



Salud

INCA 2023

Informe Nacional de
Calidad del Agua para
Consumo Humano

Bogotá D.C.
Enero de 2025



REPÚBLICA DE COLOMBIA

GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de la República

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

GUILLERMO ALFONSO JARAMILLO MARTÍNEZ
Ministro de Salud y Protección Social

JAIME HERNÁN URREGO RODRÍGUEZ
Viceministro de Salud Pública y Prestación de Servicios

Sandra Consuelo Manrique Mojica
Directora de Promoción y Prevención (E)

Leydy Johana Morales Carvajal
Subdirectora de Salud Ambiental

Martha Milena Contreras Portilla
Profesional Especializado Subdirección de Salud Ambiental

Liliana Rojas Rodríguez
Contratista Subdirección de Salud Ambiental



MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO

HELGA MARÍA RIVAS ARDILA

Ministra

EDWARD STEVEN LIBREROS MAMBY

Viceministro de Agua y Saneamiento Básico

Natalia Duarte Cáceres

Directora de Política y Regulación

Paolo Alexis Muñoz Alzate

Profesional Especializado Grupo Desarrollo Sostenible

Ángela Liliana Mejía Bustacara

Contratista Grupo Desarrollo Sostenible

Andrea Carolina Barriga Pérez

Contratista Grupo Desarrollo Sostenible

Diana Marcela Muñoz Nieto

Contratista Grupo Desarrollo Sostenible

Laura Estefanía Neira Beltrán

Contratista Grupo Desarrollo Sostenible



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

TOMÁS GILBERTO PRASCA CEPEDA
Director General (E)

TOMÁS GILBERTO PRASCA CEPEDA
Director Técnico Redes en Salud Pública (DRSP)

Franklyn Edwin Prieto Alvarado
Director Técnico de Vigilancia y Análisis del riesgo en Salud Pública (DVARSP)

Omayda Cárdenas Bustamante
Subdirectora Técnica Laboratorio Nacional de Referencia

Hernán Quijada Bonilla
Subdirector de Análisis del Riesgo y Respuesta Inmediata

Milton Mauricio Camargo Durán
Coordinador Grupo Química y Toxicología

Milena Edith Borbón Ramos
Coordinadora del Grupo de Vigilancia y Control de Factores de Riesgo del Ambiente (DVARSP)

Iván Camilo Sánchez Barrera
Coordinador del Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (ERIA)

Anderson Stev Pardo Flórez
Gina Marcela Gómez Ochoa
Paula Andrea Gardeazábal Acuña
Profesionales del Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP)

Cristian Camilo Rodríguez Quinchia
Profesional del Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos (DVARSP)

Juan Felipe Montenegro Torres
Profesional del Grupo de Vigilancia y Control de Factores de Riesgo Ambiental (DVARSP)



Superservicios



SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS

YANOD MÁRQUEZ ALDANA

Superintendente de Servicios Públicos Domiciliarios

DIEGO ALEJANDRO OSSA URREA

Superintendente Delegado para Acueducto, Alcantarillado y Aseo

Karen Amanda Bustos Pineda

Coordinadora Grupo de Estudios Sectoriales

Willy Alberto Zambrano Chávez

Profesional Grupo de Estudios Sectoriales

María Del Pilar Sánchez Buitrago

Profesional Grupo de Estudios Sectoriales

Eliana Alejandra Páez Lugo

Profesional Grupo de Estudios Sectoriales

Tabla de Contenido

Glosario	13
Abreviaturas	16
Introducción	17
Capítulo 1. Antecedentes y marco normativo de la vigilancia y control de la calidad del agua en Colombia	19
Capítulo 2. Resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia, 2023.	23
2.1 Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) – cálculo, interpretación y análisis.	23
2.2 Recolección de la información de la vigilancia de la calidad del agua.	25
2.3 Análisis de los resultados de la vigilancia de la calidad del agua en Colombia, 2023.	25
2.4 Notificación por parte de las autoridades sanitarias en SIVICAP.	31
2.5 Inspección y certificación sanitarias de persona prestadora, evaluación, interpretación y análisis.	34
2.6 Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	38
Capítulo 3. Eventos vehiculados por agua para consumo humano	39
3.1 Relación de la calidad de agua para consumo humano, la incidencia de enfermedad diarreica aguda y hepatitis A en municipios seleccionados de Colombia, 2023.	39
3.2 Reporte técnico: Estimación de la incidencia de enfermedad diarreica aguda relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de la aplicación de un modelo de estimación probabilística con enfoque predictivo, a nivel departamental en Colombia 2023.	47
3.3 Análisis de resultados y discusión.	52

Capítulo 4. Resultados de calidad del agua para las muestras realizadas por la SSPD en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 15 de la ley 1955 de 2019	61
4.1 Generalidades.	61
4.2 Metodología para la determinación de prestadores sujetos a monitoreo.	62
4.3 Determinación del número de muestras.	67
4.4 Resultados Índice de Riesgo de Calidad del Agua.	69
4.5 Comportamiento de las características analizadas.	77
Capítulo 5. Análisis de la calidad del agua para consumo humano a partir de los resultados del proceso de depuración del SIVICAP de la vigencia 2023 y su relación con los proyectos ejecutados de agua potable.	98
5.1 Resultados IRCA de la vigencia 2023.	98
5.2 Parámetros con mayor incidencia de incumplimiento en el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano - IRCA.	102
5.3 Proyectos de agua potable ejecutados y su relación con la mejora en la calidad del agua para consumo humano.	111
Conclusiones	114
Recomendaciones	117
Referencias Bibliográficas	119
Anexos	123

Lista de tablas

Tabla 1. Resumen contenido normas de la vigilancia y control de la calidad del agua	21
Tabla 2. Clasificación del nivel de riesgo y acciones según IRCA por muestra e IRCA mensual	24
Tabla 3. Comparación entidades y muestras vigiladas, 2018 a 2023	26
Tabla 4. IRCA departamentales, 2023.	30
Tabla 5. Municipios sin notificación de muestras de vigilancia de la calidad de agua potable en SIVICAP, 2023	33
Tabla 6. Resumen estado de avance en la elaboración de los Mapas Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano	38
Tabla 7. Municipios priorizados según IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA por 1000 habitantes, Colombia, 2023	45
Tabla 8. Análisis de los niveles de las variables por clasificación de punto de muestreo y desinfectante, a partir de la base de datos de SIVICAP 2023	51
Tabla 9. Municipios priorizados para toma de muestra - Objetivo 2	64
Tabla 10. Municipios priorizados para toma de muestra - Objetivo 3	66
Tabla 11. Parámetros analizados por el laboratorio	68
Tabla 12. Aspectos del plan de monitoreo	69
Tabla 13. Nivel de riesgo por muestras – Proyecto de inversión	71
Tabla 14. Número de municipios por nivel de riesgo (muestras en red de distribución e intradomiciliarias)	99

Listado de gráficos

Gráfico 1. Marco normativo de la vigilancia y control de la calidad del agua en Colombia.....	20
Gráfico 2. Proceso de recolección de los datos de vigilancia de la calidad del agua para la generación del INCA 2023	25
Gráfico 3. Entidades vigiladas y muestras analizadas por las autoridades sanitarias, 2023.....	26
Gráfico 4. Distribución de muestras entre áreas urbana y rural para prestadores 2023	27
Gráfico 5. Distribución de muestras entre áreas urbana y rural para autoabastecedores, 2023	27
Gráfico 6. Niveles de riesgo total de muestras analizadas, 2023	28
Gráfico 7. Niveles de riesgo de muestras de prestadores, 2023.....	28
Gráfico 8. Niveles de riesgo de muestras de autoabastecedores, 2023	29
Gráfico 9. Porcentaje de municipios con notificación oportuna de muestras de vigilancia de la calidad del agua potable en SIVICAP, 2023.....	32
Gráfico 10. Certificaciones sanitarias municipales generadas por departamento 2023	35
Gráfico 11. Distribución de los niveles de riesgo de las BPS municipales, por departamento, 2023	36
Gráfico 12. Distribución de los niveles de riesgo para el IRABA municipal, por departamento, 2023	37
Gráfico 13. Porcentaje del nivel de riesgo de la calidad del agua en municipios, Colombia, 2023	42
Gráfico 14. Canal endémico de la enfermedad diarreica aguda (EDA), Colombia, 2023	43
Gráfico 15. Canal endémico hepatitis A, Colombia, 2023	44

Gráfico 16. Nivel de riesgo asociado a los valores de IRCA - Proyecto de inversión. Clasificado por departamentos	70
Gráfico 17. Características microbiológicas análisis de muestras – Proyecto de inversión	78
Gráfico 18. Características físicas análisis de muestras – Proyecto de inversión	81
Gráfico 19. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización análisis de muestras – Proyecto de inversión	84
Gráfico 20. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana análisis de muestras – Proyecto de inversión	87
Gráfico 21. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana análisis de muestras – Proyecto de inversión	92
Gráfico 22. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana análisis de muestras – Proyecto de inversión	94
Gráfico 23. IRCA departamental de muestras - Proyecto de inversión	97
Gráfico 24. Número de municipios (zona urbana) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2020 a 2023 - muestras en red de distribución	101
Gráfico 25. Número de municipios (zona rural) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2020 a 2023 - muestras en red de distribución	102
Gráfico 26. Parámetros con mayor afectación en la calidad del agua para consumo humano	103
Gráfico 27. Parámetros con incumplimiento en muestras para el área urbana	104
Gráfico 28. Parámetros con incumplimiento en muestras para el área rural	105
Gráfico 29. Porcentaje de muestras con incumplimiento para cloro residual libre	106
Gráfico 30. Otras características químicas con implicaciones económicas e indirectas sobre la salud humana	110
Gráfico 31. Relación de los proyectos terminados en 2023 de los municipios, con los niveles de riesgo de calidad del agua urbano y rural	112
Gráfico 32. Número de proyectos terminados por departamento, 2023	112

Lista de figuras

Figura 1. Esquema metodológico para aplicación del modelo de estimación de casos de EDA a partir de datos de calidad de agua para consumo dietario.	50
Figura 2. Criterios de inclusión y exclusión de los departamentos de acuerdo con los datos de la calidad de agua en Colombia para 2023.	53
Figura 3. Prevalencia de E. coli en los departamentos incluidos en el análisis. Muestras negativas para E. coli (■), Muestras positivas para E. coli (■).	54
Figura 4. Percentil 90 del número de casos estimados de EDA a través del modelo QMRA por departamento en Colombia del año 2023 (■) respecto a casos de EDA notificados por SIVIGILA (●).	55
Figura 5. Percentil 90 de incidencia estimada de EDA con el modelo QMRA para el 2023 (■) respecto a la incidencia casos de EDA notificados por SIVIGILA (●) por cada 100 000 habitantes, por departamento en Colombia.	56
Figura 6. Distribución de la concentración de E. coli según los reportes de ubicación rural y urbana. (A) Concentración de E. coli según ubicación del punto de muestreo. (B) Porcentaje y distribución de muestras aisladas de E. coli en área rural y (C) área urbana.	57
Figura 7. Concentración de E. coli según la clasificación del punto de muestreo en función de la ubicación (Rural y Urbana).	58
Figura 8. Concentración de E. coli según el tipo de desinfectante utilizado para el tratamiento del agua en función de la ubicación (Rural y Urbana).	59

Lista de mapas

Mapa 1. Nivel de riesgo según priorización municipios IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA por 1 000 habitantes, Colombia, 2023	45
Mapa 2. Priorización municipios IRCA recalculado Vs. Incidencia hepatitis A por 100 000 habitantes, Colombia, 2023	46
Mapa 3. Número de muestras por municipio – Proyecto de inversión	67
Mapa 4. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Caribe	73
Mapa 5. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Andina	74
Mapa 6. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Orinoquía	75
Mapa 7. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Amazonía	76
Mapa 8. Características microbiológicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión	79
Mapa 9. Características físicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión	82
Mapa 10. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión	86
Mapa 11. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión	89
Mapa 12. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión	93
Mapa 13. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión	95
Mapa 14. Número de municipios por nivel de riesgo – zona urbana y zona rural (muestras en red de distribución e intradomiciliarias)	99
Mapa 15. Características químicas con implicaciones sobre la salud humana	108

Glosario

ABASTO DE AGUA. Conjunto de obras hidráulicas para captar, controlar, conducir, almacenar o distribuir agua cruda o parcialmente tratada cuyo caudal puede ser empleado total o parcialmente para el uso para consumo humano y doméstico (Decreto 1898 de 2016).

CERTIFICACIÓN SANITARIA. Es el acto administrativo expedido por la autoridad sanitaria competente a través del cual se acredita el cumplimiento de las normas y criterios de la calidad del agua para consumo humano, soportado en el concepto sanitario, proferido a solicitud del interesado o de las autoridades de control (Decreto 1575 de 2007).

CONCERTACIÓN DE PUNTOS. Acuerdo realizado entre la autoridad sanitaria de los departamentos, distritos y municipios y las personas prestadoras, para definir la localización de los puntos de recolección de muestras de agua para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución, con base en los planos del sistema de distribución de acueducto o el catastro de la red de distribución y el conocimiento que se tenga de la misma, siguiendo los criterios establecidos en los artículos del 1° al 4° de la Resolución número 811 de

2008, y para lo cual se deja constancia en el acta de concertación de puntos y lugares de muestreo (Resolución 811 de 2008).

CONCEPTO SANITARIO. Es el resultado de evaluar la calidad del agua para consumo humano con base en las visitas de inspección sanitaria y análisis de los criterios y normas de las características del agua, los cuales podrán ser: Concepto favorable, Concepto favorable con requerimientos o Concepto desfavorable (Decreto 1575 de 2007).

INSPECCIÓN SANITARIA. Es el conjunto de acciones que en desarrollo de sus funciones, realizan las autoridades sanitarias y las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano, destinadas a obtener información, conocer, analizar y evaluar los riesgos que presenta la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, a identificar los posibles factores de riesgo asociado a inadecuadas prácticas operativas y a la determinación de la calidad del agua suministrada, mediante la toma de muestras, solicitud de información y visitas técnicas al sistema de suministro, dejando constancia de ello mediante el levantamiento del acta respectiva (Decreto 1575 de 2007).

MAPA DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA (MAPA DE RIESGO).

Instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos (Decreto 1575 de 2007).

MATERIALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.

Esta es una actividad que debe realizar la persona prestadora y consiste en la construcción de una instalación con un dispositivo para la recolección de las muestras de vigilancia de la calidad del agua por parte de la autoridad sanitaria, la cual debe ser de fácil acceso, segura, cómoda y contar con elementos de identificación y protección para evitar el acceso y mal uso por terceras personas a esta instalación (Resolución 811 de 2008).

NIVEL DE RIESGO INVIABLE SANITARIAMENTE.

Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 80.1 a 100 % (Resolución 2115 de 2007).

NIVEL DE RIESGO ALTO. Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 35.1 a 80 % (Resolución 2115 de 2007).

NIVEL DE RIESGO MEDIO. Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 14.1 a 35 % (Resolución 2115 de 2007).

NIVEL DE RIESGO BAJO. Agua no apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 5.1 a 14 % (Resolución 2115 de 2007).

NIVEL DE RIESGO SIN RIESGO. Agua apta para consumo humano con clasificación IRCA entre 0 a 5 % (Resolución 2115 de 2007).

PILA PÚBLICA. Suministro de agua por la entidad prestadora del servicio de acueducto, de manera provisional, para el abastecimiento colectivo y en zonas que no cuenten con red de acueducto, siempre que las condiciones técnicas y económicas impidan la instalación de redes domiciliarias (Decreto 302 de 2000, modificado por el Decreto 229 de 2002).

PUNTOS DE MUESTREO EN RED DE DISTRIBUCIÓN.

Son aquellos sitios representativos donde se realiza la recolección de la muestra de agua para consumo humano en la red de distribución, de acuerdo con lo definido entre la autoridad sanitaria y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano (Resolución 811 de 2008).

RED DE DISTRIBUCIÓN O RED PÚBLICA. Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo (Decreto 302 de 2000, modificado por el Decreto 229 de 2002).

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, SIVICAP. Herramienta informática, la cual permite el reporte en línea de la información generada por las autoridades sanitarias

departamentales, municipales y distritales como resultado de las acciones de inspección, vigilancia y control de calidad del agua para consumo humano realizadas por éstas sobre los sistemas de suministro, tratamiento y distribución de agua para consumo humano, así como el reporte de la información de la verificación de las buenas prácticas sanitarias realizadas en las inspecciones sanitarias y los riesgos identificados en la fuente de abastecimiento a través del mapa de riesgo, en sus áreas de influencia, con el fin de detectar, analizar y notificar de manera temprana los riesgos, eventos o situaciones de emergencia para la salud de la población derivados de la calidad del agua, que sirva como marco de referencia a las autoridades

sanitarias, ambientales, de control, así como los sectores involucrados en la toma de decisiones, para orientar las acciones de control para la eliminación o mitigación de daños a la salud de la población (Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias).

SISTEMA DE VIGILANCIA EN SALUD PÚBLICA, SIVIGILA. Conjunto de usuarios, normas, procedimientos, recursos técnicos, financieros y de talento humano, organizados entre sí para la recopilación, análisis, interpretación, actualización, divulgación y evaluación sistemática y oportuna de la información sobre eventos en salud, para la orientación de las acciones de prevención y control en salud pública (Decreto 3518 de 2006).

Abreviaturas

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
APSB	Agua Potable y Saneamiento Básico
DTS	Direcciones Territoriales de Salud
EDA	Enfermedad Diarreica Aguda
HAP	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
IRABAm	Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano
IRABApp	Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano de la Persona Prestadora
IRCA	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano
IRCAm	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano Municipal
IRCApp	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano de la Persona Prestadora
INCA	Informe Nacional de Calidad del Agua para consumo humano
INS	Instituto Nacional de Salud
LSPD	Laboratorios de Salud Pública Departamentales
Minsalud	Ministerio de Salud y Protección Social
Minvivienda	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
NTU	Unidades Nefelométricas de turbiedad
PCI	Programa de Conexiones Intradomiciliarias
PDA	Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento
RUPS	Registro Único de Prestadores de Servicios
SGP-APSB	Sistema General de Participación para Agua Potable y Saneamiento Básico
SIVICAP	Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable
SIVIGILA	Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SUI	Sistema Único de Información
UPC	Unidades de Platino Cobalto
VASB	Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico

Introducción

El Informe Nacional de Calidad del Agua para consumo humano (INCA) 2023 proporciona un análisis del estado de la calidad del agua destinada al consumo humano en Colombia, así como los riesgos para la salud pública y los avances en la vigilancia y control por parte de las autoridades sanitarias y los prestadores del servicio público de acueducto.

Este informe se organiza en cinco capítulos que abordan, en primer lugar, los antecedentes y el marco normativo relacionado con la calidad del agua para consumo humano. A continuación, se presentan los resultados de la vigilancia de dicha calidad, el análisis de los riesgos de salud asociados a su consumo, así como los proyectos de mejora implementados en el sector de agua potable en los últimos años. A continuación, se ofrece una visión general de cada capítulo, brindando un adelanto de los temas clave abordados a lo largo de este informe.

En el ejercicio comprender la relación entre la calidad del agua potable y la incidencia de eventos de interés en salud pública, como la enfermedad diarreica aguda (EDA) y la Hepatitis A. Este estudio destaca a la calidad del agua como un factor crucial con efectos directos en la prevención de enfermedades y la mejora de

la calidad de vida. A partir de los datos reportados al Sistema de Información de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) y al Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP), se evalúan indicadores de calidad del agua y su asociación con los casos notificados de EDA y Hepatitis A durante 2023. Este análisis identifica patrones y factores de riesgo, generando recomendaciones para optimizar las estrategias de vigilancia y gestión del recurso hídrico, con el objetivo de priorizar las regiones que presentan mayores índices de riesgo.

A su vez, el Ministerio de Salud y Protección Social, en el marco del seguimiento al avance en la elaboración de los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, revisó y analizó la información reportada por las Direcciones Territoriales de Salud (DTS) en su jurisdicción, en el Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP), administrado por el Instituto Nacional de Salud.

Por su parte, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 15 de la Ley 1955 de 2019¹, el cual adiciona los numerales 34, 35 y 36 al artículo 79 de la Ley 142 de 1994, en relación con las funciones de la Superintendencia de Servicios

1 Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”.

Públicos Domiciliarios (SSPD), se otorgó la facultad de realizar toma de muestras que sirvan como prueba para los procesos de inspección, vigilancia y control; en el capítulo 4 se presentan los resultados de calidad del agua para las muestras realizadas en las áreas priorizadas por parte de la SSPD durante la vigencia 2023.

En ejecución de la facultad de vigilancia y control otorgada a la SSPD, se plantean 2 objetivos, y se priorizan los prestadores a los cuales se les realizará la toma de muestras; **objetivo 2:** Se priorizan los prestadores que no cuentan con información reportada al SIVICAP por las autoridades sanitarias en el periodo 2020-2022, además de las solicitadas por la dirección técnica de la SSPD, en el marco de las actividades de vigilancia y control, y **objetivo 3:** Se identificaron los prestadores para los cuales se reportó agua con riesgo reiterado, a partir de la información reportada en SUI y SIVICAP. Para el año 2023, no se tuvo en cuenta el objetivo 1 de priorización, que en vigencias anteriores se

relacionaba con la comparación de información contenida en SUI y SIVICAP.

En cuanto a la información del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, correspondiente al capítulo final del presente informe, se detallan los resultados de la calidad del agua para consumo humano a nivel municipal, tanto de la zona urbana como la rural de la vigencia 2023, producto del proceso de depuración del SIVICAP realizado en conjunto con la SSPD. Así mismo, se presenta el análisis de las características con mayor frecuencia de incumplimiento de la norma y con mayor afectación sobre la calidad del agua potable. Finalmente, se analiza la relación de la calidad del agua para consumo humano y los proyectos de inversión presentados ante el mecanismo de viabilización que maneja dicho Ministerio. El capítulo resalta la importancia de la inversión en infraestructura y demás acciones de orden interinstitucional para mejorar la calidad del agua para consumo humano y proteger la salud de la población.

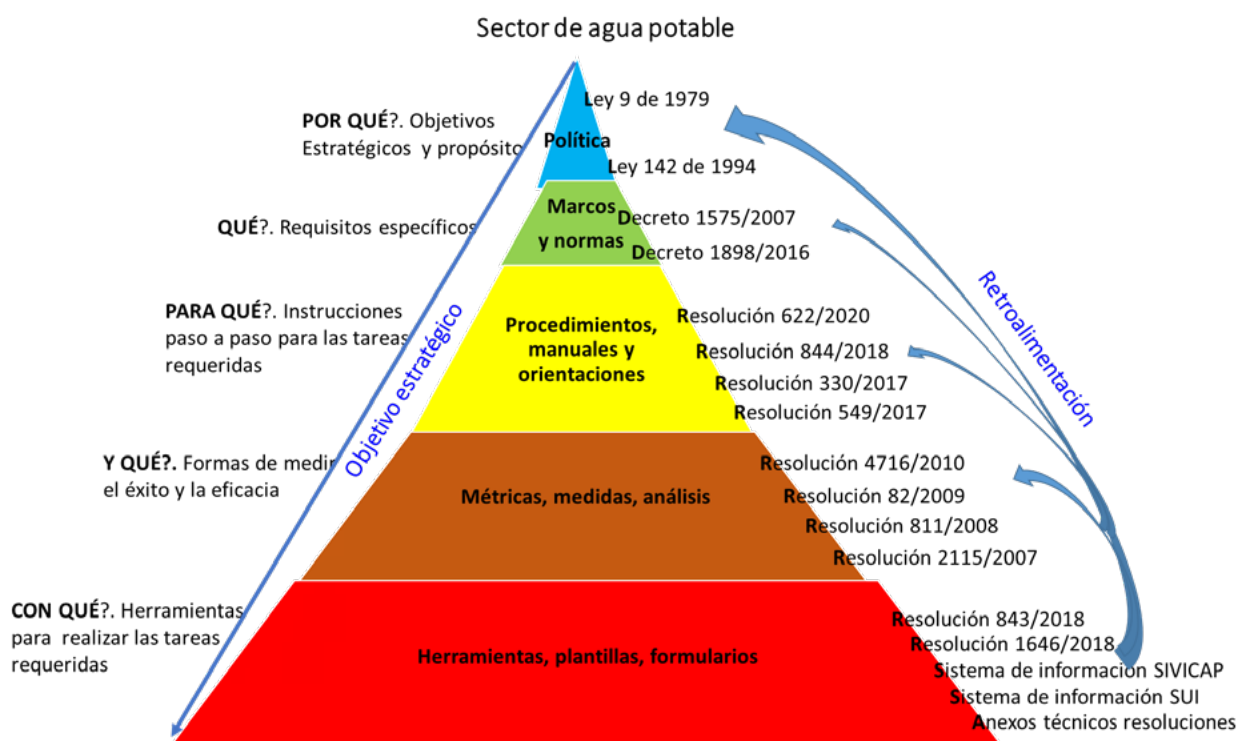
Capítulo 1. Antecedentes y marco normativo de la vigilancia y control de la calidad del agua en Colombia

De acuerdo con lo expresado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el acceso al agua potable es esencial para la salud, constituye un derecho humano fundamental y es un componente crucial de una política eficaz de protección de la salud. Con el fin de garantizar la seguridad del agua potable, los requisitos básicos y esenciales adoptan una perspectiva de doble función, en la que se diferencian las responsabilidades de los proveedores de servicios de acueducto (control) de las de una autoridad responsable de la supervisión (vigilancia). La vigilancia y control de la calidad del agua potable es un proceso esencial para garantizar la salud pública. A lo largo de los años, se han desarrollado diversas normativas y estrategias para asegurar que el agua destinada al consumo humano cumpla con los estándares de calidad necesarios.

El marco normativo se basa en el establecimiento de lineamientos y acciones a nivel nacional, regional o local, que van desde la zona de captación hasta el consumidor final. Este marco normativo abarca la formulación de políticas

y el establecimiento de normas, con enfoques de gestión basados en el riesgo y la vigilancia sanitaria, proporcionando orientación sobre la identificación de peligros y la evaluación de riesgos para la prevención y el control de enfermedades asociadas a los contaminantes en el agua potable. (1).

Colombia ha desarrollado un marco normativo para la vigilancia y el control de la calidad del agua destinada al consumo humano el cual comenzó con el Decreto 2105 de 1983, que reglamenta parcialmente el Título II de la Ley 09 de 1979 con relación a la potabilización del agua. Posteriormente, la Ley 142 de 1993 sobre servicios públicos domiciliarios y el Decreto 475 de 1998 establecieron normas técnicas de calidad del agua potable. Actualmente, el Decreto 1575 de 2007 aún vigente, establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Estas normas pueden presentarse desde su expedición bajo una pirámide con los siguientes actos administrativos. (Gráfico 1).

Gráfico 1. Marco normativo de la vigilancia y control de la calidad del agua en Colombia.

Fuente: Adaptado de, De Sousa y Berrocal Capdevila (2019).

La intersectorialidad en la gestión del agua potable en Colombia es fundamental para abordar los desafíos relacionados con su calidad y disponibilidad. Este enfoque implica la colaboración entre diferentes sectores y entidades para garantizar un suministro de agua seguro y sostenible. En Colombia, la Ley 1438 de 2011 estructuró la intersectorialidad dentro del desarrollo del primer Plan Decenal de Salud y la estrategia de atención primaria. Esta ley define la concurrencia de todas las instancias del Sistema de Protección Social y otros actores para intervenir sobre los determinantes en salud, como la educación, la seguridad alimentaria y el agua potable, de manera coordinada (2).

Colombia enfrenta desafíos significativos en términos de calidad, cobertura y continuidad del servicio de agua potable. Un estudio sectorial de la Contraloría General de la República reveló que muchos municipios están en alto riesgo debido a problemas en estos aspectos (3). La contaminación del agua y la falta de acceso adecuado al servicio afectan a millones de personas, especialmente en áreas rurales (4).

La vigilancia y control de la calidad del agua exigen un mejoramiento continuo en su proceder además de ajustes y actualizaciones periódicas con el fin de proteger la salud de las personas contra los efectos adversos derivados de contaminación. Regulaciones son imprescindibles para atender las necesidades básicas

del suministro, facilitando el conocimiento y comprensión, y, en consecuencia, la actuación y toma de decisiones del sector. Además, como principio de eficiencia, se busca disminuir cargas administrativas innecesarias o accesorias y racionalizar su implementación en la gestión de los recursos del servicio público domiciliario de agua para consumo humano.

En Colombia, el sector de agua potable y saneamiento básico ha aunado esfuerzos en la revisión y actualización de la normatividad para proteger la salud pública del impacto de la calidad del agua. Esto incluye el desarrollo de con-

ceptos, enfoques e información introducidos en ediciones anteriores de la norma (Decreto 2105 de 1983, Decreto 475 de 1998 y Decreto 1575 de 2007), generando actualmente directrices como el enfoque de gestión preventiva de riesgos para garantizar la calidad del agua potable. Asimismo, se considera el importante papel de las diversas partes interesadas para garantizar la seguridad del agua potable, teniendo en cuenta la gobernabilidad y gobernanza según las funciones y responsabilidades de las principales entidades participantes en promover la inspección, vigilancia y control sanitario del agua potable a nivel nacional. (Tabla 1)

Tabla 1. Resumen contenido normas de la vigilancia y control de la calidad del agua

Emisor	Jerarquía / Norma	Contenido
Congreso de la República	Ley 9 de 1979	“Por la cual se dictan medidas sanitarias”.
Congreso de la República	Ley 142 de 1994	“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”
Ministerios de Protección Social- Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 1575 de 2007	“Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.
Ministerios de Protección Social- Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial	Resolución 2115 de 2007	“Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”.
Ministerios de la Protección Social- Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 811 de 2008	“Lineamientos sobre lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución”.
Ministerio de la Protección Social	Resolución 82 de 2009	“Formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano”.
Ministerios de la Protección Social- Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 4716 de 2010	“Reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007”.
Ministerio de Salud y Protección Social	Resolución 1619 de 2015	“Sistema de Gestión de la Red Nacional de Laboratorios en los ejes estratégicos de Vigilancia en Salud Pública y de Gestión de Calidad”.

Emisor	Jerarquía / Norma	Contenido
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto 1898 de 2016	“Esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas rurales”.
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Resolución 330 de 2017	“Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS”.
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Resolución de 844 2018	“Requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelantes bajo los esquemas diferenciales”.
Instituto Nacional de Salud	Resolución 843 de 2018	“Procedimiento de resolución de controversias sobre los resultados del IRCA de las muestras de vigilancia de la calidad del consumo humano”.
Instituto Nacional de Salud	Resolución 1646 de 2018	“Exámenes de interés en salud pública que deben realizar los laboratorios de salud pública (LSP) departamental y distrital de acuerdo con los lineamientos del Laboratorio Nacional de Referencia”.
Ministerios de Salud y Protección Social - Vivienda, Ciudad y Territorio.	Resolución 622 de 2020	“Protocolo de inspección, vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano suministrada por personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto en zona rural”.

Fuente: Sector de agua y saneamiento básico de Colombia.

Capítulo 2. Resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia, 2023.

2.1 Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) – cálculo, interpretación y análisis.

El Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) evalúa la calidad del agua para consumo humano y su nivel de riesgo de la población que puede estar relacionado con el incumplimiento en los niveles de referencia establecidos para las características físicas, químicas y microbiológicas.

El cálculo del IRCA se lleva a cabo a través del Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP). El IRCA se calcula por muestra y se reporta de manera mensual, siguiendo las directrices establecidas en la Resolución 2115 de 2007.

El IRCA utiliza medias que ponderan las diferentes características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. A partir de los resultados obtenidos en cada muestra, se calcula el IRCA individual para cada proveedor de agua y el IRCA municipal para el conjunto de proveedores en el municipio.

Adicionalmente, las autoridades sanitarias llevan a cabo la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en los autoabastecedores, que son aquellos que no son considerados proveedores del servicio público de acueducto y que utilizan alternativas para obtener y proveer agua.

El nivel de riesgo para el consumo se establece en función del porcentaje de IRCA, lo que permite generar alertas tempranas y tomar acciones preventivas. La Resolución 2115 de 2007 establece una clasificación del nivel de riesgo y las acciones correspondientes de acuerdo con el IRCA por muestra y el IRCA mensual obtenidos (*Tabla 2*). Esta clasificación ayuda a las autoridades y proveedores de agua a implementar medidas adecuadas para garantizar la seguridad y la salud de la población en relación con el consumo de agua potable.

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)
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 con 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 con 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

2.1.1 Fórmulas utilizadas para la estimación del IRCA

$$\text{IRCA por muestra} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a todas las características analizadas}}$$

$$\text{IRCA municipal o distrital} = \frac{\sum \text{IRCA obtenidos en las muestras analizadas en el municipio o distrito}}{\text{número total de muestras analizadas en el municipio}}$$

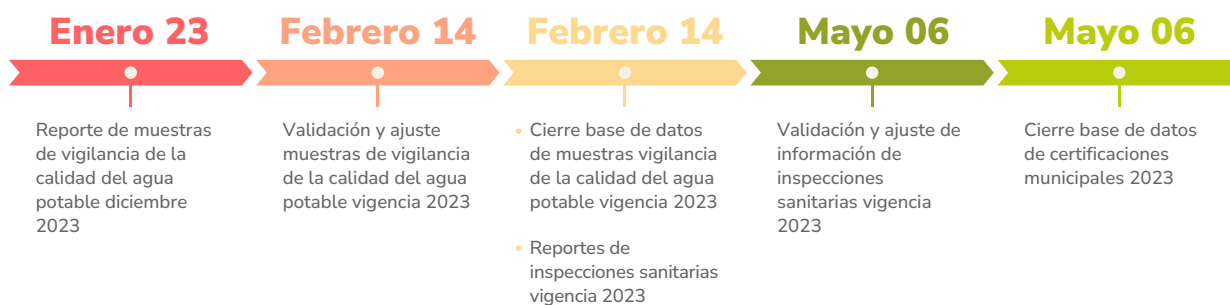
$$\text{IRCA autoabastecedores} = \frac{\sum \text{IRCA obtenidos en las muestras analizadas de autoabastecedores}}{\text{número total de muestras analizadas de los autoabastecedores en el municipio}}$$

2.2 Recolección de la información de la vigilancia de la calidad del agua.

La información registrada en SIVICAP es sometida a un riguroso proceso de validación por parte de las autoridades sanitarias y verificación por el Instituto Nacional de Salud (INS), entidad que también consolida, corrige y ajusta la información recopilada, y luego la remite al Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Departamento Nacional de Planeación, Procuraduría General de la Nación, Contraloría General de la Nación y Defensoría del Pueblo, en-

tidades que, en el ámbito de su competencia, realizan las acciones pertinentes basadas en los resultados proporcionados. Esta colaboración interinstitucional garantiza una respuesta integral y efectiva en materia de políticas públicas relacionadas con el suministro y la calidad del agua para consumo humano. La información validada y verificada es una base sólida para tomar decisiones informadas y desarrollar medidas concretas que promuevan la seguridad y la calidad del agua para el consumo humano (Gráfico 2).

Gráfico 2. Proceso de recolección de los datos de vigilancia de la calidad del agua para la generación del INCA 2023



Fuente: INS

2.3 Análisis de los resultados de la vigilancia de la calidad del agua en Colombia, 2023.

En el 2023, las autoridades sanitarias recopilaron valiosa información a través del SIVICAP. En este período, se analizaron 49.806 muestras de agua. Del total, el 75,24 % (n=37.478) de las muestras correspondieron a prestadores, es decir, proveedores del servicio público de acueducto. Por otro lado, el 24,75 % (n=12.328) de las muestras analizadas provinieron de los autoabastecedores entendiéndose que son enti-

dades o empresas que en SIVICAP están notificados como proveedores de agua que no están registrados en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) (Gráfico 3).

En la vigilancia del agua para consumo humano se supervisó 6.150 entidades. De estas, el 31,52 % (n=1.939) correspondió a personas prestadoras del servicio de acueducto regis-

tradas ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, mientras que el 68,47 % (n=4.211) correspondió a autoabastecedores.

En cuanto a las muestras analizadas, el 85,76 % (n=42.717) correspondió a agua tratada, mien-

tras que el 14,23 % (n=7.089) correspondió a agua cruda o sin tratamiento. Específicamente, dentro de las muestras de agua cruda, el 74,56 % (n=5.286) provino de autoabastecedores, y el 25,43 % (n=1.803) correspondió a prestadores.

Gráfico 3. Entidades vigiladas y muestras analizadas por las autoridades sanitarias, 2023.



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud.

A continuación, se muestra la comparación entidades y muestras vigiladas, 2018 a 2023 (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación entidades y muestras vigiladas, 2018 a 2023

Ítem	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total entidades vigiladas	6.097	5.815	4.515	5.616	5.873	6.150
Total prestadores	1.915	2.232	2.607	2.332	1.939	1.939
Total abastecedores	4.182	3.583	1.908	3.284	3.934	4.211
Total muestras analizadas	51.666	46,454	38.547	48.580	50.252	49.806
Muestras analizadas prestadores	39.387	37.417	31.381	39.855	38.659	37.478
Muestras analizadas autoabastecedores	12.279	9.037	7.166	8.725	11.593	12.328

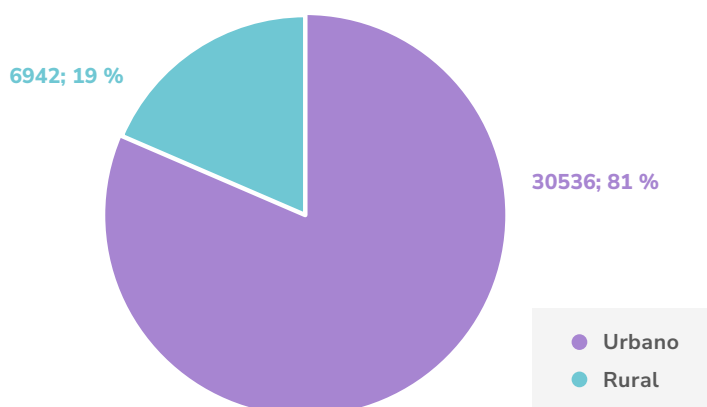
Fuente: SIVICAP. Instituto Nacional de Salud

El total de muestras analizadas en el 2023, 65,29 % (n=32.520) se tomaron en el área urbana, y el 34,70 % (n=17.286) correspondieron al área rural.

En el análisis específico de las muestras tomadas para prestadores del servicio de agua para

consumo humano, se observa que el 81,50 % (n=30.536) correspondieron a puntos concertados ubicados en áreas urbanas, mientras que el 18,50 % (n=6.942) correspondió a muestras tomadas en áreas rurales (Gráfico 4).

