

La acreditación de laboratorios como instrumento de política pública: análisis de su incidencia en la gobernanza sanitaria y la equidad territorial en Bogotá D.C. y el núcleo urbano central de Colombia (2007-2025)

Jhonnathan Guizao García

Asesor

Angiolo Bolanos Vasquez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas – ECJP

Maestría en Gobierno, Políticas Públicas y Desarrollo Territorial

2026

Nota de Aceptación

Nombre Director de Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A mi hijo Samuel, quien encarna el sentido más profundo de este logro, en tanto su presencia ha transformado mi manera de comprender el esfuerzo, la responsabilidad y el propósito, y me ha recordado que cada meta alcanzada adquiere un valor distinto cuando se proyecta hacia el futuro que se quiere construir, por lo cual se convierte en la motivación constante que orienta este camino y en la razón que da sentido a cada una de las reflexiones desarrolladas en este trabajo, especialmente aquellas relacionadas con la dignidad, la garantía de derechos fundamentales y la responsabilidad de aportar desde el conocimiento a realidades que trascienden lo individual. Reconozco en mis padres el fundamento esencial de este logro, dado que su ejemplo de esfuerzo, disciplina y compromiso me permitió asumir la educación no solo como un medio de realización personal, sino como una herramienta para comprender el entorno e incidir en su transformación, lo que hizo posible abordar este ejercicio académico como un espacio de análisis crítico de las dinámicas institucionales y territoriales que configuran problemáticas públicas y demandan respuestas responsables desde la gestión y el conocimiento.

La culminación de este trabajo también se sustenta en el acompañamiento constante de mi familia, compañeros y amigos, cuyo apoyo, comprensión y confianza en cada una de sus etapas han sido determinantes para su desarrollo, lo que evidencia que este logro trasciende lo individual y se configura como el resultado de una construcción colectiva, en la cual el conocimiento adquiere sentido al proyectarse hacia la generación de valor público, el fortalecimiento de capacidades institucionales y la consolidación de condiciones más equitativas para las comunidades.

Agradecimientos

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi director de tesis por su orientación rigurosa, sus aportes críticos y su acompañamiento permanente a lo largo de este proceso, lo cual permitió fortalecer la estructura analítica del trabajo y consolidar una comprensión más amplia y fundamentada del problema de investigación.

Agradezco a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD por los espacios académicos, metodológicos e institucionales que hicieron posible el desarrollo de este proceso formativo, así como a los docentes que, desde sus diferentes áreas de conocimiento, contribuyeron a la consolidación de las bases conceptuales y analíticas necesarias para abordar el estudio de las políticas públicas, la gestión territorial y los sistemas de calidad desde una perspectiva integral.

Reconozco el aporte de las entidades e instituciones que, desde su quehacer, contribuyen a la garantía de la calidad del agua para consumo humano, en especial aquellas vinculadas a la vigilancia sanitaria, la gestión del riesgo y la acreditación de laboratorios, cuya labor constituye un referente fundamental para el análisis desarrollado en este trabajo y permitió comprender la complejidad de los arreglos institucionales y los desafíos que enfrentan los territorios en la implementación efectiva de las políticas públicas.

Agradezco a mi familia por su apoyo constante, su comprensión frente a las exigencias de este proceso y su confianza en cada una de sus etapas, lo cual se constituyó en el soporte fundamental para la culminación de este logro y reafirma que los resultados alcanzados no son individuales, sino el reflejo de un acompañamiento permanente que impulsa, sostiene y da sentido a cada uno de los esfuerzos realizados.

Resumen

Esta investigación analiza la acreditación de laboratorios bajo la norma ISO/IEC 17025 como un componente estructural de la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano en Colombia, abordándola como un instrumento de gobernanza que condiciona la producción de información analítica, la toma de decisiones públicas y la gestión del riesgo sanitario. A partir de un enfoque interpretativo y análisis documental, se examina la relación entre la capacidad analítica acreditada, la confiabilidad del dato y el comportamiento del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) en el periodo 2007–2025.

El estudio integra información de los Informes Nacionales de Calidad del Agua, registros del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia y fuentes institucionales, permitiendo identificar una concentración de la capacidad analítica en núcleos urbanos con mayor desarrollo institucional, así como desigualdades persistentes en territorios rurales y con menor capacidad técnica. Los resultados evidencian que la acreditación fortalece la estabilidad y confiabilidad de la vigilancia, aunque su impacto no se traduce de manera homogénea en la reducción del riesgo, debido a factores territoriales, institucionales y operativos.

Asimismo, se identifican barreras técnicas, institucionales, financieras y territoriales que limitan el acceso y sostenibilidad de la acreditación, destacándose la fragmentación institucional, la ausencia de financiamiento diferenciado y la aplicación uniforme de estándares en contextos heterogéneos. En este contexto, la acreditación emerge como mecanismo de regulación técnica indirecta que fortalece la legitimidad de las decisiones públicas, cuya efectividad depende de su articulación con estrategias de fortalecimiento institucional y enfoques de equidad territorial.

Palabras clave: Acreditación de laboratorios; Calidad del agua; Políticas públicas; ISO/IEC 17025; Vigilancia ambiental.

Abstract

This research examines laboratory accreditation under ISO/IEC 17025 as a structural component of drinking water quality surveillance in Colombia, framing it as a governance instrument that shapes analytical data production, public decision-making, and sanitary risk management. Using an interpretive and documentary analysis approach, the study explores the relationship between accredited analytical capacity, data reliability, and the behavior of the Drinking Water Quality Risk Index (IRCA) over the period 2007–2025.

The analysis integrates information from National Water Quality Reports, records from the Colombian National Accreditation Body, and institutional sources, enabling the identification of a concentration of analytical capacity in major urban centers with higher institutional development, alongside persistent inequalities in rural and lower-capacity territories. Findings indicate that accreditation strengthens the stability and reliability of surveillance systems; however, its impact does not translate uniformly into risk reduction, as it is influenced by territorial, institutional, and operational factors.

The study also identifies technical, institutional, financial, and territorial barriers that limit both access to and sustainability of accreditation, highlighting institutional fragmentation, lack of differentiated funding mechanisms, and the uniform application of technical standards across heterogeneous contexts. In this framework, accreditation emerges as an indirect technical regulation mechanism that enhances the legitimacy of public decisions, whose effectiveness depends on its articulation with institutional strengthening strategies and territorially differentiated approaches aimed at equity.

Keywords: Laboratory accreditation; Water quality; Public policies; ISO/IEC 17025; Environmental monitoring.

Tabla de Contenido

Introducción	12
Justificación	16
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Identificación y planteamiento del problema.....	20
Problematización.....	20
Pregunta Problema	21
Diseño metodológico del proyecto	23
Enfoque de la investigación	23
Tipo y diseño de estudio	24
Método de investigación.....	24
Fuentes y técnicas de recolección de información.....	25
Categorías y dimensiones de análisis.....	25
Instrumento de recolección de datos.....	25
Plan de recolección de datos	27
<i>Fases del Plan de recolección de datos</i>	<i>27</i>
<i>Técnica de análisis.....</i>	<i>28</i>
<i>Plan de análisis de datos</i>	<i>30</i>
<i>Criterios de rigor metodológico</i>	<i>31</i>
Consideraciones éticas	33
Limitaciones metodológicas del estudio y estrategias de compensación	35

Configuración del sistema: evolución normativa, infraestructura de la calidad y gobernanza	38
Evolución normativa y sofisticación del sistema de vigilancia de la calidad del agua.....	39
Vigilancia sanitaria del agua como sistema de gestión del riesgo	51
Infraestructura de la calidad y su articulación en la vigilancia de la calidad del agua	54
La acreditación como mecanismo de regulación técnica indirecta.....	60
Gobernanza del agua y rol de la acreditación como instrumento de política pública.....	64
Análisis comparativo internacional como contraste conceptual	66
Relación entre acreditación, capacidad y resultados de la vigilancia	70
Distribución territorial de laboratorios acreditados y autorizados	72
Capacidad analítica acreditada y confiabilidad del dato	81
Acreditación, IRCA y desigualdades territoriales en la vigilancia	88
Acreditación y legitimidad de la decisión pública en la gestión del riesgo	100
Vacíos de información como hallazgos estructurales del sistema de vigilancia	104
Barreras, desigualdad y gobernanza	108
Barreras técnicas	109
Barreras institucionales y financieras	113
Barreras territoriales y de gobernanza	116
Aplicación de la ISO/IEC 17025 en contextos territoriales heterogéneos.....	121
Limitaciones en la trazabilidad financiera de la infraestructura de la calidad	124
Dependencia territorial de capacidades analíticas y concentración urbana de la acreditación	128
Acreditación, derecho humano al agua y equidad	132
Acreditación como barrera estructural del sistema.....	136

Discusión.....	140
La acreditación como dispositivo estructural de gobernanza sanitaria.....	140
Capacidad analítica acreditada, confiabilidad del dato e interpretación del IRCA	143
Barreras estructurales, exclusión técnica y dependencia territorial	144
Acreditación, equidad territorial y derecho humano al agua	145
Aportes del estudio al campo de políticas públicas y gobernanza del agua	148
Conclusiones	150
Implicaciones de política pública, recomendaciones y líneas futuras	155
Referencias Bibliográficas	159

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Comparación entre laboratorios autorizados y acreditados en Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira (2009-2025)</i>	77
Tabla 2. <i>Relación entre porcentaje de laboratorios acreditados e IRCA urbano y rural en Bogotá D.C., Medellín, Cali, Manizales y Pereira, 2010–2025</i>	95

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Evolución del número de laboratorios autorizados para análisis de agua para consumo humano en Colombia, 2010–2025</i>	46
Figura 2. <i>Relación entre la autorización administrativa y la acreditación técnica de laboratorios para análisis de agua en Colombia, 2010–2025</i>	50
Figura 3. <i>Modelo analítico del funcionamiento del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano</i>	59
Figura 4. <i>Distribución territorial de laboratorios acreditados para análisis de agua para consumo humano en Colombia (2009-2025)</i>	74
Figura 5. <i>Comparación entre laboratorios autorizados y acreditados en Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira (2009-2025)</i>	80

Introducción

La calidad del agua para consumo humano se ha consolidado como un asunto prioritario de salud pública y gestión ambiental, debido a que su control incide en la prevención de riesgos sanitarios, por lo cual esta investigación surge de la necesidad de examinar la confiabilidad de la información que sustenta la vigilancia, con el propósito de analizar la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública y anticipar que su aporte fortalece la gobernanza sanitaria, aunque también reproduce desigualdades territoriales (World Health Organization, 2022).

Los Estados han consolidado sistemas de vigilancia apoyados en marcos normativos, procedimientos técnicos y mecanismos de seguimiento orientados al cumplimiento de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, dado que la disponibilidad de información confiable constituye una condición esencial para la toma de decisiones y la gestión del riesgo, sobre todo en escenarios donde la heterogeneidad territorial limita la efectividad de la acción pública (World Health Organization, 2022).

En este escenario, los laboratorios de análisis ocupan un lugar central porque producen la información técnica sobre la calidad del agua, de modo que su capacidad operativa y su competencia técnica inciden en la validez de los resultados utilizados por las autoridades sanitarias, razón por la cual la acreditación se configura como un mecanismo para demostrar competencia bajo estándares reconocidos internacionalmente (International Laboratory Accreditation Cooperation [ILAC], 2020).

La acreditación no solo cumple una función técnica dentro de los sistemas de control y vigilancia, sino que además actúa como un componente estructural que habilita la producción de evidencia confiable para sustentar decisiones públicas en salud ambiental, lo cual explica su

creciente importancia dentro de los esquemas contemporáneos de regulación sanitaria del agua (ILAC, 2020).

No obstante, la implementación de este modelo no ocurre en condiciones homogéneas, puesto que la aplicación uniforme de estándares como la ISO/IEC 17025 en contextos institucionales y territoriales diferenciados ha producido tensiones asociadas a la concentración de capacidades técnicas, la dependencia de servicios analíticos externos y la exclusión de territorios con limitaciones de infraestructura, talento humano y recursos financieros (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2016).

En consecuencia, la acreditación no opera como un mecanismo neutro, dado que funciona como una barrera de entrada técnica que condiciona la participación de los territorios en los sistemas de vigilancia, configura desigualdades en la producción de información y afecta de manera diferenciada la capacidad estatal para garantizar agua salubre y aceptable, especialmente en poblaciones vulnerables (OECD, 2016).

Desde esta perspectiva, resulta necesario comprender la evolución del marco normativo que regula la vigilancia de la calidad del agua en Colombia, especialmente a partir del Decreto 1575 de 2007 y de desarrollos posteriores como la Resolución 2625 de 2019 y la Resolución 172 de 2022, no como una secuencia administrativa, sino como un proceso de sofisticación progresiva de la política pública.

Ese proceso ha incrementado la dependencia del sistema frente a la competencia técnica de los laboratorios y frente a la solidez de la infraestructura de la calidad, por lo cual también exige examinar de qué manera la acreditación funciona como un instrumento de regulación técnica indirecta que articula estándares internacionales, decisiones regulatorias y capacidades territoriales.

En atención a ese problema, el presente trabajo analiza de qué modo la acreditación de laboratorios, entendida como instrumento de política pública, ha impactado el fortalecimiento de la gobernanza sanitaria y la efectividad de la gestión del riesgo basada en evidencia técnica en Bogotá D.C. y el núcleo urbano central de Colombia durante el periodo 2007–2025.

La delimitación territorial responde a que en estos espacios se concentra una mayor disponibilidad de laboratorios acreditados, una mayor estabilidad de los indicadores de riesgo y una densidad institucional que permite examinar con mayor precisión la relación entre capacidad analítica, confiabilidad del dato y toma de decisiones en salud pública.

La relevancia del estudio radica en que la confiabilidad de la información analítica no constituye solo un insumo técnico, sino también una condición que afecta la legitimidad de las decisiones públicas en contextos de gestión del riesgo, especialmente cuando la regulación sanitaria depende de evidencia validada, trazable y comparable en el tiempo.

Este aspecto adquiere especial importancia ante la persistencia de brechas territoriales en capacidades institucionales, infraestructura analítica y disponibilidad de recursos, las cuales generan diferencias en la calidad de la vigilancia sanitaria y ponen en evidencia una tensión entre el diseño normativo de la política pública y las condiciones reales de su implementación.

La investigación se estructura a partir de tres propósitos específicos, el primero orientado a caracterizar la evolución normativa y programática de la acreditación de laboratorios en el periodo 2007–2025, el segundo dirigido a contrastar la capacidad analítica acreditada con los resultados del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en los territorios seleccionados, el tercero enfocado en categorizar las barreras técnicas, institucionales y territoriales que han limitado la acreditación y condicionado la vigilancia sanitaria.

Asimismo, el estudio incorpora un enfoque de gobernanza del agua que permite superar una visión centrada exclusivamente en la regulación formal, con el fin de analizar la coordinación multinivel entre actores nacionales y territoriales, así como la manera en que la evidencia técnica producida por laboratorios acreditados contribuye a la legitimidad de las decisiones públicas.

De igual forma, se integran contrastes internacionales que permiten identificar principios de gobernanza aplicables al contexto colombiano y reflexionar sobre las tensiones existentes entre estándares globales y realidades locales, lo cual amplía la comprensión del problema más allá del plano estrictamente normativo o procedimental (OECD, 2015).

Bajo esta perspectiva, el principal aporte de la investigación consiste en comprender la acreditación de laboratorios no solo como un requisito técnico, sino como un dispositivo estructural de gobernanza que condiciona la confiabilidad de la información, la legitimidad de la decisión pública y la equidad territorial en la vigilancia de la calidad del agua (OECD, 2015).

Además, el análisis propone elementos para explicar cómo la aplicación uniforme de estándares en contextos desiguales puede generar exclusión técnica y dependencia de capacidades externas, al tiempo que ofrece lineamientos para fortalecer la infraestructura de la calidad, reducir brechas territoriales y consolidar un modelo de gestión pública del agua sustentado en evidencia.

Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de comprender la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública, dado que la confiabilidad de la información analítica condiciona la producción de evidencia técnica, la toma de decisiones sanitarias y la operación de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en contextos de gestión del riesgo.

Esta problemática adquiere relevancia en el marco de la evolución normativa del sistema colombiano, iniciada con el Decreto 1575 de 2007 y profundizada mediante desarrollos posteriores como la Resolución 2625 de 2019 y la Resolución 172 de 2022, las cuales reflejan una creciente sofisticación regulatoria y una mayor dependencia frente a la capacidad analítica de los laboratorios.

En este contexto, la acreditación adquiere un lugar central porque articula estándares técnicos, validación de resultados y producción de información confiable, por lo cual no puede entenderse solo como un requisito operativo, sino como un componente estructural de la vigilancia sanitaria y de la infraestructura de la calidad.

Sin embargo, esta configuración no se expresa de manera homogénea en el territorio, puesto que persisten brechas en capacidades institucionales, infraestructura analítica, talento humano especializado y disponibilidad de recursos, situación que genera condiciones diferenciadas para la producción de información técnica y para el ejercicio efectivo de la vigilancia sanitaria.

Dicha situación evidencia una tensión entre el diseño normativo del sistema y las condiciones reales de implementación, dado que la aplicación uniforme de estándares como la ISO/IEC 17025 en contextos territoriales desiguales favorece la concentración de capacidades en

ciertos centros urbanos, incrementa la dependencia de servicios analíticos externos y limita la autonomía técnica de territorios con menor desarrollo institucional.

En consecuencia, la acreditación no constituye únicamente un mecanismo de aseguramiento de la calidad, puesto que también incide en la distribución territorial de las capacidades de vigilancia, en la posibilidad de producir datos trazables y comparables, así como en las condiciones de equidad con las que las autoridades sanitarias pueden gestionar el riesgo asociado a la calidad del agua.

Aunque la literatura especializada ha estudiado la relación entre calidad del agua, salud pública y regulación sanitaria, todavía es limitada la producción académica que examine la acreditación de laboratorios desde una perspectiva de política pública, particularmente en relación con su incidencia en la gobernanza sanitaria y la equidad territorial.

Esta ausencia de análisis integrales restringe la comprensión de la interacción entre componentes normativos, técnicos e institucionales, además de dificultar la identificación de barreras estructurales como la fragmentación institucional, la limitada trazabilidad de la inversión en infraestructura de la calidad y la concentración territorial de capacidades analíticas acreditadas.

Bajo esta perspectiva, el estudio se justifica por su aporte al campo académico, dado que propone una lectura analítica de la acreditación como dispositivo estructural de gobernanza, a partir de la relación entre evolución normativa, capacidad analítica, confiabilidad del dato y organización territorial de los laboratorios dentro del sistema de vigilancia.

La delimitación en Bogotá D.C. y el núcleo urbano central conformado por Medellín, Cali, Manizales y Pereira resulta pertinente porque en estos territorios se concentra una proporción importante de laboratorios acreditados, se observa mayor densidad institucional y se

dispone de condiciones comparativas más sólidas para examinar la relación entre acreditación, gobernanza sanitaria y equidad territorial.

Finalmente, la investigación adquiere relevancia en el ámbito de la gestión pública, puesto que sus hallazgos pueden aportar elementos para fortalecer la infraestructura de la calidad, mejorar la articulación entre actores del sistema y promover enfoques de gobernanza del agua basados en evidencia, con atención a las desigualdades territoriales que condicionan la vigilancia sanitaria.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la incidencia de la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública en la vigilancia de la calidad del agua en Bogotá D.C. y el núcleo urbano central de Colombia (2007-2025), a partir de su incidencia en el fortalecimiento de la gobernanza sanitaria y la efectividad de la gestión del riesgo.

Objetivos Específicos

Caracterizar la evolución normativa y programática de la acreditación de laboratorios en Colombia (2007-2025), en el marco de sus funciones como instrumentos de regulación técnica dentro de la política pública de vigilancia sanitaria.

Contrastar la capacidad analítica acreditada con los resultados del IRCA en Bogotá y el núcleo central, para determinar la confiabilidad de la información técnica en la toma de decisiones.

Categorizar las barreras técnicas, institucionales y territoriales que limitaron la acreditación de laboratorios y afectaron la vigilancia sanitaria en el periodo 2007-2025.

Identificación y planteamiento del problema

Problematización

La vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia se sustenta en un marco normativo consolidado a partir del Decreto 1575 de 2007, el cual estructura un sistema orientado a la protección de la salud pública mediante el control de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y reconoce el papel de los laboratorios en la generación de información técnica para la toma de decisiones.

Este modelo implica que los laboratorios operen bajo condiciones de competencia técnica, trazabilidad y aseguramiento de la calidad, en coherencia con estándares internacionales como la ISO/IEC 17025, lo cual posiciona la confiabilidad del dato como un elemento central en la vigilancia sanitaria y en la evaluación del riesgo asociado al consumo de agua.

Sin embargo, la operación del sistema presenta diferencias territoriales significativas, debido a brechas en la disponibilidad de laboratorios acreditados, infraestructura analítica, talento humano especializado y recursos técnicos, lo cual limita la capacidad de algunos territorios para cumplir con los estándares exigidos y evidencia una distancia entre el diseño normativo y su implementación.

En este contexto, la acreditación de laboratorios se configura como un mecanismo que permite validar la competencia técnica y fortalecer la confiabilidad de los resultados analíticos, aunque su desarrollo no ha sido homogéneo en el territorio, debido a barreras técnicas, institucionales y territoriales que restringen el acceso a estos procesos.

Estas condiciones generan desigualdades en la producción de información técnica y en la capacidad de las autoridades sanitarias para identificar y gestionar riesgos, lo cual introduce

diferencias en la calidad de la vigilancia sanitaria y en la oportunidad de las decisiones en salud pública.

En consecuencia, el sistema enfrenta una tensión estructural, dado que exige altos estándares técnicos para la generación de información confiable, mientras la distribución desigual de capacidades analíticas impide su cumplimiento uniforme, lo cual puede traducirse en variabilidad de los datos, limitaciones en la interpretación del riesgo y afectaciones diferenciadas en poblaciones vulnerables.

A pesar de la relevancia de este problema, la literatura presenta limitaciones en la articulación entre el análisis de la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública y su relación con la gobernanza sanitaria, la producción de información confiable y las desigualdades territoriales.

Esta situación evidencia la necesidad de abordar la acreditación desde una perspectiva integral que permita comprender su incidencia en la organización del sistema de vigilancia, en la distribución de capacidades técnicas y en las condiciones bajo las cuales se produce la información utilizada en la toma de decisiones.

En este sentido, la investigación se orienta a analizar la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública y su incidencia en la gobernanza sanitaria y la equidad territorial en el periodo 2007–2025, a partir de su relación con la confiabilidad del dato, la capacidad analítica y las condiciones de operación del sistema de vigilancia.

Pregunta Problema

¿De qué modo la acreditación de laboratorios, concebida como un instrumento de política pública, ha impactado en el fortalecimiento de la gobernanza sanitaria y en la efectividad de la

gestión del riesgo basado en evidencia técnica en Bogotá D.C. y el núcleo urbano central de Colombia durante el periodo 2007-2025?

Diseño metodológico del proyecto

El diseño metodológico se fundamenta en un enfoque cualitativo de carácter analítico y documental, orientado a examinar marcos normativos, documentos institucionales e información técnica sobre acreditación de laboratorios y vigilancia del agua, con el propósito de interpretar configuraciones institucionales, capacidades analíticas y condiciones de producción de información en la gestión del riesgo sanitario.

La investigación delimita su análisis en Bogotá D.C. y el núcleo urbano central conformado por Medellín, Cali, Manizales y Pereira, debido a la concentración de capacidades técnicas, disponibilidad de laboratorios acreditados y mayor estabilidad en los registros de vigilancia, lo cual permite examinar con mayor precisión la relación entre acreditación, producción de evidencia y toma de decisiones.

La selección territorial responde a criterios analíticos y no a representatividad estadística, dado que el estudio busca comprender configuraciones institucionales en contextos con infraestructura de la calidad consolidada, lo cual permite observar con mayor claridad la relación entre confiabilidad del dato, capacidad analítica y gobernanza sanitaria.

La unidad de análisis está constituida por marcos normativos, informes técnicos, registros institucionales y sistemas de información asociados a la vigilancia del agua, así como por los arreglos institucionales que estructuran la acreditación de laboratorios como componente de la infraestructura de la calidad.

Enfoque de la investigación

La investigación adopta un enfoque cualitativo de carácter analítico e interpretativo, orientado a comprender las relaciones entre normas, capacidades institucionales y producción de

información técnica, sin recurrir a la medición estadística de variables ni a la estimación de efectos causales directos.

El análisis se ubica en un nivel meso e institucional, en tanto examina la interacción entre entidades, marcos normativos, capacidades técnicas y arreglos de gobernanza que condicionan la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano.

Bajo esta perspectiva, la causalidad se aborda mediante un enfoque configuracional, en el cual los resultados se interpretan a partir de la interacción entre condiciones normativas, institucionales y territoriales, lo que permite evitar explicaciones lineales basadas en relaciones entre variables independientes y dependientes.

Tipo y diseño de estudio

El estudio corresponde a un diseño no experimental de tipo analítico y descriptivo, basado en la revisión sistemática de información documental sin manipulación de variables ni intervención directa sobre los fenómenos analizados.

Este diseño permite construir explicaciones interpretativas sobre la forma en que la acreditación se articula con la capacidad analítica, la confiabilidad del dato y la legitimidad de la decisión pública dentro del sistema de vigilancia.

El análisis incorpora un componente comparativo que permite contrastar configuraciones institucionales entre territorios y referencias internacionales, con el fin de identificar patrones estructurales sin recurrir a generalizaciones estadísticas.

Método de investigación

El estudio utiliza el método analítico documental como técnica principal, complementado con análisis comparativo y enfoque histórico para examinar la evolución normativa desde 2007 hasta 2025 y comprender la consolidación de la infraestructura de la calidad.

Este método permite integrar información normativa, institucional y técnica con datos asociados al IRCA, con el fin de construir relaciones interpretativas entre capacidad analítica, producción de información y gestión del riesgo sanitario.

Fuentes y técnicas de recolección de información

Las fuentes corresponden a documentos normativos, informes técnicos del Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud y ONAC, informes nacionales de calidad del agua, listados de laboratorios acreditados y literatura académica especializada.

La técnica de recolección corresponde a la revisión documental sistemática mediante criterios de inclusión relacionados con pertinencia temática, confiabilidad institucional, actualidad y coherencia con los objetivos de la investigación.

Categorías y dimensiones de análisis

El análisis se organiza en tres categorías, la primera orientada a la configuración del sistema, la segunda centrada en la relación entre acreditación, capacidad analítica y resultados, la tercera enfocada en barreras estructurales y desigualdades territoriales.

Cada categoría se desarrolla mediante subcategorías que permiten analizar evolución normativa, infraestructura de la calidad, confiabilidad del dato, comportamiento del IRCA y condiciones territoriales de implementación.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos de esta investigación se estructura como una matriz analítica diseñada para sistematizar, organizar e interpretar información proveniente de fuentes normativas, institucionales y académicas, con el propósito de examinar el papel de la acreditación de laboratorios en la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano desde una perspectiva de política pública.

El instrumento no se limita al registro de información disponible, sino que incorpora campos orientados a identificar vacíos temáticos, territoriales e institucionales presentes en las fuentes revisadas, los cuales se consideran información relevante para comprender debilidades estructurales del sistema de vigilancia.

Desde esta perspectiva, la identificación de vacíos no se asume como una falencia metodológica del instrumento, sino como un componente sustantivo del diseño analítico que permite evidenciar asimetrías en la producción de información, limitaciones en la capacidad institucional y desigualdades territoriales en la vigilancia sanitaria del agua.

En coherencia con lo anterior, la matriz incorpora variables y categorías que permiten registrar la presencia de información sobre acreditación, capacidades analíticas e indicadores de calidad del agua, así como la ausencia o fragmentación de dichos datos, lo cual aporta insumos clave para el análisis interpretativo y la formulación de inferencias sobre la gobernanza del sistema.

En este marco, el instrumento opera como una herramienta que articula el análisis normativo, institucional y territorial, lo que permite contrastar los objetivos del marco regulatorio con la evidencia documental disponible sobre su implementación efectiva en los territorios.

De este modo, la detección de vacíos de información, especialmente en relación con zonas rurales y dispersas o con la ausencia de datos suficientes para establecer relaciones directas entre acreditación e indicadores de calidad del agua, se integra al análisis como un hallazgo que evidencia limitaciones estructurales del sistema de vigilancia.

La inclusión explícita de campos para el registro de vacíos fortalece el rigor metodológico del estudio, dado que exige una lectura crítica de las fuentes y reduce el riesgo de

interpretaciones forzadas o extrapolaciones indebidas, además de permitir la identificación clara de los límites de la evidencia disponible.

Esta estrategia metodológica contribuye a fundamentar las inferencias construidas y garantiza coherencia con el enfoque cualitativo e interpretativo adoptado en la investigación, en tanto reconoce que la ausencia de información también constituye un dato relevante para el análisis.

En consecuencia, el instrumento de recolección de datos se configura como una herramienta analítica coherente con los objetivos del estudio y con su diseño metodológico, al integrar la identificación de vacíos como parte del proceso de análisis y permitir tanto la sistematización de información existente como la problematización de su ausencia.

Plan de recolección de datos

El plan de recolección de datos se estructura en tres momentos analíticos interdependientes que corresponden directamente con los objetivos específicos del estudio y con la organización del documento y permite articular de manera coherente el análisis documental con la interpretación de los resultados.

Fases del Plan de recolección de datos

Fase 1 - Identificación y selección de fuentes. En esta fase se realiza la identificación, el inventario y la selección preliminar de las fuentes pertinentes para la investigación, a partir de la revisión de documentos normativos, informes técnicos, bases de datos oficiales y repositorios institucionales del Ministerio de Salud y Protección Social, del Instituto Nacional de Salud, del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia ONAC y de la Organización Mundial de la Salud OMS, junto con publicaciones académicas, tesis de posgrado y artículos científicos relacionados con acreditación, vigilancia de la calidad del agua y políticas públicas, mediante

criterios de inclusión basados en pertinencia temática, vigencia en el periodo 2007 a 2025, confiabilidad institucional y coherencia con los objetivos del estudio.

Fase 2 - Clasificación y registro de la información. Una vez seleccionadas las fuentes, se realiza su registro sistemático en la matriz documental diseñada para el estudio, en la cual cada documento se clasifica según tipo, entidad emisora, año de publicación, nivel institucional, enfoque temático y relación con las categorías analíticas definidas, a partir de una lectura preliminar que permite identificar conceptos clave, orientaciones normativas y elementos técnicos de los sistemas de vigilancia, lo cual organiza el corpus documental y establece una estructura que facilita la codificación y el análisis transversal de la información.

Fase 3 Validación y consolidación de la información. Esta fase consiste en el contraste de la información mediante triangulación entre documentos normativos, informes técnicos, literatura académica y registros institucionales, con el propósito de verificar consistencia, vigencia y autenticidad, así como identificar actualizaciones regulatorias, coherencias internas y posibles divergencias entre fuentes, lo cual permite depurar y consolidar el material que será sometido al análisis cualitativo, mediante su presentación en matrices, tablas y síntesis interpretativas que facilitan la lectura comparada del periodo 2007 a 2025.

Técnica de análisis

La técnica de análisis adoptada en la investigación se fundamenta en un proceso de codificación y análisis cualitativo asistido por software especializado, cuyo propósito consiste en organizar, relacionar e interpretar de forma sistemática la información documental recopilada, en el cual el uso de herramientas como ATLAS.ti permite construir una cartografía conceptual que articula categorías centrales, ejes temáticos y relaciones analíticas, con el fin de identificar

patrones, convergencias y tensiones presentes en los marcos normativos, institucionales y técnicos que sustentan la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

En este marco, el uso del software no sustituye el ejercicio interpretativo del investigador, sino que funciona como una herramienta de apoyo para la organización, la sistematización, la trazabilidad y la visualización de relaciones entre categorías, lo que favorece una lectura analítica estructurada de las fuentes documentales y fortalece la transparencia del proceso de codificación y construcción de inferencias.

