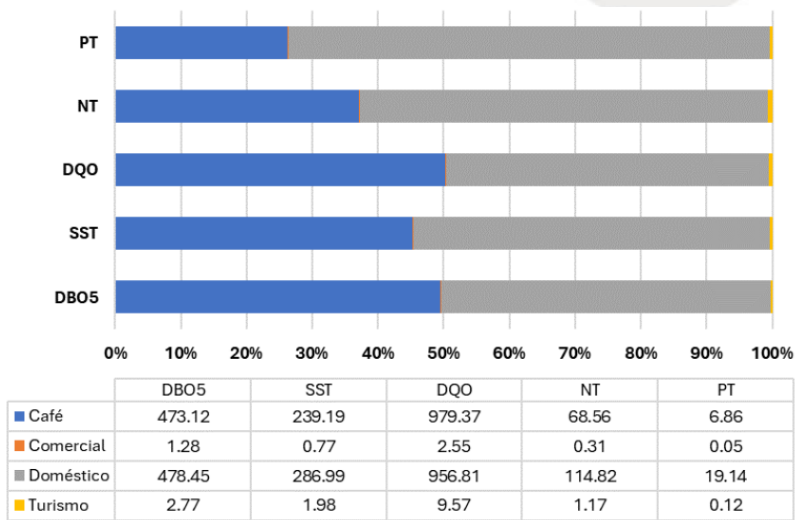


Figura 321. Carga total aportada por sectores en el año 2022 para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Buenavista

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 539

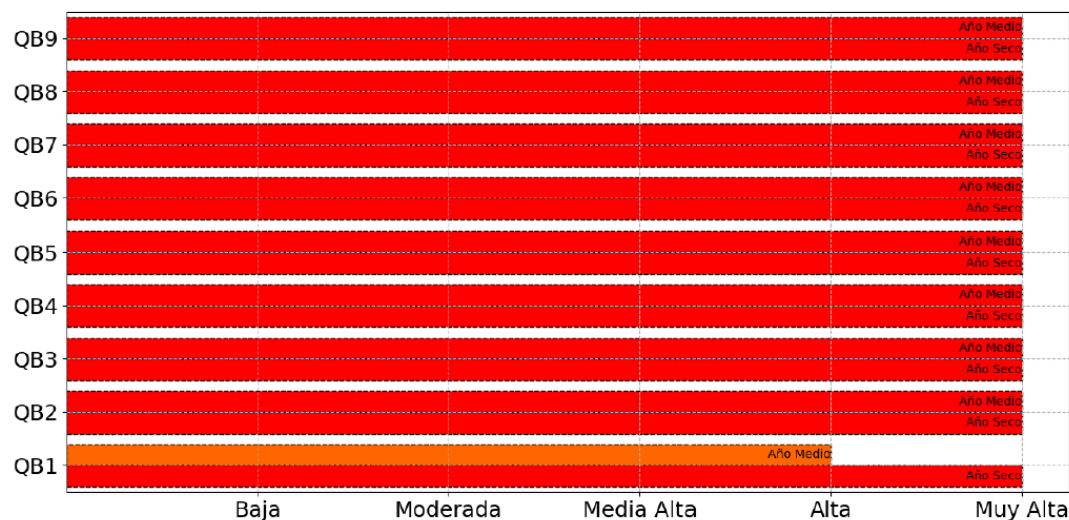


Figura 322. Descriptor del IACAL por tramo para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Buenavista

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 540

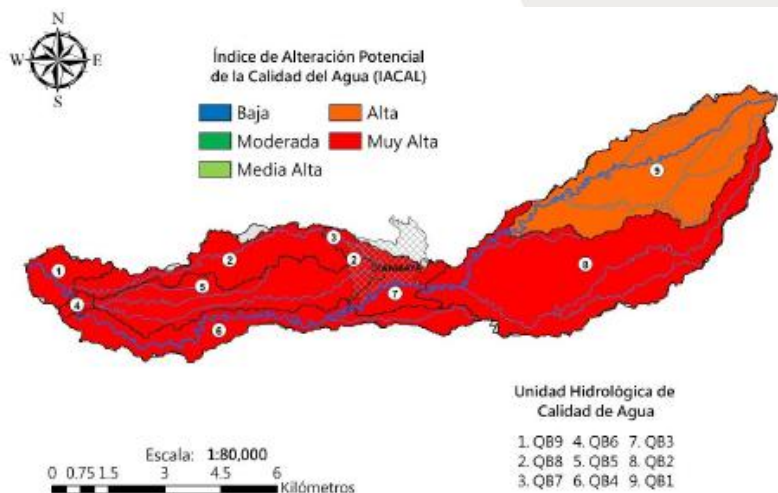


Figura 323. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Buenavista

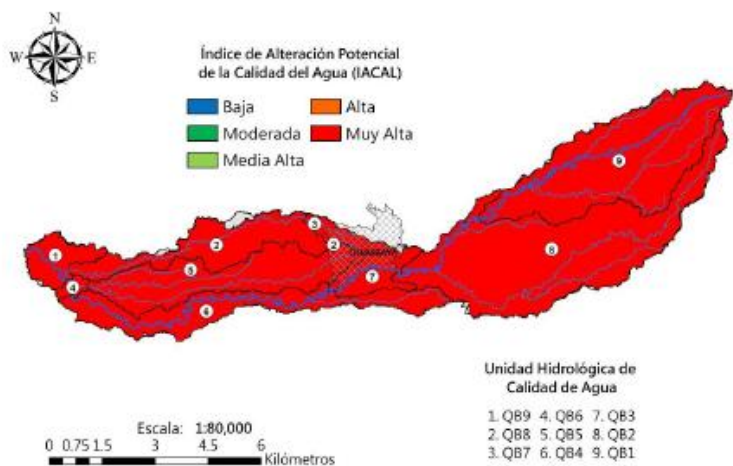


Figura 324. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Buenavista

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 542

En la parte alta de la cuenca de la Quebrada Buenavista, específicamente en la unidad de análisis QB1 (Tabla 297), se destaca un aumento significativo de la carga contaminante debido a las actividades relacionadas con el cultivo de café. Estas actividades ocupan una extensa área, como se puede apreciar en el mapa de cobertura del suelo, especialmente aguas arriba de la toma de agua que abastece al municipio de Quimbaya. Este incremento en la carga contaminante se explica por la presencia de valores bajos en dos indicadores clave: el índice de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la relación entre Nitrógeno Total (NT) y Fósforo Total (FT). Estos indicadores son comúnmente utilizados para evaluar la presencia de actividades agrícolas y su impacto en la calidad del agua, especialmente cuando se utilizan fertilizantes en dichas actividades.

El desarrollo de sistemas productivos como el beneficio de café tienen un gran impacto en la calidad de las corrientes hídricas para la Quebrada Buenavista, con mayor aporte en carga en unidades ubicadas en la parte alta de la cuenca (QB1, QB2), con excepción de unidades con presencia de descargas de tipo residual. Por otro lado, las descargas residuales domésticas corresponden a los mayores aportes en carga para las unidades QB3, QB5 y QB7, correspondientes a la Quebrada Buenavista a su paso por la cabecera municipal de Quimbaya, la Quebrada La Silenciosa desde su nacimiento en zona urbana y la Quebrada Mina Rica respectivamente.

Unidad Hidrográfica de la Quebrada Cristales, municipio de La Tebaida

Para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Cristales en relación con las cargas estimadas muestran que el sector doméstico y el industrial presentan la mayor incidencia en la calidad del agua. En cuanto al sector doméstico, la principal fuente de contaminación son las descargas residuales del centro poblado La Tebaida sobre la Quebradas La Julia (La Tulia) y La Jaramilla (presencia de PTAR) sobre las unidades de análisis QC6 y QC7, (Figura 325).

El sector industrial, es otro actor relevante en la alteración potencial de la calidad de agua, especialmente sobre las unidades de análisis QC1 y QC2, con presencia de Plantas de Beneficio Animal (PBA) las cuales degradan sustancialmente el ecosistema hídrico como se evidencia en la Tabla 285 categorizando el tramo entre “Regular” y “Malo” según el ICA. Así mismo, la presencia de actividad industrial sobre la Quebrada La Jaramilla aguas arriba del casco urbano de La Tebaida (unidad QC6) presenta altos aportes en carga para esta unidad de análisis.

El sector beneficio de café, de igual manera, presenta un gran impacto en las cargas de aporte, debido a presencia de cultivos mayormente en la parte alta de la cuenca, siendo presente en la mayoría de las unidades de análisis con excepción de la unidad QC9, correspondiente a la confluencia de la Quebrada Cristales al Río La Vieja.

Con respecto al cálculo del IACAL tomando como base las cargas estimadas y la Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS) se tiene una alteración potencial “Muy Alta” (Figura 326) tanto para el año de condiciones hidrológicas medias (Figura 327) como secas (Figura 328).

Unidad Hidrográfica de la Quebrada La Picota Municipio de Buenavista

Sobre la Unidad Hidrográfica de la Quebrada La Picota, el sector con mayor aporte de carga es el beneficio de café (Figura 329), debido a la gran extensión del cultivo particularmente en la parte alta con impacto sobre las Quebradas La Picota (unidad QP2), Las Delicias y Los Juanes (unidad QP3). Otro sector con relevancia corresponde al doméstico por medio de descargas residuales domésticas del casco urbano de Buenavista, a través de la PTAR sobre la Quebrada La Picota y el Descole Las Margaritas para la Quebrada Las Delicias.

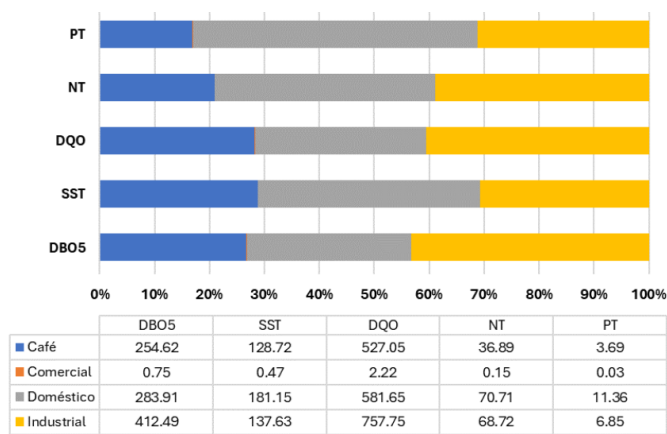


Figura 325. Carga total aportada por sectores en el año 2022 para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Cristales

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 545

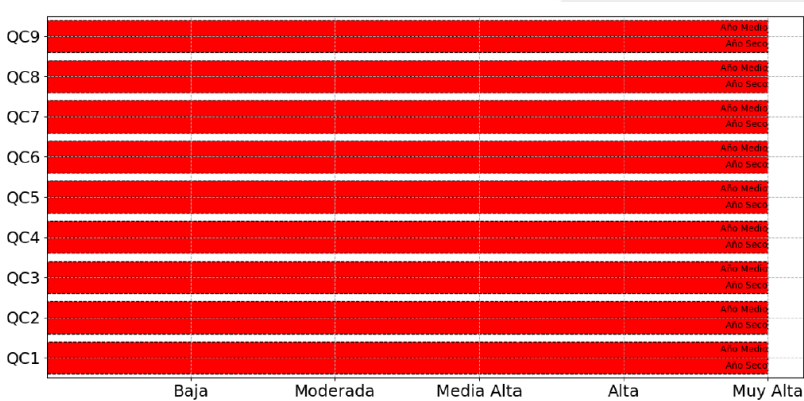


Figura 326. Descriptor del IACAL por tramo para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Cristales

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 546

Por último, en la parte alta de la cuenca de la Quebrada La Picota sobre la unidad de análisis QP1, con punto de cierre a la altura de la bocatoma para el abastecimiento del centro poblado Buenavista, se presenta una alteración potencial “Media Alta”, producto de actividades agrícolas y pecuarias desarrolladas aguas arriba de su punto de captación. Lo anterior guarda relación con la Tabla 286, si bien presenta un ICA en condición “Aceptable” sobre dicho punto de análisis, se observan valores bajos de NT/FT y Coliformes Fecales, siendo estos indicadores relacionados a la presencia de cultivos y de actividades agropecuarias con incidencia directa en la corriente hídrica.

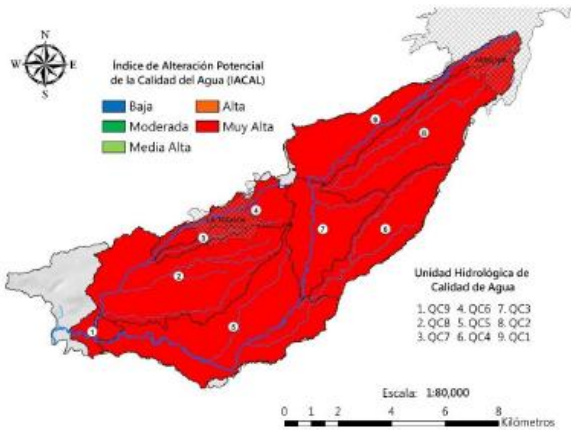


Figura 327. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Cristales

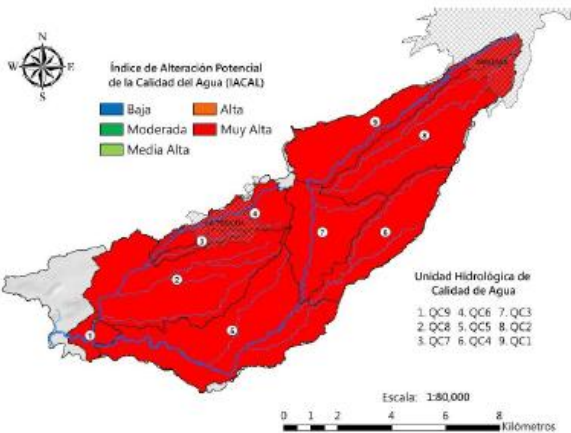


Figura 328. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada Cristales

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 547

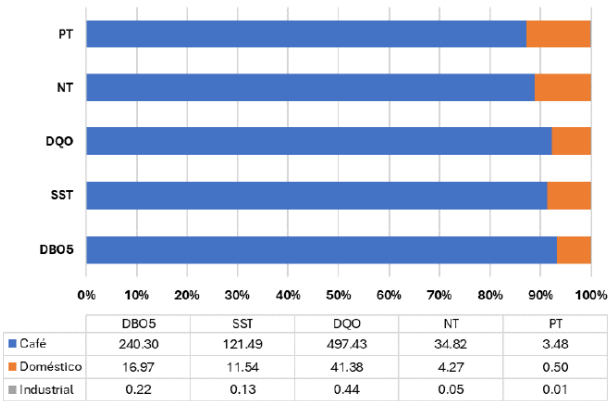


Figura 329. Carga total aportada por sectores en el año 2022 para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada La Picota

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 550

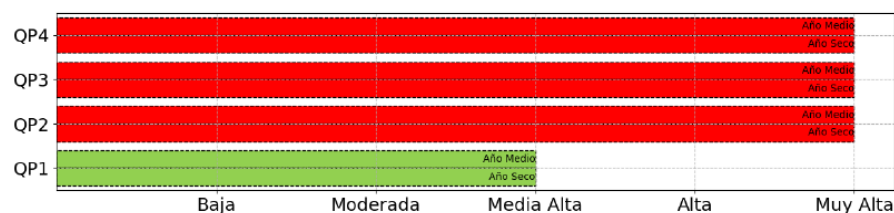


Figura 330. Descriptor del IACAL por tramo para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada La Picota

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 551

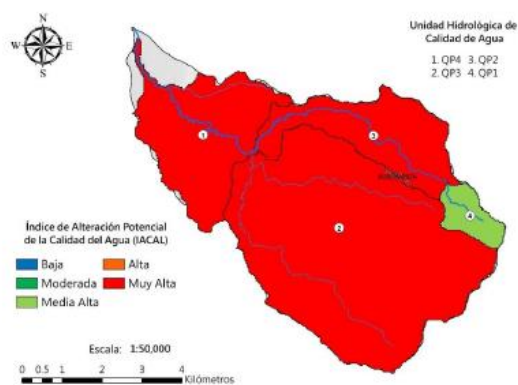


Figura 331. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada La Picota

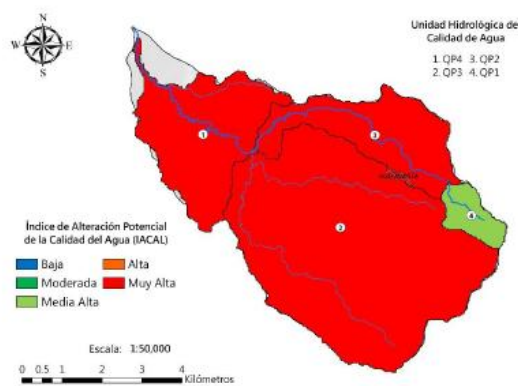


Figura 332. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Unidad Hidrográfica de la Quebrada La Picota

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 551

Unidad Hidrográfica de la Quebrada San José Municipio de Filandia

En la Quebrada San José se presentan aportes en carga de dos fuentes principales, el sector doméstico y beneficio del café. Por parte del sector doméstico, contribuye entre el 96 al 98% del total estimado proveniente de las aguas residuales domésticas del casco urbano de Filandia En cuanto al beneficio del café, su aporte varía entre el 2 al 4% del total de la carga por presencia de cultivos en la parte media de la cuenca. Respecto al cálculo del IACAL tomando como base las cargas estimadas y la Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS) se tiene una alteración potencial “Muy Alta” tanto para el año en condiciones hidrológicas medias como secas esto debido principalmente las altas presiones por contaminación residual, lo cual provoca una baja capacidad de asimilación de carga por parte de la corriente.

Unidad Hidrográfica del Río Espejo, Municipios de Armenia y Circasia

Sobre la Unidad Hidrográfica del Río Espejo predomina el sector doméstico como el de mayor aporte de carga contaminante (Figura 337) el cual se atribuye a descargas residuales domésticas provenientes del casco urbano de Armenia y Circasia. Otro sector como el beneficio de café contribuye en menor medida a la carga total de la cuenca.

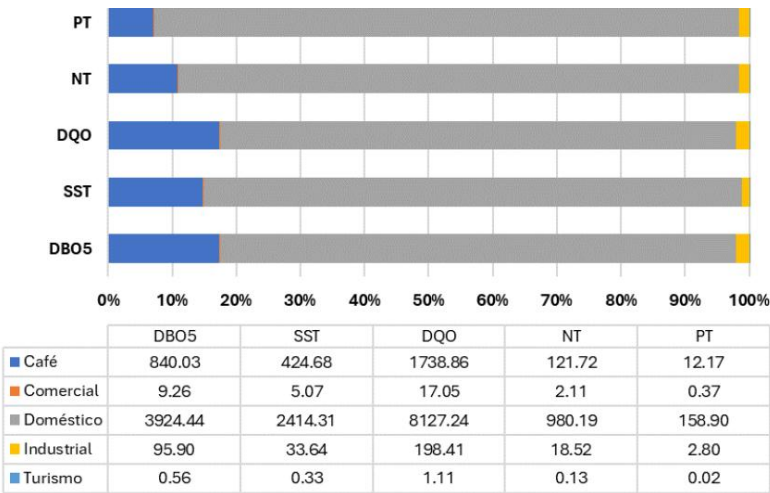


Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 557

Sobre esta parte alta de la cuenca, la corriente sufre un proceso de degradación del ecosistema natural sobre la Quebrada Yeguas con descargas residuales domésticas del casco urbano de Circasia (unidad de análisis RE2), situación que persiste al no alcanzar una auto depuración de sistema a través del aporte de afluentes aguas abajo (unidad de análisis RE3). A partir de este punto, la Quebrada Hojas Anchas (denominada Río Espejo luego de la confluencia de la Quebrada Zanjón Hondo) es receptor de aguas residuales de tipo doméstico por parte del casco urbano de Armenia desde la unidad de análisis RE4 hasta la RE10, y las unidades RE14 (Quebrada Zanjón Honda), RE16 (Quebrada Armenia) y RE22 (Quebrada La Carmelita), donde el sector doméstico es el principal aportante de carga (Tabla 301).

Sobre la parte media alta de la cuenca del Río Espejo, predomina el aporte en carga del beneficio de café, principalmente para las unidades de análisis RE12 (Quebrada Naranjal), RE13 (Quebrada Hojas Anchas), RE15 y RE17 (Río Espejo). Para las unidades RE18 (Quebrada Cajones) y RE19 (Quebrada La Soledad) el sector doméstico cobra una vez más relevancia, con las descargas residuales de casco urbano de Montenegro, sin posibilidad de recuperación antes de la confluencia a Río Espejo.

Otro aspecto relevante son las unidades RE23 (Río Espejo) y RE24 (Quebrada El reposo) con las descargas de las PTAR de Pueblo Tapao y La Marina, siendo esta última perteneciente al municipio de Armenia. La Primera (PTAR Pueblo Tapao), no representa un gran aporte en carga sobre el Río Espejo, como si lo hacen los sectores industrial y beneficio de café para esta unidad. La segunda (PTAR La Marina), genera un aporte considerable a la unidad, seguido del beneficio de café como se evidencia en la Tabla 301.

En la parte baja de la cuenca del Río Espejo (unidad RE25), se evidencia presencia de cultivos de café sobre la zona según mapa de coberturas de la tierra, siendo esta la principal fuente de contaminación y aportante de la carga para esta unidad.

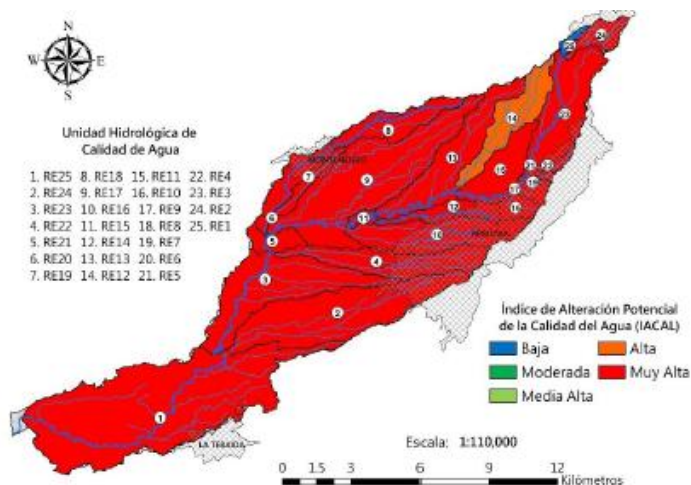


Figura 339. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Unidad Hidrográfica del Río Espejo

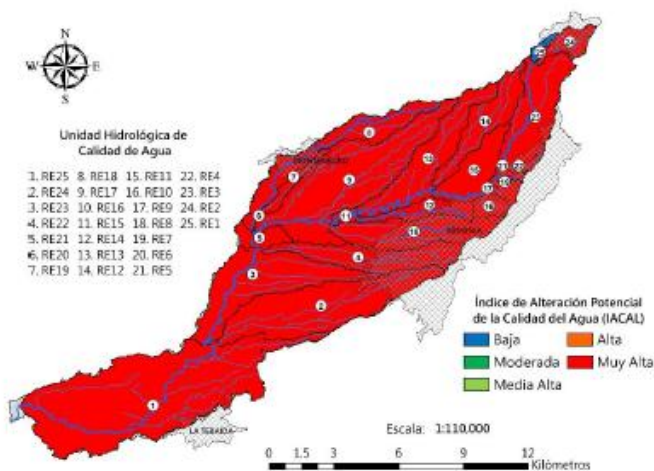


Figura 340. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Unidad Hidrográfica del Río Espejo

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 560

Unidad Hidrográfica del Río Quindío

En la Unidad Hidrográfica del Río Quindío, se evidencia la clara influencia de dos sectores principales: el doméstico y el relacionado con el beneficio del café, como se ilustra en la Figura 357. El sector doméstico tiene un impacto significativo que se atribuye principalmente a las descargas de aguas residuales provenientes de las cabeceras municipales de Salento (ubicada en la parte alta de la cuenca), Armenia y Calarcá (ubicadas en la parte media de la cuenca), así como de Córdoba y el Corregimiento de Barcelona (ubicados en la parte baja de la cuenca). Estas descargas aportan significativamente a la carga total de contaminantes en el Río Quindío, destacando la necesidad de implementar medidas adecuadas para mitigar el impacto negativo de las actividades domésticas en la calidad del agua.

Otro aporte significativo en carga es el generado por el beneficio de café debido a grandes extensiones del cultivo existente a lo largo de la parte media baja (noroccidente) de la cuenca según el mapa de coberturas de la tierra.

En la parte media del Río Boquerón se encuentra la unidad RQ12, allí se presentan las descargas de agua residual doméstica por parte de la cabecera municipal de Salento sobre las Quebradas El Mudo y La Calzada. Estas descargas producen un grado de alteración “Alto”

tanto en año hidrológico medio como seco, siendo bajo el caudal respecto a la carga aportada para estas corrientes. Esta condición de alteración a la calidad perdura hasta la desembocadura del Río Navarco sobre el Río Quindío.

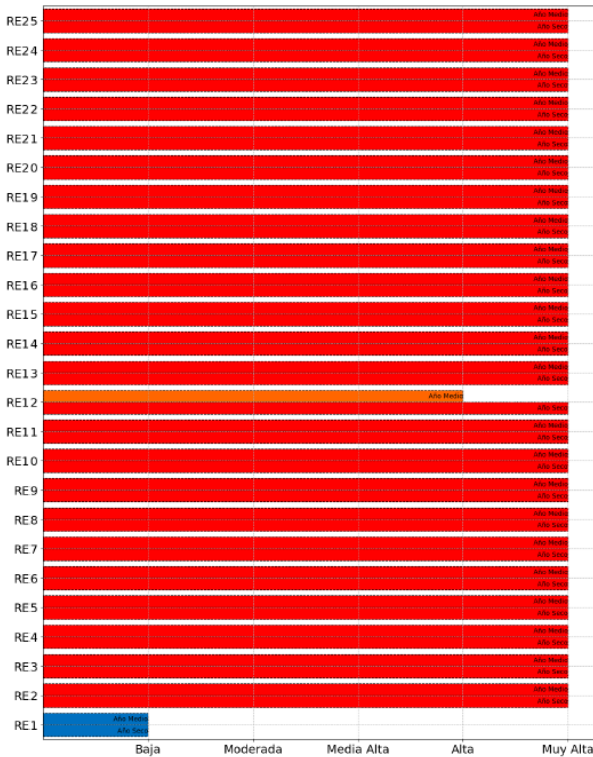


Figura 338. Descriptor del IACAL por tramo para la Unidad Hidrográfica del Río Espejo

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 559

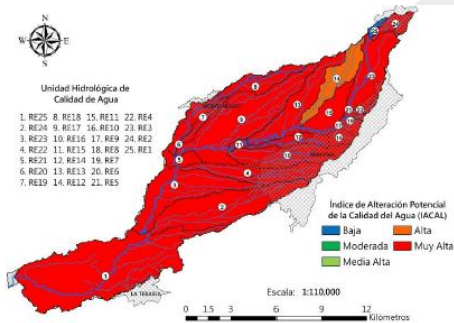


Figura 339. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Unidad Hidrográfica del Río Espejo

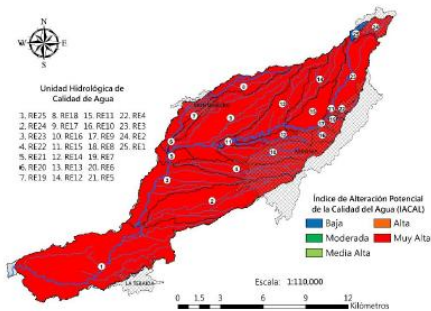


Figura 340. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Unidad Hidrográfica del Río Espejo

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 560

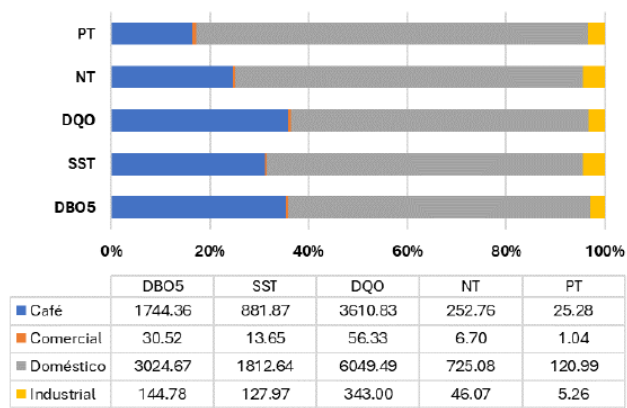


Figura 357. Carga total aportada por sectores en el año 2022 para la Unidad Hidrográfica del Río Quindío

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 580

El Río Quindío aguas arriba de casco urbano de Armenia sufre aportes en carga relacionados con beneficio del café, variando el nivel de alteración potencial de “Media Alta” a “Alta” según el IACAL para la unidades RQ14 (Río Quindío), RQ15 (Quebrada EL Águila), RQ16 y RQ17 (Río Quindío), situación que no mejora ya que a su paso por la cabecera municipal de Armenia se presentan descargas por parte del sector industrial (plantas de beneficio animal, textiles y curtiembres, unidad de análisis RQ18), y la confluencia de corrientes con grandes aportes en carga producto de las descargas residuales domésticas como los son las Quebradas La Florida (RQ19), San Nicolás (RQ21) y El Pescador (RQ23), este último receptor de aguas residuales del casco urbano de Calarcá, todos con alteración potencial “Muy Alta”.

Otros afluentes relevantes del Río Quindío son los Ríos Verde y Santo Domingo. El primero, la mayor amenaza por alteración de la calidad es causada por las aguas residuales domésticas el casco urbano de Córdoba sobre la Quebrada El Jardín, provocando un IACAL “Muy Alto” para esta corriente en la unidad RQ26. El segundo, las mayores amenazas son producto de las descargas de aguas residuales domésticas del casco urbano de Calarcá sobre la Quebrada El Naranjal (unidades RQ32 hasta la RQ34), y las del Corregimiento de Barcelona sobre las Quebradas La Congala y Agua Bonita (unidades RQ39 y RQ40), presentándose una alteración potencial “Muy Alta” para estas corrientes.

El tramo final del Río Quindío antes de su confluencia al Río Barragán presenta la influencia del beneficio de café, aunque no presenta gran extensión cultivada, las cargas aportadas aguas arriba si suponen un riesgo a la calidad de la corriente con “Muy Alta” alteración potencial (unidad de análisis RQ42).

Unidad Hidrográfica del Río Roble

En la Unidad Hidrográfica del Río Roble, el sector con mayor aporte de carga es el beneficio de café (Figura 361) debido a la gran extensión del cultivo particularmente en la parte media de la cuenca con impacto sobre el Río Roble (unidades RRob7 a la RRob11), y las Quebradas La Carmelita (unidad RRob12) y La Paloma (unidad RRob14).

Otro sector con relevancia corresponde al doméstico por medio de descargas residuales domesticas del casco urbano de Circasia, Filandia y Montenegro. En cuanto al riesgo por alteración potencial a la calidad del agua para esta unidad hidrográfica, en la parte alta de la cuenca se observa un IACAL “Moderado” para la unidad RRob1, tramo comprendido desde el nacimiento del Río Roble hasta la confluencia de la Quebrada Cajones. Esta última corriente, es una de las principales receptoras de agua residual por parte de la cabecera

municipal de Circasia, razón por la cual el IACAL se presenta como “Muy Alto” para la unidad RRob2

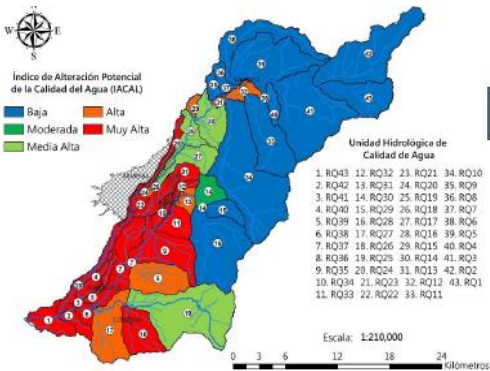


Figura 359. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Unidad Hidrográfica del Río Quindío

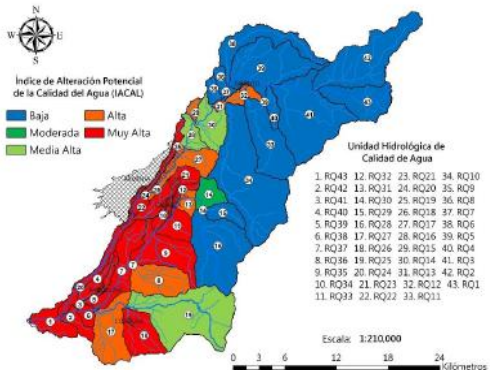


Figura 360. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Unidad Hidrográfica del Río Quindío

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 583

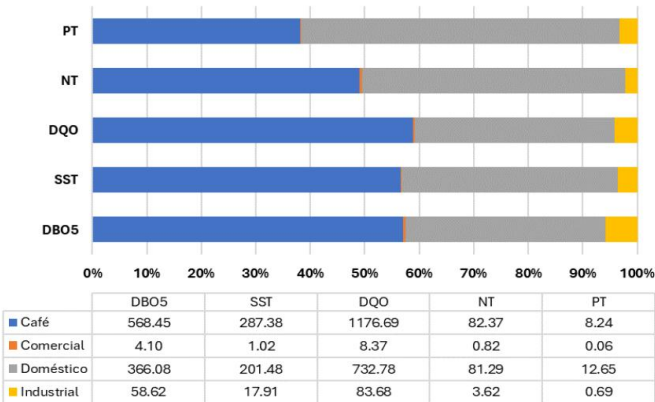


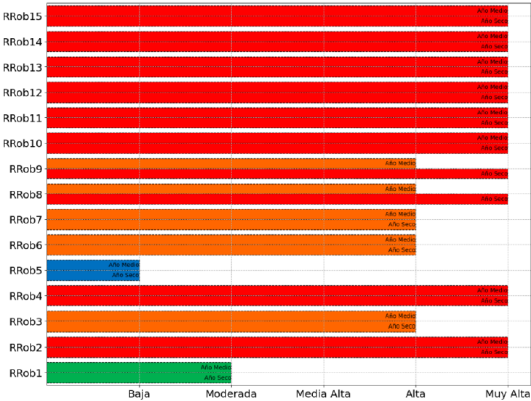
Figura 361. Carga total aportada por sectores en el año 2022 para la Unidad Hidrográfica del Río Roble

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 593

Luego de la recepción de carga por parte de la Quebrada Cajones al Río Roble, su alteración disminuye a “Alta” producto del proceso de autodepuración de la corriente y el bajo aporte en carga por parte del beneficio de café sobre la unidad RRob3, tramo definido hasta la confluencia de la Quebrada Portachuelo al Río Roble en el sector conocido como “Paso de los Aguadeños”. Para la Quebrada Portachuelo, en la parte alta (unidad RRob4) la influencia de las descargas residuales domesticas de la cabecera municipal de Filandia sobre la Quebrada Chorro de Las Madres establece un riesgo “Muy Alto” de alteración a la calidad del

agua, situación que se ve disminuida a “Alto” para la unidad RRob6 debido al aporte hídrico de la Quebrada Las Cruces (RRob5) con una alteración “Baja”.

Desde la confluencia de la Quebrada Portachuelo al Río Roble, su alteración potencial se mantiene en “Alta” debido a los efectos del aporte en carga por parte del beneficio de café para las unidades RRob7, RRob8 y RRob9, hasta el inicio de la unidad RRob10, la cual es receptora de aguas residuales domésticas por parte de la cabecera municipal de Montenegro, con descargas directas sobre la corriente principal (Río Roble) aumentando una vez más su riesgo a “Muy Alto”, situación que perdura hasta su confluencia al Río La Vieja por la presencia



de cultivos como el café.

Figura 362. Descriptor del IACAL por tramo para la Unidad Hidrográfica del Río Roble

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 594

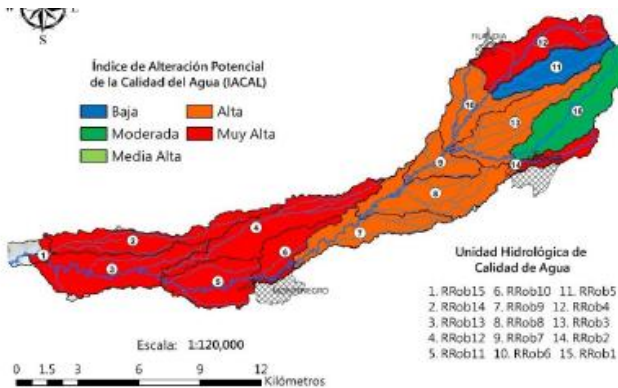


Figura 363. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Medio para la Unidad Hidrográfica del Río Roble

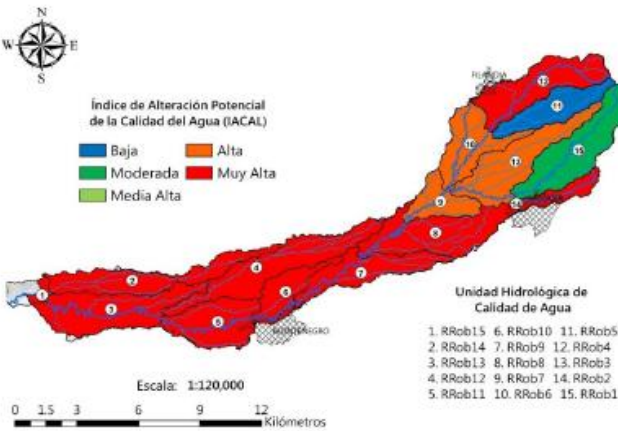


Figura 364. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) en condición hidrológica de Año Seco para la Unidad Hidrográfica del Río Roble

Figura Tomada de la ERA Quindío, CRQ 2023, página 595

9.2. Calidad del Agua para Uso Doméstico en los 4 departamentos

9.2.1. Calidad del Agua en la Captación (Bocatoma)

Para evaluar la calidad del recurso hídrico destinada para el consumo humano y doméstico por parte de las empresas prestadoras del servicio público, la ERA Quindío 2023 consideró los resultados del monitoreo realizado en los 34 sitios de captación identificados en la Tabla 273 y Tabla 274 del documento. Estos resultados fueron contrastados con los valores admisibles de calidad definidos en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015). Dado que el principal método de potabilización del agua implementado en las plantas de tratamiento (PTAP) para el departamento del Quindío es convencional, se consideraron para el análisis los criterios mínimos de calidad definidos en el decreto 1076 de 2015 artículo 2.2.3.3.9.3 para este tipo de manejo para los parámetros de pH, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Nitratos y Nitritos (Tabla 306).

Tabla 306. Criterios mínimos de calidad para consumo humano y doméstico

Usos del Agua	pH	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	Nitratos	Nitritos
	Unidades de pH	[NMP/100 mL]	[NMP/100 mL]	[mg/L N]	[mg/L N]
Consumo humano y doméstico (Tratamiento convencional)	5.0 – 9.0	20000	2000	10	1

Tabla Tomada de la Era Quindío, CRQ 2023, página 598

A partir de los resultados del monitoreo de calidad del agua y los criterios mínimos definidos para tratamiento convencional (Tabla 306), se evidencia altas concentraciones de coliformes termotolerantes/fecales en las captaciones para el abastecimiento del municipio de Montenegro sobre el Río Roble (ROB-10) y la Quebrada La Soledad (ROB-12), excediendo los límites admisibles de calidad definidos.

Para el caso del Río Roble (ROB-10), aguas arriba del sitio de captación se presenta la confluencia de la Quebrada Cajones, la cual es la principal fuente receptora de aguas residuales domésticas provenientes del casco urbano de Circasia, influyendo negativamente en la calidad del agua debido a una baja autodepuración y asimilación de agentes contaminantes en la corriente. Otra posible causa de contaminación por coliformes termotolerantes/fecales se debe al desarrollo de actividades pecuarias (porcícolas y avícolas) sobre afluentes como las Quebradas Membrillal y Portachuelo, aunque no se reportan vertimientos directos, el aporte de carga contaminante a las corrientes hídricas puede llegar a alterar potencialmente la calidad del recurso.

Por otro lado, se observan valores altos sobre las captaciones para el abastecimiento de los municipios de Génova (GRI-01), Buenavista (PIC-01) y Salento (QUI-06) en parámetros como coliformes totales, coliformes termotolerantes/fecales y pH, causado principalmente por posibles descargas domésticas, efectos de actividades pecuarias (ganadería) y procesos naturales, como la presencia de suelos alcalinos en las corriente o procesos de socavación y transportes de sedimentos. Si bien estos parámetros no exceden los criterios mínimos de calidad admisibles para el tipo de tratamiento convencional, si representan un nivel de advertencia dado el uso adoptado al recurso hídrico.

En términos generales, el tratamiento convencional implementado por las empresas prestadoras de servicios públicos para la potabilización del agua en el Quindío es suficiente

para garantizar la calidad adecuada del recurso para consumo humano y doméstico, con las excepciones del acueducto para el abastecimiento del municipio de Montenegro, específicamente en las captaciones sobre el Río Roble (ROB-10) y la Quebrada La Soledad (ROB-12) con altas concentraciones en coliformes termotolerantes/fecales. Por último, es necesario realizar monitoreos continuos sobre estas captaciones debido al grado de susceptibilidad de estas corrientes abastecedoras a presentar riesgos por contaminación directa o difusa aguas arriba del sitio de captación

9.2.2. Calidad del Agua en los Procesos de Tratamiento, Almacenamiento y Distribución

Según la normatividad vigente en Colombia, la competencia para hacer seguimiento, controlar la calidad del agua en las fuentes y el mismo poder sancionatorio por violaciones a la reglamentación vigente, tanto de agua superficial como subterránea, es de las Corporaciones Autónomas. Por el contrario, la competencia para hacer seguimiento, control y ejercer el poder sancionatorio en materia de calidad de agua en los procesos de transporte, tratamiento, distribución y comercialización de agua, está en cabeza de las Direcciones y las Secretarías de Salud departamentales, Distritales y municipales, en el Ministerio de Salud y en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

El Ministerio de la Protección Social de Colombia mediante el Decreto 1575 de mayo 9 de 2007, estableció el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, enfocado y dirigido a los prestadores del servicio público de acueducto y a las entidades de control de calidad del agua, que son las Secretarías de Salud de los Departamentos y el Instituto Nacional de Salud, adscrito al Ministerio del mismo nombre.

El Decreto 1575 de 2007 en el capítulo III, establece los responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano, específicamente en sus artículos 6°. Responsabilidad de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, para iniciar las investigaciones administrativas e imponer sanciones a que haya lugar a las personas prestadoras, artículo 8°. Responsabilidad de las direcciones departamentales, distritales y municipales de salud, que ejercerán la vigilancia sobre la calidad del agua para consumo humano y 9°. Responsabilidad de las personas prestadoras, en relación con el control de la calidad del agua para consumo humano y el rol de las autoridades sanitarias.

A su vez, la Resolución 2115 del 22 de junio de 2007, emanada de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, señala características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. De esta manera, se regula con mayor detalle, el sistema de monitoreo de la calidad del agua que los prestadores del servicio público de acueducto deben suministrar a sus usuarios.

Las muestras de vigilancia son tomadas por las Direcciones Territoriales de Salud (DTS), quienes las reportan en el Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP), mientras que las de control son tomadas por los prestadores del servicio público de acueducto y las reportan en el Sistema Único de Información (SUI), dando cumplimiento a lo dispuesto en el Decreto 1575 de 2007 y su Resolución reglamentaria 2115 del mismo año.

El Instituto Nacional de Salud (INS), administra, analiza y consolida la información de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, reportada en el Sistema de Información de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP) por las direcciones territoriales de salud (Departamentales, Municipales y Distrito Capital), como resultado de las acciones de Inspección, Vigilancia y Control (IVC) sobre la red de distribución de los prestadores del

servicio de acueducto en sus respectivas áreas de influencia. Como resultado de este trabajo, el INS publica anualmente el Informe Nacional de Calidad del Agua INCA, cuya última versión, publicada en 2023, corresponde a la información del SIVICAP reportada en el año 2022. El indicador fundamental que se registra en esta plataforma es el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA.

TABLA 2. CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO Y ACCIONES SEGÚN IRCA POR MUESTRA E IRCA MENSUAL

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (acciones para mejora de la calidad)
80.1 -100	INVIABLE SANITARIAMENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MinSalud, INS, MinVivienda, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 - 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 - 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 – 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 – 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Fuente: Resolución 2115 de 2007, Ministerio de Salud y protección Social y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Tabla tomada del Boletín de Calidad del Agua, INS 2023

El instituto Nacional de Salud -INS- publica mensualmente, los boletines sobre calidad del agua del mes pasado, con cortes periódicos que están reglados y anualmente, hace una consolidación y análisis de resultados que publica a mediados de cada año. En los boletines mensuales, el encabezado de la publicación señala:

“La vigilancia de la calidad del agua para consumo humano se define como el conjunto de acciones de inspección, vigilancia y control (IVC) realizados por las autoridades sanitarias departamentales, distritales y municipales sobre la red de distribución de agua potable y por las personas prestadoras que la suministran o distribuyen, con el fin de comprobar y evaluar el riesgo que representa para la salud pública la calidad del agua para consumo humano.