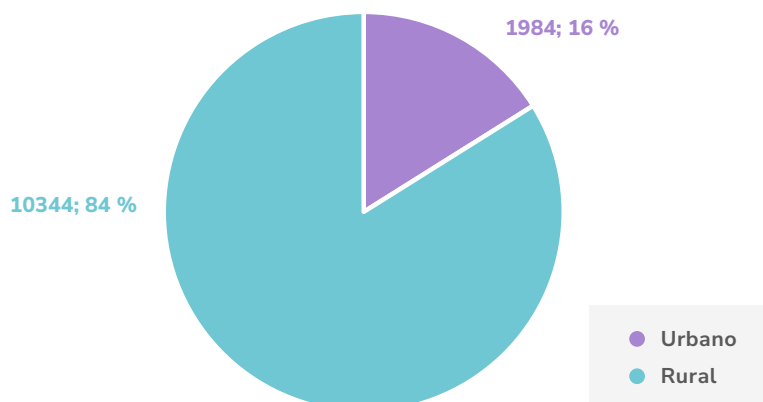
Gráfico 4. Distribución de muestras entre áreas urbana y rural para prestadores 2023



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud

En el caso de los autoabastecedores, se evidencia una distribución mayoritariamente rural en el área de abastecimiento, con un 83,90 % (n=10.344) de las muestras analizadas en esta área, y el 16,10 % (n=1984) correspondió a muestras tomadas en áreas urbanas (Gráfico 5).

Gráfico 5. Distribución de muestras entre áreas urbana y rural para autoabastecedores, 2023



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud

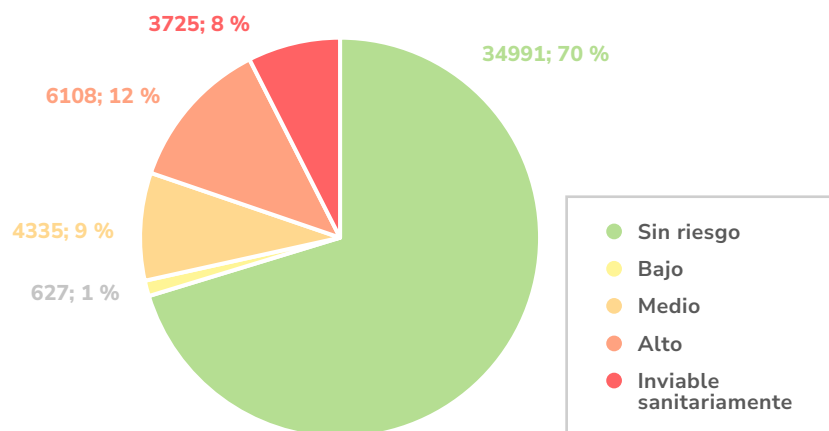
En el análisis de los niveles de riesgo en las muestras analizadas durante 2023 (Gráfico 6), se encontró que el 70,25 % (n=34.991) de las muestras se clasificaron como sin riesgo según el valor del IRCA. El 1,26 % (n=627) se clasificó

como riesgo bajo, el 8,74 % (n=4355) como riesgo medio, el 12,26 % (n=6108) como riesgo alto, y el 7,48 % (n=3725) como inviable sanitariamente. En otras palabras, se observa que el 29,74 % de las muestras analizadas presentaba

algún nivel de riesgo para el consumo humano. Es importante resaltar que 98 % de las mues-

tras inviables sanitariamente tienen el parámetro de *Escherichia coli* como no aceptable.

Gráfico 6. Niveles de riesgo total de muestras analizadas, 2023

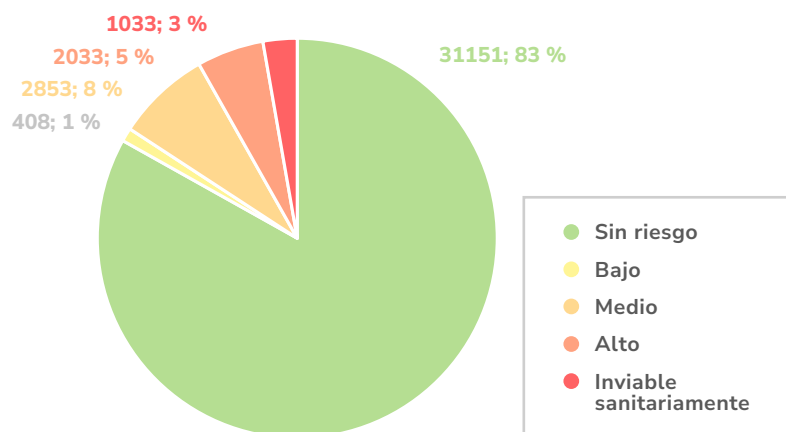


Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud

El IRCA para los prestadores del servicio de acueducto a nivel nacional se ha categorizado como riesgo bajo, alcanzando un valor del 7,4 %. Un significativo 83,12 % (31.151 muestras) está en la categoría de sin riesgo, mientras que un 1,09 % (408 muestras) está clasifi-

cado como riesgo bajo. Por otro lado, el 7,61 % (2.853 muestras) presenta un nivel de riesgo medio, el 5,42 % (2.033 muestras) se encuentra en la categoría de riesgo alto, y el 2,76 % (1.033 muestras) se considera inviable sanitariamente. (Gráfico 7).

Gráfico 7. Niveles de riesgo de muestras de prestadores, 2023

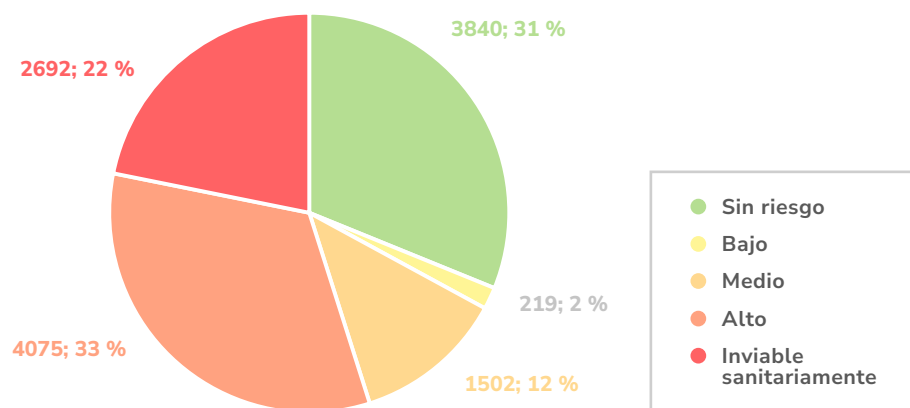


Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud.

Para la autoabastecedores, el IRCA nacional se sitúa en un 43,70 %, que indica una categoría de riesgo alto. De 12.328 muestras sometidas a análisis, 31,15 % (n=3.840) se clasifica como

sin riesgo, 1,78 % (n=219) como riesgo bajo, 12,18 % (n=1.502) como riesgo medio, 33,05 % (n=4.075) como riesgo alto, y 21,84 % (n=2.692) como inviable sanitariamente. (Gráfico 8).

Gráfico 8. Niveles de riesgo de muestras de autoabastecedores, 2023



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud.

Es importante destacar que el 68,90 % de las muestras analizadas en autoabastecedores presentaron algún riesgo para el consumo, mientras que solo el 31,15 % de las muestras analizadas en personas prestadoras no mostraron riesgo para el consumo. En cuanto a la procedencia del agua, en el caso de los autoabastecedores, un 42,87 % (n=5.286) proviene de fuentes de agua cruda, es decir, sin tratamiento, mientras que el 57,12 % (n=7.042) proviene de agua tratada. Mientras que las muestras de personas prestadoras, el 4,81 % (n=1.803) corresponde a agua cruda, mientras que el 95,18 % (n=35.675) es agua tratada.

El agua cruda se obtiene directamente de fuentes naturales como ríos, aljibes y pozos subterráneos, entre otros, lo cual incide en el porcen-

taje del IRCA para los autoabastecedores. Sin embargo, este tipo de agua suele recibir algún tipo de tratamiento o manejo en el hogar antes de ser consumida, o se destina a usos como el llenado de sanitarios o el lavado de ropa.

En el marco de este informe técnico a nivel nacional, es fundamental comprender el cálculo del IRCA se puede realizar de acuerdo con el tipo de prestador y la ubicación de la muestra de agua (Tabla 4):

- **IRCA Total:** Abarca la inclusión de todas las muestras provenientes del departamento que han sido registradas en SIVICAP.
- **IRCA Prestadores:** Utiliza las muestras proporcionadas por los prestadores de servicios de agua potable.

- **IRCA Autoabastecedores:** Utiliza las muestras provenientes de instituciones que en SIVICAP están notificadas como empresas que no están registradas en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- **IRCA Urbano:** Utiliza únicamente las muestras recolectadas en áreas urbanas.
- **IRCA Rural:** Utiliza las muestras recolectadas en áreas rurales.

Tabla 4. IRCA departamentales, 2023.

Departamento	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua Potable -IRCA				
	Total	Prestadores	Autoabastecedores	Urbano	Rural
Amazonas	25,5	25,5	SR	25,5	SR
Antioquia	16,4	5,4	57,9	3,5	36,2
Arauca	5,4	4,7	37,6	4,3	21,3
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	2,9	1,8	6,8	0,8	7,0
Atlántico	2,6	2,5	39,6	0,5	12,3
Bogotá, D.C.	4,9	3,2	11,2	0,6	14,0
Bolívar	10,2	10,3	7,9	11,0	5,4
Boyacá	22,1	7,7	41,7	4,6	38,4
Caldas	32,1	14,7	69,0	0,8	62,5
Caquetá	SR	SR	SR	SR	SR
Casanare	4,6	4,3	6,4	3,0	15,5
Cauca	3,8	3,9	3,1	4,0	3,3
Cesar	14,6	14,6	SR	14,5	25,5
Chocó	0	0,0	SR	0,0	SR
Córdoba	16,8	15,1	45,0	17,1	7,5
Cundinamarca	5	4,5	17,5	3,5	8,4
Guainía	SR	SR	SR	SR	SR
Guaviare	6,9	6,9	SR	7,1	3,2
Huila	16,9	7,9	47,2	2,8	43,5
La Guajira	13,9	11,0	56,0	10,7	45,8
Magdalena	12,4	12,7	10,3	12,5	11,0
Meta	11,8	8,4	40,7	9,8	32,1

Departamento	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua Potable -IRCA				
	Total	Prestadores	Autoabastecedores	Urbano	Rural
Nariño	46,1	28,7	52,8	19,0	55,6
Norte de Santander	9,3	2,1	67,2	2,2	64,9
Putumayo	15,4	15,0	72,3	14,9	19,2
Quindío	1,8	1,8	SR	1,6	4,0
Risaralda	13,6	6,2	53,4	2,4	43,4
Santander	8,4	8,0	16,5	6,8	22,7
Sucre	15,7	15,6	16,7	15,6	68,8
Tolima	14,3	11,0	44,3	12,4	57,0
Valle del Cauca	21,3	2,9	33,0	0,8	36,6
Vaupés	SR	SR	SR	SR	SR
Vichada	11	21,1	1,8	11,0	SR
Nacional	16,4	7,4	43,7	5,7	36,5

Nivel de Riesgo					
Inviabile Sanitariamente	Riesgo alto	Riesgo medio	Riesgo bajo	Sin riesgo	SR = Sin reporte

Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud

Los Departamentos de Caquetá, Guainía y Vaupés no realizaron el reporte mensual para la vigencia 2023 a SIVICAP, esto puede estar asociado a temas de contratación de personal

por parte de las autoridades sanitarias, o a cesé técnico de actividades por no cumplir los estándares de calidad establecidos en la Resolución 1619 de 2015.

2.4 Notificación por parte de las autoridades sanitarias en SIVICAP.

A continuación, se presentan los datos recopilados sobre la notificación de los municipios en el SIVICAP durante 2023 en cuanto a las muestras de vigilancia. Estos datos son esenciales para comprender el panorama general de la calidad del agua para consumo humano

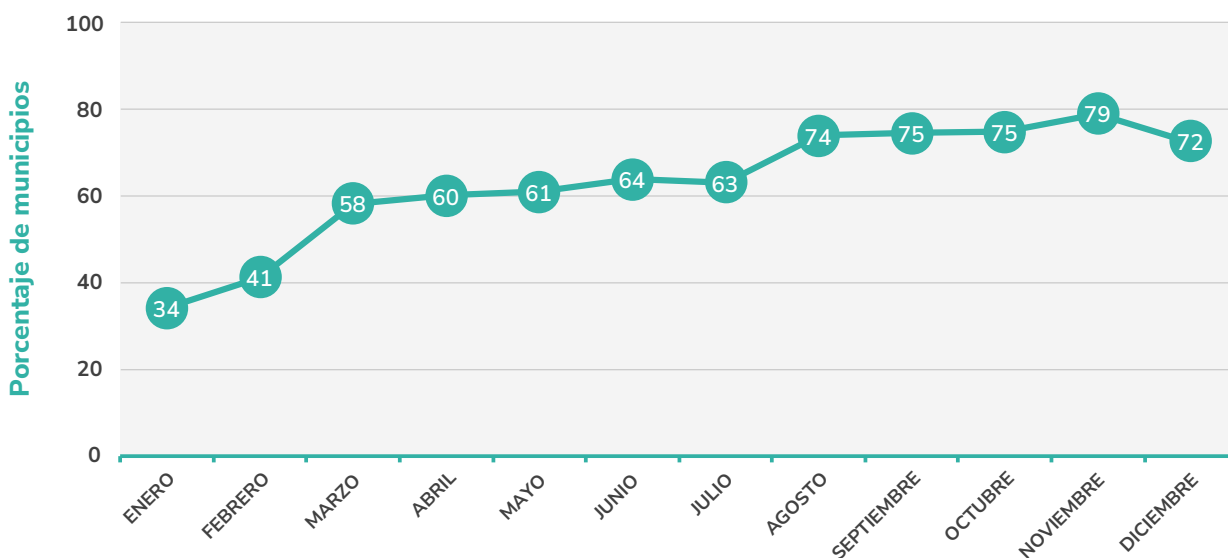
en Colombia y su impacto en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del recurso hídrico. Al analizar estas cifras, se busca identificar patrones y tendencias que permitan evaluar la efectividad de los sistemas de notificación existentes y su influencia en las acciones

tomadas para garantizar la protección de la salud de la población colombiana. Este análisis proporciona información valiosa para fortalecer los mecanismos de notificación, mejorar la comunicación entre los municipios y las entidades responsables, y promover una mayor conciencia sobre la importancia de la calidad del agua y su impacto en la salud pública.

De acuerdo con la Codificación de la División Político-Administrativa de Colombia - DIVIPO-LA, de la base de datos del Departamento Nacional de Estadística (DANE) de abril de 2023,

Colombia cuenta con un total de 1103 municipios (incluyendo a San Andrés). A partir de esta información, se procedió a identificar el número de municipios por departamento que presentaron notificaciones oportunas mes a mes durante el año 2023 en el SIVICAP (Gráfico 9). La notificación es oportuna cuando más del 95 % de los municipios de cada departamento reportan información al momento del cierre mensual; éste cierre se realizó mes vencido el día 15 calendario, cuando se presentó un día festivo, se corrió un día hábil.

Gráfico 9. Porcentaje de municipios con notificación oportuna de muestras de vigilancia de la calidad del agua potable en SIVICAP, 2023



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud

En general, se observan porcentajes de notificación relativamente altos para agosto, septiembre, octubre y noviembre, con porcentajes entre el 74 % y el 79 %. Estos meses podrían cumplir más la notificación de la calidad del agua para consumo humano, asociado a una mayor vigilancia por la contratación y continui-

dad del personal que realiza estas actividades en las Secretarías de Salud.

Los meses de enero y febrero muestran porcentajes de notificación bajos (34 % y 41 %) respectivamente, lo que podría señalar una menor eficacia en la notificación durante este período.

A partir de marzo, se observa una tendencia ascendente en la notificación oportuna, alcanzando valores significativos a partir de agosto. Aunque en diciembre se registra una ligera disminución al 72 %, sigue siendo superior a los valores observados en los primeros meses del año.

En el año 2023, se constató que 57 municipios no cumplieron con el requisito de notificar las

muestras correspondientes a la vigilancia de la calidad del agua al SIVICAP, tal como se detalla en la Tabla 5. Estos municipios, excepto Florencia, Popayán y Montería, se clasifican con una categoría 6 según la Contaduría General de la Nación. Esta categorización implica que las acciones de inspección, vigilancia y control deben ser llevadas a cabo por las Secretarías de Salud Departamentales.

Tabla 5. Municipios sin notificación de muestras de vigilancia de la calidad de agua potable en SIVICAP, 2023

Departamento	Municipio	Departamento	Municipio
Antioquia	Murindó		Cértégui
	Florencia		Condoto
	Albania		El Carmen de Atrato
	Belén de Los Andaquíes		El Litoral del San Juan
	Cartagena del Chairá		Istmina
	Curillo		Juradó
	El Doncello		Lloró
	El Paujíl		Medio Atrato
	La Montañita		Medio Baudó
	Milán		Medio San Juan
	Morelia		Nóvita
	Puerto Rico		Nuquí
	San José del Fragua		Río Iró
	San Vicente del Caguán		Río Quito
	Solano		Riosucio
	Solita		San José del Palmar
	Valparaíso		Sipí
	Popayán		Tadó
	López de Micay		Unguía
	Timbiquí		Unión Panamericana
	Pailitas	Córdoba	Montería
	Acandí		Inírida
	Alto Baudó	Guainía	Barrancominas
	Atrato		Mitú
	Bagadó	Vaupés	Carurú
	Bahía Solano		Taraira
	Bajo Baudó	Vichada	Cumaribo
	Bojayá		
	El Cantón del San Pablo		
	Carmen del Darién		

Fuente: SIVICAP 2023 - INS

2.5 Inspección y certificación sanitarias de persona prestadora, evaluación, interpretación y análisis.

Otra de las actividades periódicas llevadas a cabo por las autoridades sanitarias a nivel departamental, distrital y en municipios de las categorías 1, 2 y 3, consiste en realizar visitas de inspección a los sistemas de suministro de agua para consumo humano, con el fin de evaluar el nivel de cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS). Como resultado de esta labor, se genera el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano de la Persona Prestadora (IRABApp), y se emiten los respectivos conceptos sanitarios para las plantas de tratamiento y certificaciones sanitarias. Estas últimas certifican el cumplimiento de las normativas y criterios de calidad del agua para consumo humano, respaldados por el concepto sanitario, y se emiten a solicitud del interesado. Todo este proceso se lleva a cabo en estricto cumplimiento de los numerales 3, 4, 7, 8 y 9 del Artículo 8, así como del Artículo 24 y su párrafo, del Decreto 1575 de 2007, y conforme a lo establecido en la Resolución 082 de 2009.

El personal encargado de estas inspecciones sanitarias posee la formación académica y la experiencia suficiente para evaluar la operación, proceso de potabilización, mantenimiento

y control de los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

Para llevar a cabo esta labor, el funcionario debe trasladarse al lugar y realizar la visita en el terreno, dedicando el tiempo necesario para recorrer los componentes e instalaciones de la mencionada planta, así como las oficinas donde se centraliza la operación de la red de distribución. Durante este proceso, se evalúan los riesgos y se verifican los procesos, registros, procedimientos y BPS, los cuales quedan registrados en el acta de inspección sanitaria del sistema de suministro de agua para consumo humano.

Asimismo, la persona prestadora del servicio debe presentar la información requerida por la autoridad sanitaria de su jurisdicción sobre el sistema de suministro de agua para consumo humano.

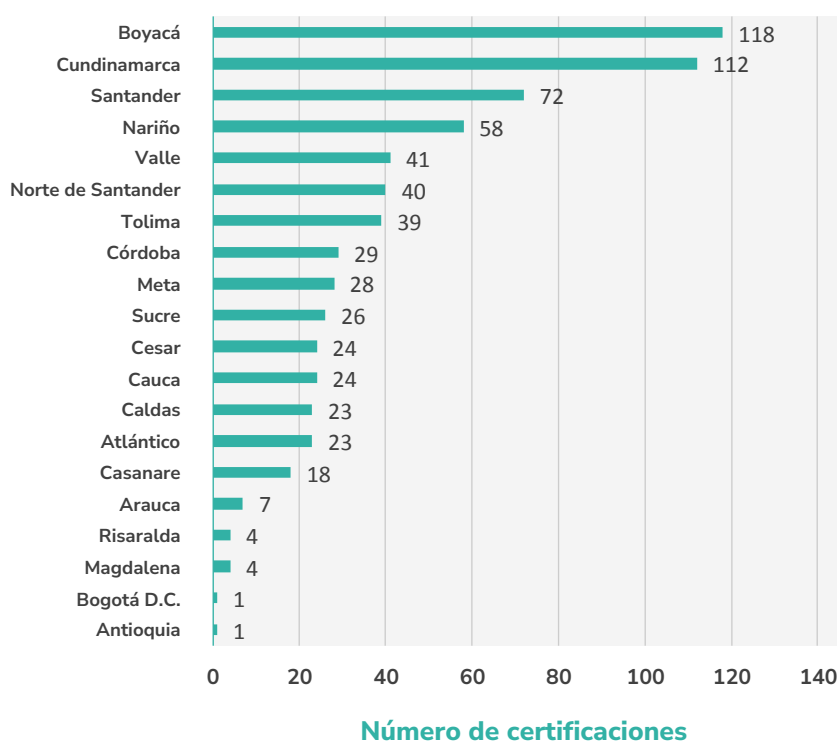
Adicionalmente, basándose en los resultados de la inspección sanitaria, la autoridad sanitaria podrá solicitar mejoras en los componentes del sistema de suministro de agua para consumo humano de la persona prestadora del servicio público de acueducto, así como en la calidad del agua.

2.5.1 Resultados de las certificaciones sanitarias

De acuerdo con la información registrada en SIVICAP se observa que se generaron 688 certificaciones sanitarias municipales en 20 DTS; la distribución por departamento se puede observar en el *Gráfico 10*. Certificaciones sanitarias

municipales generadas por departamento 2023. De las certificaciones generadas por municipio el 57,08 % (n=395) obtuvieron concepto favorable, el 42,19 % (n=292) favorable con requerimiento y el 0,72 % (n=5) con concepto desfavorable.

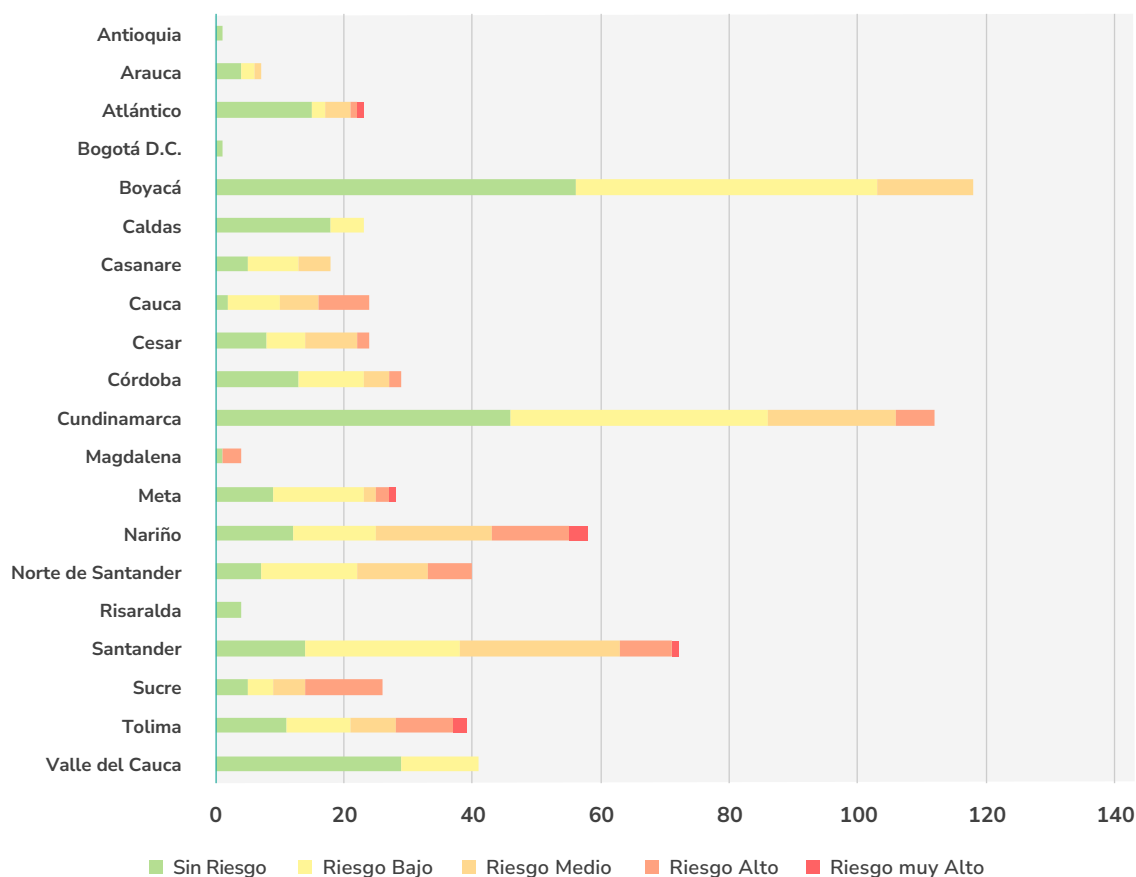
Gráfico 10. Certificaciones sanitarias municipales generadas por departamento 2023



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud

Por otra parte, en el *Gráfico 11*. Distribución de los niveles de riesgo de las BPS municipales, por departamento, 2023 se observa el nivel de riesgo para la BPS municipales, encontrando que el 37,7 % (n=261) se encuentran sin riesgo, seguido del 31,8 % (n=220) con riesgo bajo, el 18,9 % (n=131) con riesgo medio, el 10,40 % (n=72) riesgo alto y el 1 % (n=8) riesgo muy alto.

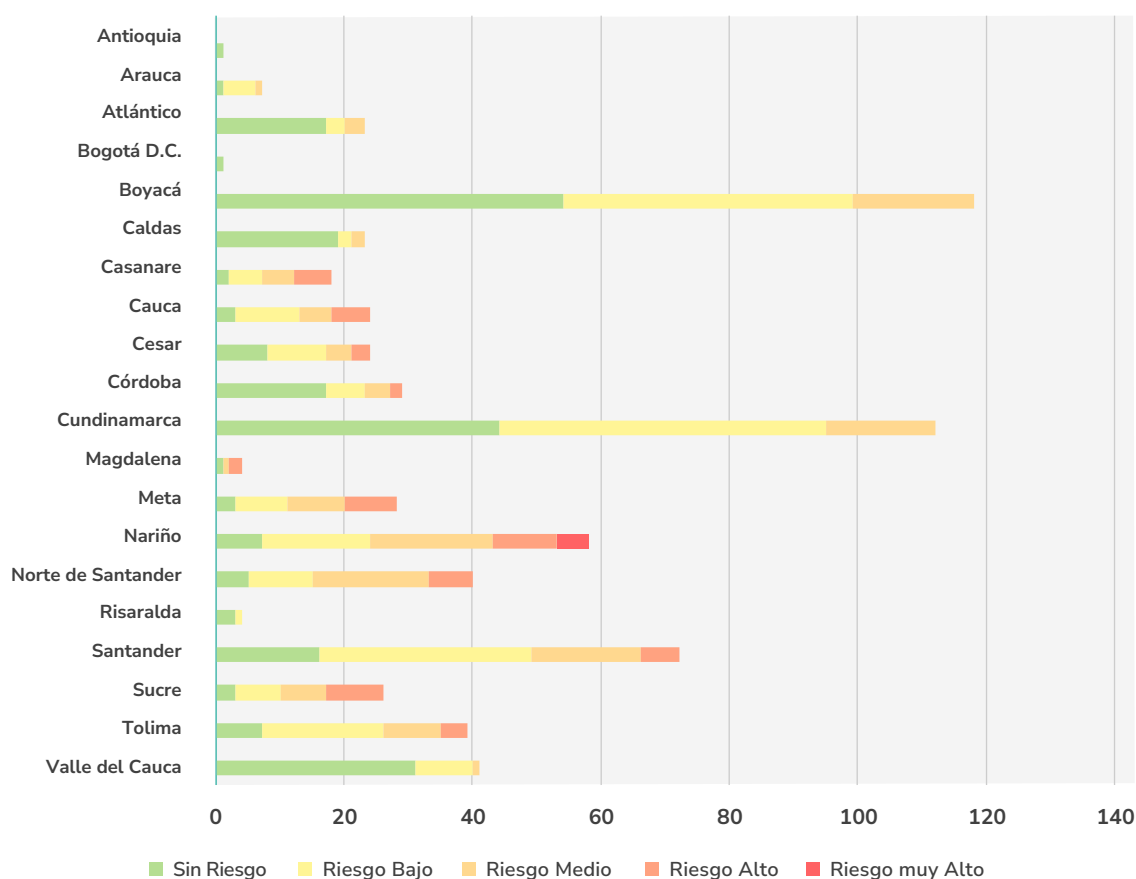
Gráfico 11. Distribución de los niveles de riesgo de las BPS municipales, por departamento, 2023



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud.

En el *Gráfico 12*. Distribución de los niveles de riesgo para el IRABA municipal, por departamento, 2023 se observa el nivel de riesgo para los Índice de Riesgo por Abastecimiento de agua BA municipal, encontrando que el 39,0 % (n=243) se encuentran sin riesgo, seguido del 38,5 % (n=240) con riesgo bajo, el 22,6 % (n=141) con riesgo medio, el 10,1 % (n=63) riesgo alto y el 0,8 % (n=5) riesgo muy alto.

Gráfico 12. Distribución de los niveles de riesgo para el IRABA municipal, por departamento, 2023



Fuente: SIVICAP 2023. Instituto Nacional de Salud.

2.6 Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

El Mapa de Riesgo de Calidad de Agua es el instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control de riesgo, asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterránea de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos.

Considerando lo anterior y según la información proporcionada por las Direcciones Territoriales de Salud – DTS sobre el avance en la elaboración de los Mapas de Riesgo en su juris-

dicción para el sistema SIVICAP, administrado por el Instituto Nacional de Salud, el Ministerio de Salud y Protección Social revisó y analizó datos de 16 Direcciones Territoriales de Salud, las cuales aportaron información sobre 184 municipios, con Anexo Técnico 1 (Identifica características previas). En conclusión, de 16 DTS, 184 municipios han avanzado en la elaboración de Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano para 361 sistemas de suministro de agua.

En lo que respecta al Anexo Técnico 2 (Mapa de Riesgo), 13 Direcciones Territoriales de Salud reportaron información sobre 87 municipios. De estos, 225 sistemas de suministro de agua cuentan con Mapa de Riesgo (Tabla 6).

Tabla 6. Resumen estado de avance en la elaboración de los Mapas Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Aspecto de avance en la elaboración de los Mapas de Riesgo	# DTS	Municipios	Número de sistemas de suministro de agua
Anexo Técnico 1	16	184	361
Anexo Técnico 2	13	87	225

Fuente: SIVICAP - INS

Capítulo 3. Eventos vehiculados por agua para consumo humano

3.1 Relación de la calidad de agua para consumo humano, la incidencia de enfermedad diarreica aguda y hepatitis A en municipios seleccionados de Colombia, 2023.

3.1.1 Introducción

El agua es un elemento indispensable para la vida, crucial para el funcionamiento de los ecosistemas y la supervivencia de todas las especies. Más allá de satisfacer las necesidades básicas, el acceso al agua potable es un factor determinante para la salud pública, el desarrollo económico y la estabilidad social. Garantizar su disponibilidad y calidad es fundamental para prevenir enfermedades, mejorar la calidad de vida, proteger la dignidad humana y promover un entorno saludable (5), siendo esencial en la preparación de alimentos, el saneamiento y la higiene personal. El acceso a agua segura es primordial para evitar un amplio espectro de enfermedades que afectan tanto a individuos como a comunidades enteras. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), garantizar agua de calidad es una medida decisiva no solo para prevenir enfermedades diarreicas, sino también para reducir la incidencia de en-

fermedades respiratorias y numerosas enfermedades tropicales desatendidas mediante al lavado de manos (6). La enfermedad diarreica aguda (EDA), es una de las más prevalentes en el mundo, siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad global, con aproximadamente 1,5 a 2,5 millones de muertes anuales asociadas a ella. Los niños menores de 5 años son especialmente vulnerables, ya que la EDA es la segunda causa más común de muerte por enfermedades infecciosas en este grupo de edad (7). Las consecuencias de esta situación no se limitan a la mortalidad, sino que también incluyen efectos a largo plazo, como el retraso en el crecimiento y el desarrollo debido a la desnutrición que a menudo acompaña a la diarrea crónica (8). Por otro lado, el virus de la hepatitis A, es la etiología infecciosa más común de hepatitis en todo el mundo; se propaga principalmente a través de la vía fecal-oral, por

exposición a alimentos o agua contaminada, o por contacto cercano con personas infectadas **(9)**. La prevención de la hepatitis A y otras enfermedades de transmisión fecal-oral depende en gran medida de la disponibilidad de agua potable y de un saneamiento adecuado, lo que resalta la necesidad de inversiones continuas en infraestructura y educación en salud pública.

En el contexto de Latinoamérica, más del 40 % de los casos de diarrea se atribuyen a factores de riesgo como el consumo de agua insalubre y la falta de saneamiento e higiene básica. En Europa y Asia central, este porcentaje asciende al 73,3 %. Reconocer y abordar estos factores de riesgo representa una oportunidad significativa para reducir casi la mitad de los casos de diarrea en Latinoamérica **(10)**. En cuanto a la hepatitis A, Latinoamérica ha experimentado un cambio en su situación epidemiológica, pasando de ser considerada una región de alta endemicidad en las décadas de los 70 y 80 a presentar endemicidad intermedia, gracias a inversiones en infraestructura de acueductos, sistemas de alcantarillado y cobertura de vacunación **(11)**. Dada la posible relación entre la calidad del agua y la incidencia de enfermedades como la EDA y la hepatitis A, asegurar el abastecimiento adecuado de agua potable, la correcta gestión de los recursos hídricos y el saneamiento se convierte en una estrategia crucial para mejorar las condiciones sociales y sanitarias de la población, lo que resultaría en una disminución de la vulnerabilidad relacionada con la salud **(12)**. En este sentido, analizar la relación existente entre la calidad del agua para consumo humano y la incidencia de la enfermedad diarreicas aguda y hepatitis A en los diferentes municipios del país, a fin de imple-

mentar medidas que protejan la salud pública y mejoren la calidad de vida de la población.

La EDA en Colombia continúa siendo un problema de salud pública ya que en menores de cinco años representa una de las primeras causas de muerte, por tal motivo su prevención, vigilancia y control son claves en la descripción del evento y en la toma de decisiones para las entidades competentes. En 2023 se notificaron 2 434 073 casos, al compararlos con el 2019 presenta una disminución del 29,2 %, pero presenta aumento de 1,1 % de los casos presentados en 2022. En cuanto a la incidencia en 2023, Bogotá, Quindío, La Guajira, Barranquilla y Cauca presentaron tasas de incidencia mayores a 154 casos por cada 1 000 habitantes en menores de 5 años **(13)**.

En el país, desde 2014 han disminuido los casos de hepatitis A, de una incidencia de 11,5 casos por 100 000 habitantes en 2012 a 4,7 casos en 2018; atribuido principalmente a la inclusión de la vacuna en el Plan Ampliado de Inmunizaciones en niños de 1 año desde el año 2013; también tiene influencia el mejoramiento de condiciones sanitarias en algunas zonas del país. Colombia está catalogada según los criterios de la OMS como un país con una endemicidad intermedia de hepatitis A; esto quiere decir que una proporción significativa de la población joven y adulta evitó la infección durante la infancia y al llegar a la adultez, no tienen esta inmunidad. Por esta situación se puede presentar en poblaciones mayores, un aumento de tasas de morbilidad y la presentación de brotes epidemiológicos, en Colombia se continúa fortaleciendo la orientación y control del evento en las entidades territoriales **(14)**.

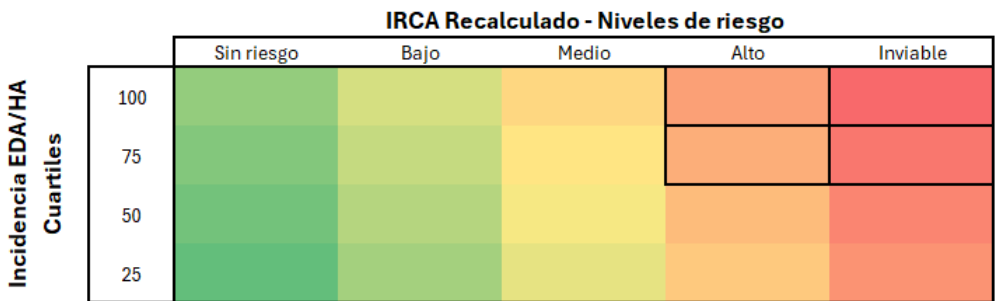
3.1.2 Metodología

Estudio ecológico que utilizó como fuentes de información los casos de enfermedad diarreica aguda – EDA y los casos de hepatitis A notificados por las entidades territoriales de salud al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública – SIVIGILA durante 2023; la información correspondiente a reportes del Índice de Riesgo de la Calidad de Agua – IRCA fue la reportada por las Direcciones Territoriales de Salud – DTS durante 2023 al Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable – SIVICAP. Los resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano utilizados para el presente análisis son generados por las autoridades sanitarias departamentales, municipales y distritales como resultado de las acciones de inspección, vigilancia y control de calidad del agua en áreas de influencia y puntos registrados en el SIVICAP. Para el análisis de la información de SIVICAP se realizó un análisis de regresión lineal múltiple que buscaba identificar los parámetros que tenían mayor correlación con los eventos de interés pública – EISP priorizados, para este análisis se analizó la información a escala departamental y municipal en los territorios que reportaron de manera completa los parámetros priorizados: color, turbiedad, pH, cloro residual, coliformes totales y

E. coli, para determinar un IRCA recalculado y el promedio anual por municipio; teniendo en cuenta los siguientes puntos de corte:

- 0 – 5: sin riesgo
- 5 – 14: riesgo bajo
- 14 – 35: riesgo medio
- 35 – 80: riesgo alto
- 80 – 100: inviable sanitariamente

El plan de análisis incluyó la descripción de los casos de EDA y hepatitis A por municipio y departamento de ocurrencia; para la incidencia se utilizó la proyección de población 2023 según DANE (con la actualización post COVID-19) por 1 000 o 100 000 habitantes según correspondiera para cada evento y se clasificó por cuartiles, toda la información se organizó en el programa Excel® y se analizó en el software R®. Se construyó una matriz de priorización para los municipios del país según el nivel de riesgo de la calidad de agua IRCA recalculado y la incidencia de las enfermedades analizadas y su estratificación por cuartiles discriminados por departamento; se considera, se deben priorizar aquellos que tienen incidencias superiores al tercer cuartil (75) y un IRCA recalculado alto o inviable sanitariamente.