La codificación se estructura a partir de categorías centrales definidas en coherencia con los objetivos de la investigación y con el marco teórico analítico, entre las cuales se incluyen la acreditación de laboratorios, la capacidad institucional, la infraestructura de la calidad, la vigilancia sanitaria, la equidad territorial, la gobernanza del agua y el derecho humano al agua, las cuales operan como nodos analíticos para organizar la información y orientar el análisis interpretativo de las fuentes documentales.

El análisis incorpora ejes temáticos transversales que permiten examinar la interacción entre las categorías centrales, dentro de los cuales se destacan la relación entre acreditación y confiabilidad de los resultados analíticos, la articulación entre marco normativo y capacidad de implementación, las desigualdades territoriales en el acceso a capacidades analíticas, la heterogeneidad del riesgo sanitario y la limitada visibilidad de la inversión en infraestructura de la calidad, lo que facilita un abordaje integral del fenómeno desde una perspectiva de política pública.

El proceso analítico incluye la identificación de relaciones entre categorías con el propósito de construir explicaciones interpretativas sobre el funcionamiento del sistema de vigilancia, lo que permite examinar la asociación entre la presencia de laboratorios acreditados y

los niveles de confiabilidad de la información sanitaria, así como el efecto de las limitaciones institucionales en territorios rurales y dispersos sobre la producción de datos para la toma de decisiones en salud pública, sin establecer causalidades experimentales, pero con la formulación de inferencias sustentadas en la coherencia de la evidencia documental.

En este marco, la codificación se asume como un proceso analítico orientado a la construcción de sentido a partir de la información disponible, en el cual la articulación entre categorías, ejes temáticos y relaciones analíticas permite profundizar en la comprensión de las dinámicas de gobernanza del agua y del papel de la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública, lo que garantiza la coherencia entre el análisis de los datos, los objetivos del estudio y el enfoque metodológico definido.

Plan de análisis de datos

El plan de análisis de datos se estructura en tres momentos analíticos interdependientes que corresponden directamente con los objetivos específicos del estudio y con la organización del documento y permite articular de manera coherente el análisis documental con la interpretación de los resultados.

Momento 1 - Configuración del sistema. Se aborda la configuración del sistema mediante el examen de la evolución normativa, la infraestructura de la calidad y los arreglos de gobernanza, con el propósito de identificar la forma en que la acreditación se consolida como instrumento de regulación técnica indirecta y como componente estructural de la vigilancia sanitaria.

Momento 2 - Relación acreditación, capacidad y resultados. Se orienta a la relación entre acreditación, capacidad analítica y resultados, a partir del análisis de la disponibilidad de laboratorios acreditados, la confiabilidad de la información utilizada para el cálculo del IRCA y

la legitimidad de la toma de decisiones en la gestión del riesgo sanitario en los territorios seleccionados.

Momento 3 - Barreras estructurales y desigualdades. Se centra en el análisis de las barreras estructurales y las desigualdades territoriales, mediante la identificación de limitaciones técnicas, institucionales, financieras y territoriales que afectan la acreditación y la vigilancia sanitaria, junto con el reconocimiento de vacíos de información y su interpretación desde una perspectiva de gobernanza.

Criterios de rigor metodológico

La investigación privilegia un análisis interpretativo de los marcos normativos, institucionales y de gobernanza que estructuran la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, en coherencia con la naturaleza del problema de investigación, el cual se centra en comprender la forma en que las políticas públicas, los arreglos regulatorios y las capacidades institucionales condicionan la producción de información sanitaria confiable y la garantía del derecho humano al agua.

El rigor metodológico del estudio no se fundamenta en la representatividad estadística ni en la generalización numérica de los resultados, sino en la coherencia interna del diseño, en la consistencia teórica del análisis y en la trazabilidad del proceso interpretativo que articula normas, documentos institucionales, informes técnicos y literatura académica.

Este enfoque permite construir explicaciones contextualizadas sobre el funcionamiento del sistema de vigilancia y sobre el papel de la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública, lo que asegura que las inferencias se sustenten en evidencia documental contrastada y en marcos conceptuales sólidos.

El rigor del análisis se sustenta en criterios de credibilidad, consistencia y trazabilidad interpretativa, los cuales se garantizan mediante la triangulación de fuentes, la coherencia entre marco teórico, categorías analíticas y objetivos de investigación, así como la explicitación de las inferencias construidas a partir de la evidencia revisada.

La decisión de privilegiar un análisis interpretativo condiciona el alcance de los resultados obtenidos, por lo cual los hallazgos no se entienden como demostraciones empíricas de causalidad experimental ni como estimaciones cuantitativas, sino como aportes orientados a la comprensión de las relaciones entre regulación, capacidad institucional y vigilancia sanitaria.

Este enfoque permite identificar patrones estructurales, brechas territoriales y dinámicas de gobernanza que inciden en la efectividad del sistema, sin recurrir a explicaciones lineales ni a modelos de causalidad directa.

El alcance del análisis se encuentra delimitado por la disponibilidad y calidad de la información documental existente, especialmente en lo relacionado con información territorializada de zonas rurales y dispersas, condición que no limita el valor analítico del estudio, sino que se integra como un elemento de reflexión metodológica.

La identificación de vacíos documentales constituye un hallazgo relevante sobre las debilidades del sistema de vigilancia y sobre las asimetrías institucionales que afectan la producción de información para la toma de decisiones en salud pública.

El rigor metodológico se refuerza mediante la explicitación de estas delimitaciones y alcances, lo cual reconoce que la validez del análisis depende de la claridad en los límites interpretativos y de la transparencia en la construcción de inferencias.

En este marco, la investigación aporta elementos teóricos y analíticos para la formulación de políticas públicas y estrategias de fortalecimiento institucional, sin pretender sustituir estudios

empíricos, sino complementar su comprensión desde una perspectiva estructural y de gobernanza.

En consecuencia, el estudio se posiciona como una contribución orientada a comprender las condiciones que posibilitan o limitan la vigilancia equitativa de la calidad del agua para consumo humano, establece un marco de análisis que permite examinar la acreditación de laboratorios como componente estructural de la gobernanza sanitaria y de la garantía del derecho humano al agua.

Consideraciones éticas

La investigación se fundamenta en principios de responsabilidad académica, integridad científica y respeto por la propiedad intelectual, los cuales orientan el uso riguroso de la información, la correcta citación de fuentes y la construcción transparente de los argumentos desarrollados en el estudio.

El análisis se basa exclusivamente en información pública, verificable y de libre acceso, proveniente de documentos normativos, informes técnicos, registros institucionales y literatura académica, lo cual elimina la necesidad de recolección de datos sensibles o confidenciales y garantiza el cumplimiento de estándares éticos en investigación documental.

En coherencia con el diseño metodológico, la investigación no involucra sujetos humanos ni requiere interacción directa con actores institucionales, por lo cual no se generan riesgos asociados a la privacidad, la confidencialidad o el consentimiento informado, lo que delimita su alcance dentro de estudios sin intervención sobre personas.

El estudio privilegia la fidelidad interpretativa de las fuentes analizadas, lo que implica un compromiso con la representación precisa del contenido normativo, técnico e institucional,

para evitar distorsiones, simplificaciones indebidas o uso selectivo de la información que pueda afectar la validez del análisis.

Asimismo, la investigación reconoce el riesgo de sesgos interpretativos propios del análisis cualitativo, por lo cual adopta estrategias orientadas a su control, tales como la triangulación de fuentes, la coherencia entre categorías analíticas y objetivos de investigación, y la explicitación de los criterios utilizados para la construcción de inferencias.

El proceso analítico se desarrolla bajo un enfoque reflexivo que reconoce la posición del investigador frente al objeto de estudio, lo cual implica una vigilancia permanente sobre posibles sesgos ideológicos, institucionales o disciplinares que puedan influir en la interpretación de la información.

En este sentido, la transparencia en la selección de fuentes, en la organización de la información y en la construcción de categorías constituye un elemento central para garantizar la trazabilidad del análisis y la legitimidad de los resultados obtenidos.

El estudio se orienta a la producción de conocimiento útil para la toma de decisiones públicas, el fortalecimiento de la gestión institucional y la comprensión de las condiciones que afectan la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, lo cual implica un compromiso ético con la pertinencia social del conocimiento generado.

En consecuencia, la investigación se inscribe dentro de un enfoque de ética pública que reconoce el valor del análisis académico como insumo para la formulación de políticas, la reducción de desigualdades territoriales y la garantía del derecho humano al agua potable segura en Colombia.

Limitaciones metodológicas del estudio y estrategias de compensación

La investigación reconoce como una de sus principales limitaciones metodológicas la ausencia de fuentes primarias de información, tales como entrevistas a actores institucionales, encuestas a responsables de laboratorios o trabajo de campo en los territorios, situación que responde a las características del diseño metodológico adoptado y a las condiciones propias de un estudio de carácter documental y no experimental.

Esta condición implica que el análisis se fundamenta en información previamente registrada en fuentes normativas, técnicas, institucionales y académicas, sin incorporar testimonios directos ni datos empíricos de primera mano, lo cual define el alcance interpretativo del estudio.

Esta limitación no se interpreta como una debilidad estructural, sino como una condición metodológica asumida de manera consciente, la cual se gestiona mediante estrategias analíticas orientadas a garantizar rigor y profundidad en la interpretación de la información disponible.

En este marco, la investigación adopta la triangulación documental como mecanismo central para compensar la ausencia de fuentes primarias, mediante la integración sistemática de información proveniente de marcos normativos, informes oficiales de vigilancia, estudios académicos y documentos técnicos de organismos especializados.

Esta estrategia permite contrastar enfoques, identificar convergencias y divergencias y reducir el sesgo asociado a la dependencia de una única fuente, lo cual fortalece la consistencia del análisis y la solidez de las inferencias construidas.

Adicionalmente, la investigación incorpora un análisis inferencial de carácter cualitativo orientado a establecer relaciones explicativas entre marcos normativos, capacidades

institucionales y condiciones de operación del sistema de vigilancia, aun en ausencia de datos primarios de campo.

Este análisis se sustenta en la identificación de relaciones plausibles entre capacidad analítica, confiabilidad del dato y gestión del riesgo sanitario, sin recurrir a modelos de causalidad experimental, pero mediante interpretaciones razonadas y coherentes con la evidencia documental revisada.

De igual forma, la ausencia de fuentes primarias se aborda mediante el reconocimiento explícito de vacíos de información identificados durante la aplicación del instrumento de análisis, los cuales se interpretan como hallazgos relevantes del sistema de vigilancia.

La identificación de estas ausencias, especialmente en relación con información territorializada de zonas rurales y dispersas, permite evidenciar debilidades estructurales en la producción de información sanitaria y aporta elementos para el análisis de la equidad territorial y de la capacidad institucional del Estado.

En consecuencia, la estrategia metodológica combina triangulación documental, análisis comparativo y análisis interpretativo e inferencial como mecanismos complementarios que permiten compensar la ausencia de fuentes primarias y fortalecer la coherencia interna del estudio.

Esta articulación metodológica garantiza que los resultados respondan a los objetivos planteados y al enfoque cualitativo adoptado, lo cual permite desarrollar un análisis crítico sobre el papel de la acreditación de laboratorios como instrumento de política pública en la vigilancia de la calidad del agua.

En este sentido, la investigación no pretende sustituir la evidencia empírica de campo, sino aportar un marco explicativo estructural que permita comprender las condiciones

normativas, institucionales y territoriales que inciden en la vigilancia sanitaria, además de ofrecer insumos para futuras investigaciones con enfoques cuantitativos, mixtos o de trabajo de campo.

Por consiguiente, el enfoque metodológico adoptado en esta investigación se inscribe en una perspectiva interpretativa orientada a comprender las relaciones entre acreditación, capacidad analítica y vigilancia sanitaria desde el análisis de fuentes documentales, normativas e institucionales, lo que implica que el objetivo del estudio no consiste en establecer relaciones de causalidad directa entre variables, sino en identificar patrones, tensiones estructurales y vínculos explicativos que permitan comprender cómo se configura la producción de información sanitaria en contextos territoriales diferenciados.

Desde esta perspectiva, el análisis desarrollado se fundamenta en una lógica de inferencia analítica que articula evidencia empírica, marcos normativos y referentes conceptuales para construir interpretaciones robustas sobre el funcionamiento del sistema de vigilancia, reconociendo que indicadores como el IRCA no solo reflejan condiciones de calidad del agua, sino también la capacidad institucional para producir, validar y utilizar información confiable en la gestión del riesgo sanitario.

En este sentido, se reconoce como limitación inherente del enfoque la imposibilidad de establecer relaciones causales directas entre acreditación y mejora de la calidad del agua o de los resultados sanitarios, dado que estos fenómenos dependen de múltiples factores técnicos, operativos e institucionales, no obstante, esta limitación no invalida el análisis, sino que delimita su alcance al ámbito de la explicación estructural e interpretativa, permitiendo aportar comprensión sobre las condiciones que favorecen o restringen la confiabilidad del dato y la efectividad de la acción estatal en la vigilancia sanitaria.

Configuración del sistema: evolución normativa, infraestructura de la calidad y gobernanza

El presente capítulo desarrolla el primer objetivo específico de la investigación, orientado a caracterizar la evolución normativa y programática de la acreditación de laboratorios en Colombia durante el periodo 2007–2025, en el marco de su función como instrumento de regulación técnica dentro de la política pública de vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano, por lo cual el análisis no se limita a describir normas, sino a comprender cómo estas disposiciones configuran un sistema basado en la producción de información analítica confiable para la gestión del riesgo sanitario.

Desde esta perspectiva, el capítulo se organiza en seis movimientos analíticos que permiten reconstruir la forma en que el sistema de vigilancia se configura, se transforma y se territorializa en torno a la producción de información técnica, con el fin de explicar la relación entre regulación, capacidad analítica y toma de decisiones en salud pública.

En el primer movimiento se examina la evolución normativa y la sofisticación del sistema de vigilancia de la calidad del agua, con el propósito de identificar el tránsito desde disposiciones sanitarias generales hacia un modelo regulatorio estructurado, preventivo y sustentado en evidencia técnica; seguidamente, en el segundo movimiento se analiza la vigilancia sanitaria del agua como sistema de gestión del riesgo, lo cual permite explicar la transformación del dato analítico desde un insumo de control hacia un elemento central en la evaluación del riesgo y en la intervención estatal.

En el tercer movimiento se aborda la infraestructura de la calidad y su articulación en la vigilancia del agua, con el fin de identificar la función de la normalización, la metrología y la acreditación como base técnica que hace operativa la regulación sanitaria; luego, en el cuarto

movimiento se examina la acreditación como mecanismo de regulación técnica indirecta, con énfasis en la forma en que el Estado delega la validación del cumplimiento sanitario en organismos técnicamente competentes y en la manera en que esta delegación se relaciona con la confiabilidad del dato y la legitimidad de la decisión pública.

En el quinto movimiento se incorpora el análisis de la gobernanza del agua y del papel de la acreditación como instrumento de política pública, con el propósito de evidenciar que la efectividad del sistema depende de la articulación entre capacidades técnicas, instituciones, flujos de información y condiciones territoriales de implementación; finalmente, en el sexto movimiento se desarrolla un análisis comparativo internacional como contraste conceptual, orientado a identificar principios de gobernanza, arreglos institucionales y formas de integración entre vigilancia y competencia técnica que permitan ubicar el caso colombiano en un marco analítico más amplio.

Evolución normativa y sofisticación del sistema de vigilancia de la calidad del agua

En coherencia con la estructura analítica del capítulo, el examen del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia inicia con el análisis de su evolución normativa, a través de la cual se configuran actores, instrumentos y condiciones para la producción de información sanitaria, por lo que su desarrollo corresponde a un proceso progresivo de estructuración institucional que transita hacia un modelo técnico sustentado en evidencia analítica para la gestión del riesgo.

En este contexto, la Ley 9 de 1979 estableció los principios rectores de la acción sanitaria estatal al definir funciones de regulación, inspección, vigilancia y control sobre factores ambientales que afectan la salud, entre ellos el agua para consumo humano (Congreso de la República, 1979), aunque no desarrolló un sistema técnico de vigilancia ni mecanismos

estandarizados de análisis, lo que generó una implementación heterogénea condicionada por las capacidades territoriales.

De manera específica, la ley facultó al Ministerio de Salud para establecer características deseables y admisibles del agua para control sanitario, con el reconocimiento de la necesidad de parámetros técnicos orientados a la prevención de enfermedades y a la protección de la salud colectiva, sin precisar procedimientos operativos ni esquemas sistemáticos de evaluación del riesgo (Congreso de la República, 1979).

En consecuencia, la Ley 9 de 1979 constituyó un soporte jurídico inicial centrado en la asignación de competencias y responsabilidades generales, lo que trasladó a desarrollos posteriores la estructuración de instrumentos técnicos, metodologías analíticas y arreglos institucionales específicos para la vigilancia de la calidad del agua.

Posteriormente, el Decreto 2105 de 1983 y el Decreto 475 de 1998 introdujeron criterios técnicos relacionados con parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, aunque mantuvieron un enfoque centrado en el cumplimiento de estándares y una débil articulación del sistema de vigilancia (Presidencia de la República de Colombia, 1983, 1998).

El tránsito hacia un modelo integral se consolidó con el Decreto 1575 de 2007, el cual definió como objeto del sistema el monitoreo, la prevención y el control de riesgos para la salud asociados al consumo de agua, con aplicación a prestadores, autoridades sanitarias y usuarios en todo el territorio nacional (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Este decreto introdujo una concepción sistémica de la vigilancia al definir un conjunto articulado de actores, instrumentos, procesos y recursos orientados a garantizar la calidad del

agua, lo que transformó la vigilancia en un proceso permanente y preventivo sustentado en información técnica para la gestión del riesgo sanitario.

Asimismo, el Decreto 1575 de 2007 precisó la distribución de responsabilidades entre prestadores, autoridades territoriales y nivel nacional, fortaleciendo la gobernanza del sistema al definir “el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo” (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Desde una perspectiva conceptual, el decreto incorporó una visión articulada de los actores y componentes del sistema al establecer que este corresponde a “el conjunto de responsables, instrumentos, procesos, medidas de seguridad, recursos, características y criterios organizados entre sí para garantizar la calidad de agua para consumo humano” (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Esta integración permitió superar la fragmentación previa y consolidar una arquitectura regulatoria que articula control operacional, vigilancia sanitaria y soporte analítico de laboratorio bajo criterios técnicos comunes.

De igual forma, el Decreto 1575 de 2007 orientó el sistema hacia resultados verificables al vincular la organización institucional con la producción de información técnica confiable, fortaleciendo así la capacidad estatal para evaluar el riesgo sanitario y adoptar decisiones basadas en evidencia.

En este marco, la vigilancia sanitaria se definió como “el conjunto de acciones periódicas realizadas por la autoridad sanitaria o por las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para el consumo humano” con el propósito de “comprobar y evaluar el riesgo que

representa a la salud pública la calidad del agua distribuida” (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

De esta manera, el decreto desplazó una visión centrada exclusivamente en el cumplimiento normativo hacia un enfoque analítico sustentado en la identificación y priorización de riesgos sanitarios.

De manera complementaria, el decreto incorporó la evaluación de Buenas Prácticas Sanitarias, definidas como “los principios básicos y prácticas operativas generales de higiene para el suministro y distribución del agua para consumo humano” (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

En este contexto, la vigilancia se configuró como un proceso articulado que integra inspección, muestreo y análisis de laboratorio, permitiendo interpretar los resultados en función de las condiciones reales de operación de los sistemas de acueducto.

En cuanto a estándares técnicos, el Decreto 1575 de 2007 estableció la necesidad de regular “las características físicas, químicas y microbiológicas, que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana” (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007), reconociendo así la importancia de una regulación técnica específica y actualizable para la protección de la salud pública.

En cuanto a estándares técnicos, el Decreto 1575 de 2007 estableció que las características físicas, químicas y microbiológicas del agua serían definidas mediante actos administrativos posteriores, con el reconocimiento de la necesidad de una regulación técnica específica y actualizable (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Este mandato se materializó con la Resolución 2115 de 2007, la cual definió parámetros técnicos, métodos de análisis, frecuencias de muestreo y responsabilidades diferenciadas para control y vigilancia, con lo cual consolidó un estándar nacional uniforme (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de la Protección Social, 2007).

La resolución permitió armonizar la actuación de prestadores, autoridades sanitarias y laboratorios al establecer criterios técnicos obligatorios, lo que fortaleció la comparabilidad de resultados y la consistencia de las decisiones sanitarias en el territorio nacional.

Asimismo, la Resolución 2115 de 2007 definió el análisis microbiológico del agua como un conjunto de procedimientos orientados a identificar microorganismos, con el reconocimiento de su papel central en la evaluación de riesgos sanitarios (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de la Protección Social, 2007).

De manera complementaria, la norma estableció un conjunto de análisis básicos obligatorios que incluye variables fisicoquímicas y microbiológicas como turbiedad, pH, cloro residual, coliformes y *Escherichia coli*, lo que configuró un núcleo analítico homogéneo a nivel nacional (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de la Protección Social, 2007).

Esta estandarización redujo la variabilidad metodológica y fortaleció la comparabilidad de resultados entre territorios, lo que consolidó un lenguaje técnico común en el sistema de vigilancia; a su vez, la resolución incorporó el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano IRCA como instrumento normativo para traducir resultados analíticos en decisiones sanitarias mediante la asignación de puntajes de riesgo a cada característica evaluada (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de la Protección Social, 2007).

El IRCA se estructuró mediante fórmulas que integran los resultados analíticos en un valor único representativo del riesgo sanitario, lo que garantiza uniformidad en la interpretación de los datos a nivel nacional y permitió priorizar acciones de vigilancia y control en función del nivel de riesgo, lo que consolidó un enfoque preventivo orientado a la gestión sanitaria basada en evidencia.

Asimismo, la Resolución 2115 de 2007 fortaleció la gobernanza de la información al establecer la obligación de reportar el IRCA al sistema SIVICAP del Instituto Nacional de Salud, lo que consolidó un flujo institucional de datos y garantizó trazabilidad y comparabilidad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de la Protección Social, 2007).

Este circuito institucional permitió centralizar la información y fortalecer el seguimiento de la calidad del agua a nivel territorial y nacional, lo que consolidó el dato analítico como un componente estratégico del sistema de vigilancia.

De manera complementaria, el Decreto 1575 de 2007 estableció obligaciones orientadas al fortalecimiento técnico y documental de los laboratorios responsables del análisis de agua para consumo humano, lo que contribuyó a mejorar la trazabilidad y la confiabilidad de la información utilizada en la vigilancia sanitaria. En este sentido, el artículo 27 dispuso que:

(...), el Ministerio de la Protección Social autorizará anualmente a los laboratorios que pueden realizar los análisis físicos, químicos o microbiológicos al agua para consumo humano, tanto para control como para vigilancia y diagnóstico general, los cuales deben cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos:

1. Infraestructura, dotación, equipos y elementos de laboratorio necesarios para realizar los análisis.

2. Personal competente en esta actividad.
3. Participar en el Programa Interlaboratorio de Control de Calidad del Agua Potable, Piccap, que lidera el Instituto Nacional de Salud cuya inscripción es anual.
4. Tener implementado un Sistema de Gestión de la Calidad y Acreditación por Pruebas de Ensayo ante entidades nacionales o internacionales que otorguen dicho reconocimiento. Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007, art. 27

En consecuencia, la evolución normativa evidencia una creciente centralidad del componente analítico dentro del sistema de vigilancia, lo que se refleja en la regulación de los laboratorios autorizados para realizar análisis de calidad del agua.

En este sentido, resoluciones como la 5554 de 2010, la 4353 de 2013 y la 1615 de 2015 muestran una fase de expansión del sistema mediante el aumento de laboratorios habilitados (Ministerio de la Protección Social, 2010; Ministerio de Salud y Protección Social, 2013, 2015).

No obstante, esta tendencia se modifica con la Resolución 2625 de 2019 y normas posteriores, en las cuales se observa una reducción del número de laboratorios autorizados, situación asociada al aumento de exigencias técnicas y de aseguramiento de la calidad (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019, 2022, 2024, 2025).

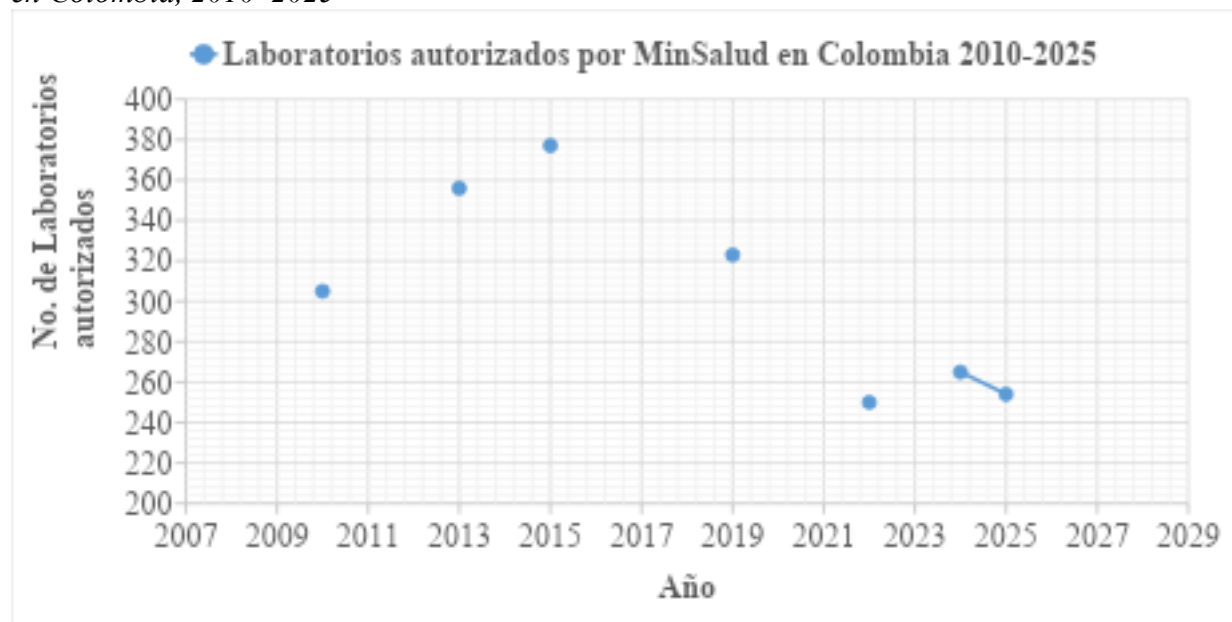
Este cambio evidencia una transformación en la lógica regulatoria que transita desde un enfoque de cobertura hacia un modelo centrado en la cualificación de la capacidad analítica.

En este contexto, la actualización de los listados de laboratorios se configura como un mecanismo regulatorio que define condiciones técnicas de participación en el sistema, lo que refuerza la dependencia frente a la calidad del dato y la competencia técnica instalada.

En consecuencia, el análisis de la evolución de los laboratorios autorizados permite comprender la forma en que el sistema ajusta sus condiciones técnicas de operación a lo largo del tiempo, lo que se presenta en la Figura 1 correspondiente al periodo 2010–2025.

Figura 1.

Evolución del número de laboratorios autorizados para análisis de agua para consumo humano en Colombia, 2010–2025



Como se observa en la Figura 1, la evolución del número de laboratorios autorizados no responde a una tendencia lineal de crecimiento sostenido, sino a una trayectoria marcada por dos momentos diferenciados, uno de expansión entre 2010 y 2015 y otro de reducción progresiva a partir de 2019, lo cual sugiere que el fortalecimiento del sistema no depende exclusivamente del aumento en la cantidad de laboratorios autorizados, sino de la transformación de las condiciones técnicas exigidas para su permanencia dentro del esquema regulatorio.

Desde esta perspectiva, la disminución en el número de laboratorios autorizados no puede interpretarse de manera automática como una pérdida de capacidad institucional del Estado, dado que una lectura exclusivamente cuantitativa invisibiliza que dicho descenso coincide con un proceso de fortalecimiento normativo y técnico del sistema, en el cual se incorporan mayores

exigencias asociadas al aseguramiento de la calidad, la validación de métodos, la competencia del personal, la trazabilidad de las mediciones y la adopción de sistemas de gestión más robustos.

En este sentido, la reducción observada puede entenderse como un proceso de depuración técnica del sistema, en el cual la permanencia deja de depender únicamente de la autorización administrativa y pasa a estar condicionada por la capacidad efectiva de los laboratorios para producir resultados confiables y verificables dentro del marco de la vigilancia sanitaria.

Este proceso de cualificación encuentra un punto de inflexión normativo relevante en la Resolución 1619 de 2015, mediante la cual el Ministerio de Salud y Protección Social fortaleció el Sistema de Gestión de la Red Nacional de Laboratorios e incorporó estándares de calidad orientados a la vigilancia en salud pública y a la gestión de calidad.

Al respecto, la Resolución 1619 de 2015 estableció que “los estándares de calidad en salud pública, procesos y procedimientos de autorización de laboratorios que se incorporen a la Red Nacional de Laboratorios como prestadores de servicios de laboratorio de interés en salud pública” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015), lo que evidenció una mayor exigencia institucional en relación con aseguramiento de la calidad, estandarización de procedimientos y verificación de competencia técnica.

Dichas exigencias aproximan el funcionamiento de los laboratorios autorizados a los principios establecidos en estándares internacionales como la ISO/IEC 17025, aun cuando la acreditación no se exija formalmente en todos los casos, lo cual permite advertir una convergencia progresiva entre autorización administrativa y cualificación técnica.

En este contexto, la autorización deja de ser un trámite predominantemente administrativo para convertirse en un mecanismo regulatorio con contenido técnico sustantivo, dentro del cual el cumplimiento de requisitos documentales y operativos como la validación de

métodos, la participación en ensayos de aptitud, el control de calidad interno, la calibración de equipos y la trazabilidad metrológica adquiere un papel determinante en la permanencia de los laboratorios dentro del sistema.

Esto implica que aquellos laboratorios que no logran ajustarse a estas condiciones tienden a salir del esquema de autorización, no como resultado de una decisión discrecional del regulador, sino por la imposibilidad de cumplir con los nuevos umbrales de calidad exigidos por el sistema.

De este modo, la reducción en el número de laboratorios autorizados puede interpretarse como un efecto esperable de la transición hacia un modelo de vigilancia sanitaria basado en evidencia confiable, en el cual el énfasis se desplaza desde la cobertura institucional hacia la calidad técnica de la información producida.

En consecuencia, el sistema no necesariamente pierde capacidad en términos formales, sino que redefine dicha capacidad en función de la confiabilidad del dato, lo cual introduce una lógica selectiva en la que la participación se encuentra condicionada por la competencia técnica efectiva.

En términos analíticos, esta transformación evidencia que la regulación sanitaria del agua ha evolucionado desde un enfoque habilitante hacia un enfoque cualificador, en el cual la función del Estado no se limita a autorizar actores, sino que establece condiciones técnicas crecientemente exigentes para garantizar que los resultados analíticos utilizados en la evaluación del riesgo sanitario sean comparables, trazables y técnicamente defendibles.

Esta transformación refuerza la centralidad del dato como insumo estructural para la toma de decisiones en salud pública y prepara el terreno para comprender la posterior consolidación de la acreditación como mecanismo de regulación técnica indirecta.

Ahora bien, esta lectura exige una precisión analítica fundamental, puesto que el número de laboratorios autorizados no equivale necesariamente al número de laboratorios acreditados, dado que la autorización constituye un reconocimiento administrativo que habilita la participación formal en el sistema de vigilancia, mientras la acreditación implica la demostración verificable de competencia técnica bajo estándares internacionales como la ISO/IEC 17025.

Esta diferencia introduce una distinción sustancial en términos de confiabilidad, comparabilidad, trazabilidad y legitimidad del dato analítico, lo cual significa que la capacidad técnica efectiva del sistema puede ser considerablemente menor a la que sugiere el volumen de laboratorios autorizados, tal como ya se ha advertido en estudios previos sobre el tema (Guizao, 2022).