Para llevar a cabo esta vigilancia, el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 del mismo año establecen el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) como uno de los instrumentos básicos para evaluar el agua para consumo humano. La gráfica 1 evidencia las acciones que se realizan para tener disponibles los datos que permiten el cálculo del IRCA y por lo tanto la generación de este boletín”

Gráfica 1: Acciones para disponibilidad de datos en SIVICAP



Gráfica Tomada del Boletín de Vigilancia de la Calidad del Agua para consumo Humano, INS, agosto 2024, página 1

Este seguimiento se inició en el año 2007 y la información que se genera, es pública y es administrada por el Instituto Nacional de Salud a través del SIVICAP, que tiene un link propio en la página web del INS. Para los municipios pertenecientes a la RAP Eje Cafetero, el panorama es, en resumen, el siguiente:

Para el año 2019, último año en que se generaron mapas y cuadros para el IRCA en la página web del SIVICAP, el panorama se refleja en las siguientes gráficas, que, entre mucha información, se destaca un IRCA a nivel nacional de 16.5, urbano a nivel nacional del 6.3 y rural a nivel nacional del 35.5. Este resultado sale de la observación de 26.909 muestras urbanas y 10.700 rurales. Los departamentos de Caldas, Meta y Putumayo aparecen en nivel de riesgo invariable para la zona rural y Risaralda y Tolima, entre otros, aparecen con riesgo alto para zona rural.

Para hacer contraste entre la información de calidad del agua para consumo humano que se tiene y que por Ley es administrada por el Instituto Nacional de Salud, se presentan los resultados para el año 2019 y el consolidado 2020-2023, para hacer notar que la situación, en relación con el reporte que están obligados a presentar las autoridades locales y regionales de salud y los prestadores del servicio, no ha cambiado, es deficiente este reporte en buena parte del territorio nacional. Y también se quieren contrastar los resultados en relación con el IRCA que se tenía en el año 2019 y en el que se reporta en el período 2020-2023 y en el año 2024, con corte al mes de agosto. La situación en relación con la calidad del agua, en tres períodos entre los que se esperaba, hubiera mejoras, han cambiado poco o han empeorado.

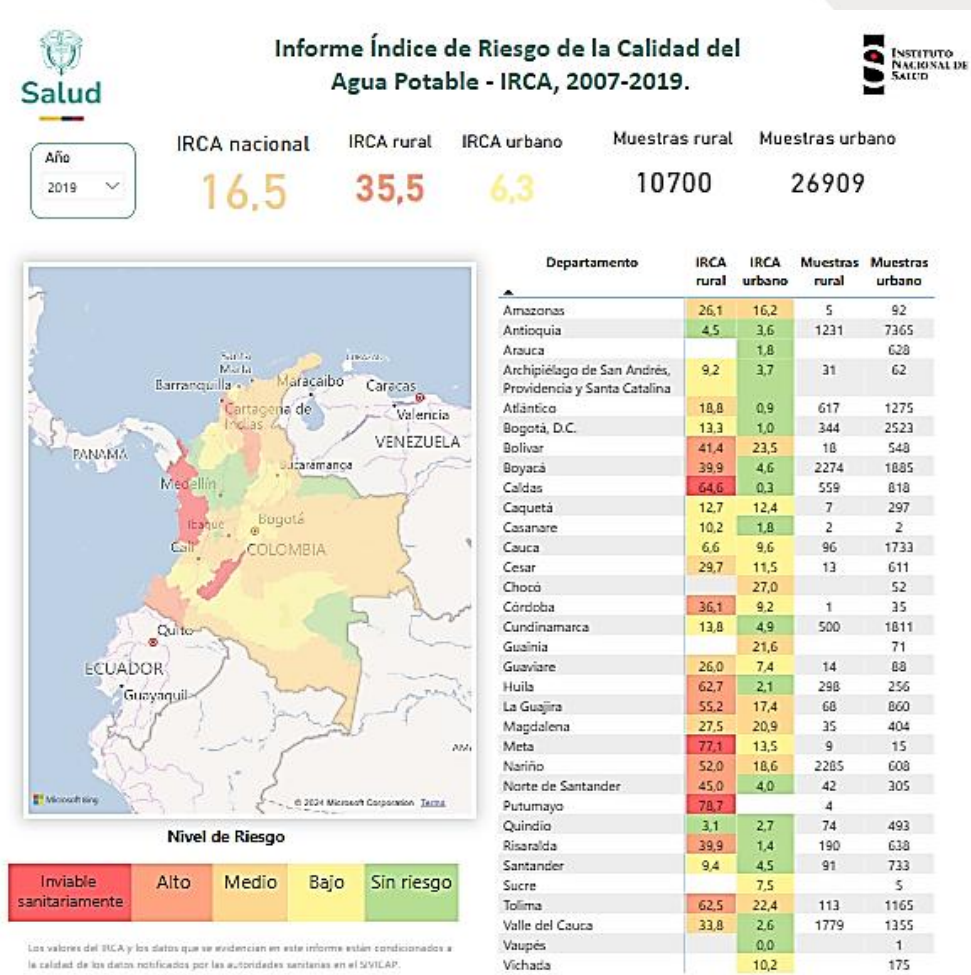


Gráfico tomado de la página web del INS- SIVICAP

Como se ve en la gráfica anterior, a nivel nacional, el IRCA en el año 2019 era Alto en el medio rural (35.5) y bajo en el urbano. Se tuvieron a disposición para el análisis, 26. 909 muestras del agua distribuida en zona urbana y 10.700 de la zona rural.

Para el año 2024, el número de muestras del mes de agosto es representativo del total de muestras del país, representando las urbanas, el mayor número de pruebas con el 84.4% y las rurales un número mucho menor, con el 15.6% de ellas. A nivel nacional, el 2.7% de los prestadores reportaron IRCAs inviables sanitariamente, el 4.8% reportaron IRCA Alto, el 6.9% medio, el 1.2 medio y el 84.4% sin riesgo.

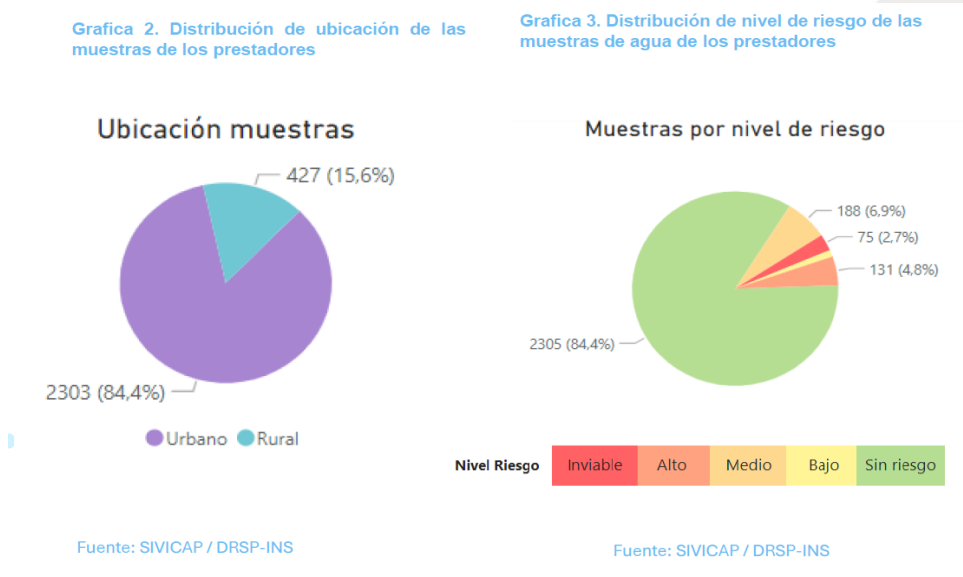


Figura Tomada del Boletín de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Instituto Nacional de Salud -INS-agosto 2024, página 4

El INS informa en el boletín de agosto de 2024, que 11 departamentos realizaron el reporte oportuno (más del 95% de los municipios de cada departamento reportan al momento del cierre mensual al SIVICAP) y en este mes fueron los departamentos de Arauca, Atlántico, Bogotá D.C., Caldas, Guaviare, Huila, Risaralda, Sucre, Valle del Cauca, Cesar y Casanare.

En agosto de 2024, el 65.6% de los 1.103 municipios del país realizaron los reportes oportunamente, es decir 724 municipios cumplieron su obligación de reportar. Por otro lado, las autoridades sanitarias reportaron 2.730 muestras de vigilancia de prestadores de agua potable, registrados en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios que representan 827 prestadores en el país.

A su vez, los autoabastecedores (acueductos y asociaciones comunitarias), notificaron 960 muestras, que representan 803 proveedores de agua que no están registrados en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

9.3. CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL IRCA EN CALDAS

9.3.1. Caldas, IRCAS Municipales año 2019

En el análisis por Departamento, para Caldas, la condición más crítica se tenía en el 2019, en los municipios de Victoria, Aranzazu, Manzanares, Marmato y San José y Salamina que durante 5 o más meses reportaron condición de riesgo algo para el agua suministrada a los usuarios. Le siguen La Merced, Marulanda, Neira, Pensilvania, Samaná y Supia, que reportaron por lo menos 4 meses riesgo Alto por el IRCA. Es notable que los reportes de calidad deficiente se hacen en los meses de marzo, abril y mayo que es la primera temporada

de lluvia de cada año y en octubre y noviembre, que es la segunda temporada de invierno. Al parecer, el incremento de las lluviosidad, afecta en mayor grado, los niveles de riesgo por contaminación del agua.

Municipio	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Aguadas	4,5	19,6	0,0	0,0	59,0	23,7	0,0	28,4	62,9	65,4	0,0
Anserma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,3	20,3	0,0	0,0	0,0	
Aranzazu	0,0	0,0	0,0	0,0	68,1	35,5	0,0	44,2	68,4	44,9	0,0
Belalcázar	0,0	70,8	78,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2	0,0
Chinchiná	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,0	0,0	17,8	18,1	21,8	0,0
Filadelfia	0,0	0,0	0,0	0,0	46,7	0,0	0,0	44,2	0,0	0,0	0,0
La Dorada	0,0	3,5	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	3,9	0,0	0,0
La Merced	0,0	61,9	0,0	56,8	0,0	0,0	0,0	47,3	69,5	1,1	0,0
Manizales	31,0	0,0	14,1	0,9	5,6	6,6	15,0	25,5	10,9	1,9	0,0
Manzanares	0,0	54,6	42,6	42,6	23,7	0,0	0,0	0,0	51,6	53,8	0,0
Marmato	0,0	62,2		0,0	0,0	49,9	36,6	56,3	72,4	74,6	0,0
Marquetalia	0,0	63,0	78,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,7	0,0
Marulanda	0,0	64,6	49,0	0,0		0,0		39,4	50,4	0,0	
Neira	0,0	36,5	64,4	0,0	0,0	0,0	0,0	45,7	46,6	0,0	0,0
Norcasia	0,0	65,4	61,2	0,0	0,0	0,0	0,0	47,3	0,0	0,0	0,0
Pácora	0,0	0,0	71,0	11,8	0,0	12,2	0,0	0,0	43,8	0,0	0,0
Palestina	0,0	35,5	11,8	0,0	17,1	0,0	12,1	0,0	50,7	32,7	0,0
Pensilvania	0,0	0,0	0,0	42,6	41,3	0,0	0,0	0,0	36,1	50,7	0,0
Riosucio	0,0	0,0	0,0	54,8	11,8	0,0	0,0	23,4	0,0	48,5	24,9
Risaralda	0,0	0,0	0,0	63,1	0,0	3,3	69,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Salamina	0,0	0,0	35,5	64,9	35,5	0,0	0,0	0,0	41,0	71,9	35,5
Samaná	0,0	0,0	0,0	58,1	0,0	0,0	0,0	25,8	36,1	58,3	36,6
San José	0,0	66,1	58,9	47,3	56,3	56,3	0,0	0,0	0,0		56,3
Supía	0,0	0,0	36,8	11,8	47,6	0,0	0,0	0,0	27,9	47,1	34,4
Victoria	0,0	49,0	75,8	47,7	0,0	0,0	0,0	47,3	83,4	0,0	0,0
Villamaría	0,0	44,4	2,4	65,3	17,7	3,4	1,0	31,6	30,9	0,0	0,0
Viterbo	0,0	0,0	0,0	60,9	32,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Gráfico Tomado de la página web del INS- SIVICAP Departamento de Caldas

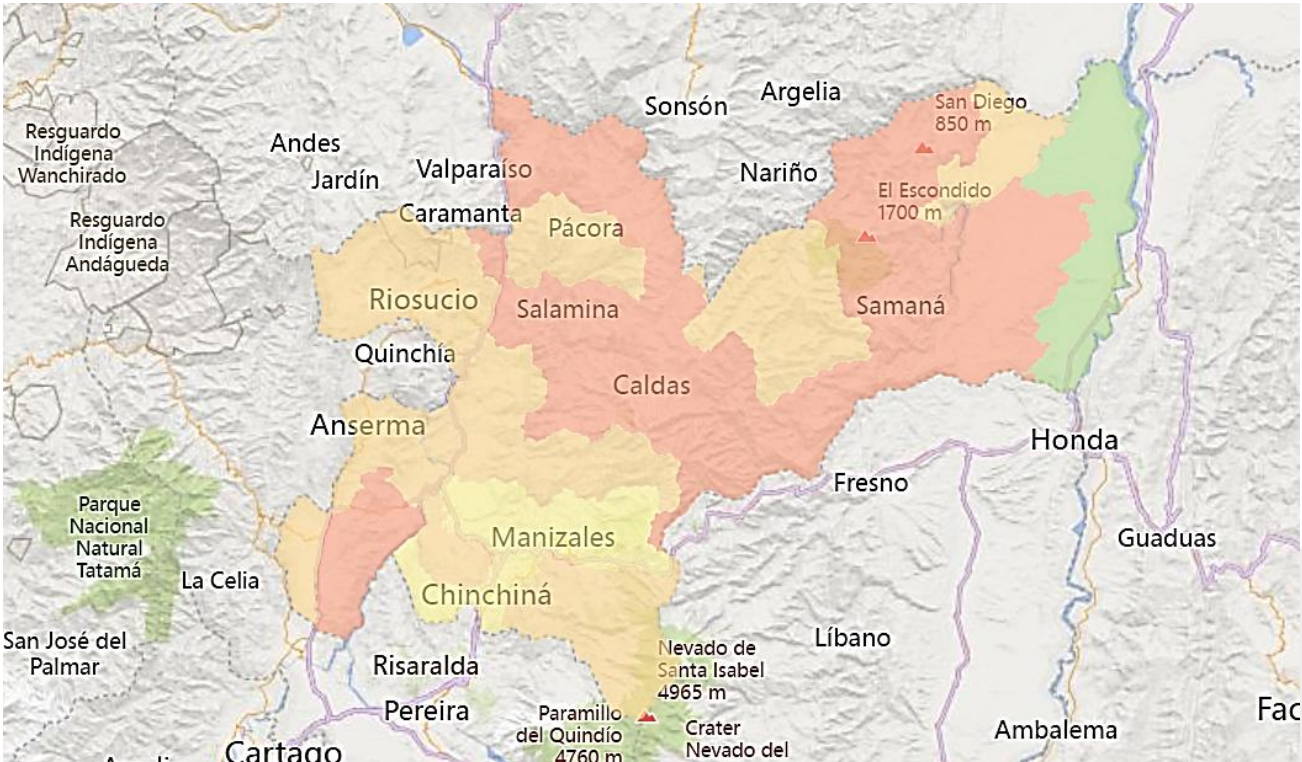


Gráfico Tomado de la página web del INS- SIVICAP Departamento de Caldas

9.3.2. Caldas IRCAS Municipales anuales período 2020-2023

Para el período 2020-2023, la situación que se tuvo en el Departamento se refleja en el siguiente cuadro extraído del Informe Nacional de la Calidad del Agua 2020-2023 del Instituto Nacional de Salud, páginas 17 y 18:

Caldas

Municipios	Caldas							
	IRCA							
	2020		2021		2022		2023*	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Aguadas	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0.7
Anserma	82.6	0.8	86.1	0	63.8	0	55.2	1.3
Aranzazu	85.2	0	85.8	0	71	1.4	97.6	0
Belalcázar	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0
Chinchiná	88.4	0.1	67.2	0.5	77.4	0.5	79.5	1.6
Filadelfia	84.5	0	60.2	0.1	38.7	0	71	0
La Dorada	17.6	3.3	11.1	3.8	10	3.6	9.2	0.5
La Merced	73.6	2.6	63.4	1.5	86.5	7.8	59.5	0.8
Manizales	10.3	0.7	13.3	0.7	13.4	0.3	9.1	0
Manzanares	71	0.9	71	0	71	0.8	59.5	0
Marmato	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	3.2	s.n.m.	0

Gráfico Tomado de la página web del INS- SIVICAP Departamento de Caldas

Caldas								
Municipios	IRCA							
	2020		2021		2022		2023*	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Marquetalia	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0
Marulanda	s.n.m.	1.2	s.n.m.	0.5	s.n.m.	2.1	s.n.m.	1.4
Neira	24.5	0	25	0	46.5	0	17.5	0.6
Norcasia	71.9	4.5	71	1.5	71	0	59.5	0
Pácora	77.4	0.6	93.5	0	89.4	0	93	0
Palestina	82.5	4.3	83.2	0	57.3	4.3	54.1	3.7
Pensilvania	67.7	0	74.7	0	67.1	5.4	63.6	0
Riosucio	75.2	0	72.6	0	69.1	1.4	68.6	0.4
Risaralda	71.6	0	67	0.2	58.7	0	70.8	0
Salamina	77.1	0	67.1	0	71.1	0	72.9	0
Samaná	68.9	14.7	74.2	9.9	65.8	12.5	69.3	7.6
San José	65.2	0	77.8	0.1	73.7	0	76.4	0
Supía	80.8	0	87	0	87.7	0	84.4	0.8
Victoria	55.4	0	60.1	0	51.9	0	44.9	0
Villamaría	76.2	0	81.2	2.8	75.4	1.3	68.4	1.3
Viterbo	79.5	0	85.8	0.1	88.9	0.8	79.4	1

Nivel de riesgo	Sin riesgo	Bajo	Medio	Alto	Inviabile sanitariamente
-----------------	------------	------	-------	------	--------------------------

2023* = Dato con corte al 15-nov-2023 s.n.m. = sin notificación de muestras en SIVICAP
 Fuente: SIVICAP-INS

Gráfico Tomado de la página web del INS- SIVICAP Departamento de Caldas

Entre los años 2020-2023, los municipios de Supia, Pácora, Aranzazu, reportaron 3 o más meses en condición de inviable sanitariamente para el agua de consumo humano que estaban recibiendo sus comunidades. Anserma, Chinchiná y Filadelfia reportaron 2 meses en esta condición de inviabilidad sanitaria, y prácticamente 16 municipios reportaron riesgo sanitario alto en sus zonas rurales durante los 4 años. Cinco municipios no hicieron reportes al SIVICAP durante los 4 años.

9.4. CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL IRCA EN QUINDÍO

8.4.1. Quindío Reportes IRCAS 2019

En el Departamento del Quindío según la información que reposa en el SIVICAP, presenta bajo nivel de reportes principalmente de su zona rural, en relación con la calidad del agua. Por ejemplo, en noviembre de 2019 solo hubo reporte de 8 municipios y en diciembre de 2019 solo Armenia presentó reportes.



Gráfico Tomado de la página web del INS- SIVICAP Departamento del Quindío

Municipio	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Armenia	0,0	1,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	2,8	2,2
Buenavista	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Calarcá	3,0	0,0	0,0	0,0	4,4	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	
Circasia	0,0	0,0	3,9	6,5	0,0	1,0	2,3	7,0	0,0	0,7	0,0	
Córdoba	0,0	6,1	0,0	5,4	0,0	0,0	0,5	0,0	1,1		6,8	
Filandia	0,0	0,0	1,1	0,0	2,2	0,0	0,0	23,9	16,9			
Génova	0,0	0,0	7,1	19,6	32,6	8,7	8,7	9,4	9,0	20,8		
La Tebaida	0,0	3,6	18,6	0,0	6,5	0,7	0,0	1,6	0,0	0,0		
Montenegro	3,6	21,8	2,6	1,3	2,0	4,7	0,0	7,2	2,0	3,4	4,4	
Pijao	0,0	6,4	0,0	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	
Quimbaya	0,0	7,5	25,0	4,9	5,2	0,0	1,6	2,6	5,4	0,0	0,0	
Salento	14,5	27,9	26,1	5,4	0,0	0,0	14,7	0,0	0,0	0,0		

Tabla Tomada de la página web del INS- SIVICAP Departamento del Quindío

Como se ve en la tabla anterior, el municipio de Salento reportó durante 4 meses, nivel de riesgo alto, Génova reportó riesgo alto durante 3 meses y Filandia, durante 2 meses. Solamente los municipios de Armenia y Calarcá presentaron reportes Sin riesgo durante los 12 meses del año 2019.

9.4.2. QUINDÍO, Reportes IRCA 2020-2023

Según el Informe Nacional del índice de Riesgo de la Calidad del Agua Potable -IRCA- Por Municipio 2020-2023, en el Quindío solamente 3 municipios, Armenia, Calarcá y Quimbaya

hicieron reportes de la condición del IRCA para las zonas urbana y rural durante los 4 años del período evaluado. Los 9 municipios restantes hicieron su reporte del IRCA urbano. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Quindío

Quindío								
Municipios	IRCA							
	2020		2021		2022		2023*	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Armenia	1.7	0.1	1.1	0.8	3	0.8	0.5	0.1
Buenavista	s.n.m.	1.7	s.n.m.	0	s.n.m.	1.6	s.n.m.	1.4
Calarcá	0	0.9	0	0	1.8	1	0	0.2
Circasia	s.n.m.	2.2	s.n.m.	8.4	s.n.m.	0.9	s.n.m.	1.6
Córdoba	s.n.m.	3.8	s.n.m.	0	s.n.m.	2.1	s.n.m.	0
Filandia	s.n.m.	6.5	s.n.m.	3	s.n.m.	3.4	s.n.m.	6.6
Génova	s.n.m.	3.5	s.n.m.	1.6	s.n.m.	2	s.n.m.	2.5
La Tebaida	4.1	4.7	s.n.m.	2.8	3.3	1.2	12.9	0.4
Montenegro	s.n.m.	7.8	s.n.m.	3.7	s.n.m.	2.8	s.n.m.	3.7
Pijao	s.n.m.	7	s.n.m.	3.9	s.n.m.	5.6	s.n.m.	1.6
Quimbaya	0	3.2	0	0.1	0	4.2	s.n.m.	2.2
Salento	s.n.m.	7.3	s.n.m.	4.1	s.n.m.	3.3	s.n.m.	4.4

Tabla Tomada del Informe Nacional del índice de Riesgo de la Calidad del Agua Potable - IRCA- Por Municipio 2020-2023 Instituto Nacional de Salud -INS- 2023 Página 39

Como se desprende de la tabla, los municipios de Filandia, Montenegro, Pijao y Salento tuvieron reportes de IRCA de Riesgo medio en zona urbana en el año 2020 y Circasia, La Tebaida y Filandia tuvieron estos mismos reportes durante los años 2021, 2022 y 2023.

9.5. CALIDAD DEL AGUA SEGÚN IRCA EN RISARALDA

9.5.1. Reportes IRCA 2019

En la información cargada por los 14 municipios de Risaralda en el SIVICAP, por parte de las autoridades de salud y por los Prestadores en el SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, se encuentra para el año 2019, se encuentra lo siguiente:

Balboa, presentó reporte del IRCA Alto en al menos 2 meses e Inviabile Sanitariamente al menos durante 4 meses del año 2019. La Virginia y Apía presentaron IRCA inviable durante al menos 3 meses y Alto durante al menos otro mes. Guática, Marsella, Quinchía y Pueblo Rico reportaron IRCA inviable durante al menos 2 meses y alto durante otros 2 meses.

Santa Rosa de Cabal, La Celia y Mistrató reportaron IRCA con riesgo medio en por lo menos 4 meses durante al año 2019.



Gráfico Tomado de la página web del INS- SIVICAP

Municipio	May	June	July	August	September	October	November	December
Apía		0,0	36,1	20,2	36,5	0,0	36,5	0,0
Balboa		9,5	32,2	40,5	42,9	64,3	36,5	0,0
Belén de Umbría		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0
Dosquebradas		3,5	7,3	6,1	9,0	13,9	0,0	0,0
Guática		0,0	20,2	0,0	64,3	32,2	49,7	0,0
La Celia		0,0	31,8	24,6	16,9	64,3	21,4	0,0
La Virginia		0,0	25,2	21,6	35,5	38,3	38,3	0,0
Marsella		0,0	36,1	48,9	17,5	32,2	4,4	0,0
Mistrató		0,0	31,8	0,0	8,8	16,1	20,5	0,0
Pereira		0,0	0,0	1,3	4,2	5,3	0,0	0,0
Pueblo Rico	42,7	0,0	31,8	24,6	38,3	24,9	8,8	0,0
Quinchía		0,0	36,1	0,0	32,2	38,3	16,1	0,0
Santa Rosa de Cabal		8,7	20,7	16,2	25,7	0,0	24,9	0,0
Santuario		0,0	36,1	20,2	0,0	24,9	8,8	0,0

Tabla Tomada de la página web del INS- SIVICAP Departamento de Risaralda

9.5.2. RISARALDA, Reportes IRCA 2020-2023

El Departamento de Risaralda de acuerdo al Informe Nacional del índice de Riesgo de la Calidad del Agua Potable -IRCA- Por Municipio 2020-2023,publicado por el Instituto Nacional de Salud, tuvo 2 municipios (Apía y La Celia) que no presentaron reportes del IRCA rural durante al menos 3 años de este período . La Virginia no hizo reportes del IRCA Rural durante dos años. El informe mencionado reporta que el IRCA en todas las zonas urbanas en

el período 2020-2023 fue Sin Riesgo, según las notificaciones registradas en el SIVICAP. La situación en la zona rural de Risaralda es diferente, porque hay IRCA inviable sanitariamente o con riesgo Alto y Medio en los municipios de Apía, Balboa, Belén de umbría, Dosquebradas, Guática y Pereira. La situación puede ser mas delicada, si se hubieran hecho los reportes de los 5 municipios que no los hicieron, de su zona rural.

Risaralda

Municipios	Risaralda							
	IRCA							
	2020		2021		2022		2023*	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Apía	s.n.m.	1.6	s.n.m.	2.6	s.n.m.	1.9	71	2.5
Balboa	s.n.m.	0	86.4	0	55.2	0	69.8	0
Belén de Umbría	2.1	0	18	0	11.1	0	20.4	0
Dosquebradas	0	4.3	61.9	2.5	92.1	3.3	35.5	4.3
Guática	s.n.m.	4.6	71	4	71.7	2.5	81	3.4
La Celia	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0
La Virginia	0	0	s.n.m.	0.2	0	0.2	s.n.m.	0.3
Marsella	0	0	3.5	0	3.5	0	5.4	0
Mistrató	0	0	6.3	0	0	0	5.8	0
Pereira	17.2	0	20.1	0	23.1	0	24	0

Nivel de riesgo	Sin riesgo	Bajo	Medio	Alto	Inviabile sanitariamente
-----------------	------------	------	-------	------	--------------------------

2023* = Dato con corte al 15-nov-2023

s.n.m. = sin notificación de muestras en SIVICAP

Fuente: SIVICAP-INS

Tabla Tomada del Informe Nacional del índice de Riesgo de la Calidad del Agua Potable - IRCA- Por Municipio 2020-2023 Instituto Nacional de Salud -INS- 2023 Página 39 y 40

9.6. CALIDAD DEL AGUA SEGÚN IRCA EN TOLIMA.

9.6.1. Reportes IRCA 2019

En el año 2019 hubo varios meses sin reporte del IRCA para los municipios del Tolima, según se ve en la tabla que presenta el INS en su página web del SIVICAP. En los meses que hubo reporte, se puede observar que varios municipios de este Departamento han presentado condiciones sanitarias inviables según el indicador de calidad del agua, como fue el caso de Rovira con al menos 4, Valle del San Juan con al menos 3 y Ataco y Prado con 2 meses con IRCA inviable. Atención especial merece el Municipio de Ibagué, capital del Tolima, con al menos 8 meses de reporte de IRCA Alto y otros 3 con riesgo medio. Planadas y Santa Isabel reportaron por lo menos Riesgo Alto durante 4 meses.

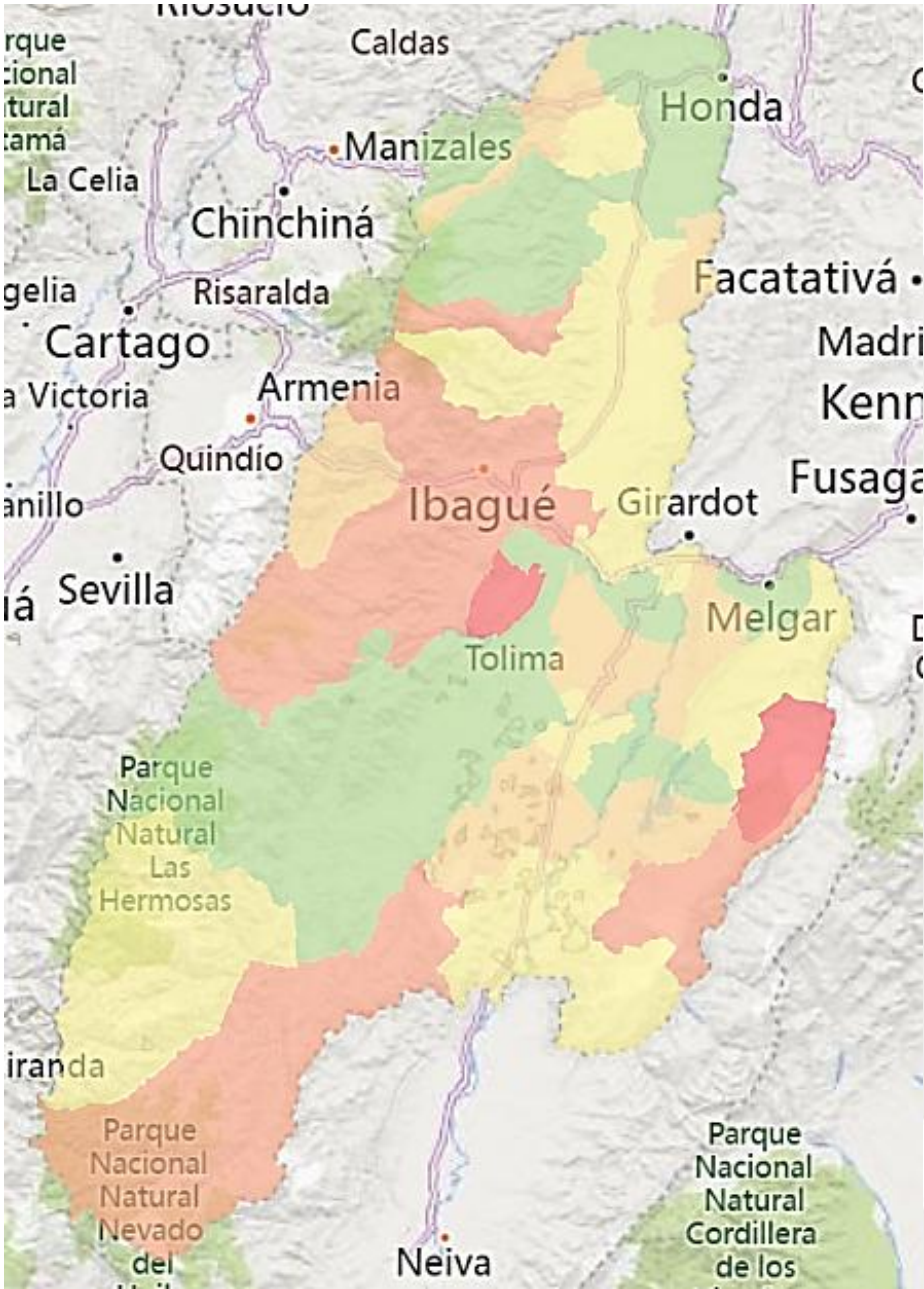


Gráfico Tomado de la página web del INS- SIVICAP. Departamento del Tolima

[Volver al informe](#)

Municipio	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Alpujarra			12,5			0,0	3,2		17,2	17,2	0,0	0,0
Alvarado						35,8	0,0	0,0	0,0	25,5	0,0	9,1
Ambalema						0,0	11,3	17,0	0,0	80,7		
Anzoátegui	0,0								9,1	0,0	9,1	
Armero	0,0								8,2	0,0	0,0	1,6
Ataco						92,0	86,4	37,3		63,4		62,9
Cajamarca			0,0						17,4	29,5		17,5
Carmen de Apicalá										23,9	23,2	0,4
Casabianca									0,0	60,1		12,1
Chaparral							0,4		0,0	0,0	0,0	0,0
Coello									17,3	0,0	0,0	
Coyaima									18,2			17,7
Cunday							0,4	17,7	0,5	18,3		27,0
Dolores									17,2	52,0	86,9	38,7
Espinal			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		3,3	0,0	0,0	0,0
Falan						17,9		0,0	12,1	1,1		6,1
Flandes						0,0	6,4	5,7	6,9	3,6	18,2	10,1
Fresno									17,6	16,1		
Guamo							0,0	17,4	0,0	29,6		
Herveo									0,0	0,0		
Honda							0,0	0,0	3,6			0,6
Ibagué		48,0	44,8	42,7	38,8	41,8	38,9	33,8	32,3	34,1	38,5	36,0
Icononzo	0,0					0,0	0,5	17,0	0,8	18,0	36,6	22,6
Lérida						12,5	0,0	12,6	6,1	30,0	6,1	
Libano						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Melgar						0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0
Murillo							5,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
Natagaima						10,8		17,6	6,1	35,3		6,1
Ortega						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Palocabildo						0,0	11,4		6,1	6,1	8,1	0,0
Piedras						0,7	2,3		10,3	20,6		
Planadas					48,4	41,1	0,0	0,0	55,2		54,8	52,5
Prado		5,7				0,4	80,1	63,4	17,7	17,2		80,6
Purificación						0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0
Rioblanco						0,0	12,5	5,4		0,0	0,0	16,1
Roncesvalles									63,4			
Rovira						91,8	86,4	59,1	64,2	64,2	86,9	81,3
Saldaña						5,9	0,5	0,8	4,0	0,8	27,1	0,8
San Antonio									0,0		0,0	0,0
San Luis							0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
San Sebastián de Mariquita						6,4	8,0	0,4	0,0	0,0		
Santa Isabel									49,0	62,9	62,9	62,9
Suárez						36,1			17,3	19,3	0,5	
Valle de San Juan			92,5				86,7		60,1		88,3	
Venadillo							0,0	0,0	6,1	28,3	0,0	0,0

Tabla Tomada de la página web del INS- SIVICAP Departamento del Tolima

9.6.2. TOLIMA, Reportes IRCA 2020-2023

Tolima

Municipios	Tolima							
	IRCA							
	2020		2021		2022		2023*	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Alpujarra	s.n.m.	17.1	s.n.m.	5.6	s.n.m.	0	s.n.m.	3.9
Alvarado	s.n.m.	37.4	s.n.m.	8.5	s.n.m.	0	s.n.m.	0
Ambalema	s.n.m.	0	s.n.m.	14.3	s.n.m.	18.2	s.n.m.	26.9
Anzoátegui	s.n.m.	0.2	s.n.m.	14.7	s.n.m.	9.5	s.n.m.	0
Armero	s.n.m.	2.7	s.n.m.	2.5	s.n.m.	2.3	s.n.m.	4.2
Ataco	s.n.m.	64	s.n.m.	68.9	s.n.m.	78.6	s.n.m.	64.6
Cajamarca	s.n.m.	17.3	s.n.m.	11.7	s.n.m.	20.6	s.n.m.	14.6
Carmen de Apicalá	s.n.m.	6.8	s.n.m.	2.6	s.n.m.	15.7	s.n.m.	3.6
Casabianca	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	3.5

Nivel de riesgo

Sin riesgo

Bajo

Medio

Alto

Inviabile sanitariamente

2023* = Dato con corte al 15-nov-2023 s.n.m. = sin notificación de muestras en SIVICAP
 Fuente: SIVICAP-INS

Tolima

Municipios	IRCA							
	2020		2021		2022		2023*	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Chaparral	s.n.m.	1.5	s.n.m.	0.1	s.n.m.	4.1	s.n.m.	3.4
Coello	s.n.m.	22.2	s.n.m.	11.9	s.n.m.	8.4	s.n.m.	52.7
Coyaima	s.n.m.	40.5	s.n.m.	16.1	s.n.m.	3.7	s.n.m.	5.8
Cunday	s.n.m.	12.4	s.n.m.	3.5	s.n.m.	11.8	s.n.m.	43.2
Dolores	s.n.m.	14.4	s.n.m.	6.3	s.n.m.	5.3	s.n.m.	5.3
Espinal	s.n.m.	0.1	0	1.6	0	2.7	0	3.5
Falan	s.n.m.	4.7	s.n.m.	0	s.n.m.	0	s.n.m.	6.1
Flandes	s.n.m.	1.1	s.n.m.	4.1	s.n.m.	10.4	s.n.m.	1.7
Fresno	s.n.m.	17.7	s.n.m.	1.6	0	4.4	s.n.m.	2.4
Guamo	s.n.m.	0.4	s.n.m.	1.3	s.n.m.	0.2	s.n.m.	5.3
Herveo	s.n.m.	0	0	18.9	0	3.1	18.2	1.8
Honda	s.n.m.	0	s.n.m.	2	s.n.m.	0	s.n.m.	1.2
Ibagué	27.3	30.8	49.5	23.2	56.8	33	0	24.9
Icononzo	s.n.m.	14.7	s.n.m.	21.3	s.n.m.	25.1	s.n.m.	13.3
Lérida	s.n.m.	10.8	s.n.m.	12	s.n.m.	5.5	s.n.m.	5.4
Libano	s.n.m.	1.1	s.n.m.	1.3	s.n.m.	0.1	s.n.m.	1.2
Melgar	s.n.m.	11.3	s.n.m.	0.6	s.n.m.	3.4	s.n.m.	0.1
Murillo	s.n.m.	0	s.n.m.	4.8	s.n.m.	9.3	s.n.m.	8.3
Natagaima	s.n.m.	16	s.n.m.	6.6	s.n.m.	9.5	s.n.m.	0
Ortega	s.n.m.	5.7	s.n.m.	2.9	s.n.m.	10.8	s.n.m.	17.2
Palocabildo	s.n.m.	52.1	s.n.m.	64.3	s.n.m.	47.6	s.n.m.	6
Piedras	s.n.m.	13.8	1.9	11.6	s.n.m.	6	0	10.1
Planadas	s.n.m.	14.2	s.n.m.	4.4	s.n.m.	4	s.n.m.	13.5
Prado	s.n.m.	27.1	s.n.m.	27.3	s.n.m.	7.2	s.n.m.	4.5
Purificación	s.n.m.	3.2	s.n.m.	0	s.n.m.	0.2	s.n.m.	0
Rioblanco	s.n.m.	0	s.n.m.	9.9	s.n.m.	2.1	s.n.m.	0.1
Roncesvalles	s.n.m.	75	s.n.m.	76	s.n.m.	80	s.n.m.	67
Rovira	s.n.m.	75.4	s.n.m.	40.3	s.n.m.	0.9	s.n.m.	0
Saldaña	s.n.m.	11.3	s.n.m.	4.6	s.n.m.	4.6	s.n.m.	1.3
San Antonio	s.n.m.	8.8	s.n.m.	5.8	s.n.m.	4.4	s.n.m.	2.7
San Luis	s.n.m.	1.7	21.6	0.9	s.n.m.	0	21.4	1.1

Nivel de riesgo

Sin riesgo

Bajo

Medio

Alto

Inviabile sanitariamente

2023* = Dato con corte al 15-nov-2023 s.n.m. = sin notificación de muestras en SIVICAP
 Fuente: SIVICAP-INS

Tabla Tomada del Informe Nacional del índice de Riesgo de la Calidad del Agua Potable - IRCA- Por Municipio 2020-2023 Instituto Nacional de Salud -INS- 2023

Página 44 y 45

9.7. Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima IRCAS Municipales Año 2024

Para el año 2024, se tienen boletines publicados en el SIVICAP del Ministerio de Salud incluyen el período enero-agosto y los resultados se resumen así:

Diagnóstico del Plan de Seguridad Hídrica de la RAP Eje Cafetero 2025																	
Análisis de Calidad de Agua para el Consumo Humano en Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima																	
Numero de Municipios y Porcentaje de ellos que hicieron reportes del IRCA al SIMCAP en 2024																	
		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
DEPARTAMENTO	Total de Municipios	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Caldas	27	27	100	27	100	27	100	27	100	27	100	27	100	27	100	27	100
Quindío	12	0	0	0	0	1	8	1	8	7	58	9	75	0	0	1	8
Risaralda	14	13	93	14	100	14	100	14	100	14	100	14	100	14	100	14	100

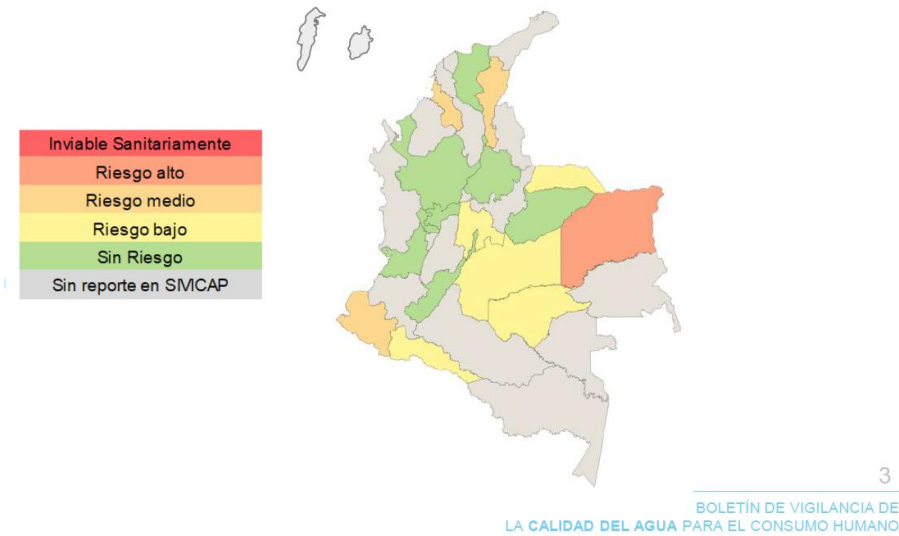
Tabla Elaboración propia con información del Boletín de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Instituto Nacional de Salud serie Enero-agosto 2024

En relación con las muestras a nivel nacional, el 2.4% resultaron con IRCA inviable sanitariamente, 7,5% con riesgo alto, 8.5% con riesgo medio, el 0.6% con riesgo bajo y el 81% restante, sin riesgo en el mes de enero de 2024.

Ha mejorado el número de municipios reportando su IRCA al SIVICAP, incluyendo los que pertenecen a los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima. Para los meses de enero y febrero no se tuvieron reportes de los Departamentos de Quindío y Tolima.

En el mes de enero de 2024 solo se tramitaron 893 muestras de prestadores del servicio de acueducto inscritos ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), representando solo 338 prestadores en todo el país. De las Asociaciones y Acueductos Comunitarios, llamados auto abastecedores, se notificaron 325 muestras que representan a 226 prestadores no registrados ante la SSPD.

Gráfica 4. IRCA departamental de prestadores, enero 2024.



Tomado del Boletín de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Instituto Nacional de Salud -INS-febrero 2024, página 4

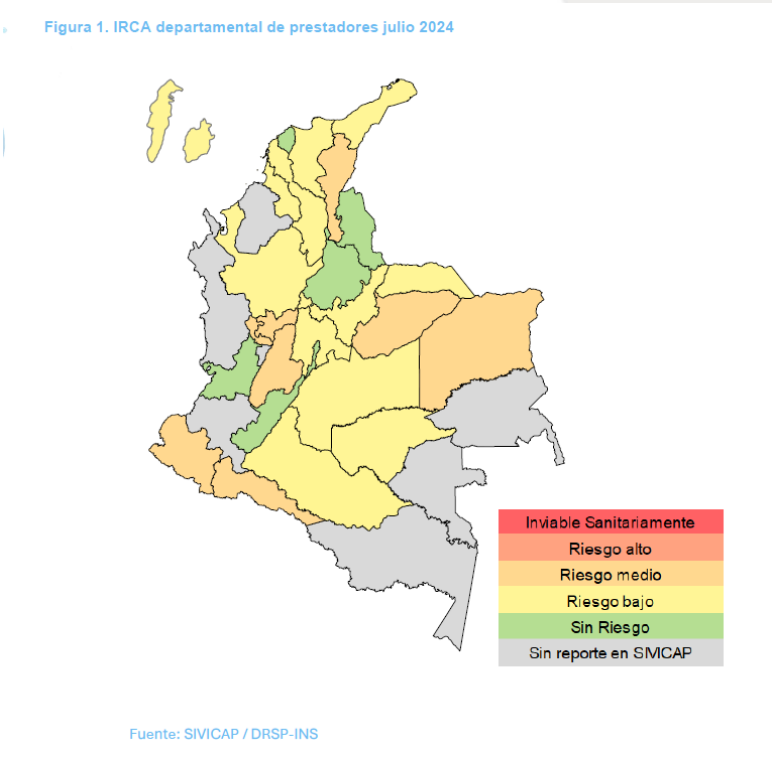
En el mes de febrero de 2024, los municipios de La Merced, Salamina, Viterbo y Risaralda, en el Departamento de Caldas, presentaron condición de IRCA inviable sanitariamente y los 13 municipios de Risaralda que reportaron, lo hicieron con IRCA Sin Riesgo.