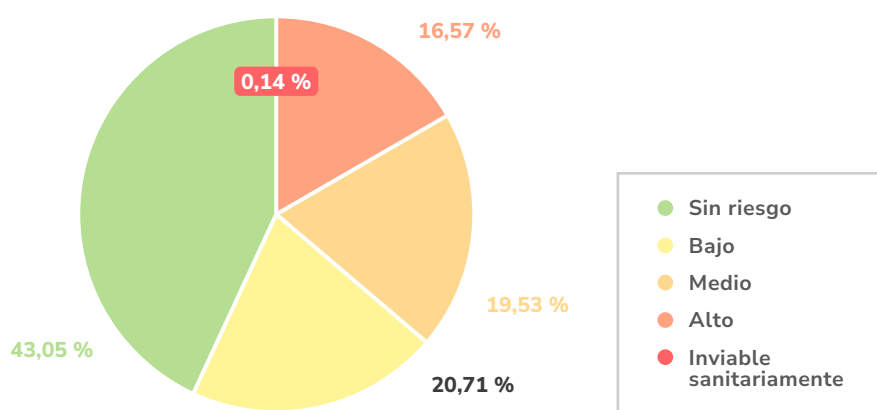
Fuente: Instituto Nacional de Salud

• Reportes de calidad de agua, SIVICAP, 2023

Para el 2023 se registraron 49 806 muestras en SIVICAP, las cuales correspondieron a 1 042 municipios de 29 departamentos y el distrito de Bogotá. Del total de registros, se analizaron 25 008 por tener completitud en los seis paráme-

tros establecidos; de estos, 43,05 % se clasificaron como sin riesgo, el 20,71 % con riesgo bajo, el 19,53 % como riesgo medio, el 16,57 % riesgo alto y el 0,14 % fueron clasificados inviables sanitariamente (Gráfico 13).

Gráfico 13. Porcentaje del nivel de riesgo de la calidad del agua en municipios, Colombia, 2023



Fuente: Instituto Nacional de Salud

El total de muestras analizadas se distribuyeron en 19 departamentos (con 676 municipios) y el distrito de Bogotá. Los de mayor número de

mediciones evaluadas fueron Antioquia, Boyacá, Bogotá, Cundinamarca, Nariño, Atlántico, Valle del Cauca, Risaralda, Caldas, Tolima y Arauca.

• Comportamiento de la notificación de enfermedad diarreica aguda, SIVIGILA, 2023 (13)

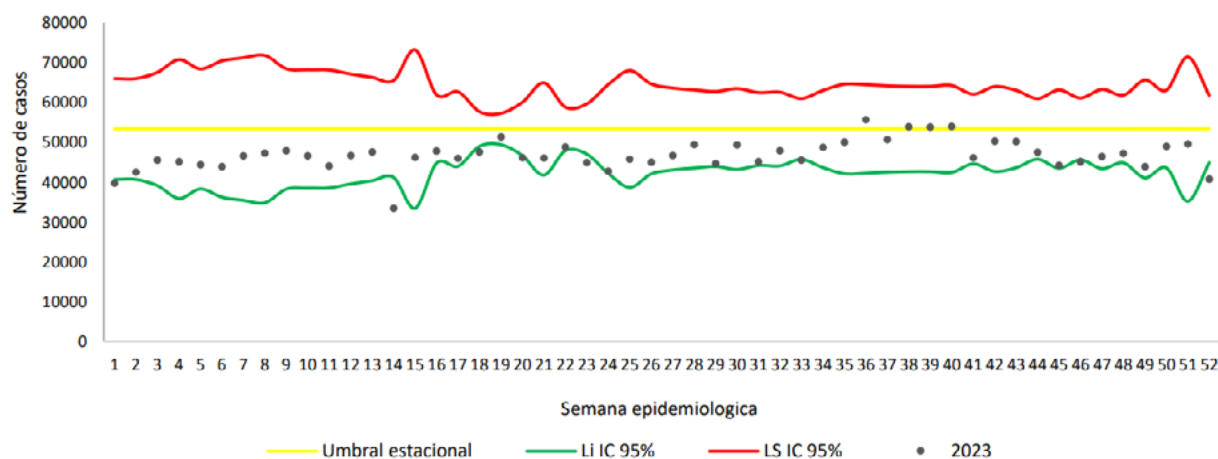
En el 2023, en el Sistema de Vigilancia en Salud Pública de Colombia se reportaron 2 434 073 casos de enfermedad diarreica aguda. La distribución por sexo evidenció que las mujeres representaron 1 297 556 casos (53,3 %), con una incidencia de 48,5 casos por cada 1 000 mujeres. Para el país, en 2023 la incidencia promedio fue de 46 casos por 1000 habitantes con las mayores tasas observadas en Bogotá, Quindío y Antioquia con las mayores incidencias supe-

rando los 50 casos por cada 1 000 habitantes. Vichada y Vaupés mostraron incidencias menores a 20 casos por 1 000 habitantes siendo las de menor reporte. El análisis por grupos etarios para el 2023 reveló que los menores de un año presentaron la mayor incidencia, alcanzando 130,9 casos por cada 1 000 habitantes, seguidos por el grupo de 1 a 4 años, con 109,1 casos. En el canal endémico se observa que la distribución de casos de la EDA por semana epide-

miológica se mantuvo dentro de lo esperado. En la semana epidemiológica 36 estuvo por encima del umbral estacional sin ingresar a zona

de alerta para brote y en la SE 38, 39 y 40 sobre el umbral estacional. (Gráfico 14)

Gráfico 14. Canal endémico de la enfermedad diarreica aguda (EDA), Colombia, 2023

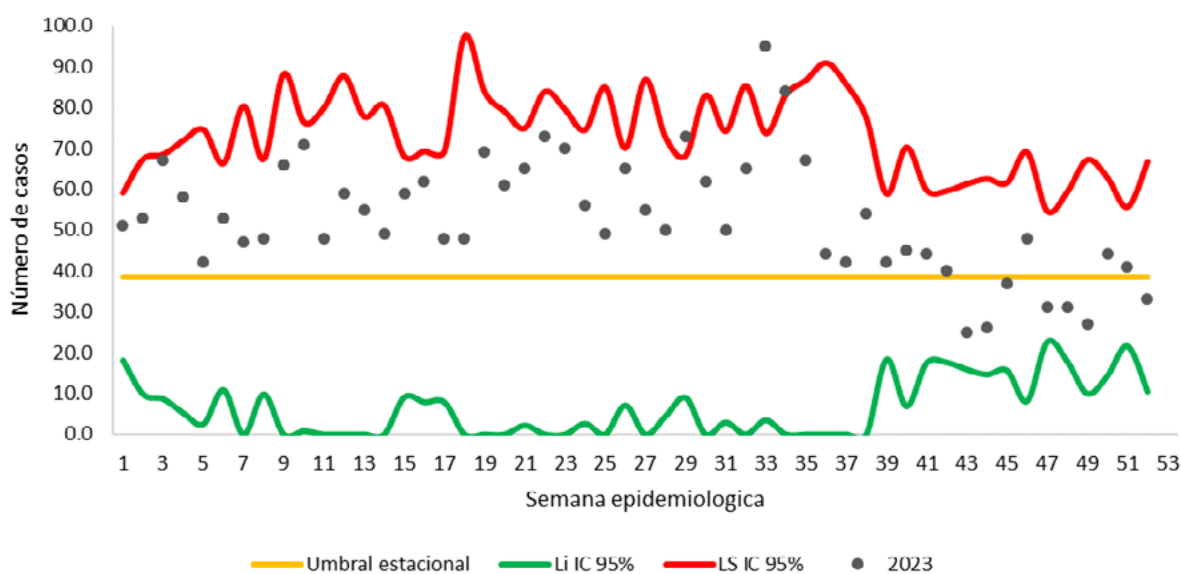


Fuente: Instituto Nacional de Salud

• Comportamiento de la notificación de Hepatitis A, SIVIGILA 2023 (14)

Durante el 2023, Colombia reportó al SIVIGILA un total de 2 593 casos confirmados de Hepatitis A. La mayor parte de las notificaciones se concentró en el periodo epidemiológico IX, con un promedio semanal de 52 casos. El grupo etario más afectado fue el de 25 a 29 años, con 540 casos (19,6 %), predominando en hombres con 397 casos (20,6 %). La incidencia nacional fue de 4,91 casos por 100 000 habitantes, siendo más alta en áreas urbanas (57 casos por 100 000 habitantes) que en rurales (25 casos por 100 000 habitantes). Las entidades territoriales con incidencia por 100 000 habitantes superior a la media nacional incluyeron Cali (23,12), Risaralda (15,40), Antioquia (9,91), Meta (9,25), Valle del Cauca (8,14), Norte de Santander

(7,14), Bogotá (5,93) y Tolima (5,43). Por el contrario, Barranquilla, Buenaventura, Cali, Cartagena, Casanare, Guainía, La Guajira, Guaviare, Santa Marta y Vaupés no notificaron casos. A nivel municipal, Medellín, Pereira, Santa Rosa de Cabal, Barbosa, Popayán, Coello y Villamaría mostraron un incremento inusual de casos para la semana epidemiológica 52, mientras que San José de Cúcuta presentó un decremento. Durante las semanas 43 a 49, el número de casos permaneció por debajo del umbral estacional, mientras que en las semanas 28, 33 y 34, se superó el límite superior, observándose brotes epidémicos; el resto de las semanas mostró un comportamiento de riesgo. (Gráfico 15)

Gráfico 15. Canal endémico hepatitis A, Colombia, 2023

Fuente: Instituto Nacional de Salud

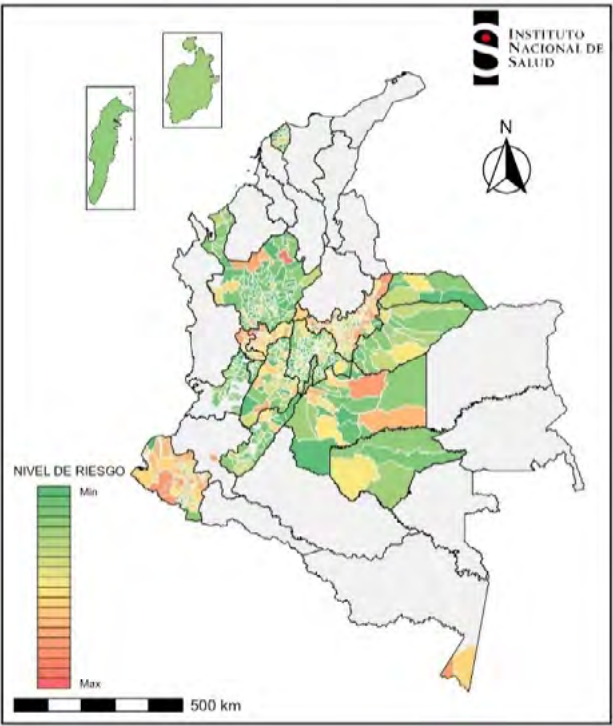
3.1.3 Resultados

• Enfermedad diarreica aguda

De los 1 122 municipios de Colombia, se analizó información de 676 municipios (60,25 %) pertenecientes a 18 departamentos y al distrito de Bogotá. Estos municipios contaban con datos completos para los seis parámetros del IRCA recalculado (*Mapa 1*). Se identificaron 17 municipios en cinco entidades territoriales con niveles de riesgo alto o inviabilidad sanitaria en el IRCA recalculado y con una incidencia de EDA por encima del tercer cuartil. En comparación

con 2022, hubo una reducción en el número de municipios analizados, de 1 111 a 676 en 2023, así como una disminución en los municipios priorizados, de 35 a 17. Sin embargo, siete de estos municipios fueron reincidentes respecto al año anterior. Los departamentos con municipios priorizados fueron Boyacá (8), Nariño (5), Caldas (2), Meta (1) y Amazonas (1). Los detalles de estos municipios se presentan en la *Tabla 7*.

Mapa 1. Nivel de riesgo según priorización municipios IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA por 1 000 habitantes, Colombia, 2023



Fuente: Instituto Nacional de Salud

Tabla 7. Municipios priorizados según IRCA recalculado Vs. Incidencia EDA por 1000 habitantes, Colombia, 2023

Departamento	Municipio
Boyacá	Belén
	Cubará
	Moniquirá
	Muzo
	Saboyá
	Soatá
	Socha
	San Pablo de Borbur
Caldas	Riosucio
	Supía
Meta	Puerto López
Nariño	Barbacoas
	Cumbal
	Guachucal
	Samaniego
	Ricaurte
Amazonas	Puerto Nariño

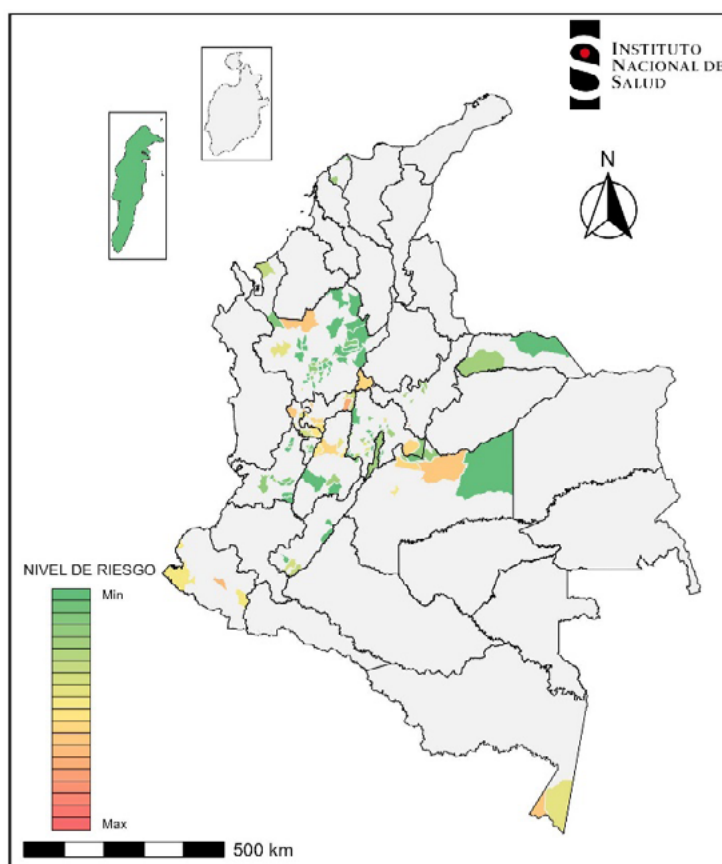
Fuente: Instituto Nacional de Salud

- **Hepatitis A**

De los 1 122 municipios del país, se analizó información de 136 municipios (12,39 %) pertenecientes a 17 departamentos y al distrito de Bogotá. Estos municipios contaban con datos completos sobre los seis parámetros establecidos del IRCA recalculado y los casos de hepatitis A (Mapa 2). Se identificó a Somondoco en

Boyacá como el único municipio que superó el tercer cuartil de casos confirmados de la enfermedad, además de presentar un nivel de riesgo alto en el IRCA recalculado. En comparación con 2022, el número de municipios priorizados disminuyó de 3 a 1, sin que ninguno de los priorizados en 2022 repitiera en 2023.

Mapa 2. Priorización municipios IRCA recalculado Vs. Incidencia hepatitis A por 100 000 habitantes, Colombia, 2023



Fuente: Instituto Nacional de Salud

3.2 Reporte técnico: Estimación de la incidencia de enfermedad diarreica aguda relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de la aplicación de un modelo de estimación probabilística con enfoque predictivo, a nivel departamental en Colombia 2023.

3.2.1 Resumen

De acuerdo con el impacto en salud pública de la enfermedad diarreica aguda (EDA) en Colombia, se realizó la aplicación de la metodología para la predicción de incidencia de EDA en el año 2023 por consumo de agua dietaria, aplicando un modelo predictivo con enfoque probabilístico y cuantitativo de riesgo microbiológico (QMRA, por sus siglas en inglés). Este se fundamentó en herramientas de modelación matemática de la concentración de *E. coli* y su relación con *E. coli* O157:H7, según los datos reportados al SIVICAP (base cerrada del 2023) por las Direcciones Territoriales de Salud en Colombia. Para este efecto, se realizaron simulaciones probabilísticas de la exposición y la caracterización del riesgo que permitieron estimar el número de casos de EDA para los 14 departamentos seleccionados que ingresaron en análisis y compararlo con los datos de vigilancia del evento morbilidad por EDA reportados al SIVIGILA (base cerrada) en este mismo periodo de tiempo.

Bajo estos análisis se determinó, como la calidad microbiológica del agua dietaria impacta sobre la incidencia de EDA ocasionada por *E. coli* O157:H7 en el país en 14 departamentos, evidenciando como el enfoque predictivo presenta estimaciones relevantes que contribuyen en la priorización de la vigilancia departamental de EDA, a partir de los reportes de agua de consumo dietario y la notificación de *E. coli* en agua para consumo dietario.

Adicionalmente, se analizaron las diferencias entre las muestras no aceptables para *E. coli* tomadas en el área rural y urbana, por métodos descriptivos y estadística inferencial. También se evaluó el efecto de la ubicación del punto de muestreo, y del desinfectante usado para el tratamiento del agua, con respecto a la concentración en UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL detectada en las muestras tomadas en los 14 departamentos seleccionados en el presente reporte.

El modelo de estimación probabilística para *E. coli* presentó estimaciones de la morbilidad por EDA que pueden servir de herramienta para que las entidades territoriales de salud puedan enfocar las acciones de vigilancia de EDA vehiculizada por agua asociada a *E. coli* O157:H7, reduciendo de esta manera el riesgo por este patógeno para su población. Las estimaciones se compararon con los reportes de EDA notificados. Para los Departamentos donde el modelo presentó sobre o subestimación en su ajuste, la razón puede estar asociada a diferentes factores como, prevalencias altas de muestras positivas para *E. coli*, subregistro de casos leves EDA, EDA generada por virus y dificultades en la notificación.

Por otra parte, se encontró que la concentración de *E. coli* no presenta diferencias significativas ($p > 0,05$) al comparar la clasificación considerando el tipo de muestreo y desinfectante con respecto a la ubicación (rural y urbana). Finalmente se propone una clasificación del riesgo para las muestras, según su procedencia (rural y/o urbana), acorde con los criterios sugeridos por la OMS.

3.2.2 Introducción

La enfermedad diarreica aguda (EDA) ha sido uno de los eventos de mayor interés en salud pública, que afecta a gran parte de la población mundial, afecta en mayor medida a la población riesgo y es la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años **(15)**. Sin embargo, una proporción significativa de las enfermedades diarreicas se podría prevenir a través del acceso al agua potable; en consecuencia, la fuente de agua dietaria se ha definido como uno de los factores de riesgo de diarrea en niños, debido a que el consumo de agua contaminada favorece la transmisión de patógenos, los cuales están presente desde la fuente, o bien durante el almacenamiento, envasado y manejo inadecuado **(16)**.

La provisión de agua para consumo humano de una mejor calidad puede impactar en la reducción de la prevalencia de diarrea desde 9,76 % hasta 25,6 % **(17)**. En este sentido, considerando que el agua para consumo dietario es el producto final de una cadena de producción, su calidad e inocuidad deben ser monitoreadas para proteger la salud pública. Sin embargo, en diferentes países del mundo, el monitoreo del agua presenta diferentes dificultades, en consecuencia, la identificación oportuna de riesgos y la toma de decisiones al respecto pueden ser tardías; lo que puede conllevar al aumento de casos de EDA. De esta manera, un enfoque basado en riesgo preventivo para todo el sistema de suministro de

agua debe incluir la evaluación y la gestión de riesgos oportuno **(18,19)**.

Si bien en Colombia, la información epidemiológica de EDA por *E. coli* enteropatógena es escasa, se ha mostrado que este microorganismo aporta de manera significativa la morbilidad por EDA en niños menores a cinco años en el país **(20)**. Por otra parte, en el país se ha definido que las acciones encaminadas a la vigilancia de la calidad del agua tienen una alta relevancia; de esta manera, los análisis de las muestras de vigilancia se reportan al Subsistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP) por las autoridades sanitarias. El SIVICAP, es administrado por el Instituto Nacional de Salud (INS) y se desarrolla en cumplimiento del Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias de los Ministerios de Salud y Protección Social y Vivienda Ciudad y Territorio por los cuales se establece el Sistema de Protección y Control del Agua para Consumo Humano, cuya finalidad es monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo.

En el SIVICAP se reportan los datos de concentración de *E. coli* como un indicador microbiológico de calidad del agua. De esta manera, en este informe se realizan estimaciones de casos de EDA por consumo de agua dietaria, aplicando el modelo probabilístico desarrollado previamente un enfoque de QMRA **(21)** basado en el compor-

tamiento de este microorganismo, acorde con los reportes de 2023; lo cual se fundamenta en que las cepas de *E. coli* y diversos patotipos causantes de diarrea se han reconocido como uno de los agentes etiológicos más importantes en esta patología, que además han demostrado capacidades para la adquisición y transferencia horizontal de genes, los cuales tienen la particularidad de tener características que les permiten persistir satisfactoriamente en los huéspedes (22). Finalmente, se realizó un análisis de la influencia de variables de ubicación, punto de

muestreo, y tipo de desinfectante sobre la concentración de *E. coli*.

El objetivo de este informe es presentar la aplicación de dos modelos probabilísticos con enfoque de QMRA (21, 23), que permiten predecir la incidencia de EDA por consumo de agua dietaria, a partir de los datos notificados al SIVICAP en 2023; esta metodología utiliza herramientas de modelación matemática para generar estimaciones probabilísticas para la evaluación de la exposición y la caracterización del riesgo.

3.2.3 Metodología

3.2.3.1 Modelo de predicción de casos de EDA por *E. coli* O157:H7 a partir de datos de concentración de *E. coli* reportados al SIVICAP

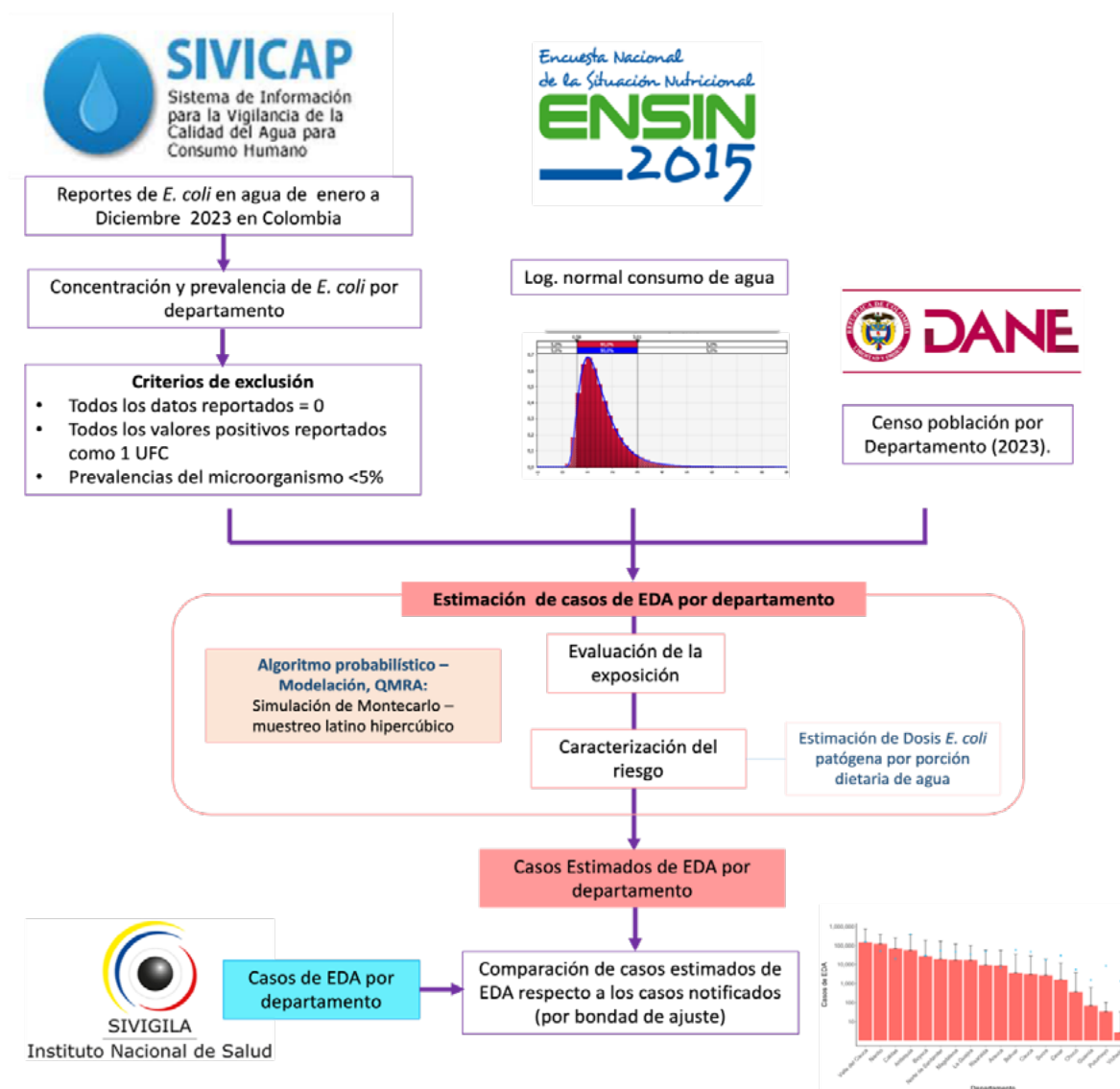
Para la aplicación del modelo, se tuvo en cuenta la información reportada al SIVICAP en 2023 sobre concentración y presencia de *E. coli* en agua por departamento, así como el número de casos de morbilidad por EDA en el mismo periodo del año por departamento, suministrados por el referente del evento, en ambos casos se tomaron las bases cerradas. Se aplicaron, como criterios de inclusión aquellos departamentos con una prevalencia de *E. coli* en agua igual o mayor al 5 %, como criterios de exclusión del modelo menos del 5 % de muestras positivas, todas las muestras positivas son iguales a 1, todos los datos con reportes aceptables, y sin reporte (Figura 1).

Acorde con la metodología propuesta en la evaluación del riesgo agudo y crónico a partir de datos de vigilancia de calidad de agua reportados en la base de datos SIVICAP en los años 2016 y 2017, se aplicó un modelo basado en el enfoque QMRA (Figura 1) (21). Inicialmente los datos de

concentración de *E. coli* se ajustaron a una distribución log-normal y se estimó su prevalencia de acuerdo con una distribución beta. Así mismo, el consumo dietario de agua para adultos se simuló mediante una distribución log-normal, determinada con base en los datos reportados en Brasil para adultos correspondiente a $1,5 \pm 0,80$ l/día (24–26). Posteriormente, se tomó la concentración de *E. coli* O157:H7 como una proporción de 0,08 por cada UFC/ml de *E. coli* (7).

En consecuencia, se estimaron las dosis del microorganismo en función de la concentración de *E. coli* patógena y el consumo dietario de agua diario y se determinó el número de casos de EDA por departamento al año (25, 27) a través de una simulación de Monte Carlo con muestreo latino hipercúbico (10 000 iteraciones) utilizando el software @Risk (Palisade, CA, USA) (21). Finalmente, para la caracterización del riesgo, fue utilizado el modelo Beta-Poisson (28).

Figura 1. Esquema metodológico para aplicación del modelo de estimación de casos de EDA a partir de datos de calidad de agua para consumo dietario.



Fuente: adaptado de (21)

3.2.3.2 Análisis de datos y estadísticos del reporte de *E. coli* según base SIVICAP 2023

Se analizó el efecto entre variables con posible relación sobre la concentración de *E. coli* en agua para consumo dietario, acorde con la información reportada al SIVICAP de enero a diciembre del 2023 (Tabla 8). Para lo anterior, se tomaron las variables de clasificación de

tipo de punto de muestreo y tipo desinfectante usado para tratamiento del agua de consumo, las cuales se segmentaron para los 14 departamentos que cumplieron con los criterios de inclusión al modelo.

Las variables de clasificación de tipo de punto de muestreo y desinfectante usado se analizaron como tratamientos independientes a través de una prueba de normalidad, estadísticas no paramétricas y modelos aditivos generalizados ($\alpha = 0,05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software libre R Statistics.

Tabla 8. Análisis de los niveles de las variables por clasificación de punto de muestreo y desinfectante, a partir de la base de datos de SIVICAP 2023

Clasificación de punto de muestreo	No. de datos	No. de muestras no aceptables*	% de muestras no aceptables ⁺
A la salida de infraestructura ubicada en la red de distribución	653	34	5%
Carro tanque	101	27	27%
En aquellos puntos de abastecimiento por otros mecanismos que tienen algunas redes de distribución.	37	13	35%
En aquellos puntos después de la mezcla del agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento o tratamiento de agua que ingresan al sistema de distribución.	47	10	21%
En las redes de distribución sectorizadas se debe determinar al menos un punto de muestreo por cada entrada de agua al sector correspondiente.	4716	992	26%
En los sectores de mayor riesgo del sistema de distribución desde el punto de vista de posible contaminación del agua para consumo humano.	3659	2099	57%
Otro	215	83	48%
Punto concertado con la autoridad sanitaria, teniendo en cuenta que se presentó riesgo a la población	62	17	27%
Punto Final	5549	585	12%
Punto Inicial	7838	1756	21%
Punto Intermedio	12376	1181	10%

Desinfectantes	N. de datos	No. de muestras no aceptables	% de muestras no aceptables ⁺
Ácido hipocloroso	1908	17	9%
Cal clorada-cloruro de cal, hipoclorito de cal	471	12	6%
Cloro gaseoso	14117	281	2%
Dicloroisocianurato de sodio-NADCC	29	3	14%
Dióxido de cloro	21	2	10%
Hipoclorito de calcio- HTH-oxicloruro de calcio	6217	787	14%
Hipoclorito de sodio-oxicloruro de sodio	5113	296	7%
No declara	1750	71	3%
No usan	5629	4567	85%

*No aceptable por concentración de *E. coli*.

⁺ % de muestras no aceptables del total de muestras tomadas para cada punto de muestreo o tipo de desinfectante.

Fuente: INS

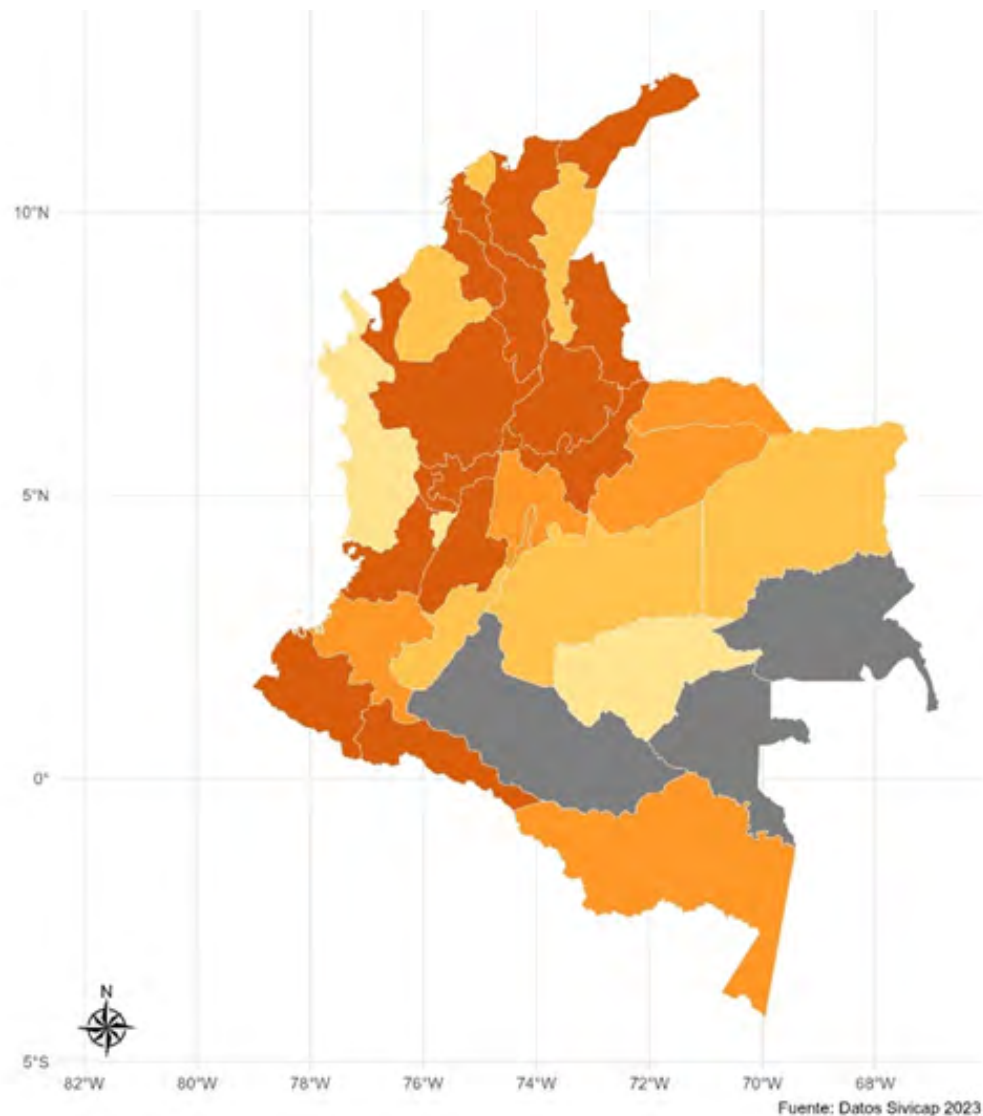
3.3 Análisis de resultados y discusión.

3.3.1 Análisis de los datos de calidad de agua y EDA 2023

A través del SIVICAP se reportaron 49 773 muestras para la calidad de agua del país en el año 2023. Bajo este contexto, para estimar el número de casos de EDA en 2023 a través del modelo probabilístico, se excluyeron de la simulación los datos de 18 departamentos y 1 distrito capital (como se reporta en la *Figura 2*). En este sentido, los departamentos de Cesar, Córdoba, Huila, Meta y Vichada no cumplen con los criterios mínimos para realizar el modelo ya que todos los reportes positivos eran igual a 1 (uno). Así mismo, debido a que el porcentaje de muestras con resultado positivo para *E. coli* fue inferior al 5 % se excluyeron: Amazonas (2,54 %), Arauca (1,70 %), Atlántico (0,76 %),

Bogotá (2,70 %), Casanare (1,52 %), Cauca (3,38 %), Cundinamarca (2,14 %), San Andrés (0 %), Chocó (0 %), Guaviare (0 %), y Quindío (0 %). Finalmente, los departamentos que presentaron silencio (no reportaron datos) fueron Guainía, Vaupés y Caquetá. Este comportamiento es similar a reportes de años anteriores, donde también se excluyeron del estudio estos departamentos (29).

Figura 2. Criterios de inclusión y exclusión de los departamentos de acuerdo con los datos de la calidad de agua en Colombia para 2023.

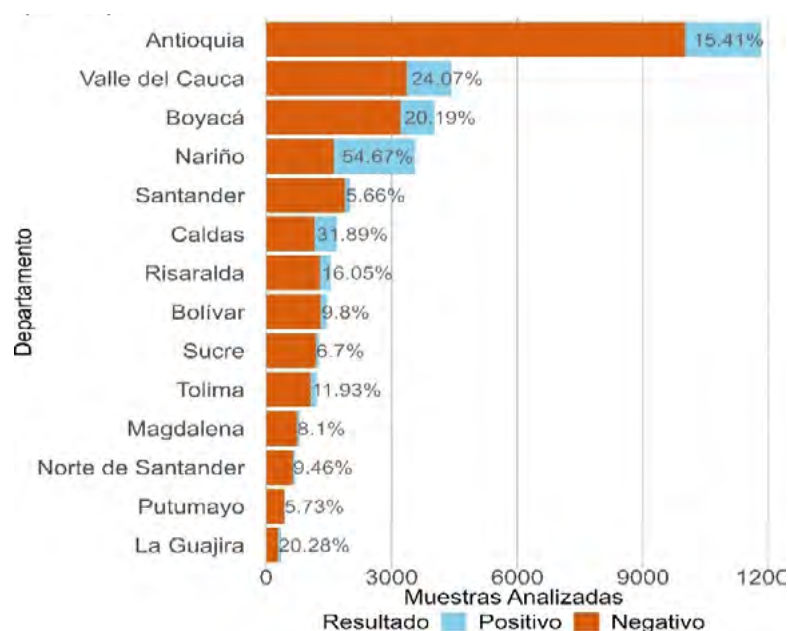


■ Incluido en el análisis. Excluidos del análisis: menos del 5 % de muestras positivas (■), todas las muestras positivas son iguales a 1 (■), todos los datos son aceptables (■), y sin reporte (■).

Acorde con lo anterior, se incluyeron en el análisis 14 departamentos, con un total de 35 271 muestras reportadas para *E. coli*; de los cuales las prevalencias más altas se reportaron en

Nariño (54,67 %), Caldas (31,89 %), Valle del Cauca (24,07 %), Boyacá (20,19 %) y La Guajira (20,28 %) (Figura 3).

Figura 3. Prevalencia de *E. coli* en los departamentos incluidos en el análisis. Muestras negativas para *E. coli* (■), Muestras positivas para *E. coli* (■).



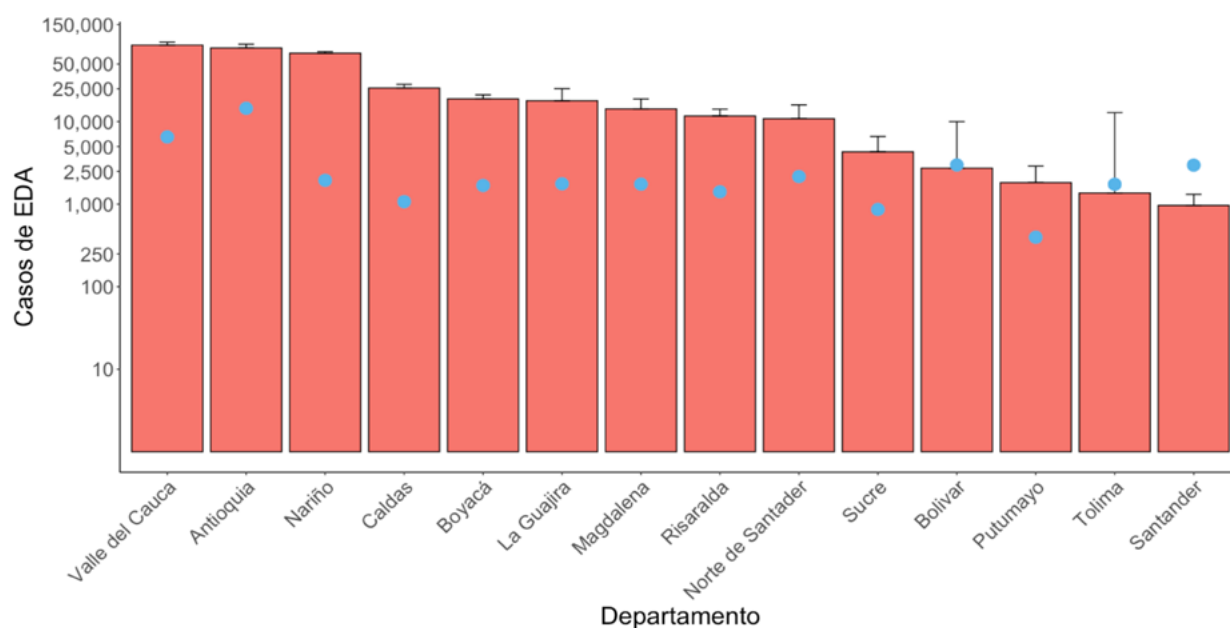
Nota: El porcentaje (%) de cada barra corresponde a la prevalencia de muestras positivas para *E. coli* para cada departamento.