En consecuencia, la Figura 1 no debe leerse únicamente como una representación del aumento o disminución del número de laboratorios a lo largo del tiempo, sino como un indicador indirecto del proceso mediante el cual el sistema de vigilancia de la calidad del agua ha concentrado progresivamente su operatividad en capacidades analíticas cada vez más exigentes.

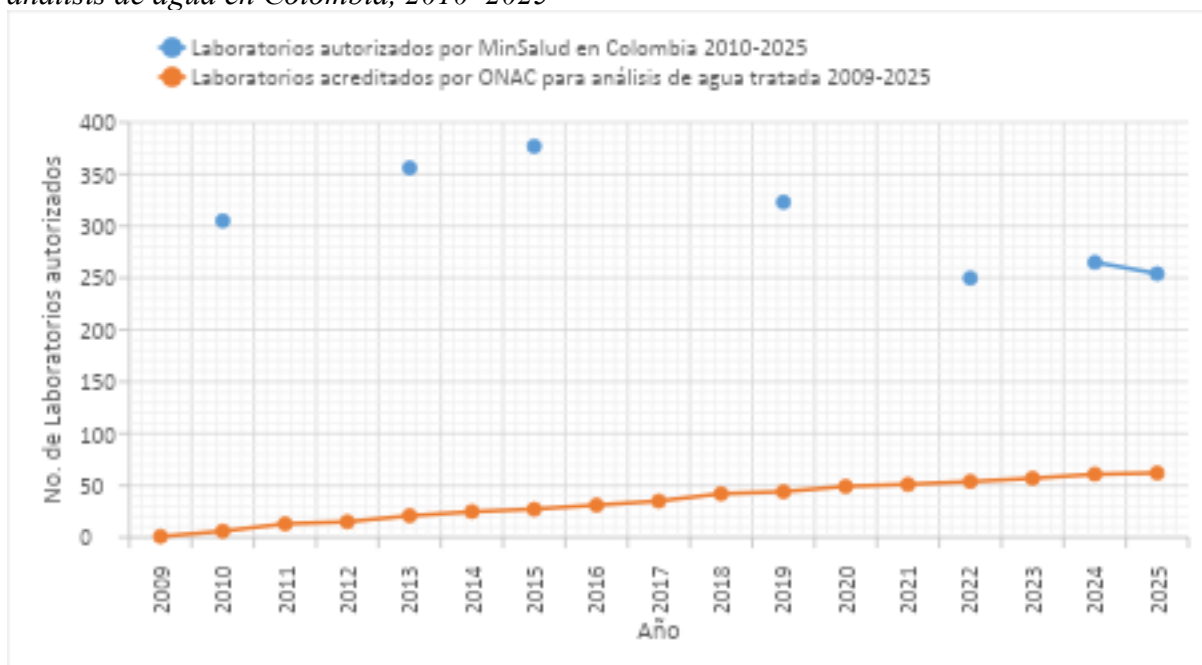
En este sentido, la evolución observada refleja una transformación en la lógica del sistema, en la cual la regulación sanitaria deja de apoyarse principalmente en la existencia de estructuras formales de control y pasa a depender de manera creciente de la calidad técnica de los actores que producen la evidencia analítica.

Esta reconfiguración no solo refuerza la centralidad del dato como insumo estructural de la gestión del riesgo, sino que también permite anticipar elementos clave del análisis posterior, entre ellos la consolidación de la acreditación como mecanismo de regulación técnica indirecta y la aparición de efectos diferenciados en territorios con capacidades institucionales desiguales.

En efecto, estas dinámicas pueden apreciarse con mayor claridad en la Figura 2, en la cual se contrasta la evolución de los laboratorios autorizados con la trayectoria de los laboratorios acreditados para análisis de agua en el país, con lo cual se evidencia la brecha existente entre cobertura institucional y capacidad técnica efectiva.

Figura 2.

Relación entre la autorización administrativa y la acreditación técnica de laboratorios para análisis de agua en Colombia, 2010–2025



De esta manera, la Figura 2 permite advertir que la expansión administrativa de laboratorios habilitados no se acompaña de un crecimiento equivalente en la acreditación técnica, lo cual confirma que autorización y acreditación responden a lógicas distintas dentro del sistema, dado que la primera amplía la participación institucional mientras la segunda actúa como filtro de competencia técnica y como criterio exigente de confiabilidad del dato.

Esta diferencia evidencia una brecha estructural entre cobertura institucional y capacidad analítica efectiva, la cual refuerza la idea de que la regulación sanitaria colombiana ha evolucionado hacia un sistema dependiente de la calidad de la información analítica y no únicamente de la existencia de infraestructura institucional básica.

De este modo, la evolución normativa del sistema de vigilancia de la calidad del agua muestra que la regulación sanitaria deja de centrarse en la definición de parámetros y se orienta hacia el aseguramiento de las condiciones técnicas bajo las cuales se produce la información.

En consecuencia, la confiabilidad del dato deja de constituir un atributo técnico aislado y pasa a configurarse como una condición estructural de la acción estatal, lo cual redefine la forma en que se ejerce la regulación sanitaria y se gestiona el riesgo en el territorio.

Esta transformación introduce nuevas tensiones en contextos territoriales con capacidades institucionales y analíticas desiguales, dado que la exigencia normativa no se traduce de manera uniforme en condiciones efectivas de operación del sistema.

En este sentido, la transformación normativa no produce efectos homogéneos en el territorio nacional, puesto que la posibilidad de operar un sistema de vigilancia basado en información confiable depende de la existencia de capacidades analíticas, institucionales y organizacionales que no se distribuyen de manera equivalente.

En esa medida, territorios como Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira presentan condiciones más favorables para la implementación del modelo regulatorio, debido a la concentración de laboratorios, capacidades técnicas y estructuras institucionales de soporte.

En contraste, en otros contextos territoriales la misma exigencia normativa encuentra limitaciones operativas que afectan la producción de información y la gestión del riesgo sanitario, lo cual refuerza la relación entre capacidad instalada y efectividad de la vigilancia.

Vigilancia sanitaria del agua como sistema de gestión del riesgo

En continuidad con el análisis de la evolución normativa, resulta necesario examinar la forma en que estas transformaciones se traducen en la configuración operativa de la vigilancia sanitaria, la cual transita desde esquemas centrados en la verificación de parámetros hacia un

modelo estructurado de gestión del riesgo, en el que la información técnica deja de ser un resultado accesorio y se convierte en el insumo central de la acción sanitaria, lo que implica que la vigilancia no se limita al cumplimiento normativo, sino que opera como un proceso orientado a anticipar, identificar y gestionar condiciones que puedan comprometer la salud de la población.

Este cambio de enfoque encuentra sustento en las orientaciones de la Organización Mundial de la Salud, las cuales establecen que la seguridad del agua potable depende de la gestión integral del sistema de abastecimiento y no únicamente del control en el punto de consumo, al señalar que “la seguridad del agua potable se logra mediante un enfoque de gestión del riesgo que abarca todo el sistema de abastecimiento, desde la fuente hasta el consumidor” (World Health Organization, 2022), lo que implica la incorporación de mecanismos de monitoreo, evaluación y respuesta que permitan intervenir de manera oportuna sobre los factores que generan riesgo sanitario.

Desde esta perspectiva, la vigilancia sanitaria adquiere un carácter analítico en el cual los resultados de laboratorio se interpretan en función de su significado sanitario y no como valores aislados, lo que posiciona el dato técnico como un elemento que reduce la incertidumbre en la toma de decisiones y desplaza la relevancia desde la generación de información hacia su confiabilidad, comparabilidad y trazabilidad dentro del sistema.

En el contexto colombiano, este enfoque se materializa en el Decreto 1575 de 2007, que define la vigilancia como una actividad orientada a “comprobar y evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua distribuida” (Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007), lo que introduce una transformación conceptual al ubicar el análisis del riesgo como eje estructurante del sistema y superar modelos centrados exclusivamente en el control sanitario.

Desde esta lógica, la vigilancia se organiza como un sistema integrado que articula inspección sanitaria, muestreo y análisis de laboratorio, lo que permite interpretar los resultados en función de las condiciones operativas de los sistemas de abastecimiento y fortalece la capacidad institucional para intervenir sobre las causas del riesgo más allá de la identificación de incumplimientos.

En este entramado, el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano IRCA opera como el principal instrumento de traducción del dato analítico en decisiones sanitarias, mediante la asignación de puntajes de riesgo a los parámetros que incumplen los valores máximos aceptables (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de la Protección Social, 2007), lo que permite consolidar múltiples variables en un indicador único que facilita la interpretación del riesgo y la priorización de acciones de control.

El funcionamiento del IRCA no puede comprenderse de manera aislada de la calidad de los datos que lo alimentan, por lo cual la validez del índice depende de la confiabilidad de los resultados de laboratorio y establece un vínculo estructural entre capacidad analítica, evaluación del riesgo y toma de decisiones, en el cual el indicador refleja tanto la condición sanitaria del agua como las capacidades técnicas e institucionales que permiten su medición.

De esta forma, la vigilancia sanitaria se configura como un sistema de gestión del riesgo basado en evidencia, en el que la relación entre dato, riesgo y decisión depende de la capacidad del Estado para producir información confiable y utilizarla de manera oportuna, de modo que las fallas en la calidad del dato o en su interpretación pueden traducirse en decisiones sanitarias inadecuadas que afectan la efectividad de la gestión del riesgo y la protección de la salud pública.

En este escenario, la aplicación uniforme de instrumentos como el IRCA en contextos territoriales desiguales introduce tensiones relevantes, dado que la interpretación del riesgo depende de capacidades analíticas que no se distribuyen de manera homogénea, por lo cual las diferencias en infraestructura, talento humano y acceso a servicios de laboratorio inciden directamente en la producción y uso de la información sanitaria y condicionan la oportunidad de la intervención y la equidad en la vigilancia.

Infraestructura de la calidad y su articulación en la vigilancia de la calidad del agua

A partir de la comprensión de la vigilancia sanitaria como un sistema de gestión del riesgo basado en evidencia, resulta necesario examinar las condiciones técnicas que permiten la producción de dicha evidencia, lo que conduce al análisis de la infraestructura de la calidad como soporte operativo del sistema, entendida como un entramado de instituciones, normas, capacidades técnicas y mecanismos de evaluación que garantizan la confiabilidad de los procesos de medición y verificación y que responden tanto a exigencias técnicas como a la necesidad estatal de sustentar decisiones regulatorias sobre bases objetivas y comparables.

En este marco, la infraestructura de la calidad no puede entenderse únicamente como un soporte técnico de la regulación, sino como una arquitectura que organiza la producción de verdad técnica dentro del sistema de vigilancia, en tanto define quién puede medir, bajo qué condiciones se validan los resultados y qué información se reconoce como legítima para la toma de decisiones públicas, lo que configura un espacio de poder técnico en el cual la capacidad de producir datos confiables se convierte en un elemento determinante para la gestión del riesgo sanitario.

Desde una perspectiva internacional, la infraestructura de la calidad se comprende como la integración de metrología, normalización y acreditación, componentes que, de acuerdo con el

Índice Global de Infraestructura de la Calidad, permiten “apoyar la calidad, seguridad y consideraciones ambientales de productos, servicios y procesos” (ONAC, 2020, p. 5), fortaleciendo así la capacidad de los Estados para sustentar decisiones regulatorias y técnicas sobre información confiable y comparable.

En el caso colombiano, el análisis del GQII evidencia que la infraestructura de la calidad se estructura a partir de metrología, normalización, acreditación y evaluación de la conformidad dentro de una lógica de política pública orientada a la calidad y la competitividad (ONAC, 2020), aunque su desarrollo no es homogéneo, lo que introduce tensiones en la implementación territorial de la regulación.

En primer lugar, la normalización establece marcos técnicos que orientan la producción de resultados analíticos al definir criterios comunes que garantizan la comparabilidad de los datos, condición fundamental en la vigilancia de la calidad del agua, donde la consistencia de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos permite interpretar el riesgo sanitario (ONAC, 2024).

En segundo lugar, la metrología garantiza la validez de las mediciones mediante la trazabilidad a patrones reconocidos internacionalmente, lo que permite asegurar la comparabilidad de resultados entre laboratorios y reducir la incertidumbre asociada a la medición, con lo cual se fortalece la confiabilidad del dato (ONAC, 2024), y en el contexto colombiano el Instituto Nacional de Metrología ha desarrollado capacidades en diversas disciplinas y ha participado en comparaciones internacionales que permiten verificar la equivalencia de las mediciones, lo que constituye un elemento clave para la credibilidad del sistema.

En tercer lugar, la acreditación actúa como mecanismo que vincula normalización y metrología con la operación real del sistema, al certificar la competencia técnica de los laboratorios y validar la confiabilidad de los resultados producidos, lo que la convierte en una herramienta central de regulación técnica indirecta, en la cual el Estado no ejerce control exclusivamente mediante inspección directa, sino que delega en laboratorios acreditados la validación técnica de la calidad del agua y desplaza el centro de la regulación hacia la confiabilidad del dato analítico como soporte de la acción pública (ONAC, 2020).

En este sentido, la acreditación permite generar confianza en el mercado, el gobierno y la sociedad sobre la correcta ejecución de las actividades de evaluación de la conformidad (ONAC, 2020), lo que permite comprender que la articulación entre normalización, metrología y acreditación transforma la regulación sanitaria en un sistema operativo en el cual la norma define requisitos, la metrología asegura la validez de las mediciones y la acreditación garantiza la competencia técnica de quienes producen los datos.

En el ámbito de la vigilancia de la calidad del agua, esta interacción adquiere una relevancia particular, dado que el sistema depende de la generación de datos comparables en el tiempo y entre territorios, lo que implica que la confiabilidad del IRCA no puede comprenderse sin una infraestructura de la calidad que asegure la consistencia de los resultados analíticos y que permita configurar la vigilancia sanitaria como un sistema técnico-institucional sustentado en capacidades específicas para producir, validar e interpretar información confiable.

El desarrollo de la infraestructura de la calidad también muestra una relación con el desempeño institucional y económico, dado que el GQII ha evidenciado correlaciones entre su nivel de desarrollo y variables como crecimiento económico, competitividad y capacidad exportadora (ONAC, 2020), lo que sugiere que su fortalecimiento impacta no solo la calidad

técnica, sino también la capacidad del Estado para intervenir eficazmente en sectores estratégicos como la salud pública.

En este contexto, la vigilancia de la calidad del agua se apoya en una infraestructura de la calidad que permite traducir la regulación en acción, aunque esta capacidad no se distribuye de manera uniforme en el territorio, ya que los análisis disponibles muestran una concentración de capacidades en determinados territorios, lo que implica que la disponibilidad de laboratorios acreditados, servicios metrológicos y acceso a estándares técnicos varía entre regiones.

Esta distribución desigual permite explicar que las brechas territoriales en la vigilancia sanitaria no responden únicamente a diferencias en la calidad del agua, sino a asimetrías en la capacidad de los territorios para producir, validar y sostener información analítica confiable, lo que se traduce en diferencias en la capacidad de observar el riesgo, documentarlo y gestionarlo de manera efectiva.

En el caso del núcleo urbano central analizado en esta investigación, esta relación adquiere una expresión concreta, dado que Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira concentran una mayor disponibilidad de laboratorios, servicios técnicos y capacidades institucionales asociadas a la infraestructura de la calidad, lo que favorece la producción de resultados comparables, la reducción de incertidumbre analítica y una mayor estabilidad en la operación del sistema de vigilancia.

Esta condición permite comprender que la relevancia de estos territorios no radica únicamente en la disponibilidad de información, sino en que permiten observar con mayor claridad la articulación entre normalización, metrología y acreditación en la operación del sistema.

En contraste, territorios con menor desarrollo de la infraestructura de la calidad presentan limitaciones en la producción de información o dependen de capacidades externas, lo que introduce retrasos, inconsistencias o vacíos en la vigilancia y condiciona la forma en que el Estado ejerce su función de vigilancia sanitaria.

De esta manera, la capacidad de medir, comparar y validar resultados se convierte en un factor determinante para la gestión del riesgo, lo que evidencia que la calidad del dato es el resultado de una arquitectura técnica e institucional que puede reproducir o mitigar desigualdades territoriales.

A partir de estos elementos, es posible identificar que la vigilancia de la calidad del agua no opera como un conjunto de disposiciones aisladas, sino como un sistema técnico-institucional articulado en el cual regulación normativa, infraestructura de la calidad y producción de información convergen en la toma de decisiones en salud pública, lo que permite comprender que la relación entre norma, medición y decisión se encuentra mediada por condiciones técnicas e institucionales que determinan la calidad del dato y la efectividad de la intervención sanitaria.

Desde esta perspectiva, es posible identificar una relación explicativa entre disponibilidad de infraestructura de la calidad y capacidad del sistema para gestionar el riesgo sanitario, en la cual la limitada trazabilidad de la inversión en capacidades analíticas restringe la consolidación de información sistemática y dificulta la evaluación del desempeño del sistema, lo que limita la formulación de políticas públicas basadas en evidencia y contribuye a la reproducción de desigualdades territoriales.

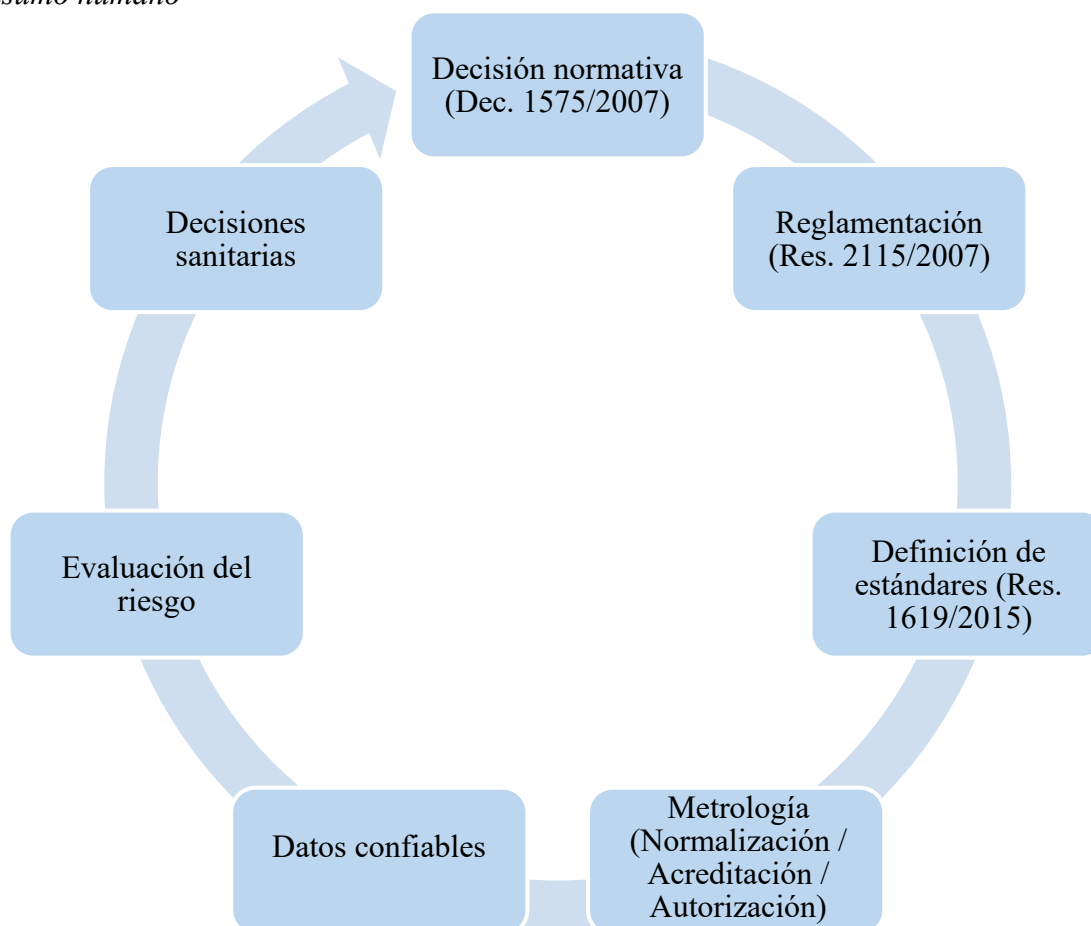
Asimismo, la consolidación de estas capacidades no solo impacta la calidad de la vigilancia en el presente, sino que también determina la sostenibilidad futura del sistema, debido a que la disponibilidad de laboratorios acreditados, personal calificado y mecanismos de

aseguramiento metrológico favorece la continuidad de los procesos de monitoreo, fortalece la confianza en la información producida y mejora la capacidad institucional para anticipar, prevenir y gestionar riesgos sanitarios asociados a la calidad del agua para consumo humano.

En este contexto, la Figura 3 representa la cartografía conceptual del sistema de vigilancia, al sintetizar la relación entre decisión normativa, producción de información analítica y gestión del riesgo sanitario, así como las tensiones que emergen en territorios con capacidades desiguales, lo que permite visualizar la lógica interna del sistema y las condiciones bajo las cuales la regulación se traduce en vigilancia efectiva.

Figura 3.

Modelo analítico del funcionamiento del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano



Como se observa en la Figura 3, el funcionamiento del sistema se estructura a partir de una cadena en la cual la decisión normativa establece exigencias técnicas que requieren mecanismos de verificación como la acreditación, lo cual condiciona la producción de datos analíticos confiables que posteriormente se utilizan en la evaluación del riesgo y en la toma de decisiones sanitarias.

De manera paralela, la aplicación uniforme de estas exigencias en contextos territoriales desiguales genera procesos de exclusión técnica, dado que territorios con menor capacidad institucional, financiera y operativa enfrentan mayores barreras para cumplir con los estándares exigidos.

Esta condición no solo limita el acceso a procesos de acreditación, sino que también obliga a estos territorios a depender de capacidades externas concentradas en los principales centros urbanos.

En consecuencia, se configura una relación estructural de dependencia técnica dentro del sistema de vigilancia, en la cual la producción de información confiable y la gestión del riesgo sanitario se encuentran condicionadas por la distribución desigual de capacidades analíticas en el territorio.

La acreditación como mecanismo de regulación técnica indirecta

En el marco de la infraestructura de la calidad analizada, resulta pertinente profundizar en el papel de la acreditación como mecanismo que operacionaliza la relación entre estándares técnicos y acción regulatoria, lo cual permite comprender su función dentro del sistema de vigilancia, en tanto la acreditación de laboratorios puede interpretarse como un instrumento de política pública mediante el cual el Estado reorganiza el ejercicio de la regulación, establece

estándares técnicos y delega la validación del cumplimiento en organismos especializados cuya competencia ha sido previamente reconocida.

Este modelo configura una forma de regulación técnica indirecta sustentada en la confianza institucional, en la cual el Estado no desaparece de la función de control, sino que transforma su ejercicio al desplazar la verificación directa hacia la validación de la competencia técnica de quienes producen el dato y mantiene la responsabilidad política sobre las decisiones adoptadas a partir de dicha información.

En el caso colombiano, este esquema se formaliza a través del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, al cual se le asigna la función de acreditar la competencia técnica de los organismos de evaluación de la conformidad, tal como lo establece el Decreto 1595 de 2015 incorporado en el Decreto 1074 de 2015, el cual dispone que esta entidad es la encargada de “acreditar la competencia técnica de los organismos de evaluación de la conformidad” (Presidencia de la República de Colombia, 2015).

Este modelo responde a una lógica de eficiencia regulatoria, dado que la complejidad técnica de los procesos de medición y análisis supera la capacidad operativa del Estado para ejercer control directo sobre todos los actores, lo cual permite trasladar la verificación técnica hacia un sistema basado en estándares internacionales en el que la confianza se deposita en la competencia del organismo que produce el dato.

Esta lógica exige la existencia de una infraestructura de la calidad que soporte el sistema, puesto que la delegación regulatoria recae en organizaciones cuya competencia técnica ha sido construida y verificada dentro de un entramado institucional que articula estándares, metrología y acreditación.

Desde esta perspectiva, la acreditación se convierte en un mecanismo que articula la infraestructura de la calidad con la regulación sanitaria, en el cual los estándares técnicos definen los requisitos, la acreditación valida la competencia para cumplirlos y el sistema de vigilancia utiliza los resultados como insumo para la toma de decisiones.

En el ámbito de la calidad del agua para consumo humano, esta lógica adquiere una relevancia particular, dado que la vigilancia sanitaria depende de la interpretación de resultados analíticos que no pueden ser verificados de manera inmediata por la autoridad, lo cual posiciona la acreditación como un mecanismo que reduce la incertidumbre técnica al asegurar condiciones controladas de análisis, métodos validados y personal competente.

En este contexto, la acreditación fortalece la credibilidad de la información utilizada para la gestión del riesgo sanitario y contribuye a la consistencia de las decisiones adoptadas por las autoridades competentes, además incide en la legitimidad de la decisión pública, dado que el uso de datos provenientes de laboratorios acreditados permite sustentar las decisiones en evidencia reconocida como válida y confiable.

En este sentido, la legitimidad no depende únicamente de la autoridad formal del Estado, sino de la calidad de la información que respalda sus actuaciones, lo cual adquiere relevancia en contextos donde las decisiones generan impactos sociales, económicos o políticos.

En consecuencia, la acreditación se inserta dentro de un esquema de gobernanza del agua en el cual la gestión del riesgo sanitario depende de la articulación entre múltiples actores, incluidos organismos de acreditación, laboratorios, prestadores del servicio y autoridades territoriales, además este esquema configura una forma de gobernanza en la cual la producción y validación del dato analítico constituye una responsabilidad compartida entre actores institucionales.

En este marco, el dato acreditado cumple una doble función dentro del sistema de vigilancia, dado que reduce la incertidumbre técnica asociada a la medición y disminuye la incertidumbre política al proporcionar un soporte objetivo para la toma de decisiones, lo cual permite al Estado justificar sus intervenciones frente a prestadores, autoridades territoriales y ciudadanía.

No obstante, este modelo introduce tensiones estructurales asociadas a la distribución desigual de capacidades técnicas certificadas en el territorio, por tanto, la regulación sanitaria se vuelve sensible a la disponibilidad de laboratorios acreditados, lo cual genera escenarios de dependencia en territorios con menor desarrollo institucional.

En estos casos, la validación del cumplimiento sanitario depende de servicios externos concentrados en centros urbanos, lo cual afecta la oportunidad de la vigilancia, la capacidad de respuesta y la autonomía técnica de las autoridades territoriales.

Adicionalmente, la acreditación, al basarse en estándares internacionales como la norma ISO/IEC 17025, puede operar como un mecanismo de selección que limita la participación de laboratorios que no cuentan con los recursos necesarios para cumplir los requisitos exigidos.

Esta condición introduce una barrera de entrada técnica que mejora la calidad de los resultados, pero puede restringir la cobertura del sistema y concentrar la capacidad analítica en núcleos urbanos con mayores niveles de desarrollo, por lo cual se configura un escenario de exclusión técnica en territorios que no cuentan con condiciones institucionales, financieras y operativas para cumplir los estándares exigidos.

En consecuencia, la acreditación se configura como un dispositivo estructural de gobernanza que redefine la forma en que el Estado regula y delega funciones, por tanto,

condiciona la producción de información, la distribución de capacidades técnicas y la legitimidad de las decisiones públicas.

En este contexto, la capacidad de generar datos reconocidos como válidos se convierte en un factor determinante para el ejercicio efectivo de la vigilancia sanitaria en el territorio, de modo que esta forma de delegación regulatoria adquiere una expresión territorial diferenciada, dado que su efectividad depende de la disponibilidad de laboratorios técnicamente competentes en los territorios.

En espacios como Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira, donde existe mayor capacidad analítica, la acreditación opera como soporte sólido de la decisión pública, mientras en territorios con menor desarrollo técnico esta lógica se traduce en dependencia de capacidades externas y en menores niveles de autonomía para la vigilancia sanitaria.

Por esta razón, el análisis de los territorios seleccionados para este estudio resulta metodológicamente pertinente, en tanto permite observar con claridad cómo la disponibilidad de capacidades acreditadas fortalece la función regulatoria del sistema y reduce la dependencia de servicios analíticos externos.

Gobernanza del agua y rol de la acreditación como instrumento de política pública

Como resultado de la articulación entre evolución normativa, gestión del riesgo, infraestructura de la calidad y mecanismos de regulación técnica indirecta, el análisis se sitúa en el plano de la gobernanza del agua, nivel en el cual convergen estos elementos y se materializa la acción estatal, lo que permite comprenderla como un proceso de articulación entre normas, instituciones, capacidades técnicas y mecanismos de control orientados a la protección de la salud pública y al acceso efectivo al agua potable.

En este marco, la vigilancia de la calidad del agua adquiere un carácter estratégico al constituirse en el principal instrumento mediante el cual el Estado identifica riesgos sanitarios y orienta decisiones en los territorios, lo que implica reconocer que su efectividad no depende únicamente de marcos normativos robustos como el Decreto 1575 de 2007, sino de la capacidad del sistema para producir información confiable, oportuna y territorialmente representativa.

Bajo este enfoque, los resultados muestran que la acreditación de laboratorios se posiciona como un elemento estructural dentro de la gobernanza del agua, al actuar como mecanismo de aseguramiento de la calidad analítica que reduce la incertidumbre asociada a los datos utilizados en la vigilancia sanitaria y permite que indicadores como el IRCA reflejen con mayor precisión las condiciones reales de la calidad del agua en los territorios.

De esta forma, la acreditación supera su dimensión técnica y se configura como instrumento de política pública que contribuye a la regulación indirecta del sistema, al establecer criterios objetivos de competencia, estandarización metodológica y trazabilidad de resultados que deben cumplir los laboratorios, lo que permite al Estado delegar funciones críticas bajo condiciones de confianza institucional y fortalecer la legitimidad de las decisiones en salud ambiental.

Sin embargo, la contribución de la acreditación se encuentra condicionada por desigualdades territoriales en la disponibilidad de capacidades técnicas y recursos institucionales, dado que regiones con menor infraestructura de laboratorio y limitado acceso a procesos de acreditación presentan mayores dificultades para garantizar la confiabilidad de los resultados analíticos, lo que se traduce en brechas en la vigilancia sanitaria y en una protección diferenciada de la salud pública.

Desde esta perspectiva, la gobernanza del agua requiere un enfoque integral en el cual la acreditación se articule con políticas orientadas al cierre de brechas territoriales, la formación de talento humano, el fortalecimiento de la infraestructura de la calidad y la coordinación interinstitucional entre niveles de gobierno, con el fin de que la producción de información confiable no dependa de capacidades aisladas sino de un sistema articulado que garantice condiciones homogéneas de vigilancia.

A su vez, la incorporación de la acreditación dentro del sistema contribuye a fortalecer la transparencia y la confianza pública en los resultados reportados por autoridades sanitarias y prestadores del servicio, dado que el uso de estándares internacionales como la ISO/IEC 17025 garantiza la validez técnica de los datos y su comparabilidad en el tiempo y entre territorios, aspecto relevante en contextos donde las decisiones sobre riesgo sanitario tienen implicaciones directas sobre la salud de la población.

En última instancia, los hallazgos permiten afirmar que la acreditación de laboratorios constituye un instrumento clave para el fortalecimiento de la gobernanza del agua en Colombia, al mejorar la calidad de la información, fortalecer la capacidad de respuesta institucional y aumentar la efectividad de la vigilancia sanitaria, aunque su alcance depende de la capacidad del Estado para integrarla dentro de una estrategia amplia orientada a garantizar equidad territorial, sostenibilidad institucional y coherencia entre el diseño normativo y su implementación.

Análisis comparativo internacional como contraste conceptual

Como cierre del recorrido analítico desarrollado en este capítulo, resulta pertinente incorporar un contraste internacional que permita situar el caso colombiano en un marco más amplio de comprensión, no con el propósito de establecer equivalencias directas, sino de identificar patrones, enfoques y arreglos institucionales que aporten elementos interpretativos al

análisis, en el cual la vigilancia de la calidad del agua potable se concibe como una función diferenciada frente al monitoreo operativo de los proveedores y se posiciona como verificación externa de la eficacia de las prácticas de gestión del riesgo a lo largo de la cadena de suministro.