En marzo de 2024, unos municipios de Tolima empezaron a reportar y en Quindío ninguno presentó reporte. En Caldas, los municipios de Norcasia, Risaralda, San José, Viterbo y Villamaría reportaron IRCA en Riesgo Alto. Risaralda presentó IRCA sin riesgo.

En el mes de abril de 2024, los municipios del Quindío presentaron 1 reporte y los municipios de Viterbo, San José, Salamina y Villamaría de Caldas, reportaron IRCA con riesgo alto. En mayo el Municipio de Suarez en Tolima reportó IRCA Inviabile Sanitariamente y los Municipios de Guática y Balboa en Risaralda, Manizales y San José en Caldas y Planadas, Casabianca, Ambalema, Prado, Herveo, Villarrica e Ibagué, reportaron IRCA en riesgo Alto.

En el mes junio el Municipio de Suarez en Tolima reportó IRCA Inviabile Sanitariamente, en Caldas los municipios de San José y Victoria presentaron riesgo Alto en su IRCA al igual que el Municipio de Ataco en Tolima.

En el mes de Julio de 2024, los IRCAS departamentales de Caldas, Risaralda y Tolima aparecen con riesgo medio y Quindío aparece sin reporte. En este mes, el Municipio de Coello en Tolima aparece con un IRCA inviable sanitariamente. en Caldas los municipios de Viterbo, Victoria y Villamaría aparecen con Riesgo Alto, al igual que los municipios de Murillo, Cajamarca, Suarez y Saldaña.

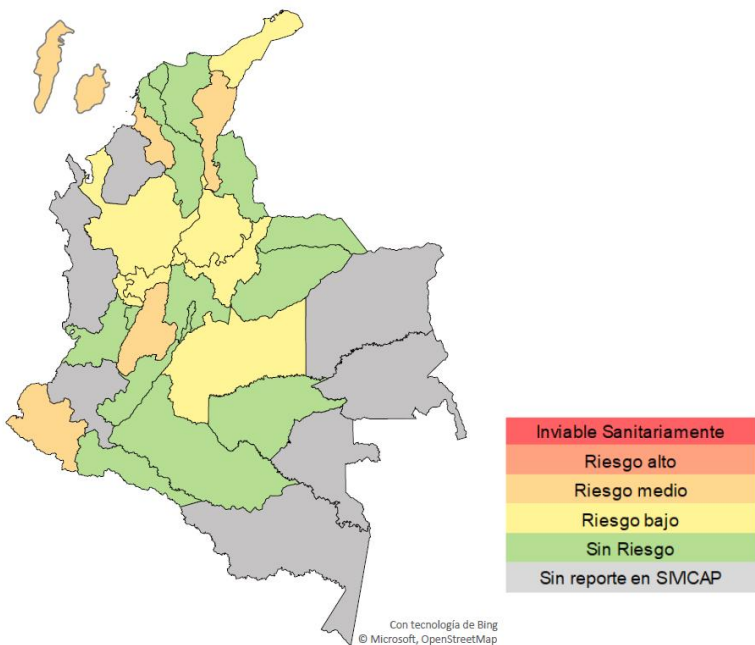


Tomado del Boletín de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Instituto Nacional de Salud -INS-Julio 2024, página 4

En el mes de agosto de 2024 Caldas y Risaralda aparecen en Riesgo Bajo, Tolima en riesgo medio y Quindío sin riesgo en el único municipio que hizo reporte en este departamento. Los municipios de Guática y Marsella en Risaralda, Valle del San Juan, Dolores, Roncesvalles, Cajamarca y Ambalema en Tolima, Pácora y Victoria en Caldas, reportaron IRCA Alto.



Figura 1. IRCA departamental de prestadores agosto 2024



Tomado del Boletín de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Instituto Nacional de Salud -INS-agosto 2024, página 4

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas y Aguas de Pereira, ISH Consultores.(2024) Balance Hídrico de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Cartago, La Virginia y Marsella.

CARDER, Informe Final: Evaluación Regional del Agua en el Departamento de Risaralda, 2024, en <https://drive.google.com/file/d/1h3FkmfOX7IvImn1-9HLVHh8Heiti0zBp/view> y todos los anexos en <https://siae.carder.gov.co/era/>.

CRQ, OFERTA, DEMANDA HÍDRICA E ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA) DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO PARA EL AÑO 2023, 2023 obtenido en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/#>

CRQ, Universidad del Tolima (2023) Evaluación Regional de Agua del Quindío,obtenida en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2021) ,Evaluación Regional del Agua del Tolima Fase 1, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2022), Evaluación Regional del Agua del Tolima, Fase 2, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

IDEAM (2022) Estudio Nacional del Agua -ENA-,2023 Obtenido en http://archivo.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586?_110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw_redirect=http%3A%2F%2Farchivo.ideam.gov.co%2Fweb%2Fagua%2Festudio-nacional-del-

[agua%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_stat
e%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-
1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2](#)

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2020) Informe Nacional de Agua para el Consumo Humano INCA 2019. Obtenido en <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-colombia-2019.pdf>

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2023) Informe Nacional del Índice de Riesgo de Calidad de Agua Potable -IRCA- Urbano y Rural 2020-2023. Obtenido en <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/informe-nacional-irca-urbano-y-rural-por-municipio-2020-2023-version-2.pdf>

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2019) Informe Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA 2007-2019 Obtenido en <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjY4MmVmNWEtNjNkNS00YWE0LTk4YWItYzE3ZWY2VkMzQyYiwiZCI6ImE2MmQ2YzdiLTlmNTktNDQ2OS05MzU5LTM1MzcxNDc1OTRiYiIsImMiOiR9&pageName=ReportSection0aac771691325bb3e001>

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2024) Boletines de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto de 2024 Obtenidos en conjunto en <https://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/sivicap.aspx> y por meses en <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/boletin-vigilancia-de-la-calidad-del-agua-agosto-2024.pdf> y anteriores.

10. RELACIÓN OFERTA Y DEMANDA EN EL TERRITORIO DE LA RAP EJE CAFETERO. ZONAS CRÍTICAS

Capítulo elaborado por Jesús Antonio Bermúdez

En los documentos consultados, se agrupan los riesgos de desabastecimiento principalmente por dos causas:

- Por sequía, para lo cual se utiliza el Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH), que generalmente ocurre en períodos largos y/o intensos de verano o clima seco
- Por eventos torrenciales, para los cuales se utiliza el Índice de Vulnerabilidad por Eventos Torrenciales IVET.

Para efectos de este análisis se señalan a continuación, por departamento, inicialmente la clasificación por sequía, según IVH y en segundo lugar los que tienen riesgos por Eventos Torrenciales, según el IVET, de acuerdo a cada uno de los documentos base tomados, como son el Estudio Nacional del Agua, las Evaluaciones Regionales y los Balances Hídricos a los cuales se tuvo acceso.

10.1. Subzonas Hídricas en riesgo de desabastecimiento por sequía

En este momento (septiembre de 2024), uno de los temas más recurrentes en Colombia y también para todos los territorios asociados a la RAP EC es el Desabastecimiento Hídrico. Esta situación tiene que ver con la información mediática permanente sobre racionamiento de agua en Bogotá, capital de Colombia y con el riesgo de apagón o racionamiento de energía por escasez de agua que se manifiesta en los bajos niveles de los embalses del país, que obligaron al Gobierno a exigirle a las plantas térmicas de producción de energía eléctrica a utilizar su máximo potencial utilizando combustibles fósiles.

10.1.1. Desabastecimiento según el ENA 2022 por sequía

En el Capítulo 9 del Estudio Nacional del Agua 2022, el IDEAM realiza el análisis de esta situación.... “en esta versión 2022 se realiza una evaluación del nivel de recurrencia de dichas afectaciones para el periodo 2017-2021 y el tipo de área (urbana, rural o mixta) que ha presentado problemas de desabastecimiento a la población, y se identifican cuáles municipios requieren especial atención y definición de estrategias integrales para su gestión.”

“El desabastecimiento hídrico se entiende como la falta de agua, o bajos niveles en el suministro de agua, en un momento y lugar determinados; esto como resultado de recursos hídricos insuficientes, ausencia de infraestructura, un inadecuado mantenimiento de estas, o debido a bajos niveles del agua como consecuencia de diferencias estacionales o anuales en el clima, o por muchos otros factores hidrológicos e hidrogeológicos (FAO, 2013). En particular en el marco del ENA 2022, el desabastecimiento hídrico se asocia con las afectaciones en la prestación del servicio de acueducto en los municipios del país a causa de la ocurrencia de eventos relacionados con temporada seca o temporada de lluvia; en este último caso, se encuentran las crecientes súbitas, avenidas torrenciales, inundaciones, movimientos en masa, vendavales, tormentas eléctricas y avalanchas, entre otros, que ocasionan afectaciones, bien sea en la fuente hídrica que abastece el acueducto o en la infraestructura del sistema de abastecimiento, dificultando la captación del agua y, por tanto, la prestación del servicio para la población urbana o rural del municipio.

El análisis de municipios susceptibles al desabastecimiento permite identificar cómo los procesos naturales, las actividades humanas y la variabilidad o el cambio climático inciden en

la dinámica del agua del país; particularmente, se centra en la evaluación de las afectaciones en la disponibilidad del recurso hídrico para abastecimiento a causa de temporadas secas y temporadas de lluvia. Los esquemas metodológicos para llegar a las conclusiones presentadas se incluyen en el siguiente gráfico, numerado como Figura 256 en el ENA 2022.

El panorama general de la situación del recurso hídrico en el territorio de la RAP Eje Cafetero, se tiene cuando se reúnen los indicadores de oferta (Índice de Aridez e índice de Regulación Hídrica), los de demanda y los de calidad del agua en los territorios para las diferentes zonas hídricas, tarea que fue realizada por la RAP Eje Cafetero a partir de datos del IDEAM, con respecto al Estudio Nacional del Agua 2022.

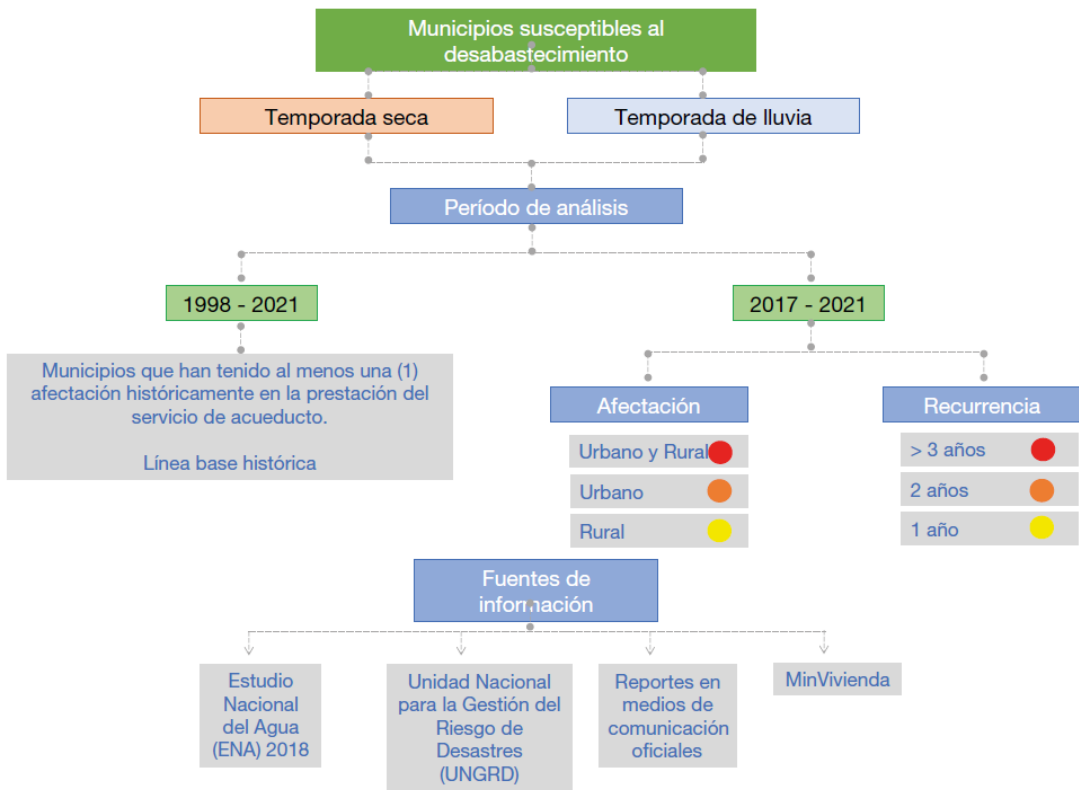


Figura 256. Esquema metodológico para la actualización del listado de municipios susceptibles al desabastecimiento

Gráfico Metodología para analizar el desabastecimiento hídrico en Colombia, ENA, IDEAM 2022. Página 385

Para entender integralmente el cuadro, se reitera que el índice de Regulación Hídrica -IRH- fue definido en el numeral 3.2.1.2., El Índice de uso de agua -IUA- se define como la diferencia entre la Demanda Hídrica (Extracción total del Agua) y la oferta hídrica disponible (oferta total menos caudal ambiental). El índice de vulnerabilidad hídrica por Desabastecimiento -IVH-, relaciona de forma cualitativa los resultados del índice del uso del agua (IUA) y el índice de retención y regulación hídrica (IRH), de forma que representa la fragilidad que tienen los sistemas hídricos superficiales de mantener la oferta de agua dadas sus condiciones de uso y regulación; y de esta manera identifica la vulnerabilidad en el abastecimiento de agua que presentan los sectores usuarios del recurso. Es importante resaltar que, entre más alto es el uso del agua y menor la capacidad de regulación, la vulnerabilidad por desabastecimiento aumenta.

El IDEAM propone una escala de colores que van desde el verde intenso para aquellos casos donde el riesgo o la vulnerabilidad son mínimos, hasta rojo intenso para los casos críticos,

que son extremos, pasando por el amarillo y el naranja. En el cuadro anterior se pueden observar las subzonas hidrográficas de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, que, con colores amarillo, naranja y rojo, muestran situaciones que deben ser focalizadas porque, inclusive, algunas de las capitales de Departamento, empiezan a tener riesgo y/o han incrementado su vulnerabilidad.

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022. Anexo 2.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM

Subdirección de Hidrología

Indicadores hídricos por subzona hidrográfica en el territorio de la RAP Eje Cafetero

Zonificación hidrográfica			Índice de regulación hídrica (IRH) Año medio		Índice de uso del agua (IUA)				Índice de Vulnerabilidad hídrica (IVH)		Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)	
					Año medio		Año seco				Año medio	Año seco
SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Área (km²)	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Año medio	Año seco	Categoría	Categoría
2116	Rio Prado	1697	0,8	Moderada	0,2	Alta	0,9	Muy Alta	Alta	Alta	Moderada	Media Alta
2118	Rio Luisa y otros Directos al Magdalena	1068	0,7	Moderada	0,6	Muy Alta	1,8	Crítica	Alta	Muy alta	Alta	Muy Alta
2121	Rio Coello	1831	0,8	Alta	0,1	Moderada	0,3	Alta	Media	Media	Moderada	Media Alta
2124	Rio Totare	1453	0,8	Alta	0,2	Moderada	0,6	Muy Alta	Media	Media	Muy Alta	Muy Alta
2125	Rio Lagunilla y otros Directos al Magdalena	2769	0,7	Moderada	0,2	Alta	0,6	Muy Alta	Baja	Alta	Alta	Alta
2201	Alto Saldaña	2583	0,8	Alta	0	Muy Baja	0	Muy Baja	Muy baja	Muy baja	Baja	Moderada
2202	Rio Atá	1532	0,8	Alta	0	Muy Baja	0	Baja	Muy baja	Baja	Moderada	Moderada
2203	Medio Saldaña	605	0,8	Alta	0	Baja	0,1	Baja	Baja	Baja	Moderada	Media Alta
2204	Rio Amoyá	1469	0,8	Alta	0	Baja	0	Baja	Baja	Baja	Baja	Moderada
2206	Rio Tetuán, río Ortega	1177	0,7	Moderada	0	Baja	0,1	Moderada	Baja	Media	Media Alta	Alta
2207	Rio Cucuana	1874	0,7	Moderada	0	Baja	0,1	Baja	Baja	Baja	Moderada	Media Alta
2208	Bajo Saldaña	728	0,8	Alta	0,5	Alta	1,3	Crítica	Media	Muy alta	Alta	Muy Alta
2301	Rio Gualí	845	0,8	Alta	0	Baja	0,1	Moderada	Baja	Media	Alta	Alta
2302	Rio Guarínó	845	0,6	Baja	0	Muy Baja	0	Baja	Media	Media	Moderada	Media Alta
2303	Directos al Magdalena entre Río Seco y Río Guarínó	220	0,8	Moderada	0	Baja	0	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta
2304	Directos Magdalena entre ríos Guarínó y Río La Miel	955	0,8	Moderada	0	Baja	0	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta
2305	Rio La Miel (Samana)	2366	0,8	Alta	0,1	Baja	0,2	Alta	Baja	Media	Moderada	Media Alta
2612	Rio La Vieja	2838	0,7	Moderada	0,1	Baja	0,3	Alta	Baja	Alta	Muy Alta	Muy Alta
2613	Rio Otún y otros Directos al Cauca	1217	0,7	Moderada	0,1	Baja	0,1	Moderada	Baja	Media	Muy Alta	Muy Alta
2614	Rio Risaralda	1255	0,8	Alta	0,3	Alta	0,7	Muy Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta
2615	Rio Chinchiná	1048	0,7	Moderada	0,1	Moderada	0,4	Alta	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
2616	Rio Tapias y otros Directos al Cauca	1412	0,7	Moderada	0	Baja	0,1	Moderada	Baja	Media	Alta	Muy Alta
2618	Rio Arma	1923	0,8	Moderada	0	Baja	0,1	Baja	Baja	Baja	Media Alta	Alta

Cuadro Indicadores Hídricos por subzona del territorio de la RAP EC elaboración propia con base en información del ENA 2022-IDEAM

Se destaca que a pesar de que la capacidad de regulación de las zonas hidrográficas es alta y moderada en casi todos los territorios, el índice de uso convierte a la región en altamente vulnerable en temporada seca, principalmente en las zonas de los ríos Prado, Luisa, Lagunilla y Saldaña en el Tolima, la Vieja en Quindío y Risaralda y Chinchiná en Caldas.

Es importante llamar la atención sobre una conclusión importante del ENA 2022, en relación con eventos extremos como la sequía, en el que todos los indicadores permitieron concluir que el Departamento del Quindío ha presentado la mayor incidencia de eventos de sequía en su territorio, junto con los departamentos de Atlántico y Vaupés, como se evidencia en la figura 51 de la página 122 del Estudio Nacional del Agua 2022 del IDEAM.

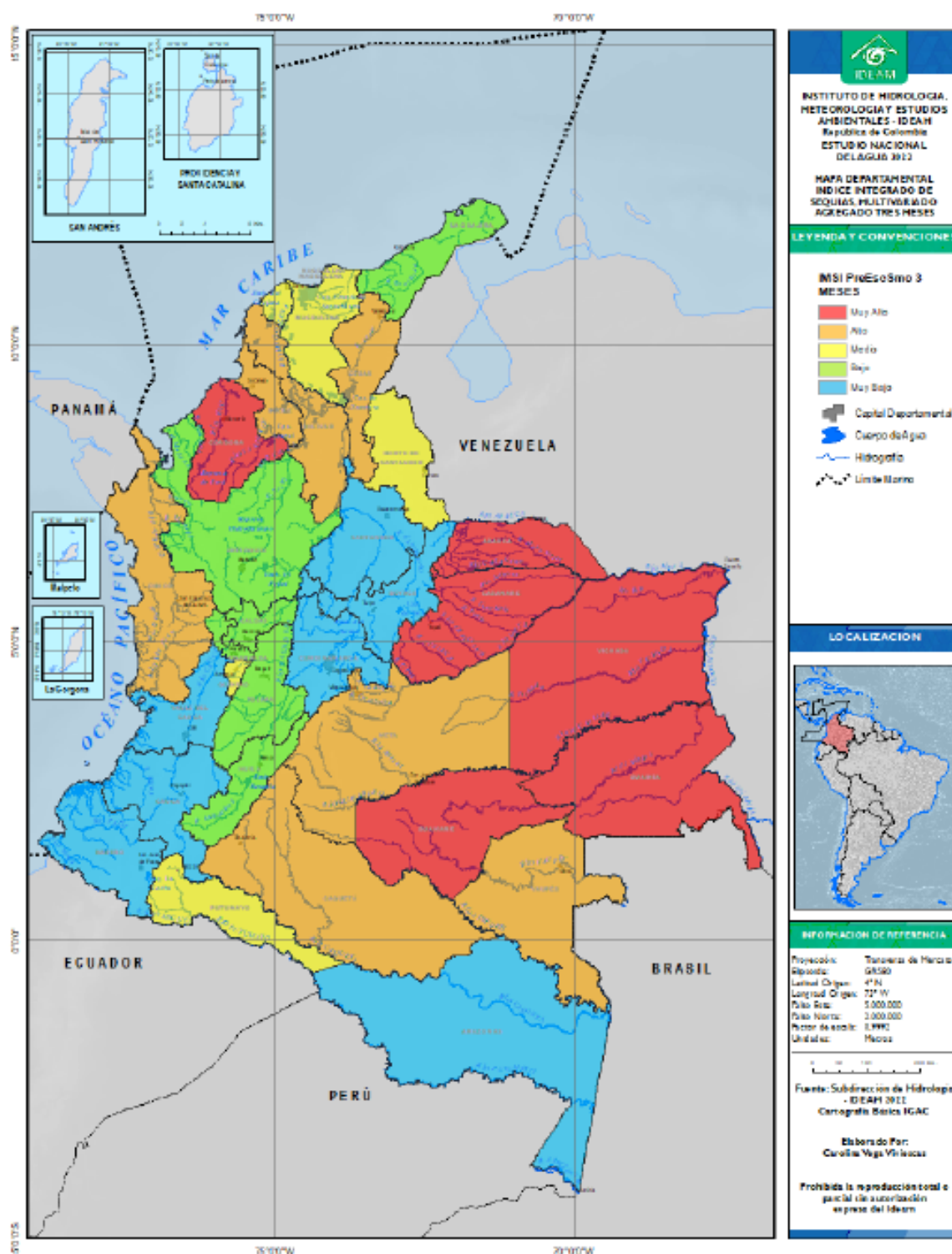


Figura 51. Índice integrado multivariado de sequías por departamentos, agregación tres meses

Figura Tomada del Estudio Nacional del Agua ENA 2020, IDEAM

En la evaluación de la afectación departamental (que se incluye en la Figura 258), se tienen en cuenta dos tipos de análisis. El primero de ellos considera el porcentaje de afectación departamental, tomando como referencia la relación entre el número de municipios afectados por departamento frente al total municipal de cada uno de ellos; esto arroja como resultado que departamentos como Magdalena, Cesar, La Guajira, Risaralda, Bolívar, Sucre, Córdoba, Guaviare, Tolima, Atlántico, Norte de Santander, Santander, Valle del Cauca, Quindío, Boyacá, y el departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, han sido históricamente los territorios más susceptibles, con una afectación en al menos el 50 % de sus municipios. Por otro lado, el segundo análisis se centra en evaluar la distribución de los

El ENA realiza una revisión detallada de los Departamentos en los que más del 50% de sus municipios tienen riesgo de desabastecimiento en temporada seca, en dos periodos de análisis: El primero, entre los años 1998 y 2021, obteniéndose que 556 municipios del país tienen un riesgo alto de desabastecimiento. Por Departamentos, Quindío, Risaralda y Tolima han tenido más del 50% de sus municipios en esta condición, como se ve en el siguiente gráfico tomado del ENA 2022, lo cual es preocupante.



Figura Tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 387

Mapa de la distribución de municipios susceptibles al desabastecimiento por departamento.

Legenda:

- Alto: Municipios susceptibles al desabastecimiento.
- Medio: Municipios susceptibles al desabastecimiento.
- Bajo: Municipios susceptibles al desabastecimiento.

Departamento	Alto	Medio	Bajo
Bolívar	1	1	1
Córdoba	1	1	1
Bogotá	1	1	1
Santander	1	1	1
Antioquia	1	1	1
Sucre	1	1	1
Cesar	1	1	1
Atlántico	1	1	1
Risaralda	1	1	1
Cundinamarca	1	1	1
Santander	1	1	1
Valle del Cauca	1	1	1
Bogotá	1	1	1
Quindío	1	1	1
Antioquia	1	1	1
Tolima	1	1	1
Magdalena	1	1	1
Cauca	1	1	1

Figura 259. Distribución de los 207 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada seca. Periodo 2017-2021

Figura Tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 387

En el ENA 2022, se focalizan los 207 municipios del país que sufrieron fenómenos de sequía entre los años 2017 y 2021, siendo 8 los municipios del territorio de la RAP Eje Cafetero encontrados en media o baja recurrencia de fenómenos de sequía, siendo para los 92 restantes, sin afectación en este período, según se aprecia en el siguiente gráfico:

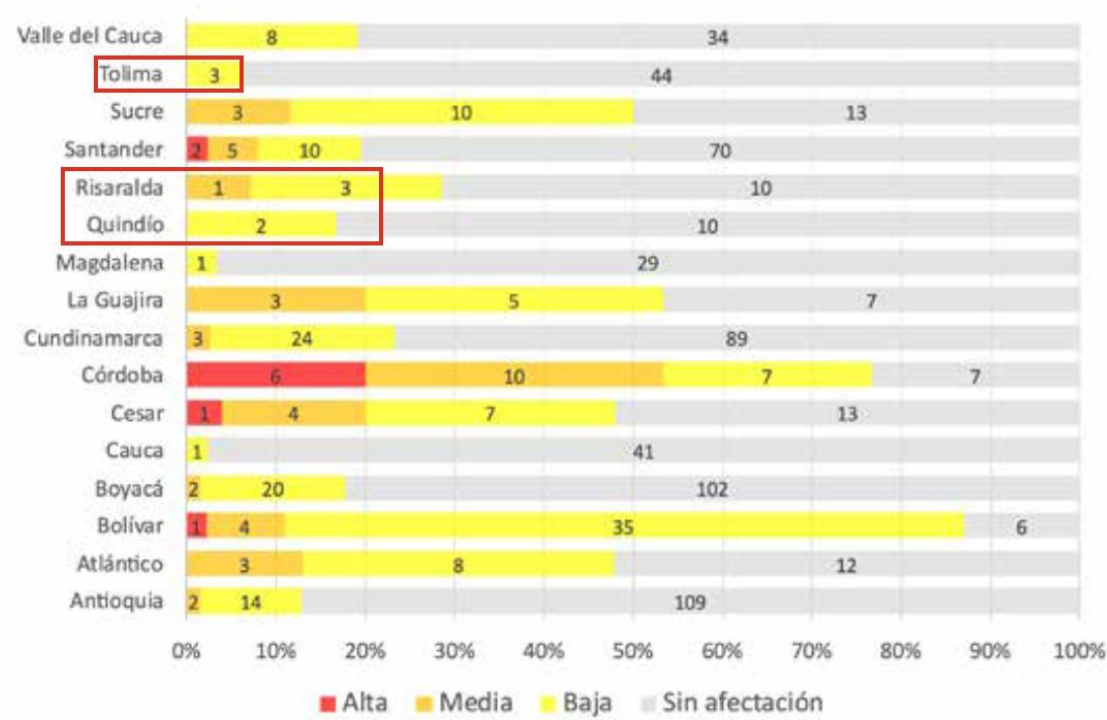


Figura 260. Distribución a nivel departamental de la recurrencia de las afectaciones en los 207 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada seca. Período 2017-2021

Figura Tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 389

El ENA sugiere acciones para mitigar este riesgo de sequía en los 207 municipios focalizados y que han presentado recurrencia de eventos de sequía en período seco, entre los años 2017 y 2020, acudiendo a la propuesta de tener como fuente alterna, las aguas subterráneas, que para el caso de los departamentos de Quindío, Risaralda y Tolima que tuvieron esta tendencia en 8 municipios, podría ser aplicable, según gráfico el gráfico No. 256 según la numeración del ENA 2022.

Para los departamentos del Quindío y Tolima, la potencialidad del uso de agua subterránea es alta y media, respectivamente, para Risaralda la potencialidad es diferente.

Como novedad en el ENA 2022, se resalta la inclusión del listado de municipios susceptibles al desabastecimiento por la ocurrencia de eventos relacionados con lluvia, a partir de la revisión de los consolidados anuales de emergencias de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2022) y el apoyo del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

En el periodo 1998-2021, se han identificado afectaciones en 835 municipios del territorio nacional susceptibles al desabastecimiento con base en la revisión de los consolidados anuales de las fuentes de información disponibles mencionadas y que han presentado, por lo menos, un evento por temporada de lluvia. La información disponible permitió identificar que aproximadamente el 74 % del país ha presentado afectaciones en los sistemas de acueducto por problemas derivados de la ocurrencia de eventos como crecientes súbitos, movimientos en masa, inundaciones, vendavales, tormentas eléctricas, avalanchas y avenidas torrenciales, entre otros. Esta clasificación incluye los municipios que han presentado problemas de

desabastecimiento tanto por afectaciones en la fuente hídrica que surte el acueducto como por daños en la infraestructura. La Figura 266 muestra la distribución en el territorio nacional de los 835 municipios que históricamente han evidenciado contingencias en la prestación del servicio de acueducto por la ocurrencia de temporadas de lluvia.

Para el periodo 2017-2021 se identificaron 254 municipios distribuidos en 28 departamentos. En la Figura 267 se puede identificar que los departamentos con más municipios afectados en relación con los 254 son Antioquia, Cauca, Huila, Cundinamarca y Norte de Santander, los cuales ocupan las cinco primeras posiciones. Además, para el mismo periodo, se han tenido afectaciones en catorce capitales departamentales que corresponden a Arauca, San Andrés, Cartagena de Indias, Florencia, Inírida, San José del Guaviare, Neiva, Riohacha, Santa Marta, Villavicencio, Cúcuta, Mocoa, Pereira e Ibagué

Ahora, también se ha presentado desabastecimiento en temporada de lluvias intensas, en algunos territorios asociados a la RAP Eje Cafetero. En el ENA 2022, se registra que “En el periodo 1998-2021, se han identificado afectaciones en 835 municipios el territorio nacional susceptibles al desabastecimiento con base en la revisión de los consolidados anuales de las fuentes de información disponibles mencionadas y que han presentado, por lo menos, un evento por temporada de lluvia. La información disponible permitió identificar que aproximadamente el 74 % del territorio nacional ha presentado afectaciones en los sistemas de acueducto por problemas derivados de la ocurrencia de eventos como crecientes súbitas, movimientos en masa, inundaciones, vendavales, tormentas eléctricas, avalanchas y avenidas torrenciales, entre otros Esta clasificación incluye los municipios que han presentado problemas de desabastecimiento tanto por afectaciones en la fuente hídrica que surte el acueducto como por daños en la infraestructura. La Figura 266 muestra la distribución en el territorio nacional de los 835 municipios que históricamente han presentado contingencias en la prestación del servicio de acueducto por la ocurrencia de temporadas de lluvia.”

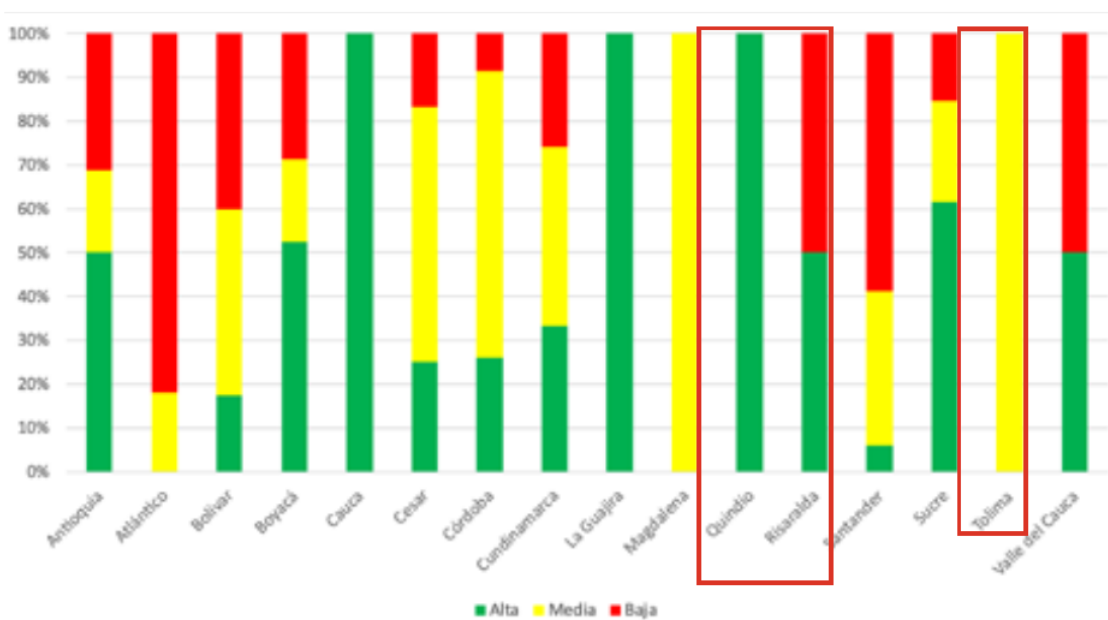


Figura 263. Potencialidad de uso de aguas subterráneas en los municipios susceptibles a desabastecimiento por temporada seca de 16 departamentos

Figura Tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 390



Figura 266. Distribución de los 835 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia. Periodo 1998-2021

Figura Tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 392

Para el período 2017-2021, se registraron 254 municipios afectados por desabastecimiento, en todo el país, con Antioquia, Cauca y Huila encabezando la lista de más afectados incluyendo a Tolima, Risaralda, Caldas y Quindío, en su orden, como Departamentos con un número importante de municipios afectados por desabastecimiento en período de lluvia:

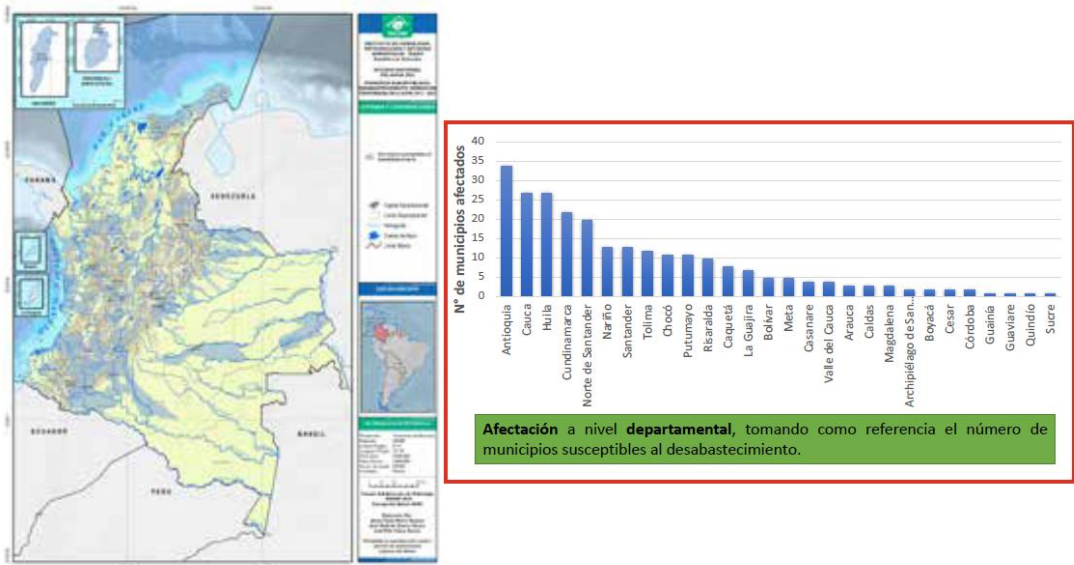


Figura 267. Distribución de los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia. Periodo 2017-2021

Figura tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 392

En la Figura 267 se puede identificar que los departamentos con más municipios afectados en relación con los 254 son Antioquia, Cauca, Huila, Cundinamarca y Norte de Santander, los cuales ocupan las cinco primeras posiciones. Además, para el mismo periodo, se han tenido afectaciones en 14 capitales departamentales que corresponden a Arauca, San Andrés, Cartagena de Indias, Florencia, Inírida, San José del Guaviare, Neiva, Riohacha, Santa Marta, Villavicencio, Cúcuta, Mocoa, Pereira e Ibagué. Es posible que, una vez se tengan resultados de 2022, la estadística de los municipios afectados aumente debido a la recurrencia y duración del fenómeno de La Niña que inició en el 2021.

Por otra parte, la Figura 268 muestra el número y tipo de eventos que se presentaron en los años comprendidos entre 2017 y 2021, y que generaron una afectación en la prestación del servicio por diversos fenómenos asociados al agua, siendo los más frecuentes en este territorio, las avenidas torrenciales, las crecientes súbitas, los movimientos en masa, los vendavales, los temporales y la inundación, como se describe en la figura 268 según la numeración del ENA 2022.

Se evidencia que, en el año 2021, se tuvo la mayor cantidad de eventos asociados con lluvia, lo cual está directamente relacionado con el inicio del fenómeno de La Niña que se empezó a consolidar en dicho año. Así mismo, se resalta que los acueductos son más susceptibles a las inundaciones pues, para el periodo 2017-2021, son los eventos que mayores afectaciones han venido ocasionando.

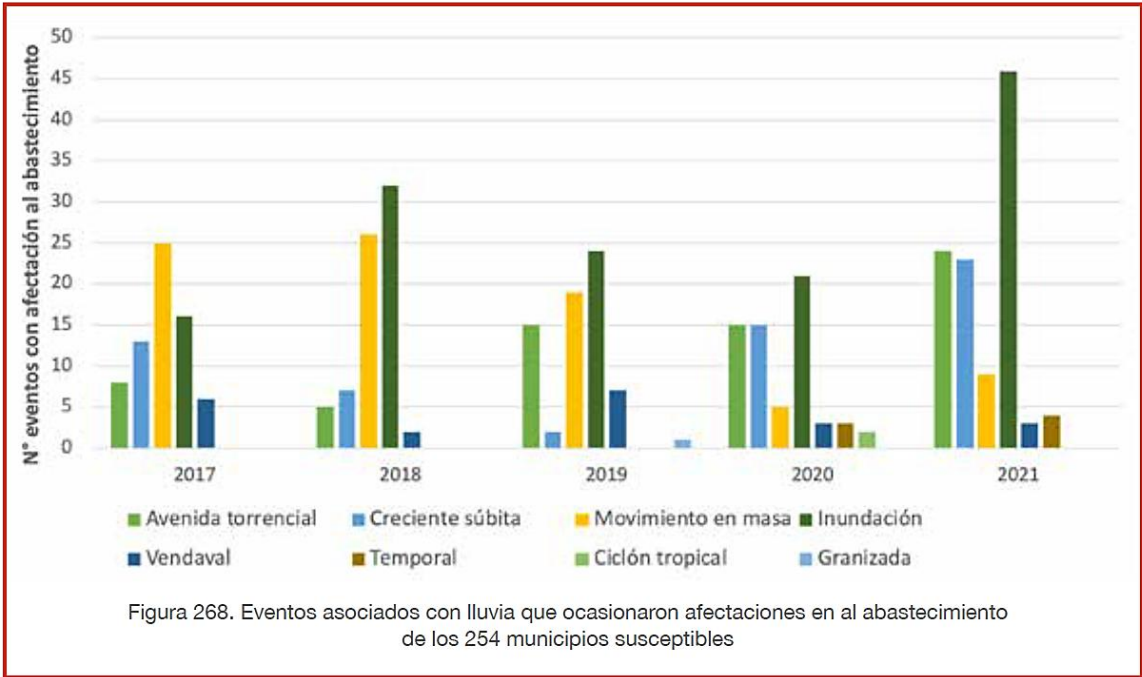


Figura Tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 393

Paradójicamente, son más los municipios afectados por desabastecimiento hídrico en período de lluvia que en período de sequía, para el caso de Caldas, son 3 municipios, 1 para Quindío, 10 en Risaralda y 12 en Tolima, con alta, media y baja recurrencia de fenómenos, como se ve en la figura 269, siguiente:

Es posible que, una vez se tengan resultados de 2022, la estadística de los municipios afectados aumente debido a la recurrencia y duración del fenómeno de La Niña que inició en el 2021. Por otra parte, la Figura 268 muestra el número y tipo de eventos que se presentaron en los años comprendidos entre 2017 y 2021, y que generaron una afectación en la prestación del servicio de acueducto en los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvias. Se evidencia que, en el año 2021, se tuvo la mayor cantidad de eventos asociados con lluvia, lo cual está directamente relacionado con el inicio del fenómeno de La Niña que se empezó a consolidar en dicho año. Así mismo, se resalta que los acueductos son más susceptibles a las inundaciones pues, para el periodo 2017-2021, son los eventos que mayores afectaciones han venido ocasionando.

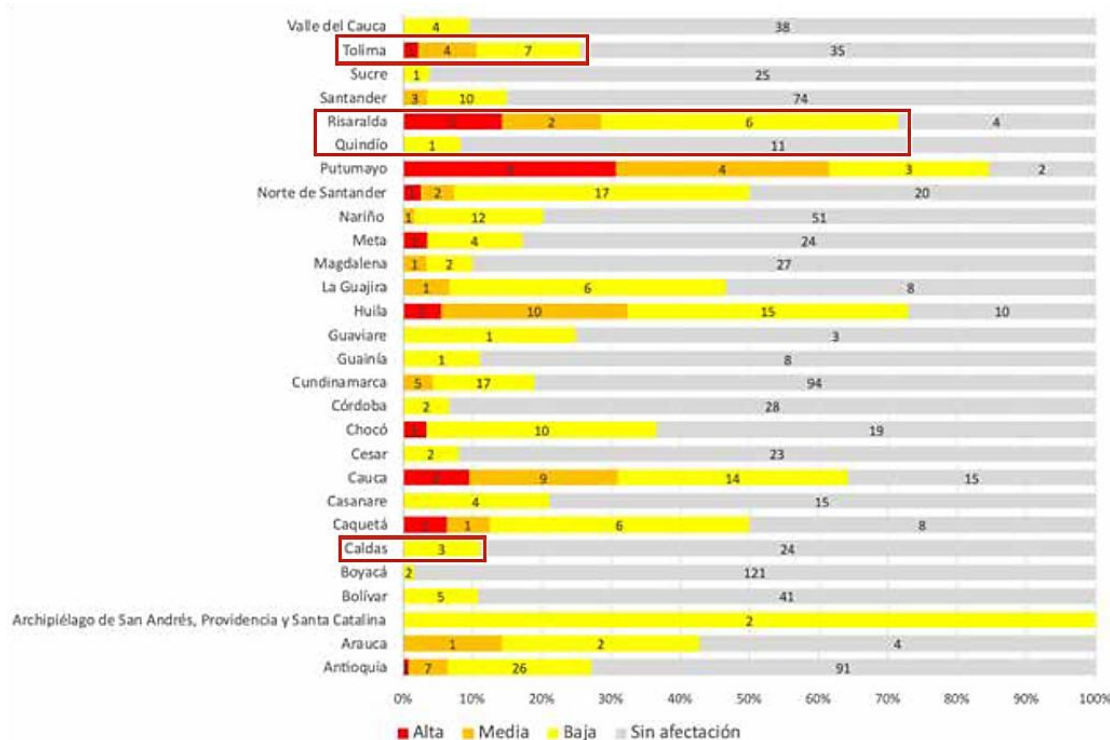


Figura 269. Distribución a nivel departamental de la recurrencia de las afectaciones en los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento en temporada de lluvia. Periodo 2017-2021

Figura Tomada del ENA 2022 IDEAM, Página 393

Las mayores afectaciones identificadas a la fecha se tienen en los departamentos de Antioquia, Caquetá, Cauca, Chocó, Huila, Meta, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda y Tolima, que suman en conjunto dieciocho municipios con niveles de recurrencia altos en la afectación en su sistema de abastecimiento a causa de temporadas de lluvia. Esto significa que para el periodo 2017-2021 se han presentado interrupciones en la prestación del servicio de acueducto debido a eventos ocurridos en más de dos años. La Figura 269 muestra el nivel de recurrencia por departamento de los municipios que se han identificado como susceptibles al desabastecimiento por temporada de lluvia.

Como lo señala el ENA 2022, Pereira e Ibagué están incluidas como capitales afectadas por esta circunstancia, lo que merece atención y focalización, tanto por ser las 2 ciudades más pobladas de la región, como por la importancia socioeconómica que tienen dentro de sus territorios al ser las principales generadoras de empleo y riqueza junto con Manizales y Armenia.