3.3.2 Resultados del modelo de predicción de casos de EDA por *E. Coli* O157:H7 para 2023, a partir de datos de concentración de *E. Coli* reportados al SIVICAP en 2023

Acorde con la metodología aplicada, se observan los resultados de la simulación a través del modelo que comprende la aplicación del modelo con enfoque QMRA. De esta manera, para los 14 departamentos analizados, en la *Figura 4* se muestra el percentil 90 del número de casos estimados de EDA atribuible a *E. coli* O157:H7 por departamento en 2023 a partir de la concentración de *E. coli* en agua reportada en SIVICAP, respecto a casos de EDA notificados por SIVIGILA en este mismo año; así mismo, se evidencia el valor máximo simulado. De acuerdo con los resultados, Valle del Cauca, Antioquia, Nariño y Boyacá fueron los departamentos

con más casos estimados, tendencia que también se observó en el análisis de 2021 y 2022 para estos departamentos. Estos resultados son parecidos a las estimaciones presentadas en el reporte para el año 2022, donde se observa un comportamiento parecido en los mismos departamentos. Respecto a la notificación de EDA en SIVIGILA, Antioquia, Valle del Cauca, Bolívar, Tolima y Santander, presentan los valores más altos de casos EDA. En el caso de Santander, está asociado a un brote de EDA que se presentó en San Gil a finales del 2023, vehiculado por agua y con agente viral probablemente causante de este brote.

Figura 4. Percentil 90 del número de casos estimados de EDA a través del modelo QMRA por departamento en Colombia del año 2023 (■) respecto a casos de EDA notificados por SIVIGILA (●).



Nota: Los datos de EDA reportados para los distritos especiales se sumaron a los casos del departamento. La barra superior muestra el máximo valor estimado para casos de EDA.

La aplicación de modelo tuvo un buen ajuste para los departamentos de Bolívar y Tolima, al contrastar los casos estimados con los casos de EDA notificados al SIVIGILA.

El mayor porcentaje de subestimación del modelo se dio en el departamento de Santander, asociado muy probablemente al brote por EDA atribuible a Rotavirus que se dio entre noviembre y diciembre del 2023 en el municipio de San Gil. Es preciso considerar que la enfermedad diarreica tiene diferentes causas, como la transmisión de persona a persona, el consumo de alimentos contaminados y el consumo de agua contaminada con otros patógenos (30, 31). Si bien, *E. coli* enteropatógena es uno de los principales agentes causales de diarrea

moderada a grave en países de ingresos bajos, también puede ser por causa de Astrovirus; parásitos como *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp.; y otras bacterias como *Shigella* spp. (15).

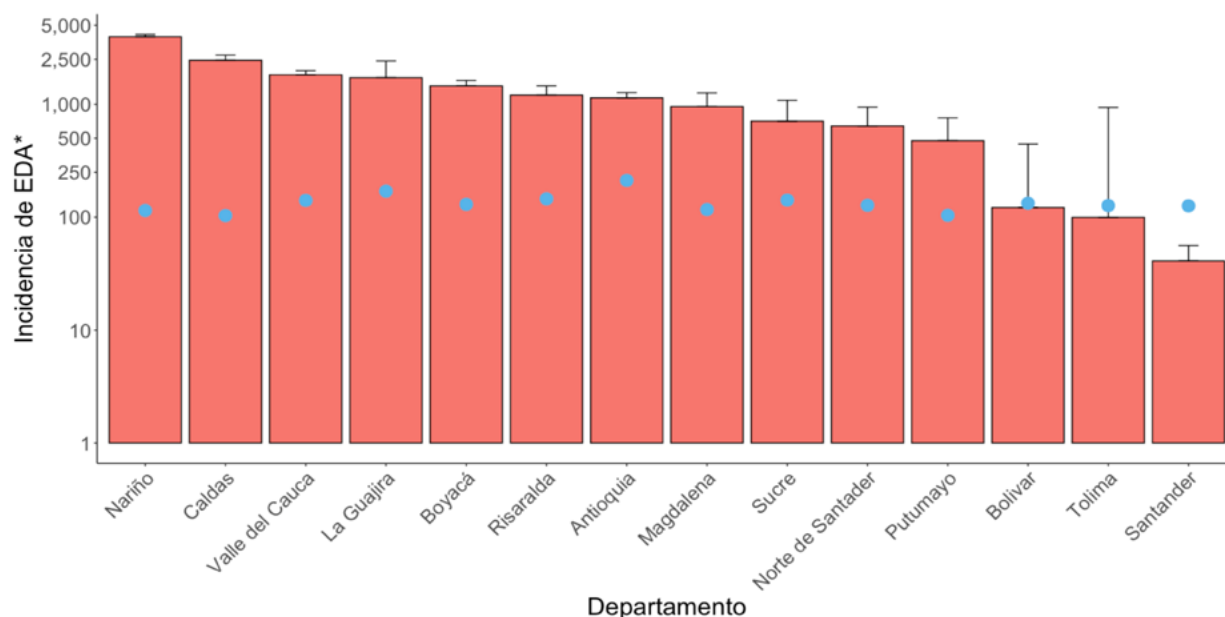
Por otra parte, Magdalena y Antioquia presentaron una sobrestimación de 50 y 62 %, respectivamente, así mismo se presentó una sobrestimación superior a 100 % en La Guajira, Risaralda, Norte de Santander, Valle del Cauca, Boyacá, Putumayo, Nariño, y Caldas. Otros departamentos con altas prevalencias fueron Nariño (52 %), Caldas (41 %), Vaupés (38 %), Valle del Cauca (23 %) y Boyacá (20 %). Esta tendencia, se también se puede relacionar con factores como el subregistro de casos leves EDA en Colombia, falencias en la notificación, baja calidad

y dispersión de las fuentes de información, baja oportunidad de las estadísticas, la limitada cobertura y la falta de interoperabilidad entre las fuentes de información (32).

El riesgo de infección se refiere a la probabilidad que una persona o grupo de personas en

un departamento contraigan EDA atribuible a *E. coli* O157:H7; como se observa en la Figura 5 donde se expresa en número de casos por cada 100 000 habitantes por departamento, Nariño, Caldas, Valle del Cauca, La Guajira, Boyacá, Risaralda, Antioquia y Magdalena presentan la mayor incidencia estimada.

Figura 5. Percentil 90 de incidencia estimada de EDA con el modelo QMRA para el 2023 (■) respecto a la incidencia casos de EDA notificados por SIVIGILA (●) por cada 100 000 habitantes, por departamento en Colombia.



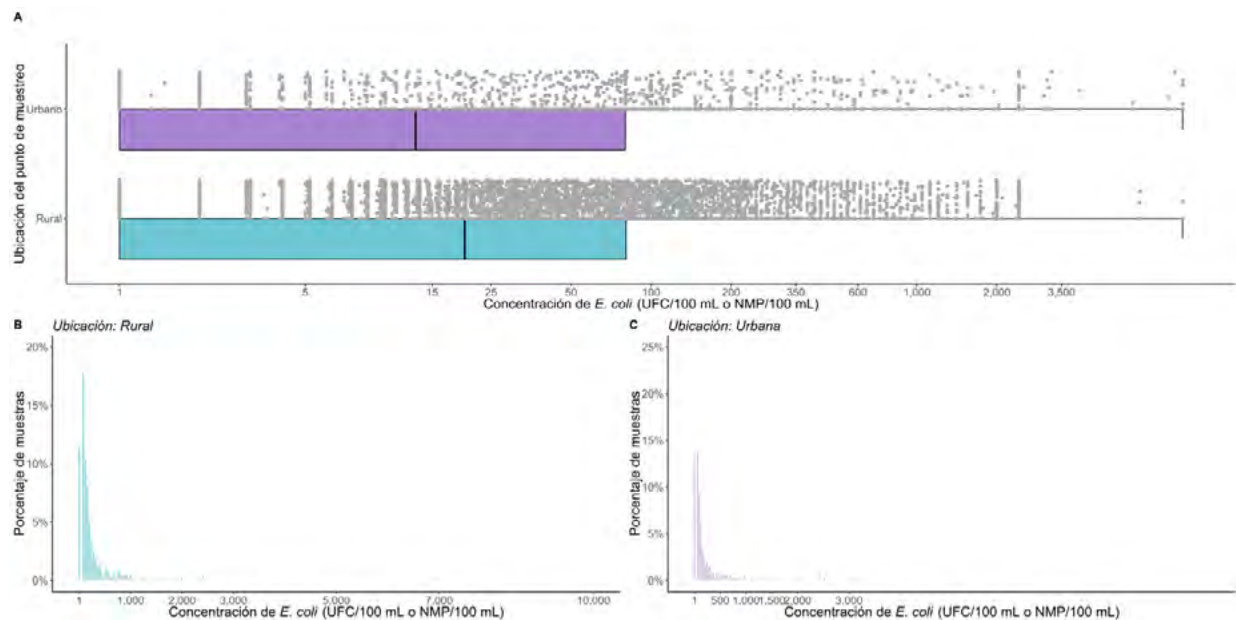
Nota: La barra superior muestra el máximo valor estimado para la incidencia de EDA.

3.3.3 Análisis de datos y estadísticos de la base de SIVICAP y concentración de *E. Coli*

Al observar la distribución de los reportes por el número de muestras en áreas urbanas y rurales de los 14 departamentos incluidos en el análisis del informe, se encontró que hubo un mayor reporte en las áreas rurales ($n=21\,419$) respecto a las urbanas ($n=13\,852$). De estos reportes, para el área rural el porcentaje de muestras no aceptables, es decir donde el diagnóstico de *E. coli* arrojó > 10 UFC/mL o > 1 NMP/100 mL, fue de 17,4 % ($n=6\,135$); y para el área urbana fue del 2,8 % ($n= 1003$). La mediana de la concentración del microorganismo fue mayor para el área rural con un valor de 20 (Rango intercuartílico, RIC= 1-80) UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL, respecto a la urbana con la mediana fue de 13 (RIC= 1-79), las cuales no tuvieron diferencias significativas

($P > 0,05$) entre sí, de acuerdo con la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis con un nivel de confianza del 95 % (Figura 6).

Figura 6. Distribución de la concentración de *E. coli* según los reportes de ubicación rural y urbana. (A) Concentración de *E. coli* según ubicación del punto de muestreo. (B) Porcentaje y distribución de muestras aisladas de *E. coli* en área rural y (C) área urbana.



Fuente: Elaboración propia

Considerando estos valores de UFC de *E. coli* /100 mL o NMP/100 mL, **de acuerdo con la clasificación de riesgo propuesta por la OMS**, sobre la base de un sistema de clasificación de la calidad microbiana y la clasificación o puntuaciones de inspección sanitaria, se podría clasificar como alto riesgo (11–100 UFC de *E. coli*/100 mL) el consumo de agua para el 17,4 % de las muestras tomadas en áreas rurales, y del 2,8 % para las tomadas en áreas urbanas (33, 34). Tanto para el área rural como para la urbana, el valor máximo de la concentración reportado de *E. coli* fue 10 000 UFC/100 mL o NMP/100 mL. Adicionalmente, se observa un alto porcentaje de muestras (> 22 %) por encima de 80 UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL, y una mayor

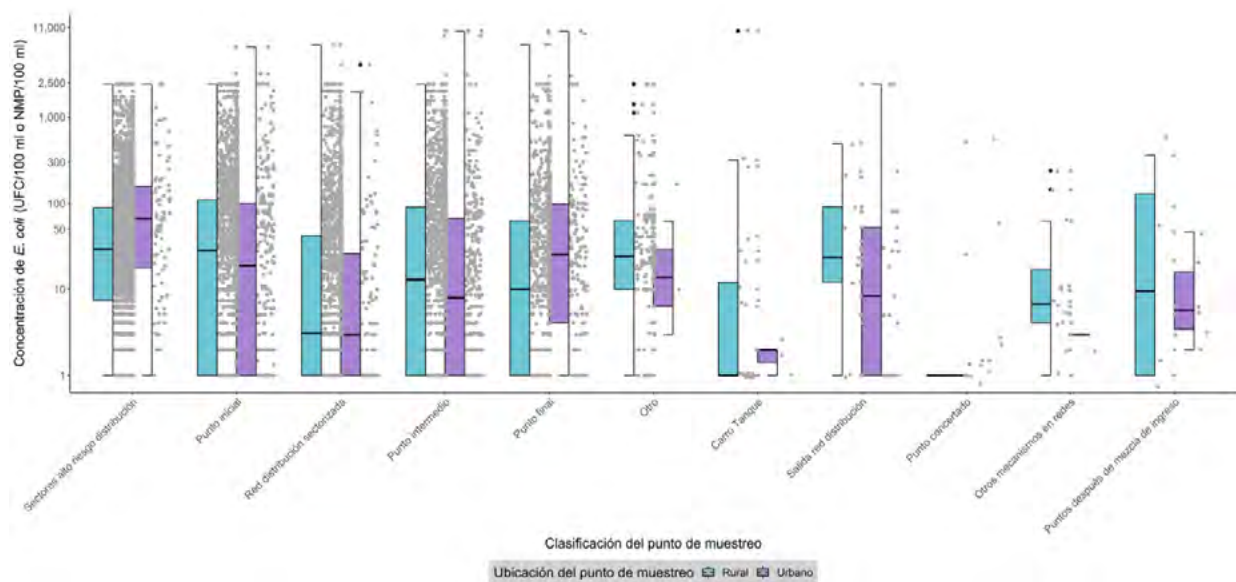
concentración, de 149 UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL, para áreas rurales.

En los análisis estadísticos implementados para identificar efecto de la clasificación del punto de muestreo y la ubicación del punto de muestreo con respecto a la concentración de *E. coli* reportada, se utilizó el enfoque no paramétrico del modelo aditivo generalizado con un nivel de confianza del 95 %. Según los resultados de las muestras no aceptables de acuerdo con la ubicación del punto del punto de muestreo y el área de ubicación (rural o urbana), se observó que la mediana de concentración de *E. coli* para la variable denominada “En los sectores de mayor riesgo del sistema de distribución

desde el punto de vista de posible contaminación del agua para consumo humano” (Sectores alto riesgo distribución) del área rural fue de 37 UFC de *E. coli*/100 mL o NMP/100 mL (RIC=

9-115); mientras que para el área urbana fue de 61 (RIC= 4 - 414); no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$) (Figura 7).

Figura 7. Concentración de *E. coli* según la clasificación del punto de muestreo en función de la ubicación (Rural y Urbana).



En cuanto a la categoría punto inicial de muestreo (Punto Inicial), la mediana de la concentración para *E. coli* en el área rural fue de 28,5 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 1 - 108) y de 19 UFC/100 mL (RIC= 1-99) para el área urbana, no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$). Adicionalmente, para la categoría de punto intermedio de muestreo (Punto intermedio) la concentración mediana de la bacteria para el área rural fue de 13 (RIC= 1 - 89) UFC/100 mL o NMP/100 mL, mientras que para el área urbana fue de 8 (RIC= 1 - 66), no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$). Para la clasificación del punto de muestro final (Punto final), se presentó una tendencia diferente al punto intermedio, ya que la concentración mediana de la bacteria

para el área rural fue menor que en el área rural, 10 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 1-62) y 25 (RIC= 1-95), respectivamente, sin embargo, no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$).

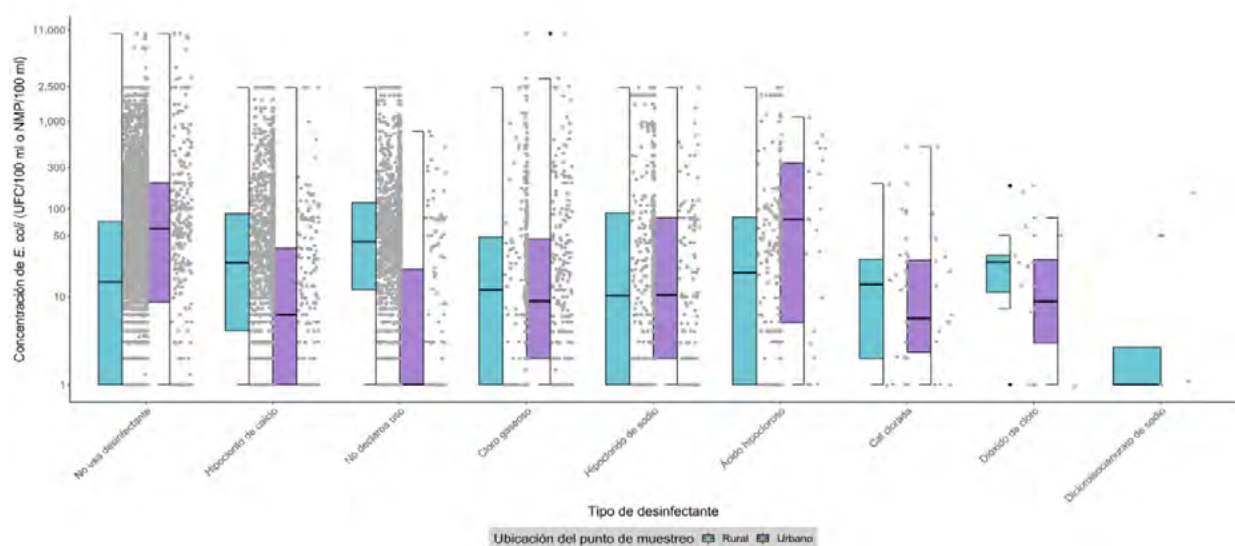
Para la clasificación del punto de muestro en las redes de distribución sectorizadas (Red distribución sectorizada) la concentración mediana de la bacteria para el área urbana fue igual en el área rural y urbana, 3 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 1-41) y 6 (RIC= 1 - 25), respectivamente, no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$). Por otro lado, se presentó una tendencia muy diferente para el punto de muestreo “Salida red de distribución” que en el área urbana presentó una mediana de 23

UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 12 - 79) y para el área rural de 8 (RIC= 1 - 52), sin embargo, no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$). A diferencia de los dos puntos de muestreo anteriores, para el punto de muestreo “Alto riesgo de distribución” se observó que la mediana en la concentración de *E. coli* mayor en el área urbana en comparación con el área rural, 67 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 18 - 140) y 29 UFC/100 mL o NMP/100 mL (RIC= 7- 81), respectivamente, no obstante, no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$).

Finalmente, en relación con los puntos de muestreo: “punto concertado”, “carro tanque”, “otros mecanismos en redes”, y “puntos después de la mezcla de ingreso”, se observó una baja cantidad de datos tomados, que no permiten realizar un análisis estadístico ni comparación entre las áreas rurales y urbanas.

Por otro lado, para identificar efecto desinfectante usado para el tratamiento del agua y la ubicación del punto de muestreo con respecto a la concentración de *E. coli* reportada, también se utilizó el enfoque no paramétrico del modelo aditivo generalizado con un nivel de confianza del 95 %. Con respecto a los resultados de las muestras de *E. coli* UFC/100 mL o NMP/100 mL donde no usan desinfectante (No usa desinfectante) fue mayor en las áreas urbanas con relación a las áreas rurales, sin embargo, no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0,05$). En cuanto al uso del desinfectante Hipoclorito de calcio- HTH-oxicloruro de calcio (CalHipo_HTH), no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$) en la concentración de *E. coli* UFC/100 mL o NMP/100 mL entre el área rural y urbana; y similar resultado se presentó en las áreas urbanas y rurales muestreadas que utilizan el Hipoclorito de sodio-oxicloruro de sodio (HIPO_OXINA) como desinfectante ($p > 0,05$) (Figura 8).

Figura 8. Concentración de *E. coli* según el tipo de desinfectante utilizado para el tratamiento del agua en función de la ubicación (Rural y Urbana).



Con respecto a las áreas rurales y urbanas que no declaran el uso de desinfectante (No declara uso) para tratar el agua, se observó que la mediana de la concentración de *E. coli* estuvo muy por debajo de la mediana en áreas rurales; sin embargo, no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) estas áreas. En relación con las zonas rurales y urbanas que usan Cloro gaseoso (Cloro gaseoso) y ácido hipocloroso, se encontró que la mediana en la concentración de *E. coli* es mayor para las áreas urbanas que para las áreas rural, aunque tampoco se evidenció diferencia estadística significativa ($p > 0,05$).

Finalmente, en relación con las áreas que usaban los desinfectantes: “Cal clorada-cloruro de cal, hipoclorito de cal (Cal clorada)”, “Dióxido de cloro”, y “dicloroisosianurato de sodio”, para el tratamiento del agua; se observó una baja cantidad de datos tomados, que no permiten realizar un análisis estadístico ni comparación entre las áreas rurales y urbanas.

Capítulo 4. Resultados de calidad del agua para las muestras realizadas por la SSPD en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 15 de la ley 1955 de 2019

4.1 Generalidades.

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en adelante SSPD, por disposición del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, es la autoridad encargada de vigilar y controlar a los prestadores de servicios públicos domiciliarios en el debido cumplimiento de las normas que regulan las actividades inherentes a la prestación de los servicios públicos domiciliarios. Dentro de las transformaciones que plantea el Gobierno Nacional en el Plan Nacional de Desarrollo 2023-2026, Ley 2294 de 2023 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, se da continuidad (según su artículo 372) a lo dispuesto en el artículo 15 de la Ley 1955 de 2019, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”, que modifica el numeral 8 y adiciona los numerales 34, 35 y 36 al artículo 79 de la Ley 142 de 1994, en relación con las funciones de la SSPD. En materia de calidad de agua, el numeral 35² creó la función de la SSPD de, cuando lo

considere pertinente, encargar a terceros especializados la toma de muestras de calidad del agua y contratar un laboratorio para el análisis de estas.

Esto plantea un gran desafío, toda vez que fortalece las funciones de la SSPD en lo que respecta a inspección vigilancia y control sobre la calidad del agua, así mismo le atribuye nuevas facultades en cuanto a: i) encargar a terceros especializados la toma y análisis de muestras de calidad de agua en cualquier lugar del área de prestación del servicio, y ii) verificar la calidad del agua que distribuyen los prestadores (en el momento en que se realiza la muestra) para mantener un seguimiento directo sobre las condiciones de suministro pudiendo integrar estos resultados a la información disponible por parte de las autoridades sanitarias, mejorando la oportunidad en la toma de decisiones y en la aplicación de medidas de control sobre

2 “35. En los casos en los que lo considere necesario para el ejercicio de las funciones de inspección, vigilancia y control, encargar a terceros especializados la toma de muestras de calidad del agua en cualquier lugar del área de prestación del servicio y del sistema que sea técnicamente posible, y contratar un laboratorio para el análisis de estas. Los resultados que arrojen las muestras tomadas por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios podrán ser utilizados como prueba, dentro de los procesos administrativos sancionatorios que adelanta contra prestadores objeto de su vigilancia, y para cualquier otro fin que sea pertinente dentro en el ejercicio de las funciones de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.”

los prestadores, enfocadas a la mejora en la calidad de agua que suministran a sus usuarios.

Los resultados de los análisis que realiza la SSPD son valorados de acuerdo con los parámetros señalados en la Resolución 2115 de 2007, establecido por los Ministerios de Salud y Protección Social, y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

En este sentido, y teniendo en cuenta que en este informe se presentan los resultados obtenidos en la vigencia 2023, se señala que, para ese año, la SSPD suscribió el Contrato Interadministrativo con el Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación – GDCON, laboratorio de La Universidad de Antioquia para la toma de muestras y análisis de las características físicas, químicas

y microbiológicas al agua suministrada a un grupo de prestadores priorizados. Las muestras se tomaron según lo reglamentado en la resolución 2019000040585 de 07 de octubre de 2019, y su modificatoria, la resolución 20221000763445 del 25 de agosto de 2022.

Finalmente, es relevante mencionar que, para la atención de la nueva función de la SSPD, se estableció al interior de la Entidad, el proyecto de inversión denominado “Mejoramiento de las acciones de vigilancia y control de la calidad del agua en los prestadores del servicio de acueducto “el cual tiene una vigencia que abarca desde el 2019 hasta el 2023. Así las cosas, en este informe se presentan los resultados de la calidad del agua correspondientes a las muestras tomadas durante la vigencia 2023.

4.2 Metodología para la determinación de prestadores sujetos a monitoreo.

En este capítulo se presenta la metodología utilizada para la identificación e implementación de criterios de priorización de los prestadores objeto de toma de muestras de calidad del agua en el marco del proyecto de inversión durante la vigencia 2023.

Es importante mencionar que, para la vigencia 2023, no se contempló la toma de muestras según el enfoque del objetivo 1 del proyecto, que

para los años 2019 a 2022, tuvo como principal interés identificar prestadores que presentan información de calidad del agua inconsistente en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (en adelante SUI) y que además tiene diferencias significativas con respecto a la información disponible en el Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (en adelante SIVICAP).

4.2.1 Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo 2

En el marco del objetivo 2 del proyecto, se priorizaron 96 áreas de prestación que no contaron con información de vigilancia de calidad del agua reportada en SIVICAP por las autoridades sanitarias, para los períodos comprendidos

entre 2019 y 2022. Esto se llevó a cabo a través de dos grupos de análisis, en donde el primero corresponde a información de vigilancia de calidad de agua de los años 2019, 2020 y 2021, y

el segundo a información de vigilancia y control de calidad de agua del año 2022.

En cada uno de estos grupos, se tuvieron en cuenta cuatro (4) criterios para la priorización de prestadores para la toma de muestras, y a continuación se muestran para cada uno:

Grupo I

- **Criterio No. 1 – Prestadores y APS sin información de calidad del agua en SIVICAP:** permite seleccionar los prestadores y APS sin información de calidad del agua en SIVICAP para los años de análisis (2019, 2020 y 2021). La información utilizada para identificar a estos prestadores y APS corresponde a la reportada por las autoridades sanitarias en el aplicativo SIVICAP, administrado por el INS y depurada por la SSPD.
- **Criterio No. 2 – Prestadores y APS con información reportada en SUI e inventario rural que permite suponer que suministran agua tratada:** este criterio permite identificar a los prestadores y APS que presuntamente suministran agua tratada a sus suscriptores. Los prestadores y áreas de prestación que de acuerdo con la información reportada en el SUI e Inventario Rural no suministran agua tratada, fueron descartados de la priorización.
- **Criterio No. 3 – Prestadores y APS red de distribución:** este criterio permite identificar a los prestadores y APS que cuenten con dicha red, a fin de garantizar las condiciones técnicas de la toma de la muestra. Los prestadores con red de distribución se identificaron a partir de la información obtenida de la consulta de actividades del

servicio de acueducto reportadas en el Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos, en adelante RUPS.

- **Criterio No. 4 – Prestadores y áreas de prestación priorizadas en vigencias anteriores:** este criterio se utilizó para descartar prestadores y áreas de prestación que fueron priorizados en las vigencias anteriores (2019 – 2022). Lo anterior, con el objeto de conocer el estado de la calidad de agua suministrada por los prestadores de servicio de acueducto para los cuales no se tenía ningún tipo de información de la calidad del agua que suministran.

Grupo II

- **Criterio No. 1 – Prestadores y APS sin información de calidad del agua en SIVICAP:** permite seleccionar los prestadores y APS sin información de calidad del agua en SIVICAP para el año 2022. La información utilizada para identificar a estos prestadores y APS corresponde a la reportada por las autoridades sanitarias en el aplicativo SIVICAP, administrado por el INS y depurada por la SSPD.
- **Criterio No. 2 – Prestadores y áreas de prestación sin información de calidad del agua en SUI:** este criterio permite identificar a los prestadores y APS que no contaban con información de calidad del agua en SUI para el año 2022. Los prestadores y áreas de prestación que contaban con información de vigilancia de calidad del agua en SUI para el año evaluado, fueron descartados de la priorización.

- **Criterio No. 3 – Prestadores y áreas de prestación con información reportada en SUI e inventario rural que permitiera suponer que suministraban agua tratada:** este criterio permite identificar a los prestadores y APS que presuntamente suministran agua tratada a sus suscriptores. Los prestadores y áreas de prestación que de acuerdo con la información reportada en el SUI e Inventario Rural no suministran agua tratada, fueron descartados de la priorización.
- **Criterio No. 4 – Áreas de prestación priorizadas en vigencias anteriores:** este criterio se utilizó para descartar prestadores y áreas de prestación que fueron priorizados en las vigencias anteriores (2019 – I semestre 2023). Lo anterior, con el objeto de co-

nocer el estado de la calidad de agua suministrada por los prestadores de servicio de acueducto para los cuales no se tenía ningún tipo de información de la calidad del agua que suministran.

Cabe mencionar que, en el marco del objetivo 2 del proyecto, además de los grupos previamente descritos, se destinaron muestras según lo solicitado por la Dirección Técnica de Gestión de Acueducto y Alcantarillado – DTGAA, que permitan determinar acciones de inspección, vigilancia y control (IVC) a adelantar con algunos prestadores

En la *Tabla 9* se presenta la selección del total de 101 áreas de prestación priorizadas, ubicadas en 73 municipios de 19 departamentos.

Tabla 9. Municipios priorizados para toma de muestra - Objetivo 2

Departamento	Municipio	Zona de prestación
Amazonas	Leticia	Urbana
Antioquia	Andes	Rural
	Bello	Rural
	Ciudad Bolívar	Rural
	Ebéjico	Rural
	Entrerriós	Urbana
	Fredonia	Rural
	Girardota	Rural
	La Estrella	Urbana – Rural
	Marinilla	Rural
	Olaya	Urbana – Rural
	Peñol	Rural
Antioquia	Retiro	Rural
	Rionegro	Rural
	Salgar	Rural
	Santo Domingo	Rural
Antioquia	San Jerónimo	Rural
	San Vicente Ferrer	Rural
	Sopetrán	Urbana – Rural
	Puerto Triunfo	Rural
Atlántico	Galapa	Urbana
Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Urbana
Boyacá	Cerínza	Rural
	Chiquinquirá	Rural
	Combita	Rural
	Cucaita	Urbana – Rural
	Duitama	Rural
	Jenesano	Rural
	Ráquira	Rural
	Samacá	Rural
	Siachoque	Rural
	Sotaquirá	Rural

Departamento	Municipio	Zona de prestación
Boyacá	Toca	Rural
	Tunja	Rural
Caldas	Anserma	Rural
	Palestina	Rural
Casanare	Yopal	Urbana
Córdoba	Chinú	Urbana – Rural
	San Pelayo	Urbana
	Cereté	Urbana
	Sahagún	Urbana
	San Carlos	Urbana
	San Antero	Urbana
	Ciénaga de Oro	Urbana
	Villapinzón	Rural
Cundinamarca	Pasca	Rural
	Chía	Urbana – Rural
	Cajicá	Urbana – Rural
	La Vega	Rural
	San Francisco	Rural
Cundinamarca	Suesca	Rural
	Tibirita	Rural
	Gigante	Urbana - Rural
Huila	Palermo	Rural

Departamento	Municipio	Zona de prestación
Magdalena	Santa Marta	Urbana
Meta	Villavicencio	Urbana
Norte de Santander	Villa Del Rosario	Urbana
Quindío	Circasia	Rural
	Salento	Rural
	Filandia	Rural
Risaralda	Dosquebradas	Urbana - Rural
	Pereira	Rural
	Santa Rosa de Cabal	Rural
Santander	Charalá	Urbana
Sucre	Buenavista	Urbana-Rural
	Chalan	Urbana-Rural
	San Benito Abad	Rural
Tolima	Ibagué	Urbana-Rural
	San Luis	Urbana
	Flandes	Urbana
	Melgar	Urbana-Rural
Valle del Cauca	Cali	Urbana - Rural
	Yumbo	Rural

Fuente: SSPD.

4.2.2 Priorización grupo de prestadores de interés del Objetivo 3

En el marco del objetivo 3 del proyecto, se priorizaron 31 áreas de prestación que presentaron una tendencia reiterada de nivel de riesgo en la calidad del agua suministrada a sus usuarios, en los años 2020, 2021 y 2022, como un primer grupo de selección; y, por otra parte, los prestadores que obtuvieron nivel de riesgo inviable sanitariamente por incumplimiento de parámetros especiales en las muestras realizadas por la SSPD entre 2019 y 2022, y que a su vez cuen-

tan con infraestructura operativa para el tratamiento de aguas para consumo humano, como un segundo grupo.

A continuación, se presentan los criterios que se tuvieron en cuenta para la priorización de prestadores para la toma de muestras de acuerdo con el objetivo 3, según cada grupo de selección:

Grupo I

- **Criterio No. 1 – Reiteración en el nivel de riesgo:** corresponde a la identificación y valoración de reiteración de nivel de riesgo, entre bajo e inviable sanitariamente, para las vigencias 2020, 2021 y 2022; según la información contenida en SUI y SIVICAP.
- **Criterio No. 2 – Población atendida:** se tiene en cuenta la población atendida por las empresas prestadoras con el fin de considerar aquellos municipios con población representativa, y así darle un peso al impacto que niveles de riesgo alto e inviable sanitariamente puedan generar sobre los usuarios.

Grupo II

- **Criterio No. 1 – Prestadores que fueron objeto de toma de muestras por parte de la SSPD, durante los años 2019 – 2022:** se identifican aquellos prestadores que en su área de prestación tuvieron resultados con riesgo inviable sanitariamente por incumplimiento de parámetros especiales.

En la *Tabla 10* se presenta la selección del grupo de 31 áreas de prestación priorizadas, las cuales se localizaron en 10 departamentos, y en 31 municipios.

Tabla 10. Municipios priorizados para toma de muestra - Objetivo 3

Departamento	Municipio	Zona de prestación
Antioquia	Ciudad Bolívar	Rural
	Fredonia	Rural
	La Estrella	Urbana – Rural
	Montebello	Urbana
Atlántico	Barranquilla	Urbana
	Galapa	Urbana
	Soledad	Urbana
Bolívar	Clemencia	Urbana
Boyacá	Motavita	Urbana
	Ráquira	Urbana
Córdoba	San Bernardo Del Viento	Urbana
Cundinamarca	El Peñón	Urbana – Rural
	La Mesa	Urbana
	La Palma	Urbana
	Nimaima	Urbana
	Paime	Urbana – Rural
	Quebradanegra	Urbana

Departamento	Municipio	Zona de prestación
Cundinamarca	Topaipí	Urbana
	Yacopí	Urbana
	Palermo	Urbana
	Hatonuevo	Urbana
	Maicao	Urbana
	Uribia	Urbana
	La Jagua Del Pilar	Urbana
Magdalena	San Zenón	Urbana
	Santa Bárbara de Pinto	Urbana
Santander	Aguada	Urbana
	Confines	Rural
	Guapotá	Urbana
	Puerto Parra	Urbana – Rural
	Vetas	Urbana

Fuente: SSPD.

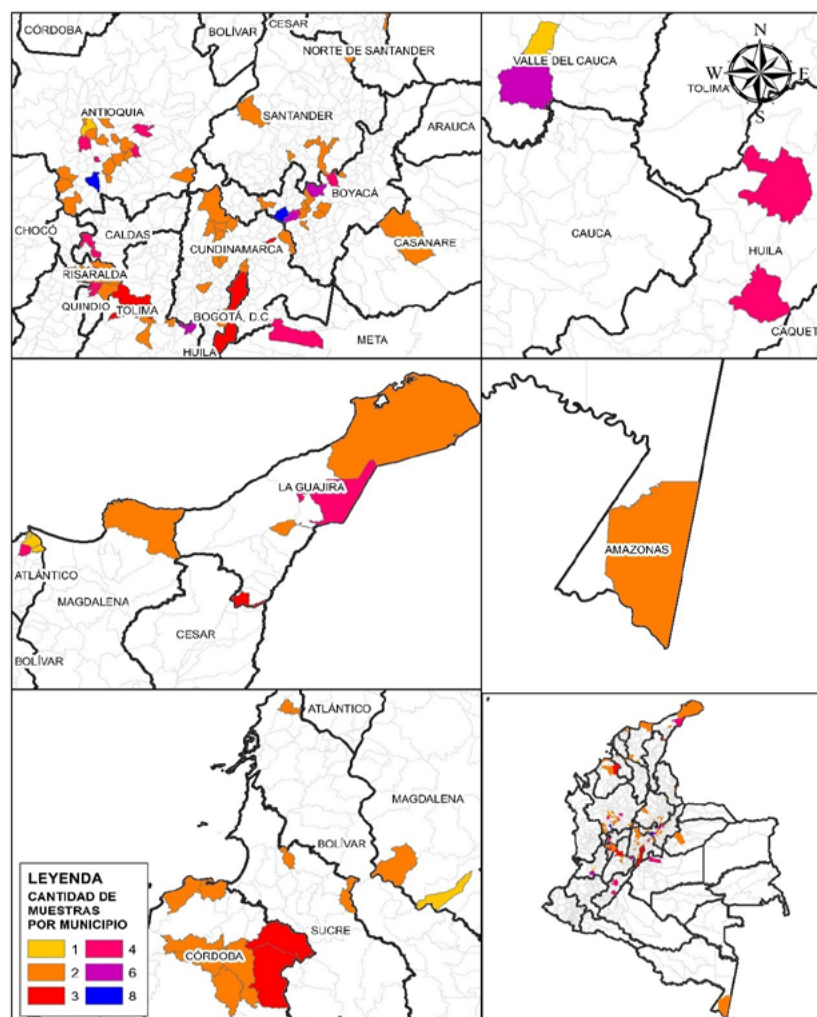
4.3 Determinación del número de muestras.

En el caso de las muestras realizadas en el marco del proyecto de inversión, para cada área de prestación priorizada de los objetivos 2 y 3, se tomaron dos muestras, buscando evaluar la calidad del agua suministrada en el punto más cercano al inicio de la red y hacia el final, con el fin de conocer si se presentan variaciones significativas a lo largo de la red de distribución. Para los puntos de toma de muestra donde no

fue posible realizarlo al inicio de la red, se estimó efectuarla en un punto intermedio sobre la red de distribución.

Siendo así, a continuación, se presenta en el Mapa 3 la distribución del número de muestras ejecutadas a nivel municipal para la ejecución de muestras de calidad del agua de los objetivos 2 y 3.