En coherencia con este enfoque, los resultados del análisis muestran que la competencia técnica de los laboratorios se integra como condición estructural del sistema de vigilancia, lo cual se evidencia en la Unión Europea a través de un vínculo normativo entre vigilancia oficial y laboratorios que operan bajo sistemas de gestión de calidad alineados con EN ISO/IEC 17025 según la Directiva (UE) 2020/2184, lo que permite establecer que la acreditación o el cumplimiento equivalente se configura como requisito de legitimidad técnica y comparabilidad del dato para fines de reporte, transparencia pública y toma de decisiones sanitarias.

De forma convergente, el análisis en Oceanía evidencia la incorporación operativa de la acreditación como condición de aceptación regulatoria del resultado analítico, observándose en Australia Occidental la exigencia de acreditación por NATA conforme a ISO/IEC 17025 para el reconocimiento de los análisis por la autoridad sanitaria, y en Nueva Zelanda la obligación de que los proveedores registrados utilicen laboratorios acreditados bajo el esquema definido por Taumata Arowai mediante IANZ, lo que permite identificar una relación estructurada entre vigilancia y acreditación como cadena regulatoria que valida el dato analítico mediante competencia demostrada y mecanismos verificables de control de calidad.

En el mismo sentido, el análisis del Reino Unido evidencia un modelo de acreditación sectorial vinculante para la vigilancia oficial, en el cual el Drinking Water Inspectorate y UKAS establecen que el muestreo, el transporte y el análisis deben encontrarse cubiertos dentro del alcance acreditado bajo la Drinking Water Testing Specification basada en ISO/IEC 17025, lo que permite identificar que la confianza regulatoria se sustenta en la cobertura integral de la

cadena de producción del dato y en la existencia de requisitos explícitos de competencia, consistencia operativa y auditabilidad.

De manera complementaria, el análisis comparativo muestra que la infraestructura internacional de acreditación y reconocimiento mutuo fortalece la utilidad regulatoria del dato analítico, destacándose el papel del ILAC MRA como mecanismo que permite la aceptación transfronteriza de resultados emitidos por organismos acreditados, así como el posicionamiento de ISO/IEC 17025 como estándar para demostrar competencia técnica y validez de resultados, lo que permite comprender la acreditación como un lenguaje técnico común que reduce incertidumbre institucional, aumenta la comparabilidad y respalda decisiones basadas en evidencia.

En relación con antecedentes derivados de crisis sanitarias, el análisis evidencia que el caso Walkerton en Ontario constituye un punto de inflexión en el cual la acreditación ISO/IEC 17025 y la participación obligatoria en pruebas de aptitud se integran como exigencias normativas para laboratorios de agua potable, incorporan una lógica de acreditación vinculada a métodos y parámetros regulados, lo que permite identificar que en determinados contextos la acreditación se institucionaliza como respuesta correctiva y preventiva para evitar fallas sistémicas de vigilancia.

Finalmente, los resultados muestran que, aunque el método comparativo incorpora referentes internacionales relevantes para comprender la articulación entre vigilancia independiente y competencia técnica de los laboratorios, su aplicabilidad directa presenta límites asociados a diferencias contextuales y regulatorias entre jurisdicciones, por lo cual estos referentes se consolidan como un contraste conceptual orientado a identificar principios de

gobernanza y condiciones de implementación de la infraestructura de la calidad sin constituirse en evidencia extrapolable de manera directa al contexto colombiano.

Relación entre acreditación, capacidad y resultados de la vigilancia

El presente capítulo desarrolla el segundo objetivo específico de la investigación, orientado a contrastar la capacidad analítica acreditada con los resultados de la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano, con el propósito de examinar de qué manera la distribución territorial de dicha capacidad, la confiabilidad del dato y el comportamiento de indicadores como el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano IRCA se articulan en la producción de decisiones sanitarias y en la configuración de desigualdades territoriales dentro del sistema.

En este sentido, el análisis no se limita a identificar la cantidad o localización de los laboratorios acreditados, sino que busca comprender cómo la disponibilidad efectiva de capacidades técnicas condiciona la calidad de la información utilizada por el Estado para observar, interpretar y gestionar el riesgo sanitario asociado al consumo de agua.

Desde esta perspectiva, el capítulo se estructura a partir de cinco movimientos analíticos que permiten avanzar desde la caracterización de la capacidad analítica disponible hasta la comprensión de sus implicaciones sobre la vigilancia sanitaria y la gobernanza del riesgo. En un primer momento se examina la distribución territorial de los laboratorios autorizados y acreditados para análisis de agua para consumo humano, con el fin de identificar la localización, concentración y heterogeneidad institucional de la infraestructura analítica formalmente reconocida en el país.

Posteriormente, se aborda la relación entre capacidad analítica acreditada y confiabilidad del dato, con énfasis en la forma como la acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025 introduce condiciones técnicas que fortalecen la validez, comparabilidad, trazabilidad y auditabilidad de los resultados utilizados en la vigilancia.

En un tercer momento, el análisis examina la relación entre acreditación, evolución del IRCA y desigualdades territoriales en la vigilancia de la calidad del agua, a partir del contraste entre la disponibilidad progresiva de capacidades acreditadas, el comportamiento temporal del indicador y las diferencias observadas entre regiones, ámbitos urbanos y territorios rurales o dispersos.

Seguidamente, se incorpora el análisis de la acreditación en su dimensión institucional y política, en lo relativo a su aporte a la legitimidad de la decisión pública en la gestión del riesgo, en la medida en que la autoridad sanitaria no solo requiere competencias normativas para intervenir, sino evidencia técnicamente sustentable que respalde y legitime sus actuaciones frente a prestadores, autoridades territoriales y ciudadanía.

El capítulo cierra con el análisis de los vacíos de información como hallazgo estructural del sistema de vigilancia, al evidenciar que la ausencia, fragmentación o discontinuidad del dato no constituye únicamente una limitación empírica del estudio, sino un síntoma de debilidades persistentes en la arquitectura institucional, técnica y territorial de la vigilancia sanitaria del agua.

Esta condición permite reconocer que la capacidad del sistema para producir información no es homogénea y que incide de manera directa en la forma como se identifican, interpretan y gestionan los riesgos sanitarios en el territorio nacional.

De esta manera, el capítulo demuestra que la relación entre acreditación, capacidad analítica y resultados de la vigilancia no puede entenderse en términos lineales ni exclusivamente técnicos, dado que la confiabilidad del dato, la estabilidad del IRCA y la legitimidad de la decisión pública dependen de la interacción entre factores institucionales, normativos,

territoriales y operativos que distribuyen de manera desigual la capacidad del Estado para producir evidencia y gestionar el riesgo sanitario.

Por tanto, más que un análisis descriptivo de la infraestructura de laboratorio, este capítulo constituye una aproximación a la forma en que la capacidad analítica acreditada se configura como un componente estructural de la vigilancia y como un factor que puede reproducir o mitigar desigualdades territoriales en la protección de la salud pública.

Distribución territorial de laboratorios acreditados y autorizados

Con el propósito de caracterizar la capacidad analítica disponible para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia, se consolidó y analizó una base de datos construida a partir de la información oficial publicada por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (2026), correspondiente a laboratorios con acreditación vigente bajo la norma ISO/IEC 17025 en el periodo comprendido entre 2009 y 2025 para ensayos asociados a agua tratada destinada al consumo humano.

Esta base permitió identificar la localización geográfica, las características institucionales y los alcances técnicos de los laboratorios acreditados, por lo cual se constituye en un insumo empírico central para examinar la distribución territorial de la capacidad analítica formalmente reconocida dentro del sistema de vigilancia sanitaria.

Desde el punto de vista técnico, los laboratorios incluidos corresponden al esquema de Laboratorios de Ensayo LAB acreditados bajo la ISO/IEC 17025, lo que implica que han demostrado competencia técnica para la ejecución de métodos específicos conforme a criterios de imparcialidad, validación de métodos, trazabilidad metrológica, control de calidad y aseguramiento de resultados.

En consecuencia, la acreditación vigente no solo representa un reconocimiento administrativo, sino una certificación formal de la capacidad de estos laboratorios para generar resultados técnicamente válidos y confiables que pueden ser utilizados como soporte en la toma de decisiones dentro de los procesos de control y vigilancia de la calidad del agua.

En términos institucionales, los resultados evidencian que los laboratorios acreditados corresponden a una diversidad de figuras organizacionales que incluyen entidades públicas, empresas de servicios públicos domiciliarios, instituciones académicas y organizaciones privadas, lo que refleja la heterogeneidad del entramado institucional que soporta la infraestructura analítica del país.

No obstante, todos los laboratorios comparten un marco común de referencia técnica definido por la aplicación de la ISO/IEC 17025, lo cual permite garantizar, en términos formales, la comparabilidad, consistencia y trazabilidad de los resultados analíticos generados dentro del sistema.

El análisis también permitió establecer que la acreditación se encuentra asociada a alcances técnicos específicos y a métodos de ensayo definidos, lo que implica que la competencia reconocida no es general, sino limitada a determinaciones previamente evaluadas.

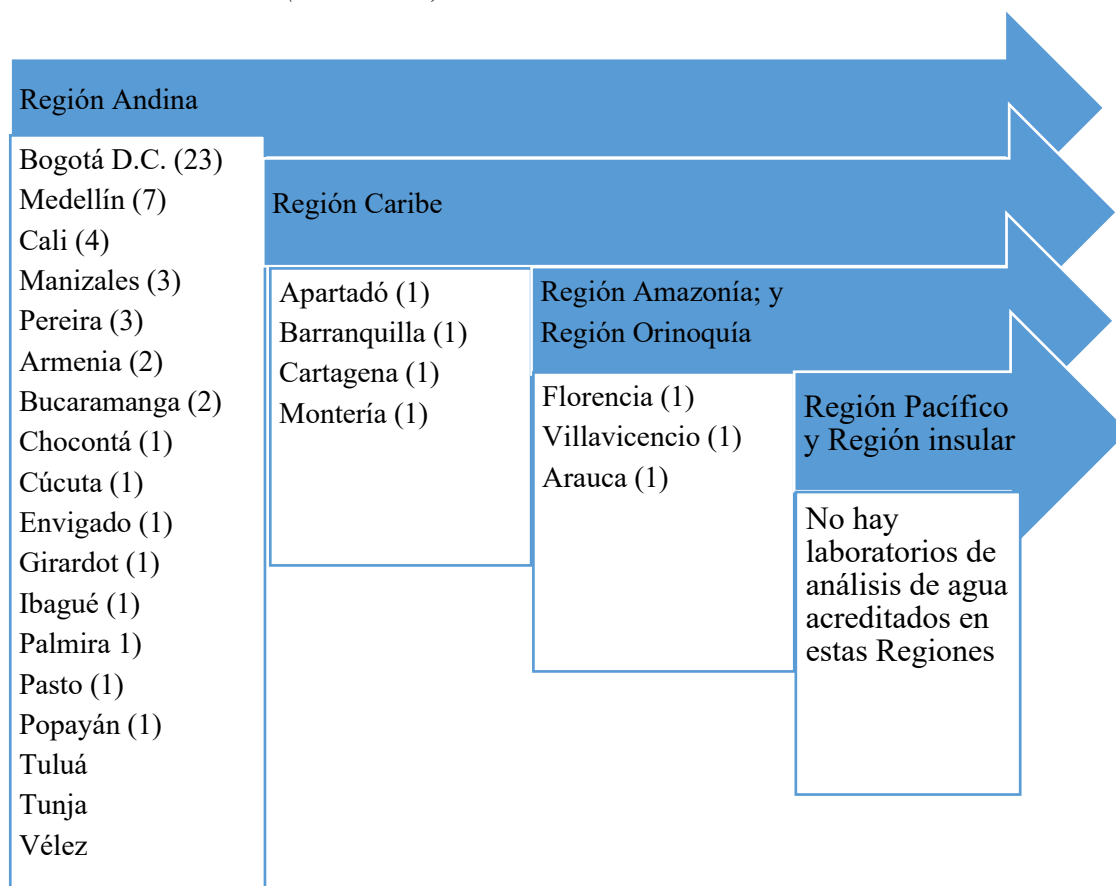
Este aspecto resulta clave en la vigilancia sanitaria, dado que la validez de indicadores como el IRCA depende de que los ensayos estén cubiertos por alcances acreditados y se ejecuten bajo métodos validados.

En relación con la distribución territorial, los resultados evidencian un patrón de concentración geográfica de la capacidad analítica acreditada, en el cual un número reducido de ciudades agrupa la mayor proporción de laboratorios y configura una estructura territorial centralizada.

En este contexto, la Figura 4 presenta la distribución territorial de la capacidad analítica acreditada en Colombia para el análisis de agua destinada al consumo humano, esta distribución se compone de 62 laboratorios ubicados en 25 ciudades del país y permite observar su localización y organización espacial dentro del territorio nacional.

Figura 4.

Distribución territorial de laboratorios acreditados para análisis de agua para consumo humano en Colombia (2009-2025)



A partir de la Figura 4 se identifica un patrón de alta concentración espacial de la capacidad analítica, en la medida en que un número reducido de ciudades concentra la mayor proporción de laboratorios con competencia técnica reconocida, destacándose Bogotá D.C. con 23 laboratorios equivalentes al 37,1 % del total nacional, seguida por Medellín con 7 laboratorios que representan el 11,3 % y Cali con 4 laboratorios que corresponden al 6,45 %, lo que configura

un núcleo principal de concentración que evidencia la centralización de capacidades técnicas en los principales centros urbanos.

Esta concentración se relaciona con condiciones estructurales como la presencia de instituciones académicas, entidades de investigación, empresas de servicios públicos con mayor capacidad técnica y esquemas organizacionales más robustos, factores que favorecen la implementación y sostenimiento de sistemas de gestión de la calidad conforme a estándares internacionales como la ISO/IEC 17025.

En un segundo nivel se ubican ciudades como Manizales y Pereira, con 3 laboratorios cada una, que en conjunto representan cerca del 9,6 % del total nacional, junto con Armenia y Bucaramanga, con 2 laboratorios cada una y una participación aproximada del 3,2 %, patrón que evidencia la existencia de nodos regionales intermedios que amplían de manera parcial el acceso a servicios analíticos acreditados en determinadas regiones.

No obstante, la escala de estos nodos resulta limitada frente a la concentración predominante, en consecuencia, amplias zonas del país dependen de los principales centros urbanos para el acceso a servicios de laboratorio acreditado, situación que refleja una lógica territorial desigual en la cual la disponibilidad de capacidades analíticas se vincula directamente con las dinámicas de desarrollo urbano e institucional.

En contraste, los resultados ponen en evidencia que un conjunto amplio de ciudades presenta una capacidad mínima con un solo laboratorio acreditado en cada caso, entre ellas Apartadó, Arauca, Barranquilla, Cartagena, Chocontá, Cúcuta, Envigado, Florencia, Girardot, Ibagué, Montería, Palmira, Pasto, Popayán, Tuluá, Tunja, Vélez y Villavicencio, lo que evidencia una distribución fragmentada de la infraestructura analítica en gran parte del territorio nacional.

Desde una perspectiva analítica, se encontró que más de la mitad de los laboratorios acreditados se concentran en Bogotá D.C., Medellín y Cali, y al incorporar ciudades como Pereira, Manizales, Armenia y Bucaramanga la participación supera el 70 % del total nacional, lo que indica que la mayor parte de la capacidad técnica reconocida se localiza en un conjunto reducido de centros urbanos mientras el resto se distribuye en múltiples territorios con baja densidad analítica.

Esta configuración implica que el acceso efectivo a servicios de laboratorio acreditado depende de la proximidad geográfica a dichos núcleos o del traslado de muestras hacia ellos, con implicaciones operativas, costos, frecuencia de monitoreo y oportunidad en la toma de decisiones sanitarias, especialmente en territorios rurales o de difícil acceso.

La distribución observada constituye un indicador estructural de desigualdades territoriales en la capacidad de producir información analítica confiable, lo que evidencia que la vigilancia sanitaria del agua se desarrolla bajo condiciones diferenciadas en el país y se encuentra mediada por la disponibilidad desigual de infraestructura técnica acreditada.

Aunque Colombia cuenta con una base significativa de laboratorios acreditados, la concentración de dicha capacidad en determinados centros urbanos plantea desafíos en términos de equidad territorial, sostenibilidad operativa y eficiencia del sistema de vigilancia, lo que permite analizar la acreditación como un componente estructural de la gobernanza del agua que incide en la producción, interpretación y uso de la información sanitaria.

Adicionalmente, esta concentración genera relaciones de dependencia funcional entre territorios con diferentes niveles de capacidad instalada, de modo que las decisiones sanitarias locales pueden verse condicionadas por la disponibilidad de servicios analíticos ubicados fuera de su jurisdicción.

De manera complementaria, al contrastar esta distribución con la evolución de los laboratorios autorizados analizada en el capítulo anterior, como se presenta en la Tabla 1, se evidencia que la expansión administrativa de la capacidad institucional no se traduce en una distribución equivalente de la capacidad técnica acreditada, lo que confirma que la autorización amplía la cobertura institucional mientras la acreditación actúa como un filtro de competencia técnica que condiciona la calidad efectiva de la información producida.

Tabla 1.

Comparación entre laboratorios autorizados y acreditados en Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira (2009-2025)

Área	No. Laboratorios autorizados							No. Laboratorios acreditados						
	2010	2013	2015	2019	2022	2024	2025	2010	2013	2015	2019	2022	2024	2025
<i>Bogotá D.C.</i>	53	53	33	49	47	44	40	1	3	6	14	21	22	23
<i>Medellín</i>	23	19	24	22	20	24	22	1	3	3	4	6	7	7
<i>Cali</i>	21	22	21	17	18	20	18	0	2	2	3	3	4	4
<i>Manizales</i>	3	3	4	3	3	5	4	0	1	1	1	1	3	3
<i>Pereira</i>	6	5	6	5	4	4	4	1	2	3	3	3	3	3

Nota: Elaboración propia con base en las resoluciones de autorización de laboratorios para análisis de agua para consumo humano expedidas por el Ministerio de Salud y Protección Social entre 2009 y 2025.

En este punto es necesario precisar que, como se presenta en la Tabla 1, el análisis temporal de la relación entre laboratorios autorizados y acreditados no se desarrolla bajo una lógica anual, sino a partir de los periodos de emisión y actualización de las resoluciones del Ministerio de Salud y Protección Social mediante las cuales se autoriza la operación de laboratorios para el análisis de agua para consumo humano, debido a que la habilitación administrativa no cambia de forma continua, sino que se ajusta mediante cortes regulatorios específicos que redefinen el universo de laboratorios autorizados.

En este sentido, un análisis estrictamente anual generaría una lectura artificial del sistema al sugerir variaciones que no corresponden con su dinámica institucional real, por lo cual los años considerados deben interpretarse como hitos normativos que permiten capturar momentos de reconfiguración del sistema y facilitan una comparación coherente entre la expansión administrativa de la autorización y la evolución progresiva de la acreditación técnica.

El análisis de la Tabla 1 permite identificar que el número de laboratorios autorizados presenta variaciones asociadas a los actos administrativos del Ministerio de Salud y Protección Social, mientras que la acreditación sigue una tendencia progresiva de crecimiento, especialmente en Bogotá, Medellín y Cali, lo que confirma que ambos procesos responden a lógicas distintas dentro del sistema.

La autorización habilita la participación institucional, mientras la acreditación exige la demostración verificable de competencia técnica bajo estándares internacionales, lo que introduce diferencias sustanciales en la confiabilidad del dato, la trazabilidad de las mediciones y la legitimidad técnica de los resultados, por lo cual la existencia de un número elevado de laboratorios autorizados no se traduce en una capacidad equivalente de producción de datos confiables.

Esta diferencia se explica porque la autorización responde a decisiones regulatorias de corto plazo, mientras la acreditación depende de procesos sostenidos de inversión, fortalecimiento técnico y consolidación de sistemas de gestión de la calidad, lo que introduce una dinámica acumulativa en la construcción de capacidades analíticas.

El caso de Bogotá D.C. resulta ilustrativo al presentar el mayor número de laboratorios autorizados en todos los periodos analizados, con valores entre 53 y 40, mientras los laboratorios acreditados pasan de uno en 2010 a 23 en 2025, lo que evidencia una brecha inicial significativa

entre capacidad institucional y capacidad técnica que se reduce de manera progresiva, aunque persiste una diferencia relevante entre ambos valores.

En Medellín se observa un comportamiento similar en menor escala, con estabilidad en los laboratorios autorizados y crecimiento sostenido de los acreditados, que pasan de uno en 2010 a siete en 2025, lo que refleja un proceso gradual de fortalecimiento técnico, mientras que en Cali el número de laboratorios autorizados se mantiene relativamente estable y la acreditación crece de forma más moderada al pasar de cero a cuatro en el mismo periodo.

En ciudades como Manizales y Pereira se identifica una escala más reducida tanto en laboratorios autorizados como acreditados, lo que evidencia restricciones estructurales para la expansión de la capacidad analítica, aunque estas ciudades logran consolidar capacidades acreditadas relativamente estables, lo que indica que la acreditación puede sostenerse en contextos institucionales más pequeños.

De manera transversal, la Tabla 1 evidencia una brecha estructural entre cobertura institucional y confiabilidad técnica, dado que el número de laboratorios autorizados supera de forma consistente al número de laboratorios acreditados en todos los territorios y periodos analizados, lo que implica que el sistema puede contar con una base amplia de actores habilitados mientras solo una proporción cumple con los estándares necesarios para garantizar la validez de los resultados analíticos.

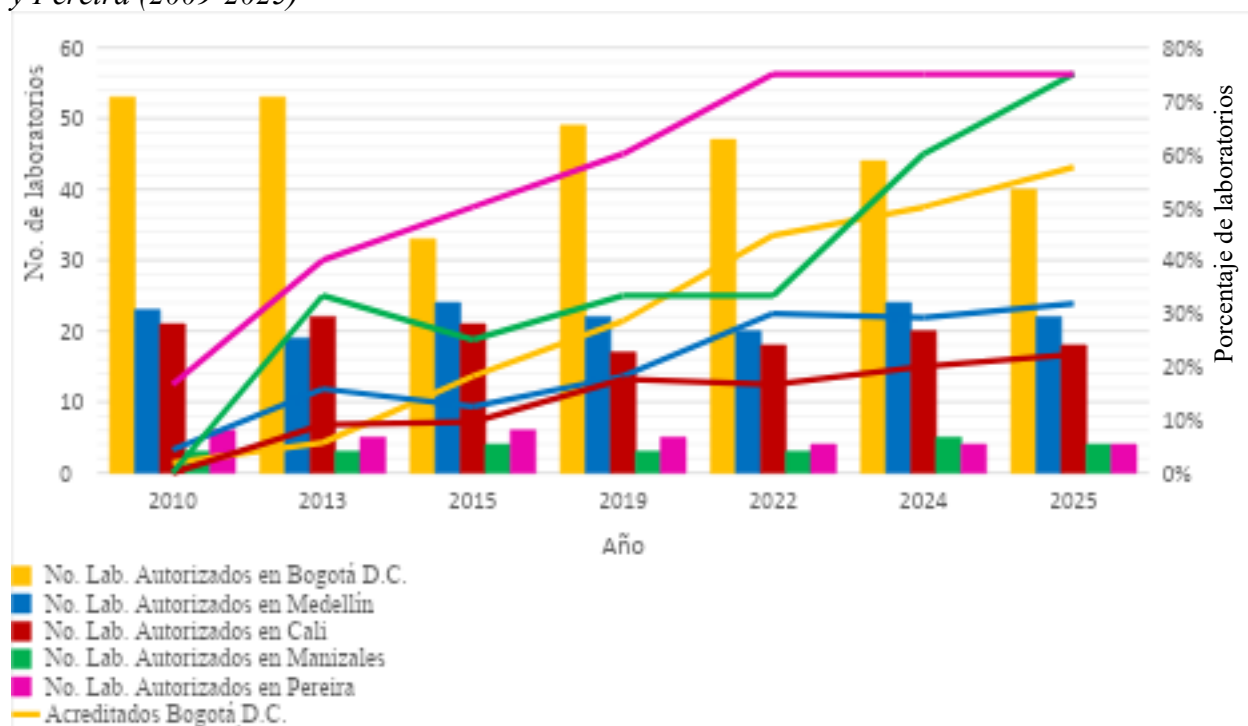
Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, la confiabilidad del sistema depende de la proporción de laboratorios acreditados más que del número total de laboratorios disponibles, por lo cual la diferencia entre autorización y acreditación puede generar escenarios en los cuales la información utilizada para calcular indicadores como el IRCA presenta niveles diferenciados de confiabilidad.

En conjunto, la Tabla 1 evidencia que el sistema ha transitado desde un modelo centrado en la expansión de la cobertura institucional hacia un modelo orientado a la cualificación de la capacidad técnica, en el cual la acreditación emerge como un mecanismo clave para garantizar la confiabilidad del dato, aunque este proceso no ha sido homogéneo ni completo.

Esta relación se observa con mayor claridad en la Figura 5, donde se presenta la brecha entre laboratorios autorizados y acreditados a lo largo del tiempo, lo cual permite evidenciar que la autorización mantiene volúmenes altos mientras la acreditación crece de forma gradual, situación que confirma que ambas responden a lógicas distintas dentro del sistema.

Figura 5.

Comparación entre laboratorios autorizados y acreditados en Bogotá, Medellín, Cali, Manizales y Pereira (2009-2025)



En este punto queda claro que la autorización amplía formalmente la cobertura institucional del sistema de vigilancia, mientras la acreditación actúa como un filtro de competencia técnica que condiciona la confiabilidad real del dato analítico, por lo cual la

relación entre ambas no corresponde a una equivalencia, sino a una jerarquía funcional dentro de la producción de evidencia sanitaria.

En consecuencia, la distribución territorial de los laboratorios acreditados y su relación con los laboratorios autorizados constituye un elemento estructural para comprender la capacidad real del sistema de vigilancia, en tanto evidencia que la producción de información sanitaria no depende únicamente de la existencia de actores habilitados, sino de la disponibilidad efectiva de capacidades técnicas que garanticen resultados confiables, oportunos y comparables.

En este contexto, la selección de las ciudades de Bogotá D.C., Medellín, Cali, Pereira y Manizales como unidades de análisis en la presente investigación no responde a un criterio arbitrario, sino a la necesidad de focalizar el estudio en territorios que concentran una proporción significativa de la capacidad analítica acreditada del país, lo que permite observar con mayor claridad la relación entre acreditación, producción de información confiable y resultados de la vigilancia sanitaria.

En esa medida, estos contextos disponen de condiciones técnicas, institucionales y operativas más consolidadas para la implementación del sistema, lo que facilita la identificación de patrones en el comportamiento del IRCA y en la estabilidad del dato analítico en escenarios de alta capacidad técnica, además de proporcionar un punto de referencia comparativo frente a territorios con menor disponibilidad de infraestructura de la calidad, lo que permite comprender con mayor solidez las tensiones entre capacidad instalada, confiabilidad de la información y desigualdades territoriales en la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

Capacidad analítica acreditada y confiabilidad del dato

La vigilancia de la calidad del agua para consumo humano se sostiene sobre la información analítica producida a partir de ensayos físicos, químicos y microbiológicos, en la

medida en que la identificación, clasificación y gestión del riesgo sanitario dependen directamente de la validez de estos resultados, por lo cual la capacidad del sistema no se explica únicamente por la existencia de actores institucionales ni por la cobertura del monitoreo, sino por la calidad del dato que respalda las decisiones, aspecto que adquiere especial relevancia al considerar que la expansión de laboratorios autorizados no ha estado acompañada de un crecimiento equivalente de la capacidad acreditada.

Así las cosas, la confiabilidad de la información adquiere una importancia estratégica, dado que constituye el insumo fundamental para la formulación de medidas de prevención, control y seguimiento orientadas a la protección de la salud pública.

En este escenario, la acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025:2017 introduce condiciones técnicas que transforman la producción del dato analítico, dado que exige el uso de métodos validados, la demostración de trazabilidad metrológica y la implementación permanente de controles de calidad, lo que contribuye a reducir la variabilidad de las mediciones y a sostener resultados coherentes y comparables en el tiempo y entre distintos territorios, lo que a su vez redundará en el fortalecimiento de la confianza institucional en los resultados obtenidos y favorecen una mayor transparencia en los procesos de vigilancia y control sanitario.

Esta consistencia resulta fundamental cuando los datos se integran en indicadores como el IRCA, donde múltiples variables se sintetizan en un único valor que representa el nivel de riesgo sanitario, de modo que cualquier inconsistencia en los resultados puede afectar la interpretación del indicador y la toma de decisiones, lo que refuerza la necesidad de que los análisis se desarrollen bajo condiciones técnicas verificables.

Además, los laboratorios acreditados participan en esquemas de evaluación externa del desempeño, como ejercicios interlaboratorio y pruebas de aptitud, en los que sus resultados se

comparan con los de otros laboratorios, lo que permite identificar desviaciones, corregir errores sistemáticos y mantener niveles de exactitud y precisión que no dependen únicamente de controles internos, sino de mecanismos externos de validación.

Bajo estas condiciones, la confiabilidad del dato no constituye una consecuencia automática de la disponibilidad de equipos o infraestructura, sino el resultado de la interacción entre procedimientos técnicos, gestión organizacional y control sistemático de los procesos analíticos, lo que explica por qué la acreditación articula dimensiones que trascienden lo operativo y configuran un sistema de producción de resultados técnicamente sustentable.

En este sentido, la calidad del dato se convierte en un elemento determinante para la estabilidad de los indicadores sanitarios, dado que los resultados generados bajo condiciones acreditadas reducen la probabilidad de interpretaciones erróneas asociadas a fallas metodológicas o inconsistencias analíticas, lo que fortalece la capacidad del sistema para tomar decisiones sustentadas en evidencia confiable.

De igual forma, la acreditación aporta un respaldo institucional que fortalece la legitimidad de la información utilizada por las autoridades sanitarias, en la medida en que la competencia de los laboratorios ha sido evaluada de manera independiente, aspecto que adquiere especial relevancia en decisiones de alto impacto en salud pública, como la emisión de alertas o la adopción de medidas correctivas.

A su vez, la existencia de registros documentados sobre cada etapa del proceso analítico permite reconstruir el origen de los resultados, lo que fortalece la trazabilidad, la transparencia y la auditabilidad del sistema frente a requerimientos técnicos o administrativos.

No obstante, este fortalecimiento de la confiabilidad del dato no se distribuye de manera homogénea en el sistema de vigilancia, dado que una proporción importante de la capacidad

institucional opera sin acreditación formal, lo que implica que no todos los resultados presentan el mismo nivel de validez, comparabilidad y trazabilidad, tal como se evidenció en el análisis comparativo entre laboratorios autorizados y acreditados.

En consecuencia, dentro del sistema coexisten datos con distintos niveles de confiabilidad, situación que no invalida su uso, pero sí condiciona su interpretación, especialmente en territorios donde la capacidad acreditada es limitada y se depende de laboratorios no acreditados o del traslado de muestras a otras ciudades, lo que afecta la oportunidad y consistencia de la información.

De este modo, la confiabilidad del dato debe entenderse como un atributo diferencial que varía según la disponibilidad de infraestructura de la calidad, la capacidad institucional y las condiciones territoriales, lo que implica que la capacidad del Estado para gestionar el riesgo sanitario depende no solo de la existencia de información, sino de su calidad técnica.

Desde el punto de vista teórico, la literatura sobre infraestructura de la calidad y gobernanza regulatoria ha señalado que los sistemas de acreditación cumplen una función clave en la reducción de la incertidumbre y en el fortalecimiento de la confianza en la información técnica utilizada para la toma de decisiones, en la medida en que establecen mecanismos verificables de control sobre la producción de datos (OCDE, 2016).