Los principales fenómenos que causan desabastecimiento por efectos de lluvias intensas, como avenidas torrenciales, crecientes súbitas, movimientos en masa e inundación, son susceptibles de prevenirse, disminuirse y/o controlarse con la adopción de acciones encaminadas a regular el caudal de los corrientes hídricas, una tarea que se debe continuar y acelerar, en lo posible.

Así mismo, dentro del análisis de los 254 municipios susceptibles al desabastecimiento por temporada de lluvia —a partir de los consolidados anuales de emergencias de la UNGRD, se pudo evidenciar que municipios como Amagá, Ciudad Bolívar y San Andrés de Cuerquia, en Antioquia; La Vega, Morales, Sotará y Toribío, en el departamento del Cauca; Acacías y El Calvario, en Meta; La Celia, Pueblo Rico y Santuario, en Risaralda; y Galán, localizado en el departamento de Santander, han presentado afectación en sus sistemas de abastecimiento por la presencia de material de arrastre, represamiento y obstrucción de infraestructura. Estos municipios coinciden con las categorías severa y muy severa de erosión hídrica potencial.

En este sentido, se evidencia que existen 28 municipios en el país con afectaciones en sus sistemas de abastecimiento en ambas temporadas analizadas y, adicionalmente, que el 43 % de ellos cuenta con condiciones que favorecen el aprovechamiento de aguas subterráneas para su abastecimiento de acuerdo con el nivel de conocimiento hidrogeológico de cada región (IDEAM, 2019). En estos casos, el uso conjunto de recursos hídricos superficiales y subterráneos de forma coordinada y eficiente (Flores Montoya, 2000) puede solventar las dificultades presentadas en el abastecimiento de los municipios a causa de temporadas secas y de lluvia, de tal manera que permite el aumento de la disponibilidad del agua para atender la demanda del sector doméstico y, por ende, contribuye con la disminución de la susceptibilidad al desabastecimiento hídrico.

10.1.1.1. Municipios con vulnerabilidad por sequía en CALDAS

10.1.1.1.1. Manizales

El acueducto de Manizales toma el agua del Río Chinchiná que cuenta con una cuenca más estable y regulada por la protección que se le ha dado a los bosques por los que discurre. El siguiente gráfico muestra estas zonas de protección de la cuenca, que si bien, han venido disminuyendo, son una poderosa herramienta de regulación del caudal:



Figura Tomada de: <https://revistas.urosario.edu.co/xml/357/35770342015/html/index.html>

La SZH del río Chinchiná cuenta con áreas de protección en ecosistemas de páramos, subpáramo, complejo de humedales altoandinos y bosque andino, por su importancia para el abastecimiento y la regulación hídrica; sin embargo, tal como se evidencia en la figura 4, la normatividad no es suficiente pues varias áreas de protección presentan cobertura agrícola. Adicionalmente, entre el año 2002 y 2010 estos territorios agrícolas aumentaron en un 118 % y la cobertura vegetal y de áreas naturales se redujo en un 54% y 31%, respectivamente (Corpocaldas & Universidad Nacional, 2017).

El desabastecimiento en Manizales está más asociado a la disminución de caudal por el incremento de las áreas de aprovechamiento agropecuario en las zonas de protección que, como se ha visto, han ido creciendo a través del tiempo y que puede afectar la regulación de los caudales en las corrientes hídricas que surten al territorio del Municipio capital de Caldas.

10.1.1.2. Municipios con vulnerabilidad por sequía en Quindío

Circasia y Filandia, en el Quindío tienen alto riesgo de desabastecimiento en período seco, según lo concluye el Estudio Nacional del Agua 2002. Montenegro es otro municipio del Quindío que tienen riesgo de desabastecimiento en período de invierno, según el ENA 2022, como se muestra en el siguiente cuadro:



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y Estudios Ambientales

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Subdirección de Hidrología

Anexo 8a. Municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico en temporada seca, análisis de afectación por sequías y potencialidad de uso de aguas subterráneas.

Código municipio	Nombre departamento	Nombre municipio	Recurrencia	Área afectada (urbana, rural, mixta)	Año de afectación por desabastecimiento	Análisis de sequías				Categoría	Potencialidad de uso de aguas subterráneas		
						# de eventos 2017-2020	Mayor duración (meses)	Máxima magnitud	Indicador MSD(Pe)SmEsc Agregación temporal (meses)		Sistema acuífero asociado	Estado del conocimiento del sistema acuífero	Alternativa de uso conjunto (aguas superficiales- aguas subterráneas)
Quindío													
63190	Quindío	Circasia	Baja	Mixta	2019	4	3	-2,0	1	Sequía excepcional	SAM 6.1. Glacis del Quindío	Muy alto	Alta
63272	Quindío	Filandia	Baja	Mixta	2019	4	3	-1,9	1	Sequía extrema	SAM 6.1. Glacis del Quindío	Muy alto	Alta

IDEAM
 Instituto de Hidrología,
 Meteorología y
 Estudios Ambientales

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Subdirección de Hidrología

Anexo 8b. Municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico en temporada de lluvia y afectación por erosión hídrica potencial.

Código DANE	Nombre municipio	Recurrencia	Área afectada (urbana, rural, mixta)	Afectación ocasionada (fuente hídrica, infraestructura de abastecimiento)		Nombre de la(s) fuente(s) hídrica(s) afectada(s)	Erosión hídrica potencial
				Fuente hídrica de abastecimiento	Infraestructura		
				Quindío			
63470	Montenegro	Baja	Mixta		X	Sin información	Ligera

10.1.1.3. Municipios con vulnerabilidad por sequía en Risaralda

Los municipios de Balboa, Guática y Quinchía, además de Pereira, Dosquebradas y Marsella, fueron identificados por el IDEAM, como territorios con alto riesgo de desabastecimiento hídrico en temporada seca.

IDEAM
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Subdirección de Hidrología

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Subdirección de Hidrología

Anexo 8a. Municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico en temporada seca, análisis de afectación por sequías y potencialidad de uso de aguas subterráneas.

Código municipio	Nombre departamento	Nombre municipio	Recurrencia	Área afectada (urbana, rural, mixta)	Año de afectación por desabastecimiento	Análisis de sequías				Categoría	Potencialidad de uso de aguas subterráneas		
						# de eventos 2017-2020	Mayor duración (meses)	Máxima magnitud	Indicador MSD(Pe)SmEsc Agregación temporal (meses)		Sistema acuífero asociado	Estado del conocimiento del sistema acuífero	Alternativa de uso conjunto (aguas superficiales - aguas subterráneas)
Risaralda													
Código municipio	Nombre departamento	Nombre municipio	Recurrencia	Área afectada (urbana, rural, mixta)	Año de afectación por desabastecimiento	# de eventos 2017-2020	Mayor duración (meses)	Máxima magnitud	Indicador MSD(Pe)SmEsc Agregación temporal (meses)	Categoría	Sistema acuífero asociado	Estado del conocimiento del sistema acuífero	Alternativa de uso conjunto (aguas superficiales - aguas subterráneas)
66075	Risaralda	Balboa	Media	Mixta	2019	7	2	-1,5	1	Sequía severa	SAM 3.1. Valle del Cauca	Muy alto	Alta
					2020		6	-1,6	1	Sequía extrema	SAM 6.1. Glacis del Quindío	Muy alto	Alta
66318	Risaralda	Guática	Baja	Mixta	2019	10	6	-0,6	1	Anormalmente seco	No Identificado	Muy Bajo	Baja
66440	Risaralda	Marsella	Baja	Urbano	2019	7	15	-0,6	1	Anormalmente seco	SAM 6.1. Glacis del Quindío	Muy alto	Alta
66594	Risaralda	Quinchía	Baja	Rural	2019	4	5	-0,3	1	Normal	No Identificado	Muy Bajo	Baja

10.1.1.4. Municipios con vulnerabilidad por sequía en Tolima

Los municipios que presentan algo riesgo de desabastecimiento en períodos de extrema sequía, en el Departamento del Tolima, son los siguientes: Coello, Chicoral, Carmen de Apicalá, Coyaima, Casabianca, Herveo, Villa Hermosa, Alvarado, Ataco, Coyaima, Cunday, Fresno, Icononzo, Líbano, Melgar, Natagaima, Ortega, Rioblanco, Saldaña, Venadillo y Villarrica. Se presenta la parte del cuadro tomado del ENA 2022, que presenta esta conclusión como resultado del análisis de la información existente hasta la fecha

IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y Estudios Ambientales
Ministerio del Medio Ambiente

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Subdirección de Hidrología

Anexo 8a. Municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico en temporada seca, análisis de afectación por sequías y potencialidad de uso de aguas subterráneas.

Código municipio	Nombre departamento	Nombre municipio	Recurrencia	Área afectada (urbana, rural, mixta)	Año de afectación por desabastecimiento	Análisis de sequías				Categoría	Potencialidad de uso de aguas subterráneas		
						# de eventos 2017-2020	Mayor duración (meses)	Máxima magnitud	Indicador MSDP+Sm+Esc Agregación temporal (meses)		Sistema acuífero asociado	Estado del conocimiento del sistema acuífero	Alternativa de uso conjunto (aguas superficiales - aguas subterráneas)
Tolima													
73148	Tolima	Carmen de Apicalá	Baja	Mixta	2020	6	7	-1,5	1	Sequía severa	SAM 2.2. Purificación-Saldaña	Medio	Medio
73217	Tolima	Coyaima	Baja	Urbano	2020	8	5	-0,4	1	Normal	SAM 2.2. Purificación-Saldaña	Medio	Medio
73483	Tolima	Natagaima	Baja	Urbano	2020	5	10	-1,6	1	Sequía severa	SAM 2.3. Neiva-Tatacoa-Garzón	Medio	Medio
											SAM 2.2. Purificación-Saldaña	Medio	Medio

10.2. Municipios con vulnerabilidad por eventos torrenciales en temporada de invierno según el ENA 2022

10.2.1. Municipios de Caldas en riesgo de desabastecimiento por Eventos Torrenciales según el ENA

10.2.1.1. Manizales

La capital de Caldas, tanto en su casco urbano como en algunas zonas rurales de su territorio, presenta una alta vulnerabilidad por Eventos Torrenciales, medidos por medio del IVET, siendo la infraestructura de su servicio de acueducto la más afectada en períodos de invierno.

10.2.1.2. Otros Municipios de Caldas

En otros municipios de Caldas hay riesgo alto de desabastecimiento en períodos de invierno, como lo señala el Estudio Nacional del Agua del IDEAM, del año 2022, como se muestra en el siguiente cuadro:

IDEAM
 Instituto de Hidrología,
 Meteorología y
 Estudios Ambientales

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Subdirección de Hidrología

Anexo 8b. Municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico en temporada de lluvia y afectación por erosión hídrica potencial.

Código DANE	Nombre municipio	Recurrencia	Área afectada (urbana, rural, mixta)	Afectación ocasionada (fuente hídrica, infraestructura de abastecimiento)		Nombre de la(s) fuente(s) hídrica(s) afectada(s)	Erosión hídrica potencial
				Fuente hídrica de abastecimiento	Infraestructura		
Caldas							
17174	Chinchiná	Baja	Rural	Sin información		Sin información	Severa
17614	Riosucio	Baja	Rural	X		Rio Aguas Claras	Severa
17873	Villamaría	Baja	Urbana		X	Sin información	Severa

10.2.2. Municipios con riesgo de desabastecimiento en invierno en Tolima

Los municipios del Tolima que presentan riesgo de desabastecimiento en temporada de lluvia por erosión hídrica potencial o flujos de lodos en la corriente, son Alvarado, Anzoátegui, Casabianca, Chaparral, Guamo, Herbeo, Ibagué, Icononzo, Líbano, Ortega, Rovira y Villahermosa.



IDEAM
Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA ENA 2022
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Subdirección de Hidrología

Anexo 8b. Municipios susceptibles al desabastecimiento hídrico en temporada de lluvia y afectación por erosión hídrica potencial.

Código DANE	Nombre municipio	Recurrencia	Área afectada (urbana, rural, mixta)	Afectación ocasionada (fuente hídrica, infraestructura de abastecimiento)		Nombre de la(s) fuente(s) hídrica(s) afectada(s)	Erosión hídrica potencial
				Fuente hídrica de abastecimiento	Infraestructura		
Tolima							
73026	Alvarado	Baja	Mixta		X	Sin información	Ligera
73043	Anzoátegui	Media	Mixta		X	Sin información	Moderada
73152	Casabianca	Media	Rural		X	Sin información	Severa
73168	Chaparral	Alta	Mixta	X	X	Río Tuluni y quebradas La Molina, El Cairo y San Jorge	Moderada
73319	Guamo	Baja	Rural		X	Sin información	Sin evidencia
73347	Herveo	Media	Rural		X	Sin información	Severa
73001	Ibagué	Baja	Mixta	X		Río Corbeima	Moderada
73352	Icononzo	Baja	Rural	Sin información		Sin información	Ligera
73411	Libano	Baja	Rural		X	Sin información	Moderada
73504	Ortega	Baja	Mixta	X	X	Ríos Ortega, Cucuana y Anaba	Ligera
73624	Rovira	Baja	Rural	X		Quebrada El Porvenir	Moderada
73870	Villahermosa	Media	Rural	Sin información		Sin información	Severa

10.3. Zonas en riesgo por sequía según las ERAS

Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH)

Determina la susceptibilidad del sistema hídrico en mantener una oferta para el abastecimiento de agua. Se calcula a través de una matriz de relación (Tabla 257) entre el índice de retención y regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA).

Tabla 257. Matriz de clasificación del índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico.

Fuente: (IDEAM, 2020c)

Matriz de Asociación IVH					
Índice de Uso del Agua - IUA	Índice de Retención y Regulación Hídrica - IRH				
	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja	Muy Baja
Categoría					
Muy Bajo	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Media	Media
Bajo	Baja	Baja	Baja	Media	Media
Moderado	Media	Media	Media	Alta	Alta
Alto	Media	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Muy Alto	Media	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Crítico	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 452

10.3.1. Quindío

La Evaluación Regional del Agua del Quindío 2023, dedica un capítulo completo a la vulnerabilidad por desabastecimiento de varias subzonas hidrográficas de este Departamento. Las siguientes, son, en síntesis, los apartes más importantes, todos, tomados del documento mencionado.

10.3.1 Zonas en riesgo de desabastecimiento por sequía en el Quindío

El cauce principal del río Quindío presenta una vulnerabilidad MEDIA al desabastecimiento hídrico, específicamente los tramos desde río Quindío 3, 5,6, 7, 8 Y 10 en año medio (Tabla

259). La presión aumenta en año seco para los tramos río Quindío 6, 7, 8, 10 y quebrada Lacha a una categoría MUY ALTA (Tabla 258).

Las unidades de análisis río Santo Domingo, río Verde Tramo 1, quebrada Buenavista tramos 1 y 2, río Roble Tramos 1, 3, 5, y 6, y la quebrada Lacha presentan una vulnerabilidad MEDIA al desabastecimiento en año medio. río Roble Tramos 1, 3, 5, 6 y 7, y quebrada Buenavista Tramos 1 y 2 tienen una vulnerabilidad MEDIA al desabastecimiento hídrico en condición hidrológica seca.

Las unidades quebrada Corozal, quebrada El Águila, quebrada El Naranjal, río Quindío La Tebaida, quebrada La Marina, y quebrada La Paloma tienen una vulnerabilidad MUY ALTA al desabastecimiento en año medio como se evidencia en la Tabla 260. Para año seco 18 fuentes abastecedoras se identifican con vulnerabilidad MUY ALTA por desabastecimiento hídrico (Tabla 261).

Tabla 258. Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año medio en las unidades hidrológicas de análisis

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año medio)	IVH (año medio)
Quebrada La Picota	Alta	Bajo	Baja
Rio Lejos	Alta	Bajo	Baja
Rio Navarco	Muy Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Quindío Tramo 1	Alta	Bajo	Baja
Rio Quindío Tramo 2	Alta	Bajo	Baja
Rio Quindío Tramo 3	Alta	Alto	Media
Rio Quindío Tramo 4	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Quindío Tramo 5	Muy Alta	Moderado	Media
Rio Quindío Tramo 6	Muy Alta	Muy Alto	Media
Rio Quindío Tramo 7	Muy Alta	Muy Alto	Media
Rio Quindío Tramo 8	Muy Alta	Muy Alto	Media
Rio Quindío Tramo 9	Muy Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Quindío Tramo 10	Muy Alta	Muy Alto	Media
Rio Quindío Tramo 11	Muy Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Quindío Tramo 12	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Santo Domingo	Alta	Moderado	Media
Rio Verde Tramo 1	Alta	Moderado	Media
Rio Verde Tramo 2	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio San Juan	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Gris	Alta	Bajo	Baja
Rio Rojo	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Quebrada Buenavista T 1	Muy Alta	Moderado	Media
Quebrada Buenavista T 2	Muy Alta	Alto	Media
Quebrada La Tigresa	Muy Alta	Bajo	Baja
Quebrada Campoalegre	Muy Alta	Bajo	Baja
Rio Roble Tramo 1	Alta	Alto	Media
Rio Roble Tramo 2	Alta	Bajo	Baja
Rio Roble Tramo 3	Alta	Moderado	Media
Rio Roble Tramo 4	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Roble Tramo 5	Alta	Alto	Media
Rio Roble Tramo 6	Alta	Moderado	Media
Rio Roble Tramo 7	Muy Alta	Bajo	Baja
Quebrada Lacha	Alta	Muy Alto	Media
Drenajes al rio Barbas	Muy Alta	Bajo	Baja
Drenajes al Rio Barragán	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Drenajes al Rio La Vieja	Muy Alta	Bajo	Baja
Quebrada Cristales	Muy Alta	Bajo	Baja
Rio Espejo	Muy Alta	Bajo	Baja

Tabla Tomada de la ERA Quindío 2023, página 453

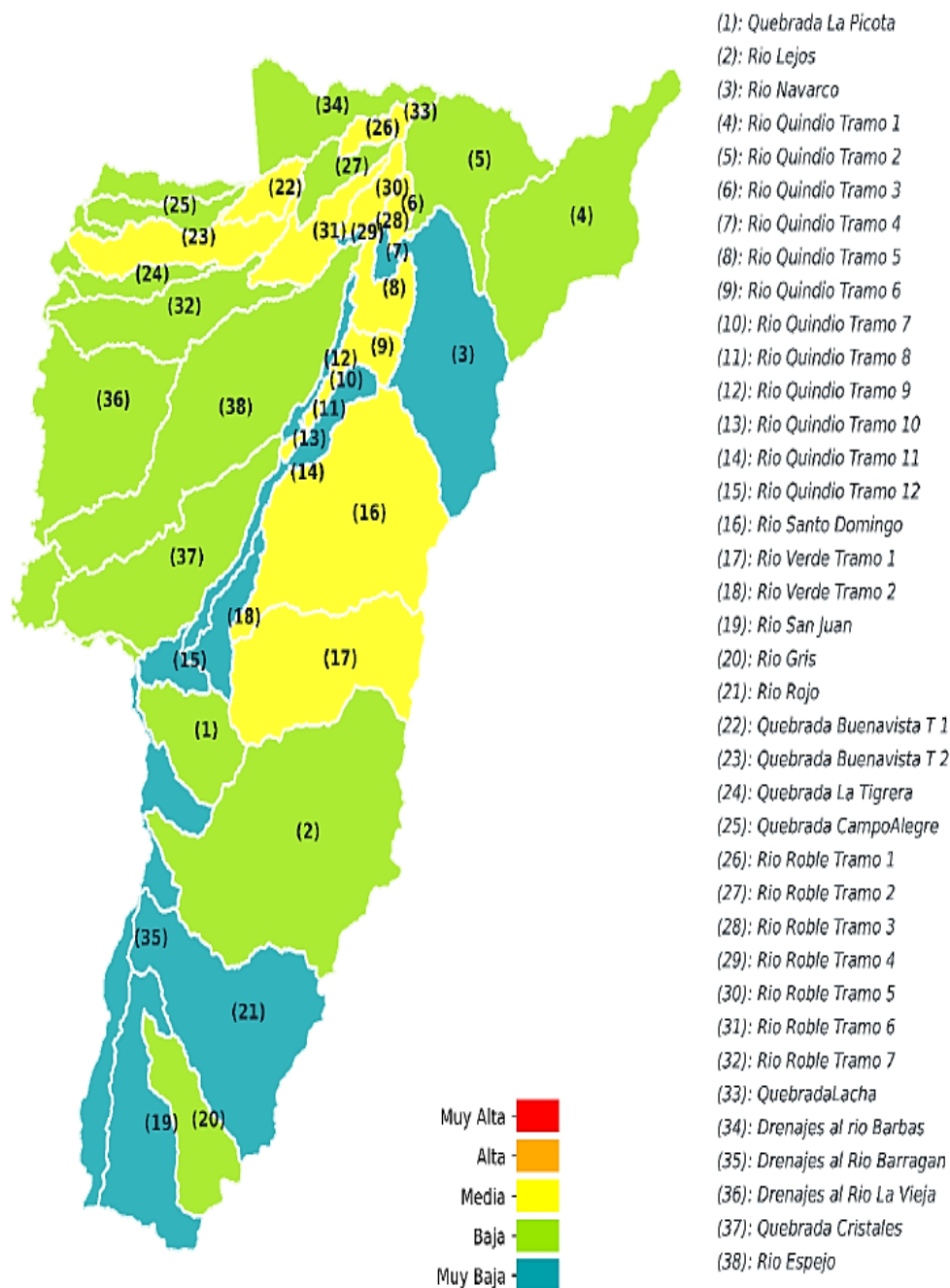


Figura 283. Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para año medio en las unidades hidrológicas de análisis

Figura Tomada Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 454

Tabla 259Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año seco en las unidades hidrológicas de análisis

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año seco)	IVH (año seco)
Quebrada La Picota	Alta	Bajo	Baja
Rio Lejos	Alta	Moderado	Media
Rio Navarco	Muy Alta	Bajo	Baja
Rio Quindío Tramo 1	Alta	Bajo	Baja
Rio Quindío Tramo 2	Alta	Bajo	Baja
Rio Quindío Tramo 3	Alta	Muy Alto	Media
Rio Quindío Tramo 4	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Quindío Tramo 5	Muy Alta	Alto	Media
Rio Quindío Tramo 6	Muy Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Quindío Tramo 7	Muy Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Quindío Tramo 8	Muy Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Quindío Tramo 9	Muy Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Quindío Tramo 10	Muy Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Quindío Tramo 11	Muy Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Quindío Tramo 12	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Santo Domingo	Alta	Muy Alto	Media
Rio Verde Tramo 1	Alta	Alto	Media
Rio Verde Tramo 2	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio San Juan	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Gris	Alta	Moderado	Media
Rio Rojo	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Quebrada Buenavista T 1	Muy Alta	Alto	Media
Quebrada Buenavista T 2	Muy Alta	Muy Alto	Media
Quebrada La Tigrera	Muy Alta	Bajo	Baja
Quebrada Campo Alegre	Muy Alta	Moderado	Media
Rio Roble Tramo 1	Alta	Muy Alto	Media
Rio Roble Tramo 2	Alta	Bajo	Baja
Rio Roble Tramo 3	Alta	Alto	Media
Rio Roble Tramo 4	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio Roble Tramo 5	Alta	Alto	Media
Rio Roble Tramo 6	Alta	Alto	Media
Rio Roble Tramo 7	Muy Alta	Moderado	Media
Quebrada Lacha	Alta	Crítico	Muy Alta
Drenajes al rio Barbas	Muy Alta	Moderado	Media
Drenajes al Rio Barragán	Alta	Bajo	Baja
Drenajes al Rio La Vieja	Muy Alta	Bajo	Baja
Quebrada Cristales	Muy Alta	Alto	Media
Rio Espejo	Muy Alta	Bajo	Baja

Tabla Tomado de Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 455

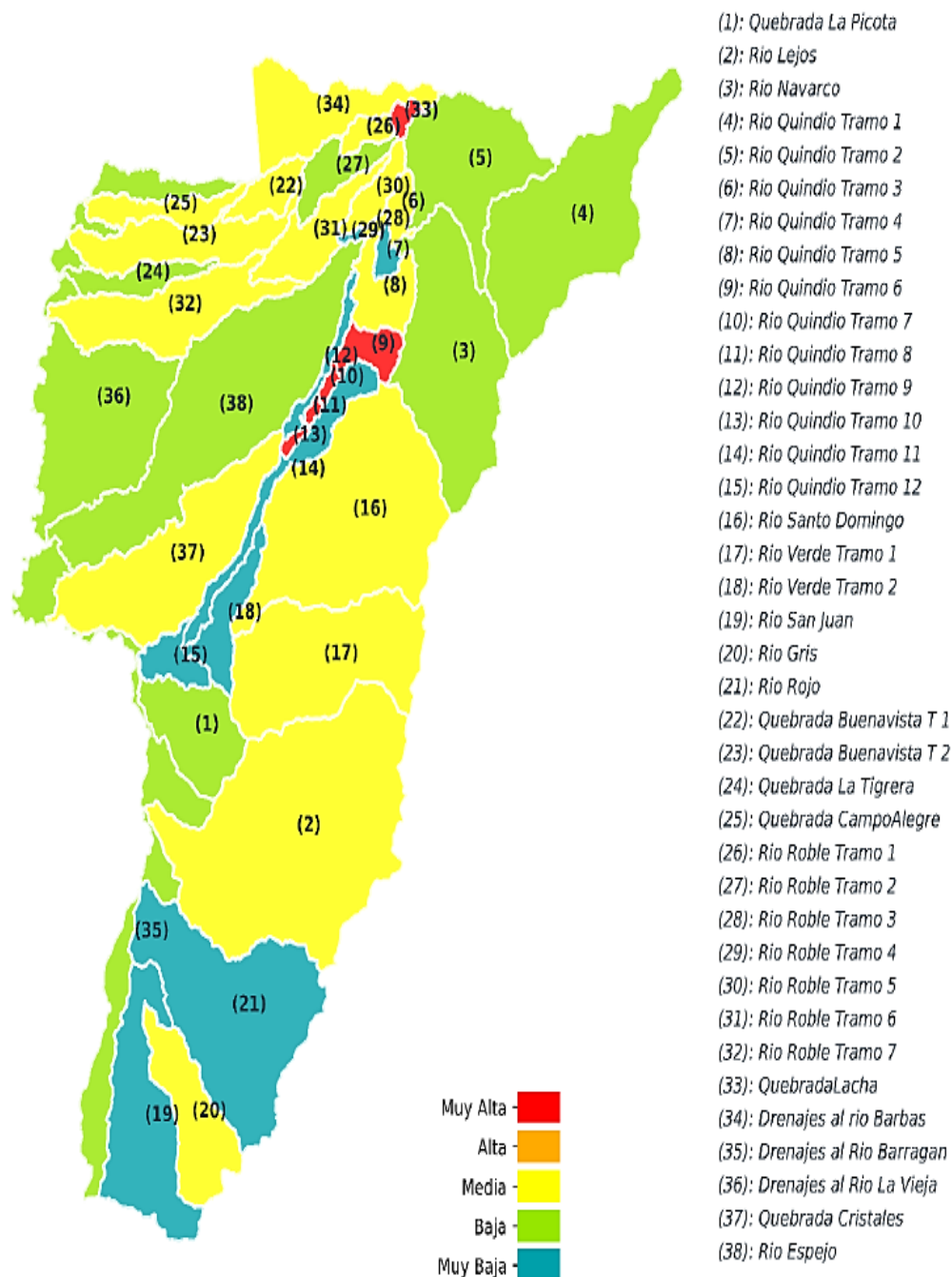


Figura 284. Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para año seco en las unidades hidrológicas de análisis

Figura Tomada de Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 456

Tabla 260. Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año medio en las fuentes abastecedoras de acueductos

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año medio)	IVH (año medio)
Quebrada Bolivia	Moderada	Muy Alto	Alta
Quebrada Corozal	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada La Cristalina	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada Cruz Gorda	Alta	Alto	Media
Quebrada El Águila	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada El Salado 2	Alta	Alto	Media
Quebrada El Salado La Gata	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada Diamantina	Alta	Alto	Media
Quebrada La Llorona	Alta	Moderado	Media
Quebrada La Picota	Alta	Alto	Media
Quebrada La Víbora	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada Las Pizarras	Alta	Moderado	Media
Quebrada El Naranjal	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada El Roble Los Justos	Alta	Alto	Media
Quebrada Pijao	Alta	Alto	Media
Rio Gris	Alta	Bajo	Baja
Rio Quindío EPA	Alta	Muy Alto	Media
Rio Quindío - La Tebaida	Muy Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Quindío Estación de Bombeo	Muy Alta	Muy Alto	Media
Rio Verde	Alta	Alto	Media
Quebrada San Rafael	Alta	Muy Alto	Media
Rio Santo Domingo	Alta	Moderado	Media
Quebrada Cajones	Alta	Alto	Media
Quebrada El Bosque	Alta	Alto	Media
Quebrada La Arenosa	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada La Marina	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada La Paloma	Moderada	Crítico	Muy Alta
Quebrada La Soledad	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada Lacha	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada Las Lajas	Alta	Alto	Media
Quebrada Buenavista	Alta	Muy Alto	Media
Rio Roble Circasia	Alta	Alto	Media
Rio Roble Montenegro 1	Alta	Alto	Media
Rio Roble Montenegro 2	Alta	Alto	Media

Tabla Tomada de Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 457

Tabla 261. Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año seco en las fuentes abastecedoras de acueductos

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año seco)	IVH (año seco)
Quebrada Bolivia	Moderada	Crítico	Muy Alta
Quebrada Corozal	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada La Cristalina	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada Cruz Gorda	Alta	Alto	Media
Quebrada El Aguila	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada El Salado 2	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada El Salado La Gata	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada Diamantina	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada La Llorona	Alta	Alto	Media
Quebrada La Picota	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada La Vibora	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada Las Pizarras	Alta	Alto	Media
Quebrada El Naranjal	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada El Roble Los Justos	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada Pijao	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Gris	Alta	Moderado	Media
Rio Quindío EPA	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Quindío - La Tebaida	Muy Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Quindío Estación de Bombeo	Muy Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Verde	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada San Rafael	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Santo Domingo	Alta	Alto	Media
Quebrada Cajones	Alta	Alto	Media
Quebrada El Bosque	Alta	Alto	Media
Quebrada La Arenosa	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada La Marina	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada La Paloma	Moderada	Crítico	Muy Alta
Quebrada La Soledad	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada Lacha	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada Las Lajas	Alta	Muy Alto	Media
Quebrada Buenavista	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Roble Circasia	Alta	Alto	Media
Rio Roble Montenegro 1	Alta	Muy Alto	Media
Rio Roble Montenegro 2	Alta	Alto	Media

Figura Tomada de Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 458

10.3.2. Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH) en Tolima

La ERA del Tolima estima este indicador para ubicar las zonas del Departamento con mayor riesgo. El IVH Determina la susceptibilidad del sistema hídrico en mantener una oferta para el abastecimiento de agua. Se calcula a través de una matriz de relación (Tabla 687) entre el índice de retención y regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA).

Tabla 687. Matriz de clasificación del índice de vulnerabilidad por **desabastecimiento** hídrico.
Fuente: (IDEAM, 2020c)

MATRIZ DE ASOCIACIÓN IVH					
Índice de Uso del Agua - IUA	Índice de Retención y Regulación Hídrica - IRH				
Categoría	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja	Muy Baja
Muy Bajo	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Media	Media
Bajo	Baja	Baja	Baja	Media	Media
Moderado	Media	Media	Media	Alta	Alta
Alto	Media	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Muy Alto	Media	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Crítico	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1516

En la subzona hidrográfica del río Coello se presenta una vulnerabilidad media al desabastecimiento hídrico para año medio (Figura en las unidades río Anaime, río Cocora, y quebrada Gualanday, en las dos primeras debido a la presión Moderada y Muy Alta por el uso del agua, y en la quebrada Gualanday por su muy bajo índice de regulación hídrica (Tabla 688, Figura 885). En las unidades río Combeima 2, río Combeima 3, río Combeima 4, y río Coello 5 la vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico es Muy Alta debido a que la presión por uso es Crítica. Para año seco se identifica una Muy Alta vulnerabilidad al desabastecimiento en las unidades río Cocora, río Combeima 2, río Combeima 3, río Combeima 4, y río Coello 5, y vulnerabilidad media para las unidades río Bermellón 1, río Anaime, río Coello 3, y quebrada Gualanday, lo cual ocurre por el aumento en el índice de uso del agua.

En la subzona hidrográfica del río Totare las unidades de análisis con Muy Alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en año medio son río Totare 3, río Alvarado, río La China 4, seguidas por río Chipalo 1 y río Chipalo 2 con vulnerabilidad Alta. Las unidades río Totare 2 y río Totare 4 presentan una vulnerabilidad media para año medio. En la condición hidrológica de año seco se intensifica la vulnerabilidad hídrica evidenciando una categoría Muy Alta en las unidades río Totare 3, río Alvarado 1, río La China 4, río Alvarado 2, río Totare 4, y río Totare 5, manteniéndose una vulnerabilidad Alta en las unidades río Chipalo 1 y río Chipalo 2 (Figura 887 y Figura 888).

La subzona hidrográfica del río Opia tiene una Alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en la unidad río Opia 1 en año medio, mientras que en año seco se incrementa a la categoría Muy Alta debido a que el índice de uso del agua pasa a Alto aunado a la Muy Baja regulación hídrica que presenta esta unidad (Figura 889, Figura 890). Por su parte, las unidades de análisis quebrada Doima, río Opia 2, y drenajes directos al Magdalena presentan una vulnerabilidad media por la muy baja capacidad de regulación hídrica a pesar de tener un índice de uso del agua bajo.

41.1.1. IVH en la subzona hidrográfica del río Coello

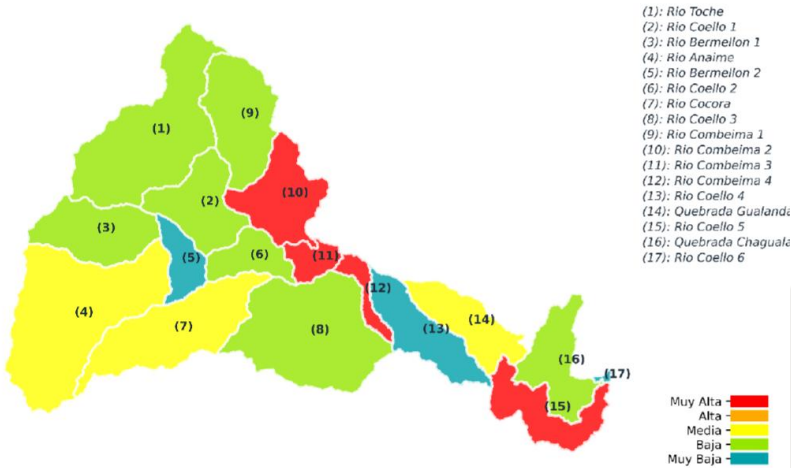


Figura 885. Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para año medio en la SZH del río Coello

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1516

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año medio)	IVH (año medio)
Río Toche	Alta	Bajo	Baja
Río Coello 1	Alta	Bajo	Baja
Río Bermellón 1	Moderada	Bajo	Baja
Río Anaime	Alta	Moderado	Media
Río Bermellón 2	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Río Coello 2	Alta	Bajo	Baja
Río Cocora	Alta	Muy Alto	Media
Río Coello 3	Alta	Bajo	Baja
Río Combeima 1	Alta	Bajo	Baja
Río Combeima 2	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Combeima 3	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Combeima 4	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Coello 4	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Quebrada Gualanday	Muy Baja	Bajo	Media
Río Coello 5	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada Chaguala	Moderada	Bajo	Baja
Río Coello 6	Alta	Muy Bajo	Muy Baja

Tabla 688. Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año medio en la SZH del río Coello

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1519

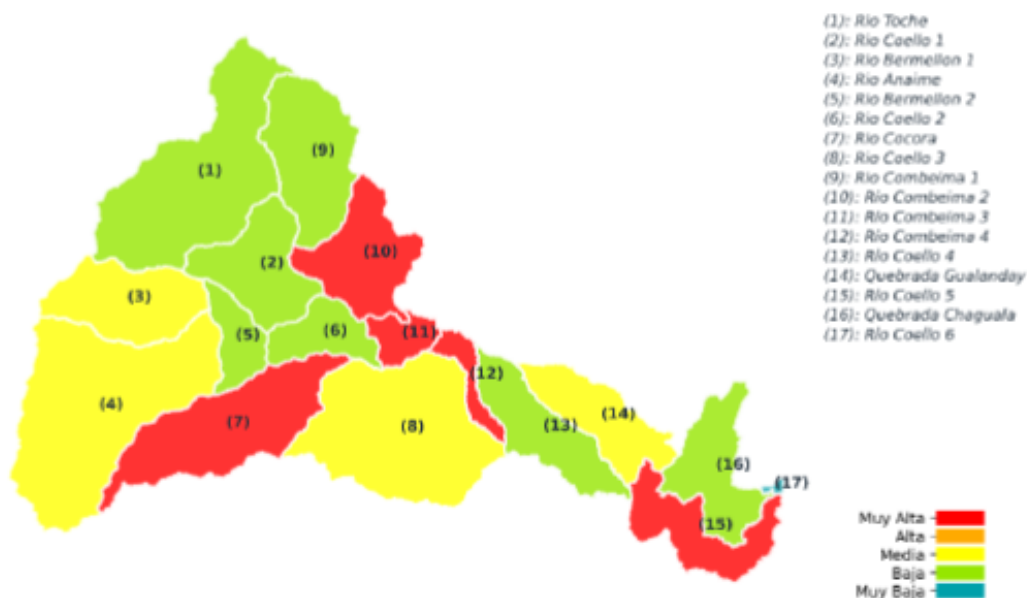


Figura 886. Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para año seco en la SZH del río Coello

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año seco)	IVH (año seco)
Río Toche	Alta	Bajo	Baja
Río Coello 1	Alta	Bajo	Baja
Río Bermellón 1	Moderada	Moderado	Media
Río Anaime	Alta	Alto	Media
Río Bermellón 2	Alta	Bajo	Baja
Río Coello 2	Alta	Bajo	Baja
Río Cocora	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Coello 3	Alta	Moderado	Media
Río Combeima 1	Alta	Bajo	Baja
Río Combeima 2	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Combeima 3	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Combeima 4	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Coello 4	Alta	Bajo	Baja
Quebrada Gualanday	Muy Baja	Bajo	Media
Río Coello 5	Alta	Crítico	Muy Alta
Quebrada Chaguala	Moderada	Bajo	Baja
Río Coello 6	Alta	Muy Bajo	Muy Baja

Tabla 689. Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año seco en la SZH del río Coello

Figura Tomada del ERA Tolima, CORTOLIMA 2021, página 1520

La subzona hidrográfica río Recio-Venadillo tiene una vulnerabilidad Muy Alta en las unidades río Recio 5, río Recio 6 y río Venadillo 2 tanto en año medio como seco. La unidad río Venadillo 1 presenta una vulnerabilidad Media en año medio y pasa a Muy Alta en año seco. El resto de las unidades de análisis en esta subzona tienen vulnerabilidades baja y muy baja en ambas condiciones hidrológicas (Figura 891 y Figura 892).

41.1.2. IVH en la subzona hidrográfica del río Totare

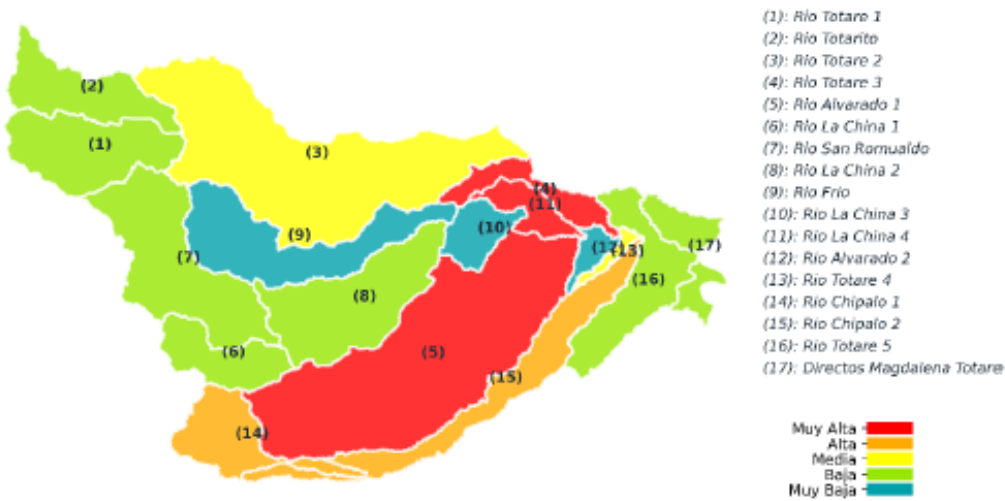


Figura 887. Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para año medio en la SZH del río Totare

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año medio)	IVH (año medio)
Río Totare 1	Moderada	Muy Bajo	Baja
Río Totarito	Moderada	Muy Bajo	Baja
Río Totare 2	Alta	Moderado	Media
Río Totare 3	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Alvarado 1	Alta	Crítico	Muy Alta
Río La China 1	Moderada	Bajo	Baja
Río San Romualdo	Moderada	Muy Bajo	Baja
Río La China 2	Moderada	Muy Bajo	Baja
Río Frio	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Río La China 3	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Río La China 4	Alta	Crítico	Muy Alta
Río Alvarado 2	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Río Totare 4	Alta	Moderado	Media
Río Chipalo 1	Moderada	Muy Alto	Alta
Río Chipalo 2	Moderada	Muy Alto	Alta
Río Totare 5	Alta	Bajo	Baja
Directos Magdalena Totare	Moderada	Muy Bajo	Baja

Tabla 690. Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año medio en la SZH del río Totare

Figura Tomada del ERA Tolima, CORTOLIMA 2021, página 1520

En la subzona hidrográfica del río Lagunilla se observa una muy alta vulnerabilidad al desabastecimiento en las unidades río Lagunilla 4 y quebrada Palmas en año medio; la unidad río Vallecitos presenta una vulnerabilidad Alta y las unidades río Bledo, río Lagunilla 6, quebrada La Joya y drenajes Directos al Magdalena una vulnerabilidad Media en esta misma condición hidrológica. El resto de las unidades de análisis tienen vulnerabilidades bajas y muy bajas en año medio. Para la condición hidrológica de año seco, las unidades río Vallecitos, río Lagunilla 4, quebrada Palmas y río Lagunilla 6 tienen una vulnerabilidad Muy Alta al desabastecimiento hídrico debido al aumento en el valor del IUA, así mismo las unidades río Bledo, quebrada La Joya y drenajes Directos al Magdalena mantienen una vulnerabilidad Media en año seco (Figura 893 y Figura 894).

Las unidades río Sucio y drenajes directos al Magdalena de la subzona hidrográfica del río Gualí tiene una Muy Alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico en ambas condiciones hidrológicas.

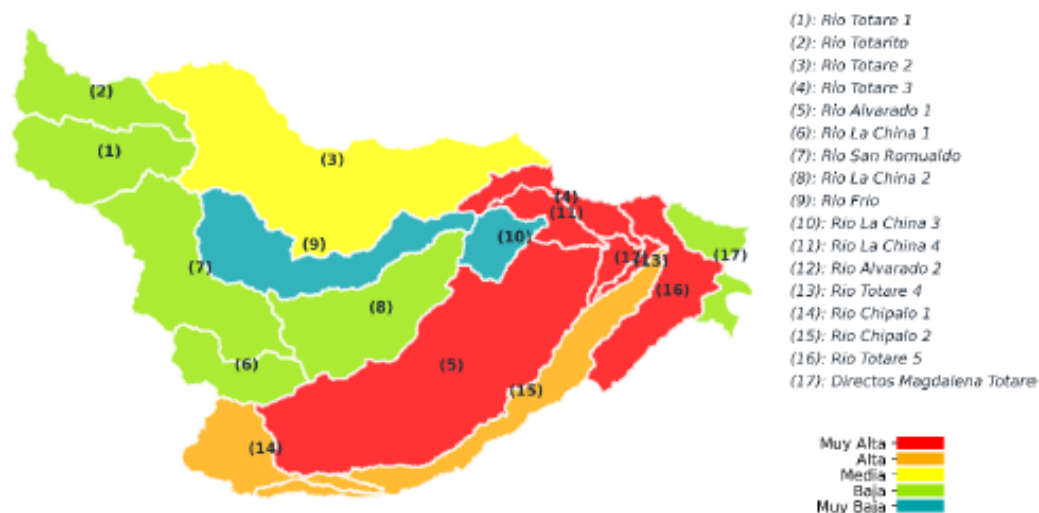


Figura 888. Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para año seco en la SZH del río Totare

Unidad de Análisis	Categoría IRH	Categoría IUA (año seco)	IVH (año seco)
Rio Totare 1	Moderada	Muy Bajo	Baja
Rio Totarito	Moderada	Muy Bajo	Baja
Rio Totare 2	Alta	Alto	Media
Rio Totare 3	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Alvarado 1	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio La China 1	Moderada	Bajo	Baja
Rio San Romualdo	Moderada	Muy Bajo	Baja
Rio La China 2	Moderada	Muy Bajo	Baja
Rio Frio	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio La China 3	Alta	Muy Bajo	Muy Baja
Rio La China 4	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Alvarado 2	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Totare 4	Alta	Crítico	Muy Alta
Rio Chipalo 1	Moderada	Muy Alto	Alta
Rio Chipalo 2	Moderada	Muy Alto	Alta
Rio Totare 5	Alta	Crítico	Muy Alta
Directos Magdalena Totare	Moderada	Muy Bajo	Baja

Tabla 691. Clasificación del índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico para año seco en la SZH del río Totare

Figura Tomada del ERA Tolima, CORTOLIMA 2021, página 1522

En cuanto a la subzona hidrográfica del río Guarinó, se observa que la unidad río Guarinó 6 tiene una vulnerabilidad media en año hidrológico medio, pero debido al aumento en la presión por el uso del agua en año seco a una condición Crítica, la vulnerabilidad se incrementa a Muy Alta.