Mapa 3. Número de muestras por municipio – Proyecto de inversión



Fuente: SSPD.

Es posible observar que en la mayoría de los municipios se tomaron 2 muestras para análisis de parámetros de calidad de agua, exceptuando casos como los de Sopetrán (Antioquia), Barranquilla y Soledad (Atlántico), y Yumbo (Valle del Cauca), en los que se tomó solo una (1) muestra; Fredonia (Antioquia) y Ráquira (Boyacá), en donde se tomaron ocho (8) muestras; Samacá y Soataquirá (Boyacá), Dosquebradas (Risaralda), Melgar (Tolima), y Cali (Valle del Cauca), en donde se tomaron seis (6) muestras; y, en otros en donde se tomaron tres (3) y cuatro (4) muestras, que representan el 20 % del total de municipios objeto de seguimiento.

Para los prestadores priorizados en los dos objetivos del proyecto se definió que se incluyera la totalidad de los parámetros contemplados en la resolución 2115 de 2007, con el fin de evidenciar posibles riesgos en la calidad del agua que presuntamente no están siendo parte del control y de la vigilancia que adelantan los prestadores y/o las autoridades ambientales, relacionados en la *Tabla 11*.

Tabla 11. Parámetros analizados por el laboratorio

Parámetro	Parámetro	Parámetro	Parámetro
Alcalinidad total	Cloruros	Fosfatos	Nitritos
Aluminio	Cobre	Giardia	pH
Antimonio	Coliformes totales	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos ³	Plaguicidas ⁴
Arsénico	Color aparente	Hierro total	Plomo
Bario	Conductividad	Magnesio	Selenio
Cadmio	Cromo	Manganeso	Sulfatos
Calcio	Cryptosporidium	Mercurio	Temperatura
Carbono orgánico total (COT)	Dureza total	Molibdeno	Trihalometanos totales ⁵
Cianuro libre y dissociable	Escherichia Coli	Nitratos	Turbiedad
Cloro residual libre	Fluoruros	Níquel	Zinc

Fuente: SSPD

3 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos: Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo(a) antraceno, Crizeno, Benzo(b) fluoranteno, Benzo(k) fluoranteno, Benzo(a) pireno.

4 Plaguicidas: Etilentiourea, Metamidofos, Metomil, Carbofurano, Dimetoato, Imidacloprid, Fention, Paration (Etil paration), Diazinon, Hexaconazol, Malatión, Clorpirifos, Profenofos, Difeconazol, Permetrin, Fipronil, 2-hidroxi-atrazina, Cymoxanil, Clorotoluron, Metribuzín, Atrazina, Diclorvos, Ametrina, Terbutilazina, Diuron, Linuron, Metil-Paratión, Alaclor, Metolacolor, Terbufos, Propiconazol, Clorfenvinfos, Metsulfurón-metil, Dimetomorf, Abamectina, Etion, Fenitrotión.

5 Trihalometanos: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano, Bromoformo

La distribución de parámetros a ser analizados respondió a:

- Muestras tomadas en el punto más cercano al inicio de la red: se analizaron todos los parámetros mencionados en la Tabla 11.
- Muestras correspondientes a los puntos cercanos al final de la red de distribución: se analizaron todos los parámetros de la misma Tabla 11, exceptuando Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) y Plaguicidas.

Es importante mencionar que existen casos particulares en donde los parámetros analizados respondieron a la necesidad detectada en cada área de prestación.

A continuación, en la se presentan los conteos generales de los parámetros evaluados en el monitoreo la *Tabla 12*:

Tabla 12. Aspectos del plan de monitoreo

Aspecto	Cantidad	
	Objetivo 2	Objetivo 3
Número de departamentos	19	10
Número de municipios	72	31
Número de prestadores	95	29
Número de muestras	197	61
Número de análisis	13830	4332

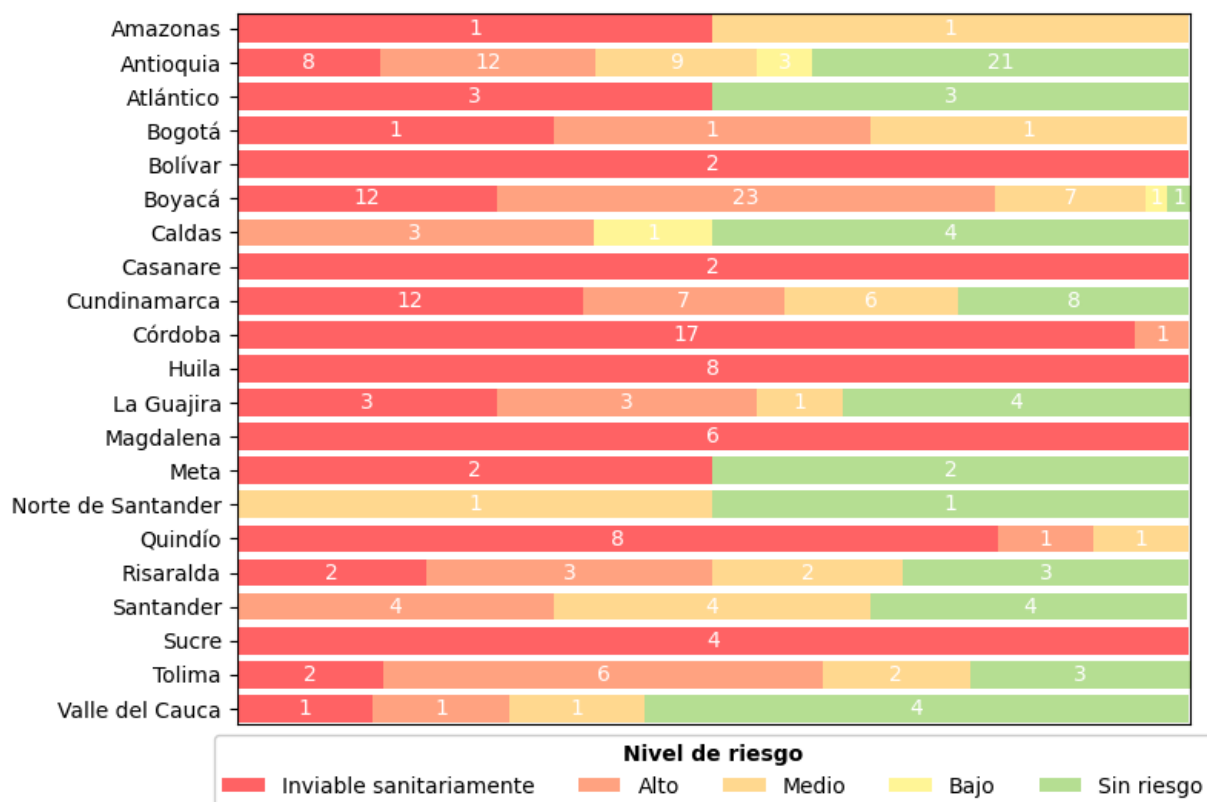
Fuente: SSPD

4.4 Resultados Índice de Riesgo de Calidad del Agua.

Los resultados del Índice de Riesgo de la Calidad de Agua (IRCA), se presenta a continuación para los prestadores priorizados por los objetivos 2 y 3 del proyecto de inversión, para el período 2023.

4.4.1 IRCA departamental prestadores priorizados en el proyecto de inversión

En el *Gráfico 16* se presenta el número de muestras analizadas por departamento y la distribución del IRCA y nivel de riesgo obtenido de las 258 muestras tomadas a partir de la priorización de prestadores de los objetivos 2 y 3 en el marco del proyecto.

Gráfico 16. Nivel de riesgo asociado a los valores de IRCA - Proyecto de inversión. Clasificado por departamentos

Fuente: SSPD.

Del Gráfico 16 se destaca que, del total de muestras ejecutadas, 58 arrojaron resultado de agua apta para consumo humano, destacando que ningún departamento tuvo la totalidad de sus muestras en este rango. Por otro lado, 94 muestras presentaron un nivel de riesgo Inviabilidad Sanitaria; los departamentos en los cuales se presentaron estos resultados de calidad de agua fueron Boyacá (12), Córdoba (17) y Cundinamarca (12). Los departamentos de Bolívar, Casanare, Huila, Magdalena y Sucre pre-

sentaron este nivel de riesgo en la totalidad de sus muestras. Con respecto al nivel de riesgo Alto, se presentó en 65 resultados de análisis de muestras, con mayor concentración en los departamentos de Antioquia (12 de 53 muestras) y Boyacá (23 de 44 muestras). La cantidad de muestras que resultaron con agua no apta para consumo humano presentando un nivel de riesgo medio, es de 36 muestras. Por último, solo 5 muestras de 258 presentan un nivel de riesgo Bajo.

4.4.2 Cobertura y Resultados Nivel de riesgo

La información presentada en esta sección corresponde a los resultados de la toma de muestras de calidad de agua realizadas para el grupo de prestadores priorizados de cada uno de los objetivos del proyecto de inversión, para el período de la vigencia 2023.

En la vigencia en cuestión se realizaron 258 muestras a 124 prestadores, distribuidos en 97 municipios en 21 departamentos. En la Tabla 13 se presentan los resultados generales, y se encuentra que los departamentos de Antioquia,

Cundinamarca y Boyacá presentan mayor cantidad de municipios cubiertos con un total de 20, 16 y 13 municipios respectivamente, mientras que, en los departamentos de Amazonas, Bolívar, Casanare, Meta y Norte de Santander, solo se realizó toma de muestra en 1 municipio.

De las 258 muestras a nivel nacional, se destaca que la mayor cantidad se han tomado en el departamento de Antioquia (53), seguido de los departamentos de Boyacá (44) y Cundinamarca (33) (ver Tabla 13).

Tabla 13. Nivel de riesgo por muestras – Proyecto de inversión

Departamento	Nivel de riesgo calculado							
	Cantidad municipios	Cantidad prestadores	Inviabile Sanitariamente	Riesgo Alto	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Sin Riesgo	Total muestras
Amazonas	1	1	1	-	1	-	-	2
Antioquia	20	28	8	12	9	3	21	53
Atlántico	3	2	3	-	-	-	3	6
Bogotá	1	1	1	1	1	-	-	3
Bolívar	1	1	2	-	-	-	-	2
Boyacá	13	22	12	23	7	1	1	44
Caldas	2	4	-	3	-	1	4	8
Casanare	1	1	2	-	-	-	-	2
Cundinamarca	16	17	12	7	6	-	8	33
Córdoba	8	4	17	1	-	-	-	18
Huila	2	4	8	-	-	-	-	8

Departamento	Nivel de riesgo calculado							
	Cantidad municipios	Cantidad prestadores	Inviabile Sanitariamente	Riesgo Alto	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Sin Riesgo	Total muestras
La Guajira	4	4	3	3	1	-	4	11
Magdalena	3	3	6	-	-	-	-	6
Meta	1	2	2	-	-	-	2	4
Norte de Santander	1	1	-	-	1	-	1	2
Quindío	3	4	8	1	1	-	-	10
Risaralda	3	5	2	3	2	-	3	10
Santander	6	6	-	4	4	-	4	12
Sucre	2	2	4	-	-	-	-	4
Tolima	4	8	2	6	2	-	3	13
Valle del Cauca	2	4	1	1	1	-	4	7
Total	97	124	94	65	36	5	58	258

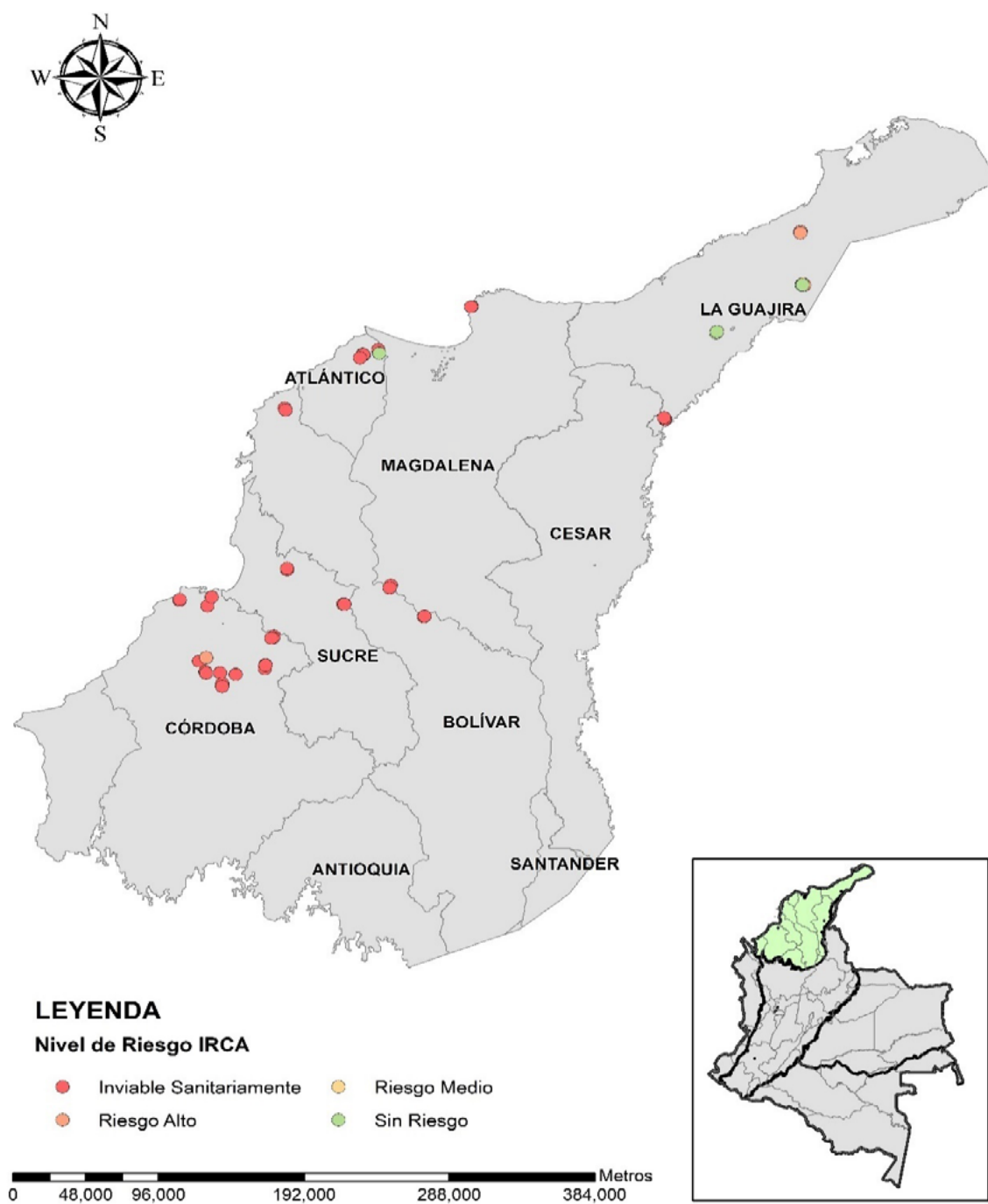
Fuente: SSPD.

El valor específico de los resultados del análisis de cada una de las características para cada prestador se describe en el Anexo 1, para la vigencia 2023.

4.4.2.1 Mapas calidad de Agua – Vigilancia SSPD

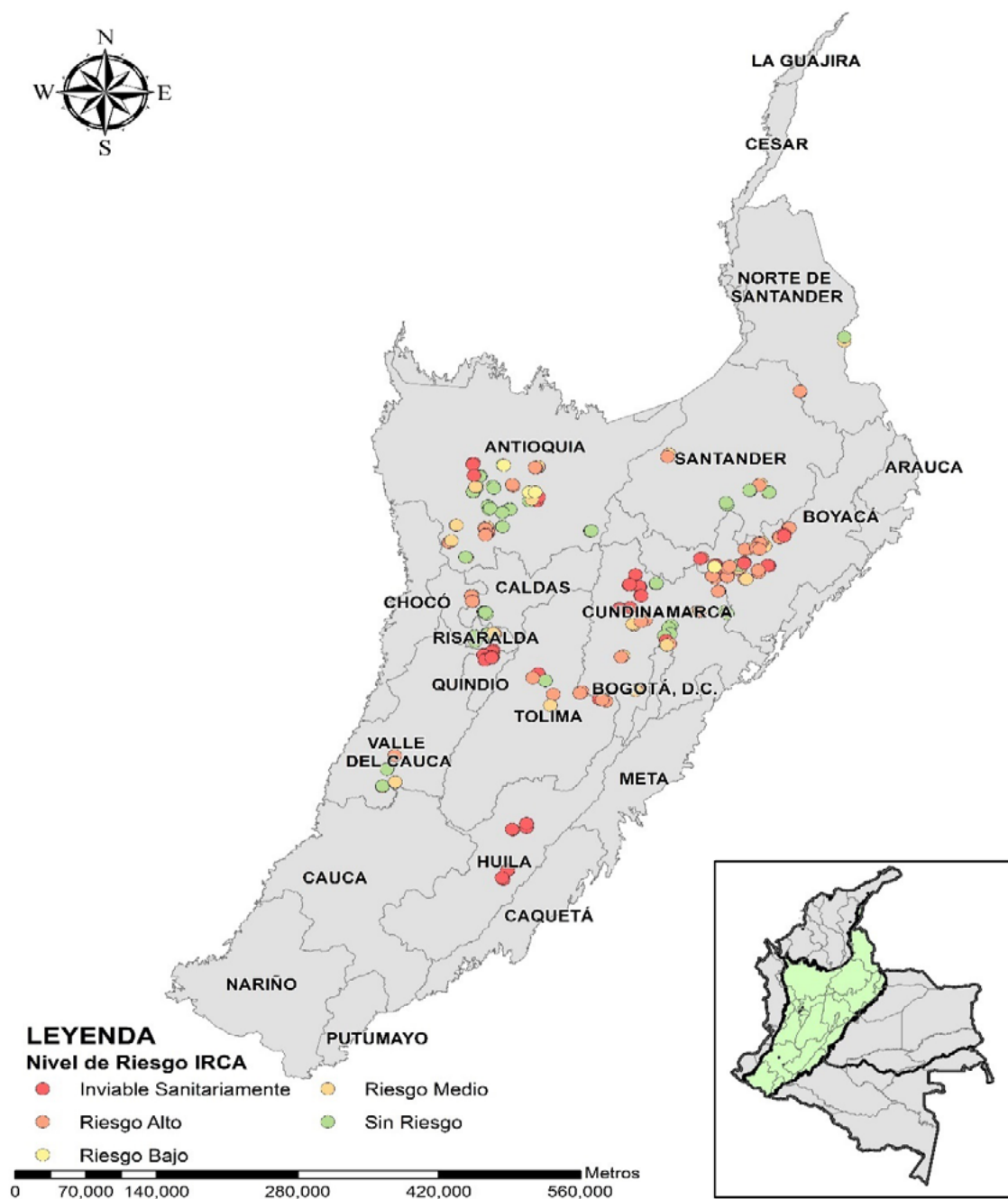
A partir de los resultados de las muestras de calidad del agua, se identificaron los resultados del IRCA a nivel geográfico y su distribución espacial en cada una de las regiones del país como se muestra en el *Mapa 4* (Región Caribe), *Mapa 5* (Región Andina), *Mapa 6* (Región Orinoquía), y *Mapa 7* (Región Amazonía).

Mapa 4. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Caribe



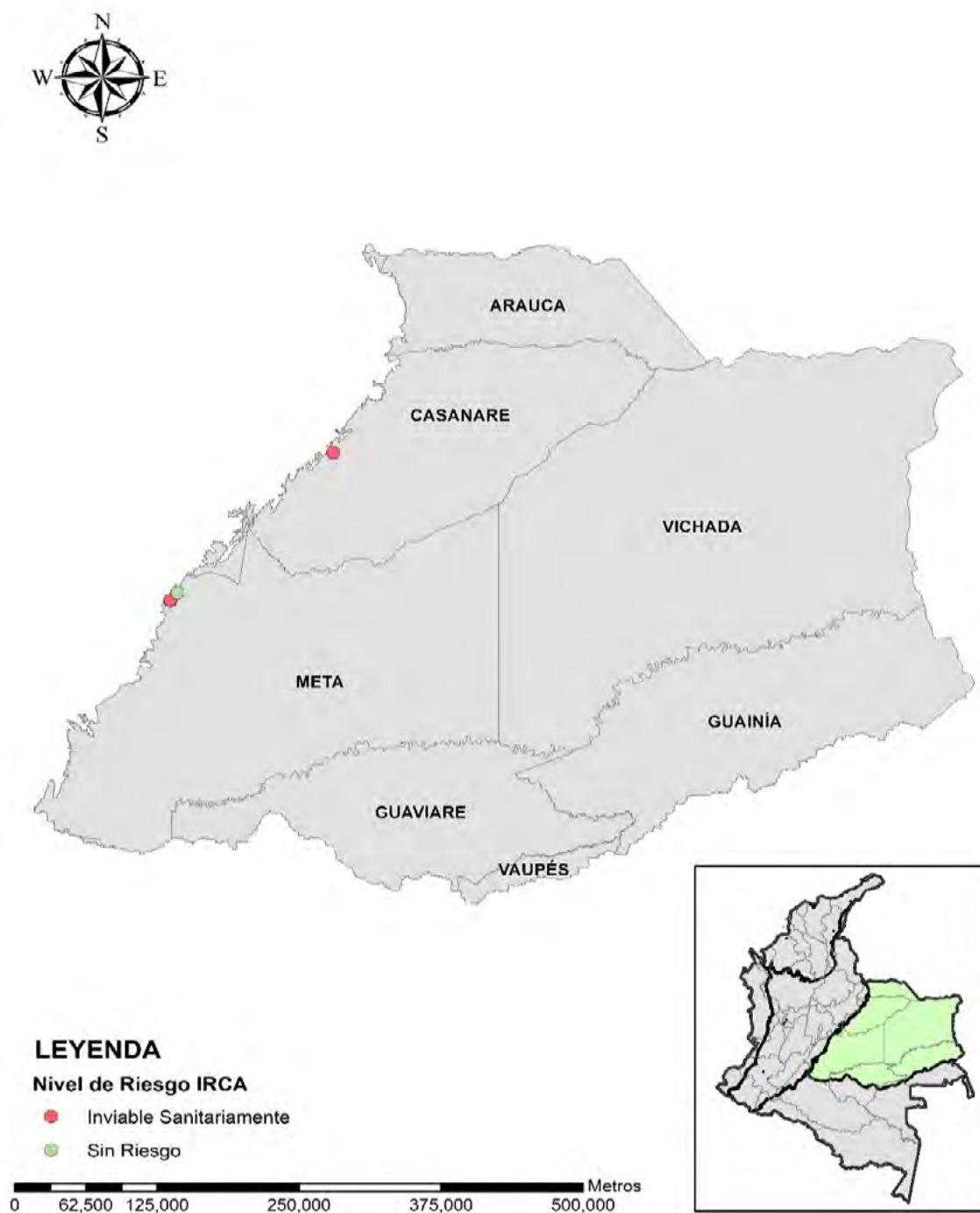
Fuente: SSPD

Mapa 5. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Andina



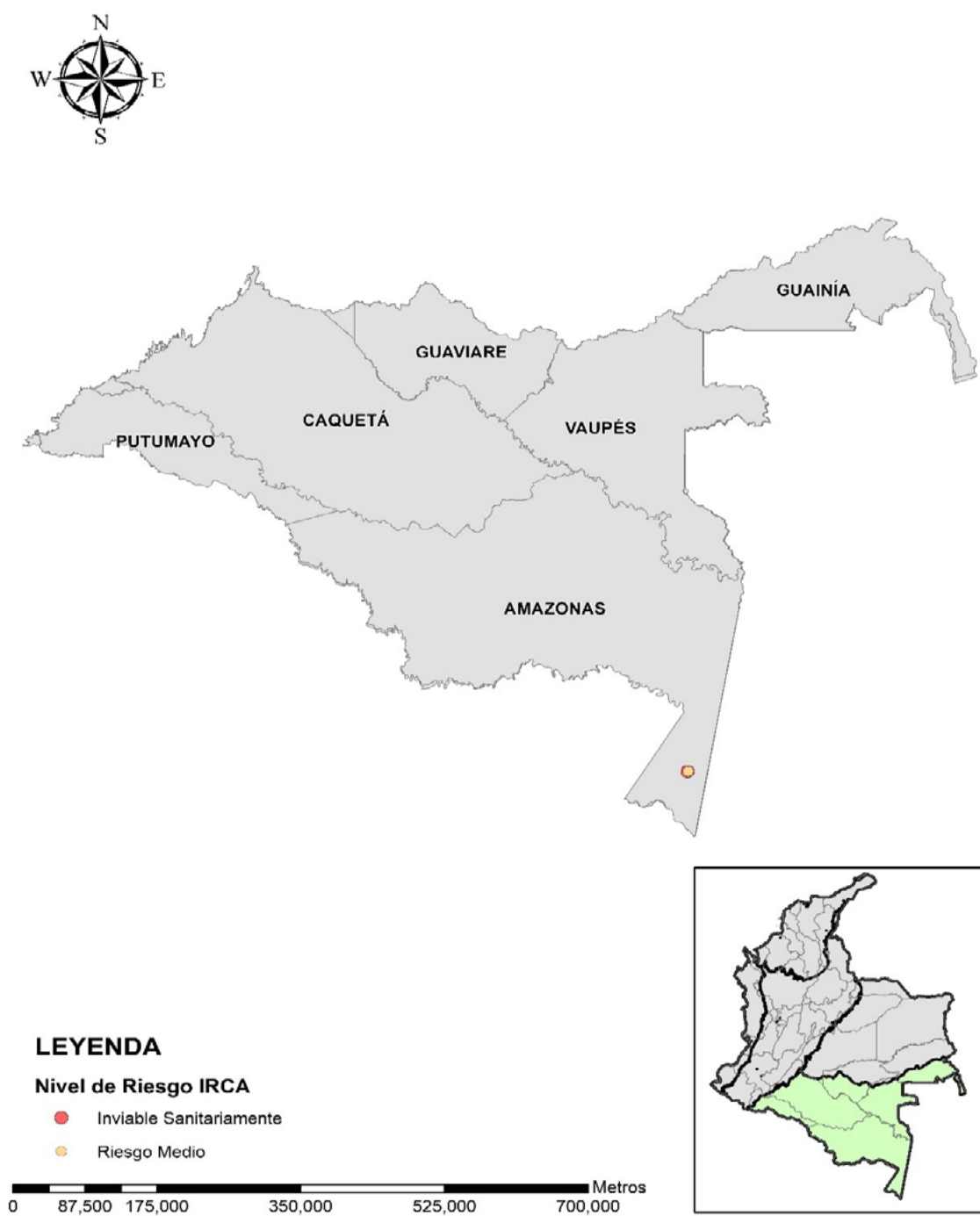
Fuente: SSPD

Mapa 6. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Orinoquía



Fuente: SSPD

Mapa 7. Proyecto de inversión - Nivel de riesgo de las muestras tomadas por parte de la SSPD en la Región Amazonía



Fuente: SSPD

4.5 Comportamiento de las características analizadas.

El estudio de las características analizadas identifica los problemas de la calidad del agua que estaban suministrando los prestadores sujetos de análisis. Se resalta que los resultados analizados corresponden a una gran diversidad de sistemas de tratamiento, los hallazgos permitieron explorar de forma general la situación de la calidad del agua en los municipios analizados.

Debido a que las muestras contemplan parámetros de análisis diferentes, se presentan los resultados de las características analizadas de manera separada.

A continuación, se presentan mediante gráficas de frecuencias los resultados para las características que por sus tipologías son de interés en la operación de los sistemas de potabilización, sistemas de distribución y riesgos a la salud. Al respecto, es importante aclarar que se tienen cuatro (4) categorías de cumplimiento que son las siguientes: cumplimiento, incumplimiento,

cumplimiento condicional, e incumplimiento condicional. Los condicionales ocurren cuando la incertidumbre asociada a la metodología o instrumentos de medición son mayores a la distancia entre el resultado obtenido y el límite establecido mediante normativa para cada parámetro.

Además de las gráficas de frecuencia, se representan geográficamente los parámetros incumplidos, con el fin de hacer énfasis en esas zonas del país en donde existen problemas de calidad de agua suministrada a los usuarios. En los mapas presentados se muestran tanto cumplimientos como incumplimientos condicionales, pues pueden representar una alerta en la característica analizada.

Los valores específicos de los resultados del análisis de cada una de estas características para cada uno de los prestadores se describen en el Anexo 1.

4.5.1 Características microbiológicas

La identificación de microorganismos en el agua permite advertir que ha sido contaminada con materia fecal, u otros organismos enteropatógenos con potencial para transmitir enfermedades (i.e., EDA, Hepatitis A).

Es de resaltar que dentro de las características microbiológicas que se analizaron en relación con su frecuencia están: *E. coli*, *Giardia*, *Cryptosporidium* y Coliformes Totales.

De acuerdo con la OMS, la presencia de *Escherichia coli*, es importante resaltar que es el microorganismo más representativo de la contaminación fecal en el agua de consumo, y por lo tanto no debe estar presente en agua destinada a la bebida, ni en agua tratada en un sistema de distribución. En cuanto a la presencia de coliformes totales, puede ser un indicador operacional útil, y permite alertar al prestador sobre la limpieza e integridad de sistemas de distribución, pero no necesariamente indica presencia de microorganismos patógenos y no

constituye un problema sanitario, como sí lo sería la presencia del microorganismo *E. coli*.

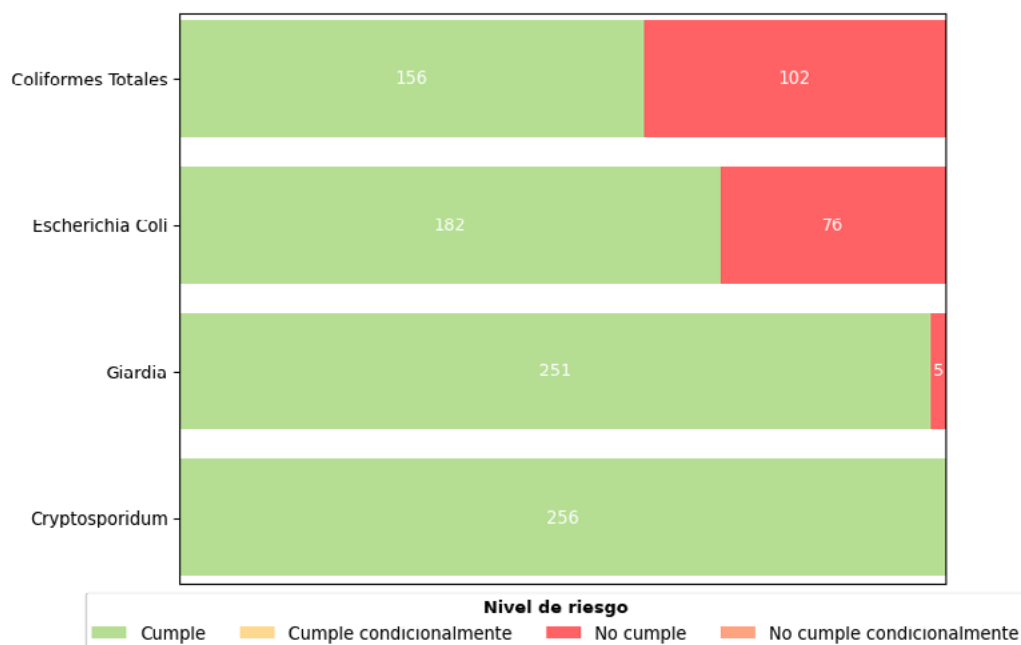
Por otra parte, la infección por *Giardia* es una de las causas más frecuentes de las enfermedades transmitidas por el agua. Los parásitos se encuentran en lagos y arroyos en las zonas rurales, pero también en suministros públicos de agua. La infección por *Giardia* puede transmitirse a través de los alimentos y mediante el contacto de persona a persona.

Referente a los resultados del proyecto de inversión, los resultados muestran: i) *E. coli*: el 29,5 % de los valores (76 de 258 resultados) se encuentran superiores al valor máximo de re-

ferencia (0 UFC/100cm³). ii) *Giardia*: el 2 % de los valores (5 de 256 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia (0 quistes/L), iii) Coliformes totales: el 39,5 % de los valores (102 de 258 resultados) se encuentran superiores al valor de referencia (0 UFC/100cm³) encontrándose hasta >200 UFC/100cm³. iv) *Cryptosporidium*: ningún valor de las 256 muestras analizadas se encontró por encima del valor de referencia (0 quistes/L).

En el Gráfico 17, evidencia un análisis del número de muestras con cumplimientos, incumplimientos y condicionales, a partir de los resultados obtenidos para este grupo de características.

Gráfico 17. Características microbiológicas análisis de muestras – Proyecto de inversión



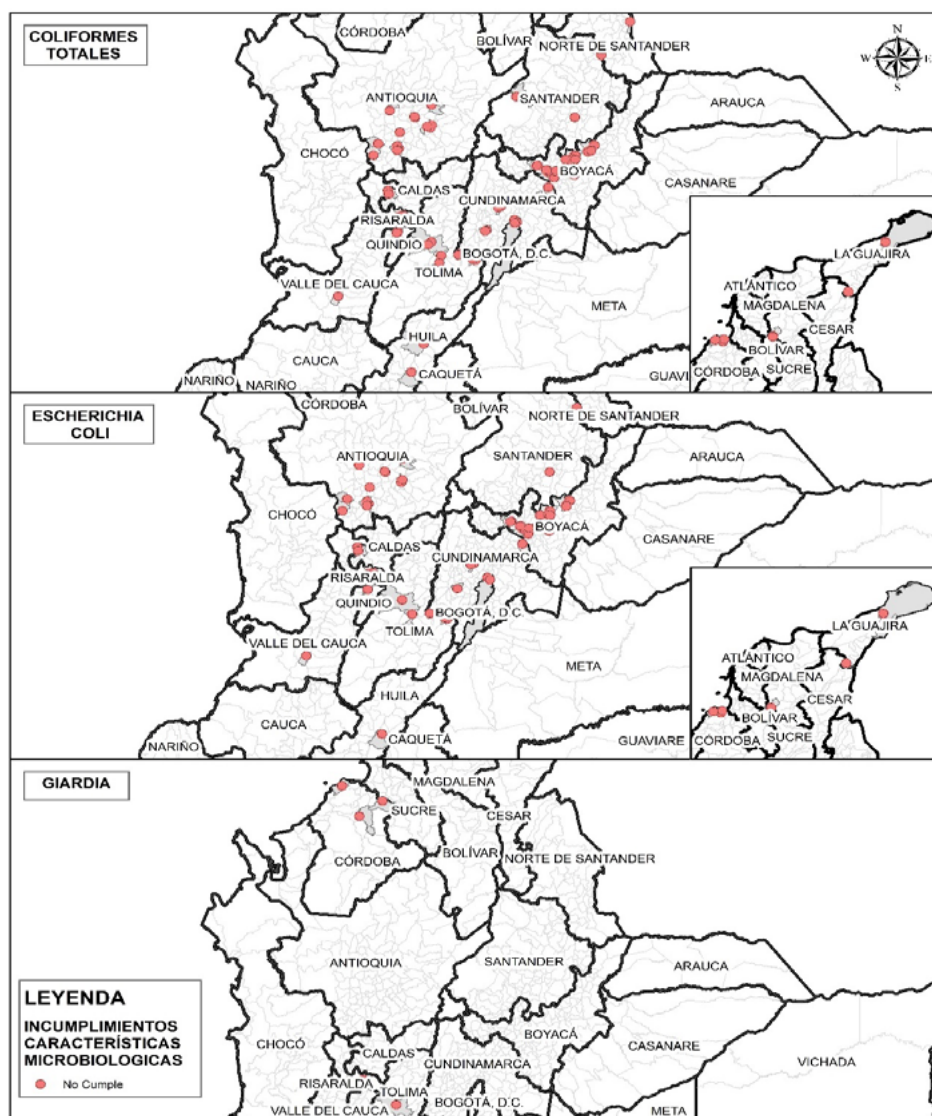
Fuente: SSPD

El Mapa 8, muestra el comportamiento a nivel departamental de los resultados de las características analizadas para las muestras tomadas en los municipios priorizados del proyecto de inversión. En el siguiente párrafo se resaltan los departamentos con más incumplimientos para cada parámetro microbiológico.

Los resultados indican que en 14 departamentos hubo presencia de *E. coli* con mayor número de municipios en el departamento de Boyacá (10 de 13 municipios, Cerinza, Chiquinquirá, Cóbmita, Cucaita, Duitama, Ráquira, Samacá, Siachoque, Sotaquirá); y, en el departamento de Córdoba hubo presencia de *Giardia* en 3 de 8 municipios, Chinú, Ciénaga de Oro y San

Bernardo del Viento; en 15 departamentos se encontró coliformes totales, con mayor concentración en los departamentos de Antioquia, Bogotá, Boyacá, La Guajira y Risaralda, cada uno con 3 municipios con el parámetro. Y, *Cryptosporidium* no presentó incumplimientos en ninguno de los 21 departamentos en donde se analizó este parámetro.

Mapa 8. Características microbiológicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión



4.5.2 Características físicas

Las características físicas que se tendrán en cuenta en relación con la frecuencia son el color, pH, turbiedad y la conductividad.

En la *Gráfica 18* se representa la frecuencia de las características físicas básicas de calidad de agua, para las muestras realizadas en el marco del proyecto. De manera general, los resultados de las características de turbiedad y color se encuentran por encima del valor de referencia, situación que puede obedecer a deficiencias en los procesos de pre-sedimentación, coagulación, floculación y sedimentación en sistemas de potabilización.