En esta misma dirección, se ha planteado que la calidad y credibilidad de los datos condicionan la legitimidad de la acción pública, dado que decisiones sustentadas en información técnicamente débil tienden a generar mayor incertidumbre y menor confianza institucional, lo que limita la efectividad de las intervenciones (OCDE, 2016).

Bajo este marco, la aplicación de estándares como la ISO/IEC 17025 permite estructurar la producción de datos bajo condiciones controladas, trazables y auditables, lo que contribuye a

mejorar la consistencia de los resultados y a fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia (ISO, 2017).

En este sentido, la acreditación no solo incrementa la confiabilidad del dato, sino que también reduce la incertidumbre asociada a su interpretación y fortalece la legitimidad técnica de la decisión pública, al proporcionar un respaldo verificable sobre la competencia de los laboratorios, por lo cual se configura como un componente estructural de la vigilancia sanitaria, en tanto contribuye a mejorar la consistencia de los resultados y a respaldar técnicamente las decisiones públicas, aunque su impacto sobre la gestión del riesgo depende de su articulación con otros factores del sistema.

Acreditación y reducción de desigualdades en la vigilancia de la calidad del agua

El análisis de la evolución del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) durante el periodo 2007–2023 permite examinar de manera comparativa la relación entre los resultados de la vigilancia sanitaria y la disponibilidad progresiva de capacidades analíticas acreditadas en el territorio nacional, para lo cual se revisaron de forma sistemática los Informes Nacionales de Calidad del Agua para Consumo Humano publicados por el Ministerio de Salud y Protección Social, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Instituto Nacional de Salud y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, correspondientes a los periodos 2007–2011, 2012, 2013 y los informes anuales INCA entre 2014 y 2023, y se contrastaron sus hallazgos con la información disponible sobre acreditación de laboratorios bajo la norma ISO/IEC 17025:2017.

Los resultados consignados en el Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano 2007–2011 evidencian un escenario caracterizado por amplias desigualdades regionales en los niveles de riesgo sanitario asociados al consumo de agua, con una proporción significativa

de municipios clasificados en niveles de riesgo alto e inviable sanitariamente, especialmente en departamentos con alta ruralidad y limitada capacidad institucional, periodo en el cual la disponibilidad de laboratorios acreditados era reducida y altamente concentrada en pocos centros urbanos, situación que obligaba a amplias regiones a depender de capacidades analíticas no acreditadas o de servicios externos para el desarrollo de la vigilancia, lo que se reflejaba en alta variabilidad del IRCA y en limitaciones para la comparabilidad y confiabilidad de los resultados entre departamentos.

En el Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano correspondiente al año 2012 se observa una mejora progresiva en los resultados nacionales agregados, la cual se refleja en el aumento de la proporción de población abastecida con agua clasificada en niveles de riesgo bajo o sin riesgo, sin embargo este periodo mantiene una oferta limitada de laboratorios acreditados y una marcada concentración territorial de la capacidad analítica, situación que explica que las mejoras se concentren principalmente en departamentos con mayor desarrollo urbano e institucional, mientras en regiones con menor acceso a infraestructura técnica persisten niveles de riesgo elevados.

El Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano correspondiente al año 2013 confirma la tendencia de mejora gradual del indicador a nivel nacional y mantiene contrastes territoriales significativos, en este contexto los departamentos con mayor disponibilidad de servicios de laboratorio y con procesos de vigilancia más consolidados presentan resultados más estables del IRCA, mientras aquellos que dependen de capacidades analíticas externas o no acreditadas presentan fluctuaciones importantes en los niveles de riesgo, lo que permite asociar la estabilidad del indicador con la disponibilidad de infraestructura técnica.

A partir de los Informes INCA correspondientes al periodo 2014–2017 se identifica una mayor consolidación del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano junto con un incremento progresivo en el número de laboratorios acreditados bajo la norma ISO/IEC 17025:2017, periodo en el cual los departamentos ubicados en regiones con mayor concentración de laboratorios acreditados presentan mejoras más sostenidas en el comportamiento del IRCA, mientras que en territorios con limitada o inexistente disponibilidad de capacidad analítica acreditada persisten escenarios de riesgo medio, alto o inviable sanitariamente, además de dificultades para sostener la continuidad del monitoreo.

Los Informes INCA correspondientes a los años 2018, 2019 y 2020 permiten observar que, pese a una mejora general del indicador a nivel nacional, las desigualdades regionales en el comportamiento del IRCA continúan asociadas a la distribución territorial de la capacidad analítica acreditada, dado que los departamentos que concentran laboratorios acreditados muestran mayor estabilidad en los resultados y una reducción más consistente del riesgo sanitario, mientras que en regiones que dependen del envío de muestras a otros territorios se mantienen variaciones significativas del indicador vinculadas a limitaciones operativas y logísticas en la vigilancia.

Los Informes INCA correspondientes a los años 2021 y 2022 confirman que el fortalecimiento normativo e institucional del sistema de vigilancia no produce una reducción homogénea de las desigualdades territoriales, ya que la mejora del IRCA se concentra en departamentos con mayor acceso a infraestructura analítica acreditada y con procesos de vigilancia más consolidados, mientras que en territorios con restricciones técnicas y dependencia de capacidades externas persisten fluctuaciones en los niveles de riesgo reportados.

El Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano INCA 2023 muestra que, aun en un escenario de mayor cobertura y disponibilidad de información, el comportamiento del IRCA mantiene diferencias relevantes entre departamentos, las cuales se encuentran vinculadas a la disponibilidad territorial de laboratorios acreditados y a la capacidad de los sistemas locales para sostener procesos continuos de vigilancia basados en resultados analíticos confiables, lo que indica que la reducción del riesgo sanitario asociado al consumo de agua continúa condicionada por la infraestructura técnica disponible en cada región.

Acreditación, IRCA y desigualdades territoriales en la vigilancia

El análisis de la relación entre acreditación de laboratorios, comportamiento del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) y desigualdades territoriales en la vigilancia permite pasar de una descripción de la infraestructura analítica a una interpretación sobre la forma en que la capacidad técnica condiciona la estabilidad, confiabilidad y oportunidad de la información utilizada por el Estado para gestionar el riesgo sanitario, por lo que el IRCA no solo representa un indicador agregado de calidad del agua, sino también un resultado institucional mediado por la capacidad efectiva de observar, medir y sostener procesos continuos de vigilancia en el territorio.

Conviene precisar que el IRCA se define como un indicador sintético que integra resultados fisicoquímicos y microbiológicos con el fin de estimar el nivel de riesgo sanitario asociado al consumo de agua, constituyéndose en uno de los principales instrumentos para orientar decisiones de control, seguimiento y priorización de intervenciones en salud pública (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2024; Instituto Nacional de Salud, 2024).

La validez del IRCA depende de la calidad, oportunidad y representatividad de los resultados analíticos que lo componen, condición reconocida en el Decreto 1575 de 2007 y en la

Resolución 2115 de 2007 al exigir que los análisis sean realizados por laboratorios técnicamente competentes, debido a que errores metodológicos o sesgos analíticos pueden traducirse en estimaciones inadecuadas del riesgo sanitario con implicaciones directas sobre la protección de la salud (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Ministerio de la Protección Social, 2007).

La revisión longitudinal de los Informes Nacionales de Calidad del Agua para Consumo Humano muestra que, aunque el IRCA agregado presenta una mejora progresiva desde la década de 2010, esta evolución no ocurre de manera homogénea entre regiones, ya que desde los periodos 2007–2011 y 2012–2013 se identifican diferencias entre zonas urbanas consolidadas y territorios rurales o dispersos en términos de frecuencia de monitoreo y estabilidad de resultados, lo que evidencia una distribución desigual de las capacidades analíticas desde etapas tempranas del sistema (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2013; Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2012).

Durante el periodo 2014–2017, los informes INCA registran avances en estandarización y en el uso de herramientas como SIVICAP, aunque persisten brechas en la continuidad y calidad de la información, especialmente en municipios de categorías 5 y 6 donde la vigilancia es intermitente o depende del envío de muestras a otras jurisdicciones, lo que afecta la oportunidad del análisis y la estabilidad del indicador (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2014; Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2017).

Los resultados permiten sostener que la acreditación de laboratorios actúa como un factor estructurante de la confiabilidad del IRCA de manera territorialmente diferenciada, dado que los territorios con mayor disponibilidad de laboratorios acreditados presentan series más estables y

coherentes del indicador, mientras las regiones con menor acceso a estas capacidades muestran variaciones más amplias, discontinuidades en el reporte y dependencia de servicios externos.

Este comportamiento permite interpretar la heterogeneidad del riesgo sanitario como un fenómeno que no depende únicamente de las condiciones de los sistemas de tratamiento de agua, sino también de la distribución desigual de las capacidades analíticas que soportan la vigilancia, por lo cual las diferencias en el IRCA reflejan tanto variaciones reales en la calidad del agua como asimetrías en la capacidad de producir información confiable.

En territorios con acceso limitado a laboratorios acreditados, el riesgo se estima a partir de series fragmentadas y con mayores niveles de incertidumbre, condición que puede distorsionar la interpretación del indicador, dificultar la identificación de eventos críticos y limitar la capacidad del sistema para diferenciar entre problemas estructurales y fluctuaciones derivadas de restricciones técnicas en la medición.

La dependencia de capacidades externas en zonas rurales introduce retrasos en el procesamiento de muestras y discontinuidades en el monitoreo, situación que afecta la estabilidad temporal del IRCA, incrementa la incertidumbre en la evaluación del riesgo y limita la capacidad de respuesta de las autoridades sanitarias frente a eventos que requieren intervención oportuna.

Desde la perspectiva de la gobernanza del riesgo, estos resultados indican que la heterogeneidad del IRCA constituye en parte una construcción institucional mediada por la capacidad del sistema para observar e interpretar la realidad sanitaria, lo que implica que los territorios con menores capacidades no solo enfrentan mayores vulnerabilidades, sino también limitaciones para documentarlas y gestionarlas.

Desde la perspectiva de la gobernanza del riesgo, estos resultados indican que la heterogeneidad del IRCA constituye en parte una construcción institucional mediada por la capacidad del sistema para observar e interpretar la realidad sanitaria, lo que implica que los territorios con menores capacidades no solo enfrentan mayores vulnerabilidades, sino también limitaciones para documentarlas y gestionarlas.

En consecuencia, la reducción de las desigualdades en el IRCA requiere estrategias orientadas al fortalecimiento de las capacidades analíticas territoriales, en las cuales la acreditación de laboratorios se integra como un componente que contribuye a disminuir la incertidumbre, mejorar la estabilidad del indicador y fortalecer la gestión del riesgo sanitario.

Los resultados también evidencian que la insuficiencia de información en zonas rurales constituye un hallazgo estructural del sistema de vigilancia, debido a que la ausencia o fragmentación de datos se relaciona con limitaciones institucionales, operativas y logísticas que afectan la cobertura y continuidad del monitoreo.

Desde el punto de vista institucional, esta situación se asocia a la fragmentación de competencias entre sectores y a la debilidad de la coordinación multinivel, lo que obliga a depender de esquemas operativos intermitentes o apoyos externos que dificultan la construcción de series consistentes del IRCA.

En el plano técnico, la distancia a laboratorios acreditados, la intermitencia del muestreo y la rotación del talento humano afectan la oportunidad de los resultados, lo que incrementa la incertidumbre y limita la capacidad de respuesta frente a eventos de riesgo.

La evidencia también indica que los sistemas de información tienden a representar con mayor precisión los contextos urbanos, mientras que los territorios rurales permanecen

parcialmente excluidos de los circuitos regulares de reporte, lo que condiciona la comparabilidad territorial del indicador.

La concentración de laboratorios acreditados coincide con regiones que presentan mejores desempeños del IRCA, especialmente en grandes centros urbanos, lo que sugiere que la disponibilidad de infraestructura analítica constituye una condición habilitante para una vigilancia más consistente y para una gestión más efectiva del riesgo sanitario, en línea con lo planteado por la Organización Mundial de la Salud sobre la importancia de sistemas de vigilancia técnicamente robustos (World Health Organization, 2022).

Adicionalmente, los hallazgos permiten inferir que la calidad y disponibilidad de la información no solo condicionan la medición del riesgo, sino también la capacidad institucional para priorizar intervenciones, asignar recursos y formular políticas públicas basadas en evidencia; por tanto, la acreditación de laboratorios trasciende su función técnica y adquiere relevancia como mecanismo de fortalecimiento de la gobernanza, en tanto contribuye a la generación de datos confiables, comparables y oportunos que respaldan la toma de decisiones sanitarias, favoreciendo la legitimidad de los resultados reportados por los sistemas de vigilancia y reduciendo los márgenes de incertidumbre que pueden afectar las medidas de control.

Desde la perspectiva de equidad territorial, estos resultados muestran que las desigualdades del IRCA no responden únicamente a deficiencias en los sistemas de tratamiento, sino a diferencias estructurales en la capacidad de generar información confiable, interpretación que coincide con los análisis de CEPAL y UN-Water sobre la relación entre calidad del agua y capacidades institucionales (CEPAL, 2021; UN-Water, 2014).

Los informes recientes confirman la persistencia de brechas entre áreas urbanas y rurales, atribuibles en parte a la limitada capacidad de los territorios rurales para sostener monitoreos

continuos y acceder a laboratorios acreditados, situación que incide directamente en la calidad, oportunidad y estabilidad de la información disponible para la toma de decisiones (Instituto Nacional de Salud, 2024).

Desde el enfoque del derecho humano al agua, estas desigualdades adquieren una relevancia particular, en tanto implican que la protección efectiva frente a riesgos sanitarios asociados al consumo de agua no se garantiza de manera uniforme en el territorio; frente a lo cual, la Observación General N.º 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales establece que los Estados deben asegurar que el agua destinada al consumo humano sea segura y aceptable para todas las personas, sin discriminación territorial, lo que refuerza la necesidad de analizar críticamente cómo la distribución de capacidades analíticas y la acreditación de laboratorios inciden en la materialización efectiva de este derecho (Comité DESC, 2003).

En el contexto colombiano, la brecha se evidencia en diferencias significativas entre IRCA urbano y rural, como lo reporta el INCA 2023 al señalar que “El IRCA urbano fue 8,8 mientras el IRCA rural fue 37,4” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2025), lo que expresa una desigualdad estructural tanto en la calidad del agua como en la capacidad de sostener procesos de control y verificación en territorios rurales.

La desigualdad también se expresa como brecha de información, dado que “Más del 50% de municipios del país no cuentan con información de su área rural” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2025), situación que limita la estimación del riesgo, reduce la comparabilidad territorial y debilita la capacidad del sistema para orientar decisiones basadas en evidencia en los territorios con mayores vulnerabilidades.

En términos operativos, la vigilancia depende de la oportunidad en el reporte de datos, como lo indica el Instituto Nacional de Salud al señalar la importancia del “cierre mensual de la

información” para evaluar la oportunidad de notificación, lo que evidencia que la efectividad del sistema no depende solo de la medición, sino también de la capacidad de reportar y consolidar información de manera oportuna (Instituto Nacional de Salud, 2024).

Las diferencias en acceso a fuentes de agua también influyen en la complejidad del control sanitario, ya que en zonas rurales predominan acueductos comunitarios y fuentes naturales, lo que incrementa la heterogeneidad del riesgo y exige mayores capacidades de seguimiento, muestreo y análisis para garantizar condiciones adecuadas de vigilancia (DANE, 2024).

A esto se suman limitaciones institucionales en territorios con menor capacidad administrativa, tal como lo reconoce la política sectorial al señalar que muchos entes territoriales no cuentan con estructuras suficientes para gestionar agua potable rural, lo que afecta la sostenibilidad de los procesos de vigilancia y la gestión del riesgo (CONPES, 2014).

La ausencia de sistemas robustos de información sobre inversión limita la planeación y la corrección de desigualdades, dado que no se dispone de datos precisos sobre recursos destinados a mejorar la calidad del servicio, lo que restringe la formulación de políticas públicas basadas en evidencia y la asignación estratégica de recursos (CONPES, 2014).

Desde esta perspectiva, para contrastar la evolución de la acreditación con el comportamiento del IRCA en las ciudades seleccionadas, se construyó la Tabla 2 (agregada en una página para sí misma debido a su tamaño), en la cual se integran los porcentajes de laboratorios acreditados y los valores del indicador diferenciados para ámbitos urbano y rural en Bogotá D.C., Medellín, Cali, Manizales y Pereira, lo que permite observar de manera simultánea la progresión de la capacidad técnica y su relación con la estabilidad o persistencia del riesgo sanitario reportado.

Tabla 2.

Relación entre porcentaje de laboratorios acreditados e IRCA urbano y rural en Bogotá D.C., Medellín, Cali, Manizales y Pereira, 2010–2025

ÁREA	ZONA	% LABORATORIOS ACREDITADOS							IRCA						
		2010	2013	2015	2019	2022	2024	2025	2010	2013	2015	2019	2022	2024	2025
BOGOTÁ D.C.	Urbano	2%	6%	18%	29%	45%	50%	58%	0,41%	0,38%	0,23%	0,50%	0,65%	1,25%	1,03%
	Rural								28,0%	21,5%	18,3%	17,2%	15,4%	11,9%	15,0%
MEDELLÍN	Urbano	4%	16%	13%	18%	30%	29%	32%	0,43%	0,00%	0,44%	1,92%	1,90%	0,74%	0,83%
	Rural								3,5%	3,0%	3,8%	4,5%	6,8%	3,1%	4,8%
CALI	Urbano	0%	9%	10%	18%	17%	20%	22%	0,11%	0,33%	0,89%	2,55%	1,03%	0,08%	0,26%
	Rural								49,6%	ND	20,8%	32,3%	0,0%	4,1%	10,3%
MANIZALES	Urbano	0%	33%	25%	33%	33%	60%	75%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,36%	0,50%	0,47%
	Rural								72,9%	78,7%	74,8%	48,3%	36,9%	58,4%	45,1%
PEREIRA	Urbano	17%	40%	50%	60%	75%	75%	75%	0,11%	4,55%	0,10%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%
	Rural								45,9%	60,6%	52,6%	35,1%	31,4%	37,5%	34,3%

Nota: La sigla “ND” corresponde a Datos No disponibles en el Sistema de Vigilancia para el periodo correspondiente. El código de colores aplicado hace referencia a los niveles de riesgo definidos en la Resolución 2115 de 2007, donde el azul representa niveles Sin riesgo; el verde niveles de Riesgo Bajo; el amarillo niveles de Riesgo Medio; y el naranja niveles de Riesgo Alto. Elaboración propia con información disponible en SIVICAP.

La lectura general de la Tabla 2 permite identificar un primer patrón relevante, a medida que aumenta el porcentaje de laboratorios acreditados en los cinco territorios analizados, el IRCA urbano tiende a comportarse de manera más estable y a mantenerse en niveles relativamente bajos, asociación que no se presenta de forma idéntica en todos los casos, pero sí con una regularidad suficiente para sostener que la consolidación de capacidad analítica acreditada contribuye a reducir la incertidumbre técnica con la que el sistema observa el riesgo sanitario en los contextos urbanos.

En Bogotá D.C., por ejemplo, el porcentaje de laboratorios acreditados pasa de 2 % en 2010 a 58 % en 2025, mientras el IRCA urbano se mantiene persistentemente bajo durante todo el periodo, con valores entre 0,23 % y 1,25 %, comportamiento semejante al de Medellín, aunque con una escala menor de acreditación, al pasar de 4 % a 32 % y conservar también valores urbanos reducidos, salvo incrementos puntuales en 2019 y 2022.

Cali presenta una trayectoria algo más irregular, aunque el crecimiento de la acreditación, de 0 % a 22 %, se acompaña de un retorno del IRCA urbano a niveles bajos en 2024 y 2025, mientras Manizales y Pereira alcanzan porcentajes altos de acreditación y exhiben valores urbanos cercanos a cero o claramente bajos en casi todo el periodo, lo que refuerza la consistencia del patrón observado en los ámbitos urbanos.

Este comportamiento sugiere que la acreditación no actúa únicamente como un atributo formal de los laboratorios, sino como una condición que fortalece la estabilidad analítica del sistema de vigilancia, aunque de ello no se desprende una relación lineal en la que más acreditación produzca automáticamente menos riesgo, dado que el IRCA no depende solo de la calidad del dato, sino también de las condiciones reales del abastecimiento, del tratamiento y del contexto institucional en el que opera la vigilancia.

Una lectura más rigurosa de la tabla obliga a separar con claridad el comportamiento urbano del rural, allí aparece uno de los hallazgos más importantes del análisis, el IRCA rural no replica la relativa estabilidad observada en los ámbitos urbanos y, por el contrario, presenta niveles de riesgo más altos y trayectorias más volátiles en todos los territorios considerados, lo que significa que el fortalecimiento de la capacidad acreditada mejora la confiabilidad con la que el sistema observa el riesgo, pero no elimina por sí solo las brechas estructurales que afectan la vigilancia en la ruralidad.

El caso de Bogotá D.C. resulta ilustrativo, aun cuando concentra el mayor porcentaje de laboratorios acreditados del grupo y mantiene un IRCA urbano consistentemente bajo, el IRCA rural, aunque desciende de 28,0 % en 2010 a 11,9 % en 2024, vuelve a subir a 15,0 % en 2025, lo que demuestra que la consolidación técnica del sistema fortalece la capacidad de vigilancia y mejora la calidad del dato, pero no conduce necesariamente a una convergencia plena entre las condiciones urbanas y rurales.

En Medellín, la diferencia entre el comportamiento urbano y rural es menos extrema, pero resulta significativa, pues el IRCA urbano se mantiene bajo durante todo el periodo mientras el rural oscila entre 3,0 % y 6,8 %, con un cierre de 4,8 % en 2025, lo que sugiere una mayor capacidad institucional para articular producción del dato, seguimiento y respuesta sanitaria, aunque sin lograr eliminar por completo la brecha territorial.

Cali presenta una situación más inestable, la acreditación crece de manera gradual, pero la distancia entre urbano y rural permanece amplia, a ello se suma la ausencia de dato rural en 2013, de modo que los problemas de continuidad de la información y la persistencia de valores rurales altos hasta 2025 indican que la disponibilidad de capacidad técnica no se traduce de manera homogénea en reducción del riesgo en todos los ámbitos del territorio.

Los casos de Manizales y Pereira resultan especialmente reveladores para una lectura crítica del papel de la acreditación, ambas ciudades alcanzan porcentajes altos de laboratorios acreditados y, sin embargo, mantienen durante varios años valores rurales muy elevados del IRCA, en Manizales el componente rural pasa de 72,9 % en 2010 a 45,1 % en 2025, mientras en Pereira se mueve entre 45,9 % y 34,3 % durante el periodo analizado.

Estos resultados descartan una interpretación simplista según la cual el fortalecimiento analítico produciría una reducción inmediata y generalizada del riesgo, dado que la evidencia indica que la acreditación constituye una condición necesaria para mejorar la confiabilidad de la vigilancia y la legitimidad de sus resultados, aunque su efecto resulta insuficiente cuando no se acompaña de capacidades operativas, institucionales y territoriales que permitan traducir la calidad del dato en una gestión efectiva del riesgo, especialmente en el medio rural.

En esta perspectiva, la Tabla 2 adquiere un valor analítico relevante, pues la información muestra que la acreditación se asocia principalmente con la reducción de la incertidumbre analítica más que con una disminución automática del riesgo sanitario, por lo cual un territorio puede presentar una alta proporción de laboratorios acreditados y mantener valores elevados del IRCA en el ámbito rural sin que ello contradiga el papel de la acreditación.

La competencia técnica de los laboratorios mejora la validez, la comparabilidad y la trazabilidad de los resultados, pero este avance no sustituye otros factores determinantes, entre ellos la calidad de la infraestructura de tratamiento, la dispersión geográfica de los usuarios, la estabilidad del suministro, la frecuencia del muestreo, la logística de transporte y la capacidad de respuesta de prestadores y autoridades sanitarias.

En términos comparativos, la relación entre acreditación e IRCA aparece mucho más consistente en el ámbito urbano que en el rural, circunstancia que puede explicarse porque los

contextos urbanos concentran prestadores formalizados, infraestructura de acueducto más estable, circuitos regulares de monitoreo, menor dispersión poblacional y mayores capacidades institucionales para sostener la cadena completa de vigilancia, mientras los contextos rurales dependen con mayor frecuencia de acueductos comunitarios, sistemas veredales, fuentes superficiales o mixtas y procesos intermitentes de muestreo y análisis.

A partir de ello, la Tabla 2 no debe leerse como prueba de una relación causal directa entre mayor acreditación y menor IRCA, su aporte es otro y quizá más importante, muestra una relación estructural más compleja en la cual la acreditación fortalece la confiabilidad de los resultados y la capacidad del sistema para observar el riesgo de manera técnicamente sustentable, mientras el comportamiento final del indicador depende además de factores territoriales, institucionales y operativos que modulan la posibilidad de transformar esa capacidad analítica en reducción efectiva del riesgo sanitario.

Así, uno de los hallazgos más relevantes que ofrece la Tabla 2 consiste en hacer visible que la desigualdad territorial de la vigilancia no se expresa solo en la distribución de laboratorios, sino también en la coexistencia de dos regímenes de observación del riesgo dentro de un mismo territorio, por un lado aparece un régimen urbano más estable, continuo y técnicamente robusto, por otro se mantiene un régimen rural más inestable, fragmentado y vulnerable a interrupciones logísticas e institucionales.

Por tal razón, la Tabla 2 refuerza la tesis central de esta investigación, la capacidad analítica acreditada constituye un componente estructural de la vigilancia sanitaria y de la legitimidad técnica del dato, pero su efecto sobre la reducción del riesgo y sobre la disminución de desigualdades territoriales depende de su articulación con otros factores del sistema, entre ellos la continuidad del muestreo, la cobertura territorial del monitoreo, la capacidad de respuesta

institucional, la solidez de los prestadores y las condiciones materiales del abastecimiento, por ello la acreditación debe entenderse no como una solución aislada, sino como parte de una arquitectura más amplia de gobernanza del riesgo sanitario.

Bajo esta lectura, se evidencia que las ciudades con mayor proporción de laboratorios acreditados tienden a presentar mejores desempeños o mayor estabilidad en el IRCA urbano y, conforme a lo contenido en la Tabla 2, la persistencia de valores rurales altos señala un límite estructural del sistema, en el cual la mejora de la competencia técnica no logra, por sí sola, corregir las brechas históricas de capacidad institucional, cobertura de vigilancia y gestión del riesgo en los territorios más vulnerables, lo que hace especialmente relevante el siguiente movimiento de la investigación orientado a profundizar en el papel de la acreditación en la legitimidad de la decisión pública y en la forma como la calidad del dato condiciona la capacidad estatal de intervenir de manera oportuna y equitativa.

Acreditación y legitimidad de la decisión pública en la gestión del riesgo

La acreditación de laboratorios constituye un pilar técnico de los sistemas de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, al establecer la demostración formal de competencia para ejecutar métodos de ensayo bajo condiciones controladas y reproducibles, lo que transforma la producción del dato analítico en un proceso regulado que incide directamente en la calidad de la información utilizada por el Estado, especialmente bajo estándares como la ISO/IEC 17025, que define requisitos sobre imparcialidad, competencia del personal, validación de métodos, trazabilidad metrológica, control de resultados y gestión de riesgos asociados a las actividades analíticas (ISO, 2017).

En este marco, la confiabilidad de la vigilancia sanitaria depende de la calidad de los datos que alimentan los sistemas de información y los indicadores de gestión del riesgo, en

Colombia el IRCA se construye a partir de resultados fisicoquímicos y microbiológicos generados por laboratorios que apoyan la vigilancia, por lo que cualquier deficiencia en la competencia analítica introduce incertidumbre sobre la validez del indicador y sobre la efectividad de las decisiones sanitarias derivadas de su interpretación (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2024; Instituto Nacional de Salud, 2024).

La literatura especializada documenta que la implementación de sistemas de gestión de la calidad bajo la ISO/IEC 17025 mejora la confiabilidad y comparabilidad de los resultados analíticos, estudios en laboratorios de servicios públicos y salud pública en Colombia muestran que su adopción fortalece la estandarización de procedimientos, la gestión documental, el control de equipos y la competencia del personal analista, lo que reduce la variabilidad de los resultados y mejora la trazabilidad de la información utilizada por las autoridades sanitarias (Clavijo Aristizábal & Giraldo Aguirre, 2014; Peña Román & Rugeles López, 2013; Guizao García, 2022).

A nivel internacional, organismos como la International Laboratory Accreditation Cooperation destacan que la acreditación no solo mejora la calidad técnica de los resultados, sino que también fortalece la confianza institucional en los sistemas de control y vigilancia, al proporcionar un mecanismo independiente de evaluación de la competencia de los laboratorios, además, los esquemas de reconocimiento mutuo como el ILAC Mutual Recognition Arrangement permiten la aceptación internacional de resultados analíticos y refuerzan la legitimidad técnica de los sistemas de vigilancia sanitaria (ILAC, 2020; ILAC, 2025).

Desde el enfoque de la vigilancia sanitaria del agua, la Organización Mundial de la Salud define esta actividad como un proceso continuo y sistemático de recopilación, análisis e interpretación de datos, con el objetivo de proteger la salud pública, en este contexto la

confiabilidad de la vigilancia depende tanto de la calidad de los datos analíticos como de la capacidad institucional para interpretarlos y utilizarlos de manera oportuna, lo que ubica a los laboratorios acreditados como actores clave dentro del sistema (World Health Organization, 2022).

En este punto del análisis, emerge como hallazgo central la ausencia de estudios que relacionen de forma directa y verificable la acreditación de laboratorios con mejoras observables en la calidad del agua o en resultados sanitarios poblacionales, esta situación no se interpreta como una debilidad empírica de la investigación, sino como una limitación estructural del campo de la vigilancia sanitaria, asociada a la forma en que se diseñan los sistemas de monitoreo y los indicadores.

La literatura revisada indica que la acreditación actúa principalmente sobre la confiabilidad del dato analítico y la validez técnica de los resultados, mientras que los sistemas de vigilancia y los indicadores como el IRCA se orientan a clasificar niveles de riesgo y apoyar decisiones administrativas, por lo que la escasez de evidencia directa que conecte acreditación con mejoras verificables en la calidad del agua responde a una brecha metodológica inherente al diseño de estos sistemas y no a la irrelevancia del proceso de acreditación dentro de la protección de la salud pública.

Frente a esta limitación, la investigación adopta un enfoque interpretativo e inferencial que articula evidencia documental, normativa e institucional para analizar relaciones explicativas indirectas entre acreditación, confiabilidad de la vigilancia y toma de decisiones sanitarias, el análisis no busca establecer causalidad experimental, sino comprender cómo el fortalecimiento de la competencia técnica reduce la incertidumbre del sistema, mejora la calidad de la

información disponible y condiciona la efectividad de la gestión del riesgo en contextos territoriales diferenciados.

Los resultados muestran que la existencia formal de acreditación no garantiza por sí sola una vigilancia sanitaria confiable y equitativa, la evidencia indica que la acreditación se concentra en territorios con mayores capacidades institucionales y técnicas, lo que produce una distribución desigual de la confiabilidad analítica y genera tensiones entre el estándar técnico universal promovido por la ISO/IEC 17025 y las condiciones reales de implementación en territorios con limitaciones estructurales.

El análisis técnico permite identificar que la acreditación opera en interacción con otros componentes críticos del sistema de vigilancia, entre ellos la continuidad del monitoreo, la estabilidad del talento humano, la disponibilidad de recursos financieros y la articulación institucional, en ausencia de estos elementos la acreditación puede reducirse a un cumplimiento formal de requisitos documentales sin traducirse en mejoras sostenidas de la confiabilidad analítica ni en una gestión más efectiva del riesgo sanitario, situación documentada en estudios sobre la implementación de la ISO/IEC 17025 en laboratorios pequeños y académicos (Oliver, 2018; Durán León & Ardila Díaz, 2021).