10.4. Zonas con vulnerabilidad hídrica por Eventos Torrenciales según las ERAS

10.4.1. Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET) en Quindío

El índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales (IVET) se calculó a través de la relación entre el índice morfométrico de torrencialidad y el índice de variabilidad de los caudales, cuya clasificación se presenta en la Tabla 262.

Tabla 262. Categorías del índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales. (Fuente: IDEAM, 2013)

Categoría índice de variabilidad de caudales	Categoría del índice morfométrico de torrencialidad				
	Muy baja	baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja	Muy baja	Muy baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy alta
Media	Baja	Media	Alta	Alta	Muy alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy alta	Muy alta
Muy alta	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta

Figura Tomada de Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 459

Las unidades hidrológicas de análisis presentan una vulnerabilidad a eventos torrenciales Media, a excepción de la unidad quebrada Lacha cuya categoría es Baja (Tabla 266). Esto se debe principalmente a que a pesar de tener en algunas unidades un índice morfométrico de susceptibilidad Moderada a las avenidas torrenciales, en todos los casos la categoría de variabilidad es Baja. Lo cual se explica en que el índice es sensible al tamaño de la unidad hidrográfica analizada, siendo más apropiada su utilización en unidades hidrográficas de menor extensión.

En relación con las fuentes abastecedoras de acueductos, se evidenció que las microcuencas de las quebradas Bolivia, Corozal, El Águila, Diamantina, La Llorona, La Víbora, Las Pizarras, El Roble (Los Justos), El Bosque, La Marina, La Paloma, Buenavista y los ríos Gris, Quindío, Verde, río Roble, y río Santo Domingo presentan una vulnerabilidad Alta frente a eventos torrenciales (Tabla 267) debido principalmente a su Alto índice morfométrico de susceptibilidad a avenidas torrenciales.

Tabla 267. Clasificación de los índices morfométrico de torrencialidad, variabilidad y vulnerabilidad a eventos torrenciales en las fuentes abastecedoras de acueductos en el periodo 1990 a 2022

Unidad de Análisis	Categoría de Índice Morfométrico	Categoría de Variabilidad	IVET
Quebrada Bolivia	Alta	Media	Alta
Quebrada Corozal	Alta	Baja	Alta
Quebrada La Cristalina	Baja	Media	Media
Quebrada Cruz Gorda	Moderada	Baja	Media
Quebrada El Águila	Alta	Baja	Alta
Quebrada El Salado 2	Moderada	Baja	Media
Quebrada El Salado La Gata	Moderada	Baja	Media
Quebrada Diamantina	Alta	Baja	Alta
Quebrada La Llorona	Alta	Baja	Alta
Quebrada La Picota	Moderada	Baja	Media
Quebrada La Víbora	Alta	Baja	Alta
Quebrada Las Pizarras	Alta	Baja	Alta
Quebrada El Naranjal	Moderada	Baja	Media
Quebrada El Roble Los Justos	Alta	Baja	Alta
Quebrada Pijao	Moderada	Baja	Media
Rio Gris	Alta	Baja	Alta
Rio Quindio EPA	Alta	Baja	Alta
Rio Quindio Tebaida	Alta	Baja	Alta
Rio Quindio Est Bombeo	Alta	Baja	Alta
Rio Verde	Alta	Baja	Alta
Quebrada San Rafael	Moderada	Baja	Media
Rio Santo Domingo	Alta	Baja	Alta
Quebrada Cajones	Moderada	Baja	Media
Quebrada El Bosque	Moderada	Media	Alta
Quebrada La Arenosa	Moderada	Baja	Media
Quebrada La Marina	Moderada	Media	Alta
Quebrada La Paloma	Moderada	Media	Alta
Quebrada La Soledad	Moderada	Baja	Media
Quebrada Lacha	Moderada	Baja	Media
Quebrada Las Lajas	Moderada	Baja	Media
Quebrada Buenavista	Alta	Baja	Alta
Rio Roble Circasia	Moderada	Baja	Media
Rio Roble Montenegro 1	Alta	Baja	Alta
Rio Roble Montenegro 2	Alta	Baja	Alta

Figura Tomada de Evaluación Regional del Agua del Quindío, CRQ año 2023 página 464

10.4.2. Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET) en Tolima

El índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales (IVET) se calculó a través de la relación entre el índice morfométrico de torrencialidad y el índice de variabilidad de los caudales, cuya clasificación se presenta en la Tabla 704

Tabla 704. Categorías del índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales. (Fuente: IDEAM, 2013)

Categoría índice de variabilidad de caudales	Categoría del índice morfométrico de torrencialidad				
	Muy baja	baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja	Muy baja	Muy baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy alta
Media	Baja	Media	Alta	Alta	Muy alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy alta	Muy alta
Muy alta	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1535

Las unidades río Coello 1, río Coello 2, río Combeima 1, río Combeima 2, río Bermellón 1 y quebrada Gualanday presentan una alta vulnerabilidad a eventos torrenciales (Figura 901), en el caso de las cuatro primeras debido a su alta susceptibilidad morfométrica a la generación de respuestas hidrológicas rápidas frente a eventos hidrometeorológicos de corta duración, mientras que, en las dos últimas unidades, su grado de vulnerabilidad se debe a la media y muy alta variabilidad de caudales (Tabla 708). En el resto de las unidades de análisis de la subzona hidrográfica del río Coello se evidencia una vulnerabilidad media (Figura 901).

Aunque en la subzona hidrográfica del río Totare se tienen condiciones morfométricas de moderada incidencia en la susceptibilidad (Tabla 709), se evidencia una alta vulnerabilidad a eventos torrenciales en 11 unidades de análisis debido a su alta y media variabilidad de caudales (río Totare 1, río Totarito, río La China 1, río San Romualdo, río La China 2, río Frio, río La China 3, río La China 4, río Alvarado 2, río Chipalo 1, y río Chipalo 2, Figura 902, Tabla 709). En las unidades restantes el grado de vulnerabilidad es medio.

La subzona hidrográfica del río Opia presenta un índice morfométrico moderado, a pesar de ello, su grado de vulnerabilidad a eventos torrenciales es alto (Figura 903) debido a que sus unidades de análisis tienen muy alta (río Opia 1), alta (río Opia 2) y media (quebrada Doima y drenajes directos al Magdalena) variabilidad de caudales (Tabla 710).

Para la subzona hidrográfica del río Lagunilla se evidencia que las unidades río Vallecitos, quebrada Palmas, quebrada La Joya y drenajes directos al Magdalena presentan un alto grado de vulnerabilidad a eventos torrenciales (Figura 905) debido a su muy alto, alto y medio grado de variabilidad de caudales (Tabla 712). El cual es bajo para las demás unidades de análisis confiriéndoles una categoría de vulnerabilidad media a las unidades río Lagunilla 1, río Lagunilla 2, río Azufrado, río Lagunilla 3, río Lagunilla 4, río Bledo, río Lagunilla 5, río Lagunilla 6, río Lagunilla 7 (Tabla 712).

En la subzona hidrográfica del río Gualí se observa una alta vulnerabilidad a eventos torrenciales en las unidades Gualí 1, río Cajones, río Gualí 2, río Aguacatal, río Gualí 3, río Gualí 4, y drenajes directos al Magdalena (Figura 907), dado su medio grado de variabilidad

de caudales (Tabla 714). Para el caso de las demás unidades de análisis se tiene un IVET medio ya que su índice de variabilidad de caudales es bajo (Tabla 714).

La subzona hidrográfica del río Guarinó tiene una alta vulnerabilidad a eventos torrenciales en las unidades río Hondo, río Guarinó 2 y río Guarinó 3 localizadas en su parte alta (Figura 908). Para el caso de las dos primeras unidades su clasificación se debe a una variabilidad de caudales media, mientras que la unidad río Guarinó 3 presenta un índice morfométrico torrencial alto (Tabla 715).

41.2.1. IVET en la subzona hidrográfica del río Coello

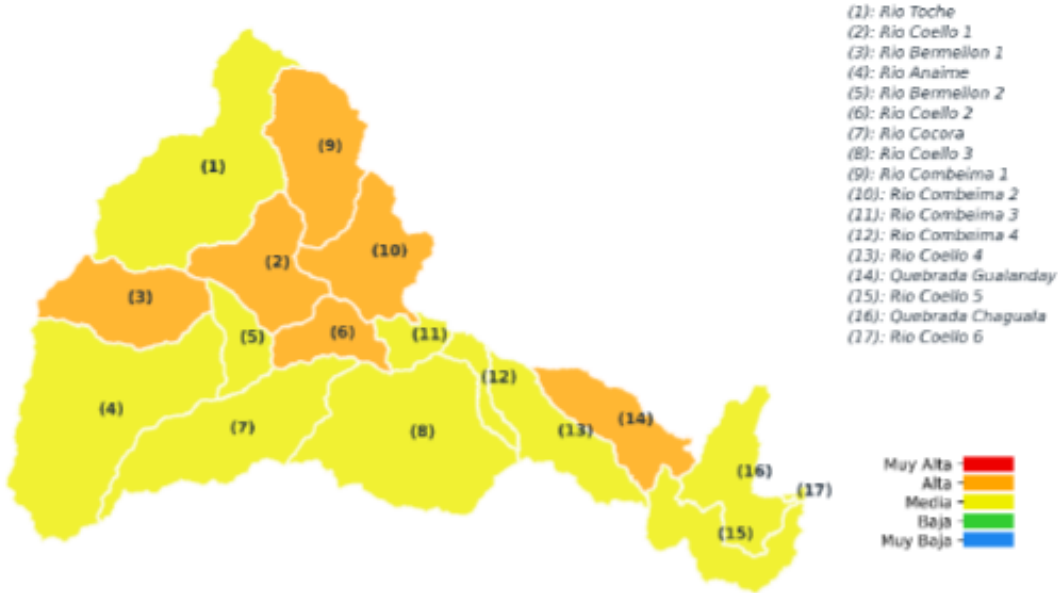


Figura 901. Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales en la subzona hidrográfica del río Coello

UNIDAD DE ANÁLISIS	CATEGORÍA DE ÍNDICE MORFOMÉTRICO	CATEGORÍA DE VARIABILIDAD	IVET
Río Toche	Moderada	Baja	Media
Río Coello 1	Alta	Baja	Alta
Río Bermellón 1	Moderada	Media	Alta
Río Anaime	Moderada	Baja	Media
Río Bermellón 2	Moderada	Baja	Media
Río Coello 2	Alta	Baja	Alta
Río Cocora	Moderada	Baja	Media
Río Coello 3	Moderada	Baja	Media
Río Combeima 1	Alta	Baja	Alta
Río Combeima 2	Alta	Baja	Alta
Río Combeima 3	Moderada	Baja	Media
Río Combeima 4	Moderada	Baja	Media
Río Coello 4	Moderada	Baja	Media
Quebrada Gualanday	Moderada	Muy Alta	Alta
Río Coello 5	Moderada	Baja	Media
Quebrada Chaguala	Moderada	Baja	Media
Río Coello 6	Moderada	Baja	Media

Tabla 708. Clasificación de los índices morfométrico de torrencialidad, variabilidad y vulnerabilidad a eventos torrenciales en la SZH del río Coello

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1539

41.2.2. IVET en la subzona hidrográfica del río Totare

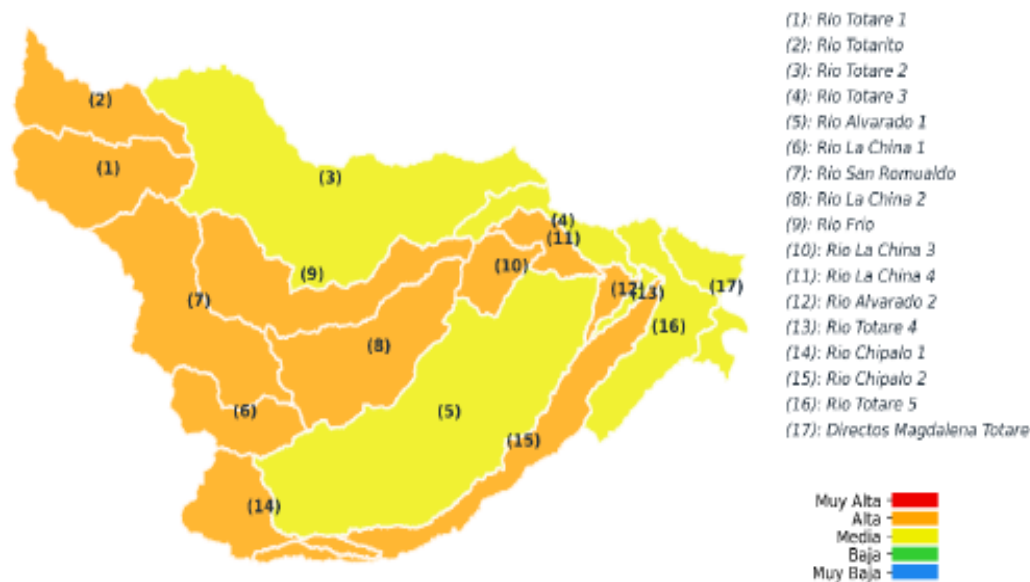


Figura 902. Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales en la subzona hidrográfica del río Totare

UNIDAD DE ANÁLISIS	CATEGORÍA DE ÍNDICE MORFOMÉTRICO	CATEGORÍA DE VARIABILIDAD	IVET
Rio Totare 1	Moderada	Alta	Alta
Rio Totarito	Moderada	Alta	Alta
Rio Totare 2	Moderada	Baja	Media
Rio Totare 3	Moderada	Baja	Media
Rio Alvarado 1	Moderada	Baja	Media
Rio La China 1	Moderada	Media	Alta
Rio San Romualdo	Moderada	Media	Alta
Rio La China 2	Moderada	Media	Alta
Rio Frio	Moderada	Media	Alta
Rio La China 3	Moderada	Media	Alta
Rio La China 4	Moderada	Media	Alta
Rio Alvarado 2	Moderada	Media	Alta
Rio Totare 4	Baja	Baja	Media
Rio Chipalo 1	Moderada	Media	Alta
Rio Chipalo 2	Moderada	Media	Alta
Rio Totare 5	Moderada	Baja	Media
Directos Magdalena Totare	Baja	Media	Media

Tabla 709. Clasificación de los índices morfométrico de torrencialidad, variabilidad y vulnerabilidad a eventos torrenciales en la SZH del río Totare

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1540

41.2.3. IVET en la subzona hidrográfica del río Opia

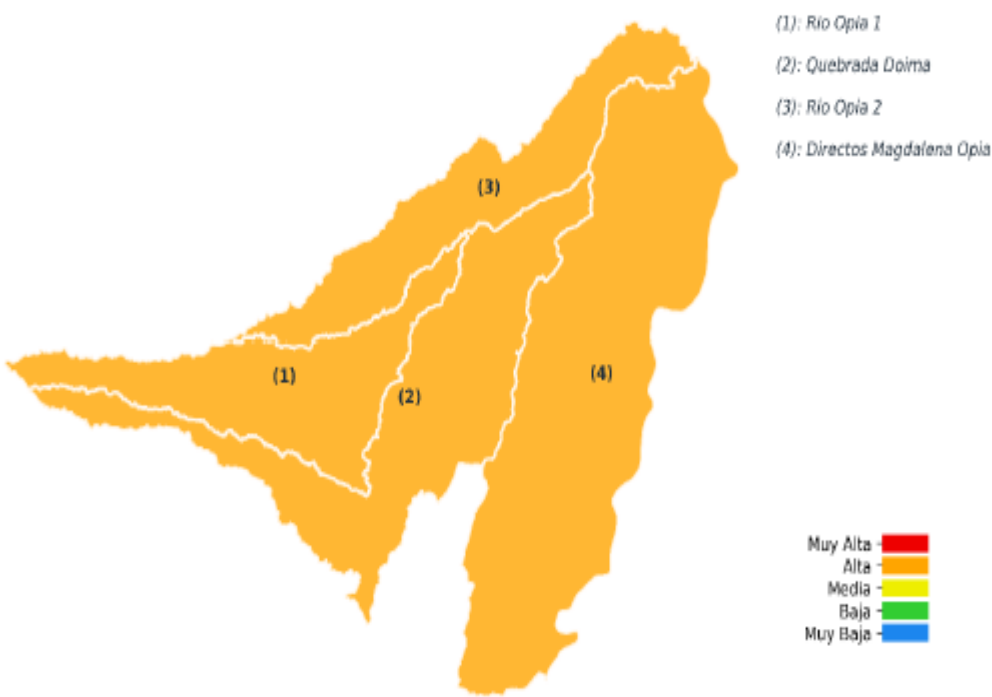


Figura 903. Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales en la subzona hidrográfica del río Opia

UNIDAD DE ANÁLISIS	CATEGORÍA DE ÍNDICE MORFOMÉTRICO	CATEGORÍA DE VARIABILIDAD	IVET
Río Opia 1	Moderada	Muy Alta	Alta
Quebrada Doima	Moderada	Media	Alta
Río Opia 2	Moderada	Alta	Alta
Directos Magdalena Opia	Moderada	Media	Alta

Tabla 710. Clasificación de los índices morfométrico de torrencialidad, variabilidad y vulnerabilidad a eventos torrenciales en la SZH del río Opia

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1541

41.2.5. IVET en la subzona hidrográfica del río Lagunilla

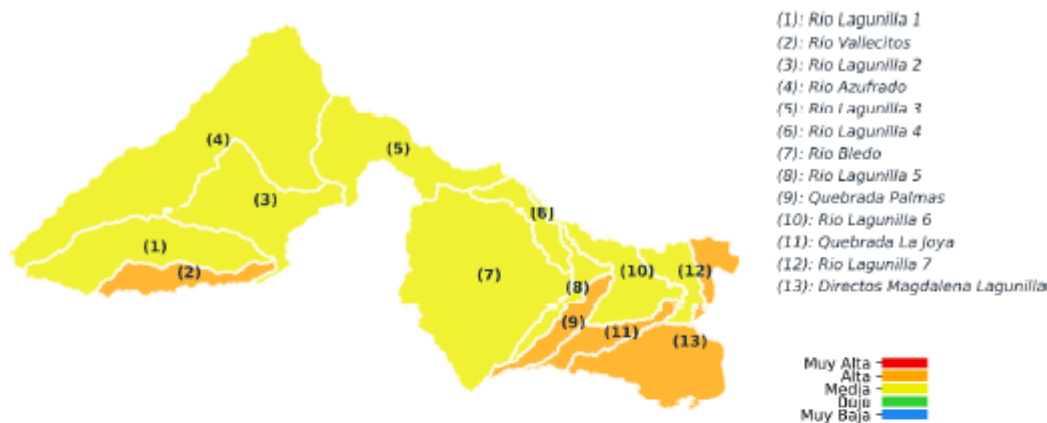


Figura 905. Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales en la subzona hidrográfica del río Lagunilla

UNIDAD DE ANÁLISIS	CATEGORÍA DE ÍNDICE MORFOMÉTRICO	CATEGORÍA DE VARIABILIDAD	IVET
Rio Lagunilla 1	Moderada	Baja	Media
Rio Vallecitos	Moderada	Media	Alta
Rio Lagunilla 2	Moderada	Baja	Media
Rio Azufrado	Moderada	Baja	Media
Rio Lagunilla 3	Moderada	Baja	Media
Rio Lagunilla 4	Moderada	Baja	Media
Rio Bledo	Moderada	Baja	Media
Rio Lagunilla 5	Moderada	Baja	Media
Quebrada Palmas	Moderada	Muy Alta	Alta
Rio Lagunilla 6	Moderada	Baja	Media
Quebrada La Joya	Moderada	Muy Alta	Alta
Rio Lagunilla 7	Moderada	Baja	Media
Directos Magdalena Lagunilla	Moderada	Alta	Alta

Tabla 712. Clasificación de los índices morfométrico de torrencialidad, variabilidad y vulnerabilidad a eventos torrenciales en la SZH del río Lagunilla

Figura Tomada de la ERA Tolima 2023, Página 1542

10.5. Relación Oferta y Demanda y zonas críticas según los Balances Hídricos

10.5.1. Quindío

La CRQ viene realizando los Balances Hídricos para las Subzonas hidrográficas del territorio de su competencia, lo que genera información más precisa y puntual sobre la realidad de la oferta y la demanda de agua a escala local. Se presentan a continuación en detalle, los casos de Armenia, Filandia y Circasia que por el número de habitantes y la severidad que puede tener un tiempo de sequía, merecen especial atención.

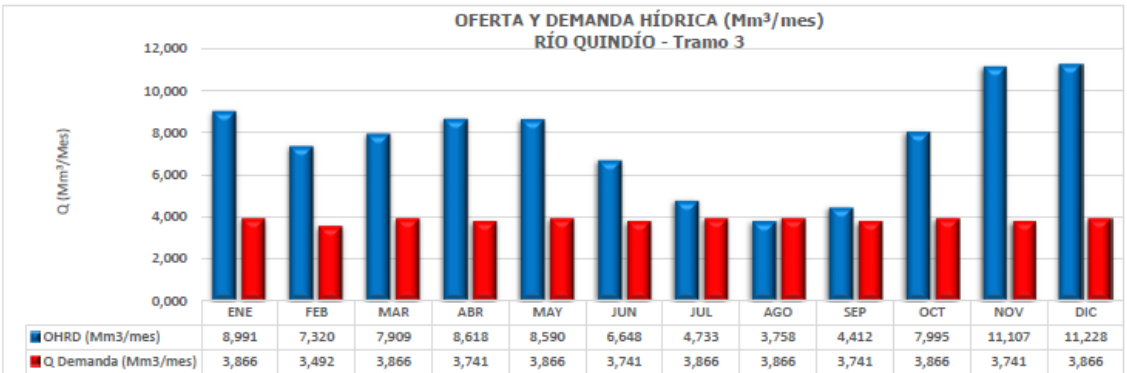
Para Armenia, cuya fuente hídrica es el río Quindío en el Tramo 3, se tiene el comportamiento descrito por las gráficas siguientes:

RIO QUINDÍO – TRAMO 3: Desde aguas arriba de la Bocatoma del Municipio de Armenia hasta aguas arriba de la confluencia del río Navarco.

Tramo RQ2-RQ3	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q Ambiental (m³/s)	1,254	0,967	1,093	1,275	1,352	1,143	0,927	0,727	0,626	0,860	1,386	1,488	1,092
Q medio (m³/s)	4,611	3,993	4,046	4,600	4,559	3,708	2,694	2,130	2,328	3,845	5,671	5,680	3,989
OHRD (m³/s)	3,357	3,026	2,953	3,325	3,207	2,565	1,767	1,403	1,702	2,985	4,285	4,192	2,897
OHRD (Mm³/mes)	8,991	7,320	7,909	8,618	8,590	6,648	4,733	3,758	4,412	7,995	11,107	11,228	7,609

Q Demanda (Mm³/mes)	3,866	3,492	3,866	3,741	3,866	3,741	3,866	3,866	3,741	3,866	3,741	3,866	3,793
ÍNDICE USO DEL AGUA (%)	42,99	47,70	48,88	43,41	45,01	56,27	81,68	>100	84,80	48,35	33,68	34,43	55,84

Caudales medios y ambientales tomados del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Unidad Hidrográfica del Río Quindío; estimados a través del modelo distribuido TETIS. Resolución 1801 de 2015.



Página | 12

Figura Tomada del Balance de Agua del Quindío 2023, página 12

Para Circasia y Filandia, cuya fuente de agua en el acueducto es el Río Roble

RIO ROBLE – TRAMO 1: Desde el nacimiento de la quebrada Portachuelo hasta antes del centro urbano de Filandia.

TRAMO 1	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q Ambiental (m³/s)	0,132	0,117	0,117	0,121	0,131	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,136	0,121
Q Medio (m³/s)	0,308	0,226	0,262	0,290	0,275	0,220	0,141	0,121	0,165	0,276	0,353	0,373	0,251
OHRD (m³/s)	0,176	0,109	0,145	0,169	0,145	0,103	0,025	0,004	0,049	0,159	0,236	0,237	0,130
OHRD (Mm³/mes)	0,471	0,265	0,389	0,437	0,388	0,267	0,066	0,011	0,126	0,427	0,612	0,636	0,341
Q Demanda Mm³/mes	0,154	0,139	0,154	0,149	0,154	0,149	0,154	0,154	0,149	0,154	0,149	0,154	0,15
ÍNDICE DE USO DEL AGUA (%)	32,63	52,41	39,47	34,02	39,62	55,80	>100	>100	>100	36,01	24,31	24,17	>100

Caudales medios y ambientales tomados del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Unidad Hidrográfica del Río Roble; estimados a través del modelo distribuido TETIS. Resolución 1844 de 2020.

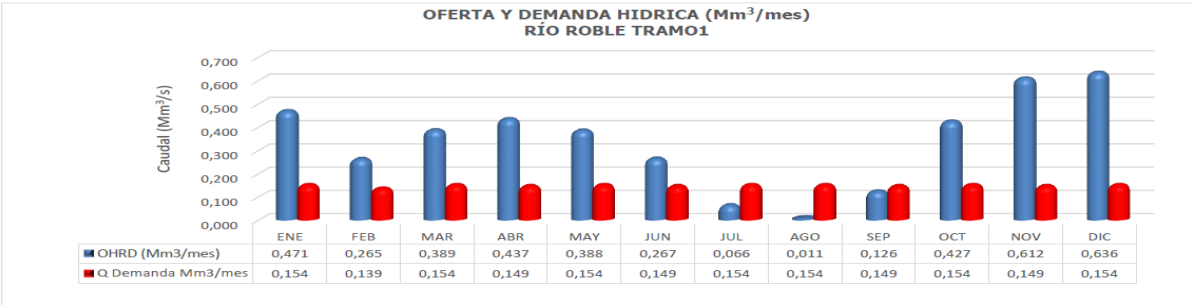


Figura Tomada del Balance Hídrico del Quindío, CRQ 2023, página 26

Para los ríos que más demanda de agua atienden en el Departamento del Quindío (Río Quindío, Río Roble, Río Espejo, Río Lejos, Río Rojo y Quebrada Buenavista), el Balance Hídrico 2023 de la CRQ, promediando mensualmente el porcentaje del índice de uso del agua para cada fuente en estudio, obtuvo los siguientes resultados contenidos en la tabla 4 en relación con la oferta, la demanda y el índice de uso de agua.

Con base en la Tabla 4, el análisis arroja que, a nivel de unidad hidrográfica, se observa un Índice de Uso del Agua **MUY ALTO** para la unidad hidrográfica río Roble, siendo este valor mayor a 100, para el total del aprovechamiento.

Así mismo, se identifica un Índice de Uso del Agua **ALTO** para el total del aprovechamiento hídrico relacionado con el río Quindío y las quebradas Buenavista, Cristales y Lacha. Es de anotar que la unidad hidrográfica Lacha, fue objeto de reglamentación como uno de los tributarios directos y priorizados en la reglamentación del uso de las aguas de la unidad hidrográfica río Barbas, por lo que el índice disminuyó considerablemente, teniendo en cuenta que se llevó a cabo el ajuste en las concesiones a los usuarios ubicados en esta fuente hídrica.

Se observó que la presión de la demanda es **BAJO**, para las unidades hidrográficas río Espejo, Lejos, Rojo, Barbas y la quebrada Los Ángeles-Campo Alegre, lo que se relaciona con un índice en color verde.

Unidad Hidrográfica	Unidad Hidrográfica / Tramo	Demanda Potencial de agua (Mm³/Año)	Oferta Hidrica Regional Disponible (Mm3/Año)	Índice de Uso del Agua (IUA) Promedio por Tramo	Índice de Uso del Agua (IUA) Unidad Hidrográfica	Demanda (Mm³/Año)	Oferta Hidrica Regional Disponible (Mm3) (Mm3/Año)
RÍO QUINDÍO	Río Quindío Tramo 1	3,23	35,50	9,99	29,81	90,82	90,06
	Río Quindío Tramo 2	0,96	90,57	1,18			
	Río Quindío Tramo 3	45,52	91,31	55,84			
	Río Quindío Tramo 4	0,01	23,89	0,07			
	Río Quindío Tramo 5	13,39	39,59	>100			
	Río Quindío Tramo 6	0,33	50,32	1,26			
	Río Quindío Tramo 7	7,61	52,55	23,95			
	Río Quindío Tramo 8	0,55	54,14	1,63			
	Río Quindío Tramo 9	0,05	58,43	0,14			
	Río Quindío Tramo 10	0,00	59,96	0,00			
	Río Quindío Tramo 11	0,72	42,87	28,90			
	Río Quindío Tramo 12	0,29	90,06	0,37			
	Río Navarco Tramo Único	0,14	28,66	0,51			
	Río Santo Domingo Tramo Único	9,68	35,93	27,74			
	Río Verde Tramo Único	7,74	24,02	33,17			
	Quebrada La Picota Tramo Único	0,60	14,63	5,03			
RÍO ROBLE	Río Roble Tramo 1	1,81	4,09	>100	562,79	14,16	40,85
	Río Roble Tramo 2	0,24	15,20	6,22			
	Río Roble Tramo 3	0,21	0,94	28,64			
	Río Roble Tramo 4	0,00	0,93	0,00			
	Río Roble Tramo 5	2,53	6,01	>100			
	Río Roble Tramo 6	4,85	23,48	>100			

Unidad Hidrográfica	Unidad Hidrográfica / Tramo	Demanda Potencial de agua (Mm³/Año)	Oferta Hídrica Regional Disponible (Mm3/Año)	Índice de Uso del Agua (IUA) Promedio por Tramo	Índice de Uso del Agua (IUA) Unidad Hidrográfica	Demanda (Mm³/Año)	Oferta Hídrica Regional Disponible (Mm3) (Mm3/Año)
	Río Roble Tramo 7	4,51	40,85	>100			
RÍO ESPEJO	Río Espejo Tramo Único	1,76	43,14	4,71	4,71	1,76	43,14
RÍO LEJOS	Río Lejos Tramo Único	4,68	110,93	7,45	7,45	4,68	110,93
RÍO ROJO	Río Rojo Tramo Único	2,05	55,81	6,48	6,48	2,05	55,81
QUEBRADA BUENAVISTA	Quebrada Buenavista Tramo 1	4,72	10,89	47,59	26,86	6,93	40,85
	Quebrada Buenavista Tramo 2	2,21	40,85	6,13			
OTROS	Quebrada Cristales Tramo Único	2,74	13,34	22,90	22,90	2,74	13,34
	Quebrada Lacha Tramo Único	2,07	4,06	21,05	21,05	2,07	4,06
	Quebrada La Tigresa Tramo Único	0,07	11,76	0,72	0,72	0,07	11,76
	Quebrada Los Angeles-Campo Alegre Tramo Único	0,62	19,44	4,10	4,10	0,62	19,44
	Río Barbas Tramo Único	2,29	55,37	4,43	4,43	2,29	55,37
	Río Barragán Tramo Único	0,17	48,29	0,52	0,52	0,17	48,29
	Río Sector Roble - Espejo Tramo Único	0,53	42,89	1,58	1,58	0,53	42,89

Fuente: Corporación Autónoma Regional del Quindío -Subdirección Gestión Ambiental / Red Hidrometeorológica. 2023.

Tomado del Balance Hídrico del Quindío, CRQ, 2023, Páginas 45 y 46

Las unidades hidrográficas del departamento del Quindío que registraron para el año 2023, una demanda **MUY BAJO** lo que se relaciona con un Índice de uso del agua color Azul frente a la Oferta Hídrica Regional Disponible, corresponden a: río Barragán, quebradas La Tigresa y Sector Roble – Espejo.

La distribución temporal de los consumos se hace por observación mensual, y para el año 2023, se obtuvieron los resultados contenidos en la tabla 5

10.5.2. Risaralda

Para Pereira y algunos municipios de su área de influencia, el riesgo de desabastecimiento ha sido presentado como persistente en el Estudio Nacional del Agua y, con seguridad, también lo será en la Evaluación Regional del Agua ERA 2023 que está elaborándose. Esta situación debe focalizarse, en razón a que el Balance Hídrico de Pereira, que se anexa como soporte y que fue publicado en agosto de 2024, también arroja como resultado que la capital de Risaralda ya ha tenido altísimo riesgo de desabastecimiento por lo menos durante 27 días al año, en temporada seca y los análisis señalan que habrá agotamiento del caudal disponible en la fuente desde el año 2035.

Tabla 5. Índice de uso del agua, por unidad hidrográfica y tramo año 2023

UNIDAD HIDROGRÁFICA	Año medio 2023												Promedio Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Quebrada Buenavista Tramo 1	46,31	50,99	41,51	39,63	38,79	44,26	65,52	77,38	70,02	39,36	27,95	29,37	47,59
Quebrada Buenavista Tramo 2	6,40	6,92	5,31	4,64	4,90	5,87	9,07	10,63	8,52	4,75	3,06	3,53	6,13
Quebrada Cristales	21,65	31,24	30,28	19,51	12,24	14,29	22,87	33,35	31,63	25,57	16,84	15,28	22,90
Quebrada La Picota	3,12	3,74	3,80	3,41	3,06	3,62	4,95	7,44	10,76	10,18	3,79	2,54	5,03
Quebrada Lacha	24,15	20,41	17,87	12,79	13,98	18,19	31,82	26,71	31,45	19,55	12,64	23,02	21,05
Quebrada La Tigresa	0,92	1,46	0,50	0,35	0,39	0,70	1,30	1,03	0,56	0,35	0,34	0,78	0,72
Quebrada Los Angeles-Campo Alegre	5,23	8,25	2,85	1,96	2,20	3,95	7,37	5,85	3,18	2,00	1,92	4,39	4,10
Rio Barbas	5,14	4,25	3,80	2,75	2,96	3,83	6,43	5,74	6,38	4,05	2,70	5,15	4,43
Rio Barraquán	0,34	0,61	0,33	0,26	0,28	0,81	1,17	1,20	0,61	0,18	0,18	0,29	0,52
Rio Espejo	4,14	5,74	4,81	3,27	2,60	3,61	6,37	8,46	6,99	5,09	2,68	2,72	4,71
Rio Lejos	3,59	4,37	4,20	3,88	3,75	6,06	11,53	22,58	19,87	5,73	1,87	1,92	7,45
Rio Navarco	0,46	0,43	0,47	0,48	0,49	0,58	0,80	0,75	0,54	0,43	0,31	0,39	0,51
Rio Quindío Tramo 1	8,37	8,66	9,20	8,30	8,73	8,50	10,62	13,24	17,98	13,92	6,99	5,43	9,99
Rio Quindío Tramo 2	0,92	1,01	1,04	0,93	0,96	1,10	1,53	1,99	2,05	1,26	0,74	0,67	1,18
Rio Quindío Tramo 3	42,99	47,70	48,88	43,41	45,01	56,27	81,68	>100	84,80	48,35	33,68	34,43	55,84
Rio Quindío Tramo 4	0,06	0,05	0,06	0,05	0,08	0,17	>100	>100	0,12	0,04	0,03	0,03	0,07
Rio Quindío Tramo 5	30,91	29,86	31,29	27,76	33,12	57,93	>100	>100	57,85	23,12	16,15	20,12	>100
Rio Quindío Tramo 6	0,59	0,59	0,61	0,54	0,66	1,01	4,37	4,52	1,07	0,47	0,33	0,40	1,26
Rio Quindío Tramo 7	13,31	13,38	13,66	12,08	14,60	22,44	88,75	58,31	23,86	10,61	7,44	8,94	23,95
Rio Quindío Tramo 8	0,94	0,94	0,96	0,85	1,02	1,56	5,73	3,95	1,67	0,75	0,53	0,63	1,63
Rio Quindío Tramo 9	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09	0,14	0,52	0,30	0,15	0,07	0,05	0,06	0,14
Rio Quindío Tramo 10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Quindío Tramo 11	1,83	1,47	1,63	1,43	1,91	3,48	>100	2,39	1,92	1,19	0,86	1,19	28,90
Rio Quindío Tramo 12	0,33	0,29	0,33	0,28	0,30	0,53	0,96	0,44	0,30	0,29	0,21	0,25	0,37
Rio Roble Tramo 1	32,63	52,41	39,47	34,02	39,62	55,80	>100	>100	>100	36,01	24,31	24,17	>100
Rio Roble Tramo 2	1,19	1,90	1,43	1,24	1,44	2,03	8,49	49,53	4,29	1,31	0,88	0,88	6,22
Rio Roble Tramo 3	29,59	28,20	22,43	25,60	15,25	21,37	39,62	76,28	36,87	22,32	11,78	14,35	28,64
Rio Roble Tramo 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Roble Tramo 5	32,78	54,15	38,54	30,73	36,28	49,24	>100	>100	>100	35,87	23,59	22,19	>100
Rio Roble Tramo 6	19,96	34,87	20,19	13,14	15,38	18,94	85,96	>100	43,16	19,47	12,18	11,13	>100
Rio Roble Tramo 7	11,77	20,67	11,11	6,78	7,71	9,51	40,93	>100	21,33	10,66	6,58	6,15	>100
Rio Rojo	3,13	3,81	3,67	3,39	3,27	5,28	10,04	19,61	17,27	5,00	1,63	1,67	6,48
Rio Santo Domingo	25,18	28,13	28,08	22,99	24,28	31,58	38,36	36,84	26,12	26,21	22,55	22,52	27,74
Rio Sector Roble - Espejo	2,02	3,19	1,10	0,76	0,85	1,53	2,85	2,26	1,23	0,77	0,74	1,70	1,58
Rio Verde	30,11	33,62	33,57	27,51	29,04	37,76	45,87	44,06	31,22	31,34	27,00	26,94	33,17

Fuente: Corporación Autónoma Regional del Quindío -Subdirección Gestión Ambiental / Red Hidrometeorológica. 2023.

Tomado del Balance Hídrico del Quindío, CRQ, 2023, Páginas 48 y 49

10.6. Casos Especiales en Centros Poblados Grandes

A pesar de que a la fecha, no se conocen los resultados de las Evaluaciones Regionales del Agua de Caldas y Risaralda, que darán un detalle mayor de la problemática sobre el agua, en los dos departamentos mencionados, ya se puede tener idea de la gravedad que se presenta en dos ciudades capitales: Pereira e Ibagué. La primera en razón a que el Balance Hídrico realizado por la Empresa Aguas y Aguas de Pereira y publicado a mediados del año 2024 por esta Empresa que es la operadora del servicio de acueducto en esta ciudad, colocó en evidencia la necesidad de tomar decisiones prontas y rápidas dadas las condiciones de agotamiento de la principal fuente de abastecimiento del casco urbano que es el río Otún y la segunda porque todos los indicadores señalan que Ibagué presenta problemas de desabastecimiento actualmente en algunas comunas en las que habitan grandes conglomerados humanos, también se tienen graves problemas de calidad de agua para consumo humano tanto en su zona urbana como rural y además, deficiente gobernanza sobre el recurso hídrico manifestada en la gran cantidad de operadores en el territorio, merecen análisis especial, que se hace a continuación en forma

resumida. Los interesados particularmente en esta problemática pueden dirigirse a las referencias bibliográficas que se mencionan en la parte final de este capítulo.

10.6.1. Pereira, Capital del Departamento de Risaralda.

10.6.1.1. Zona Urbana y Zona de Expansión Occidental

En el Balance Hídrico de Pereira y su área circundante (Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Cartago, Marsella y la Virginia), tratado en el numeral, se habló de las proyecciones que se tienen sobre el crecimiento poblacional y el agotamiento real del recurso de la fuente principal de abastecimiento que es el Río Otún, que atiende la demanda de la totalidad del casco urbano de la ciudad y de la zona de expansión occidental (corregimiento de Cerritos). Vale la pena repetir las conclusiones más importantes de este Balance Hídrico e integrar a la discusión también, el agotamiento de gran parte de las fuentes superficiales que surten la mayor parte de la zona rural de este Municipio, capital del Departamento de Risaralda.

“Para el análisis de la oferta hídrica, se tuvieron en cuenta tres (3) escenarios en los cuales se consideran diferentes propuestas de caudales, es decir, bajo condiciones tendenciales, condiciones optimistas y condiciones pesimistas. Los escenarios que se definieron para estimar la oferta son:

- **Escenario optimista:** Este escenario considera la oferta del Q95 y Qmin10 años bajo condiciones climáticas optimistas: se afectaron los caudales, mayorándolos un 10%, lo cual genera un aumento en la oferta respecto al escenario tendencial.
- **Escenario tendencial:** Este escenario considera la oferta dada por el Q95 y Qmin10 años bajo condiciones tendenciales, es decir, se obtuvieron los estadísticos asociados a las ofertas, para las series observadas de caudales, de acuerdo con las condiciones hidroclimatológicas normales.
- **Escenario pesimista:** Este escenario considera una condición crítica, afectar los caudales diarios, disminuyéndolos en un 10%, lo cual, generará una oferta menor con respecto al escenario tendencial. Este escenario se propone, con el objetivo de considerar un escenario de una posible disminución de la oferta, para el estadístico del Q95 y Qmin10 años.

En la Figura 10 se presenta el balance hídrico para el municipio de Pereira considerando únicamente la fuente de abastecimiento actual: Bocatoma Nuevo Libaré. Se observa que, bajo los escenarios optimista y tendencial de demanda, el cual considera una disminución de la población (línea punteada azul), la oferta tendencial (identificada como escenario 2 de oferta) tiene suficiente capacidad de abastecimiento hasta el año 2050. Bajo un escenario tendencial de demanda (línea punteada negra) la oferta de la actual captación también tiene la capacidad suficiente para abastecer al municipio hasta el 2050. En un escenario pesimista de demanda (línea punteada roja) la actual captación no presenta la suficiente oferta para abastecer el municipio hasta el 2050.

El escenario 3 de oferta se considera el escenario más crítico en cuanto a oferta. Este corresponde al escenario pesimista de oferta. Bajo este escenario de oferta se observa que solo el escenario optimista de demanda sería el que se podría tener cobertura hasta el año 2050, el escenario tendencial de demanda se cubre con esta oferta, pero queda muy justo

para el año 2050. Para el escenario pesimista de demanda, la oferta pesimista no presenta la suficiente capacidad a partir del año 2035.

10.6.1.2. Zona Rural de Pereira

10.6.1.2.1. Cuenca del Río Cestillal

Tomando como base el documento “IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE PEREIRA SOBRE EL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO CESTILLAL.”, (Sabas y Paredes para UTP2009), se extractan a continuación, los apares más importantes:

“La cuenca en general, posee una gran dinámica con la ciudad de Pereira, de cuyo municipio alberga los corregimientos de Altagracia, Arabia, La Estrella – La Palmilla, La Florida, Morelia, y Tribunas Córcega. Por lo anterior, existe influencia de vías cercanas, y población flotante que se desplaza hacia esta área a fincas de recreo, con lo cual la vocación turística se ha ido desarrollando.

Existen 4 acueductos rurales que tienen concesiones otorgadas por la CARDER en el área de influencia, los cuales presentan diferentes aspectos institucionales y de cobertura, son ellos: Santa Cruz de Barbas, Cestillal – EL Diamante (ACUCESDI), Yarumal y Pérez Alto.

Los acercamientos previos a la comunidad han permitido inferir que en condiciones críticas de períodos sin lluvia, la reducción de caudal en las corrientes es drástica y no se preserva ningún caudal para la sostenibilidad del ecosistema acuático (caudal ecológico).

Aplicando la metodología en los puntos de control definidos, se contrasta la oferta neta (descontando el caudal ecológico y por calidad) con la demanda y se obtiene el consolidado que se presenta en la Tabla 3.

PUNTO DE CONTROL	ÁREA (KM2)	Q (95%) Disponible	Demanda (l/s)	Índice de Escasez	Categoría de Demanda
1	50,42	324,63	154,60	48	Apreciable
2	0,31	3,04	2,50	82	Alta
3	3,42	32,91	32,90	100	Alta
4	0,12	1,10	1,10	100	Alta
5	0,04	0,23	0,23	100	Alta
6	0,11	1,17	1,50	128	Alta
7	0,25	3,01	4,00	133	Alta
8	1,50	12,94	12,90	100	Alta
9	15,65	118,60	152,13	128	Alta
10	0,39	2,47	2,47	100	Alta

Tabla 3. Resumen de Índices de Escasez para los puntos de control (PC) definidos en la cuenca del río Cestillal.