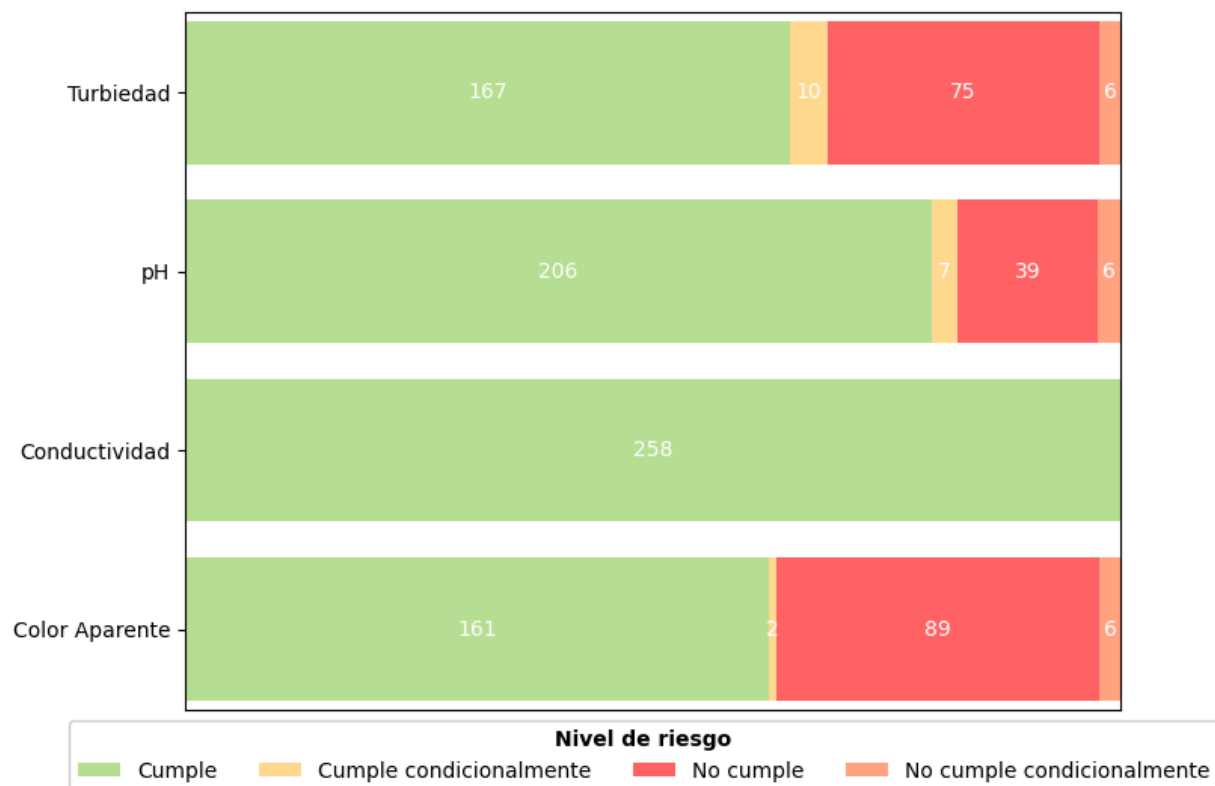
En el *Gráfico 18* representa la frecuencia de los datos: i) aproximadamente un 62,4 % (161 de 258) de los resultados de las muestras con análisis de color se encuentran acumuladas dentro del límite aceptable (15 UPC), ii) más del 79,8 % (206 de 258) de resultados de pH se encontraron dentro

del límite aceptable (6.5-9), iii) el 65,2 % (167 de 258) de los resultados de turbiedad se situaron por encima del límite aceptable (2 UNT) y iv) los datos de conductividad muestran que la totalidad de resultados (258 de 258) cumplen con el valor aceptable (1000 microsiemens/cm) por norma.

En cuanto a cumplimientos e incumplimientos condicionales, aproximadamente el 6 % de la totalidad de las muestras con análisis de turbiedad y pH encajan en esta clasificación; mientras que, para color aparente, cerca del 4 %.

En el caso de pH, la mayoría de los resultados se concentraron dentro de los rangos aceptables, así como la conductividad, demostrando así el estado neutro en que se encuentra el agua y la adecuada concentración de electrolitos en agua respectivamente.

Gráfico 18. Características físicas análisis de muestras – Proyecto de inversión

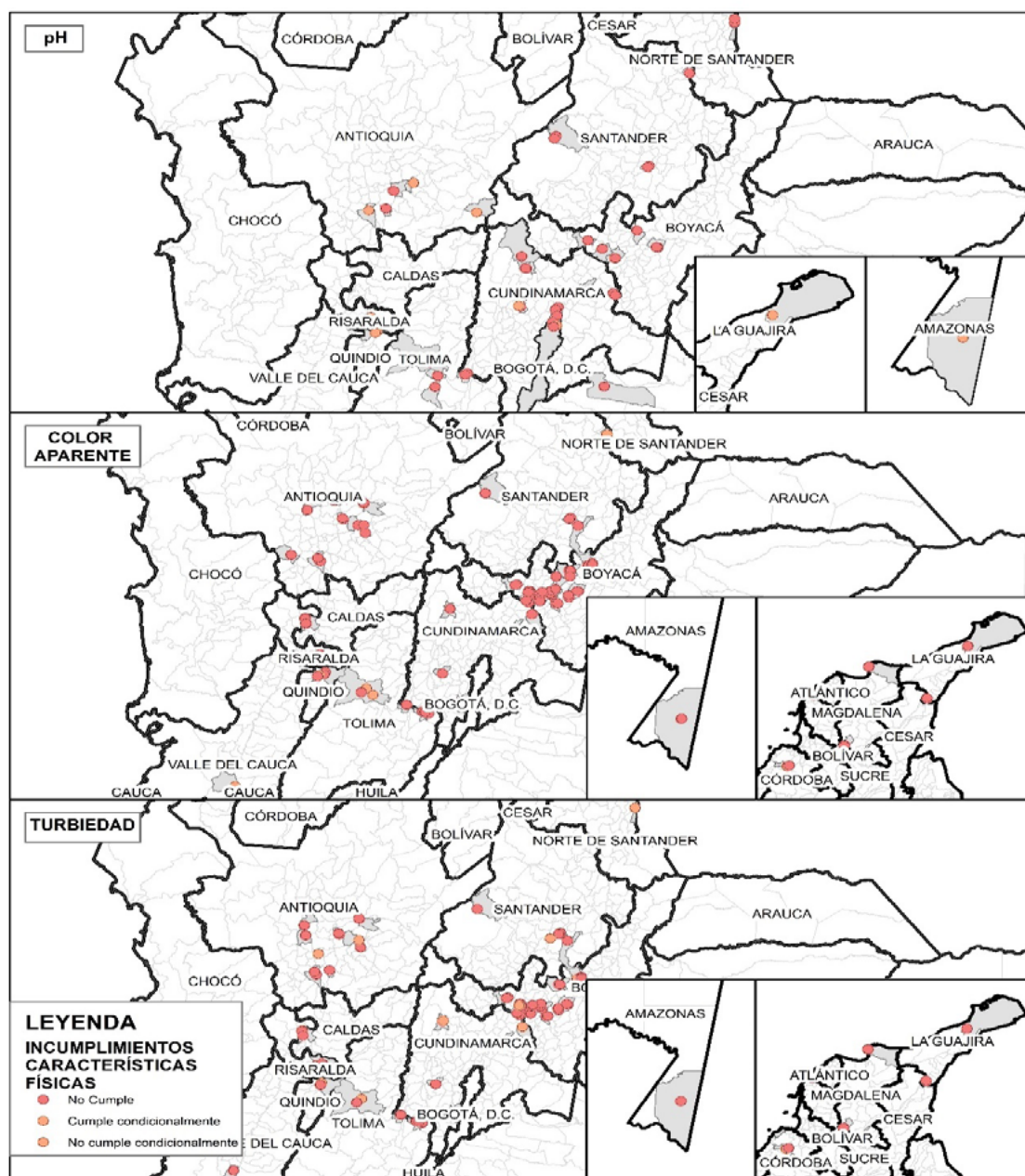


Fuente: SSPD

En el Gráfico 18 y Mapa 9 se refleja los incumplimientos y los condicionales para los resultados de las características pH, turbiedad, color aparente y conductividad a nivel departamental, referentes para evidenciar las condiciones y buenas prácticas en los procesos de potabilización.

La conductividad fue la característica con mayor número de resultados dentro de los límites regulatorios (258 de 258), seguido por la característica de pH.

Mapa 9. Características físicas, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

El color aparente, tuvo un comportamiento dinámico y sus resultados muestran incumplimiento en 43 municipios de 13 departamentos. El 34,5 % de los resultados se concentran por

debajo del valor de referencia (menor o igual a 15 UPC). Los departamentos que presentaron mayores incumplimientos fueron Boyacá (12 de 13 municipios, Tunja, Chiquinquirá, Cómbita,

Cucaita, Duitama, Jenesano, Motavita, Ráquira, Samacá, Siachoque, Sotaquirá y Toca) y Antioquia (8 de 20 municipios, Entreríos, Fredonia, Girardota, Peñol, Salgar, San Vicente Ferrer, Santo Domingo y Sopetrán). En relación con cumplimientos e incumplimientos condicionales, se presentan casos en los municipios de Entreríos y Salgar (Antioquia), San Pelayo (Córdoba), Circasia (Quindío), Vetás (Santander), Ibagué (Tolima) y Cali (Valle del Cauca).

La turbiedad es la característica física que representa puntaje más alto dentro del cálculo del IRCA, el máximo permisible es menor o igual a 2 NTU. Los prestadores de los departamentos de Boyacá (10 de 13 municipios, Chiquinquirá, Cucaita, Duitama, Jenesano, Ráquira, Samacá, Siachoque, Sotaquirá, Toca y Tunja) y Antioquia (7 de 20 municipios, Ebéjico, Fredonia, Girardota, Montebello, Peñol, Santo Domingo y Sopetrán). En relación con cumplimientos e incumplimientos condicionales, se presentan casos en los municipios de La Estrella y San Vicente Ferrer (Antioquia), Duitama y Ráquira (Boyacá), Anserma (Caldas), San Carlos (Córdoba), La Palma, Pasca y Villapinzón (Cundinamarca), Santa Marta (Magdalena), Villa del Rosario (Norte de Santander), Salento (Quindío), Dosquebradas (Risaralda), Guapotá (Santander), e Ibagué (Tolima).

El pH, fue una de las características con la mayor cantidad de resultados aceptables. Los departamentos de Cundinamarca (7 de 16 municipios, Cajicá, Chía, La Vega, Suesca, Tibirita, Topaipí y Yacopí), y Boyacá (5 de 13 municipios, Chiquinquirá, Cóbbita, Ráquira, Samacá y Toca), fueron los departamentos que presentaron más valores por fuera del rango aceptable, sin embargo, la mayoría de los resultados estuvieron dentro de los límites regulatorios. En cuanto a cumplimientos e incumplimientos condicionales, se presentan casos en los municipios de Leticia (Amazonas), Fredonia, Marinilla y Puerto Triunfo (Antioquia), Bogotá D.C., Ráquira y Samacá (Boyacá), La Vega (Cundinamarca), Uribia (La Guajira), Filandia (Quindío) y Dosquebradas (Risaralda).

En general, es necesario precisar que, a pesar de la incertidumbre, se debe poner atención a los casos de cumplimientos e incumplimientos condicionales, porque los resultados se encuentran cerca del límite permisible del parámetro en cuestión.

En relación con la conductividad todos los resultados estuvieron dentro del límite regulatorio.

4.5.3 Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización

El cloro libre y el aluminio son características derivadas de los procesos de potabilización.

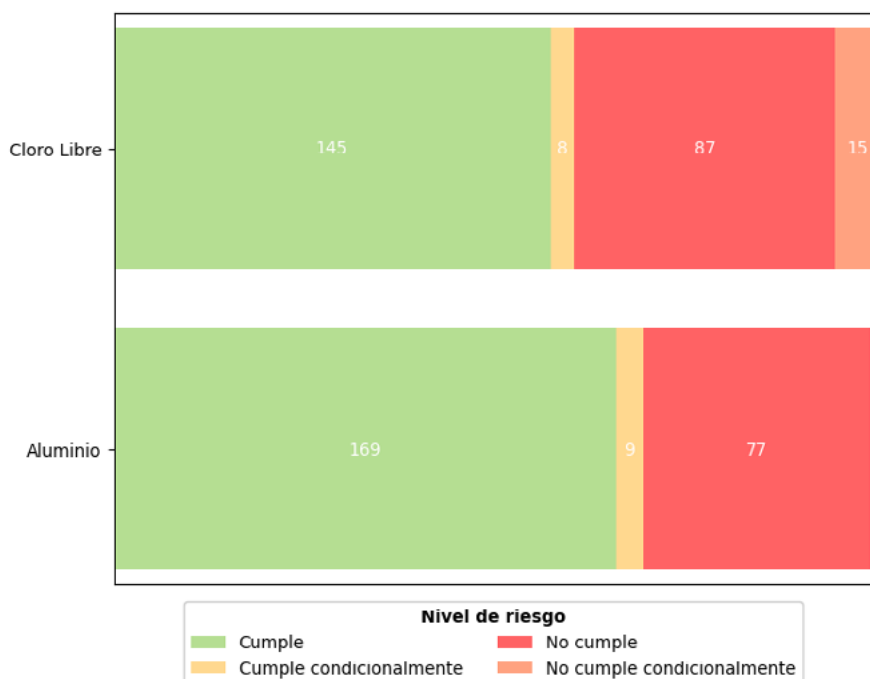
Para el cloro residual libre, el 34,1 % (87 de 255 resultados) de los valores se manifiestan por fuera de los límites establecidos (rango acep-

table 0,3-2,0 mg/l). El 9 % de las muestras analizadas presentan cumplimientos o incumplimientos condicionales (23 de 255 resultados). (Gráfico 19)

Mientras que el 29,8 % (77 de 258) de los valores del aluminio, se concentra fuera de los límites menor o igual a 0,2 mg Al/l. El 4,7 % de las

muestras analizadas presentan cumplimientos o incumplimientos condicionales para este parámetro (12 de 258 resultados) (Gráfico 19).

Gráfico 19. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización análisis de muestras – Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

En cuanto a los resultados (Mapa 10), el cloro residual libre en los departamentos de Amazonas, Atlántico, Bogotá, Meta y Norte de Santander cumplieron en su totalidad los resultados de conformidad con la norma; los resultados que arrojaron mayor incumplimiento se presentan en los departamentos de Boyacá (11 de 13 municipios, Cerinza, Chiquinquirá, Cóbbita, Cucaita, Duitama, Jenesano, Motavita, Ráquira, Samacá, Sotaquirá y Toca), Antioquia (7 de 20 municipios, Andes, Ciudad Bolívar, Fredonia, Giradorta, Marinilla, Peñol y Santo Domingo), y Cundinamarca (8 de 16 municipios, El Peñón, La Palma, La Vega, Nimaima, San Francisco,

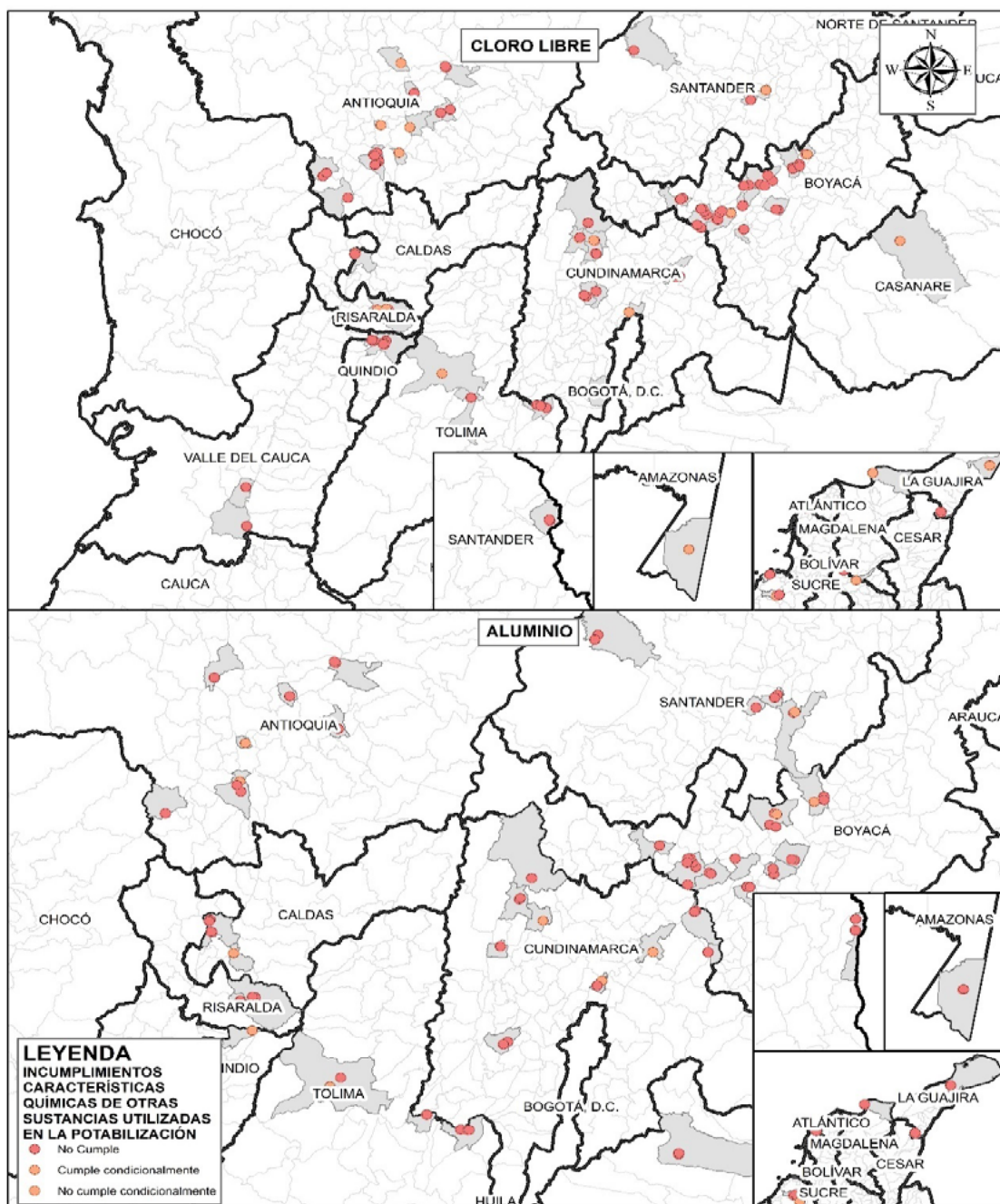
Suesca, Topaipí y Yacopí). En cuanto a cumplimientos e incumplimientos condicionales, se presentan casos en los municipios de Leticia (Amazonas), Entreríos, La Estrella, Montebello y Rionegro (Antioquia), Cerinza y Cucaita (Boyacá), Anserma (Caldas), Yopal (Casanare), San Pelayo (Córdoba), Chía, La Palma, Pasca y Topaipí (Cundinamarca), Maicao (La Guajira), San Zenón y Santa Marta (Magdalena), Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal (Risaralda), Confines (Santander), Chalán (Sucre), e Ibagué (Tolima).

Para el aluminio, los departamentos en donde hubo la mayor cantidad de municipios con in-

cumplimientos son Cundinamarca (7 de 16 municipios, Cajicá, La Mesa, La Palma, Quebrad negra, Titiribita, Villapinzón y Yacopí), Antioquia (6 de 20 municipios, Ciudad Bolívar, Fredonia, Girardota, Peñol, Santo Domingo y Sopetrán), y Boyacá (9 de 13 municipios, Chiquinquirá, Duitama, Jenesano, Ráquira, Samacá, Siachoque, Sotaquirá, Toca y Tunja). En los departamentos de Atlántico, Bogotá D.C., Casanare, Huila, Sucre y Valle del Cauca cumplieron en su totalidad los resultados de conformidad con la norma. En relación con cumplimientos e incumplimientos condicionales, se presentan casos en los municipios de Fredonia y La Estrella (Antioquia), Duitama y Sotaquirá (Boyacá), Palestina (Caldas), San Carlos (Córdoba), Cajicá, El Peñón y Suesca (Cundinamarca), Filandia (Quindío), Charalá (Santander), e Ibagué (Tolima).

En general, es necesario precisar que, a pesar de la incertidumbre, se debe poner atención a los casos de cumplimientos e incumplimientos condicionales, porque los resultados se encuentran cerca del límite permisible del parámetro en cuestión.

Mapa 10. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión



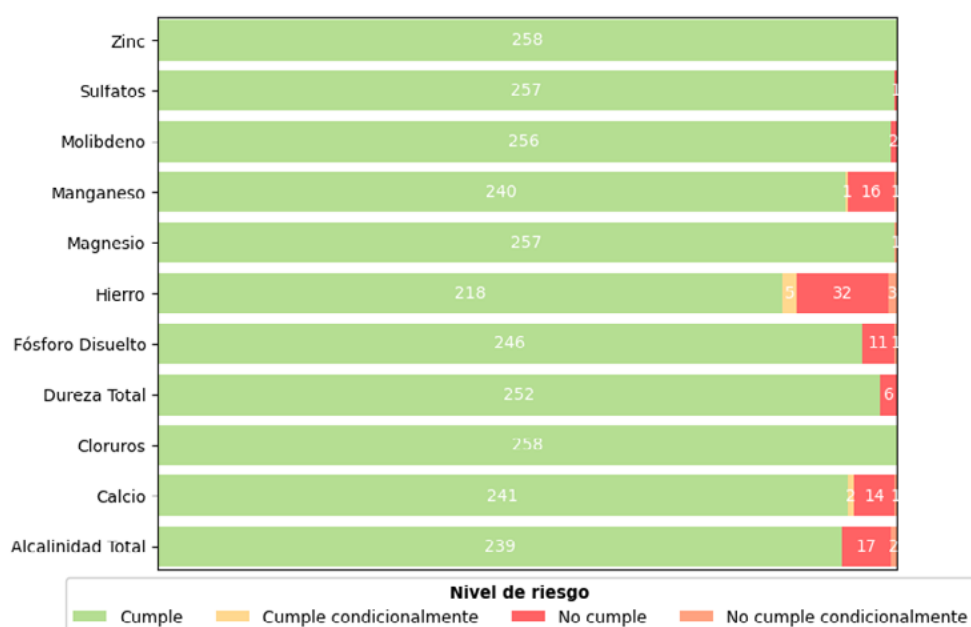
Fuente: SSPD

4.5.4 Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

En esta categoría se presentan las gráficas de las características de Sulfatos, Molibdeno, Manganeseo, Magnesio, Hierro, Fósforo Disuelto, Dureza Total, Calcio y Alcalinidad Total. En el Gráfico 20 y el *Mapa 11*, se representan la frecuencia de los resultados para estas. En ella se muestra que:

- i. Los valores de Zinc y Cloruros estuvieron dentro de los límites permisibles para la totalidad de análisis realizados.
- ii. El Magnesio cuenta solo con un incumplimiento condicional.
- iii. Se encuentra incumplimiento en los análisis de Sulfatos correspondientes al 0,4 % del total (1 de 258 resultados).
- iv. Se encuentran incumplimientos en los análisis de Molibdeno correspondientes al 0,8 % del total (2 de 258 resultados).
- v. Para el parámetro Dureza Total, 6 de los 258 resultados analizados representaron incumplimientos. Esto corresponde al 2,3 % del total.
- vi. Las características analizadas que presentaron mayor cantidad de incumplimientos son Hierro, Alcalinidad Total, Manganeseo, Calcio y Fósforo disuelto. El primero de estos con el 12,4 % de valores por fuera de los límites permisibles (32 de 258 resultados), y el último con 4,3 % de incumplimientos (11 de 258 resultados).

Gráfico 20. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana análisis de muestras – Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

En cuanto a los resultados, el Gráfica 20, para la característica de hierro, los departamentos de Boyacá (7 de 13 municipios, Chiquinquirá, Cucaita, Duitama, Ráquira, Samacám Siachoque y Tunja), y Antioquia (4 de 20 municipios, Entreríos, Fredonia, Peñol y Sopetrán) fueron los que presentaron más valores máximos al permisible de acuerdo con la norma. Los departamentos de Amazonas, Atlántico, Bogotá, Caldas, Casanare, Córdoba, Huila, La Guajira, Meta, Norte de Santander, Sucre y Valle del Cauca totalizaron todos sus resultados aceptables (0,3 mg/l). En relación con cumplimientos e incumplimientos condicionales, se presentan casos en los municipios de Fredonia y San Vicente Ferrer (Antioquia), Ráquira, Sotaquirá y Toca (Boyacá), Suesca (Cundinamarca), Filandia (Quindío), y Santa Rosa de Cabal (Risaralda).

En cuanto a los resultados, los casos de Manganeso (0,1 mg/L), Calcio (60 mg/L) y Alcalinidad Total (200 mg/L), se encuentran resultados de muestras por encima de los valores máximos aceptables en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Córdoba, Cundinamarca, La Guajira, Magdalena, Risaralda, Sucre, Tolima y Valle del Cauca.

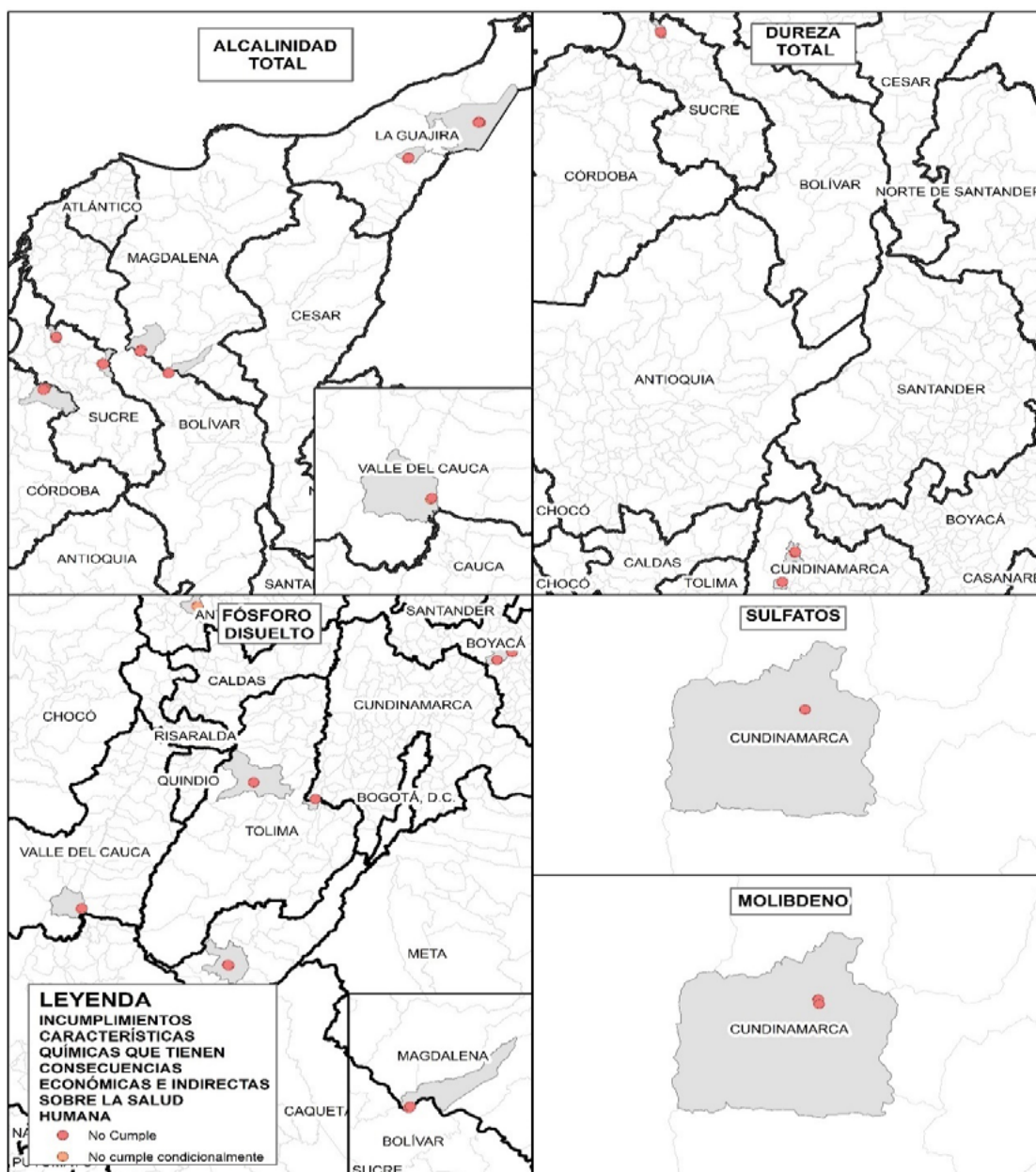
Para los parámetros Fósforo Disuelto y Dureza Total, los departamentos en donde se tienen muestras que superan sus límites permisibles (0,5 mg/L y 300 mg/L, respectivamente) son Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Sucre, Tolima y Valle del Cauca.

En el departamento de Cundinamarca se presentan los únicos incumplimientos para los parámetros Sulfatos y Molibdeno, cuyos límites permisibles son 250 mg/L y 0,07 mg/L, respectivamente.

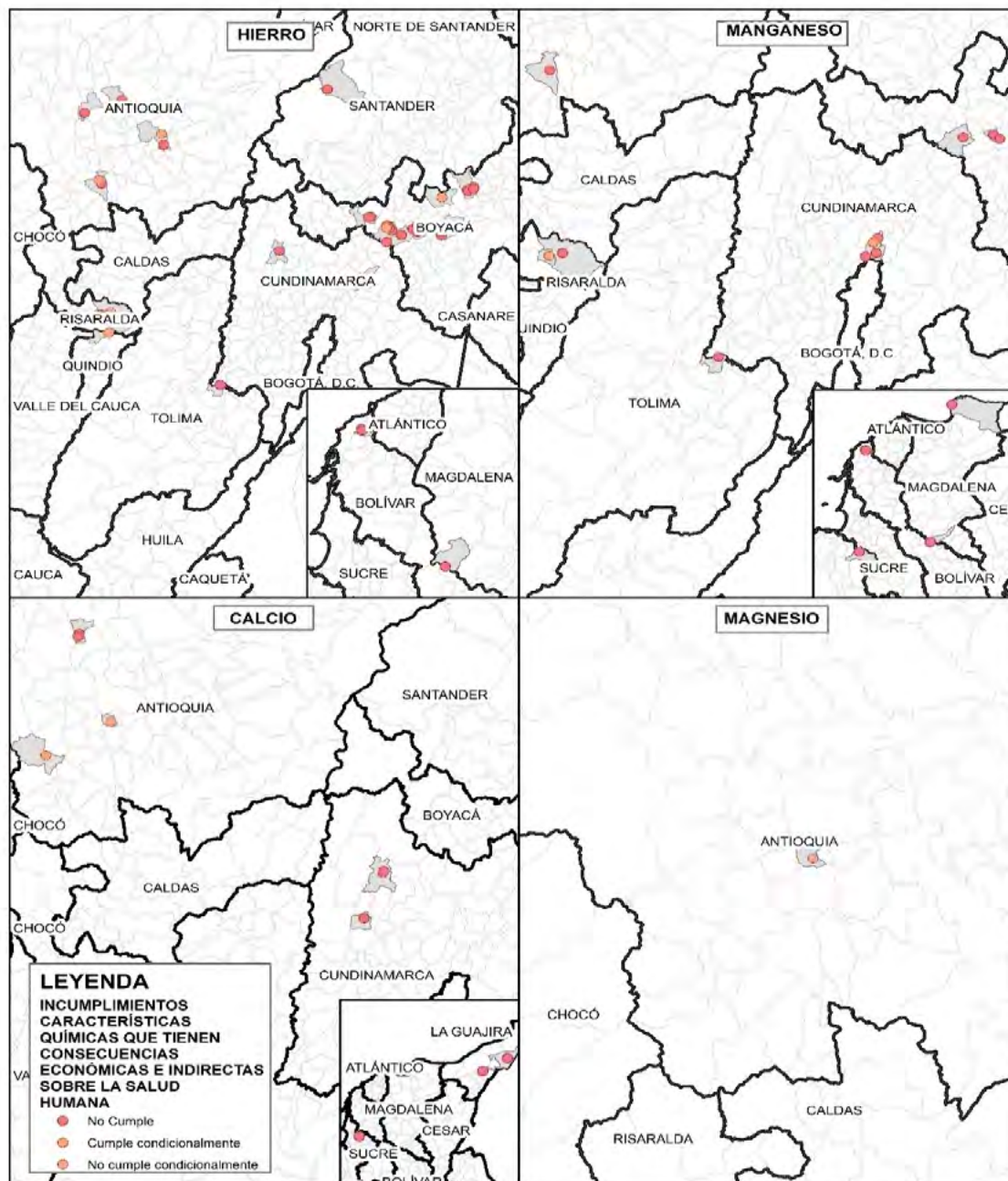
Además, como se menciona en secciones previas, es necesario precisar que, a pesar de la incertidumbre, se debe poner atención a los casos de cumplimientos e incumplimientos condicionales, porque los resultados se encuentran cerca del límite permisible del parámetro en cuestión. En esta ocasión, se tienen resultados condicionales, además del Hierro, para Magnesio, Manganeso, Hierro, Fósforo Disuelto, Calcio y Alcalinidad Total.

Mapa 11. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión

- a. Incumplimientos y condicionales georreferenciados para alcalinidad total, dureza total, fósforo disuelto, sulfatos y molibdeno.



b. Incumplimientos y condicionales georreferenciados para hierro, manganeso, calcio y magnesio.



Fuente: SSPD

4.5.5 Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

En el *Gráfico 21* y *Mapa 12* se observa que los valores de Selenio (0,01 mg/L), Mercurio (0,001 mg/L), Cromo (0,05 mg/L), Cobre (1,0 mg/L), Cianuro libre y disociable (0,05 mg/L), Bario (0,7 mg/L), y Antimonio (0,02, mg/L), se concentran en valores aceptables. Es decir, el 100 % de las muestras analizadas cumplieron con los rangos definidos en la normativa.

Por otra parte, para el caso del Plomo (0,01 mg/L) el 14 % de las muestras (36 de 258 resultados) superaron el valor máximo permitido por norma, en el departamento de Boyacá (1 de 11 municipios, Motavita). En cuanto a Níquel (0,02 mg/L) el 16,3 % de las muestras (42 de 258 resultados) superaron el valor máximo permitido por la norma.

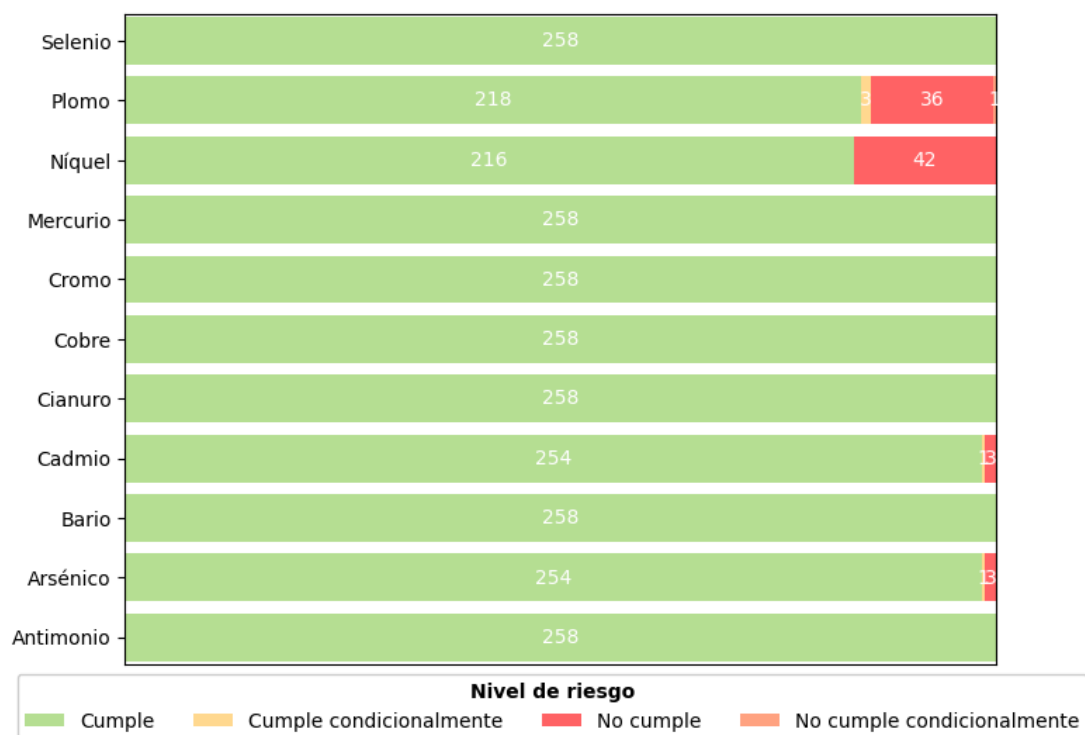
Para Cadmio (0,003 mg/L) y Arsénico (0,01 mg/L) el 1,2 % de las muestras superaron los valores máximos permisibles, en Yacopí y El Pe-

ñón (Cundinamarca) para Cadmio; y, en Santa Bárbara de Pinto (Magdalena) y en Cali (Valle del Cauca) para Arsénico.

Los valores condicionales para Plomo, Cadmio y Arsénico, se encuentran cerca del límite permisible de cada parámetro, razón por la cual se debe considerar un seguimiento en los municipios de Leticia (Amazonas), Soledad (Atlántico), Bogotá D.C. y San Pelayo (Córdoba) para el caso de Plomo; en Yacopí (Cundinamarca) para Cadmio; y en Cali (Valle del Cauca) para Arsénico.

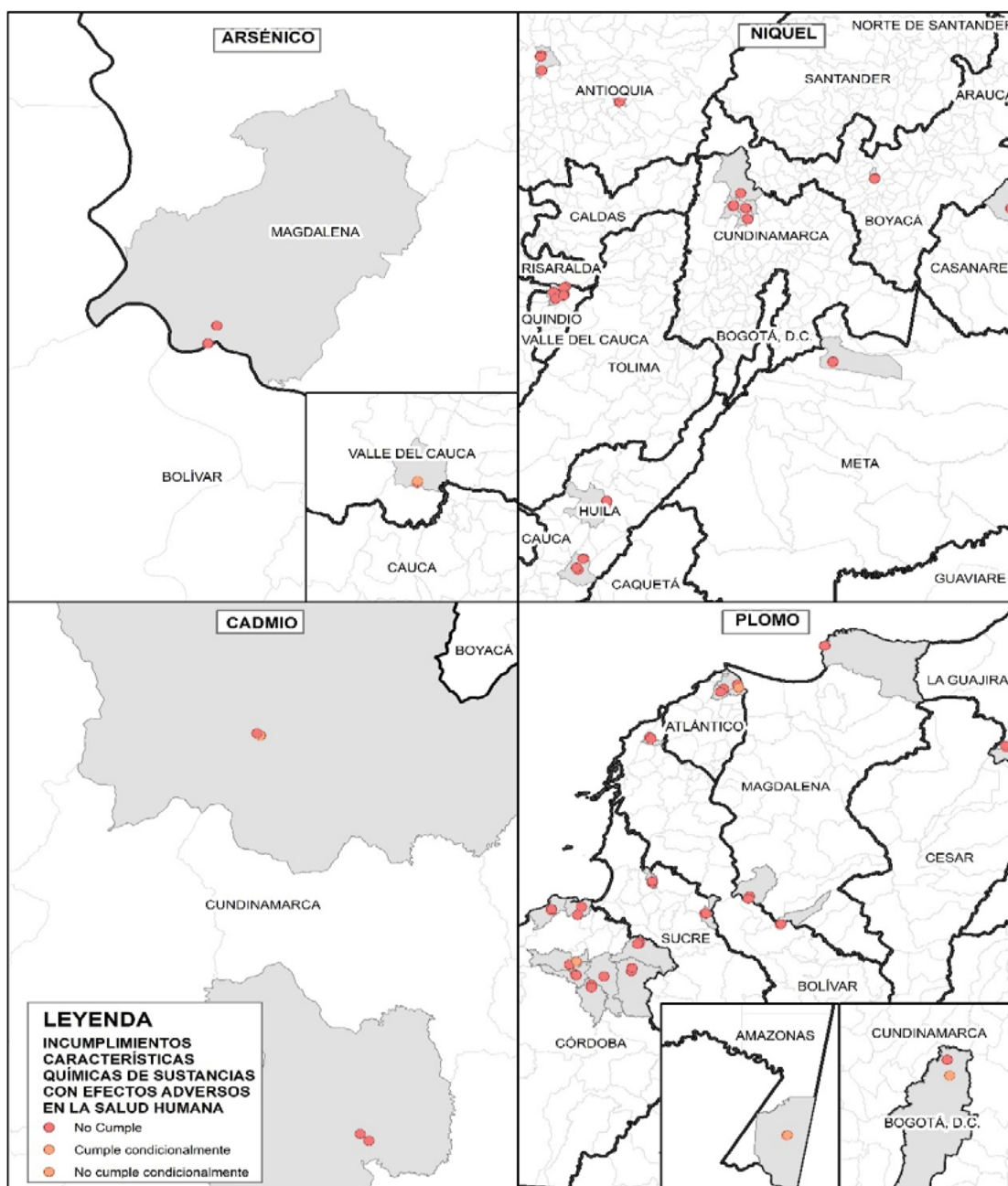
Para las características Trihalometanos Totales (0,2 mg/L), de un total de 258 muestras, 1 no cumple el valor máximo permisible, en el municipio del Melgar, Tolima. A su vez las características Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) (0,01 mg/L) la totalidad de muestras cumplen (141).