Desde la perspectiva de política pública, estos hallazgos permiten comprender que la acreditación no constituye un fin en sí mismo, sino un instrumento técnico inserto en una arquitectura institucional más amplia, su capacidad para fortalecer la vigilancia depende de su articulación con estrategias de desarrollo territorial, fortalecimiento institucional y reducción de brechas en el acceso a infraestructura de la calidad, en este sentido la literatura sobre gobernanza regulatoria señala que los estándares técnicos pueden reproducir desigualdades si no se

acompañan de políticas que fortalezcan capacidades en territorios rezagados (Kellermann, 2019; OCDE, 2025).

En consecuencia, la confiabilidad de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano emerge como una propiedad sistémica construida a partir de la interacción entre acreditación, capacidades institucionales y contexto territorial, fortalecer la acreditación constituye una condición necesaria para mejorar la vigilancia y reforzar la legitimidad de la decisión pública al reducir la incertidumbre analítica y proporcionar respaldo técnico verificable, no obstante, su impacto sobre la protección de la salud depende de su integración en estrategias orientadas a la equidad, la sostenibilidad y la reducción de brechas territoriales en el acceso a agua segura.

Vacíos de información como hallazgos estructurales del sistema de vigilancia

El análisis desarrollado en este capítulo permite identificar que los vacíos de información constituyen un hallazgo central del sistema de vigilancia de la calidad del agua, en tanto revelan la forma en que se produce, organiza y utiliza la información para la gestión del riesgo sanitario, la relación entre acreditación, capacidad analítica y comportamiento del IRCA no puede reconstruirse de manera homogénea en todo el territorio debido a la ausencia, fragmentación o baja calidad de los registros disponibles, lo que introduce una dimensión adicional de desigualdad asociada a la capacidad de medir y a la capacidad de documentar y sostener evidencia en el tiempo.

De acuerdo con lo evidenciado en la Tabla 2, estos vacíos se concentran con mayor intensidad en el componente rural y en territorios con menor disponibilidad de capacidad analítica acreditada, en dichos contextos la discontinuidad del monitoreo, la ausencia de series completas del IRCA o la falta de desagregación territorial limitan la posibilidad de establecer

relaciones consistentes entre calidad del dato y comportamiento del riesgo, esta situación indica que el sistema presenta una capacidad diferenciada para producir evidencia según el contexto, lo que genera asimetrías en la calidad del agua y en la visibilidad del riesgo sanitario.

Desde una perspectiva institucional, la información sobre acreditación de laboratorios, capacidad instalada y recursos asociados a la vigilancia se encuentra dispersa en múltiples fuentes, sin un sistema integrado que permita analizar de manera articulada la evolución de la infraestructura de la calidad y su incidencia sobre los resultados, esta fragmentación dificulta evaluar con precisión el papel de la acreditación en la estabilidad del IRCA y en la reducción de la incertidumbre analítica, lo que evidencia una limitación estructural en la gobernanza del sistema.

En esta línea, la ausencia de estudios longitudinales y territorializados que vinculen de forma directa la acreditación con resultados sanitarios no responde a una carencia puntual de investigación, sino a una brecha metodológica asociada al diseño de los sistemas de vigilancia, estos sistemas se orientan a clasificar niveles de riesgo y a apoyar decisiones operativas, lo que restringe el desarrollo de análisis explicativos entre capacidades técnicas y resultados en salud pública y limita la posibilidad de demostrar empíricamente los efectos de la infraestructura de la calidad sobre la reducción del riesgo sanitario.

A esta situación se suma la limitada disponibilidad de información sistematizada sobre inversión pública, fortalecimiento institucional y sostenibilidad de las capacidades analíticas en el territorio, esta restricción impide dimensionar con claridad los esfuerzos orientados a mejorar la vigilancia y dificulta la identificación de brechas reales entre regiones, especialmente en territorios con menor capacidad financiera, donde la ausencia de datos invisibiliza tanto las condiciones de riesgo como las acciones orientadas a su mitigación.

Estas limitaciones se reflejan en la dificultad para comparar de manera consistente el comportamiento del IRCA entre territorios, la calidad, continuidad y trazabilidad de los datos no presentan condiciones homogéneas, lo que implica que parte de la variabilidad observada no corresponde únicamente a diferencias reales en la calidad del agua, sino también a diferencias en la capacidad del sistema para producir información confiable, esta situación refuerza la idea de que la desigualdad territorial en la vigilancia incluye una dimensión analítica que condiciona la interpretación del riesgo.

Bajo esta lectura, los vacíos de información operan como indicadores indirectos de tensiones estructurales del sistema de vigilancia, evidencian limitaciones en la articulación interinstitucional, en la consolidación de sistemas de información integrados y en la capacidad de sostener procesos continuos de monitoreo en contextos territoriales heterogéneos, estas condiciones afectan la confiabilidad del dato y la legitimidad de las decisiones públicas basadas en dicha información.

De este modo, la ausencia, fragmentación o baja comparabilidad de la información constituye un elemento transversal que incide en la relación entre acreditación, IRCA y desigualdades territoriales, esta condición limita la capacidad del Estado para observar, interpretar y gestionar el riesgo sanitario de manera consistente y refuerza la necesidad de comprender la vigilancia de la calidad del agua como un sistema de producción de evidencia cuya solidez depende de la integración entre capacidades técnicas, institucionales y territoriales.

Desde esta perspectiva, la relación entre acreditación, confiabilidad del dato y comportamiento del IRCA permite comprender las dinámicas internas del sistema de vigilancia y plantea la necesidad de analizar cómo estas condiciones se traducen en decisiones públicas y en resultados diferenciados en salud, lo que conduce a profundizar en el papel de la gobernanza y de

las políticas públicas en la reducción de desigualdades territoriales asociadas a la calidad del agua para consumo humano.

Barreras, desigualdad y gobernanza

El presente capítulo desarrolla el tercer objetivo específico de la investigación, orientado a categorizar las barreras técnicas, institucionales y territoriales que han limitado el acceso, la sostenibilidad y la expansión de la acreditación de laboratorios en Colombia, así como su incidencia en la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano durante el periodo 2007–2024, en este sentido el análisis se desplaza desde la descripción de la capacidad analítica y su relación con el comportamiento del IRCA hacia la identificación de factores estructurales que condicionan la producción de información confiable en el territorio y la gestión efectiva del riesgo sanitario asociado al consumo de agua.

Desde esta perspectiva, la acreditación deja de entenderse exclusivamente como un atributo técnico de los laboratorios y pasa a ser analizada como un elemento inserto en un sistema más amplio de gobernanza del agua, en el cual interactúan capacidades institucionales, condiciones territoriales, arreglos regulatorios y disponibilidad de recursos, este enfoque permite reconocer que la producción de datos analíticos no depende solo de la aplicación de estándares internacionales como la ISO/IEC 17025, sino de la posibilidad de sostener procesos técnicos, organizacionales y financieros en contextos heterogéneos.

En este marco, las barreras se interpretan como expresiones de tensiones estructurales del sistema de vigilancia sanitaria, en tanto evidencian los límites de la infraestructura de la calidad para operar de manera homogénea en el territorio, esta situación se hace evidente cuando la aplicación de requisitos técnicos universales se enfrenta a realidades institucionales y territoriales desiguales, por lo cual el análisis no se restringe a la identificación de limitaciones operativas, sino que busca explicar cómo estas barreras configuran relaciones de dependencia, exclusión

técnica y concentración de capacidades analíticas, lo que afecta la oportunidad, continuidad y confiabilidad de la información utilizada en la toma de decisiones en salud pública.

Desde un enfoque de política pública, estas barreras permiten examinar la forma en que el Estado ha estructurado la regulación sanitaria a través de la acreditación como mecanismo de delegación técnica, en este esquema la validación de resultados recae en organismos especializados y establece una relación directa entre competencia técnica, legitimidad de la decisión pública y garantía del derecho humano al agua en condiciones de calidad, esta dinámica resulta especialmente relevante en territorios con mayores niveles de vulnerabilidad, donde la acreditación puede operar como mecanismo de aseguramiento de la calidad o como factor que reproduce desigualdades cuando no existen estrategias diferenciadas de fortalecimiento institucional y territorial.

En coherencia con lo anterior, el capítulo se organiza a partir del análisis de barreras técnicas, institucionales, financieras y territoriales, además incorpora el examen de la trazabilidad financiera de la infraestructura de la calidad, la dependencia territorial de capacidades analíticas y la relación entre acreditación, equidad y derecho al agua, con el propósito de aportar una comprensión integrada de las condiciones que limitan la efectividad del sistema de vigilancia y de establecer bases analíticas para la formulación de lineamientos orientados a la reducción de brechas territoriales en la gestión del riesgo sanitario.

Barreras técnicas

El análisis de las barreras técnicas asociadas a la acreditación de laboratorios para el análisis de agua tratada destinada al consumo humano se realizó a partir de la revisión sistemática de los Informes Nacionales de Calidad del Agua para Consumo Humano y se complementó con la información oficial suministrada por el Ministerio de Salud y Protección

Social mediante oficio de respuesta al derecho de petición con radicado 2026213000021761, este ejercicio permitió identificar limitaciones operativas en los laboratorios y restricciones estructurales en la forma como el sistema de vigilancia ha definido, implementado y sostenido los requisitos técnicos necesarios para la producción de información analítica confiable en el periodo 2007–2025.

Una de las barreras técnicas estructurales identificadas corresponde a la ambigüedad normativa asociada al requisito de acreditación establecido en el artículo 27 del Decreto 1575 de 2007, el cual exige que los laboratorios cuenten con “acreditación por pruebas de ensayo” sin especificar de manera explícita la adopción de la norma ISO/IEC 17025 como estándar obligatorio, de acuerdo con la respuesta institucional del Ministerio de Salud y Protección Social esta formulación permitió que la acreditación se obtuviera a través de diferentes esquemas nacionales o internacionales aceptados, lo cual generó heterogeneidad en los niveles de competencia técnica reconocida y en la aplicación de principios como la trazabilidad metrológica, la validación de métodos y la estimación de la incertidumbre.

Esta situación evidencia que en su fase inicial la regulación sanitaria priorizó la ampliación de la cobertura institucional sobre la estandarización rigurosa de la calidad analítica, además esta falta de especificidad técnica constituye una barrera para la armonización de los procesos analíticos y la comparabilidad de los resultados utilizados en la vigilancia sanitaria, dado que la acreditación no se encuentra vinculada a un estándar único de competencia, en este contexto los Informes INCA han señalado inconsistencias en los resultados analíticos reportados entre territorios asociadas a diferencias en metodologías, capacidades técnicas y niveles de control de calidad implementados por los laboratorios responsables del análisis de agua para

consumo humano (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2013; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2019).

Esta ambigüedad adquiere mayor relevancia cuando se analiza en perspectiva de política pública, la evolución normativa posterior con la expedición de lineamientos como la Resolución 2625 de 2019 y desarrollos como la Resolución 172 de 2022, la Resolución 229 de 2024 y la Resolución 1598 de 2025 evidencia un proceso de mayor exigencia técnica en el cual la vigilancia sanitaria depende de la competencia analítica verificable, en este escenario una definición inicial flexible del requisito de acreditación se convierte en una barrera estructural para la armonización metodológica y la comparabilidad de los resultados entre territorios.

En el plano de la infraestructura de la calidad, las barreras técnicas se manifiestan en limitaciones asociadas a la disponibilidad y sostenibilidad de capacidades metrológicas, de normalización aplicada y de acreditación efectiva en los laboratorios, especialmente en territorios con menor desarrollo institucional donde los informes nacionales registran dificultades para garantizar condiciones locativas adecuadas, acceso a equipos calibrados, control metrológico de las mediciones y disponibilidad de insumos críticos, estas condiciones impiden el cumplimiento continuo de los requisitos exigidos por estándares internacionales y limitan la generación de resultados analíticos comparables y técnicamente robustos (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2014; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2018).

A estas limitaciones se suman las restricciones relacionadas con la implementación y sostenibilidad de los sistemas de aseguramiento de la calidad analítica, la validación de métodos, la participación en ensayos de aptitud y el acceso a materiales de referencia certificados requieren condiciones técnicas y financieras que no se encuentran disponibles de manera homogénea en el territorio, esta situación genera escenarios en los cuales la acreditación no

puede mantenerse en el tiempo o se alcanza de forma parcial, lo que afecta la consistencia de los resultados utilizados en la vigilancia.

Desde otra perspectiva, la respuesta institucional del Ministerio de Salud y Protección Social señala que no existen sistemas consolidados, bases de datos ni series históricas oficiales que permitan identificar de manera sistemática la evolución y distribución territorial de los laboratorios acreditados desde la expedición del Decreto 1575 de 2007, esta información se remite al Directorio Oficial de Acreditados administrado por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, esta ausencia de información constituye una barrera técnica adicional que limita la capacidad del Estado para evaluar la relación entre acreditación, calidad del dato y comportamiento del riesgo sanitario.

Otra limitación técnica se relaciona con la disponibilidad y estabilidad del talento humano especializado, en particular la formación, experiencia y continuidad del personal analista inciden directamente en la capacidad de los laboratorios para cumplir los requisitos de competencia establecidos en los procesos de acreditación, los informes revisados evidencian que la alta rotación de personal, la escasez de profesionales con competencias específicas y las dificultades para sostener procesos permanentes de capacitación afectan la confiabilidad de los resultados analíticos reportados (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2017; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2021).

También se identifican barreras técnicas vinculadas a la gestión, integridad y trazabilidad de la información analítica, estas limitaciones se relacionan con el registro, almacenamiento y transmisión de los resultados de laboratorio hacia los sistemas nacionales de información, los Informes INCA muestran debilidades en los sistemas utilizados en algunos territorios, lo que dificulta la verificación de la calidad de los datos, la reconstrucción de la trazabilidad analítica y

el uso oportuno de la información para la toma de decisiones en salud pública (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2022; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2025).

En conjunto, las barreras técnicas identificadas se manifiestan de manera interrelacionada y se intensifican según las condiciones territoriales en las que operan los laboratorios, estas limitaciones explican la concentración espacial de la capacidad analítica acreditada y la persistencia de brechas en la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, incluso en un contexto de fortalecimiento normativo y ampliación de los sistemas de reporte.

Barreras institucionales y financieras

El análisis de las barreras institucionales y financieras asociadas a la acreditación de laboratorios para el análisis de agua tratada destinada al consumo humano se sustentó en la revisión de los Informes Nacionales de Calidad del Agua para Consumo Humano y en la información oficial suministrada por el Ministerio de Salud y Protección Social mediante respuesta al derecho de petición con radicado 2026213000021761, este ejercicio permitió reconocer limitaciones estructurales que afectan el acceso, la sostenibilidad y la expansión de la acreditación, además condiciona la capacidad estatal para producir información confiable, comparable y oportuna para la gestión del riesgo sanitario en el periodo 2007–2025.

Una limitación institucional relevante se relaciona con la fragmentación de responsabilidades entre los actores del sistema de vigilancia de la calidad del agua, esta fragmentación involucra autoridades sanitarias, prestadores del servicio de acueducto, laboratorios y entidades del nivel nacional sin una articulación efectiva que integre la planificación, la ejecución y el uso de la información analítica, los Informes INCA muestran que esta situación genera discontinuidades en el monitoreo, duplicidad de funciones y vacíos en la

coordinación interinstitucional, lo cual restringe la capacidad de los territorios para estructurar estrategias integrales de fortalecimiento de su infraestructura de la calidad (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2013; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2018).

Otra restricción institucional se asocia a la ausencia de lineamientos diferenciados para la implementación del esquema de acreditación según las capacidades territoriales, los informes nacionales y la respuesta institucional del Ministerio de Salud y Protección Social indican que no existen instrumentos que orienten a los entes territoriales de acuerdo con su categoría municipal, nivel de ruralidad o capacidad instalada, esta condición implica que la acreditación opera bajo una lógica de igualdad formal que no reconoce las condiciones reales de los territorios y reproduce asimetrías en el acceso a la infraestructura de la calidad (Ministerio de Salud y Protección Social, 2026).

En el ámbito de la gestión pública se observa una limitación estructural en la capacidad del nivel nacional para planificar, monitorear y evaluar el proceso de acreditación como componente del sistema de vigilancia, la respuesta institucional del Ministerio de Salud y Protección Social señala la ausencia de sistemas de información integrados, diagnósticos territoriales y series históricas que permitan analizar la evolución de la acreditación y su relación con los resultados del IRCA, esta situación evidencia una desconexión entre la producción de información analítica y la formulación de políticas públicas basadas en evidencia.

Desde la dimensión financiera, los costos asociados a la acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025:2017 constituyen una barrera significativa para numerosos laboratorios, en especial aquellos de naturaleza pública, universitaria o territorial, los Informes INCA indican que la inversión requerida para infraestructura, equipamiento, aseguramiento de la calidad, ensayos de aptitud y mantenimiento del sistema de gestión supera con frecuencia las capacidades

presupuestales de los laboratorios locales, lo que limita su acceso al proceso de acreditación o compromete su sostenibilidad en el tiempo (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2016; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2020).

A esto se añade la inexistencia de mecanismos de financiación específicos o incentivos económicos orientados a apoyar la acreditación en territorios con menores capacidades institucionales, la respuesta del Ministerio de Salud y Protección Social confirma que no existen programas ni esquemas de cofinanciación dirigidos a facilitar el cumplimiento de los requisitos de acreditación, esto implica que los costos recaen directamente sobre los laboratorios y las entidades territoriales, lo cual profundiza las brechas entre regiones con alta y baja capacidad fiscal (Ministerio de Salud y Protección Social, 2026).

Las restricciones financieras se intensifican por la inestabilidad presupuestal de muchos laboratorios públicos y territoriales, cuyos recursos dependen de asignaciones anuales sujetas a variaciones administrativas y políticas, esta condición dificulta la planificación de inversiones de mediano y largo plazo necesarias para sostener la acreditación, además afecta la continuidad de procesos críticos como la capacitación del personal, la renovación de equipos y la participación en esquemas de evaluación externa del desempeño (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2021).

En términos sistémicos, las barreras institucionales y financieras configuran una cadena de condicionantes que afecta la efectividad del sistema de vigilancia, la ausencia de información financiera consolidada y de mecanismos de seguimiento limita la planificación estratégica, esta situación se traduce en baja inversión en infraestructura de la calidad, restricción en el acceso a procesos de acreditación y producción de datos con niveles diferenciados de confiabilidad, como

resultado la capacidad estatal para tomar decisiones basadas en evidencia robusta se ve comprometida.

Se identifica además una baja priorización de la acreditación dentro de las agendas territoriales de salud y servicios públicos, los Informes INCA muestran que en varios contextos la acreditación no se asume como un componente estratégico del sistema de vigilancia, esta percepción reduce el compromiso institucional para asignar recursos, fortalecer capacidades y articular esfuerzos intersectoriales orientados a mejorar la calidad de la información analítica (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2022).

En conjunto, estas barreras interactúan con las limitaciones técnicas previamente descritas, dicha interacción configura un entramado estructural que condiciona la distribución territorial de la capacidad analítica acreditada y la efectividad del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, estas restricciones explican por qué, pese a los avances normativos e institucionales, persisten desigualdades territoriales en el acceso a la acreditación y en los resultados de la vigilancia sanitaria.

Barreras territoriales y de gobernanza

El análisis de las barreras territoriales y de gobernanza asociadas a la acreditación de laboratorios para el análisis de agua tratada destinada al consumo humano permitió reconocer limitaciones estructurales vinculadas a condiciones geográficas, capacidades administrativas y formas de articulación multinivel, estos factores trascienden el plano técnico e inciden en la manera como el Estado organiza, coordina y territorializa la vigilancia sanitaria, con efectos directos sobre la posibilidad de consolidar infraestructura analítica acreditada en los territorios.

Este abordaje se sustentó en la revisión de los Informes Nacionales de Calidad del Agua para Consumo Humano y en la información oficial suministrada por el Ministerio de Salud y

Protección Social mediante respuesta al derecho de petición con radicado 2026213000021761, los resultados permiten establecer que la acreditación se despliega dentro de arreglos institucionales que condicionan su alcance, sostenibilidad y efectos sobre la equidad territorial.

Una limitación territorial relevante se asocia a las condiciones geográficas y a la dispersión poblacional presentes en amplias zonas del país, especialmente en regiones con alta ruralidad y baja densidad institucional, los Informes INCA evidencian que en estos contextos la vigilancia se ve afectada por la distancia entre puntos de muestreo y laboratorios, la precariedad de la infraestructura vial y las dificultades logísticas para el transporte de muestras, estos factores inciden en la oportunidad de los resultados y en la posibilidad de sostener procesos continuos de acreditación local, lo cual genera dependencia de capacidades externas y afecta la estabilidad de la información utilizada para la gestión del riesgo sanitario (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2013; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2018).

Otra restricción territorial se relaciona con la heterogeneidad en la capacidad administrativa y técnica de los entes territoriales, los informes muestran que los territorios con mayor desarrollo institucional concentran infraestructura técnica, talento humano especializado y recursos para la vigilancia, mientras que en contextos con menores capacidades persisten dificultades para planificar, implementar y sostener procesos de fortalecimiento de la infraestructura de la calidad, esta situación limita el acceso a la acreditación y refuerza la concentración urbana de la capacidad analítica (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2016; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2020).

Desde la perspectiva de la gobernanza, los informes evidencian que la coordinación entre niveles de gobierno y sectores involucrados no se traduce en estrategias integradas de fortalecimiento de capacidades, esta situación se expresa en la débil articulación entre niveles

nacional, departamental y municipal, así como entre los sectores de salud, agua potable, ambiente y calidad, en consecuencia la implementación de la política pública presenta desalineaciones entre decisiones regulatorias, inversión y producción de información, lo cual limita el posicionamiento de la acreditación como instrumento estratégico de la vigilancia sanitaria y contrasta con los principios de coordinación multinivel y coherencia institucional propuestos por la OCDE (Ministerio de Salud y Protección Social et al., 2014; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2019; OCDE, 2015; OCDE, 2025).

Este escenario exige comprender la gobernanza del agua desde una perspectiva de co-gobernanza, en la cual la interacción entre niveles de gobierno, actores técnicos, prestadores y comunidades define la sostenibilidad del sistema, los hallazgos muestran que esta interacción es débil en numerosos territorios, lo cual limita la adaptación de los instrumentos regulatorios a contextos diferenciados.

La respuesta institucional del Ministerio de Salud y Protección Social también evidencia la ausencia de mecanismos formales de planeación territorial de la acreditación, no se dispone de diagnósticos diferenciados por región ni de instrumentos para priorizar territorios según nivel de riesgo sanitario o brechas existentes, esta situación conduce a la aplicación uniforme de requisitos técnicos en contextos heterogéneos y afecta la equidad en el acceso a la infraestructura de la calidad (Ministerio de Salud y Protección Social, 2026).

El análisis de la relación entre gobernanza y financiamiento permite identificar una secuencia estructural en la cual la ausencia de información sistematizada sobre inversión en infraestructura de la calidad limita la planificación estratégica, esta condición se traduce en asignaciones presupuestales insuficientes o desarticuladas, restringe el fortalecimiento de

capacidades analíticas locales y condiciona el acceso a la acreditación, como resultado se afecta la confiabilidad del dato y la capacidad estatal para tomar decisiones basadas en evidencia.

La invisibilidad de la inversión en infraestructura de la calidad se configura como una barrera estructural, la falta de trazabilidad sobre recursos destinados a equipamiento, talento humano y aseguramiento de la calidad impide evaluar el impacto de la acreditación y limita el diseño de intervenciones orientadas a reducir brechas territoriales, esta situación desvincula el estándar técnico de la planeación financiera y de la evaluación de resultados.

También se identifican limitaciones asociadas a la débil articulación intersectorial entre los sectores de salud, agua potable y saneamiento básico, ambiente y calidad, los informes muestran que en varios territorios las decisiones sobre inversión en infraestructura analítica no se integran en los instrumentos de planificación sectorial, esta situación limita la incorporación de la acreditación como componente estratégico de la gestión del riesgo sanitario (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2021).

Las restricciones territoriales se intensifican por la dependencia de servicios analíticos externos en territorios con menor capacidad técnica, esta dependencia genera relaciones asimétricas en la provisión de servicios, limita la autonomía territorial y dificulta la consolidación de capacidades locales sostenibles, además contribuye a la concentración de la infraestructura analítica acreditada (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio et al., 2022).

Desde el enfoque de implementación de políticas públicas, estos hallazgos permiten interpretar la acreditación como un instrumento cuya efectividad depende de su articulación con capacidades institucionales y arreglos multinivel, esta interpretación coincide con los planteamientos de Sabatier sobre los límites de enfoques que imponen estándares sin considerar capacidades de implementación, situación que se observa en la exigencia de acreditación

derivada del Decreto 1575 de 2007 (Sabatier, 1986; Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

La aplicación uniforme de la norma ISO/IEC 17025 en contextos territoriales heterogéneos constituye una tensión central del sistema, esta norma asegura altos niveles de competencia técnica, sin embargo, su implementación sin enfoques diferenciales puede limitar el acceso de laboratorios con menores capacidades y generar dependencia de servicios externos, esta situación muestra que los estándares universales pueden producir efectos desiguales cuando no se adaptan al contexto territorial.

Este escenario permite identificar la pertinencia de enfoques de acreditación gradual o diferenciada, en los cuales el fortalecimiento de la competencia técnica se articule con procesos progresivos de desarrollo institucional, esta aproximación permite evitar que la acreditación opere como un mecanismo de exclusión y favorece su uso como instrumento de mejora continua.

Las experiencias internacionales evidencian que la acreditación resulta más efectiva cuando se integra en esquemas que combinan regulación, financiamiento, asistencia técnica y evaluación del desempeño, este tipo de articulación permite fortalecer capacidades locales y reducir desigualdades territoriales, en ausencia de estos elementos la acreditación tiende a concentrarse en territorios con mayores capacidades preexistentes (Pagel, 2002; Government of British Columbia, 2017; Department of Health, Western Australia, s. f.; Drinking Water Inspectorate, s. f.).

Desde el enfoque del derecho humano al agua, las desigualdades en la acreditación de laboratorios y en la confiabilidad del dato implican que la protección frente al riesgo sanitario no se garantiza de manera uniforme, esta situación afecta principalmente a poblaciones rurales y

vulnerables y evidencia que las barreras de gobernanza tienen implicaciones directas en la garantía de derechos.

La desigualdad en la vigilancia de la calidad del agua responde a la forma en que el sistema articula regulación, financiamiento, capacidades institucionales y condiciones territoriales, la superación de estas barreras requiere replantear la acreditación como parte de la gobernanza territorial del agua, este enfoque debe integrar planeación diferenciada, fortalecimiento institucional y articulación entre instrumentos regulatorios y financieros para avanzar hacia una reducción efectiva de las desigualdades territoriales.

Aplicación de la ISO/IEC 17025 en contextos territoriales heterogéneos

La aplicación de la norma ISO/IEC 17025 en el sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano introduce una tensión estructural entre la estandarización técnica de la competencia analítica y la diversidad territorial en la que se implementa, la norma establece requisitos uniformes que presuponen condiciones institucionales, financieras y técnicas relativamente estables, estas condiciones no se distribuyen de manera homogénea en el territorio nacional, esta diferencia delimita quién puede producir información analítica y bajo qué condiciones.

Desde el plano técnico, la norma ISO/IEC 17025 define criterios rigurosos asociados a validación de métodos, trazabilidad metrológica, estimación de la incertidumbre, aseguramiento de la calidad y competencia del personal, este estándar busca garantizar comparabilidad y confiabilidad de los resultados analíticos a nivel internacional, el cumplimiento de estos requisitos exige infraestructura adecuada, acceso a materiales de referencia, participación en ensayos de aptitud y disponibilidad de talento humano especializado, estas condiciones resultan difíciles de sostener en territorios con limitaciones estructurales.

Esta situación evidencia una tensión entre el carácter universal del estándar técnico y la realidad de los sistemas territoriales, la aplicación homogénea de la norma desconoce trayectorias diferenciadas de desarrollo institucional, capacidades fiscales y condiciones operativas de los laboratorios, el cumplimiento de los requisitos depende de la disponibilidad de recursos y de la existencia de una infraestructura de la calidad previamente consolidada.

En este escenario, la acreditación bajo ISO/IEC 17025 se concentra en territorios con mayor desarrollo institucional, acceso a financiamiento y cercanía a redes de conocimiento técnico, esta concentración configura una geografía de la competencia analítica en la cual los centros urbanos consolidan su papel como núcleos de producción de información confiable, mientras que los territorios periféricos enfrentan mayores dificultades para acceder y sostener procesos de acreditación.

La tensión no se origina en la validez técnica del estándar, se encuentra en su forma de implementación, la norma actúa como un mecanismo de aseguramiento de la calidad que también opera como filtro de acceso, solo los laboratorios que cumplen plenamente los requisitos logran reconocimiento como competentes, esta condición excluye a actores que operan en contextos con alta necesidad sanitaria y capacidades limitadas.

Este comportamiento permite interpretar la ISO/IEC 17025 como un instrumento que estructura el campo de producción del dato sanitario, la norma delimita los actores que participan en la generación de evidencia y condiciona la distribución territorial de la confiabilidad analítica, este efecto incide en la gobernanza de la vigilancia del agua al definir reglas de validación del conocimiento técnico que respalda la toma de decisiones públicas.

Desde la perspectiva de la gobernanza, la aplicación uniforme del estándar genera una tensión entre centralización y autonomía territorial, los territorios con menor capacidad analítica

deben recurrir a laboratorios acreditados ubicados en otras regiones, esta situación crea dependencia de capacidades externas y reduce la capacidad local para producir, interpretar y utilizar información en tiempo oportuno, lo cual afecta la respuesta sanitaria frente a eventos de riesgo.

Esta dinámica configura una dependencia técnica estructural, la acreditación se concentra en determinados territorios y transforma la relación entre centro y periferia dentro del sistema de vigilancia, los flujos de información analítica se orientan desde los centros hacia las periferias, esta situación limita la construcción de capacidades locales y refuerza la centralización de la infraestructura de la calidad.

En estas condiciones, la exigencia de cumplimiento pleno de la norma en todos los territorios sin mecanismos de transición o acompañamiento diferenciados produce efectos restrictivos, los laboratorios ubicados en contextos con capacidades incipientes quedan por fuera del sistema acreditado, esta exclusión reduce la cobertura de la vigilancia o la somete a esquemas indirectos de operación, lo cual afecta la continuidad del monitoreo y la apropiación territorial de los procesos de control sanitario.

El análisis permite reconocer la necesidad de enfoques de acreditación diferenciada, el fortalecimiento de la competencia técnica debe articularse con procesos progresivos de desarrollo institucional, la calidad del dato se construye a partir de trayectorias acumulativas de inversión, formación y consolidación de capacidades, este enfoque permite reducir brechas sin sacrificar los estándares técnicos.

La ausencia de estos enfoques en el diseño normativo contribuye a que la acreditación opere como barrera de entrada técnica, en lugar de consolidarse como instrumento de mejora continua, esta situación resulta crítica en territorios donde la necesidad de vigilancia es alta y las

capacidades disponibles son limitadas, se genera un desbalance entre exigencia regulatoria y viabilidad operativa.

Esta tensión adquiere mayor relevancia al analizar su relación con el derecho humano al agua, la garantía de agua segura depende de la capacidad efectiva de los territorios para implementar y sostener procesos de vigilancia confiables, la aplicación homogénea de la norma en contextos desiguales puede derivar en protección diferenciada frente al riesgo sanitario, lo cual afecta a poblaciones ubicadas en territorios con menor capacidad institucional.

La experiencia internacional muestra que los sistemas de acreditación más robustos incorporan mecanismos de apoyo, financiamiento y fortalecimiento institucional, estos elementos permiten que el estándar técnico funcione como herramienta de mejora progresiva y no como factor de exclusión, la efectividad de la acreditación depende de su articulación con políticas orientadas al desarrollo de capacidades territoriales.

En el caso colombiano, los resultados permiten afirmar que la aplicación de la ISO/IEC 17025 fortalece la confiabilidad del dato y la legitimidad de la vigilancia sanitaria, al mismo tiempo contribuye a configurar una estructura desigual de acceso a la infraestructura de la calidad, la competencia técnica se concentra en determinados territorios mientras otros dependen de estas capacidades para sostener su sistema de vigilancia, esta situación evidencia que el estándar técnico puede reforzar desigualdades cuando no se acompaña de estrategias diferenciadas de implementación.