Al analizar los resultados de los índices de escasez, se observan condiciones críticas en las captaciones, incluso todos los acueductos rurales a excepción del PC 2 (Acueducto Santa Cruz de Barbas), superan la disponibilidad hídrica neta en su máxima capacidad (95%CDC y Qecológico20%QMM).

Para el año 2009, varios acueductos comunitarios de la zona surtían de agua a cerca de 62.000 habitantes de los corregimientos de Arabia, Altagracia, Morelia, La Estrella-La Palmilla y de los centros poblados Santa Cruz de Barbas, Yarumal, Pérez Alto y Pérez Bajo. Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

“El presente estudio es el principal soporte técnico para el proceso de reglamentación de las aguas en la cuenca del río Cestillal, ubicada en la jurisdicción de la CARDER.

Los aforos realizados en campo permitieron determinar que el caudal captado por cada una de los acueductos es superior a los caudales concesionados. ACUCESDI posee una diferencia de 170 l/s, Yarumal de 15,5 y Pérez Alto de 16,5 l/s por encima del valor concesionado, lo cual es preocupante ya que no se está ejerciendo control y seguimiento sobre estas captaciones.

La situación más preocupante es el crecimiento poblacional y la expansión urbana que ejerce presión sobre los recursos naturales especialmente el hídrico y la necesidad del mismo para consumo humano. La situación encontrada en este estudio con respecto a la oferta y demanda hídrica, así como los índices de escasez obtenidos, requiere la intervención de la autoridad ambiental competente, para que acometa una redistribución del recurso, por tanto se requiere una propuesta de reglamentación mediante acto administrativo que incluya la modificación de las concesiones existentes y el control posterior de las mismas.”

Como consecuencia de lo anterior, La Comisión Conjunta para la Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río la Vieja, a la cual pertenece el Río Cestillal, produjo el Acuerdo 007 de 299, por medio del cual ACUERDA Declarar agotados los tramos de los ríos Barbas y Cestillal comprendidos entre los siguientes puntos: en la Franja Hidrográfica del río Barbas (cuenca alta), correspondiente a los puntos de captación del acueducto Tribunales Córcega; la fuente principal del río Cestillal y sus afluentes desde su nacimiento, hasta la bocatoma denominada Cestillal Bajo del acueducto Cestillal – El Diamante la quebrada El Tesorito; afluente del río Cestillal, ubicada en la cuenca media, las cuales hacen parte de la cuenca hidrográfica del río La Vieja.

Este acuerdo fue llevado a decisión Administrativa mediante la Resolución 3835 de 2013 “POR LA CUAL SE ESTABLECE LA REGLAMENTACIÓN DE CORRIENTES Y SE DECLARA EL AGOTAMIENTO DEL RECURSO EN EL RIO CESTILLAL PARTE ALTA Y OTROS AFLUENTES DEL RIO CESTILLAL Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.”, en la que se establecen las limitaciones a la concesión del recurso específicamente en la cuenca del Río Cestillal y sus afluentes.

La CARDER retoma el caso del Río Cestillal y publica la Resolución Administrativa A-207 del 29 de marzo de 2024, “POR LA CUAL SE ORDENA LA ACTUALIZACIÓN DE LAS REGLAMENTACIONES DE LAS QUEBRADAS CESTILLAL DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA Y COMBIA DE LA CUENCA DEL RÍO OTÚN EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA, DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO AL DECRETO 1076 DE 2015.”

Para este momento, la declaratoria del Agotamiento está vigente y las nuevas solicitudes de concesión de aguas están suspendidas, pero al parecer, la construcción de nuevas viviendas en esta zona rural sigue avanzando, a pesar de las advertencias de agotamiento del recurso que se hiciera desde el año 2009.

10.6.1.2.2. Quebrada Combia.

La Quebrada Combia atiende la demanda de agua potable de la zona rural noroccidental del Municipio, concretamente a los residentes de los corregimientos Combia Alta y Combia Baja. La Resolución CARDER No. 0742 del 9 de abril de 2015 POR LA CUAL SE ESTABLECE LA REGLAMENTACIÓN DE CORRIENTES Y SE DECLARA EL AGOTAMIENTO DEL RECURSO EN LA SUBCUENCA QUEBRADA COMBIA Y OTROS AFLUENTES DE LA QUEBRADA Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES, así lo señala, basada en concepto Técnico número 548 del 13 de marzo de 2015.

En el Documento Técnico del POMCA del Río Otún, también se destaca el alto riesgo que tiene este corriente, tanto por sus indicadores hídricos como por la condición de agotamiento, así:

“La situación del conflicto alto en las zonas hidrográficas de Dosquebradas y Combia enmarcado desde el punto de vista IACAL, se puede ver agudizado desde el IUA, en el momento en que las anomalías climáticas, en las épocas de niño, no permitan respetar el caudal ambiental y hasta puedan presentar problema de desabastecimiento en algunos acueductos comunitarios y rurales, los cuales cuentan con falencias organizacionales y administrativas, que

no les permiten de forma eficiente mitigar dicha problemática, es importante comentar que en el municipio de Dosquebradas se identificaron 55 acueductos comunitarios, lo cuales abastecen aproximadamente el 13% de la población del municipio. En la parte baja de la cuenca también se localiza la subcuenca de la quebrada Combia en donde se desarrollan actividades agrícolas, como cultivos de café y en donde se encuentran un gran número de condominios y fincas, inclusive la quebrada Combia se encuentra catalogada por la CARDER en agotamiento, por lo anterior se configura conflicto alto tanto por la oferta como por la calidad de agua.

La situación de la Quebrada Combia, como fuente de suministro de agua para consumo humano también es crítica, lo que, sumado al agotamiento declarado en el Río Cestillal, coloca a más del 50% de la zona rural de Pereira, en condición crítica frente al desabastecimiento por agotamiento del recurso, sin que hasta la fecha, se conozcan acciones y proyectos concretos para mejorar esta condición en el mediano plazo.

10.6.2. Ibagué, Capital del Departamento del Tolima

Tal como se describirá en detalle en el Capítulo 12 de este documento, la capital del Tolima es la ciudad que tiene actualmente, el mayor número de acueductos comunitarios, tanto en su zona urbana como rural. También es el territorio que mayores deficiencias reporta en materia de calidad del agua, medida según el IRCA, sea por reportes de alto riesgo o por falta de reportes. Aunado a los indicadores altos de riesgo por desabastecimiento mencionados en el numeral 8.3. se debe agregar que varias comunas de la capital del Tolima tienen problemas graves de desabastecimiento que pueden afectar a más de 120.000 habitantes en la actualidad.

IBAL es la Empresa Prestadora del servicio de acueducto y en su Informe de Gestión 2021-2023, señala que: *“es la empresa que es la única que cumple con los parámetros de calidad de agua establecidos por la normativa nacional vigente, con un IRCA para su agua del 0.1 % en una cobertura del 85% correspondiente al perímetro hidráulico de la Empresa, el 15% restante conforman 32 Sistemas de Acueductos Comunitarios, los cuales están registrados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD y no cumplen con las condiciones básicas de calidad de agua según IRCA, generando un balance desfavorable para la ciudad, de acuerdo con la cantidad de ibaguereños que la habitan, los cuales pertenecen a las comunas 12 y 13 de la ciudad.”*

En el mismo informe de Gestión, al año 2023, el IBAL reconoce que la Comuna 13 de la ciudad, no está dentro del área de cobertura de la Empresa:

“Ibagué cuenta en la actualidad con 13 comunas en su casco urbano, las cuales el IBAL SA ESP OFICIAL cubre la gran mayoría con el servicio de agua potable. Comuna 13 – Distrito Hidráulico 12 (Proyectado), en la actualidad no está en el área de cobertura del IBAL SA ESP OFICIAL, siendo la única comuna que no recibe este servicio y donde se concentra la mayor parte de los Acueducto Comunitarios con 16 en su totalidad. Las principales problemáticas identificadas de los acueductos comunitarios son: La intermitencia debido a factores que varían desde la turbiedad en la captación del agua, hasta la capacidad de transporte y tratar el agua. Agua no apta para consumo humano. Baja presión de servicio. Desperdicio del agua por sus usuarios y la falta de registros de medición. Con base en los IRCAS evaluados por el Instituto Nacional de Salud - INS, aproximadamente la mitad de las fuentes de abastecimiento de los acueductos presentan un nivel de riesgo considerado como no apto para consumo humano (INVARIABLE SANITARIAMENTE Y ALTO). Teniendo en cuenta la población actual total del área de PTAP Boquerón reportada por el DANE (17.561 habitantes)”

En el caso concreto del Barrio Alminar-Samoa ubicado en la Comuna 13, los ciudadanos instauraron Acción de Tutela, sobre la que se señala, en el informe de gestión, lo siguiente: *“ya que la constructora CONSTRUCCIONES JF SAS, ejecutó el proyecto inmobiliario Alminar*

Samoa, que consta de 5 torres de 16 Pisos cada una y 12 apartamentos por piso para un total de 960 Unidades de Vivienda, un mall comercial y 24 lotes con servicios, a los cuales no se ha suplido condiciones de agua potable en las condiciones que establece el ministerio de salud, ni en términos de continuidad requeridos por los habitantes del proyecto inmobiliario, por lo que ante esta problemática, la comunidad del sector del barrio el triunfo incluido el proyecto de ALMINAR SAMOA presentó una acción de tutela a través del cual se vinculó al Municipio de Ibagué y la Junta de acción comunal como responsables para la prestación del servicio de agua potable (sentencia T476-19).

Debido a esto, el Municipio de Ibagué, posee interés en aportar a las soluciones técnicas que permita cumplir con lo ordenado, por la SENTENCIA DE TUTELA EMITIDA POR LA HONORABLE CORTE CONSTITUCIONAL T-476/19, calendada el 15 de octubre de 2019, donde se ordena al municipio de Ibagué, realizar un plan para permitir otorgar agua potable a la comunidad. El IBAL SA ESP OFICIAL apoyo y en compañía del municipio”

Pero la problemática en Ibagué es de mayor cobertura territorial. En la actualidad se estima que más de 120.000 habitantes del casco urbano de la ciudad, tienen problemas de desabastecimiento y/o calidad del agua que reciben. En efecto, un vasto sector de desarrollo urbanístico ubicado en la Comuna 9, denominado Arboleda Campestre, también ha presentado problemas de suministro. En el informe de gestión 2021-2023, se hace mención a esta situación:

“La actual administración recibió disponibilidades hidrosanitarias para más de 45.000 unidades de vivienda, que en su gran porcentaje se ubican en la comuna nueve y en la zona de expansión, siendo relevante el caso del sector de la Arboleda Campestre, donde se entregaron éstas disponibilidades condicionadas a la terminación, culminación o puesta en marcha del proyecto acueducto complementario, el cual debió ser culminado el 31 diciembre del 2019, como es de conocimiento general este proyecto no fue terminado ni entregado, por consiguiente se generó una crisis en la ciudad de Ibagué en relación al suministro de agua potable en el sector de la comuna número nueve, puntualmente en el sector de arboleda Campestre.”

El Acueducto Complementario fue inaugurado en octubre de 2024 y a la fecha, la situación en Arboleda Campestre y en otros sectores de las comunas 7,8 y 9 para más de 120.000 habitantes, se mantiene en condición crítica, tal como se evidencia en informaciones de prensa y en las denuncias de la Veeduría de Servicios Públicos de Ibagué.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas y Aguas de Pereira, ISH Consultores.(2024) Balance Hídrico de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Cartago, La Virginia y Marsella.

CARDER, Informe Final: Evaluación Regional del Agua en el Departamento de Risaralda, 2024, en <https://drive.google.com/file/d/1h3FkmfOX7lvImn1-9HLVHh8Heiti0zBp/view> y todos los anexos en <https://siae.carder.gov.co/era/>.

CRQ, Universidad del Tolima (2023) Evaluación Regional de Agua del Quindío, obtenida en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2021) ,Evaluación Regional del Agua del Tolima Fase 1, Obtenida en

<https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2022), Evaluación Regional del Agua del Tolima, Fase 2, Obtenida en

<https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

El Cronista, medio digital. Difunde reclamos de las Veedurías de servicios Públicos de Ibagué en: <https://elcronista.co/actualidad/desespero-en-la-arboleda-campestre-tras-completar-cinco-dias-sin-agua-potable> y en <https://elcronista.co/destacadas/alcalde-cinico-y-mentiroso-veeduria-vapi> y en <https://elcronista.co/confidenciales/desespero-en-alminar-samoa-completan-cuatro-dias-sin-agua-potable> y en <https://elcronista.co/destacadas/tatequieto-a-constructoras-de-ibague-que-no-garantizan-servicios-publicos>

IDEAM (2022) Estudio Nacional del Agua -ENA-,2023 Obtenido en http://archivo.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586?_110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw_redirect=http%3A%2F%2Farchivo.ideam.gov.co%2Fweb%2Fagua%2Festudio-nacional-del-agua%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_stat%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2020) Informe Nacional de Agua para el Consumo Humano INCA 2019. Obtenido en <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-colombia-2019.pdf>

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2023) Informe Nacional del Índice de Riesgo de Calidad de Agua Potable -IRCA- Urbano y Rural 2020-2023. Obtenido en <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/informe-nacional-irca-urbano-y-rural-por-municipio-2020-2023-version-2.pdf>

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2019) Informe Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA 2007-2019 Obtenido en <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrJoiNjY4MmVmNWWEtNjNkNS00YWE0LTk4YWItYzE3ZWY2VzMzQyIiwidCI6ImE2MmQ2YzdiLTlmNTktNDQ2OS05MzU5LTM1MzcxNDc1OTRiYilslmMiOjR9&pageName=ReportSection0aac771691325bb3e001>

Instituto Nacional de Salud -INS- de Colombia. (2024) Boletines de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto de 2024 Obtenidos en conjunto en <https://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/sivicap.aspx> y por meses en <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/boletin-vigilancia-de-la-calidad-del-agua-agosto-2024.pdf> y anteriores.

Veeduría de Servicios Públicos Domiciliarios de Arboleda Campestre de Ibagué. En <https://veeduraycontrolarbcamp.blogspot.com/>

11. LA GESTIÓN DEL RIESGO Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL ASOCIADO AL RECURSO HÍDRICO EN EL TERRITORIO DE LA RAP EJE CAFETERO

Capítulo elaborado por Jessica Alejandra Ravelo

La gestión del riesgo se relaciona directamente con la dinámica territorial alrededor del agua, de lo cual se sabe que en el país se vienen presentando problemas por conflictos relacionados con el crecimiento no planificado, donde se identifican asentamientos en áreas inundables, lugares donde la oferta es limitada frente a la demanda, así como se evidencia las deficientes e inadecuadas acciones para la gestión del riesgo por eventos socio-naturales que aumentan la vulnerabilidad del recurso y de las poblaciones.

Dentro de los reportes anuales que generan los municipios y departamentos a la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, entre los años 2007 a 2017, nos indica que para la Región Administrativa y de Planificación que integra a los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, se registraron 2.374 eventos; de los cuales 445 inundaciones (20,25%), 255 deslizamientos (11,6%) y 247 vendavales (11,25%), A continuación se relaciona la variación de las afectaciones de los eventos ocurridos en esos diez años:

Tabla -. Pérdidas y daños reportados entre 2007 – 2017

Evento	Nro. Evento	Personas afectadas	Viviendas destruidas	Viviendas averiadas	Hectáreas afectadas
Incendio forestal	1022	1219	8	141	35.427
Inundación	445	445.087	684	21.428	8.327
Deslizamiento	255	115.351	727	6.788	2.166
Vendaval	247	139.552	170	20.942	348
Incendio estructural	184	7.312	98	72	8
Avalancha	19	3.657	83	432	394
Creciente súbita	19	510	5	22	46
Tormenta eléctrica	18	10	0	0	0
Sequía	15	1885	0	0	0

Fuente: UNGRD.

EVENTO	CALDAS	%	QUINDÍO	RISARALDA	%	TOLIMA	%	RAP EC	%	Observación
Avalanchas	117	0,011%	26	50	0,01	3657	0,27%	3850	0,10%	Personas
Creciente súbita	552	0,053%	11	27	0,00	510	0,04%	1100	0,03%	Personas
Deslizamientos	294		20	34		379		727		Vivien Destruidas
	4181		143	423		2041		6788		Vivien Averiadadas
	45973	4,4%	10049	33842	3,46	25487	1,89%	115351	2,93%	Personas
Inundación	76969	7,43%	12654	158390	1,20	197074	14,63%	445087	11,32%	Personas
			182	2	0,00	8143	0,34%	8327	0,35%	Hectáreas
	14			16		654		684		Vivien Destruidas
	2924		739	8647		9118		21428		Vivien Averiadadas

Fuente: UNGRD.

Como se puede observar, las inundaciones y los deslizamientos son los eventos que han dejado mayor número de personas afectadas en la región, lo que nos indica que en efecto las situaciones de crecimiento no planificado, sumado a la ubicación de asentamientos en áreas inundables, está generando problemáticas sociales en el ordenamiento alrededor del agua.

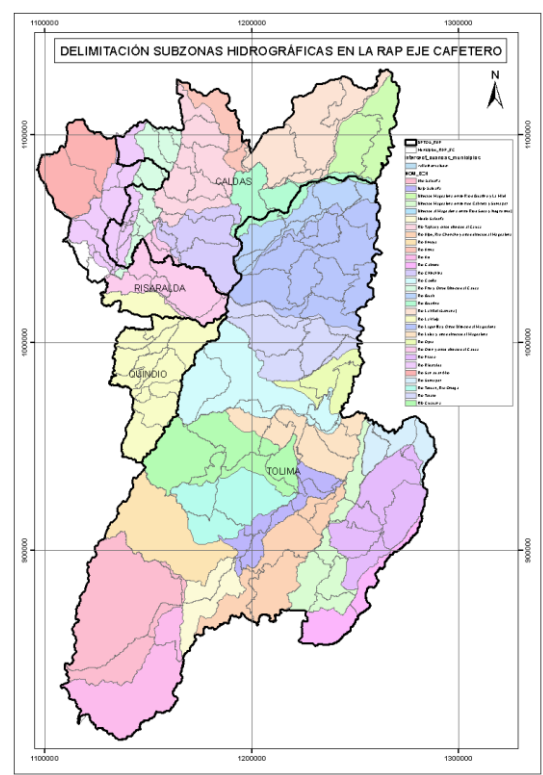
De acuerdo con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH (2010), el riesgo en la gestión del recurso hídrico también está relacionado con el manejo y administración del déficit y exceso de agua. Mientras que el déficit genera problemas de disponibilidad, desabastecimiento y racionamiento del agua que directamente afecta la calidad de vida de las poblaciones y sus actividades económicas; por su parte el exceso de agua genera inundaciones, avenidas torrenciales y/o deslizamientos que afectan la oferta hídrica al destruir los sistemas de abastecimiento con impactos directos a la disponibilidad, continuidad y calidad del agua.

En el año 2012 se expide el decreto 1640 “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones” a través del cual se incorpora el componente de gestión del riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de cuencas Hidrográficas como determinante ambiental. Es importante precisar que si bien la actualización de los POMCAS en el marco de dicho decreto determina el riesgo de acuerdo a su clasificación (amenaza muy alta, alta, media y baja) para aquellas zonas identificadas como de amenaza y vulnerabilidad muy alta y alta, las entidades territoriales deberán realizar estudios de detalle en el marco de sus competencias. A la fecha, gran parte de los Planes de Ordenamiento Territorial, POT, de los municipios se encuentran desactualizados y pendientes de realizar dichos estudios de detalle como lo indica el decreto 1807 de 2014 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los POT's.

11.1. POMCAS, base de la planeación alrededor del agua

El principal instrumento de planificación para el manejo integral de las cuencas y sus recursos hídricos son los POMCAS, cuyo propósito es la planificación asertiva alrededor del uso y gestión del agua, la zonificación ambiental que contempla a los ecosistemas y los impactos de las actividades socioeconómicas.

La zonificación hidrográfica del país, definida por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), permitió delimitar las unidades geográficas presentes en la RAP Eje Cafetero. En este sentido, la región se encuentra inmersa en el área hidrográfica Magdalena - Cauca, con 56 subzonas hidrográficas, siendo el departamento con mayor representatividad hidrográfica el Tolima, como se relaciona a continuación:



Figura–: Delimitación de subzonas hidrográficas en la RAP Eje Cafetero.

En este sentido, se identificó el estado de ordenación de las subzonas hidrográficas para la RAP Eje Cafetero de la siguiente manera:

DPTOS REGIÓN	POMCA	JURISDICC IÓN	ESTADO	AÑO ACTUALIZ.	Total, cuenca (ha)	Área RAP (ha)
Quindío	Rio La vieja	Quindío - Risaralda - Valle del Cauca	Actualizado	2018	284.968	223.275
Risaralda	Rio Otún	Risaralda	Actualizado	2017	56.840	56.840
	Rio Risaralda	Risaralda - Caldas	Actualizado	2017	125.600	125.600
	Rio Campoalegre	Risaralda - Caldas	Actualizado	2022	64.000	64.000
	Rio San Juan Alto	Risaralda – Valle del Cauca			205.181	108.804
	Rio Pescador	Risaralda – Valle del Cauca	Formulado	2011	128.869	19.898
Caldas	Rio Samaná Sur	Caldas - Antioquia	Actualizado	2017	117.765	49.402
	Rio La Miel	Caldas - Antioquia	Actualizado	2017	117.013,14	112.402
	Rio Guarinó	Caldas - Tolima	Actualizado	2016	83.829	83.829
	Rio Chinchiná	Caldas	Actualizado	2014	105.220	105.220
	Rio Arma	Caldas - Antioquia	Actualizado	2017	191.803	47.423
	Rio Opiramá, río Supía y otros directos al Cauca	Tributarios directos al río Magdalena y río	Por Ordenar	Sin información		
	Río Tapias y otros directos al Cauca		Actualizado	2020	140.445	140.445

	Ríos Guarinó y La Miel directos al Magdalena	Cauca con procesos de ordenación independiente	Por ordenar	Sin información		
Tolima	Rio Cabrera	Tolima - Huila	Por ordenar	-	281.330	60.969
	Directos al Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz	Tolima	Por ordenar	-	103.721	103.721
	Rio Prado	Tolima	Formulado	2006	167.877	167.674
	Río Luisa y Otros Directos al Magdalena	Tolima	Actualizado	2019	107.723	107.588
	Rio Sumapaz	Tolima – Sumapaz	Actualizado	2023	305.911	55.258
	Rio Coello	Tolima	Actualizado	2019	183.282	183.194
	Rio Opía	Tolima	Por ordenar	-	55.378	
	Río Totaré	Tolima	Actualizado	2019	143.836	143.660
	Río Atá	Tolima	Por ordenar	-	153.461	
	Río Medio Saldaña	Tolima	Formulado	2010	60.432	60.432
	Río Amoyá	Tolima	Formulado	2006	146.246	146.246
	Río Tetuán, Río Ortega	Tolima	Por ordenar	-	120.534	120.534
	Río Cucuana	Tolima	Por ordenar	-	186.694	186.694
	Bajo Saldaña	Tolima	Por ordenar	-	70.665	70.665
	Río Gualí	Tolima	Actualizado	2014	87.715	87.578
	Río Patá	Tolima	Por ordenar	Sin información		
	Río Anchique, Río Chenché y otros directos al Magdalena	Tolima	Por ordenar	-	260.842	156.976
	Río Recio y Río Venadillo	Tolima	Actualizado	2019	Sin información	
	Río Lagunilla y otros directos al Magdalena	Tolima	Formulado	2009	275.654	275.654
	Río Sabandija	Tolima	Por ordenar	Sin información		
	Río Cambrin	Tolima	Por ordenar	Sin información		
	Río Anamichu	Tolima	Formulado	2009	-	-
	Rio Alto Saldaña	Tolima	Por ordenar	-	258.266	258.254

De acuerdo con lo anterior, 6 subzonas hidrográficas siguen desactualizadas con sus POMCAS, 16 subzonas hidrográficas han actualizado el POMCA en el marco del decreto 1640 de 2012 y 14 subzonas hidrográficas están pendientes de generar procesos de ordenamiento.

Es importante precisar, que a través de los POMCAS se logran establecer escenarios importantes de articulación de actores mediante los Consejos de Cuencas, siendo la instancia consultiva y representativa de todos los actores que viven y desarrollan actividades dentro de la cuenca hidrográfica.

Respecto a los riesgos asociados a las cuencas hidrográficas, a través del Plan Regional de Gestión del Riesgo de la RAP Eje Cafetero se logró identificar que en la región se presentan de

manera recurrente eventos de origen hidrometeorológico asociados al recurso hídrico, como se relaciona a continuación:

11.2. Riesgo de sequía y/o desabastecimiento

Las sequías están relacionadas con la presencia del fenómeno del niño debido a la alteración que se presenta por las corrientes de aire sobre el océano pacífico, afectando la temporada de lluvias y las temporadas secas, donde se ve influenciado el clima en el territorio nacional. Sin embargo, esto no significa que durante una temporada seca se dejen de presentar lluvias, si no que se presenta un déficit hídrico.

Este fenómeno ha generado impactos notorios en varios municipios de la región, principalmente hacia el departamento del Tolima, reflejado en el aumento de la frecuencia de incendios de cobertura vegetal, déficit hídrico que afecta el abastecimiento de acueductos municipales y veredales, impactos en la agricultura, ambiente y salud.

11.3. Riesgo de inundación

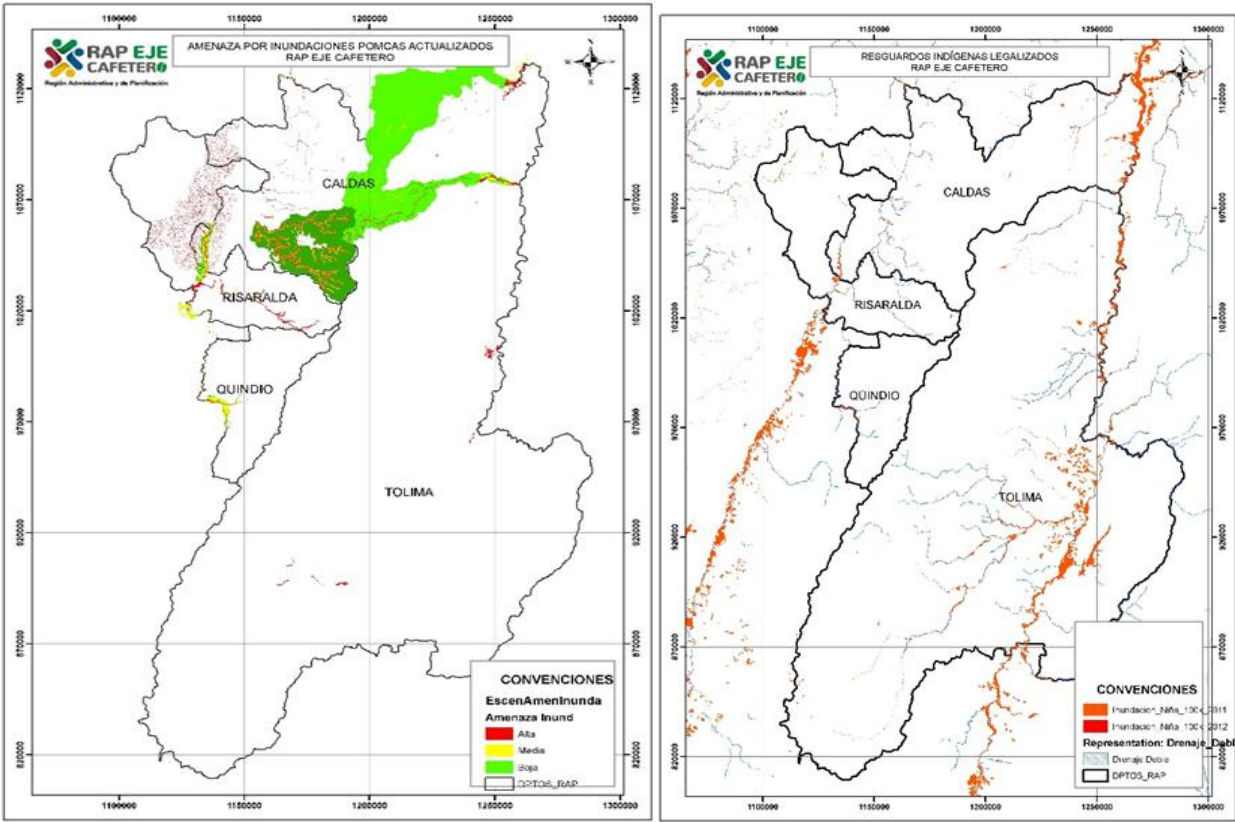
Según el IDEAM, las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que generan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas.

Para la identificación de las áreas categorizadas bajo amenaza por inundaciones, se revisó la cartografía disponible para los POMCAS actualizados, respecto a las zonas delimitadas con amenaza o susceptibilidad a inundaciones; sin embargo, esta información es limitada debido a que aún faltan POMCAS por actualizar y otras están pendientes de ordenamiento por lo que solo permite apreciar algunas zonas de la región correspondientes a los principales ríos.

Por otra parte, se tomó como información de apoyo la zonificación realizada por el IDEAM, respecto a las zonas afectadas por inundaciones por el fenómeno de La Niña correspondiente a los años 2010 y 2011 en el área de influencia de los ríos Cauca y Magdalena y algunas fuentes hídricas asociadas; indicando que, para ese periodo, el departamento mayormente afectado por inundaciones fue el departamento del Tolima, como se relaciona a continuación.

Como complemento a la identificación de los municipios que se ven mayormente afectados ante eventos de inundaciones, se procesó en cartografía los datos de los históricos de eventos reportados a la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en los años 2007 a 2017, encontrando igualmente que el departamento del Tolima ha presentado un mayor número de personas afectadas (314.334 personas) en sus municipios, como se aprecia en la siguiente figura:

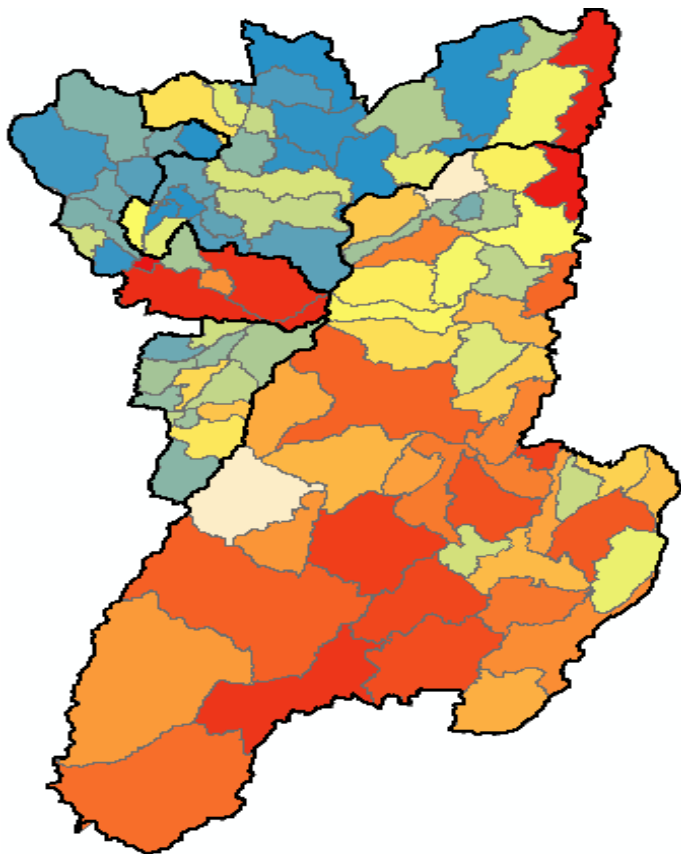
Figura. Susceptibilidad a inundaciones según POMCAS actualizados y zonas inundadas durante el periodo 2011.



Fuente: POMCAS actualizados

Fuente: IDEAM

Figura: Distribución espacial de los municipios con número de personas afectadas por eventos de inundaciones.



Fuente: PRGRD, RAP Eje Cafetero.

11.4. Riesgo de riadas, lahares y flujos

La Región Eje Cafetero es un territorio lleno de amenazas naturales, como las explosiones volcánicas, que han sucedido dejando grandes desastres en el pasado, como la avalancha de Armero (13 de noviembre de 1985) a raíz de la explosión en el nevado del Ruiz, que dejó un saldo de más de 23.000 personas muertas y pérdidas económicas por 246 millones de dólares (0,7% del PIB de ese año). Este tipo de riesgo sigue latente pues en la región existen, además del Ruiz, volcanes activos como Santa Isabel, Tolima, Cerro Machín y Cerro Bravo y algunos menos conocidos como San Diego y El Escondido. El efecto de estos eventos depende de su magnitud, lo que determina su área o radio de influencia y efectos directos e indirectos.

En el área de influencia del Parque Nacional Natural los Nevados, se encuentran los volcanes nevados Ruiz, Tolima y Santa Isabel, susceptibles de generar nuevos eventos por avalanchas y flujos de lodos que pueden terminar en desastres para las poblaciones que se encuentran en el área de influencia del parque. En total se encuentran siete subzonas hidrográficas, SZH que se originan en el parque, estas son las SZH de los ríos: Coello, Guali, Otun, Chinchiná, Lagunilla, Totaré y La Vieja, distribuidas en los cuatro departamentos de la región, como se relaciona a continuación:

De acuerdo con la Zonificación de amenaza volcánica realizada por el Servicio Geológico Colombiano, para el volcán Nevado del Ruiz se identifica una afectación directa por lahares o flujos de lodos asociada a las subzonas hidrográficas de los ríos Gualí y Lagunillas en el departamento del Tolima, principalmente en las zonas urbanas de los municipios de Mariquita y Honda, como se muestra en la siguiente figura

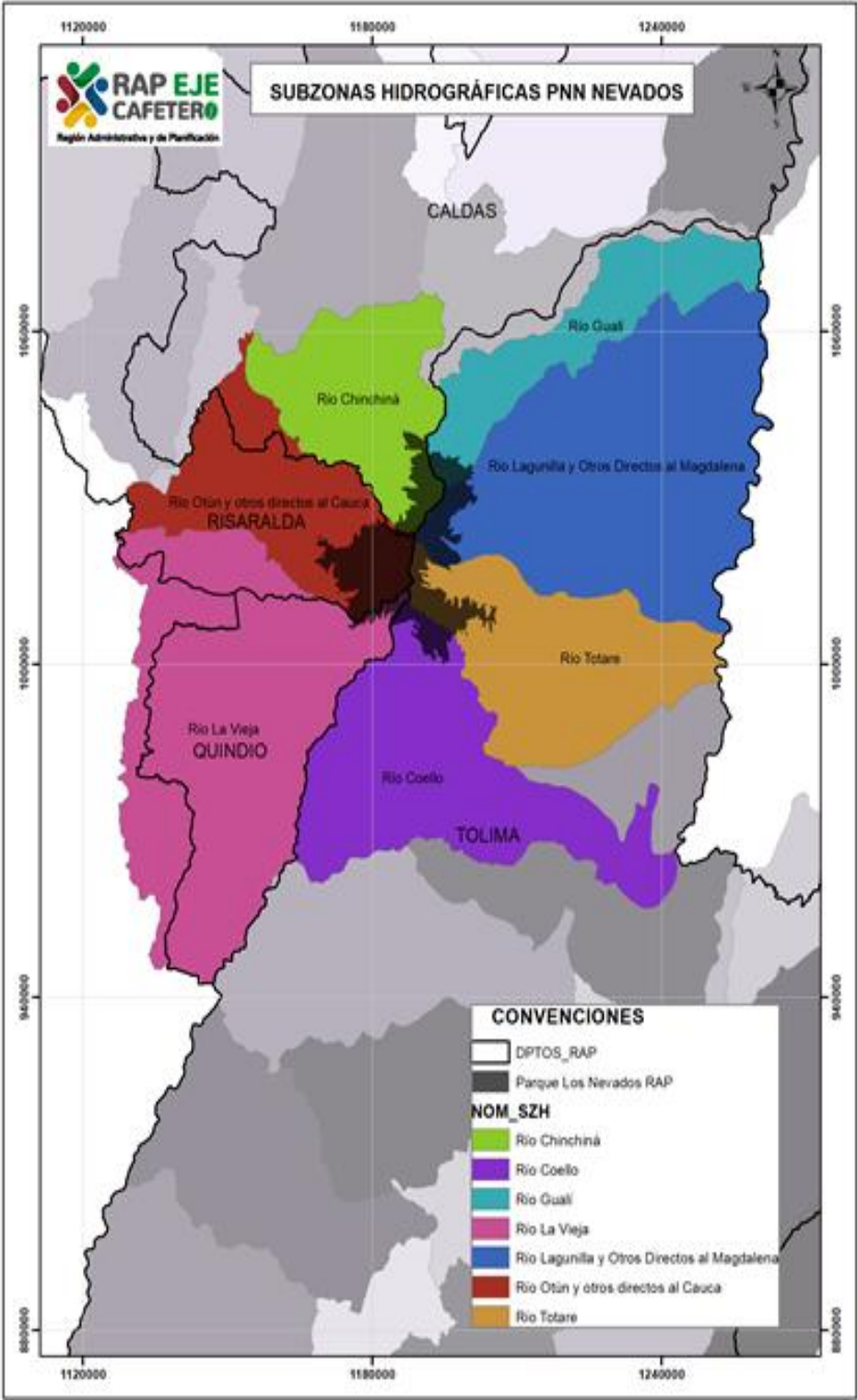
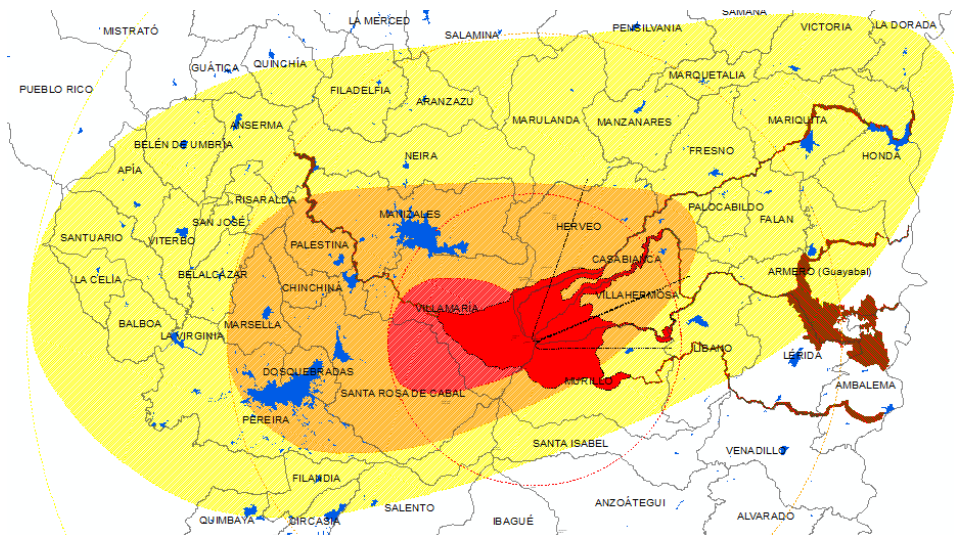


Figura: Subzonas hidrográficas en el área de influencia del PNN Los Nevados.

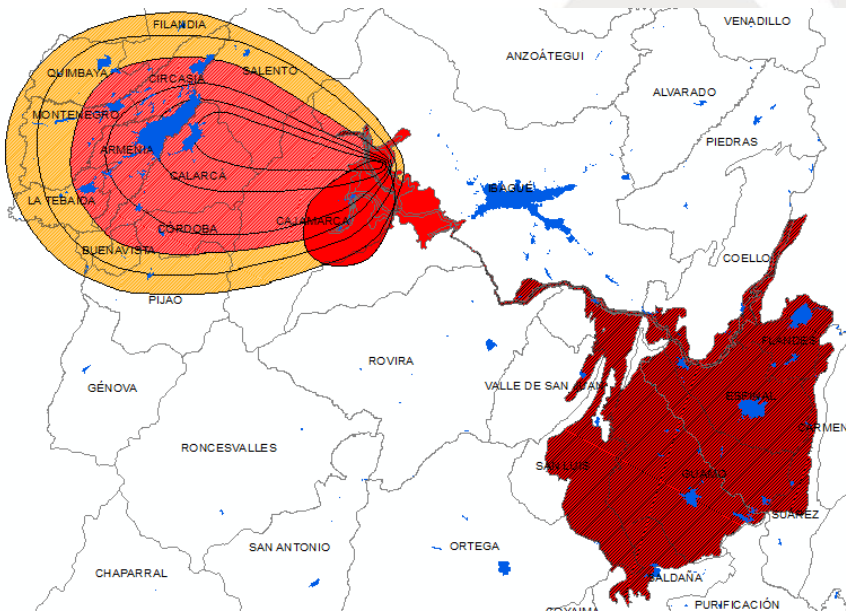
Figura: Municipios en riesgo por flujo de lahares o lodos de acuerdo con la zonificación de amenaza del volcán Nevado del Ruiz.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

El volcán Machín presenta una afectación directa por lahares o flujos de lodos asociada a la subzona hidrográfica del río Coello Lagunillas en el departamento del Tolima, principalmente en las zonas urbanas de los municipios de Flandes, Espinal, Guamo, Saldaña, Valle de San Juan, Suárez, entre otros, como se muestra a continuación:

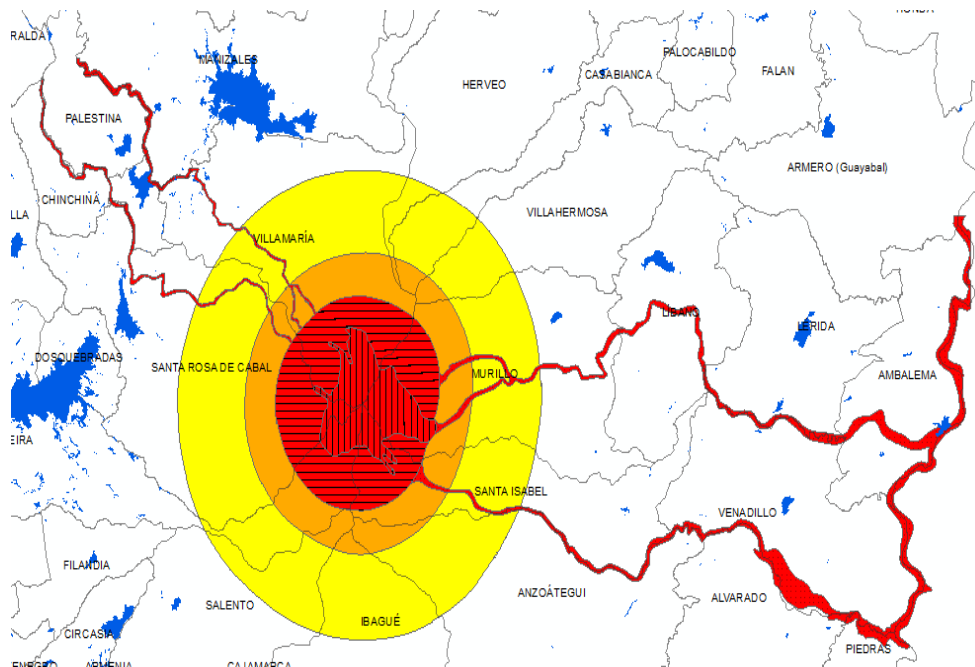
Figura: Municipios en riesgo por flujo de lahares o lodos de acuerdo con la zonificación de amenaza del volcán Machín.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

Por su parte, la zonificación de amenaza para el volcán nevado de Santa Isabel refleja una afectación de amenaza alta por flujos de lahares o lodos hacia las subzonas hidrográficas de los ríos Chinchiná, Otún, Lagunilla y Totaré, con una afectación directa sobre las zonas urbanas de los municipios de Ambalema y Chinchiná principalmente, como se indica en la siguiente figura:

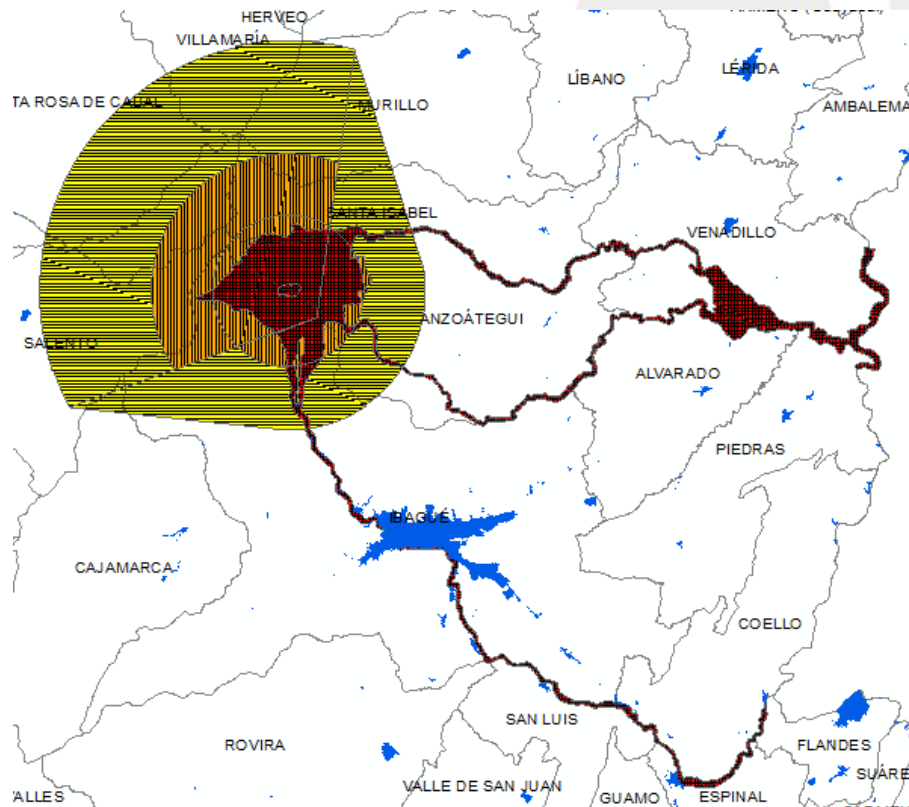
Figura: Municipios en riesgo por flujo de lahares o lodos de acuerdo con la zonificación de amenaza del volcán Nevado Santa Isabel.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

Finalmente, la amenaza por flujos de lahares o lodos que presenta el volcán nevado del Tolima en la región se representa en las subzonas hidrográficas de los ríos Totaré y Coello, afectando de manera directa las zonas urbanas de los municipios de Ibagué y Espinal, como se relaciona a continuación:

Figura: Municipios en riesgo por flujo de lahares o lodos de acuerdo con la zonificación de amenaza del volcán Nevado del Tolima.