Gráfico 21. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana análisis de muestras – Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

Mapa 12. Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental –Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

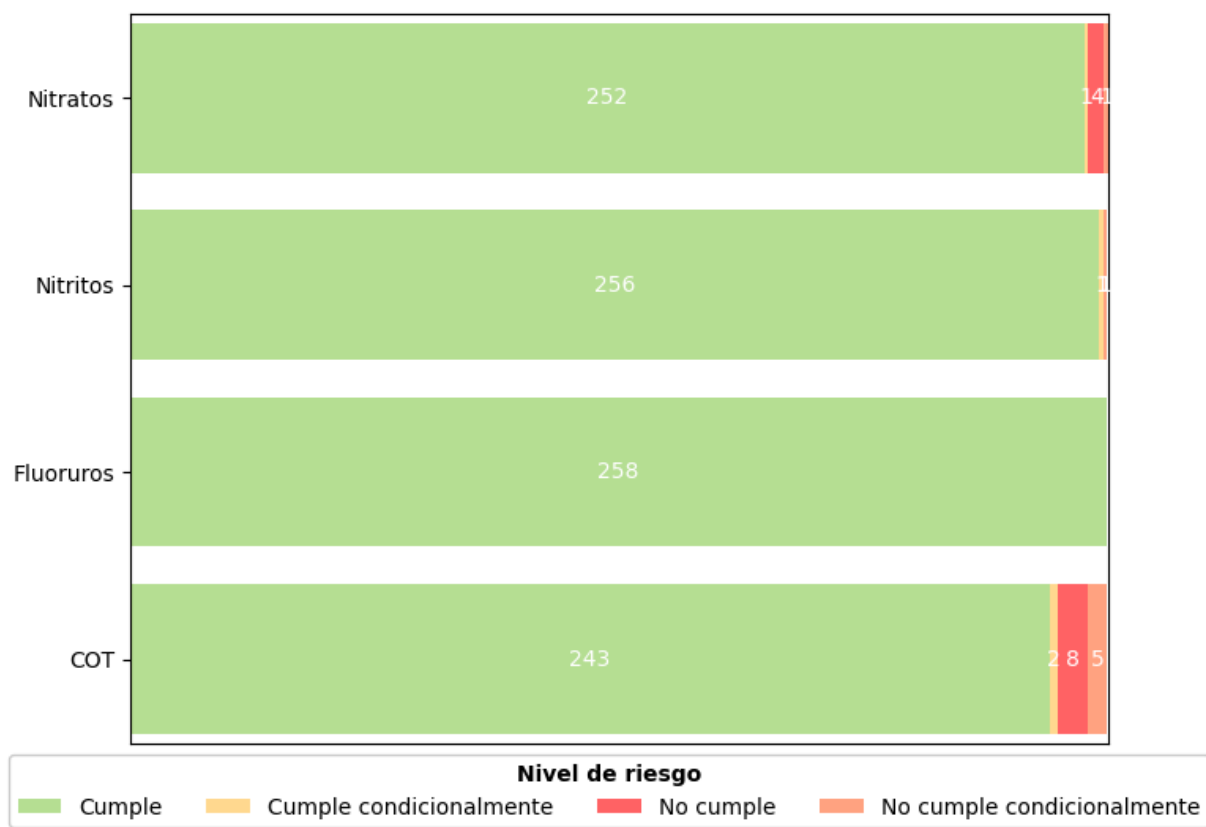
4.5.6 Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana

En el Gráfico 22 y Mapa 13 se observa que para la característica de Carbono Orgánico Total (COT), los departamentos de Antioquia (1 de 20 municipios, Fredonia), Boyacá (1 de 13 municipios, Cucaita), Córdoba (2 de 8 municipios, Sahagún y San Carlos) y Cundinamarca (3 de 16 municipios, El Peñón, Pasca y Suesca), arrojaron valores superiores al máximo permitido (5,0 mg/L). Para la característica de Nitratos (10 mg/L) en los municipios de Yopal (Casanare) y Villavicencio (Meta) se encontraron valores superiores a los límites establecidos según normativa.

Nuevamente, se menciona que, a pesar de la incertidumbre, se debe poner atención a los casos de cumplimientos e incumplimientos condicionales, porque los resultados se encuentran cerca del límite permisible del parámetro en cuestión. En esta ocasión, se tienen resultados condicionales para los Nitratos, los Nitritos, y el COT.

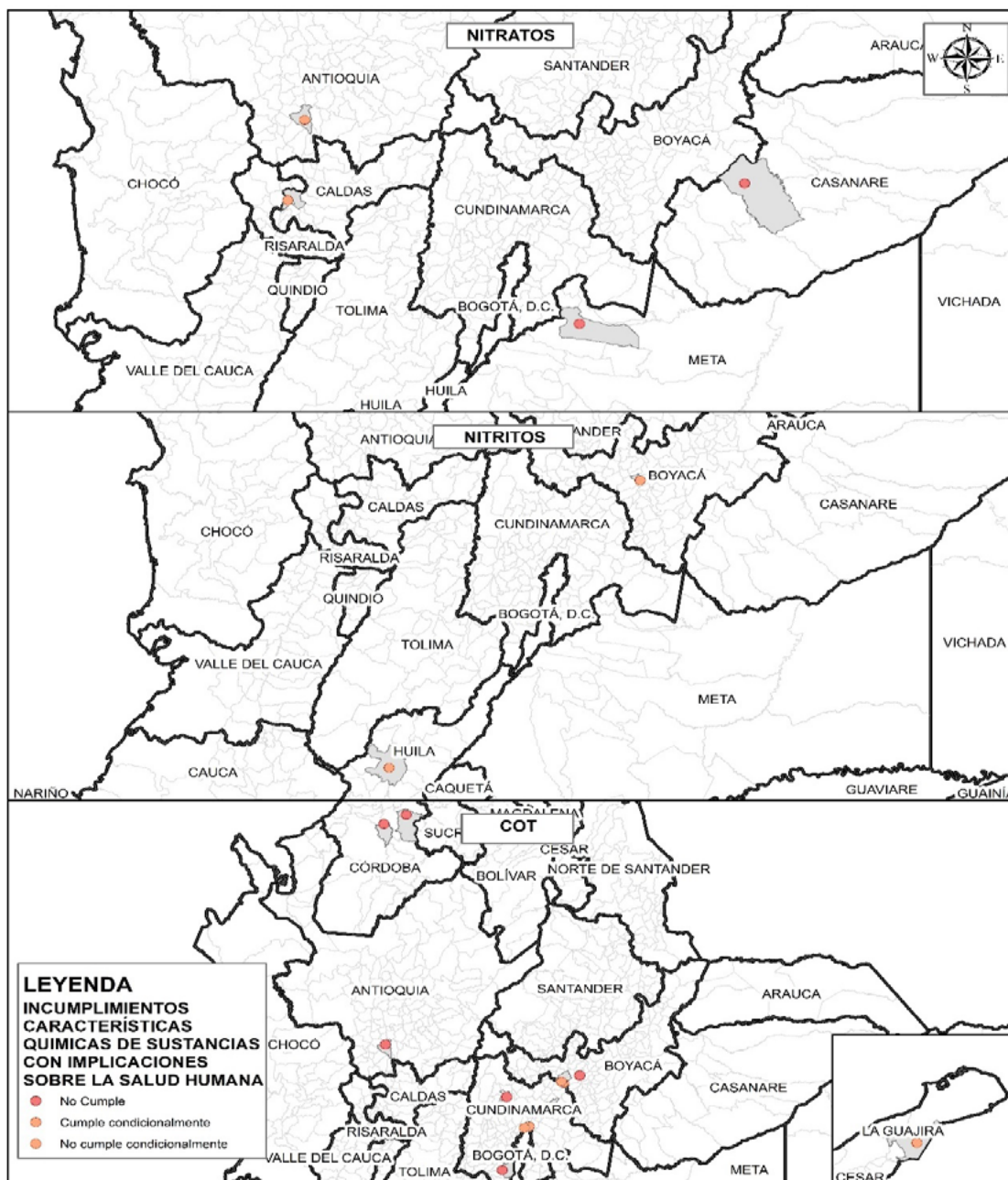
Para la característica Fluoruros (1,0 mg/L) todas las muestras analizadas están dando cumplimiento a la normatividad vigente.

Gráfico 22. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana análisis de muestras – Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

Mapa 13. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana, que presentan incumplimiento a nivel municipal y departamental – Proyecto de inversión



Fuente: SSPD

4.5.7 Impacto de la medición de características de especial interés sanitario en el nivel de riesgo

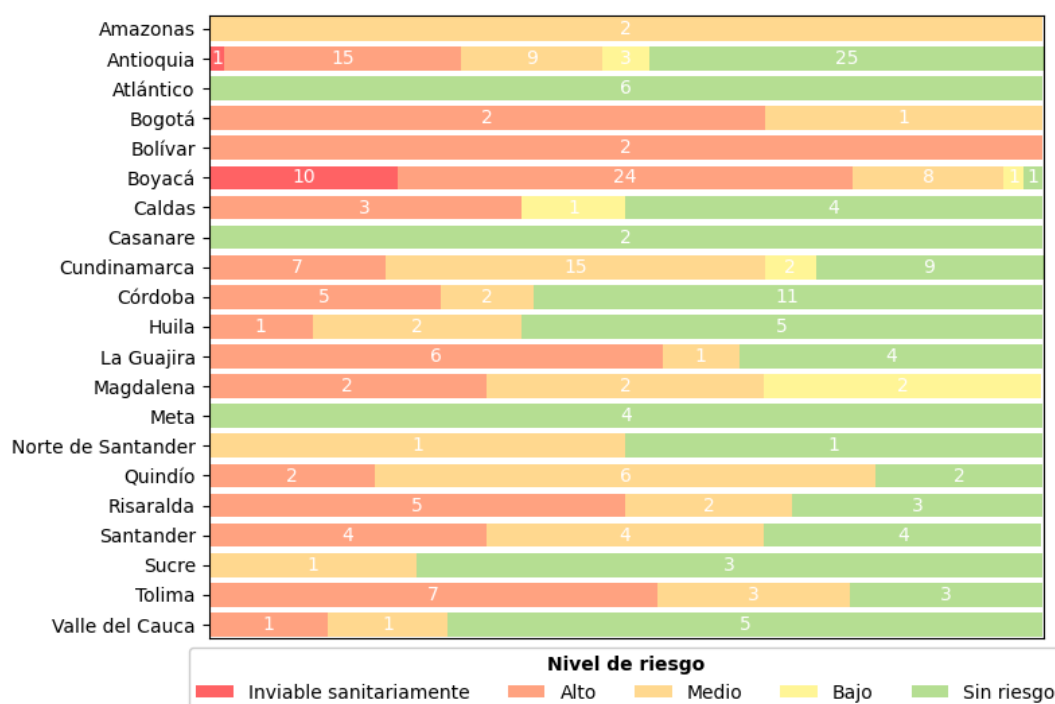
A lo largo del presente capítulo se ha presentado el incumplimiento de los diferentes grupos de parámetros que se han muestreado y analizado en el marco del proyecto de inversión de la SSPD. Sin embargo, en esta sección se quiere mostrar la relevancia de tomar muestras con las características que son de especial interés sanitario, es decir, que según el artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007, su presencia o su detección por fuera de los límites permisibles generan un IRCA de 100 %, es decir, un nivel de riesgo inviable sanitariamente.

A nivel proyecto, para el año 2023, se tienen 58 muestras aptas para consumo humano, 5 muestras con nivel de riesgo bajo, 36 muestras con nivel de riesgo medio, 65 muestras con ni-

vel de riesgo alto, y 94 muestras con nivel de riesgo inviable sanitariamente; del total de 258.

Después de ejecutar el ejercicio de recalcular el IRCA teniendo en cuenta únicamente los parámetros con puntaje de riesgo definidos en el artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007, 83 de las 94 muestras con nivel de riesgo inviable sanitariamente estaban dadas por estos parámetros de especial interés sanitario. Si estos parámetros no se tienen en cuenta, 21 muestras pasarían a tener un nivel de riesgo alto, 24 pasarían a tener un nivel de riesgo medio, 4 a nivel de riesgo bajo, y 34 tendrían clasificación de agua apta para consumo humano.

De esta forma, la distribución de nivel de riesgo quedaría de la siguiente forma (*Gráfico 23*):

Gráfico 23. IRCA departamental de muestras - Proyecto de inversión

Fuente: SSPD

El Gráfico 23, al ser comparado con el Gráfico 16 permite visualizar cómo se ha redistribuido el nivel de riesgo, teniendo como principal hallazgo que ahora solo se tienen muestras con nivel de riesgo inviable sanitariamente en los departamentos de Antioquia y Boyacá, y que los departamentos de Atlántico, Casanare y Meta pasarían a tener únicamente resultados de agua apta para consumo humano.

Capítulo 5. Análisis de la calidad del agua para consumo humano a partir de los resultados del proceso de depuración del SIVICAP de la vigencia 2023 y su relación con los proyectos ejecutados de agua potable.

5.1 Resultados IRCA de la vigencia 2023.

Es importante destacar que los resultados del presente capítulo se derivan del proceso de depuración llevado a cabo entre el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda) y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), a partir de la información registrada por las autoridades sanitarias competentes en el SIVICAP para la vigencia 2023. Este proceso de depuración resulta fundamental para el análisis, ya que permite contar con datos homogéneos que son de uso común en el sector de APSB, y que también forman parte del manejo interno y misional tanto de la SSPD como de Minvivienda.

Adicionalmente, el mencionado proceso permite identificar la calidad del agua para el consumo humano suministrada de manera independiente por zona, tanto para la urbana como para la rural, asegurando que los resultados de una zona no influyan en el indicador de la

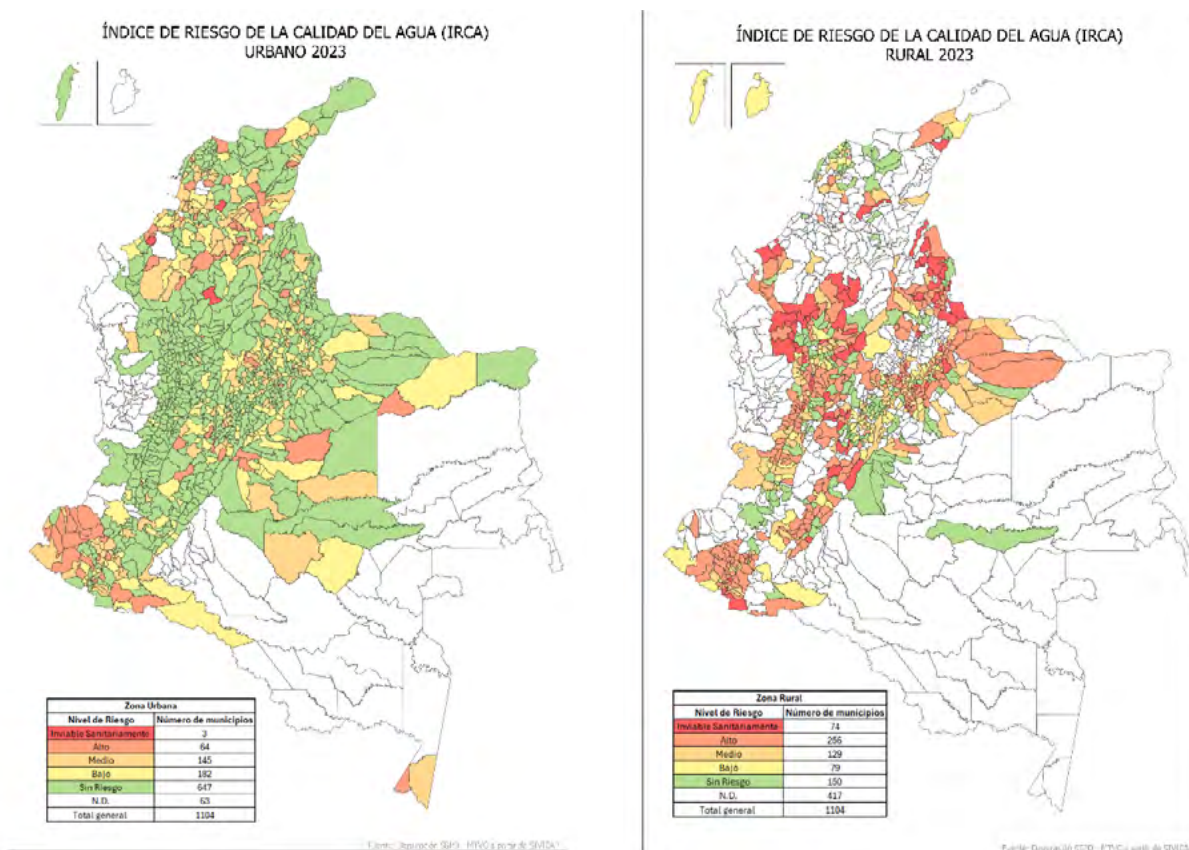
otra. Así mismo, se consolidan las muestras reportadas en el SIVICAP por cada prestador del servicio de acueducto para calcular su IRCA mensual y anual, obteniendo así los resultados a nivel municipal.

La *Tabla 14* muestra el panorama general del nivel de riesgo de la calidad del agua para consumo humano presentado en la vigencia 2023 para los 1104 municipios del país, derivado de la información de las muestras de vigilancia que fueron tomadas en red de distribución reportadas en el SIVICAP y tenidas en cuenta en el señalado proceso de depuración. También se incluyeron las muestras tomadas a nivel intradomiciliario, en los casos en donde no hubo muestras en red de distribución en un determinado municipio, lo cual se realizó con la finalidad de contar con más información de calidad del agua para el consumo humano registrada en el SIVICAP para los municipios del país.

Tabla 14. Número de municipios por nivel de riesgo (muestras en red de distribución e intradomiciliarias)

Nivel de Riesgos	Número de municipios	Número de municipios
	Zona urbana	Zona rural
Inviabile sanitariamente	3	74
Alto	64	255
Medio	145	129
Bajo	182	79
Sin riesgo	647	150
Sin información	63	417
Total	1104	1104

Fuente: Cálculos Minvivienda a partir de los resultados del proceso de depuración del SIVICAP realizado entre Minvivienda y la SSPD.

Mapa 14. Número de municipios por nivel de riesgo – zona urbana y zona rural (muestras en red de distribución e intradomiciliarias)

Fuente: Cálculos Minvivienda a partir de los resultados del proceso de depuración del SIVICAP realizado entre Minvivienda y la SSPD.

En términos generales, a partir del proceso de depuración del SIVICAP realizado entre el Minvivienda y la SSPD, se puede observar que el IRCA urbano nacional de la vigencia 2023 corresponde a 8,8 %, esto es nivel de riesgo bajo; mientras que el IRCA rural nacional 2023 corresponde a 37,4 %, es decir nivel de riesgo alto.

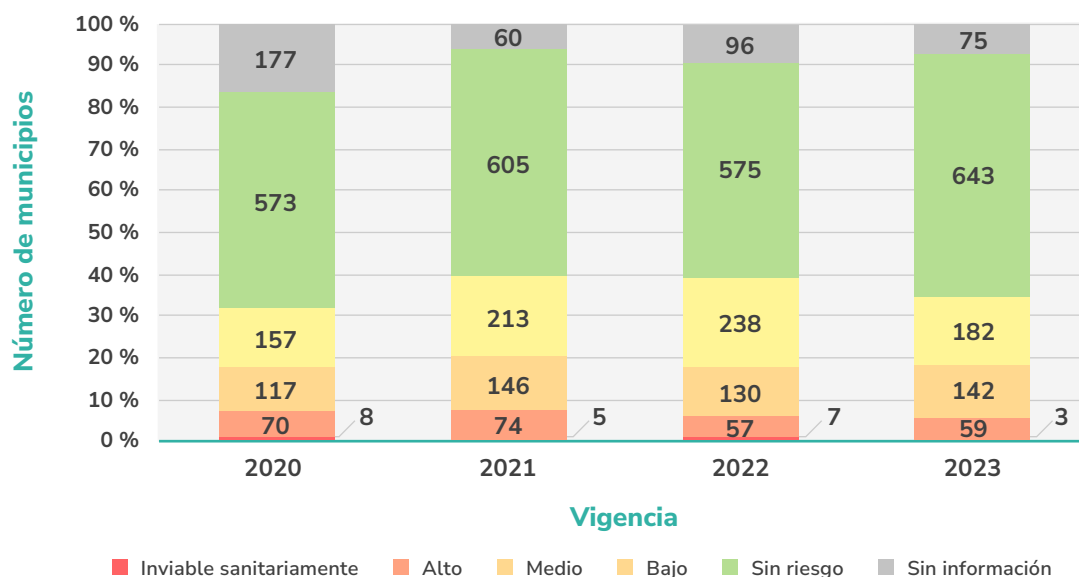
Para un análisis más detallado, a partir de los datos señalados en la Tabla 14 y en el Mapa 14, se observa que para la zona urbana del 59 % de los municipios, el resultado del IRCA indicó que el suministro de agua fue apto para el consumo humano durante la vigencia 2023, mientras que en el 36 % de los municipios se suministró agua con algún nivel de riesgo, de la siguiente forma: 182 con nivel de riesgo bajo, 145 con nivel de riesgo medio, 64 con nivel de riesgo alto y 3 municipios inviables sanitariamente.

De otra parte, para las zonas rurales de los municipios del país se observa que en 150 municipios se suministró agua sin riesgo para el consumo humano, lo que equivale a un 14 % del total de municipios del país. En el 48 % de los municipios se suministró agua con algún nivel de riesgo, presentándose en 74 de ellos

la situación más crítica debido al suministro de agua con un nivel de riesgo categorizado como “inviable sanitariamente”. Es importante mencionar que existe una ausencia de información reportada por las autoridades sanitarias correspondiente al 38 % del total de municipios del país.

Por otro lado, se realizó un análisis comparativo del indicador de calidad del agua para consumo humano en zona urbana y rural a partir de las muestras de vigilancia tomadas sólo en red de distribución para las vigencias 2020 a 2023, tal como lo muestran el Gráfico 24 y el Gráfico 25.

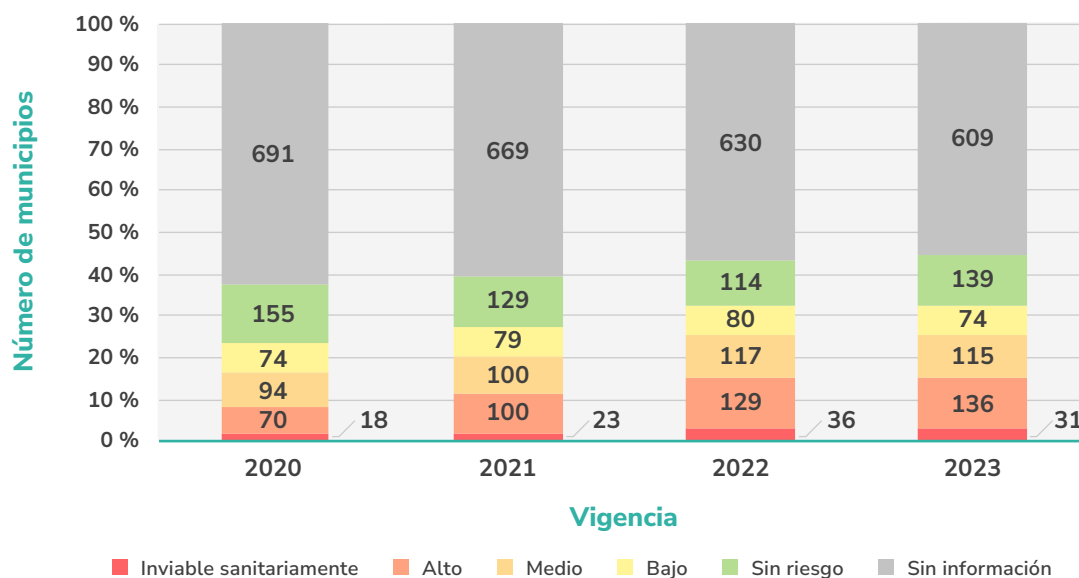
Es importante aclarar que el dato del número de municipios de este análisis comparativo (Gráficos 24 y 25) difiere del número de municipios de la Tabla 14, debido a que en ella se tuvieron en cuenta los resultados de muestras de calidad del agua tomadas tanto en red de distribución como las intradomiciliarias, mientras que la comparación de las vigencias 2020 a 2023, se hizo con base en los resultados de las muestras tomadas únicamente en red de distribución.

Gráfico 24. Número de municipios (zona urbana) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2020 a 2023 - muestras en red de distribución

Fuente: Cálculos Minvivienda a partir de los resultados del proceso de depuración del SIVICAP realizado entre Minvivienda y la SSPD.

Para las zonas urbanas de los municipios se observa que, respecto a los años anteriores, se tuvo una mejora en el número de municipios donde se suministró agua sin riesgo para el consumo humano, siendo 647 municipios para la vigencia 2023, lo que representa más de la mitad de los municipios del país. Mientras que, en las vigencias analizadas, en promedio el 37 % de los municipios, han suministrado agua con algún nivel de riesgo. Es importante precisar el bajo número de municipios que se encuentran categorizados inviable sanitariamente siendo el año 2023 el que registra el menor número de municipios respecto a las vigencias anteriores: 3 municipios año 2023, 7 municipios año 2022, 5 municipios año 2021 y 8 municipios en el año 2020.

Con respecto a los municipios que no registran en el SIVICAP información de calidad del agua para consumo humano en zonas urbanas por parte de la respectiva autoridad sanitaria competente, se tiene un total de 177 en el año 2020, 60 en el 2021, 96 en el 2022 y 75 en el 2023.

Gráfico 25. Número de municipios (zona rural) por niveles de riesgo de la calidad del agua, vigencias 2020 a 2023 - muestras en red de distribución

Fuente: Cálculos Minvivienda a partir de los resultados del proceso de depuración del SIVICAP realizado entre Minvivienda y la SSPD.

Por otro lado, para las zonas rurales de los municipios del país, de la anterior gráfica se observa un número considerable de municipios sin información de calidad del agua para consumo humano, pues más del 50 % del total de municipios del país no cuentan con información que permita calcular el IRCA municipal rural. Puntualmente, para el año 2023, 609 municipios

cuentan con ausencia de información reportada por las autoridades sanitarias competentes. Respecto al suministro de agua apta para el consumo humano, se observa una mejora en el número municipios con agua potable en la vigencia 2023 en comparación con las vigencias anteriores, dado que en 139 municipios se presentó agua sin ningún nivel de riesgo.

5.2 Parámetros con mayor incidencia de incumplimiento en el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano - IRCA.

El análisis anterior de la depuración de la base de datos SIVICAP, mostró los resultados de los Índices de Riesgo de la Calidad del Agua – IRCA para consumo humano a nivel nacional, identificando algunos municipios, tanto en zona urbana, como en zona rural.

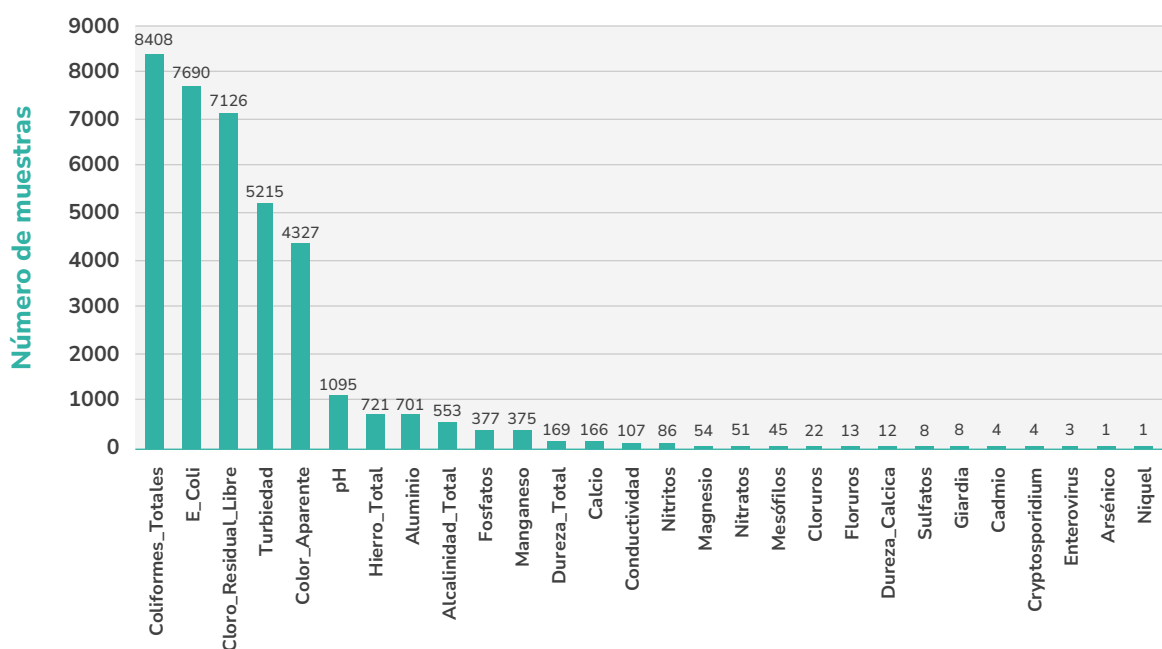
Estos resultados, los cuales fueron estimados conforme a una ruta metodológica mediante una ponderación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, mostraron que para el IRCA en las categorías de “Alto” a “Inviabile Sanitariamente”, los parámetros con mayores incum-

plimientos y afectación, se observaron en primer lugar para coliformes totales, seguido por coliformes fecales (*E.Coli*), cloro residual libre, turbiedad, color aparente y pH, tal y como se presenta en el *Gráfico 26*.

Así, con el fin de identificar los parámetros que con frecuencia incumplen la normativa de agua

para consumo humano, se realizó una suma de las clasificaciones denominada “No aceptable” en la base cruda SIVICAP para cada característica con relación al índice de calidad, determinando como se relaciona, tal como se muestra en el *Gráfico 26*.

Gráfico 26. Parámetros con mayor afectación en la calidad del agua para consumo humano



Fuente: Base de datos SIVICAP de la vigencia 2023.

Del gráfico anterior, se infiere que los parámetros con mayores incumplimientos y con alteración sobre el índice de calidad del agua para consumo humano, están asociados en primer lugar a los coliformes totales, seguido por los coliformes fecales (*E.Coli*), cloro residual libre, turbiedad, color aparente y pH.

Además de las características mencionadas, se identificaron otras sustancias con efectos ad-

versos reconocidos y con implicaciones directas e indirectas para la salud humana, tales como arsénico, cadmio, nitratos, nitritos, fluoruros, aluminio, calcio, dureza y alcalinidad total, entre otras.

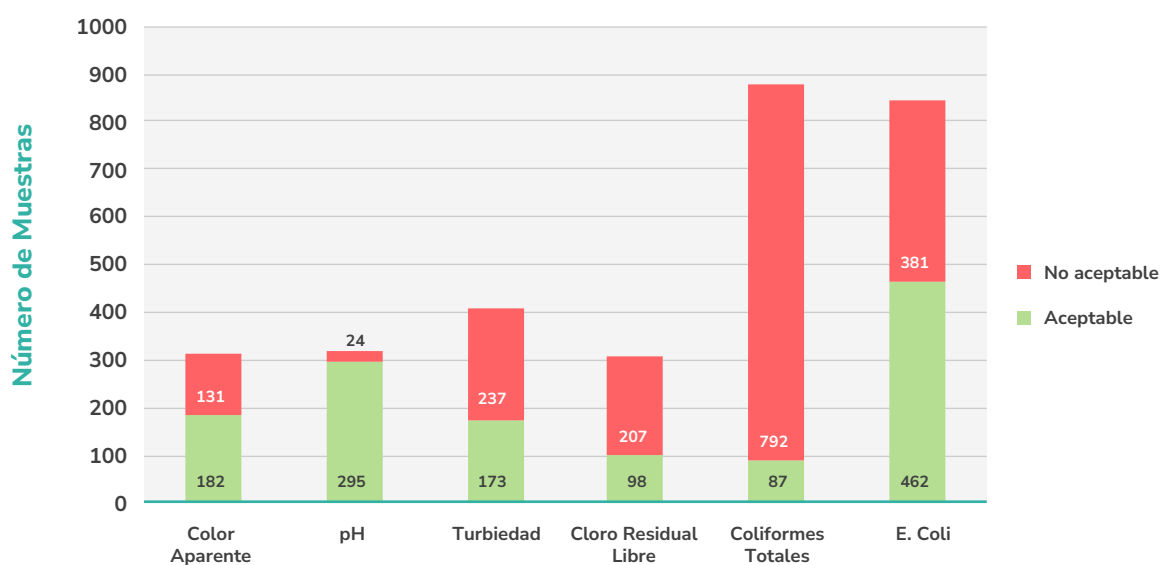
De este modo, el análisis de los parámetros con mayor incidencia sobre los resultados del IRCA de la vigencia 2023, se realizó para los niveles de riesgo de Alto a *Inviabile Sanitariamente*, utili-

zando la base cruda SIVICAP para las muestras monitoreadas por las autoridades sanitarias en la red de distribución e intradomiciliarias, en 899 muestras de 71 municipios en zona urbana y 4767 muestras en 310 municipios en zona rural.

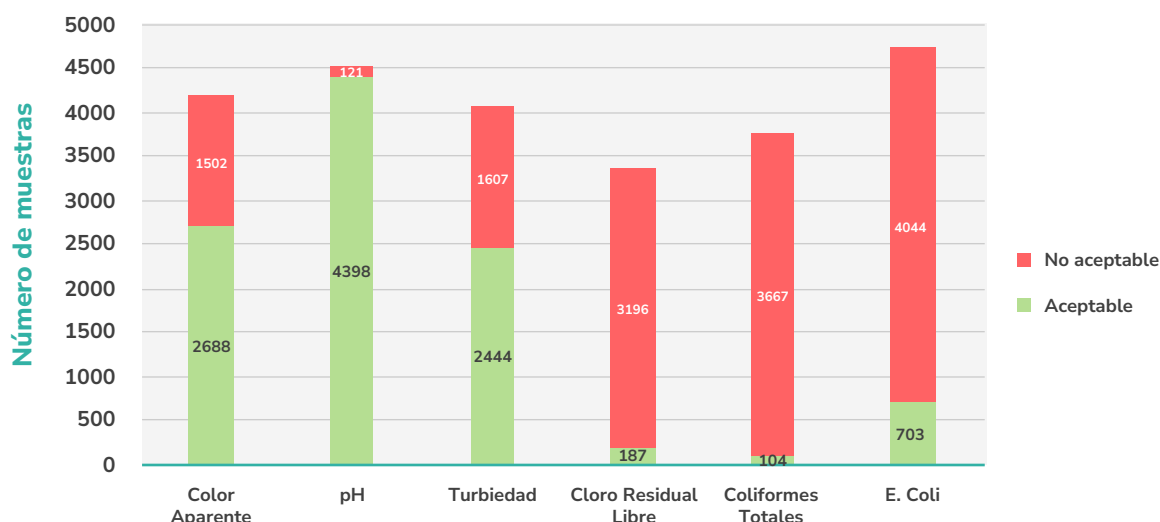
Este análisis permitió identificar los parámetros con incumplimiento en zonas urbanas y rurales,

como se ilustra en los Gráfico 27 y Gráfico 28, donde los resultados mostraron que las principales problemáticas se concentraron en las zonas rurales, con un número significativo de muestras que excedieron los valores permitidos por la normatividad de agua para consumo humano (Resolución No. 2115 de 2007).

Gráfico 27. Parámetros con incumplimiento en muestras para el área urbana



Fuente: Base de datos SIVICAP de la vigencia 2023.

Gráfico 28. Parámetros con incumplimiento en muestras para el área rural

Fuente: Base de datos SIVICAP de la vigencia 2023.

De las características analizadas, se observó que los parámetros microbiológicos mostraron el mayor incumplimiento, generando un nivel de riesgo de *Inviabile Sanitariamente* debido a la presencia de microorganismos como los coliformes totales y *E. Coli*, los cuales son indicadores de contaminación fecal. Este tipo de contaminación no puede eliminarse eficazmente sin la aplicación de buenas prácticas en los procesos de filtración y desinfección.

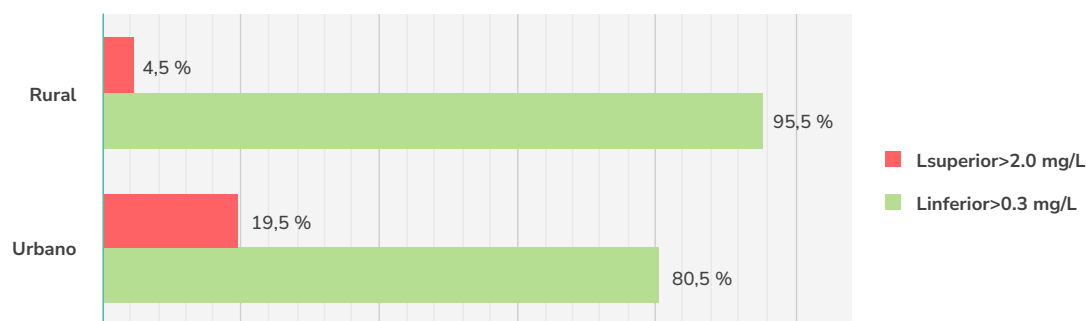
El análisis evidencia que los valores de turbiedad, que exceden el límite de 2.0 UNT⁶ y de color aparente, que exceden los 15 UPC⁷, son más frecuentes en las muestras de la zona rural que en las de zona urbana, lo que podría estar relacionado con la ausencia de procesos de tratamiento convencionales en algunos sitios, así como a una dosificación inadecuada de coagu-

lante y un tiempo incompleto de sedimentación, para la remoción de sólidos que contribuyen al color y a la turbiedad del agua.