Limitaciones en la trazabilidad financiera de la infraestructura de la calidad

El análisis de la trazabilidad financiera de la infraestructura de la calidad en el sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano permite reconocer una limitación estructural asociada a la ausencia de información sistematizada, integrada y territorialmente

desagregada sobre las inversiones destinadas al fortalecimiento de capacidades analíticas, no existen registros consolidados que permitan establecer con precisión los recursos asignados a equipamiento, talento humano, aseguramiento de la calidad, mantenimiento de sistemas de gestión y sostenimiento de la acreditación de laboratorios, esta situación restringe la capacidad estatal para evaluar la relación entre inversión pública y desempeño del sistema de vigilancia sanitaria.

Desde el plano institucional, esta ausencia de trazabilidad no implica la inexistencia de inversiones, se relaciona con la debilidad de los mecanismos de registro, seguimiento y articulación de la información financiera entre los distintos actores del sistema, esta condición involucra entidades del nivel nacional, autoridades territoriales, prestadores de servicios y laboratorios, los recursos destinados a la infraestructura de la calidad se encuentran dispersos en múltiples fuentes y no pueden analizarse de manera integrada para orientar decisiones de política pública.

La fragmentación de la información financiera limita la planeación estratégica del sistema de vigilancia, esta situación impide identificar con claridad las brechas territoriales en inversión, dificulta la priorización de territorios según necesidades reales de fortalecimiento y restringe la evaluación del retorno de la inversión en términos de confiabilidad del dato, estabilidad del IRCA y reducción del riesgo sanitario, la ausencia de información financiera constituye un obstáculo para la gestión pública basada en evidencia.

La sostenibilidad de los procesos de acreditación también se ve afectada por esta limitación, la implementación y mantenimiento de la norma ISO/IEC 17025 exige inversiones continuas en infraestructura, actualización tecnológica, formación de personal y participación en esquemas de evaluación externa, estas condiciones no se articulan en esquemas de financiación

estables y monitoreables, dependen de decisiones presupuestales fragmentadas y de corto plazo, lo cual afecta la capacidad de los laboratorios para sostener su competencia técnica en el tiempo.

Se observa una relación directa entre invisibilidad de la inversión y desigualdad territorial, los territorios con mayor capacidad institucional y fiscal logran consolidar inversiones sostenidas que fortalecen su infraestructura de la calidad, mientras que aquellos con menores recursos enfrentan mayores dificultades para acceder y sostener procesos de acreditación, esta brecha no puede identificarse ni corregirse de manera adecuada debido a la falta de información sistemática sobre la distribución de los recursos.

La ausencia de datos financieros comparables limita el diseño de políticas públicas diferenciadas para el fortalecimiento de la infraestructura de la calidad, esta condición impide la formulación de instrumentos de intervención focalizados, restringe la creación de mecanismos de cofinanciación y dificulta la evaluación de programas orientados a reducir brechas territoriales, la acreditación opera en la práctica como un requisito técnico desvinculado de estrategias integrales de financiamiento y desarrollo institucional.

Desde la perspectiva de la gobernanza, la falta de trazabilidad financiera evidencia una desconexión entre los instrumentos regulatorios que exigen acreditación y aquellos encargados de financiar, acompañar y evaluar su implementación, esta situación genera un desbalance en el sistema en el cual se establecen estándares técnicos elevados sin mecanismos claros de soporte financiero y fortalecimiento territorial, lo que limita el potencial de la infraestructura de la calidad en la vigilancia sanitaria del agua.

Esta desconexión se relaciona con una secuencia estructural identificada en la investigación, la debilidad en la gobernanza de la inversión conduce a asignaciones ineficientes de recursos, esta condición restringe el desarrollo de capacidades analíticas locales, condiciona el

acceso a la acreditación y afecta la calidad y oportunidad del dato analítico, como resultado se reduce la capacidad del Estado para tomar decisiones informadas en la gestión del riesgo sanitario.

Desde el enfoque de infraestructura de la calidad, esta limitación refuerza la necesidad de un soporte financiero articulado para los componentes de normalización, metrología y acreditación, la ausencia de inversión sostenida debilita la trazabilidad metrológica, limita el acceso a estándares técnicos y restringe la capacidad de los laboratorios para cumplir los requisitos de acreditación, esta situación afecta la integridad del sistema en su conjunto.

La evidencia internacional muestra que los sistemas más robustos de infraestructura de la calidad integran regulación técnica, financiamiento, fortalecimiento institucional y sistemas de información, estos elementos permiten vincular la sostenibilidad operativa con la toma de decisiones basada en datos, la ausencia de coordinación, la subinversión y la fragmentación de la información generan sistemas en los que la calidad del dato depende de esfuerzos aislados y no de una política pública coherente (OCDE, 2025).

En el caso colombiano, los resultados permiten afirmar que la falta de trazabilidad financiera constituye una barrera estructural para la consolidación de la infraestructura de la calidad, esta limitación impide comprender cómo y dónde se invierte en capacidades analíticas, dificulta el cierre de brechas territoriales y reduce la efectividad de la acreditación como instrumento de regulación técnica indirecta.

La invisibilidad de la inversión incide tanto en la eficiencia como en la equidad del sistema, la ausencia de información sobre la distribución de recursos impide identificar territorios rezagados y priorizar intervenciones, esta condición limita la garantía de condiciones

mínimas para la producción de información confiable en todo el territorio, la infraestructura de la calidad requiere una base financiera que permita su desarrollo equilibrado.

La comprensión de estas limitaciones permite interpretar la acreditación como un dispositivo que depende no solo de la competencia técnica de los laboratorios, también de la capacidad del sistema para financiar, sostener y monitorear dicha competencia, esta lectura conduce a examinar la relación entre concentración de capacidades analíticas y dependencia territorial como un elemento central en la configuración de las desigualdades en la vigilancia sanitaria del agua.

Dependencia territorial de capacidades analíticas y concentración urbana de la acreditación

El análisis de la distribución territorial de la acreditación de laboratorios para el análisis de agua destinada al consumo humano permite identificar un patrón estructural de concentración urbana de la capacidad analítica, un número reducido de ciudades concentra la mayor parte de los laboratorios con competencia técnica reconocida, esta configuración produce una geografía desigual de la infraestructura de la calidad que condiciona la forma en que se produce, circula y utiliza la información sanitaria en el territorio nacional.

Este patrón no se explica únicamente por decisiones administrativas ni por la localización física de los laboratorios, se relaciona con la convergencia de condiciones institucionales, financieras y técnicas que favorecen la acumulación de capacidades en determinados núcleos urbanos, en estos espacios la presencia de universidades, centros de investigación, empresas de servicios públicos con mayor desarrollo técnico y redes de conocimiento especializado facilita la implementación y sostenimiento de la norma ISO/IEC 17025, estas condiciones consolidan entornos más propicios para la acreditación.

Por contraste, los territorios con menor desarrollo institucional enfrentan restricciones significativas para acceder a estas condiciones, esta situación limita la consolidación de capacidades analíticas propias y los ubica en una posición de dependencia respecto de los centros urbanos, la validación de resultados analíticos y del cumplimiento sanitario debe realizarse mediante laboratorios ubicados en otras regiones, esta dinámica introduce relaciones asimétricas en la provisión de servicios analíticos.

La dependencia territorial se expresa en varias dimensiones del sistema de vigilancia, la oportunidad del análisis, la continuidad del monitoreo y la capacidad de respuesta frente a eventos de riesgo resultan afectadas, el traslado de muestras hacia centros urbanos implica tiempos adicionales, mayores costos operativos y limitaciones logísticas, estas condiciones afectan la agilidad del sistema, especialmente en contextos rurales y dispersos con restricciones de acceso.

La concentración de la acreditación en centros urbanos también incide en la distribución de la confiabilidad del dato, los territorios con acceso directo a laboratorios acreditados producen información más consistente, trazable y comparable, en cambio, aquellos que dependen de capacidades externas enfrentan mayores niveles de incertidumbre analítica, esta diferencia introduce una dimensión adicional de desigualdad en la vigilancia sanitaria que trasciende la calidad del agua y se extiende a la calidad de la información disponible para evaluar el riesgo.

Este fenómeno permite reconocer una dependencia estructural de capacidades analíticas, la producción de evidencia técnica se centraliza en determinados territorios, el sistema se configura bajo una lógica en la cual la periferia depende del centro para validar sus resultados, esta situación limita la autonomía territorial en la gestión del riesgo sanitario y condiciona la capacidad local para interpretar y utilizar la información.

Desde la perspectiva de la gobernanza, esta dependencia refleja una tensión entre centralización técnica y descentralización administrativa, el sistema asigna responsabilidades a las entidades territoriales para la gestión del riesgo sanitario, sin embargo, la capacidad para producir la evidencia técnica que sustenta dichas decisiones se encuentra concentrada en otros territorios, esta situación genera un desbalance entre la responsabilidad de actuar y la disponibilidad de información confiable.

La interacción de las barreras técnicas, institucionales, financieras y territoriales previamente analizadas refuerza esta tensión, dichas limitaciones restringen el desarrollo de infraestructura analítica en territorios con menor capacidad, se configura un círculo estructural en el cual la falta de inversión, la debilidad institucional y la aplicación uniforme de estándares técnicos dificultan el acceso a la acreditación, este proceso perpetúa la dependencia de capacidades externas.

La concentración urbana de la acreditación no corresponde únicamente a un fenómeno descriptivo, constituye un elemento estructurante de la desigualdad en la vigilancia de la calidad del agua, esta configuración condiciona la distribución de la capacidad estatal para producir evidencia sanitaria y determina la forma en que se identifican, interpretan y gestionan los riesgos asociados al consumo de agua en el territorio.

La evidencia empírica analizada permite sostener que los territorios con mayor proporción de laboratorios acreditados presentan mayor estabilidad en indicadores de riesgo como el IRCA, esta estabilidad no se explica solo por condiciones de los sistemas de tratamiento, también se relaciona con la disponibilidad de capacidades analíticas que permiten sostener monitoreo continuo, reducir incertidumbre y respaldar decisiones sanitarias con evidencia técnicamente robusta.

En contraste, los territorios que dependen de capacidades externas enfrentan dificultades para sostener series continuas de información, esta situación se traduce en variabilidad de los indicadores, discontinuidades en el monitoreo y mayores niveles de incertidumbre en la estimación del riesgo, la desigualdad en la infraestructura de la calidad se refleja de forma directa en la desigualdad en la vigilancia sanitaria.

Desde la perspectiva de política pública, este patrón permite interpretar la acreditación como un instrumento que configura la distribución territorial de la capacidad estatal para ejercer funciones de vigilancia, además de asegurar la calidad del dato, define dónde se produce la evidencia y quién tiene la capacidad de validarla, esta condición introduce implicaciones relevantes para la equidad en la gestión del riesgo sanitario.

La concentración en núcleos urbanos consolidados sugiere que la infraestructura de la calidad ha evolucionado de manera desigual, este proceso responde a dinámicas de desarrollo institucional y económico que favorecen a determinados territorios, otros permanecen rezagados, esta situación obliga a analizar la acreditación como un componente de la estructura territorial del Estado y no solo como un estándar técnico.

En este contexto, la dependencia territorial de capacidades analíticas se configura como una barrera estructural para la vigilancia homogénea, la producción de información confiable depende de la proximidad a centros urbanos con infraestructura técnica consolidada, esta condición limita la capacidad del sistema para garantizar condiciones equivalentes en todo el territorio.

Este escenario plantea un desafío central para la gobernanza del agua, la reducción de desigualdades en la calidad del agua no depende únicamente de mejoras en los sistemas de tratamiento, también exige fortalecer la capacidad de los territorios para producir y utilizar

información confiable, esta necesidad implica estrategias diferenciadas de fortalecimiento de la infraestructura de la calidad y reducción de la dependencia de capacidades externas.

La interpretación de esta dinámica permite comprender la acreditación como un dispositivo que fortalece la confiabilidad del sistema y al mismo tiempo puede reproducir desigualdades territoriales, este efecto aparece cuando su implementación no se acompaña de estrategias orientadas al desarrollo de capacidades locales, por esta razón resulta necesario abordarla desde un enfoque de gobernanza territorial que articule regulación, financiamiento y fortalecimiento institucional.

Acreditación, derecho humano al agua y equidad

El análisis de los resultados desde la perspectiva del derecho humano al agua amplía la comprensión de la acreditación de laboratorios más allá de su dimensión técnica, este enfoque la sitúa como un componente estructural de la obligación estatal de garantizar agua segura, aceptable y de calidad para toda la población sin discriminación territorial. La calidad del agua exige sistemas de vigilancia capaces de producir información confiable, oportuna y verificable, la Observación General N.º 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales reconoce la calidad como elemento esencial del derecho al agua, lo que implica la existencia de mecanismos técnicos e institucionales para identificar y gestionar riesgos sanitarios de manera efectiva (Comité DESC, 2003).

Bajo este enfoque, los resultados de la investigación permiten reinterpretar la acreditación de laboratorios como un instrumento estratégico de política pública, su alcance supera la certificación de competencia técnica y se proyecta sobre la capacidad estatal para producir evidencia válida sobre la calidad del agua. La acreditación se configura como un componente estructural de la capacidad del Estado para adoptar decisiones sanitarias legítimas y oportunas,

además se integra en la arquitectura institucional que sustenta la protección del derecho humano al agua, esta arquitectura se encuentra atravesada por la necesidad de reducir asimetrías territoriales.

La relación entre el marco normativo, las capacidades institucionales disponibles en los territorios y los resultados observados en indicadores como el IRCA constituye un eje central del análisis. Las diferencias territoriales en la estabilidad y confiabilidad del indicador no responden únicamente a variaciones en la calidad del agua, también reflejan la distribución desigual de la infraestructura de la calidad, en particular la disponibilidad de laboratorios acreditados y la sostenibilidad de los sistemas de aseguramiento de la calidad analítica.

Desde esta óptica, la acreditación reduce la incertidumbre técnica en la estimación del riesgo sanitario al garantizar condiciones controladas, trazables y comparables en la producción de resultados analíticos. Esta condición permite interpretar el IRCA como un indicador que expresa no solo la calidad del agua, también la capacidad institucional para observar el riesgo de forma confiable, la convergencia entre territorios con mayor capacidad analítica acreditada y mayor estabilidad del indicador refuerza esta interpretación y evidencia su papel en la gobernanza sanitaria.

A partir de lo anterior, se identifica una cadena funcional en la cual la acreditación incide en la calidad del dato, la calidad del dato condiciona la toma de decisiones y la calidad de la decisión define el nivel de protección sanitaria que el Estado puede ofrecer. Esta relación implica que la desigualdad en el acceso a la acreditación se traduce en desigualdad en la capacidad de garantizar el derecho humano al agua, se configura así una dimensión técnica de la inequidad que no siempre resulta visible en los análisis tradicionales del sector.

En consecuencia, la efectividad de la acreditación como instrumento de garantía de derechos depende de su articulación con políticas de fortalecimiento institucional, planeación territorial y asignación diferenciada de recursos. La definición normativa de estándares no asegura por sí misma su cumplimiento en contextos heterogéneos, la realización del derecho al agua requiere capacidades reales de implementación bajo criterios de equidad territorial.

Desde este enfoque, la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano adquiere un carácter normativo reforzado, constituye el principal mecanismo mediante el cual el Estado identifica, previene y corrige riesgos sanitarios. La Organización Mundial de la Salud ha señalado que la vigilancia basada en evidencia analítica confiable es un pilar esencial para la protección de la salud pública, en especial en contextos con desigualdades territoriales persistentes (World Health Organization, 2022; 2024).

En este marco, la acreditación de laboratorios se posiciona como un instrumento técnico clave para garantizar la confiabilidad de la información que sustenta la vigilancia sanitaria. Al asegurar la competencia técnica de los laboratorios, contribuye a reducir la incertidumbre sobre la calidad del agua y fortalece la capacidad estatal para adoptar decisiones oportunas y proporcionales frente a situaciones de riesgo, tal como lo reconocen organismos internacionales especializados (ILAC, 2020; ISO, 2017).

Sin embargo, los resultados evidencian que el acceso a la acreditación y a sus beneficios no se distribuye de manera equitativa en el territorio nacional. La concentración territorial de los laboratorios acreditados y la dependencia de capacidades externas generan escenarios diferenciados de protección sanitaria, algunas poblaciones cuentan con sistemas de vigilancia robustos mientras otras enfrentan mayores niveles de incertidumbre sobre la calidad del agua que

consumen, esta situación introduce una dimensión territorial de inequidad en la realización del derecho al agua.

Esta problemática adquiere mayor relevancia en territorios rurales y dispersos con menor capacidad institucional, los Informes INCA y los reportes del Instituto Nacional de Salud evidencian dificultades para sostener monitoreo continuo y acceder de forma oportuna a análisis realizados por laboratorios acreditados. Desde la perspectiva de derechos, estas limitaciones implican una protección desigual frente a riesgos sanitarios, afectan de manera desproporcionada a poblaciones vulnerables, situación documentada por organismos internacionales como la OMS y UNICEF (WHO & UNICEF, 2023).

La discusión permite articular estos hallazgos con enfoques de equidad territorial promovidos por la CEPAL, estas perspectivas señalan que las políticas públicas deben incorporar criterios de justicia territorial para evitar que los estándares técnicos beneficien principalmente a territorios con mayores capacidades. En el caso de la acreditación, los resultados muestran que, sin estrategias explícitas de fortalecimiento institucional, este instrumento puede reproducir desigualdades en lugar de mitigarlas (CEPAL, 2021).

Desde la política pública, estos resultados refuerzan la necesidad de entender la acreditación como un medio para garantizar derechos y no como un fin en sí mismo. La literatura sobre gobernanza del agua destaca que los instrumentos técnicos deben alinearse con principios de equidad, universalidad y no discriminación, con el propósito de asegurar el acceso al agua segura en todo el territorio (OCDE, 2015; UN-Water, 2014).

En este sentido, la acreditación de laboratorios, cuando se integra dentro de estrategias de fortalecimiento territorial, puede convertirse en un instrumento clave para avanzar en la realización progresiva del derecho humano al agua. No obstante, su impacto depende de la

capacidad del Estado para superar barreras estructurales de gobernanza, información y financiamiento, estas condiciones determinan el acceso equitativo a infraestructura analítica competente y a sistemas de vigilancia confiables en el territorio nacional.

Acreditación como barrera estructural del sistema

El análisis integrado de las barreras técnicas, institucionales, financieras y territoriales permite establecer que la acreditación de laboratorios bajo la norma ISO/IEC 17025 no opera únicamente como un mecanismo de aseguramiento de la calidad. Este proceso configura las condiciones de acceso, permanencia y funcionamiento del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, define los requisitos técnicos para la producción de información válida y delimita los actores que pueden cumplirlos en contextos territoriales desiguales.

Desde esta perspectiva, la acreditación introduce una lógica de selectividad técnica orientada a garantizar la confiabilidad del dato. Esta selectividad actúa como un filtro que condiciona la participación de los laboratorios, el cumplimiento de los estándares depende de la disponibilidad de infraestructura, talento humano especializado, sostenibilidad financiera y articulación institucional, factores que no se distribuyen de manera homogénea, esta condición concentra la capacidad de producir evidencia sanitaria en determinados núcleos urbanos.

Esta selectividad no constituye una falla del estándar técnico, se explica por su interacción con estructuras territoriales desiguales. La aplicación uniforme de requisitos rigurosos produce efectos diferenciados según el contexto, la acreditación cumple simultáneamente funciones de garantía de calidad y de barrera de acceso para territorios con menores capacidades cuando no existen estrategias diferenciadas de implementación.

La evidencia analizada muestra que esta barrera estructural se materializa en la concentración de la capacidad analítica acreditada en ciudades con mayor desarrollo institucional. Este patrón genera dependencia sistemática de territorios periféricos frente a dichas capacidades, limita la autonomía territorial en la producción y uso de la información, reduce la oportunidad de la vigilancia y condiciona la capacidad de respuesta ante eventos de riesgo sanitario.

En este escenario, la acreditación redefine la estructura operativa del sistema de vigilancia. La producción de datos confiables deja de estar distribuida territorialmente y se centraliza en espacios con condiciones técnicas, financieras y organizacionales favorables, esta situación introduce una tensión entre la exigencia de estándares elevados de calidad y la necesidad de asegurar cobertura equitativa en todo el territorio.

Esta tensión se intensifica por la ausencia de mecanismos de política pública orientados a mitigar las brechas territoriales en el acceso a la acreditación. No se identifican estrategias sistemáticas de fortalecimiento institucional diferenciadas, tampoco esquemas de financiación sostenida ni instrumentos de planificación territorial que permitan ajustar los requisitos técnicos a las condiciones reales, la acreditación opera como un requisito normativo sin correspondencia plena con la capacidad de implementación.

Desde la gobernanza, la acreditación puede interpretarse como un dispositivo que organiza la relación entre regulación, conocimiento técnico y toma de decisiones. Este dispositivo define las condiciones bajo las cuales la información se considera válida y utilizable para la gestión del riesgo sanitario, su implementación en contextos de desigualdad estructural sin mecanismos de compensación contribuye a reproducir las brechas existentes en el sistema.

Esta condición adquiere especial relevancia en el análisis de la equidad territorial. La distribución desigual de la acreditación implica que la protección frente al riesgo sanitario no se garantiza bajo condiciones equivalentes, la calidad del dato, la estabilidad del monitoreo y la legitimidad de la decisión pública dependen de la ubicación geográfica y del nivel de desarrollo institucional de cada territorio.

En este sentido, la acreditación puede entenderse como una barrera estructural, establece un umbral técnico de acceso que no todos los territorios pueden alcanzar. Este umbral genera segmentación en la producción de información sanitaria entre territorios con alta capacidad analítica y territorios dependientes de capacidades externas, esta división afecta la integralidad del sistema de vigilancia.

Sin embargo, esta interpretación no cuestiona la necesidad de la acreditación como garantía de competencia técnica. El análisis se centra en las condiciones de implementación, el potencial de la acreditación para fortalecer la vigilancia depende de su articulación con estrategias de desarrollo territorial, financiamiento, asistencia técnica y gobernanza multinivel que permitan reducir brechas y ampliar el acceso a capacidades analíticas confiables.

La evidencia internacional indica que los sistemas de infraestructura de la calidad más efectivos combinan estándares técnicos rigurosos con políticas activas de fortalecimiento institucional y territorial. Este enfoque permite que la acreditación funcione como un instrumento de mejora progresiva, cuando estos elementos no se articulan, la acreditación tiende a consolidar estructuras desiguales en el acceso a la información y a los servicios analíticos.

En el caso colombiano, los resultados permiten sostener que la acreditación ha fortalecido la confiabilidad del dato y la legitimidad de la vigilancia sanitaria en territorios con alta capacidad técnica. En otros contextos, su implementación enfrenta barreras estructurales que

restringen su alcance, esta diferencia evidencia que su impacto sobre la reducción de desigualdades territoriales depende de su integración dentro de políticas orientadas a la equidad.

En consecuencia, la acreditación se configura como un dispositivo de gobernanza que condiciona la efectividad del sistema de vigilancia. Este dispositivo articula la calidad del dato con la capacidad institucional y territorial para producirlo, la mejora en la protección de la salud pública requiere no solo estándares técnicos, también la capacidad estatal para garantizar su implementación equitativa en todo el territorio.

La comprensión de la acreditación como barrera estructural permite avanzar hacia una interpretación más compleja del sistema de vigilancia de la calidad del agua. La producción de evidencia sanitaria se encuentra mediada por factores técnicos, institucionales, financieros y territoriales que generan condiciones desiguales de acceso a información confiable, este análisis refuerza la necesidad de replantear la acreditación como parte de una estrategia integral de gobernanza del agua orientada a la reducción de brechas territoriales y a la garantía efectiva del derecho humano al agua.

Discusión

Los hallazgos de esta investigación permiten avanzar desde una lectura descriptiva de la acreditación de laboratorios hacia una comprensión más amplia de sus implicaciones en la gobernanza sanitaria del agua, el análisis realizado ofrece una respuesta interpretativa y situada sobre la forma en que la acreditación, concebida como instrumento de política pública, incide en el fortalecimiento de la capacidad estatal para producir evidencia técnica confiable, legitimar la toma de decisiones y gestionar el riesgo sanitario en Bogotá D.C. y en el núcleo urbano central de Colombia durante el periodo 2007–2025.

Este enfoque orienta la discusión hacia la distribución de capacidades analíticas y hacia las condiciones que permiten que dichas capacidades funcionen como soporte efectivo de la regulación sanitaria y de la protección de la salud pública, por tanto, el análisis no se limita a describir la presencia de laboratorios acreditados, también examina el papel que estas capacidades desempeñan en la producción de información confiable y en la gestión del riesgo sanitario.

A partir de esta perspectiva, la discusión se organiza mediante cinco movimientos articulados que relacionan los resultados con debates teóricos y normativos sobre regulación, gobernanza del agua, infraestructura de la calidad, equidad territorial y derecho humano al agua, el propósito consiste en profundizar el significado de los hallazgos, contrastarlos con referentes conceptuales y derivar una interpretación más robusta sobre el lugar que ocupa la acreditación dentro del sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia.

La acreditación como dispositivo estructural de gobernanza sanitaria

La evidencia analizada permite sostener que la acreditación de laboratorios ha dejado de ser un requisito técnico periférico para consolidarse como un dispositivo estructural de

gobernanza sanitaria debido a que organiza las condiciones de producción validación y uso de la información analítica sobre la calidad del agua además condiciona la forma en que dicha información adquiere legitimidad dentro de los procesos de vigilancia y toma de decisiones en salud pública.

A partir de esta función se redefine la manera en que el Estado ejerce su regulación puesto que el control ya no se concentra exclusivamente en la verificación directa de cada resultado individual sino en la validación previa de la competencia técnica de los actores encargados de producir el dato analítico bajo estándares reconocidos nacional e internacionalmente situación que coincide con enfoques contemporáneos de gobernanza y regulación indirecta que desplazan el énfasis desde el control operativo permanente hacia mecanismos institucionales de confianza técnica y aseguramiento de la calidad.

En esta dirección Kellermann señala que la infraestructura de la calidad permite “proporcionar confianza en que los productos y servicios cumplen los requisitos y pueden ser confiables en los mercados nacionales e internacionales” [traducción propia] (Kellermann, 2019, p. 3) lo que permite comprender que la acreditación no actúa únicamente como un procedimiento administrativo sino como un mecanismo institucional orientado a producir confianza verificable sobre la validez de los resultados técnicos utilizados por el Estado.

De manera complementaria el mismo autor sostiene que “la infraestructura de la calidad es el sistema que comprende las organizaciones junto con las políticas el marco legal y regulatorio pertinente y las prácticas necesarias para apoyar y mejorar la calidad seguridad y sostenibilidad ambiental de bienes servicios y procesos” [traducción propia] (Kellermann, 2019, p. 5) interpretación que permite ubicar la acreditación dentro de una arquitectura institucional más amplia orientada a sustentar la acción regulatoria mediante evidencia técnicamente validada.

En el ámbito de la gobernanza del agua los principios de la OCDE también reconocen la importancia de construir mecanismos institucionales capaces de fortalecer la coordinación la confianza y la capacidad de decisión basada en evidencia en este sentido la OCDE establece que una gobernanza efectiva del agua requiere “gestionar el agua en escalas apropiadas dentro de sistemas integrados de gobernanza de cuenca para reflejar las condiciones locales y fomentar la coordinación entre diferentes escalas” [traducción propia] (OECD, 2015, Principle 2).

Bajo esta lectura la acreditación adquiere relevancia como instrumento de articulación entre regulación vigilancia sanitaria e infraestructura de la calidad debido a que permite estandarizar la producción del dato reducir incertidumbre analítica y fortalecer la legitimidad técnica de las decisiones públicas además contribuye a consolidar esquemas de gobernanza basados en información verificable trazable y comparable entre territorios.

Esta transformación adquiere especial relevancia al analizar la trayectoria normativa del sistema, el tránsito desde el Decreto 1575 de 2007 hacia resoluciones posteriores no corresponde únicamente a una actualización administrativa, este proceso expresa una progresiva sofisticación de la política pública, la vigilancia sanitaria se vuelve cada vez más dependiente de la calidad del dato y de la competencia técnica de quienes lo producen.

En este contexto la acreditación articula regulación, infraestructura de la calidad y legitimidad de la decisión pública, el sistema opera sobre una arquitectura institucional que define qué resultados se reconocen como evidencia válida para la gestión del riesgo (Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007; ISO, 2017).

Desde esta perspectiva el dato acreditado reduce la incertidumbre técnica asociada a la medición y también disminuye la incertidumbre política, la autoridad sanitaria dispone de un soporte verificable para justificar sus decisiones frente a prestadores, entidades territoriales y ciudadanía.

Esta función coincide con la literatura sobre infraestructura de la calidad, la acreditación no solo mejora procedimientos, también incrementa la credibilidad institucional de los resultados y fortalece la capacidad regulatoria del Estado en sectores clave para la protección de la salud y el ambiente (ILAC, 2020; Kellermann, 2019).

Capacidad analítica acreditada, confiabilidad del dato e interpretación del IRCA

Los resultados obtenidos muestran que la capacidad analítica acreditada actúa como una condición habilitante para la producción de información más estable, comparable y trazable, esta condición repercute directamente en la consistencia del IRCA y en la interpretación del riesgo sanitario.

Los territorios con mayor concentración de laboratorios acreditados presentan series más continuas y menos erráticas del indicador, este comportamiento no implica que la acreditación produzca automáticamente mejores condiciones del agua, refleja una reducción de la variabilidad analítica y un fortalecimiento de la base técnica con la cual se observa, clasifica e interpreta el riesgo, esta lectura se alinea con los enfoques de vigilancia basada en evidencia promovidos por la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 2022).

Ahora bien, la relación entre acreditación e IRCA no puede entenderse como causalidad lineal, el comportamiento del indicador depende también de variables operativas, institucionales y territoriales asociadas al tratamiento, la distribución, la continuidad del monitoreo y la capacidad de respuesta sanitaria.

La principal contribución de la acreditación se ubica en la mejora de la confiabilidad del dato con el cual se observa y gestiona el riesgo, esta función permite interpretar el IRCA no solo como un indicador de calidad del agua, también como una expresión indirecta de la capacidad estatal para producir evidencia técnica robusta en distintos contextos territoriales.

Desde esta perspectiva, el hallazgo central no consiste en afirmar que más laboratorios acreditados equivalen a menor IRCA, el análisis muestra que la existencia de una infraestructura analítica acreditada más sólida ofrece mejores condiciones para sostener procesos de vigilancia continua y técnicamente defendible.

En contraste, los territorios que dependen de capacidades externas o presentan monitoreo discontinuo enfrentan mayores niveles de incertidumbre sobre la calidad del dato, esta situación debilita la capacidad de interpretar adecuadamente el riesgo sanitario, este elemento resulta clave para comprender por qué la acreditación fortalece la gobernanza sanitaria incluso cuando los resultados del riesgo no mejoran de forma uniforme.

Barreras estructurales, exclusión técnica y dependencia territorial

El examen conjunto de las barreras técnicas, institucionales, financieras y territoriales permite identificar que la acreditación se implementa en un contexto de desigualdad estructural que condiciona sus alcances, los requisitos asociados a infraestructura, talento humano, trazabilidad metrológica, aseguramiento de la calidad y sostenibilidad financiera no encuentran el mismo punto de partida en todos los territorios.

La posibilidad de ingresar y permanecer en el sistema acreditado depende de una combinación de capacidades preexistentes, esta condición favorece a los entornos urbanos con mayor densidad institucional y dificulta la consolidación de laboratorios competentes en territorios periféricos o rurales, este comportamiento coincide con los análisis sobre los límites

de los enfoques de implementación uniforme en contextos heterogéneos (Sabatier, 1986; OCDE, 2025).