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

11.5. Riesgo de desplomes de suelos

Según la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo, los movimientos en masa, también conocidos como deslizamientos, derrumbes, movimientos de remoción en masa y volcanes; entre otras denominaciones, son en términos generales el desplazamiento de suelo, roca y/o tierras de ladera abajo por acción de la fuerza de gravedad. Aunque tienen diferentes clasificaciones, se pueden agrupar en cinco tipos básicos de movimientos, estos son: caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral y flujos. En la ocurrencia y causas de los movimientos en masa intervienen en diferente medida factores naturales como la cobertura del suelo, la pendiente del terreno, las características intrínsecas de los materiales, la lluvia y la actividad tectónica. En Colombia las lluvias intensas y/o prolongadas son el principal detonante de estos eventos. Sin embargo, también están influenciados por factores antrópicos como el uso inadecuado del territorio.

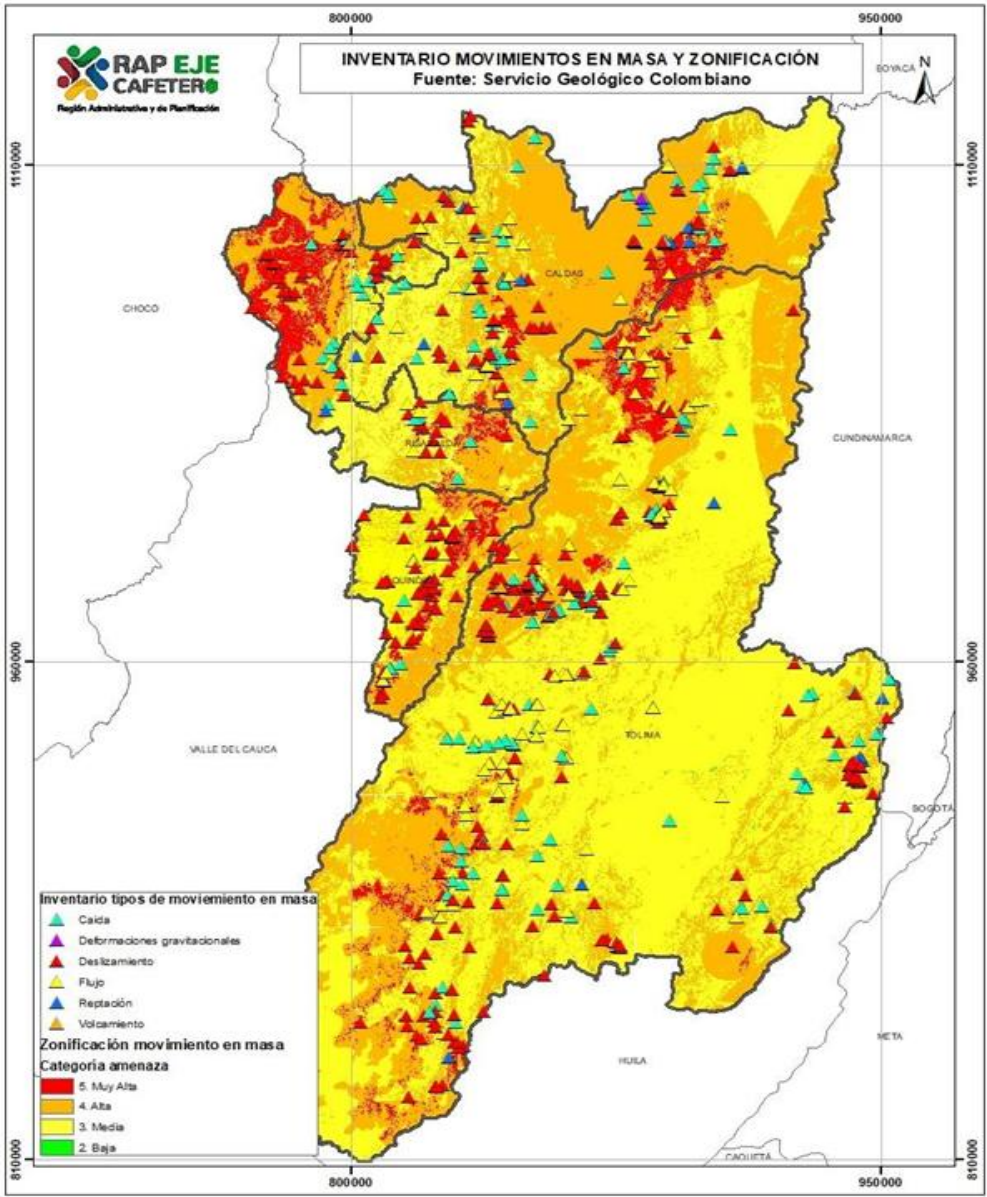
Los deslizamientos y movimientos en masa constituyen uno de los fenómenos de mayor frecuencia en la región, cuyos impactos poblacionales y económicos son relevantes, como también se convierte en el principal causante de cierre de vías nacionales, como el cruce por la cordillera central, afectando la comunicación con el resto del país.

El Servicio Geológico Colombiano, como institución científica en los últimos 30 años ha venido trabajando en diferentes estudios de zonificación de “Amenazas por movimientos en masa de Colombia” a diferentes escalas y metodologías, dada la complejidad geológica que presenta el país, asociado principalmente a la cadena montañosa que favorece la ocurrencia de este tipo de eventos, y en ocasiones, por el uso inadecuado del suelo. Dichos estudios han determinado que los movimientos en masa o deslizamientos se concentran principalmente en la región andina, donde habita más del 70% de la población de Colombia, lo que ha generado pérdidas de vidas humanas, daños a las propiedades e infraestructura, lo que potencializa un impacto negativo en el desarrollo del país.

Dichos estudios fueron sintetizados en el año 2017 a través del libro “*Las amenazas por movimientos en masa de Colombia, una visión a escala 1:100.000*” y consolidados mediante el “mapa nacional de amenazas por movimientos en masa a escala 1:100.000”, donde participaron además del SGC y el IDEAM, siete universidades que cuentan con la facultad de Geología o Ingeniería Geológica del país, como también con la información cartográfica base oficial actualizada y suministrada por el IGAC, el modelo digital de elevación e información de suelos edáficos, y la compartida por diferentes entidades de orden nacional (Fallas, geología, estudios de suelos, coberturas de la tierra, unidades geomorfológicas, inventario de movimientos en masa, clima, pendientes, morfología, sismicidad, entre otros).

Por lo anterior, la zonificación indica que la zona de amenaza alta y muy alta cubre la mayor parte de la región, principalmente sobre la cordillera central, afectando directamente a los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima y sobre el lado este de la cordillera occidental, hacia el noroccidente en inmediaciones del departamento de Risaralda, como se relaciona a continuación:

Figura—. Zonificación movimientos en masa SGC 2017.



Fuente: SGC, 2017.

12. LA GOBERNANZA ALREDEDOR DEL RECURSO HÍDRICO EN LA REGIÓN

Capítulo elaborado por Jesús Antonio Bermúdez con la colaboración de Cristian David Ramírez y Juan José Caicedo

En Colombia, el modelo de gestión y gobernanza del agua es caracterizado por ser empresarial y descentralizado, donde el agua se considera un bien público, impidiendo derechos de propiedad, pero permitiendo la gestión privada. Mientras el Estado central regula y planifica, la operación se encuentra descentralizada y mayoritariamente privatizada, involucrando a diversos actores que a menudo operan bajo modelos institucionales conflictivos, lo que debilita la gobernanza. Para asegurar la seguridad hídrica, se requiere una gobernanza efectiva respaldada por herramientas legislativas y políticas, estructuras de gestión flexibles, y una adecuada coordinación con la sociedad. Se identifican debilidades en el consenso sobre el uso del recurso, el liderazgo institucional y la cohesión en la planificación, lo que resalta la importancia de ajustar las estructuras de gobernanza a las necesidades locales. Finalmente, se enfatiza la necesidad de incorporar la dimensión de gobernanza en el índice de seguridad hídrica para evaluar mejor la interacción de los actores en la toma de decisiones relacionadas con el agua.

12.1. La Gobernanza Desde el Punto de Vista Técnico

El IDEAM, dentro de su Misión define que *“es una institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general.”* (tomado de <http://ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad>).

En relación con la Gobernanza del Agua, el IDEAM creó el Observatorio Colombiano para la Gobernanza del Agua (OCGA) en asocio con la Universidad del Rosario que al parecer no tuvo mayor trascendencia. Este ejercicio de Gobernanza intentado por el IDEAM, es un ejemplo de cómo han sido hasta la fecha, los ejercicios en esta materia en relación con el recurso hídrico. Es probable que, hasta ese año, los efectos del cambio climático no hubieran sido tan severos, a pesar de la intensa ola invernal que vivió el país en el año 2011, que obligó a la creación del Fondo de Adaptación y que los fenómenos de sequía extrema no estuviesen suficientemente documentados y por ello, esta propuesta de Gobernanza no fue suficientemente considerada.

La situación, casi 10 años después (en 2024), es diferente en razón a varias circunstancias, entre ellas:

- La definición en 2015 por parte de la ONU de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la inclusión en ellos del Numeral 6. Agua Potable y Saneamiento.
- La ocurrencia de periodos de sequía de mayor duración e impacto en muchas partes del mundo, incluyendo olas de calor que han cobrado muchas vidas humanas, haciendo evidentes y fatales los efectos del Cambio Climático.
- El evidente agotamiento de agua en ciudades capitales como Bogotá, que han obligado en 2024 a racionamientos continuos y a la posible declaratoria de Situación de Desastre por falta de agua. También se han tenido riesgos de desabastecimiento por agotamiento del recurso en Pereira, Armenia e Ibagué, capitales de departamentos asociados a la RAP EC.
- La declaratoria de Sujetos de Derecho en Colombia, después del año 2015, de varios ríos como el Atrato, el Río Otún, el Río Combeima y del Parque Nacional Natural de Los Nevados, como medida cautelar que obliga a varias entidades estatales a salvaguardar la riqueza ambiental contenida en ellos.

- El avance acelerado de la deforestación en el país y en el mundo que incrementa el riesgo de los efectos del cambio climático.
- La ocurrencia de graves y múltiples incendios forestales, algunos al parecer provocados, pero acaecidos en periodos de sequía extrema en zonas medias y altas, incluyendo zonas de páramo

En resumen, en el año 2024 es más evidente el riesgo de desabastecimiento que tienen la comunidad, los ecosistemas y el desarrollo económico, por falta de agua o por los efectos desastrosos que puede generar también el recurso hídrico cuando se tienen territorios y comunidades altamente vulnerables, como en Colombia.

12.2. Gobernanza en el Estudio Nacional del Agua 2022

El Estudio Nacional del Agua cuya primera versión vio la luz en el año 1998, fue elaborado por el IDEAM y se ha actualizado cada 4 años, siendo la del año 2022, la última versión que sirvió de soporte importante para el Diagnóstico para el Plan de Seguridad Hídrica de la RAP Eje Cafetero. Este estudio cita el término Gobernanza en los siguientes apartes:

“Modelación ecohidrológica de las cuencas de las ciénagas de Zapatosa, Ayapel y del río La Vieja

*El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), junto con la administración del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la ejecución de la organización Fundación Natura, desarrollaron del 2017 al 2022 el proyecto “Manejo sostenible y conservación de la biodiversidad acuática en la cuenca Magdalena Cauca”, con el objetivo de contribuir a la conservación y uso sostenible de ecosistemas dulceacuícolas y su biodiversidad en la cuenca del río Magdalena, a través de (a) protección de hábitats prioritarios, (b) mejora de la salud de los ecosistemas y (c) **fortalecimiento de la gobernanza y las capacidades locales**.*

***Todo esto contribuye a orientar y fortalecer la gobernanza, y las capacidades locales en la gestión de ecosistemas dulceacuícolas y la incorporación de la salud de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad; orienta acciones en la macrocuenca, para toma de decisiones; y apoya la Gestión Integral del Recurso Hídrico.** (ENA 2022, página 141, negrilla fuera de texto).”*

“10.1.3 Indicador 6.5.2 - Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas sujetas a arreglos operacionales para la cooperación en materia de aguas

***Los numerosos cuestionamientos que involucran la disponibilidad del agua, tanto en términos de cantidad como de calidad, requieren que se haga una gestión eficiente de los recursos hídricos soportada en principios de gobernanza. Esto implica que debe existir una sólida articulación interinstitucional que permita que se desarrollen discusiones permanentes para tener una visión integral con objetivos y metas comunes.** En este sentido, es importante implementar medidas de gestión no sólo dentro del territorio, sino con países fronterizos (ANA, 2019). La meta 6.5 de los ODS tiene como propósito: “De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda”. (ENA 2022, página 412, negrilla fuera de texto)*

“Hacia un indicador de seguridad hídrica

En el marco de ENA 2022, se realizó una primera aproximación nacional al índice de seguridad hídrica, tomando como base la metodología aplicada por RAP-E en el Plan de Seguridad hídrica (RAP-E, PNUD, 2021), el cual se basa en el concepto de seguridad hídrica entendido como: La capacidad de una población de resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para mantener los medios de subsistencia, el bienestar humano y el

desarrollo socioeconómico; para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres asociados al agua; y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política. (UN-WATER, 2013)

Para el desarrollo de esta metodología se consideran cinco dimensiones: gobernanza, estado del recurso hídrico, riesgo climático, estado de conservación de servicios ecosistémicos y estado de condiciones socioeconómicas para la seguridad hídrica.

Para el desarrollo de esta metodología se consideran cinco dimensiones: **gobernanza**, estado del recurso hídrico, riesgo climático, estado de conservación de servicios ecosistémicos y estado de condiciones socioeconómicas para la seguridad hídrica.” (ENA 2022, página 141, negrilla fuera de texto).”

Se considera conveniente citar los anteriores conceptos del IDEAM, que es un organismo de carácter técnico, para resaltar la importancia que tiene incluir a la **Gobernanza**, como un componente esencial, que incluso podría ser la columna vertebral de los procesos encaminados a garantizar la protección del recurso hídrico, porque, como se puede desprender de la lectura de los párrafos anteriores, en los proyectos mencionados, todos enfocados al agua, los principios de Gobernanza son requeridos.

12.3. Gobernanza en la Evaluación Regional del Agua Quindío 2023

La Evaluación Regional del Agua del Quindío, en la Introducción, citando al IDEAM, también habla de Gobernanza así:

“1. Introducción

Dada la importancia que tienen los recursos hídricos en el funcionamiento de los ecosistemas y su valor estratégico para el desarrollo social y económico del departamento del Quindío, se hace necesario articular las diferentes normas e instrumentos existentes para orientar los procesos de planificación y ordenación del recurso hídrico por parte de la Autoridad Ambiental, bajo un criterio de gestión integral, tal como lo establece la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH (MAVDT, 2010).

Lo anterior implica la necesidad de generar, sistematizar y analizar información que permita establecer el estado y dinámica del agua en una perspectiva de seguimiento continuo, siguiendo estándares nacionales que garanticen su calidad y transferencia de datos entre las distintas entidades regionales con el fin de consolidar los escenarios de gobernanza del agua en armonía con el marco legal nacional (IDEAM, 2013).” (ERA 2023, CRQ, página 42, subrayado fuera de texto)

12.4. La Gobernanza en el PER RAP Eje Cafetero

En la política 6 del PER RAP Eje Cafetero, la Gobernanza se relaciona con el Buen Gobierno, así:



POLÍTICA 6	BUEN GOBIERNO REGIONAL Y GOBERNANZA
DESCRIPCIÓN DE LA POLÍTICA	La RAP Eje Cafetero tiene la responsabilidad de promover acciones que contribuyan a concretar el enfoque de desarrollo regional, a través del fomento de la identidad cultural, así como propender por la coherencia y articulación de la planeación entre las entidades territoriales que la conforman y con los diferentes niveles de gobierno. En este sentido la RAP EC trabajará en el diseño e impulso de la ejecución de planes, programas y proyectos que sean de interés mutuo y prestará asesoría técnica en asuntos de carácter regional y en temas relativos a la prestación de servicios subregionales.
EJES ESTRATÉGICOS ARTICULADOS	INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD - DESARROLLO HUMANO - ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y PROSPECTIVA

Gráfica Tomada del PER Eje Cafetero página 234

En el Análisis Relacional del Eje Estratégico Ordenamiento Territorial y prospectiva con el Hecho Regional Territorio Sostenible, se puede leer:

El ordenamiento territorial resulta clave para el desarrollo sostenible y la competitividad de la Región Eje Cafetero, por lo que los Planes Estratégicos Regionales (PERs) se definen, como: “Instrumentos que promueven la planeación integral a nivel regional, vinculando aspectos de desarrollo y ordenamiento físico espacial para alcanzar objetivos de sostenibilidad ambiental, productividad, equidad y equilibrio territorial, enmarcados en la gobernanza y competitividad regional; buscando, además, una articulación coherente entre sectores y niveles para la formulación, ejecución y financiación de proyectos estratégicos de impacto regional”. (PER de la RAP Eje Cafetero,2021, página 242)

12.5. Definición de Gobernanza y sus principios

12.5.1. Definición y Principios de la OCDE (2015)

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE, desarrolló en el año 2015 el concepto de Gobernanza del Agua, definiéndose así:

“En otras palabras, la gobernanza tiene que ver con el papel de las instituciones y las relaciones entre las organizaciones y los grupos sociales implicados en la toma de decisiones, tanto de forma transversal entre sectores y entre zonas urbanas y rurales, como de forma vertical desde el nivel local al nivel internacional. La gobernanza es un medio para un fin, y el tipo de gobernanza tiene que ser acorde al nivel de riesgo o la magnitud del problema para adecuar las políticas a cada lugar. La gobernanza tiene que ser adaptable, en función del contexto y de cada lugar, con objeto de tener en cuenta las características específicas de cada lugar y los retos históricos. La gobernanza es mucho más amplia que el gobierno, ya que aspira a incluir al sector privado, la sociedad civil, y un amplio abanico de partes interesadas en el uso y la gestión del agua (OECD, 2001). Las respuestas políticas a los retos del agua solo podrán ser viables si son coherentes e integradas; si cuentan con una participación adecuada de las partes interesadas; si existen marcos regulatorios bien diseñados; si existe información adecuada y accesible; y si hay suficiente capacidad, integridad y transparencia.” (Documento Marco de indicadores de Gobernanza del agua de la OCDE, OCDE 2018).

Principios de la Gobernanza del Agua de riesgo o la magnitud del problema para adecuar las políticas



Fuente: OCDE (2015), Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE, www.oecd.org/governance/oecd-principles-on-water-governance.htm.

Gráfica Tomada de “Documento Marco de Indicadores de Gobernanza del Agua de la OCDE, OCDE 2018, página 4

Los principios fueron adoptados en mayo de 2015 por el Comité de Políticas de Desarrollo Regional de la OCDE y respaldados por los ministros en la reunión del Consejo de la OCDE a nivel Ministerial en junio de 2015, como un marco para avanzar hacia mejores políticas de aguas y reformas. Estos 12 principios se agrupan en tres dimensiones principales:

1. La efectividad de la gobernanza del agua se refiere a la contribución de la gobernanza en definir metas y objetivos sostenibles y claros de las políticas del agua en los diferentes órdenes de gobierno, en la implementación de dichos objetivos de política y en la consecución de las metas y objetivos esperados.

2. La eficiencia de la gobernanza del agua se refiere a la contribución de la gobernanza en maximizar los beneficios de la gestión sostenible del agua y el bienestar, al menor costo para la sociedad.

3. La confianza y participación en la gobernanza del agua se refieren a la contribución de la gobernanza en la creación de confianza entre la población, y en garantizar la inclusión de los actores a través de legitimidad democrática y equidad para la sociedad en general.

Los principios son aplicables al ciclo general de políticas de agua y deben ser implementados de forma sistémica e incluyente. Como tales, no hacen distinción entre: funciones de gestión del agua (p.ej., suministro de agua potable, saneamiento, protección contra inundaciones, calidad del agua, cantidad de agua, y aguas pluviales); usos del agua (p.ej., doméstico, industrial, agricultura, energético y medio ambiental); y propiedad de la gestión del agua, recursos y bienes (p.ej., público, privado, mixto). (Marco de Indicadores de Gobernanza del Agua de la OCDE, OCDE 2018, página 4)

Para apoyar la implementación de los Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE, esta organización hizo la tarea de definir el Marco de Indicadores de Gobernanza del Agua que se concibe como una herramienta de autoevaluación para evaluar la situación actual de los marcos de políticas de gobernanza del agua (qué), las instituciones (quién) y los instrumentos (cómo), y las mejoras necesarias a lo largo del tiempo. El objetivo principal es fomentar un dialogo entre partes interesadas transparente, neutral, abierto, inclusivo y con visión de futuro sobre lo que funciona, lo que no, lo que debe mejorar y quién podría encargarse. Los indicadores son un medio para un fin. Como tales, pueden servir de vehículo para lograr los objetivos contenidos en la Gráfica 3.

12.5.2. Definición de Gobernabilidad (Gobernanza) del Agua en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico 2010-2022

El documento que contiene la política fue elaborado y publicado por el entonces llamado Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2010. A pesar de que el período de aplicación de esta política esperaba ser en el año 2022, el documento y las propuestas mantienen su vigencia, primero en razón a que los avances en su aplicación no fueron del todo satisfactorios (deficiente cumplimiento de metas, como se verá más adelante) y segundo, porque no se ha propuesto o actualizado esta política.

En el Documento Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) 2010 – 2022. En el tema particular de la gobernanza del agua) aclara que “*gobernabilidad no es sinónimo de gobierno y que más bien es un proceso que considera la participación a múltiples niveles, más allá del Estado, en donde la toma de decisiones incluye no solo a las instituciones públicas, sino a los sectores privados, organizaciones no gubernamentales y a la sociedad civil en general*”. (PNGIRH, MAVDT, 2010 página. 96) A este respecto, el concepto de gobernabilidad,

expresado en el sexto objetivo específico de la PNGIRH, podría ajustarse mejor a la definición de gobernanza (IDEA, 2013).



Promover el diálogo a nivel local, de cuenca, regional y nacional. Pueden fomentar el debate y crear consenso entre diferentes administraciones públicas y partes interesadas sobre los puntos fuertes y débiles de los sistemas de gobernanza del agua, así como nuevas formas de gestionar mejor “demasiada agua”, “muy poca agua” y “agua demasiado contaminada” ahora y de cara al futuro.



Promover la inclusión de las partes interesadas e identificar qué papel pueden tener para lograr un efecto indirecto positivo sobre la gobernanza del agua. Esto puede conseguirse mediante consultas en profundidad con entidades públicas y privadas y con la sociedad civil sobre quién puede hacer qué para mejorar la gobernanza del agua como una responsabilidad conjunta. Así pues, es fundamental realizar un proceso de evaluación acertado. Es importante que el proceso sea transparente, no discrimine a nadie, sea abierto y con visión de futuro. También es importante que las partes interesadas estén motivadas y que sus contribuciones se tengan en cuenta.



Fomentar la transparencia del funcionamiento de las instituciones relativas al agua. Los indicadores pueden reducir las brechas de información y conducir a una mayor rendición de cuentas por parte de gobiernos y partes interesadas con respecto a la consecución de los resultados previstos, a la vez que para determinar si los marcos institucionales y regulatorios son adecuados para los fines previstos y son adecuados de cara al futuro.



Aumentar la concienciación sobre cuestiones concretas que de otra manera no recibirían la misma atención. También pueden contribuir a mejorar la producción y recolección de datos, y promover el desarrollo de capacidad técnica.



Impulsar acciones para superar las brechas de gobernanza del agua. Los indicadores pueden proporcionar información a los diseñadores de políticas y ayudan a establecer prioridades para dichas políticas. En el contexto de las agendas globales, pueden ayudar a los países a cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 sobre el agua, sirviendo como guía para los gobiernos a la hora de fortalecer la capacidad de implementación de las instituciones. Implementar el ODS 6 precisa superar una serie de brechas que pueden obstaculizar el acceso universal a agua potable y saneamiento, lograr un buen estado de la calidad del agua o reducir la escasez de agua. Por ejemplo, muchos países van retrasados en cuanto a la producción y difusión de datos. En muchos países, disponer del nivel de capacidad técnica y humana adecuado supone un reto importante para muchos países; sin embargo, la financiación insuficiente es un obstáculo a la hora de crear o mantener redes, y de reemplazar y modernizar las infraestructuras hídricas existentes.

Gráfica Tomada de “Documento Marco de Indicadores de Gobernanza del Agua de la OCDE, OCDE 2018, página 5.

12.5.3. Otras definiciones de Gobernanza de Entidades Reconocidas

Para el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, se concibe la Gobernanza del Agua como el proceso para la gestión integral del agua, entendida como bien común de todos los seres vivos, que promueve la participación activa e incluyente de los diferentes actores sociales en las decisiones y que articula múltiples culturas, saberes e instrumentos normativos formales y no formales, a diferentes escalas espacio-temporales, en contextos socio-políticos, económicos y ecológicos específicos (IDEA, 2013).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- en conjunto con El Departamento Nacional de Planeación (DNP), propusieron la siguiente definición:

“El concepto de Gobernanza del Agua reconoce la prioridad del agua como elemento fundamental para la vida en procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en su gestión integrada; y asume al territorio y a la

cuenca como entidades activas en tales procesos, con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas se conviertan en amenazas para las comunidades, y de garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas, para asegurar la oferta hídrica y los servicios ambientales. En este sentido, la gobernanza plantea nuevas maneras de entender la gobernabilidad, en tanto ubica la autoridad del Estado en función de su capacidad de comunicación y concertación con roles y responsabilidades claras, para acceder al agua de manera responsable, equitativa y sostenible” (MADS, 2012).

Una de las definiciones del término gobernanza del agua más adoptada por diversas agencias a nivel internacional, incluyendo el Banco Mundial, es la propuesta por Global Water Partnership – GWP, quienes definen la gobernanza del agua como “el conjunto de sistemas políticos, económicos y administrativos existentes para el desarrollo y manejo del recurso hídrico y para la entrega de servicios de agua a los diferentes niveles de una sociedad” (OECD, 2011).

La consulta realizada en documentos oficiales y otros aspectos encontrados durante la etapa de consecución, consolidación y análisis de la información requerida para la elaboración del presente diagnóstico, **permite concluir que no existe gobernanza en relación con el recurso hídrico en Colombia ni en los territorios jurisdicción de la RAP Eje Cafetero**. A continuación, se presentan evidencias de esta conclusión, soportadas en los documentos que se citan como fuente y que se anexan al Diagnóstico.

12.6. Evaluación de Avances en Gobernanza del Documento Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico-PNGIRH 2010

En el año 2010, en el documento Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico 2010-2022, el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Sostenible publicó dentro de sus conclusiones, la siguiente:

D. Resumen de la Problemática y Conflictos

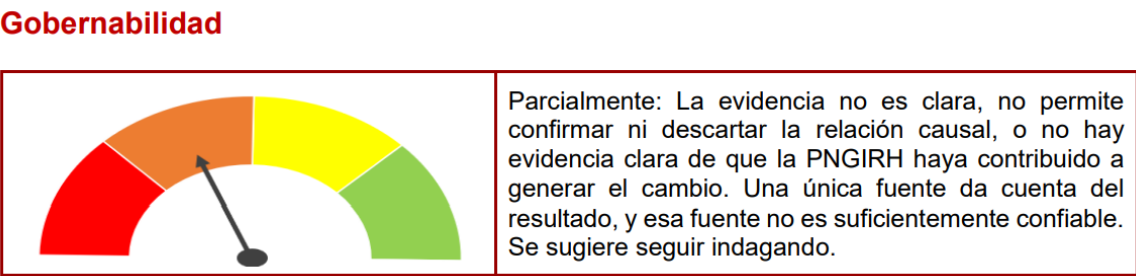
A continuación, se presenta un resumen de la problemática del recurso hídrico, en cuanto a estado del recurso y de la gestión, según lo presentado en las secciones anteriores del presente capítulo y lo discutido en los talleres de formulación de la política reseñados en la introducción del documento.

Como resultado de los talleres de formulación de la política, relacionados en el capítulo de antecedentes, los cuales contaron con el soporte de un informe de diagnóstico cuyos principales aspectos se describen en las secciones anteriores del presente capítulo, se pudo agrupar la problemática actual del recurso hídrico alrededor de los siguientes temas: oferta, demanda, calidad, riesgos, planificación, administración, seguimiento y monitoreo, normativa y gobernabilidad.

Gobernabilidad

- *Diferentes visiones de los actores y sectores en torno al aprovechamiento adecuado del recurso hídrico que complejizan su gestión articulada y generan conflictos.*
- *Necesidad de fortalecer la coordinación entre el MAVDT y las autoridades ambientales, y de éste con los demás Ministerios y otras Instituciones que a nivel nacional tienen incidencia sobre la gestión del recurso hídrico. (Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Agricultura, IDEAM, INGEOMINAS).*
- *Desarticulación entre las instituciones involucradas con el manejo de las aguas marino-costeras.*
- *Poco interés de la ciudadanía en participar en la gestión del recurso hídrico.*
- *Débil gestión y apoyo comunitario para la protección del recurso hídrico.” (Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRG-Minvivienda 2010)*

En el mes de julio del año 2022, el Departamento Nacional de Planeación -DNP- publicó los resultados de EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA POLÍTICA NACIONAL DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO (PNGIRH), que fue elaborada con el apoyo de la Universidad del Rosario y la firma Infometrika. En relación con el cumplimiento de metas de esta política sobre la Gobernabilidad, el balance es el siguiente:



Gráfica Nivel de cumplimiento de metas de Gobernabilidad en el PNGIRH de Minambiente, según evaluación del Minambiente y U del Rosario, 2022

La injerencia de las comunidades en la PNGIRH no ha sido suficiente para obligar a los sectores de la economía a modificar sus prácticas y tampoco ha permitido visibilizar los procesos sociales, a través del ejercicio de veeduría ciudadana hacia el sector productivo e industrial.

En la actualidad no existen acciones que permitan que la GIRH se articule con las entidades y las diferentes problemáticas que vivencia la población, por dicha razón las comunidades han sido relegadas del proceso de gobernanza y las acciones en torno a la concientización, La sensibilización y mitigación del impacto ambiental han sido insuficientes.

Las acciones para el fortalecimiento de la gobernanza en torno a la GIRH han sido insuficientes, lo que se manifiesta en deterioro de las fuentes hídricas y los inadecuados usos del agua. Las estrategias frente a la educación ambiental y el saneamiento del agua han tenido un proceso lento, que dificulta el conocimiento del uso eficiente de la misma.

Se identifica que en el país la Cultura del Agua es deficiente y las acciones para su fortalecimiento en torno a la PNGIRH no han sido suficientes debido al eminente deterioro de las fuentes hídricas y los inadecuados usos del agua. Las estrategias frente a la educación ambiental y el saneamiento del agua han tenido un proceso lento que dificulta el conocimiento del uso eficiente de la misma.

El Departamento Nacional de Planeación -DNP- entidad del Gobierno Nacional que, entre otras funciones, realiza la evaluación periódica de los resultados de las políticas públicas, con el apoyo de una Universidad de reconocido prestigio, concluye que las acciones para el fortalecimiento de la gobernanza en torno a la GIRH han sido insuficientes, en la aplicación de la PNGIRH, luego de 10 años del inicio de su aplicación.

12.7. Otras evidencias de inexistencia de Gobernanza en el sector del Agua

12.7.1. Multiplicidad de prestadores de servicios e inexistencia de caracterización de los prestadores rurales y comunitarios.

La Escuela Superior de Administración Pública ESAP, entidad de educación superior de orden estatal, en el documento EXPERIENCIAS DE ACUEDUCTOS COMUNITARIOS EN COLOMBIA, 1994-2020, publicado en 2021, señala:

“En Colombia, dependiendo de la fuente, varía el número de organizaciones comunitarias que gestionan acueductos comunitarios. De acuerdo con la información consignada en el Inventario Sanitario Rural (ISR) entre los años 2000 y 2002 la cifra es 11.552 (Carrasco, 2016), la cual seguramente cambió. Por su parte, Moncada et al. (2013) señala que deben existir más de 12.000,

los cuales suministran agua potable a casi el 40% de la población rural. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2018) estima que potencialmente existen 32.205 prestadores de servicios públicos en las zonas rurales, mientras que Carrasco (2016) en su estudio manifiesta que son cerca de 20.000. Por ejemplo, en la cuenca del Río Aburrá existen unos 300, los cuales brindan agua potable a un aproximado de 160.000 personas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá et al., 2007, citados en Cadavid, 2009, p. 58). De acuerdo con los estudios de Cadavid (2009) en esta cuenca, las experiencias comunitarias en la gestión del recurso hídrico han demostrado en la población sentimientos de solidaridad con las familias que han pasado o están pasando dificultades de tipo económico, de igual forma, la existencia de una cultura de pago, la cohesión comunitaria, así como "participación, asociatividad, capacidad de gestión para la educación a sus usuarios y para la protección de las microcuencas abastecedoras" (p. 62).

Asimismo, como se señaló anteriormente en el documento, en Colombia se ha dado la coexistencia entre las tres maneras de cubrir el problema del suministro del agua. Muestra de ello es que, ciudades capitales como Pereira, Ibagué o Villavicencio, dispongan de sistemas de acueductos comunitarios que complementan a las grandes empresas en la prestación del servicio, cubriendo el 20% de este; con lo cual se demuestra como las comunidades organizadas no sólo gobiernan el agua como un recurso común, sino que aseguran su sostenibilidad (Moncada et al., 2013)” Torres, R. y Sánchez, J. (2001). Experiencias de acueductos comunitarios en Colombia, 1994-2020. Administración & Desarrollo, 51(1),110-124 <https://doi.org/10.22431/25005227.vol51n1.5>).

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, hace seguimiento, entre otros, a los prestadores de servicios de acueducto y alcantarillado. De un análisis realizado por la RAP Eje Cafetero a la información que reposa en el SUI, administrado por la superintendencia, en los 100 municipios de los Departamentos asociados a la RAP Eje Cafetero, se pudieron identificar 199 empresas inscritas formalmente, de acuerdo con el siguiente cuadro:

RAP EJE CAFETERO. Plan de Seguridad Hídrica

Número de Empresas prestadoras de servicios de A y A formalmente inscritas en el SUI

Septiembre 2024

	OFICIALES	PRIVADAS	JUNTAS	ASOCIACIONES	CANTIDAD DE EMPRESAS POR DEPARTAMENTO
D.QUINDÍO	3	1	0	3	7
D. CALDAS	4	2	2	14	22
D. RISARALDA	10	4	2	61	77
D. TOLIMA	9	15	20	49	93
TOTALES	26	22	24	127	199

Cuadro Número de empresas prestadoras de servicios de acueducto y alcantarillado

formalmente inscritas en el SUI de la SSPD de Colombia. Elaboró C.D. Restrepo, Sept 2024

Durante la elaboración de este diagnóstico, se encontró que las asociaciones de usuarios de acueductos, comúnmente llamadas Acueductos Comunitarios, desempeñan un papel crucial en la gestión del agua y los servicios ambientales, a pesar de sus debilidades y los riesgos organizativos que enfrentan. Estas asociaciones establecen vínculos que favorecen una gobernanza efectiva en el territorio, alineándose con el reconocimiento de las capacidades de gobernanza que pueden llegar a tener por la cercanía que tienen con los usuarios y el potencial acercamiento que pueden llegar a tener con el Estado. En el ámbito rural, los temas comunitarios son especialmente relevantes, sobre todo en lo que respecta al recurso hídrico.

En contenido elaborado por la Universidad Nacional de Colombia, publicado el 3 de mayo de 2024, se reporta la existencia de 403 asociaciones comunitarias en el Departamento de Caldas, que abastecen de agua potable a 38.398 hogares rurales. Esta cifra arroja un promedio de 38 hogares por prestador del servicio, que equivalen aproximadamente a 150 personas

atendidas por cada prestador. (Fuente: <https://ascun.org.co/noticias-ies/acueductos-comunitarios-son-garantes-del-agua-en-areas-rurales-de-caldas-unal/>).

En el Quindío, la Gobernación del Departamento reporta la existencia de 9 acueductos rurales que operan 39 sistemas de acueducto y cubren el 98% del territorio. (Fuente <https://www.quindio.gov.co/noticias-2020/noticias-mayo-2020/quindio-departamento-ejemplo-a-nivel-nacional-en-gestion-de-sus-acueductos-y-sistemas-de-abasto-rural>).

En Risaralda, la Unidad Regional de Gestión de Riesgo estima la cifra de acueductos comunitarios, en 300, la mayoría son Asociaciones de Usuarios que se ven en dificultades en temporada de invierno por crecientes de las corrientes hídricas y en verano, por desabastecimiento. La Alcaldía de Dosquebradas estima que son 66 acueductos en este municipio y en Pereira se estima que son 18 que sumados a 2 del Municipio de La Virginia, suman 84 acueductos comunitarios en el Área Metropolitana Centro Occidente -AMCO- que es el territorio más poblado en el Departamento de Risaralda. (fuente https://caracol.com.co/emisora/2018/02/16/pereira/1518802482_885489.html).

En relación con el Tolima e Ibagué, el Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo - CIDER- de la Universidad de los Andes, en documento de trabajo publicado en el año 2020 denominado Desafíos de los Acueductos Comunitarios Frente a la Expansión Urbana de Ibagué, informa lo siguiente:

*“En Ibagué según el informe del Anuario Estadístico hay 35 acueductos comunitarios urbanos y 48 rurales (Anuario Estadístico Municipal de Ibagué 2016-2017), aunque la página de la Alcaldía reconoce 32 Acueductos comunitarios urbanos como podemos ver en el informe colgado en su página en septiembre del 2018(5). Por su parte el documento PLAN IBAGUE (PI) reporta 28, el portal web de la empresa IBAL dice que hay 32(6) y a través del ejercicio realizado mediante cartografía social propiciado por el movimiento ambiental de la ciudad, se detectaron 36 urbanos (de los cuales 16 están ubicados en el sur de Ibagué en las comunas 11, 12 y 13, una de las zonas de mayor crecimiento urbano de la ciudad). En cuanto a la zona rural, aunque solo tiene el 5% de la Población ocupa en 95% del total del territorio, Desarrollo Rural dice que existen 73 acueductos comunitarios (7), aunque es conocido que hay un subregistro. **La precariedad de la información sobre la existencia de las organizaciones comunitarias del agua no permite tener un diagnostico real sobre las condiciones en las que operan y se administran, ni sobre la situación del abastecimiento para la población atendida.**”*

Tabla 1. Acueductos reconocidos por instituciones.

Acueducto Comunitario	Anuario Estadístico Ibagué 2016 - 2017	Alcaldía Ibagué 2018	Doc. Plan Ibagué 2017	IBAL 2018	Desarrollo Rural 2019	Censo realizado 2019
Urbano	35	32	28	32	-	36 16 en el sur de Ibagué Comunas 11 - 12 y 13
Rural	48	-	-	-	73	?

Fuente: la autora

Tabla Acueductos comunitarios reconocidos por instituciones, tomado de Desafíos de los Acueductos Comunitarios Frente a la Expansión Urbana de Ibagué, CIDER, U. de los Andes, Patricia Muethe Garcia, octubre de 2020, pagina 5.

La Empresa de Acueductos de Tolima EDAT, reporta el 15 de Julio en página oficial “En tal sentido, los 104 acueductos que integran Auguaca, nombre del colectivo o asociación, contarán con el

apoyo de diversas entidades estatales como: la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Tolima (EDAT), CORTOLIMA, la Secretaría de Desarrollo Rural de Ibagué, la Universidad del Tolima, la Secretaría de Salud Municipal y el Sena, entre otros.

https://www.facebook.com/EdatTolima/photos/a.482662508425414.113643.385460264812306/1061772017181124/?locale=es_ES).

La gobernanza de los acueductos comunitarios es hoy considerada esencial para asegurar la seguridad hídrica, considerando que existen deficiencias que se manifiestan en la dispersión de la información, su falta de formalización ante la Superintendencia de Servicios Públicos, su deficiente manejo contable y la escasa capacidad técnica para entregar agua totalmente potable a la comunidad.

En realidad, ¿cuántos acueductos comunitarios hay hoy en los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima? La cifra, es difícil de precisar dada la inexistencia de fuentes confiables y precisas. Una primera aproximación indica que puede ser más de mil acueductos comunitarios que prestan el servicio principalmente a los habitantes de la zona rural, aunque tienen alta presencia en zonas urbanas y semiurbanas de Ibagué y Dosquebradas. El cuadro 6, muestra la estimación del número de acueductos comunitarios por Departamento, elaborado por un profesional adscrito a la RAP Eje Cafetero con datos entregados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. De ellos, como se puede ver en el Cuadro 1, solamente hay inscritos en el SUI de la SSPD, 151. Algunos acueductos no hacen los reportes periódicos a la plataforma, lo que impide comprender realmente el estado de cada uno de ellos, desde los puntos de vista administrativo, operativo, financiero, organizativo y lo principal, de calidad del agua que suministran a los usuarios.

Esta última parte, relacionada con la calidad del agua, se manifiesta en los reportes que el Instituto Nacional de Salud hace sobre la deficiente calidad de agua que se entrega a los usuarios por parte de varios prestadores en los departamentos asociados a la RAP y explican en gran parte, los deficientes indicadores que se muestran en este diagnóstico, sobre la calidad del agua en algunos sectores de estos territorios.

12.7.2. Deficiencia en la Calidad del Agua Suministrada, Especialmente en Zona Rural, según el IRCA

En relación con la calidad del agua entregada a los usuarios, tal como se evidenció en el Capítulo 9. Numeral 9.2.2. de este Diagnóstico, en los Departamentos de la RAP Eje Cafetero se tiene, en primer lugar, deficiente reporte de información oportuna, y por otro, indicador de riesgo de inviabilidad sanitaria en varias localidades de los 4 departamentos.

Esta situación es reforzada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios que señala en su Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, lo siguiente:

“De acuerdo con el Decreto 1575 del 2007 y la Resolución 2115 de 2007 expedidos por el Ministerio de Salud y Protección Social, el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA, es un indicador a través del cual se relaciona la calidad del agua y el nivel de riesgo al que se encuentra expuesta determinada población por el no cumplimiento de las características químicas y microbiológicas.

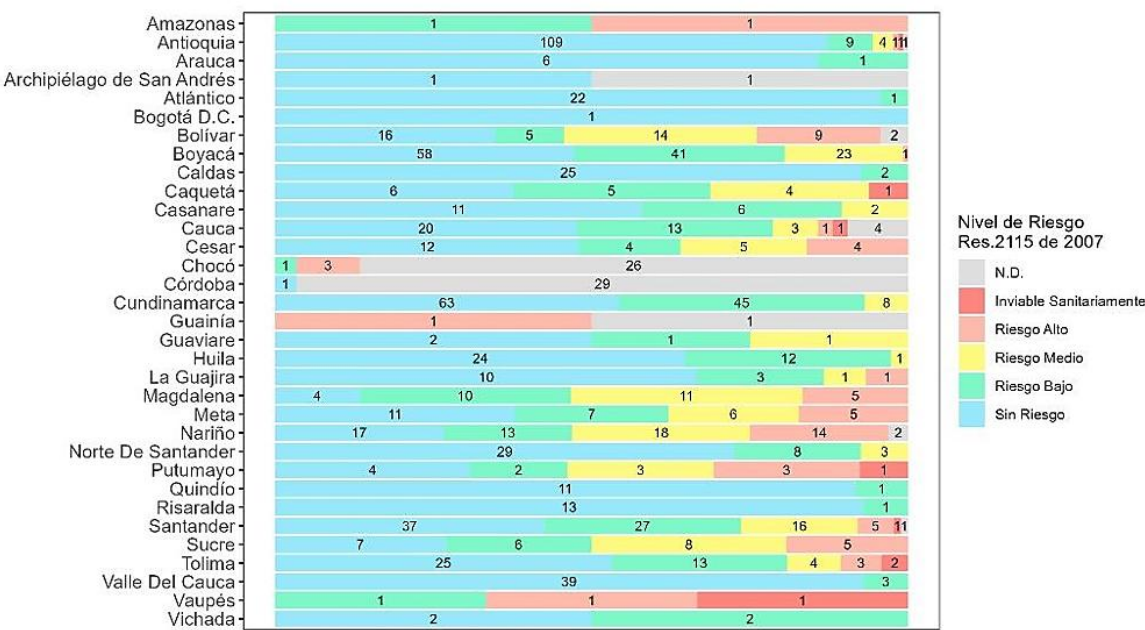
En esta sección se tienen en cuenta los resultados proceso de la depuración que se realizó en conjunto con el MVCT, a partir de la información de la calidad del agua procesada por las autoridades sanitarias distritales, municipales o departamentales reportada en el SIVICAP para la vigencia 2022 y remitida por el Instituto Nacional de Salud.