Con relación a lo anterior, el parámetro del cloro residual libre, como se muestra en el Gráfico 29, también presentó incumplimientos en varias muestras debido a niveles inferiores de 0.3 mg/L. Sin embargo, en algunos sitios se identificaron valores superiores a 2.0 mg/L, lo que sugiere problemas operativos en cuanto a la demanda de cloro y a la aplicación de dosis óptimas, afectando así el remanente del cloro residual en la red de distribución.

6 UNT: Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

7 UPC: Unidades Platino Cobalto.

Gráfico 29. Porcentaje de muestras con incumplimiento para cloro residual libre

Fuente: Base de datos SIVICAP de la vigencia 2023.

5.2.1 Factores asociados a sustancias que tienen reconocido efecto e implicaciones sobre la salud humana

En relación con las características químicas de sustancias con efectos adversos para la salud humana, conforme a lo establecido en el artículo 5 de la Resolución No. 2115 de 2007, se observó que para las muestras de la base cruda del SIVICAP en las que se monitorearon esos parámetros, no se presentaron desviaciones significativas respecto al valor máximo permisible, cumpliendo en su mayoría con los criterios de calidad.

Sin embargo, se encontraron concentraciones ligeramente superiores al valor máximo permisible para algunos parámetros como arsénico en una (1) muestra del departamento del Atlántico (0.016 mg/L), níquel para una (1) muestra del departamento de Cundinamarca (0.032 mg/L) y cadmio en cuatro (4) muestras del departamento de Cundinamarca.

Respecto a las características con implicaciones para la salud humana y como se establece en el artículo 6 de la Resolución No. 2115 de 2007, se identificaron incumplimientos frente a

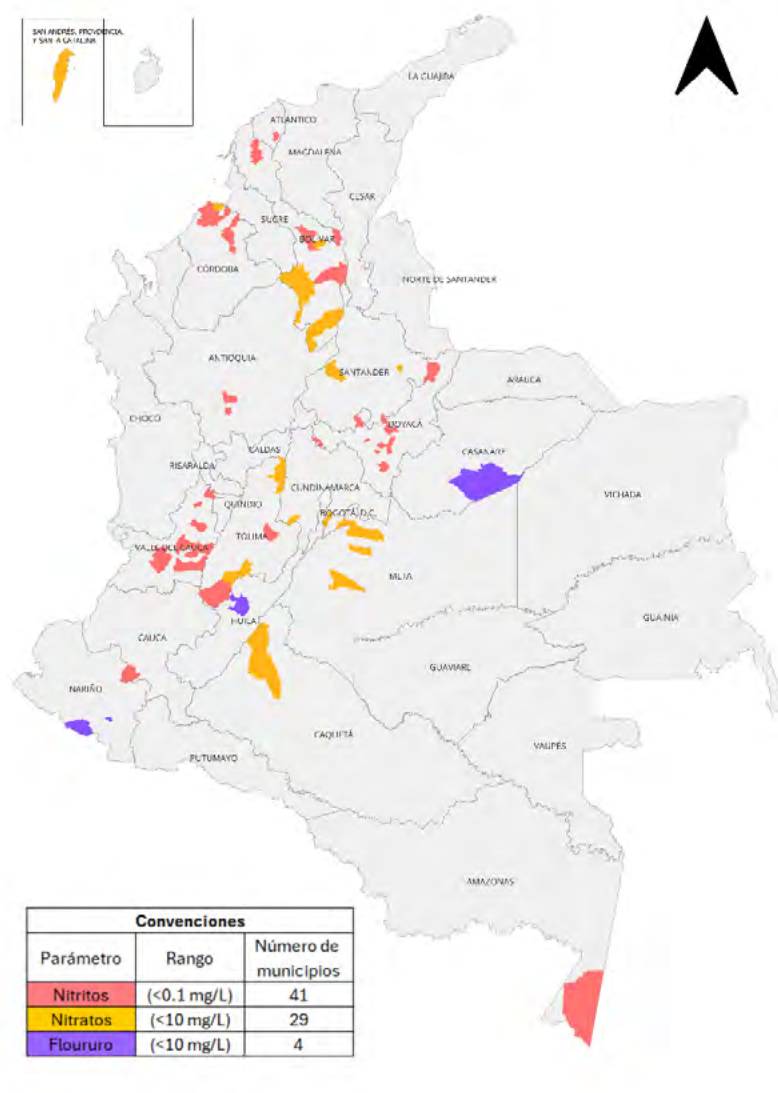
los valores máximos aceptables para nitritos, nitratos y fluoruros en los departamentos que se presentan en el Mapa 15.

Los nitritos, son sustancias potencialmente tóxicas debido a su capacidad para reducir el transporte de oxígeno en la sangre, sobre lo cual, se detectaron en algunos puntos de monitoreo, con niveles ligeramente superiores al límite permitido de 0.1 mg/L y en otros puntos con niveles más elevados, superiores a 1.0 mg/L, lo que sugiere una posible relación con la intervención en áreas de captación por actividades de tipo agrícolas o domésticas, que son precursores de este tipo de sustancias en el agua y pueden ingresar al sistema de abastecimiento.

Por otro lado, las concentraciones de nitratos mostraron variaciones significativas respecto al valor máximo aceptable de 10 mg/L, con rangos que oscilaron en categorías desde concentraciones ligeramente elevadas hasta concentraciones muy elevadas, alcanzando en

algunos sitios de monitoreo concentraciones entre 30 a 50 mg/L, lo cual y con relación a los precursores de los nitritos, también podrían relacionarse a fuentes de contaminación agrícola, pecuaria y doméstica que llegan a las fuentes de abastecimiento.

Finalmente, en el caso de las concentraciones fluoruros, se identificaron 13 muestras que superaron el valor límite establecido por la norma de 1.0 mg/L, en los departamentos de Casanare, Huila y Nariño. De estos sitios, se encontraron las mayores concentraciones en el municipio de Orocué (5.29 mg/L) del departamento de Casanare y en el municipio de Cumbal (7.5 mg/L) del departamento de Nariño. Estos niveles podrían estar asociados a fuentes naturales resultado de la erosión de las rocas y de los minerales, aunque también podrían estar relacionados con actividades agrícolas que implican el uso de fertilizantes y plaguicidas. No obstante, este tipo de concentraciones deben ser objeto de seguimiento, dado que altas concentraciones imponen riesgos para la salud humana y según la (OMS, 2011), una ingesta elevada de fluoruros, cuando el agua de consumo contiene 3 a 6 mg/L, puede tener efectos graves en los tejidos óseos, aunque esta relación aún no se ha determinado completamente.

Mapa 15. Características químicas con implicaciones sobre la salud humana

Fuente: Base de datos SIVICAP, 2023.

5.2.2 Impactos de las características químicas en la eficiencia de los sistemas de tratamiento y distribución de agua potable

Los resultados de las muestras analizadas de la base cruda del SIVICAP indicaron que para las características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 7 de la Resolución No. 2115 de 2007,

se encontraron parámetros como alcalinidad total, hierro total, fosfatos, aluminio, dureza total y calcio con la mayor incidencia en incumplimiento, respecto al valor máximo aceptable al cual se refiere la norma.

De este análisis, se observa según el *Gráfico 30* que, en 553 muestras, la alcalinidad total excedió el valor máximo permisible de 200 mg/L, lo que podría atribuirse a la calidad de la fuente de abastecimiento o a sustancias que se utilizan en el tratamiento del agua para regular el pH. Sin embargo, concentraciones elevadas de alcalinidad pueden generar costos adicionales a largo plazo para los prestadores del servicio debido a la corrosión y la incrustación de sustancias minerales en las tuberías de aducción y distribución, lo que implica cambios permanentes en la infraestructura y aumentaría costos para los usuarios.

Asimismo, se identificaron 169 muestras que no cumplieron con el límite de 300 mg/L, clasificándose como agua “dura” o “muy dura”, con 81 % de las muestras en categoría I con concentraciones entre 300 a 500 mg/L y el 18.9 % en categoría II y III con concentraciones superiores a 500 mg/L. Este parámetro, relacionado con la alcalinidad y con iones como el aluminio, calcio, hierro, magnesio y manganeso, los cuales pueden estar en el agua por causas naturales o por actividades agrícolas e industriales. Las elevadas concentraciones de dureza implican costos adicionales para los prestadores, ya que causa incrustaciones en la red de tuberías, aumenta las pérdidas de carga y afecta el funcionamiento de los equipos de bombeo, deteriorando los sistemas de tratamiento y distribución.

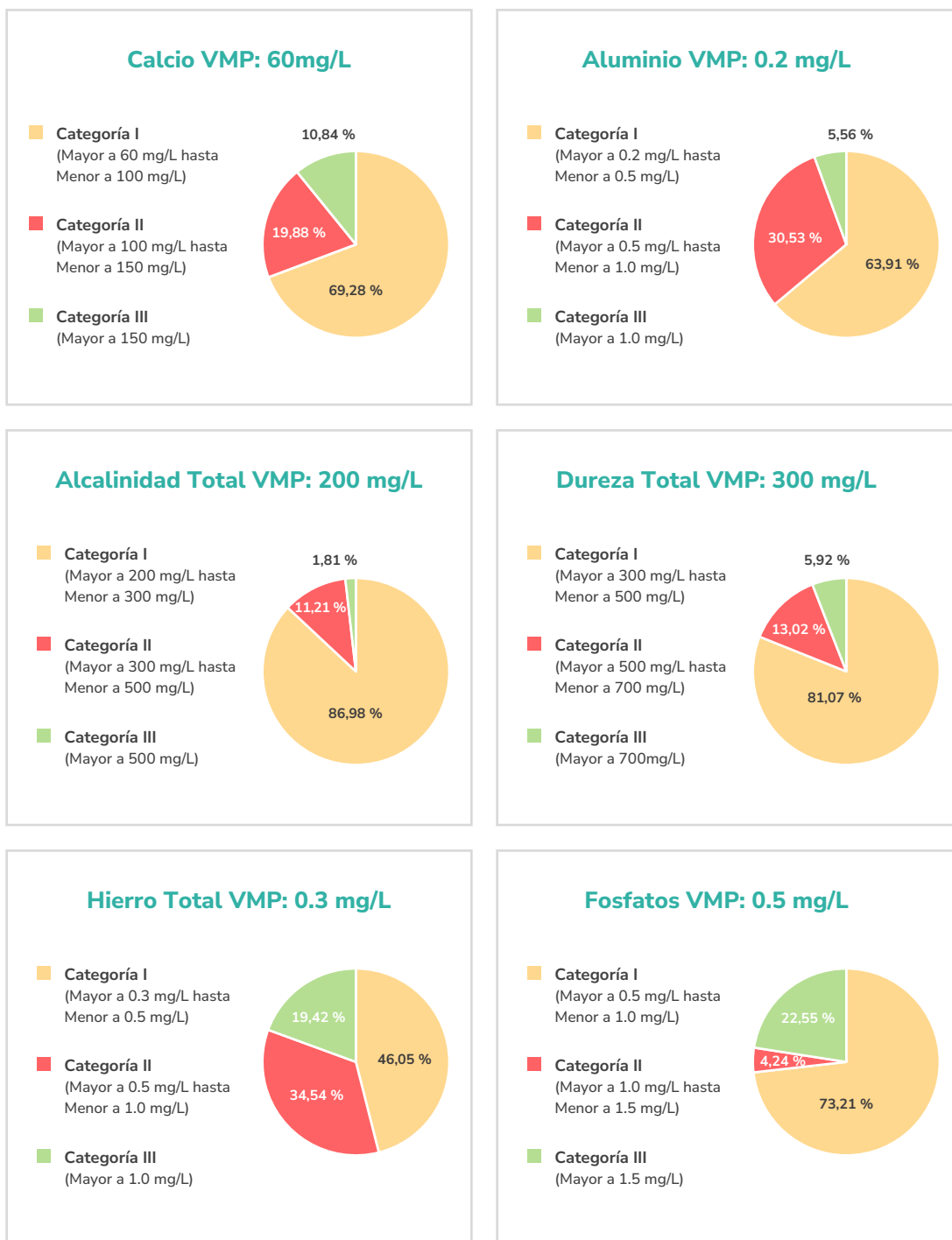
Respecto a los metales, se observaron incumplimientos en 701 muestras para el aluminio, cuyo límite es de 0.2 mg/L, encontrando valores muy altos en 35 % de las muestras dentro de las categorías II y III. De manera similar, para el hierro total, 721 muestras superaron el límite

de 0.3 mg/L, con valores particularmente muy elevados en 54 % de las muestras. Estas elevadas concentraciones de metales podrían atribuirse a diversas causas, como la calidad del agua cruda, corrosión de tuberías de distribución, o uso excesivo de coagulantes en el proceso de tratamiento, lo cual estaría generando para algunos prestadores pérdidas en insumos por una dosificación inadecuada.

En el caso de fosfatos, se detectaron concentraciones elevadas en 377 muestras, superando el límite establecido de 0.5 mg/L, con niveles significativamente altos en el 26.7 % de las muestras clasificadas en las categorías II y III. Este hallazgo indica la posible presencia de fuentes de contaminación, particularmente por el aporte de actividades agrícolas o el uso de detergentes que alcanzan las fuentes de suministro de agua. Además,

este tipo de contaminantes también puede generar problemas de incrustaciones en las tuberías, así como efectos adversos sobre la salud humana.

Gráfico 30. Otras características químicas con implicaciones económicas e indirectas sobre la salud humana



Fuente: Base de datos SIVICAP, 2023.

5.3 Proyectos de agua potable ejecutados y su relación con la mejora en la calidad del agua para consumo humano.

Los datos para establecer la relación entre los proyectos del sector y la evolución en la calidad del agua de algunas zonas, se realizó a partir de los datos del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico – VASB que consolida la información de los proyectos presentados ante el mecanismo de viabilización del Minvivienda, reglamentado mediante Resolución No. 661 de 2019. De la base de datos se seleccionaron los proyectos de inversión de acueducto ejecutados con corte a diciembre de 2023 y con un avance físico del 100 %, y se compararon con los resultados del IRCA, a fin de establecer la repercusión de estos proyectos en el progreso de la calidad del agua para consumo humano.

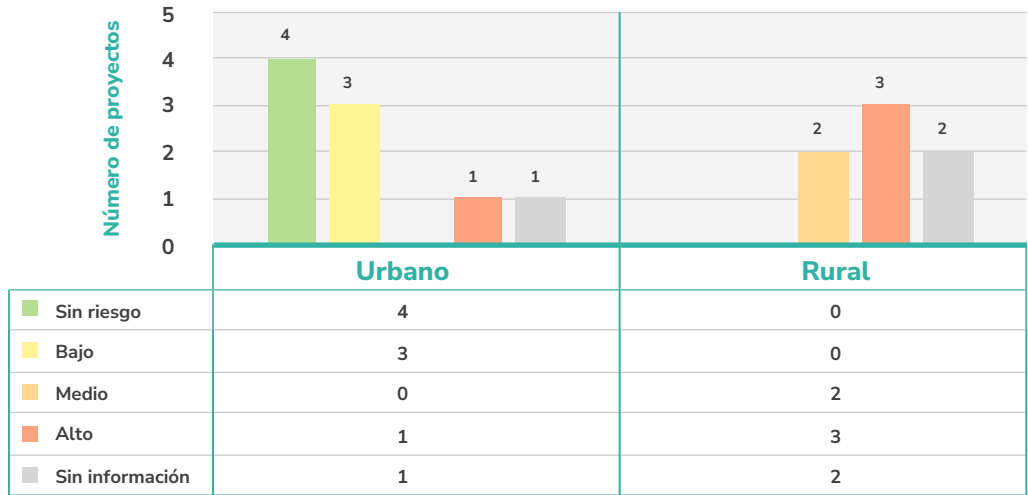
De los proyectos que se ejecutaron en 2023, la población beneficiada fue de aproximadamente 672.102 personas, con un impacto en aspectos asociados a la ampliación de la cobertura y calidad del servicio, mediante construcción y optimización de sistemas de captación y distribución, optimización y construcción de plantas de tratamiento, y estudios de consultorías para la proyección de la oferta hídrica y estimación de volúmenes útiles para consumo.

En vista de lo expuesto, para la vigencia 2023, se ejecutó un total de 16 proyectos con una inversión total que ascendió a \$ 108.863.745.310, para una asignación de recursos del 56.3 % en obras urbanas (9 proyectos) y 43.8 % en zonas rurales (7 proyectos) como se observa en el Gráfico 10. Esta distribución refleja un esfuerzo por reducir las brechas en el acceso al servicio de agua potable, asegurando mejoras

comparables, tanto en áreas urbanas como en áreas rurales, en línea con el Plan Nacional de Desarrollo.

Asimismo, los proyectos finalizados (Gráfico 31) y de acuerdo con los resultados del IRCA, evidenciaron que en el área urbana se lograron mejores condiciones en la calidad del agua para 7 municipios, puesto que los proyectos se centraron en la optimización de las unidades de tratamiento de los sistemas de potabilización, en contraste con los resultados del área rural, donde los proyectos se orientaron más hacia la construcción de unidades de captación y líneas de conducción, aunque también se construyeron plantas de tratamiento (PTAP).

Gráfico 31. Relación de los proyectos terminados en 2023 de los municipios, con los niveles de riesgo de calidad del agua urbano y rural

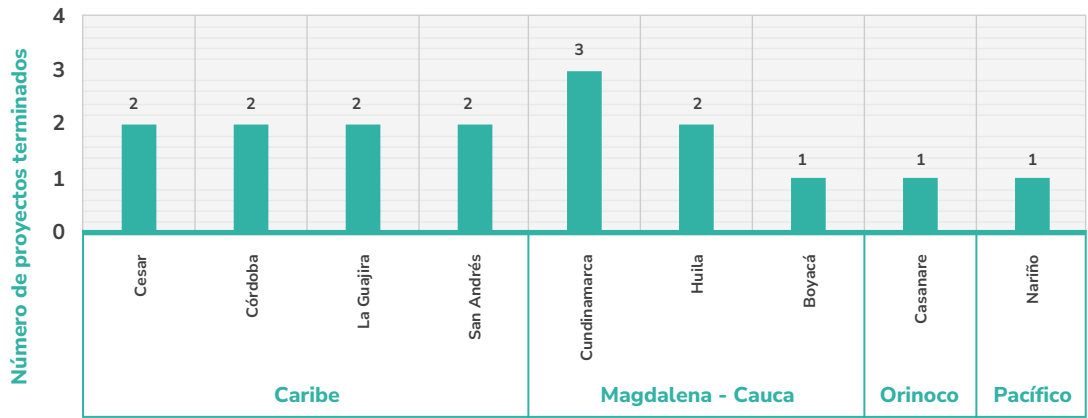


Fuente: Cálculos VASB-Minvienda a partir de SIVICAP 2023 y base de datos VASB proyectos terminados en 2023.

El número de proyectos finalizados, se ejecutaron en 9 departamentos del territorio nacional (Gráfico 32), identificando que, de estos, 8 se llevaron a cabo en departamentos de la región Caribe, mientras que 6 proyectos se realizaron

en los departamentos de la cuenca Magdalena – Cauca, donde se concentra la mayor parte de la población. Además, se concluyeron 2 proyectos en las regiones del Orinoco y Pacífico.

Gráfico 32. Número de proyectos terminados por departamento, 2023



Fuente: Cálculos VASB-Minvienda a partir de SIVICAP y base de datos VASB proyectos terminados, vigencia 2022.

Así mismo, y en cuanto a recursos asignados para el mejoramiento de la calidad del agua, se brindó asistencia técnica durante la vigencia para aquellos municipios que se categorizaron con nivel de riesgo de Inviabile Sanitariamente según los resultados del IRCA. Estos municipios fueron: Zaragoza (Antioquia), Morelia (Cauquetá), San Sebastián (Cauca), Puerto Asís (Putumayo), El Playón (Santander), Suárez (Tolima), Villarrica (Tolima), Carurú (Vaupés).

Finalmente, y en virtud de las competencias de Minvivienda se busca mejorar el índice de calidad del agua para consumo humano en todos los municipios del país, tanto en las zonas rurales como urbanas, a través de la destinación de recursos para la implementación de proyectos y asistencias técnicas que permitan orientar a los prestadores del servicio y a la comunidad para el suministro de agua potable. Sin embargo, es importante resaltar que la mejora continua en el sector no depende únicamente de la ejecución de obras, estado o construcción de sistemas, sino que depende de otros factores, como son la articulación institucional, las buenas prácticas de operación, el seguimiento y la sostenibilidad.

Conclusiones

Considerando los resultados, al aplicar el modelo probabilístico con enfoque QMRA desarrollado para la predicción del riesgo de infección y de casos de EDA atribuible a *E. coli* O157:H7 por consumo de agua dietaria, a partir de los datos notificados al SIVICAP en 2023, y comparar con la notificación de EDA para el mismo año, se presentan las siguientes conclusiones:

- Este reporte contempla la estimación probabilística para 14 departamentos de Colombia que cumplieron los criterios de inclusión del modelo: Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, La Guajira, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca.
- El modelo presenta estimaciones superiores a los reportes de EDA notificados a SIVIGILA, presentado buenos ajustes en los departamentos de Bolívar y Tolima.
- Para los Departamentos donde el modelo presentó sobre o subestimación en su ajuste, la razón puede estar asociada a diferentes factores como, prevalencias altas de muestras positivas para *E. coli*, subregistro de casos leves EDA, EDA generada por virus y dificultades en la notificación. En el caso de Santander, es particularmente claro este comportamiento, por el brote de EDA que hubo en San Gil a finales de 2023, y que se definió como causa de EDA el patógeno Rotavirus.

- Las estimaciones del modelo presentaron un comportamiento similar al reporte de 2022 para los mismos departamentos, lo que indica que no se están capturando por vigilancia los datos de EDA que pueden ser atribuibles a *E. coli* O157:H7 por consumo de agua dietaria.
- Se encontró que la concentración de *E. coli* no presenta diferencias significativas ($p > 0,05$) al comparar el tipo desinfectante y la ubicación del punto de muestreo, con respecto a la ubicación (rural y urbana).
- Se propone una clasificación del riesgo para las muestras del país, según su resultado de concentración de *E. coli*, acorde con los criterios sugeridos por la OMS.

En relación con el reporte del Mapa de Riesgo de Calidad del Agua, se continúa registrando las características básicas establecidas en la Resolución 2115 de 2007, mediante la cual se definen las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua potable. Sin embargo, estas características no deberían incluirse en el mencionado Mapa de Riesgo, ya que están sujetas a un proceso de vigilancia rutinaria.

Por otro lado, en el marco de la función asignada a la SSPD en la Ley 1955 de 2019 relacionada con encargar a terceros especializados la toma de muestras de calidad del agua y contratar un laboratorio para el análisis de estas, de las 258

muestras analizadas de los objetivos 2 y 3 en el marco del proyecto, 94 muestras presentaron un nivel de riesgo inviable sanitariamente; 65 muestras presentaron nivel de riesgo alto; 5 muestras presentaron nivel de riesgo medio y 36 muestras presentaron un nivel de riesgo bajo. Es de resaltar que se obtuvo un nivel de riesgo inviable sanitariamente en la totalidad de muestras tomadas en los departamentos de Bolívar, Casanare, Huila, Magdalena y Sucre.

Las características con mayor reiteración de incumplimiento en las 258 muestras realizadas en el marco de los objetivos 2 y 3 fueron: Coliformes Totales (102 muestras), *Escherichia coli* (76 muestras), turbiedad (75 muestras), color aparente (89 muestras), cloro libre (87 muestras) y aluminio (77 muestras).

En cuanto a las características microbiológicas en el marco de los objetivos 2 y 3, solo 5 de las 256 muestras tomadas para la característica de *Giardia*, presentaron incumplimiento en los departamentos de Córdoba (Chinú, Ciénaga de Oro y San Bernardo del Viento), Risaralda (Dosquebradas) y Tolima (Ibagué).

En cuanto a la característica *Escherichia coli* de las 258 muestras analizadas en el marco de los objetivos 2 y 3, 76 muestras presentaron incumplimiento en los departamentos de Antioquia, Bogotá D.C., Boyacá, Caldas, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca.

De las características de especial interés sanitario, se resalta que el níquel y el plomo son las que presentan la mayor cantidad de incum-

plimientos para las muestras analizadas (42 y 36 de las 258 analizadas, respectivamente). Para níquel, estos se presentaron en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Huila, Meta, Quindío y Risaralda. Mientras que, para plomo, se presentaron en los departamentos de Amazonas, Atlántico, Bogotá, Bolívar, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre.

Es posible percibir el impacto de la medición de características de especial interés sanitario en el nivel de riesgo. Para el caso de las 258 muestras analizadas de los objetivos 2 y 3 en el marco del proyecto, se tienen 94 muestras con nivel de riesgo inviable sanitariamente, de las cuales, en caso de no analizar este tipo de características, 83 pasarían a tener otro nivel de riesgo, destacando que 34 de estas clasificarían como agua apta para consumo humano.

En lo relacionado con la información presentada en el capítulo 5 del presente informe por parte de Minvivienda, es importante destacar que, a partir del proceso de depuración del SIVICAP correspondiente a la vigencia 2023, se pudo identificar que, en la zona urbana del 59 % de los municipios del país se suministró agua apta para consumo humano, lo que contrasta con los resultados para la zona rural, en la que solo en el 14 % de los municipios del país se suministró agua sin riesgo para consumo.

Se resalta que para la zona urbana del país se presentó un aumento en el número de municipios con IRCA sin riesgo en el año 2023 comparado con el 2022. Así mismo, se destaca que entre los años 2020 a 2023, para esta última vigencia se registra el menor número de muni-

cipios con nivel de riesgo inviable sanitariamente, respecto a 8 en el año 2020.

Así mismo, Minvivienda determinó a partir de la información reportada por las autoridades sanitarias en el SIVICAP, que las características incumplidas y con mayor afectación sobre la calidad del agua se encuentra en su orden los coliformes totales, E. coli, cloro residual libre, turbiedad, color aparente y pH. También se logró identificar el incumplimiento de otras sustancias con efectos adversos reconocidos y con implicaciones directas e indirectas para la salud humana, tales como arsénico, cadmio, nitratos, nitritos, fluoruros, aluminio, calcio, dureza y alcalinidad total, entre otras.

Con respecto a los proyectos presentados ante el mecanismo de viabilización de Minvivienda, se determinó que durante la vigencia 2023 se ejecutaron en total 16 proyectos asociados a la ampliación de la cobertura y calidad del servicio, construcción y optimización de plantas de tratamiento, con inversiones aproximadas de \$109 mil millones de pesos, a través de los cuales se logró beneficiar aproximadamente a 672.102 personas.

No obstante, lo anterior, es importante indicar que de manera complementaria a las obras de inversión se requiere del fortalecimiento institucional por parte de los entes territoriales para garantizar la correcta operación, mantenimiento y aseguramiento de la prestación del servicio público de acueducto y de esta forma lograr garantizar el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano en el país. Este capítulo identifica desafíos en la sostenibilidad de estos proyectos, especialmente en zonas ru-

rales donde el mantenimiento y la operación de la infraestructura son limitados. Se recomienda priorizar proyectos en áreas de mayor riesgo y asegurar la capacitación y el acompañamiento a las comunidades beneficiadas para garantizar la continuidad y efectividad de las mejoras en el largo plazo.

El INCA 2023 genera un llamado a la acción para que todas las entidades involucradas, tanto nacionales como locales, aúnen y fortalezcan sus esfuerzos de cooperación y compromiso con el bienestar de la población. La calidad del agua para consumo humano es una responsabilidad compartida entre todos los niveles de gobierno y la comunidad, por lo que se requiere una acción coordinada y sostenida para garantizar que todos los colombianos tengan acceso a agua de calidad, contribuyendo así al desarrollo social, económico y ambiental del país.

Recomendaciones

En relación con la calidad de agua para consumo humano, la incidencia de enfermedad diarreica aguda y hepatitis A en municipios seleccionados de Colombia, 2023, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda a todas las entidades territoriales departamentales y autoridades sanitarias municipales fortalecer la notificación a Sivicap según el Decreto 1575 de 2007 y las competencias establecidas.
- Realizar análisis de la morbilidad por enfermedad diarreica aguda y hepatitis A, a nivel municipal para identificar y disminuir riesgos asociado a los factores que puedan estar relacionados a la presentación de casos.

Desde el Instituto Nacional de Salud – INS se cuenta con varias herramientas como tableros de control y dashboards disponibles en el Portal Sivigila con información semanal para que los diferentes actores puedan observar el comportamiento epidemiológico de los eventos de interés en salud pública; se cuenta con tableros para la Vigilancia de eventos de interés por factores de riesgo ambiental – VIGIFRA y GeoVisor Sivigila para análisis espaciales de hepatitis A: [Enlace](#).

En la publicación mensual conjunta (INS, IDEAM y Ministerio de Salud y Protección Social) del Boletín de Clima y Salud, a partir del análisis de las predicciones del comportamiento de variables climáticas como temperatura, lluvias,

vientos, entre otros, evalúa las posibles repercusiones de eventos de interés en salud pública. Detalla el panorama en clima para cada una de las regiones y además entrega los posibles efectos y recomendaciones en salud de enfermedades priorizadas: [Enlace](#).

- Es importante tener en cuenta que virus como la Hepatitis A y las EDA que pueden ser ocasionados por diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos se transmiten principalmente por vía fecal-oral, y no solo por el agua, pueden estar asociados a alimentos o bien de una persona a otra como resultado de una higiene deficiente.
- Las Entidades Territoriales de Salud deben fortalecer las estrategias asociadas a la capacitación en manipulación adecuada de alimentos, manejo de excretas y medidas de higiene personal a la comunidad en general.
- Fortalecer las acciones de vigilancia en salud pública para enfermedad diarreica aguda y hepatitis A, específicamente en los municipios y departamentos que muestran una alta clasificación según la metodología utilizada debido a las condiciones de tratamiento de agua para uso y consumo de la población.
- Así mismo, se recomienda a las entidades territoriales, departamentales y locales, mediante esta metodología, focalizar la inversión de recursos en el cumplimiento de muestreos y tratamiento del agua potable;

así como fortalecer las acciones de inspección, vigilancia y control sobre las redes de distribución, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones reglamentarias.

A su vez, de acuerdo con la estimación de la incidencia de enfermedad diarreica aguda relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de la aplicación de un modelo de estimación probabilística con enfoque predictivo, a nivel departamental en Colombia 2023, se recomienda:

- Para las entidades territoriales como Guainía, Vaupés y Caquetá, que no reportaron información a SIVICAP de manera periódica, se requiere realizar seguimiento acorde con lo ordenado en la normatividad legal vigente para las autoridades sanitarias. Estos departamentos notificaron un gran número de EDA.
- Para las entidades territoriales como Chocó, Guaviare, Vichada y San Andrés, que presentan bajo número de muestras tomadas, y todas conformes a SIVICAP, hacer seguimiento a sitios de muestreo de alto riesgo, ya que estos mismos departamentos presentan un alto número de EDA.
- Para las direcciones territoriales de salud se recomienda priorizar la vigilancia de *E. coli*, especialmente en áreas urbanas para los puntos con clasificación de “Sectores alto riesgo de distribución”, y eficacia del desinfectante empleado.
- Se sugiere a la academia desarrollar estudios de investigación sobre prevalencia de *E. coli* STEC y otros patotipos en agua dietaria en Colombia.

Referencias Bibliográficas

1. *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda*. Geneva: World Health Organization; 2022. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Intersectorialidad [Internet]. *Así Vamos en Salud - indicadores en salud normatividad derechos*. 2022 [citado el 5 de agosto de 2024]. Disponible en: [Enlace](#).
3. 122 - *Estudio de la Contraloría evalúa calidad, cobertura y continuidad del servicio de agua potable en Colombia y muestra notable retroceso en los últimos 4 años* [Internet]. Contraloría. [citado el 5 de agosto de 2024]. Disponible en: [Enlace](#).
4. *En el Colombia, 3,2 millones de personas no tienen acceso al servicio de agua potable* [Internet]. Diario La República. 2023 [citado el 5 de agosto de 2024]. Disponible en: [Enlace](#).
5. Samra S CJSFM. *The right to water in rural Punjab: assessing equitable access to water in the context of the ongoing Punjab Rural Water Supply Proejct*. Health Hum Rights. 2011 Dec 15;13(2):E36-49. PMID: 22773031. 2011
6. Organización Mundial de la Salud. *Agua para consumo humano* [Internet]. 2022. Available from: [Enlace](#).
7. Singh. SBASS. *Bacterial Gastroenteritis*. StatPearls [Internet]. 2021; Available from: [Enlace](#).
8. Organización Mundial de la Salud. *Enfermedades diarreicas* [Internet]. 2024. Available from: [Enlace](#).
9. Natalya Iorio SJ. *Hepatitis A* [Internet]. 2022. Available from: [Enlace](#).
10. *Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019*. Lancet. 2020; 396:1223-49. [Enlace](#).

11. Tanaka J. Hepatitis A *shifting epidemiology in Latin América*. *Vaccine*. 2000; 18:S57– 60. [Enlace](#).
12. World Health Organization. *Drinking-water* [Internet]. 2022. p. 1. Available from: [Enlace](#).
13. Instituto Nacional de Salud. *Informes de evento Enfermedad Diarreica Aguda año 2023* [Internet]. Available from: [Enlace](#).
14. Instituto Nacional de Salud. *Informes de evento Hepatitis A año 2023* [Internet]. Available from: [Enlace](#).
15. OMS. *Enfermedades diarreicas* [Internet]. 2017 [cited 2023 Jan 11]. Available from: [Enlace](#).
16. Ugboko HU, Nwinyi OC, Oranusi SU, Oyewale JO. *Childhood diarrhoeal diseases in developing countries*. Vol. 6, Heliyon. Elsevier Ltd; 2020. p. e03690.
17. Tintle N, Van De Griend K, Ulrich R, Wade RD, Baar TM, Boven E, et al. *Diarrhea prevalence in a randomized, controlled prospective trial of point-of-use water filters in homes and schools in the Dominican Republic*. *Tropical Medicine and Health* 2021 49:1. 2021 Jan 4;49(1):1–14.
18. Health Organization Regional Office for Europe W. *Effective approaches to drinking-water quality surveillance, meeting report*. 2015.
19. Berg HHJL Van Den, Friederichs L, Versteegh JFM, Smeets PWMH, Husman AMDR. *International Journal of Hygiene and How current risk assessment and risk management methods for drinking water in The Netherlands cover the WHO water safety plan approach*. *Int J Hyg Environ Health*. 2019;(July):0–1.
20. Gómez-Duarte OG. *Enfermedad diarreica aguda por Escherichia coli enteropatógenas en Colombia*. *Revista chilena de infectología*. 2014 Oct;31(5):577–86.
21. INS. *Evaluación Del Riesgo Agudo y Crónico a Partir de Datos de Vigilancia de Calidad de Agua Reportados En La Base de Datos SIVICAP en los Años 2016 y 2017*. INS. Vol. 1. Bogotá; 2018.
22. Gomes TAT, Elias WP, Scaletsky ICA, Guth BEC, Rodrigues JF, Piazza RMF, et al. *Diarrheagenic Escherichia coli*. Vol. 47, *Brazilian Journal of Microbiology*. Elsevier Editora Ltda; 2016. p. 3–30.

23. INS. *Evaluación de Riesgos: Giardia spp. y Cryptosporidium spp. en agua para consumo humano en Colombia*. INS. Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos - ERIA, editor. Vol. 1. Bogotá: INS; 2022.
24. Schijven JF, Teunis PFM, Rutjes SA, Bouwknegt M, de Roda Husman AM. QMRAspot: A tool for Quantitative Microbial Risk Assessment from surface water to potable water. *Water Res* [Internet]. 2011;45(17):5564–76. Available from: [Enlace](#).
25. Sato MIZ, Galvani AT, Padula JA, Nardocci AC, Lauretto M de S, Razzolini MTP, et al. Assessing the infection risk of *Giardia* and *Cryptosporidium* in public drinking water delivered by surface water systems in Sao Paulo State, Brazil. *Science of the Total Environment*. 2013;442:389–96.
26. Praveena SM, Kamal Huyok NF, Burbure C de. Public health risk assessment from drinking water from vending machines in Seri Kembangan (Malaysia). *Food Control* [Internet]. 2018;91:40–6. Available from: [Enlace](#).
27. Machdar E, van der Steen NP, Raschid-Sally L, Lens PNL. Application of Quantitative Microbial Risk Assessment to analyze the public health risk from poor drinking water quality in a low income area in Accra, Ghana. *Science of the Total Environment*. 2013 Apr 1;449:134–42.
28. Haas CN, Thayyar-Madabusi A, Rose JB, Gerba CP. Development of a dose-response relationship for *Coli*, *Escherichia O157 :H7*. *Int J Food Microbiol*. 2000;1748:153–9.
29. INS. *Reporte técnico: informe de la predicción de la incidencia de enfermedad diarreica aguda en Colombia relacionada con riesgos microbiológicos en agua para consumo dietario, a través de algoritmo de estimación probabilística, 2020*. Blanco C, editor. 2021.
30. Henao-Herreño LX, López-Tamayo AM, Ramos-Bonilla JP, Haas CN, Husserl J. Risk of Illness with *Salmonella* due to Consumption of Raw Unwashed Vegetables Irrigated with Water from the Bogotá River. *Risk Analysis*. 2017;37(4):733–43.
31. Corredor-García D, García-Pinilla S, Blanco-Lizarazo CM. Systematic Review and Meta-analysis: *Salmonella* spp. prevalence in vegetables and fruits. *World J Microbiol Biotechnol*. 2021 Mar 1;37(3).

32. Carlos Rivillas J, Ivo Monañó Caicedo J, Lucía Ospina Martínez M. *Guía Metodológica para Registros, Observatorios, Sistemas de Seguimiento y Salas Situacionales Nacionales en Salud de Colombia* [Internet]. 2015 [cited 2020 Aug 10]. Available from: www.minsalud.gov.co
33. World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality: fourth edition incorporating the first addendum*. Geneva; 2017.
34. Mahmud ZH, Islam MS, Imran KM, Hakim SAI, Worth M, Ahmed A, et al. *Occurrence of Escherichia coli and faecal coliforms in drinking water at source and household point-of-use in Rohingya camps, Bangladesh*. *Gut Pathog*. 2019 Nov 1;11(1).

Anexos

1. Anexo 1. Anexo muestras SSPD-INCA-2023.xlsx.



Salud



@MinSaludCol



www.minsalud.gov.co