En ese escenario, la norma ISO/IEC 17025 opera como garantía de competencia técnica y como filtro de acceso, el estándar resulta necesario para asegurar confiabilidad y comparabilidad de los resultados, su aplicación homogénea en territorios con capacidades institucionales y fiscales desiguales genera efectos de exclusión técnica.

Esta dinámica produce dependencia de capacidades externas, el problema no radica en la validez del estándar, se ubica en la ausencia de mecanismos diferenciados que reconozcan trayectorias territoriales distintas y acompañen el fortalecimiento progresivo de laboratorios en contextos de menor desarrollo institucional (ISO, 2017; Kellermann, 2019).

De allí se desprende que la concentración de la acreditación en grandes ciudades no constituye un simple patrón espacial, esta concentración refleja la forma en que el Estado exige niveles elevados de competencia sin proveer condiciones homogéneas para su cumplimiento.

Este escenario consolida una barrera de entrada técnica que obliga a numerosos territorios a depender de laboratorios externos para validar sus resultados, esta dependencia afecta la autonomía local, la oportunidad del análisis y la posibilidad de construir capacidades analíticas propias.

En consecuencia, la acreditación funciona como un instrumento que mejora la calidad del sistema y, al mismo tiempo, puede reproducir las desigualdades territoriales presentes en la vigilancia sanitaria del agua.

Acreditación, equidad territorial y derecho humano al agua

La discusión adquiere una dimensión adicional cuando los hallazgos se interpretan desde el enfoque del derecho humano al agua, dado que la calidad constituye uno de sus componentes

esenciales y su garantía exige que el Estado disponga de mecanismos confiables para identificar, monitorear y corregir riesgos asociados al consumo de agua.

En este sentido, la Observación General N.º 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales estableció que “el derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna” y precisó que dicho derecho comprende libertades y prestaciones orientadas a garantizar “agua salubre” para la población (Comité DESC, 2003, p. 2).

Bajo esta perspectiva, la acreditación de laboratorios no puede entenderse únicamente como un mecanismo de desempeño técnico o de cumplimiento regulatorio, puesto que se relaciona directamente con la capacidad estatal para producir información válida sobre la calidad del agua y para sustentar decisiones orientadas a la protección de la salud pública. La misma Observación General señala que “el agua debe tratarse como un bien social y cultural, y no fundamentalmente como un bien económico” (Comité DESC, 2003, p. 3), lo que implica que los sistemas de vigilancia sanitaria deben orientarse a garantizar condiciones efectivas de protección frente a riesgos asociados al consumo de agua insegura.

Desde esta mirada, la distribución territorial de la acreditación se vincula con la capacidad diferencial del Estado para observar y gestionar el riesgo sanitario en distintos contextos territoriales. La realización efectiva del derecho al agua no depende únicamente de la existencia formal de estándares normativos, sino también de la posibilidad real de producir evidencia técnica confiable, continua y comparable en todos los territorios, especialmente en aquellos donde persisten mayores condiciones de vulnerabilidad institucional, dispersión geográfica y limitaciones en el acceso a infraestructura analítica competente.

Este aspecto resulta especialmente sensible en contextos rurales y dispersos donde el acceso a laboratorios acreditados es más limitado y el monitoreo presenta mayores niveles de

intermitencia además la incertidumbre sobre la calidad del agua tiende a incrementarse situación que resulta coherente con los diagnósticos internacionales sobre desigualdades urbano-rurales en el acceso a servicios seguros de agua potable en tanto el Programa Conjunto de Monitoreo de la OMS y UNICEF señaló que “2.200 millones de personas carecían de servicios de agua potable gestionados de manera segura” (WHO & UNICEF, 2023, p. 7).

De igual forma el informe advierte que “las poblaciones rurales tenían el doble de probabilidad de carecer de servicios básicos de saneamiento” (WHO & UNICEF, 2023, p. 10) lo que evidencia la persistencia de brechas territoriales que condicionan la capacidad de garantizar servicios seguros y sostenibles por lo cual la disponibilidad desigual de capacidades analíticas acreditadas no solo afecta la calidad y continuidad de la vigilancia sanitaria sino también la capacidad efectiva del Estado para identificar oportunamente riesgos asociados al consumo de agua y garantizar condiciones equivalentes de protección sanitaria entre territorios urbanos y rurales..

En términos de equidad territorial, esta situación evidencia que la acreditación puede ampliar o restringir derechos según su forma de implementación, cuando se articula con fortalecimiento institucional, financiamiento y acompañamiento técnico contribuye a reducir desigualdades en la vigilancia.

En contraste cuando la implementación se limita a exigir estándares uniformes en territorios heterogéneos tiende a favorecer a los espacios con mayores capacidades acumuladas situación que coincide con los planteamientos de la CEPAL acerca de la necesidad de incorporar enfoques territoriales y diferenciados en las políticas públicas relacionadas con servicios esenciales dado que “las desigualdades territoriales constituyen uno de los principales obstáculos para alcanzar un desarrollo sostenible e inclusivo” (CEPAL, 2021, p. 24) por lo cual la reducción

de brechas requiere estrategias institucionales capaces de reconocer las diferencias estructurales existentes entre territorios.

Aportes del estudio al campo de políticas públicas y gobernanza del agua

Uno de los principales aportes de esta investigación consiste en demostrar que la acreditación de laboratorios puede interpretarse como un instrumento de política pública y no solo como un requisito técnico de cumplimiento sectorial, su impacto se proyecta sobre la capacidad del Estado para producir evidencia, legitimar decisiones y sostener esquemas de regulación indirecta en materia de calidad del agua.

Esta lectura permite articular infraestructura de la calidad, vigilancia sanitaria, gobernanza del agua y equidad territorial dentro de un mismo marco analítico, con lo cual se amplía la comprensión del papel de la acreditación en la gestión del riesgo sanitario.

Otro aporte relevante radica en evidenciar que el denominado éxito del núcleo urbano central no puede leerse únicamente como resultado de mayor desarrollo técnico, este comportamiento expresa un modelo de alta capacidad institucional que integra acreditación, recursos, talento humano y continuidad del monitoreo.

En contraste, otros territorios permanecen subordinados a estas capacidades, la concentración de laboratorios acreditados en Bogotá D.C. y en las principales ciudades del núcleo urbano central fortalece la vigilancia en dichos espacios y, al mismo tiempo, evidencia una dependencia estructural del resto del territorio respecto de estos centros.

Finalmente, la discusión permite proponer que la acreditación despliega plenamente su potencial cuando se articula con mecanismos de gobernanza multinivel, financiamiento trazable, asistencia técnica y estrategias de fortalecimiento territorial, este comportamiento se observa en

experiencias internacionales donde los estándares técnicos se integran a arreglos institucionales más amplios.

En ese sentido, el reto para la política pública colombiana no consiste en reducir la exigencia técnica, consiste en construir condiciones institucionales y territoriales que permitan que dicha exigencia opere como un instrumento de mejora progresiva y no como una fuente adicional de desigualdad (OCDE, 2015; Pagel, 2002; Drinking Water Inspectorate, s. f.).

Conclusiones

El desarrollo de esta investigación permite establecer que la acreditación de laboratorios bajo la norma ISO/IEC 17025 trasciende su carácter técnico y se posiciona como un elemento estructurante de la gobernanza de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano, en tanto define las condiciones bajo las cuales se produce, valida y utiliza la información analítica que sustenta las decisiones en salud pública.

En este marco, la calidad del dato se configura como un factor determinante de la acción estatal, ya que el sistema depende de la confiabilidad de la información para orientar la gestión del riesgo sanitario y legitimar la toma de decisiones en contextos territoriales diferenciados.

La evidencia empírica muestra que la distribución territorial de los laboratorios acreditados no es homogénea, sino que se concentra en núcleos urbanos con mayores niveles de desarrollo institucional, lo que se refleja en una mayor estabilidad de los indicadores de riesgo sanitario y en una vigilancia más consistente en estos territorios.

Esta concentración implica que la disponibilidad de capacidades analíticas acreditadas no solo fortalece la confiabilidad de la información, sino que también contribuye a consolidar procesos de monitoreo sostenidos en el tiempo, mientras que otros territorios enfrentan condiciones más inestables para la producción de evidencia sanitaria.

En contraste, los territorios con menor capacidad institucional enfrentan limitaciones que restringen tanto el acceso como la sostenibilidad de la acreditación, lo que se traduce en mayores niveles de incertidumbre analítica, dependencia de servicios externos y dificultades para mantener esquemas continuos de monitoreo.

Estas condiciones evidencian que la calidad de la vigilancia no depende exclusivamente de la existencia de normas, sino de la capacidad real de los territorios para cumplirlas bajo condiciones técnicas verificables y sostenibles en el tiempo.

La revisión de la evolución normativa desde el Decreto 1575 de 2007 permite interpretar la regulación de la calidad del agua como un proceso progresivo de sofisticación técnica, en el cual la competencia de los laboratorios adquiere un papel cada vez más central en la validación del cumplimiento sanitario.

Este tránsito ha fortalecido la base técnica del sistema, pero también ha incrementado las exigencias para su implementación en contextos territoriales diferenciados, lo que introduce nuevas tensiones en la capacidad de los territorios para cumplir con los estándares establecidos.

En este escenario, la infraestructura de la calidad emerge como el soporte operativo de la regulación sanitaria, al articular normalización, metrología y acreditación en un circuito técnico que garantiza la comparabilidad y trazabilidad de los resultados analíticos utilizados en la vigilancia.

Esta interacción permite comprender que la vigilancia sanitaria no se limita a la aplicación de disposiciones normativas, sino que depende de una arquitectura institucional compleja que hace posible la producción de evidencia confiable para la gestión del riesgo.

Desde el enfoque de política pública, la acreditación se configura como un mecanismo de regulación técnica indirecta mediante el cual el Estado delega la validación del cumplimiento en organismos especializados, este esquema desplaza el énfasis del control directo hacia la certificación de competencias técnicas.

Este modelo reduce la incertidumbre en la medición y fortalece la legitimidad de las decisiones públicas porque se fundamenta en datos verificables y auditables, esta condición resulta especialmente relevante en la gestión de riesgos sanitarios asociados al consumo de agua.

Sin embargo, la aplicación de este esquema bajo criterios homogéneos en territorios con capacidades estructuralmente desiguales evidencia tensiones, la exigencia de estándares técnicos elevados sin mecanismos diferenciados reproduce desigualdades preexistentes.

Esta situación restringe el acceso equitativo a la acreditación y a los beneficios asociados a la producción de información confiable, como resultado se generan brechas en la capacidad de los territorios para participar en el sistema de vigilancia bajo condiciones comparables.

En este contexto, la acreditación adquiere una doble condición dentro del sistema, ya que por un lado mejora la calidad y confiabilidad de los resultados analíticos y, por otro, actúa como una barrera de entrada que restringe la participación de laboratorios con menores capacidades técnicas y financieras.

Este comportamiento genera una segmentación territorial en la producción de evidencia sanitaria, en la cual algunos territorios consolidan capacidades robustas mientras otros dependen de servicios externos para validar sus resultados.

El análisis de las barreras técnicas, institucionales, financieras y territoriales permite identificar que estas no operan de manera aislada, conforman un entramado interdependiente que condiciona la distribución de la capacidad analítica acreditada en el territorio.

La fragmentación institucional, la ausencia de lineamientos diferenciados, las restricciones presupuestales y las limitaciones logísticas configuran un escenario en el cual la acreditación resulta más accesible para territorios con mayores recursos, esta dinámica contribuye a profundizar las brechas existentes.

Entre los hallazgos más relevantes se encuentra la falta de trazabilidad de la inversión en infraestructura de la calidad, lo que impide evaluar de manera sistemática el impacto de la acreditación sobre la vigilancia sanitaria y limita la formulación de políticas basadas en evidencia.

Esta ausencia de información refleja debilidades en la articulación entre regulación, planeación y financiamiento dentro de la política pública, lo que restringe la capacidad del Estado para orientar estratégicamente el fortalecimiento de capacidades analíticas.

Las limitaciones en la gobernanza del sistema también se manifiestan en la débil coordinación multinivel y en la escasa integración intersectorial, lo que dificulta la implementación de estrategias coherentes para el fortalecimiento de la infraestructura de la calidad en los territorios.

Como resultado, la acreditación tiende a operar de manera desarticulada, sin un soporte institucional que garantice su sostenibilidad y expansión equitativa en todo el territorio nacional.

La aplicación uniforme de la norma ISO/IEC 17025 en contextos territoriales heterogéneos evidencia la necesidad de incorporar enfoques de implementación diferenciada que reconozcan las condiciones reales de los territorios y permitan ampliar la cobertura sin generar exclusión técnica.

Desde la perspectiva del derecho humano al agua, los resultados permiten establecer que la acreditación constituye un componente esencial para garantizar la calidad del recurso, contribuye a la producción de información confiable sobre los riesgos sanitarios asociados al consumo, no obstante, su distribución desigual en el territorio introduce diferencias en el nivel de protección de la población, esta situación afecta especialmente a comunidades rurales y a territorios con menores capacidades institucionales para sostener procesos de vigilancia continua.

La relación entre acreditación y equidad territorial pone en evidencia que la garantía del derecho al agua no depende únicamente de la definición normativa de estándares, sino de la capacidad efectiva del sistema para producir y utilizar información de calidad en todos los territorios.

En ausencia de esta capacidad, las decisiones sanitarias pueden basarse en datos incompletos o poco confiables, lo que limita la efectividad de las intervenciones y la protección de la salud pública.

El análisis desarrollado permite afirmar que la acreditación debe comprenderse como un instrumento de gobernanza que articula regulación, conocimiento técnico y toma de decisiones, en un sistema donde la calidad del dato se convierte en el eje de la acción pública.

Esta comprensión permite superar su interpretación como un requisito técnico aislado y situarla como un elemento central en la configuración de la capacidad estatal para gestionar el riesgo sanitario asociado al consumo de agua.

En conjunto, los resultados evidencian que la relación entre acreditación, vigilancia sanitaria y calidad del agua constituye un fenómeno complejo en el que interactúan factores técnicos, institucionales y territoriales, lo que exige un abordaje integral que reconozca sus interdependencias y sus efectos sobre la equidad y la efectividad del sistema.

Implicaciones de política pública, recomendaciones y líneas futuras

Los hallazgos de la investigación permiten afirmar que la acreditación de laboratorios no debe tratarse como un requisito técnico aislado ni como una exigencia administrativa desconectada de la política pública de vigilancia sanitaria del agua, su incidencia se proyecta sobre la producción de información confiable, la reducción de la incertidumbre en la observación del riesgo y la legitimidad técnica de las decisiones adoptadas por las autoridades.

Esta condición obliga a situar la acreditación dentro de una lógica de gobernanza del agua más amplia, en la cual la calidad del dato se comprenda como una condición estructural de la acción estatal y no como un resultado accesorio del funcionamiento de los laboratorios.

Una primera implicación consiste en incorporar la acreditación dentro de la arquitectura estratégica de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, la confiabilidad de la información no depende solo de la existencia de estándares ni de la autorización formal para operar, depende de la posibilidad real de sostener capacidades analíticas, organizacionales e institucionales.

Este enfoque permite que la acreditación deje de operar como un filtro técnico desconectado de la implementación territorial y se articule con objetivos explícitos de salud pública, equidad y fortalecimiento institucional en el sistema de vigilancia.

A la luz de los resultados obtenidos en ciudades como Bogotá D.C., Medellín, Cali, Manizales y Pereira, se observa que los territorios con mayor concentración de capacidad analítica acreditada presentan condiciones más favorables para la estabilidad del dato y la continuidad del monitoreo.

Estos territorios pueden utilizarse como referentes empíricos para la formulación de lineamientos estratégicos, su desempeño no debe asumirse como modelo replicable de manera

automática, se encuentra asociado a trayectorias previas de desarrollo institucional, disponibilidad de talento humano e infraestructura técnica.

A partir de esta lectura, resulta necesario avanzar hacia esquemas de gobernanza multinivel que permitan superar la fragmentación institucional identificada, la coordinación entre entidades nacionales, autoridades territoriales, organismos de acreditación y prestadores del servicio constituye un elemento clave para fortalecer la vigilancia sanitaria.

La débil articulación entre estos actores limita la integración de la acreditación dentro de una estrategia coherente de gestión del riesgo sanitario, reduce la alineación de criterios técnicos y restringe la capacidad del sistema para responder de manera oportuna en territorios con mayores déficits de información confiable.

De forma complementaria, la efectividad de la acreditación depende de su inserción en procesos de fortalecimiento institucional más amplios, estos procesos incluyen la formación especializada del talento humano, la estabilidad de los equipos técnicos, la continuidad del monitoreo y la interoperabilidad de los sistemas de información.

Una política orientada al fortalecimiento de la infraestructura de la calidad no puede limitarse a la dotación de equipos ni al cumplimiento documental, requiere estrategias sostenidas de acompañamiento, transferencia de conocimiento y consolidación organizacional.

En el plano financiero, los resultados evidencian que la ausencia de sistemas robustos de trazabilidad de la inversión limita la planificación estratégica, dificulta la evaluación del impacto de las intervenciones y restringe la capacidad de corregir desigualdades territoriales mediante asignación diferenciada de recursos.

Se requieren mecanismos que permitan identificar con precisión dónde se invierte, qué capacidades se fortalecen y qué efectos se generan sobre la calidad del dato y la estabilidad del sistema de vigilancia.

Por otra parte, una vigilancia más equitativa exige reconocer el problema estructural de información en territorios rurales y dispersos, la ausencia o discontinuidad del dato responde a restricciones logísticas, institucionales y técnicas acumuladas en el tiempo.

Esta condición hace indispensable el diseño de estrategias diferenciadas que permitan adaptar los esquemas de vigilancia a contextos heterogéneos sin deteriorar la calidad analítica, este enfoque evita que el estándar técnico funcione como una barrera de entrada para territorios con menores capacidades.

En esa dirección, el fortalecimiento de la acreditación requiere instrumentos de política pública orientados a facilitar el acceso progresivo a procesos de evaluación de la conformidad, estos instrumentos deben incluir financiamiento, acompañamiento técnico, cooperación interinstitucional y fortalecimiento de redes de laboratorios.

El objetivo consiste en ampliar la capacidad efectiva de producción de información confiable fuera de los núcleos urbanos consolidados, de modo que la acreditación contribuya a reducir desigualdades territoriales en lugar de reproducirlas.

Los resultados también aportan al debate académico al mostrar que la acreditación debe entenderse como un dispositivo estructural de gobernanza del agua, su relevancia no se limita a mejorar la calidad de los resultados de laboratorio, incide en la forma en que el Estado observa el riesgo, interpreta el IRCA y justifica sus decisiones.

Esta lectura permite superar enfoques exclusivamente técnicos o administrativos y ubica la acreditación dentro de una discusión más amplia sobre infraestructura de la calidad, equidad territorial y garantía del derecho humano al agua.

El estudio deja en evidencia vacíos importantes de información que abren líneas para futuras investigaciones, entre ellos la ausencia de series históricas consolidadas sobre la evolución territorial de la acreditación y la limitada disponibilidad de información articulada para analizar su relación con la estabilidad del IRCA.

También se identifica la necesidad de estudios más detallados sobre la interacción entre capacidad analítica, desempeño institucional y resultados sanitarios en contextos de alta ruralidad, donde la información disponible sigue siendo insuficiente para comprender la magnitud de las brechas.

Finalmente, resulta pertinente profundizar en la dimensión económica de la acreditación, en aspectos relacionados con los costos de implementación y sostenimiento, los mecanismos de financiamiento territorial y los beneficios asociados a la reducción de la incertidumbre analítica.

El desarrollo de estudios comparados con otros países puede enriquecer la formulación de estrategias adaptadas a las condiciones institucionales y territoriales de Colombia, especialmente en escenarios donde la acreditación se integra de manera explícita a esquemas de gobernanza orientados a la equidad.

Referencias Bibliográficas

- Clavijo Aristizábal, L., & Giraldo Aguirre, M. J. (2014). *Elaboración del manual de calidad de acuerdo a la norma NTC-ISO/IEC 17025 de 2005 para el laboratorio de aguas de Serviudad ESP* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional UTP. <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/0c58f8d5-c42e-41bd-8310-1d9ed3eb934a/download>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021). *Reflexiones sobre la gestión del agua en América Latina y el Caribe: Textos seleccionados 2002–2020* (A. Jouravlev, S. Saravia Matus & M. Gil Sevilla, comps.; Páginas Selectas de la CEPAL, LC/M.2021/1). Naciones Unidas.
- Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (2003). *Observación general N.º 15: El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales)*. Naciones Unidas.
<https://www.refworld.org/es/leg/general/cescr/2003/es/39347>
- Congreso de la República de Colombia. (1979). *Ley 9 de 1979, por la cual se dictan medidas sanitarias*. Secretaría General del Senado de la República de Colombia.
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2014). *Documento CONPES 3810 de 2014: Lineamientos de política para el sector de agua potable y saneamiento básico en las áreas rurales*. Departamento Nacional de Planeación.
<https://www.minvivienda.gov.co/normativa/conpes-3810-2014>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). *Boletín campesinos: Encuesta de calidad de vida (ECV) 2024*. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ECV/bol-campesinos-ECV-2024.pdf>
- Department of Health, Western Australia. (s. f.). *Guidelines for the laboratory testing of water to ensure Department of Health compliance*. Government of Western Australia. https://www.health.wa.gov.au/~/_/media/Files/Corporate/general-documents/water/Drinking-water/Guidelines-for-the-Laboratory-Testing-of-Water.pdf
- Drinking Water Inspectorate. (s. f.). *Analytical services*. <https://www.dwi.gov.uk/private-water-supplies/local-authorities/analytical-services/>
- Durán León, E. A., & Ardila Díaz, J. S. (2021). *Planteamiento de diseño y reubicación del laboratorio de análisis y control de calidad de la PTAR Río Frío de EMPAS S. A. conforme a la norma NTC ISO/IEC 17025:2017 y la RAS 2017* [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional UPB. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/12329/Informe%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Government of British Columbia. (2017). *Laboratory inter-jurisdictional review to inform the process of updating the Environmental Data Quality Assurance Regulation (EDQAR)*. Province of British Columbia. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-and-reporting/monitoring/emre/edqar-report2017-03-05.pdf>
- Guizao García, J. (2022). *La acreditación como herramienta para garantizar la competencia de los laboratorios de control y vigilancia de calidad del agua para consumo humano en Colombia* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/47950/jguizaog.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Salud. (s. f.). *Programa Interlaboratorio de Control de Calidad de Agua Potable (PICCAP)*. <https://www.ins.gov.co/TyS/programas-de-calidad/Paginas/PICCAP.aspx>

Instituto Nacional de Salud. (s. f.). *SIVICAP: Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano*.
<https://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/sivicap.aspx>

Instituto Nacional de Salud. (2024). *Informe de vigilancia de la calidad del agua potable en SIVICAP e IRCA urbano y rural 2023–2024*.
<https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/informe-de-vigilancia-de-la-calidad-del-agua-potable-en-sivicap-e-irca-urbano-y-rural-2023-2024.pdf>

Instituto Nacional de Salud. (2025). *Protocolo del Programa Interlaboratorio de Control de Calidad de Agua Potable (PICCAP)*. <https://www.ins.gov.co/TyS/programas-de-calidad/Paginas/PICCAP.aspx>

International Laboratory Accreditation Cooperation. (s. f.). *ILAC Mutual Recognition Arrangement (MRA) and signatories*. <https://ilac.org/ilac-mra-and-signatories/>

International Laboratory Accreditation Cooperation. (2020). *The value of accreditation*.
<https://ilac.org/?ddownload=125334>

International Laboratory Accreditation Cooperation. (2025). *A short history of the Global Accreditation Cooperation Incorporated*. https://ilac.org/latest_ilac_news/a-short-history-of-the-global-accreditation-cooperation-incorporated/

- International Laboratory Accreditation Cooperation. (2025). *Update from the Secretariat: ILAC MRA and ongoing international recognition*. https://ilac.org/latest_ilac_news/update-from-the-secretariat-2/
- International Organization for Standardization. (2017). *ISO/IEC 17025:2017—General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. ISO. <https://www.iso.org/ISO-IEC-17025-testing-and-calibration-laboratories.html>
- Kellermann, M. (2019). *Ensuring quality to gain access to global markets: A reform toolkit*. World Bank & Physikalisch-Technische Bundesanstalt. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1372-6>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, & Ministerio de la Protección Social. (2007). *Resolución 2115 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-2115-2007>
- Ministerio de la Protección Social, & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2010). *Resolución 5554 de 2010, por la cual se autoriza a algunos laboratorios para que realicen análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano*. https://minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%205554%20DE%202010.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *Resolución 4353 de 2013, por la cual se autorizan laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-4353-de-2013.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). *Resolución 1615 de 2015, por la cual se autorizan laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1615-del-2015.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). *Resolución 1619 de 2015, por la cual se establecen los requisitos, condiciones y procedimientos para la autorización de laboratorios que realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1619-del-2015.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Resolución 2625 de 2019, por la cual se establece el listado de laboratorios autorizados para realizar análisis de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2625-de-2019.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). *Resolución 172 de 2022, por la cual se adopta el listado actualizado de laboratorios autorizados para realizar análisis de agua para*

consumo humano y se dictan otras disposiciones.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-172-de-2022.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2024). *Resolución 229 de 2024, por la cual se actualiza el listado de laboratorios autorizados para realizar análisis de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones.*

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No%20229%20de%202024.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2025). *Resolución 1598 de 2025, por la cual se actualiza el listado de laboratorios autorizados para realizar análisis de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones.*

https://minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolucion%20No%201598%20de%202025.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2013). *Informe nacional de calidad del agua para consumo humano 2007–2011.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/Informe-Nacional-Calidad-Agua-2007-2011.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2012). *Informe nacional de la calidad del agua para consumo humano año 2012 con base en el IRCA.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe->

[nacional-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-ano-2012-con-base-en-el-irca-reducido.pdf](#)

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2013). *Informe nacional de la calidad del agua para consumo humano año 2013 con base en el IRCA.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe-nacional-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-ano-2013-con-base-en-el-irca.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2014). *Informe de calidad del agua para consumo humano INCA 2014.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/vs/pp/sa/informe-inca-2014.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2015). *Informe de calidad del agua para consumo humano INCA 2015.*

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/vs/pp/sa/inca-2015_reducido.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2016). *Informe de calidad del agua para consumo humano INCA 2016.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/ssa-inca-2016.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2017). *Informe de calidad del agua para consumo humano INCA 2017*.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/calidad-del-agua-inca-2017.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2018). *Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2018*.

<https://www.minvivienda.gov.co/calidad-del-agua-para-consumo-humano/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2018>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2019). *Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2019*.

<https://www.minvivienda.gov.co/calidad-del-agua-para-consumo-humano/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2019>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2020). *Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2020*.

<https://www.minvivienda.gov.co/calidad-del-agua-para-consumo-humano/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2020>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021).

Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2021.

<https://www.minvivienda.gov.co/calidad-del-agua-para-consumo-humano/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2021>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2022).

Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2022.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2022.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, & Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2025).

Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2023.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2023.pdf>

Observatorio Ambiental de Bogotá. (2024). *¿Qué es el IRCA y para qué sirve?*

<https://oab.ambientebogota.gov.co/que-es-el-irca-y-para-que-sirve/>

Oliver, E. L. (2018). *Implementation of ISO/IEC 17025 practices in small and academic laboratories* [Doctoral dissertation, University of Nebraska–Lincoln].

DigitalCommons@University of Nebraska–Lincoln.

<https://digitalcommons.unl.edu/foodscidiss/92/>

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). *OECD principles on water governance*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/water-governance/the-oecd-principles-on-water-governance-and-implementation-strategy.html>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *Quality infrastructure: A toolkit for policymakers*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264269394-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). *Reinforcing regulatory frameworks through standards, measurements and assurance: Making better use of quality infrastructure in policymaking*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f398be90-en>
- Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. (2020). *Índice global de infraestructura de la calidad (GQII)*. <https://onac.org.co/wp-content/uploads/2022/03/GQII-I%CC%81INDICE-GLOBAL-DE-LA-INFRAESTRUCTURA-DE-LA-CALIDAD-REPORTE-2020.pdf>
- Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. (2024). *Análisis del Índice Global de Infraestructura de Calidad para Colombia*. <https://onac.org.co/blog-onac/analisis-del-indice-global-de-infraestructura-de-calidad-para-colombia/>
- Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. (2025). *Análisis del Índice de Infraestructura de Calidad para el Desarrollo Sostenible en Colombia*. <https://onac.org.co/blog-onac/analisis-del-indice-de-infraestructura-de-calidad-para-el-desarrollo-sostenible-2024-como-esta-colombia/>
- Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. (2026). *Directorio oficial de acreditados*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://onac.org.co/directorio-de-acreditados/>

Pagel, J. E. (2002). *An overview of drinking water testing laboratories in Ontario* (Walkerton Inquiry: Commissioned Paper 21). Ontario Ministry of the Attorney General.

<https://qspace.library.queensu.ca/server/api/core/bitstreams/f9e30fcb-87a6-4254-8296-424e64add9dc/content>

Peña Román, B. D., & Rugeles López, J. P. (2013). *Establecimiento de la base documental para la implementación de la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 en el laboratorio de control de calidad de agua potable de la Compañía de Servicios Públicos Domiciliarios S. A. E.S.P. AcuAseo de Dosquebradas* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira].

Repositorio Institucional UTP. <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/8c4972a2-22d2-4881-a3c3-07a25bb37455/download>

Presidencia de la República de Colombia. (1983). *Decreto 2105 de 1983, por el cual se reglamenta parcialmente el Título II de la Ley 9 de 1979 en cuanto a potabilización del agua*. Diario Oficial. [https://www.suin-](https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1758211)

[juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1758211](https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1758211)

Presidencia de la República de Colombia. (1993). *Decreto 2269 de 1993, por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología*. Diario Oficial.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=32037>

Presidencia de la República de Colombia. (1998). *Decreto 475 de 1998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable*. Diario Oficial.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%200475%20DE%201998.PDF

Presidencia de la República de Colombia. (2008). *Decreto 3257 de 2008, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2269 de 1993 y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial.

<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1521625>

Presidencia de la República de Colombia. (2008). *Decreto 4738 de 2008, por el cual se dictan normas sobre intervención en la economía para el ejercicio de las funciones de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad que hagan parte del Subsistema Nacional de la Calidad y se modifica la estructura de la Superintendencia de Industria y Comercio*. Diario Oficial.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=75615>

Presidencia de la República de Colombia. (2015). *Decreto 1074 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo*. Diario

Oficial. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=76608>

Taumata Arowai. (s. f.). *Finding an accredited laboratory*.

<https://www.taumataarowai.govt.nz/drinking-water-suppliers-and-operators/for-drinking-water-suppliers/how-to-guidance/using-an-accredited-laboratory-to-test-your-drinking-water>

Unión Europea. (2020). *Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2020, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano*.

EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32020L2184>

United Kingdom Accreditation Service. (s. f.). *Drinking Water Testing Specification (DWTS): Accreditation requirements for sampling and testing in accordance with the DWTS*.

https://www.ukas.com/wp-content/uploads/schedule_uploads/759162/LAB-37-Accreditation-Requirements-for-Sampling-Testing-in-Accordance-with-the-DWTS.pdf

- UN-Water. (2014). *A post-2015 global goal for water: Synthesis of key findings and recommendations from UN-Water*. United Nations. <https://www.unwater.org>
- World Health Organization. (1976). *Surveillance: Guidelines for drinking-water quality*. National Library of Medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK579449/>
- World Health Organization. (2019). *Drinking water*. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/drinking-water>
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>
- World Health Organization, United Nations Children's Fund, & United Nations. (2023). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene in households 2000–2022: Special focus on gender*. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene. <https://washdata.org/reports/jmp-2023-wash-households>
- World Health Organization. (2024). *Guidelines for drinking-water quality: Small water supplies*. WHO Press. https://www.pseau.org/outils/ouvrages/who_guidelines_for_drinking_water_quality_small_water_supplies_2024.pdf