Cabe mencionar que, para las vigencias anteriores al año 2021, solo se tenían en cuenta las muestras en red de distribución las cuales fueron consideradas en los análisis de los respectivos

informes sectoriales anuales. Sin embargo, para que ningún municipio y departamento registrado en SIVICAP quede sin información para la vigencia 2022, se tuvo en cuenta de manera excepcional las muestras intradomiciliarias de los municipios que no contaban con información de muestras en la red de distribución. Es importante acotar que la información municipal corresponde a una ponderación que tiene en cuenta la cantidad de suscriptores de todos los prestadores de un mismo municipio.

En el siguiente gráfico se presentan **los resultados del IRCA municipal (zona urbana)** y nivel de riesgo agrupado por departamento de la vigencia 2022. Es de resaltar que el análisis parte del proceso de depuración de la información de las muestras de vigilancia de la calidad del agua reportado en SIVICAP para 1103 municipios. Los resultados obtenidos en términos de nivel de riesgo varían entre “Sin riesgo” e “Inviabile Sanitariamente”.

Figura 15 IRCA municipal (zona urbana) agrupado por departamento



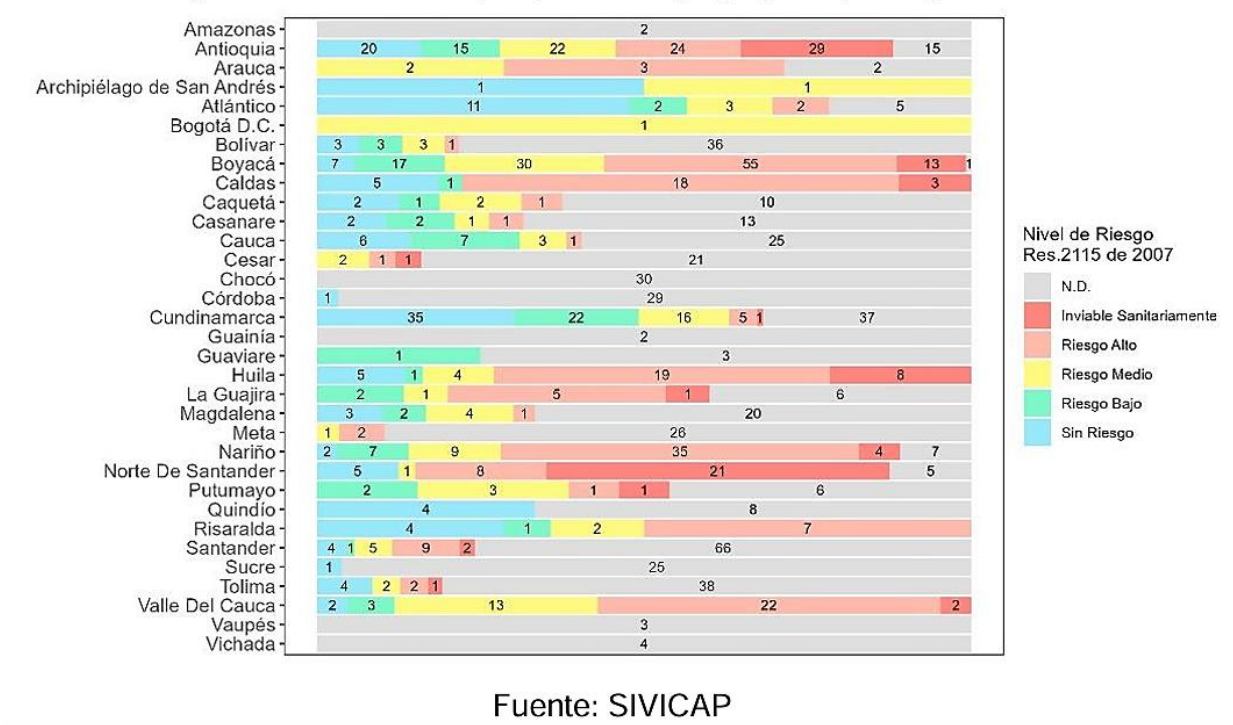
Fuente: SIVICAP

Figura tomada del Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, SSPD, página 34

De los 1103 municipios analizados, se destaca que la calidad del agua fue apta para el consumo humano en 575 municipios, 238 municipios presentaron riesgo bajo, 130 municipios presentaron riesgo medio, 57 municipios riesgo alto y finalmente 7 municipios presentaron riesgo inviable sanitariamente. Por su parte, se observa que 96 municipios no registran información de calidad del agua para la zona urbana.” (Fuente: SSPD)

En el siguiente gráfico se presentan los resultados **del IRCA municipal (zona rural)** y nivel de riesgo agrupado por departamento de la vigencia 2022. Es de resaltar que el análisis parte del proceso de depuración de la información de las muestras de vigilancia de la calidad del agua reportado en SIVICAP para 1103 municipios. Los resultados obtenidos en términos de nivel de riesgo varían entre “Sin riesgo” e “Inviabile Sanitariamente”.

Figura 16 IRCA municipal (zona rural) agrupado por departamento



Como se puede observar en el gráfico anterior, para la zona rural se mantiene una tendencia en el número de municipios que no cuentan con información de calidad del agua reportada en el SIVICAP para la vigencia 2022. De los 1103 municipios analizados, se destaca que la calidad del agua fue apta para el consumo humano en 114 municipios, 80 municipios presentaron riesgo bajo, 117 municipios presentaron riesgo medio, 129 municipios riesgo alto y finalmente 33 municipios presentaron riesgo inviable sanitariamente. Por su parte, se observa que el 57,12% (630) de los municipios no registran información de calidad del agua para la zona rural.

Como se observa en la gráfica, los Departamentos de Caldas con 3 municipios con IRCA inviable sanitariamente y 18 con riesgo alto, Risaralda con 7 municipios con riesgo alto y Tolima con 1 inviable y 2 en alto riesgo, aportan sus datos de calidad del agua para zona rural, pero se debe destacar también la falta de reporte de Quindío en donde 8 municipios no reportaron y Tolima donde 28 municipios no reportaron en el SIVICAP en el año 2022, lo que genera incertidumbre alta, sobre la calidad del agua que están entregando a los usuarios.

Para ilustrar aún más esta situación, se traen solamente dos casos tratados en la prensa regional a este análisis:

Si bien, el Departamento de Risaralda es uno de los que tiene un mayor número de Asociaciones de Usuarios (acueductos comunitarios), según información de prensa, por datos entregados en la Asamblea de Risaralda en el año 2016 “cerca de 125 mil habitantes de Risaralda del sector rural y que son atendidos por 432 acueductos rurales están consumiendo posiblemente agua no apta para consumo humano ya que solo 80 acueductos realizan tratamiento de agua con cloro. Según la autoridad sanitaria departamental, de 125 muestras inspeccionadas para determinar la calidad del agua en el 2016 en la zona rural, el 66,4% está en riesgo alto, el 14,4 % es inviable sanitariamente el 8 % se encuentra en riesgo medio, solo el 8 % fueron calificadas sin riesgo” (Fuente <https://risaraldahoy.com/rajados-en-la-asamblea-de-risaralda-los-acueductos-comunitarios/>).

En el Tolima, en septiembre de 2021 un medio de difusión informó:

“Solo 15 municipios del Tolima tienen agua apta para el consumo humano.

Preocupación por la calidad de agua en la mayoría de los municipios del departamento incluido Ibagué.

El Secretario de Salud del departamento en informe que entregó del IRCA (Índice de Riesgo para la Calidad del Agua Potable) con corte a julio 31 del presente año, califica como preocupante la calidad del agua que se está consumiendo en la mayor parte de los 47 municipios del Tolima.

Explicó... que a julio 31 de este año y teniendo en cuenta que el Laboratorio de Salud Pública ha realizado todas las pruebas en los acueductos del departamento, Roncesvalles y Villarrica son los dos municipios que tienen hoy un concepto inviable para el consumo del agua ya que no cuentan con planta de tratamiento.

Municipios en riesgo:

El grupo de municipios que se encuentran en riesgo alto lo encabezan Ataco, Palocabildo, Rovira seguido de Suárez, Venadillo y Prado.

Riesgo medio

En riesgo medio están Ambalema, Alpujarra, Anzoátegui, Coello, Coyaima, Honda, Icononzo, Natagaima y Piedras.

Riesgo bajo

En el grupo de municipios con riesgo bajo están Alvarado, Carmen de Apicalá, Cunday, Dolores, El Espinal, Flandes, Lérída, Murillo, Ortega, Rioblanco, Saldaña y San Antonio.

Municipios sin riesgo

Los municipios que están sin riesgo y con agua apta para el consumo humano son Armero, Casabianca, Cajamarca, Chaparral, Falan, Fresno, Guamo, Líbano, Mariquita, Melgar, Planadas, Purificación, San Luis, Santa Isabel y Villahermosa.

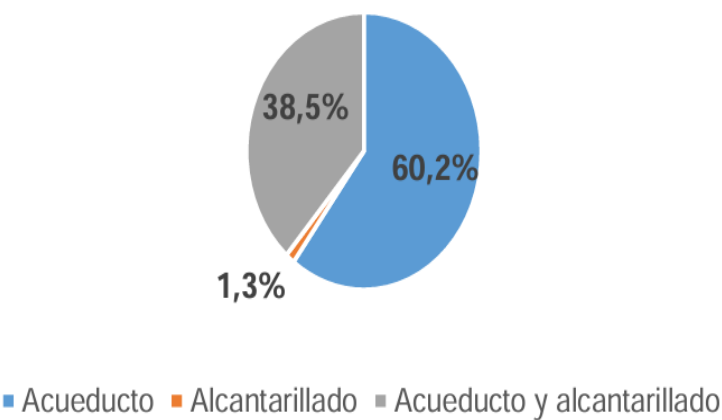
Caso Ibagué

Ibagué es un caso especial en donde existe el acueducto que es manejado por el IBAL pero existen también comunitarios. "Ibagué está en riesgo medio por los acueductos comunitarios", afirmó. (Fuente: <https://elcronista.co/destacadas/solo-15-municipios-del-tolima-tienen-agua-apta-para-el-consumo-humano>)

12.7.3. Alta Informalidad en los Entes Prestadores de Servicios Asociados al Agua

Tal como se señaló en el numeral 12.2.2.1. además de una gran cantidad de prestadores de servicios, principalmente de acueducto, (la SSPD estima en 30.000 su número), los que están inscritos como tal ante la Autoridad Administrativa de los Servicios públicos en Colombia, constituyen un muy bajo porcentaje. La SSPD reporta en su **Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado** con corte a 31 de diciembre de 2022, que tiene en sus registros, "2.787 prestadores de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado. De los prestadores que tienen a su cargo los servicios de acueducto o de alcantarillado, el 60,2% prestan exclusivamente el servicio de acueducto, el 1,3% corresponden a prestadores con prestación exclusiva del servicio de alcantarillado, y el 38,5% corresponden a prestadores que asumen la prestación de ambos servicios. Lo descrito anteriormente se presenta en la siguiente figura:"

Figura 1 Distribución porcentual de los servicios prestados



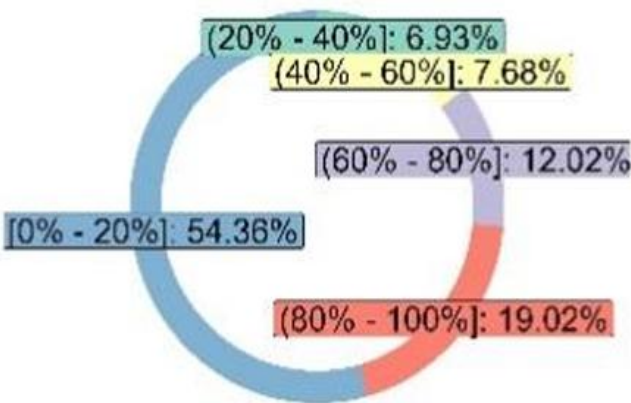
Fuente:SUI 2022

Figura Tomada del Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, SSPD, página 12

12.7.4. Falta de reporte de información suficiente y oportuna a las Entidades de Seguimiento, en atención a normatividad vigente

Según el Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, “Todos los prestadores que se encuentran registrados en esta Superintendencia deben realizar anualmente el cargue de información de los aspectos técnicooperativos, administrativos, comerciales y financieros disponibles en el SUI. Para la vigencia 2022, se identificó que 54,36% de los prestadores tienen un porcentaje de cargue al SUI del 0% al 20%; lo cual no permite tener detalle de las características de operación de los prestadores Así mismo, solamente el 19,02% de los prestadores tienen un porcentaje de cargue entre el 80% y el 100%.

Figura 2 Porcentaje de cargue al SUI



Fuente:SUI-2022

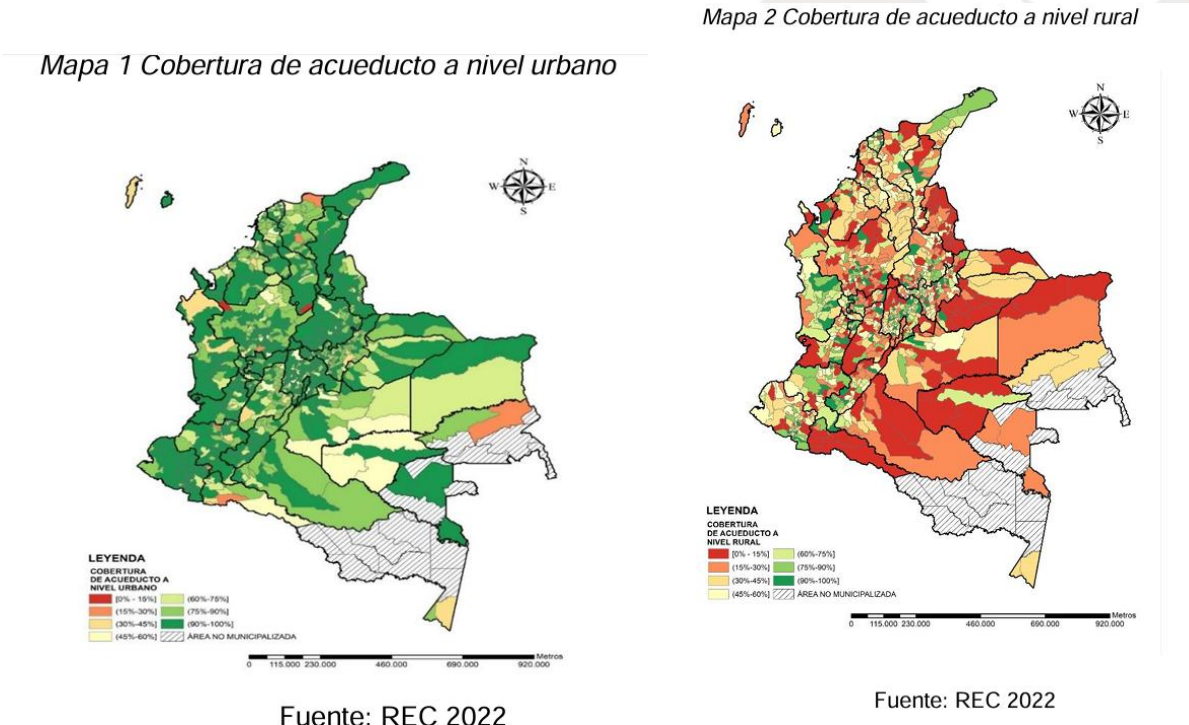
Figura Tomada del Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, SSPD, página 13

El bajo reporte principalmente está asociado con los pequeños prestadores (menores a 2.500 suscriptores).

12.7.5. Baja Cobertura de Servicios de Agua Potable y Saneamiento, principalmente en zona rural

Según la SSPD, “En asentamiento urbano Del país, 660 municipios presentan una cobertura entre 90% y 100% (color verde oscuro en los mapas 1 y 2), por su parte los municipios de Mutatá (Antioquia) y Cantagallo (Bolívar), presentan coberturas menores al 15%. Además, la cobertura urbana de capitales como Cartagena, Quibdó, Santa Marta, San Andrés, Leticia, Puerto Inírida y San José del Guaviare presentan coberturas urbanas menores al 50%.

En contraste, “406 municipios presentan coberturas rurales menores o iguales al 30% (colores rojos en el mapa), siendo este el 36,8% del país. Adicionalmente 207 municipios presentan su cobertura entre 30% y 45%. Por su parte, 115 municipios presentan coberturas entre el 90% y el 100%, siendo este el 10,42% del país.” (Fuente SSPD)



Mapas tomados de Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, SSPD, páginas 20 y 21

12.7.6. Altas Pérdidas de Agua en los Sistemas de Producción, almacenamiento y Distribución (IANC)

La SSPD informa sobre este indicador, para el año 2022, lo siguiente: “Actualmente la regulación económica ha establecido la medición del índice de pérdidas de agua distribuida mediante los sistemas de acueducto a partir del índice de Pérdidas de Agua por Usuario Facturado –IPUF, definido a través de las Resoluciones CRA 688 de 2014 y CRA 906 de 2019, cuyas variables de cálculo corresponden esencialmente a las establecidas para el cálculo del IANC, incorporando adicionalmente la normalización respecto al valor medio anual de suscriptores de acueducto

El análisis para este indicador corresponde al “Área de Prestación del Servicio APS” asociada a las empresas prestadoras del servicio, y su cálculo refiere a la unidad temporal de un (1) mes, cuya expresión toma unidades de metros cúbicos de agua perdida.

Para en análisis del IPUF fueron observados los datos reportados en el SUI por parte de los grandes prestadores que por su metodología tarifaria (Resolución CRA 906 de 2019) reportan información referente al “Seguimiento de metas para APS mayores de 5000 suscriptores”, solicitado a través de la Resolución SSPD 20211000313835. Bajo este ámbito, se excluyeron a pequeños prestadores que no efectuaron el cargue de información. En caso de disponibilidad de información secundaria proveniente del SUI, se consideró conveniente adelantar la estimación del Índice de pérdidas para 138 prestadores mediante el cálculo realizado en las vigencias anteriores por medio de una fórmula adoptada por la Superintendencia (fuente SSPD).

Tomando en cuenta lo anterior, se estableció un valor medio nacional del **IPUF de 10,51 m3 /suscriptor – mes, que está por encima del valor máximo establecido por la regulación económica vigente, correspondiente a 6 m3 /suscriptor – mes. Además, se evidencia un aumento significativo respecto a la vigencia 2021, para la cual el indicador se estimó en 7,83 m3 /suscriptor – mes.**

12.7.7. Deficiente información sobre agua subterránea y fuentes alternas

En el Documento Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRH- publicada en el año 2010, se señalaba como deficiencia, la inexistencia de estudios sobre agua subterránea en el país:

*“Según menciona INGEOMINAS, (Consideraciones sobre las aguas subterráneas en Colombia y sus posibilidades de explotación, 1997), **solo se han realizado estudios relacionados con este componente en alrededor de 5% del área total del territorio, pero esta cifra puede aumentar alrededor de un 10%, (Programa de Exploración de Agua Subterránea -PEXAS).** Estos estudios cubren especialmente las zonas con escasa oferta hídrica superficial, fundamentalmente la Costa Atlántica; también existen estudios regionales en la Sabana de Bogotá, Valle del Cauca, Norte de Santander, Tolima y Huila, igualmente algunas de las autoridades ambientales han realizado investigaciones en las áreas de su jurisdicción.....”Por la incertidumbre de las cifras presentadas se requiere generar en el país información hidrogeológica de carácter regional, que permita integrar y evaluar el conocimiento a nivel de cuencas hidrogeológicas, para efectos de estimar la oferta de una manera más precisa.”(PNGIRH- página 27)*

La Contraloría General de la República, realizó en el año 2019, una evaluación de los resultados de esta PNGIRH, y sobre aguas subterráneas, informa:

“La problemática relacionada con los recursos hídricos subterráneos identificada en 2010 parte de dos premisas: i) Poca información para apoyar la toma de decisiones en la planificación del recurso agua y, ii) bajo conocimiento del potencial hidrogeológico del país, así como el gran potencial que representa el agua subterránea. En este último aspecto cabe señalar lo información suministrada por Ingeominas¹² en su momento, hoy Servicio Geológico Nacional: La mayor parte de los recursos hídricos utilizables en el planeta, se encuentran en el subsuelo y Colombia presenta similares condiciones con un gran potencial de aguas subterráneas en, aproximadamente, el 75% del territorio”.

Es así como durante el cuatrienio (2014-2018), objeto de este análisis, las corporaciones dieron cuenta de 85 acuíferos, de los cuales, 38 se han incluido en el marco de los POMCA, y de los 47 que no lo están, 35 están priorizados y 15 de ellos ya cuentan con Plan de Manejo. Es decir, se ha ampliado el conocimiento sobre el recurso hídrico subterráneo toda vez que el 67% de las corporaciones hoy en día reconocen acuíferos en su jurisdicción, situación diferente a la reportada en 2010, cuando se indicaba que los estudios sobre este recurso se realizaban en las regiones con mayor escasez de agua superficial, como es el caso de la Costa Atlántica, la sabana de Bogotá, el Valle del Cauca, Norte de Santander, Tolima y Huila. Según el Instituto de Investigaciones Geológico Mineras -INGEOMINAS, solo se habían realizado estudios

relacionados con este componente en cerca del 5% del área total del territorio nacional.”(Contraloría General de la República, Evaluación del PNGIRH 2010, páginas 16 a 18)

Es decir, hubo un avance significativo en el conocimiento de las aguas subterráneas. No obstante, el Estudio Nacional del Agua ENA 2022, sigue enfatizando:

“4.4 Consideraciones sobre el monitoreo y evaluación de las aguas subterráneas en Colombia

Actualmente, Colombia no cuenta con información suficiente sobre el uso o la gestión de las aguas subterráneas de su territorio; esto se traduce en que se desconocen aspectos fundamentales, como la oferta y la demanda de aguas subterráneas. Esto hace que el estudio de las aguas subterráneas tenga muchas complejidades que, a nivel de país, aún no se tenga claro lo que implican. Unas de esas complejidades es que las aguas subterráneas pueden ser recursos renovables o no renovables. Hay acuíferos o sectores del país donde se extrae agua que no está conectada con el régimen de precipitación actual (acuíferos confinados); son zonas en donde se está haciendo una “minería del agua”, porque cada m3 que se explote o se consuma no se va a renovar por procesos naturales. Además, no existe información detallada que permita delimitar o identificar las zonas de recarga de los acuíferos.” (ENA 2022, página 179)

12.7.8. Otros Factores Deficientes en relación con la Gobernanza

Además de los anteriores y para cerrar el análisis, se señalan otros que pueden estar igualmente documentados pero que, por ser de menor impacto, se señalan solamente para contribuir a la discusión:

- Falta de comunicación asertiva y efectiva entre las partes y actores involucrados.
- Fragmentación de políticas públicas entre la Nación, los Departamentos, los Municipios y los Prestadores
- Insuficiente actualización de información sobre los indicadores más importantes relacionados con el sector.
- La ausencia de consensos en la toma de decisiones impide un impacto positivo en el sector y limita los beneficios para todos los usuarios.
- Falta de actualización de la normatividad sobre aspectos como la planeación territorial,
- Ausencia de participación efectiva de los usuarios en las decisiones relacionadas con el agua potable, al parecer por falta de motivación.
- Insuficiente educación entre la comunidad sobre el uso racional del agua, aunque se han visto reducciones en el consumo por usuario, se debe en la mayoría de las veces a manejos tarifarios que castigan el consumo suntuario (por ejemplo, en períodos de sequía), mas que a la generación de conciencia ambiental.
- Falta de estudios suficientes para conocer, procesar y administrar los acuíferos, siendo el agua subterránea en algunos casos, la única fuente de suministro y en la mayoría, la principal fuente alterna que tienen la mayoría de los territorios asociados a la RAP Eje Cafetero.
- En general, falta de articulación entre los actores del sector.

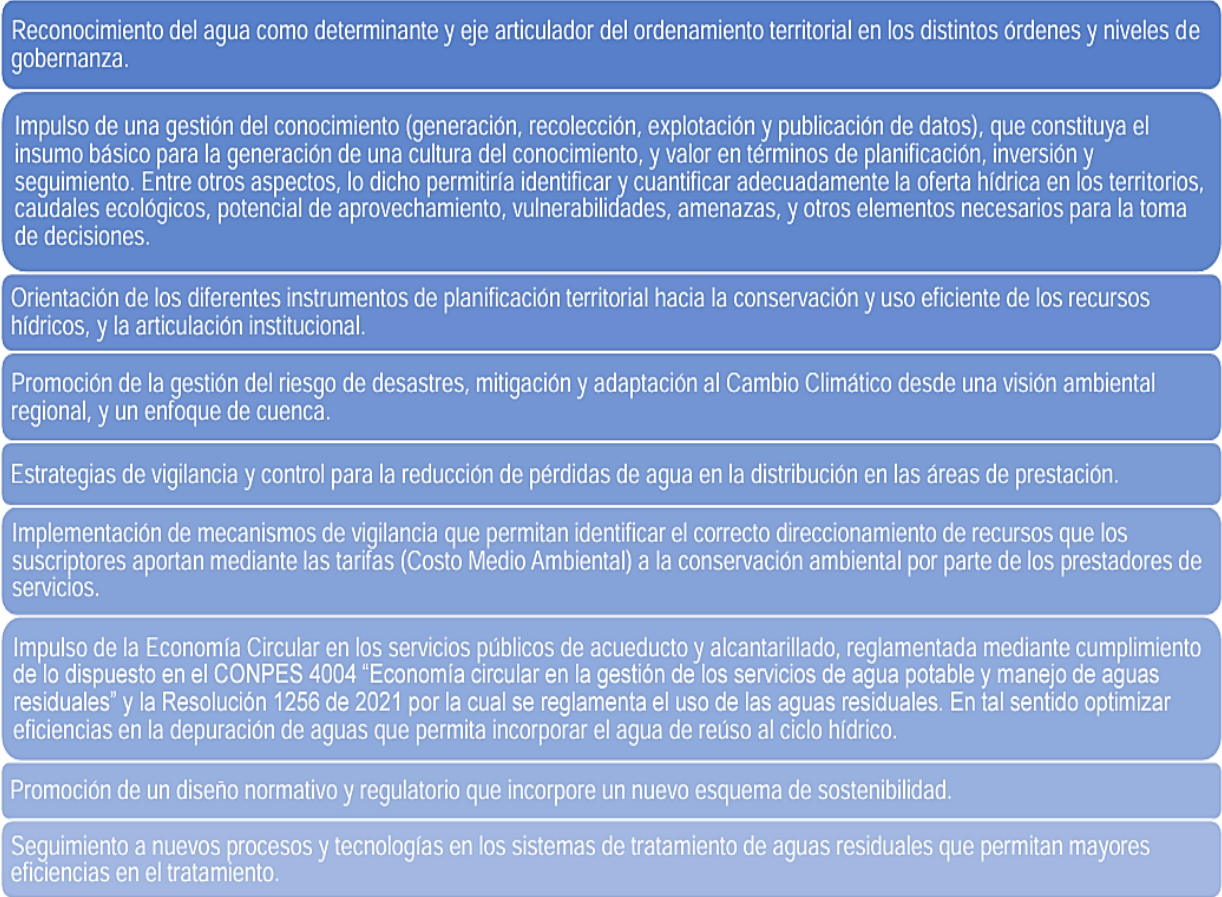
Para cerrar este capítulo relacionado con la Gobernanza del Agua, vale la pena transcribir los Retos del Sector que señala la SSPD en el Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, en razón a que se hace énfasis en la Gobernanza del Recurso Hídrico:

12.8. RETOS DEL SECTOR

Los retos propuestos se orientan a implementar a cabalidad la transformación propuesta en el Plan Nacional de Desarrollo en cuanto al “Ordenamiento del territorio alrededor del agua y justicia ambiental”; si no se ordena el territorio alrededor del agua, el aseguramiento de servicios públicos y la actividad humana no sería sostenible.

En tal sentido deben ser implementados y fortalecidos los modelos de gobernanza multinivel en el territorio para asegurar medidas que permitan proteger los ciclos del agua y su disponibilidad para un aprovechamiento racional y eficiente. En esto, la participación de comunidades rurales es de vital importancia, poniendo especial cuidado en la solución de los conflictos socio ambientales y el reconocimiento del agua como derecho fundamental y bien común. Una vez construida una concepción común del agua como impulsor de desarrollo, y la necesidad de ordenar el territorio a partir de la base natural, los esfuerzos de los diferentes actores deben estar dirigidos (incluidas las inversiones ambientales) a implementar mecanismos y estrategias de gestión que adopten los siguientes retos (Fuente: SSPD, 2022).

Figura 32 Retos del sector



Fuente: Elaboración propia

Tabla tomada de Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado 2022, SSPD

12.8.1.. Los acueductos comunitarios y los prestadores rurales del servicio

En la INTRODUCCIÓN de Gobernanza y servicios ambientales en la gestión de los acueductos comunitarios en tres municipios de Caldas, Colombia, 2020, se puede leer: La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2010) reconoció el acceso al agua como un derecho humano esencial. En Colombia, el primer antecedente jurídico para considerar el acceso al agua potable un derecho fundamental se presentó en 1991 con la Constitución Política (Corte Constitucional de Colombia, 1991), que en su artículo 3661 advierte sobre las finalidades sociales del Estado, entre las que subraya la de garantizar agua potable a todos los ciudadanos y conmina a las administraciones nacionales y territoriales a asegurar los recursos necesarios con sus presupuestos de inversión para tal fin. Luego, la Corte Constitucional de Colombia (2011), Sala de Revisión Tutelas, T-740 de 2011, reconoció el agua potable como un derecho fundamental inherente a la condición humana e imprescindible para la vida.

Se descubrió que las asociaciones desempeñan un papel crucial en la gestión del agua y los servicios ambientales, a pesar de sus debilidades y los riesgos organizativos que enfrentan. Estas asociaciones establecen vínculos que favorecen una gobernanza efectiva en el territorio, alineándose con el reconocimiento de las capacidades de gobernanza que se reflejan en las decisiones de la Corte Constitucional. En el ámbito rural, los temas comunitarios son especialmente relevantes, sobre todo en lo que respecta al recurso hídrico.

La gobernanza de los acueductos comunitarios es hoy considerada esencial para asegurar la seguridad hídrica. Durante la recopilación de información para actualizar el Plan de Seguridad Hídrica (PSH) de la RAP Eje Cafetero, se identificaron importantes deficiencias en esta gobernanza. Estas se manifiestan en la dispersión de la información, a pesar de la poca existencia de técnicos de alta calidad realizados por diversos actores del sector. También se evidenció una falta de comunicación efectiva entre las partes involucradas, así como una fragmentación de políticas y una insuficiente actualización de información, planes y acciones que otorguen la relevancia adecuada a estos acueductos. Esto es crucial para proteger los recursos hídricos y los ecosistemas estratégicos. Además, la ausencia de consensos en la toma de decisiones impide un impacto positivo en el sector y limita los beneficios para todos los usuarios. En resumen, la región carece de una gobernanza efectiva y eficiente en torno a los acueductos comunitarios, y la dispersión de esfuerzos dificulta la consecución de los resultados deseados.

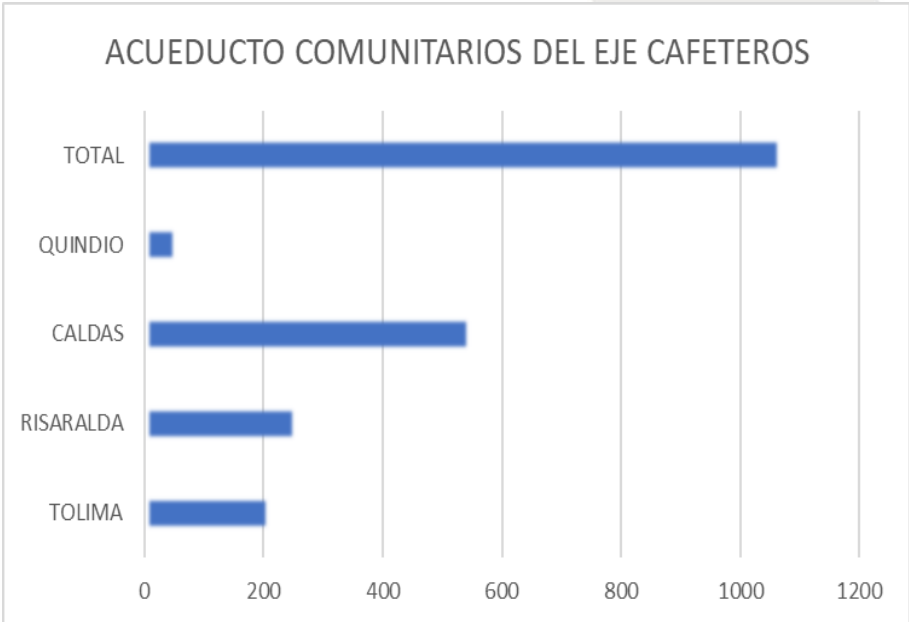


Gráfico Número de acueductos comunitarios en los Departamentos asociados a la RAP Eje Cafetero. Elaboró J.J. Caicedo, RAP Eje Cafetero con información de Minambiente, 2024

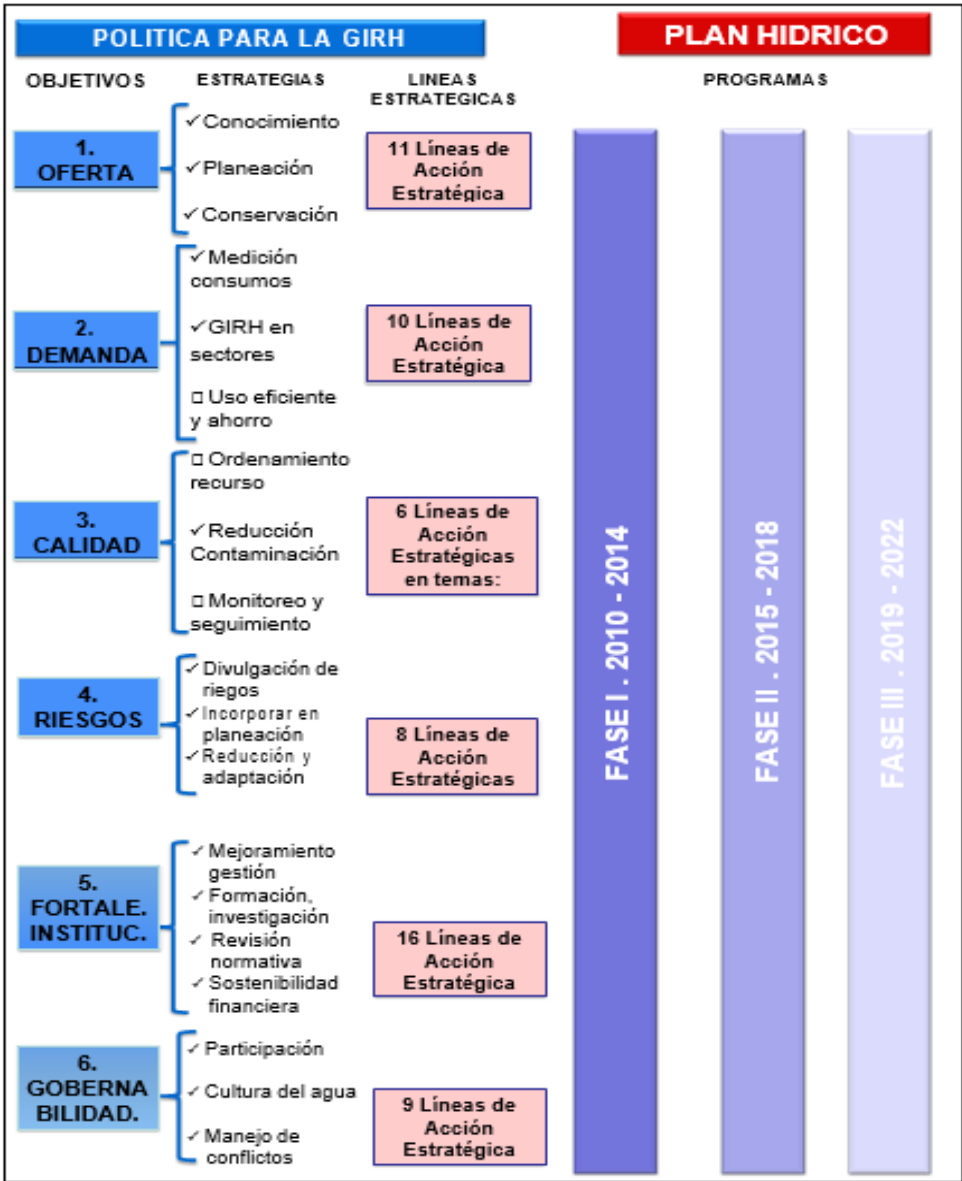
12.8.2. Las CARs y los Planes de Manejo del recurso Hídrico

Las 33 Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) son responsables de implementar la política ambiental en sus respectivas regiones. Su labor conjunta asegura la protección y conservación de los recursos naturales, fomentando prácticas sostenibles que contribuyen a la reducción de la deforestación y mitigan los efectos del cambio climático.

Este 22 de diciembre se conmemoran 30 años de la Ley 99 de 1993, la cual dio origen al Sistema Nacional Ambiental (SINA), transformando las 17 corporaciones existentes y creando 16 nuevas, para un total de 33, siete de ellas enfocadas en el desarrollo sostenible debido a su relación con ecosistemas de gran relevancia para el país. Desde su creación, las CAR han desempeñado un papel clave en la gestión de los recursos naturales, incluyendo la protección de bosques, agua, fauna, la promoción de la educación ambiental y el apoyo a negocios verdes. Tres décadas después, siguen liderando la gestión ambiental regional en Colombia. Su gestión ha permitido declarar 3.9 millones de hectáreas como áreas protegidas regionales, lo que representa el 95% de

las áreas protegidas de este tipo en el país. Estas áreas brindan servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del clima y el agua, además de ser hábitat para especies nativas y migratorias. En 30 años, las CAR han aumentado significativamente el número de áreas protegidas regionales, pasando de 17 en 1993 a 308 en la actualidad.

En este orden de ideas, se tiene en cuenta el PHN en donde se tiene la estructura, alcance y propuestas para la conservación del recurso hídrico, teniendo en cuenta la oferta, demanda, calidad, riesgos, instituciones y gobernabilidad.



Fuente: Minambiente

Inicialmente, esta base es la estructura para el desarrollo de los planes de manejo de recursos hídricos, en donde se tienen 3 fases complementarias que abarcan las seis temáticas que mayor impacto tienen según el cuadro anterior. El manejo de los recursos hídricos es fundamental para garantizar su uso sostenible y asegurar la disponibilidad de agua en términos de cantidad, calidad y oportunidad para satisfacer las necesidades presentes y futuras. Este enfoque se alinea con el desarrollo tanto nacional como regional y local, integrando la gestión del agua con las políticas económicas, sociales y ambientales.

En cuanto a la seguridad hídrica de los departamentos de Caldas, Quindío, Tolima y Risaralda, se enfrentan a desafíos particulares relacionados con la gestión del agua. La región del Eje Cafetero, a la que pertenecen estos departamentos, ha experimentado una creciente presión sobre sus recursos hídricos debido al aumento de la demanda, cambios en los patrones climáticos y la expansión agrícola

Caldas: Este departamento cuenta con cuencas importantes que abastecen a grandes poblaciones, pero ha registrado un aumento en el estrés hídrico, especialmente en la temporada seca. Las acciones para garantizar su seguridad hídrica incluyen la conservación de ecosistemas estratégicos, como páramos y bosques de niebla, que son fuentes clave de agua.

Quindío: Con un territorio pequeño, pero densamente poblado, Quindío se enfrenta a retos relacionados con la calidad del agua y la disponibilidad durante las temporadas secas. Las estrategias para mejorar la seguridad hídrica en el departamento incluyen la modernización de sistemas de riego agrícola y la protección de fuentes hídricas.

Tolima: Tolima es un departamento agrícola importante, especialmente por su producción de arroz, lo que genera una alta demanda de agua. Además, enfrenta problemas de deforestación y contaminación de fuentes de agua, que afectan su disponibilidad y calidad. Se están desarrollando proyectos para mejorar la eficiencia del riego y la gestión integral de cuencas hidrográficas.

Risaralda: Aunque este departamento tiene una disponibilidad de agua relativamente alta, también presenta riesgos de contaminación y sobreexplotación, especialmente en zonas rurales. La protección de las áreas de recarga hídrica y la implementación de sistemas de gestión del agua más eficientes son medidas clave para garantizar su seguridad hídrica.

En general, la región requiere una planificación integrada y estrategias conjuntas para asegurar la disponibilidad de agua a largo plazo, frente a amenazas como el cambio climático y el crecimiento de la demanda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Contraloría General de la República de Colombia, Rodríguez Martha Liliana y otros, Evaluación de la Implementación de la Política Nacional Para la Gestión del Recurso Hídrico con Énfasis en la Oferta y la Demanda 2015 – 2018, obtenido en: [https://www.contraloria.gov.co/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/medio-ambiente/-](https://www.contraloria.gov.co/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/medio-ambiente/-/document_library/lzar/view_file/969083?_com_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_lzar_redirect=https%3A%2F%2Fwww.contraloria.gov.co%2Fresultados%2Finformes%2Fanalisis-sectoriales-y-politicas-publicas%2Fmedio-ambiente%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_lzar%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview)

[/document_library/lzar/view_file/969083?_com_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_lzar_redirect=https%3A%2F%2Fwww.contraloria.gov.co%2Fresultados%2Finformes%2Fanalisis-sectoriales-y-politicas-publicas%2Fmedio-ambiente%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_lzar%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview](https://www.contraloria.gov.co/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/medio-ambiente%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_lzar%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview)

Contraloría General de la República de Colombia, Estudio Sectorial para “Evaluar la Cobertura, Calidad y Continuidad del Servicio Público de Agua en Zonas Urbanas y Rurales del Territorio Nacional”, Mayo 2022, obtenido en [https://www.contraloria.gov.co/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/vivienda/-](https://www.contraloria.gov.co/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/vivienda/-/document_library/mchi/view_file/4736547?_com_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_mchi_redirect=https%3A%2F%2Fwww.contraloria.gov.co%2Fresultados%2Finformes%2Fanalisis-sectoriales-y-politicas-publicas%2Fvivienda%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_mchi%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview)

[/document_library/mchi/view_file/4736547?_com_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_mchi_redirect=https%3A%2F%2Fwww.contraloria.gov.co%2Fresultados%2Finformes%2Fanalisis-sectoriales-y-politicas-publicas%2Fvivienda%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_mchi%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview](https://www.contraloria.gov.co/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/vivienda%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_mchi%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview)

Contraloría Municipal de Pereira, Informe Anual del Estado de los Recursos Naturales y el Ambiente 2023, obtenido en: https://www.contraloriapereira.gov.co/sitio/phocadownload/gestion_auditorias/macro/informe_s_ambientales/2024/Informe%20del%20Estado%20de%20los%20Recursos%20Naturales%20VF%202023.pdf

CRQ, OFERTA, DEMANDA HÍDRICA E ÍNDICE DE USO DEL AGUA (IUA) DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO PARA EL AÑO 2023, 2023 obtenido en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/#>

CRQ, Universidad del Tolima (2023) Evaluación Regional de Agua del Quindío, obtenida en <https://crq.gov.co/descarga-de-documentos/>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2021) ,Evaluación Regional del Agua del Tolima Fase 1, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

CORTOLIMA, Universidad del Tolima (2022), Evaluación Regional del Agua del Tolima, Fase 2, Obtenida en <https://datosabiertos.cortolima.gov.co/documents/3aebb4ab887a465084b59907eee516f2/explore>

IDEAM (2022) Estudio Nacional del Agua -ENA-,2023 Obtenido en http://archivo.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586?_110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw_redirect=http%3A%2F%2Farchivo.ideam.gov.co%2Fweb%2Fagua%2Festudio-nacional-del-agua%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE_hWSQik0LFPrw%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_stat%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2

Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia, Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010, obtenido en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/Politica-Nacional-para-la-Gestion-Integral-del-Recurso-Hidrico.pdf>

RAP Eje Cafetero, Plan Estratégico Regional -PER- 2021, obtenido en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcjpcglclefindmkaj/https://ejecafeterorap.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/PER-2_compressed.pdf

UNESCO, Office Montevideo and Regional Bureau for science in Latin America and the Caribbean, “La Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Manual de Capacitación para tomadores de Decisiones”, 2020, obtenido en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374917>