



Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia

Gabriel Adolfo Agudelo Echavarría

Juliana Vásquez Restrepo

Trabajo de monografía como requisito para optar al título de Especialista en Gestión y Aseguramiento de la Calidad en Laboratorios Clínico y de Ensayo

Asesor

Carlos Daniel Ramos Contreras, Químico, Ms Eng PhD Ing. Ambiental

Universidad de Antioquia

Escuela de Microbiología

Especialización en Gestión y Aseguramiento de la Calidad en Laboratorios Clínico y de Ensayo

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Cita	(Agudelo Echavarría & Vásquez Restrepo, 2024)
Referencia	Agudelo Echavarría, G. A., & Vásquez Restrepo, J. (2024). <i>Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia</i> [Trabajo de grado especialización].
Estilo APA 7 (2020)	Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Especialización en gestión y aseguramiento de la calidad en laboratorio clínico y de ensayo, Cohorte I.

Centro de Investigación y Extensión Escuela de Microbiología.



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

“A nuestras familias por su paciencia y apoyo incondicional”

Tabla de contenido

CONTENIDO

Abstract	9
Introducción	10
1 Planteamiento del problema.....	12
1.1. Antecedentes	12
2. Justificación	14
3. Objetivos.....	15
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivos específicos	15
4. Hipótesis	16
6. Metodología	23
6.1. Diseño de la Investigación.....	23
6.2. Población y Muestra	23
6.3. Instrumento de Recolección de Datos.....	24
6.3.1. Datos Demográficos del Laboratorio.....	24
6.3.2. Desafíos de la Acreditación	24
6.3.3. Beneficios de la Acreditación.....	24
6.4. Proceso de Recolección de Datos	24
6.4.1. Diseño del Cuestionario.....	24
6.4.2. Aplicación del Cuestionario.....	24
6.4.3. Monitoreo y Supervisión.....	25
6.5. Análisis de Datos	25
6.5.1. Análisis de Frecuencias Individuales.....	25
6.5.2. Análisis de Frecuencias Grupales	25

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

6.6.	Consideraciones Éticas	25
6.6.1.	Consentimiento Informado	25
6.6.2.	Confidencialidad.....	25
6.6.3.	Transparencia y Reporte de Resultados	26
7.	Resultados y Discusión.....	27
7.1.	Análisis del Proceso de Acreditación del IDEAM para Laboratorios de Ensayo Ambientales	27
7.2.	Pasos del Proceso de Acreditación (IDEAM - Resolución 104 del 28 de enero de 2022). 27	
7.3.	Análisis Descriptivo.....	29
7.4.	Análisis de Frecuencias Individuales.....	35
7.4.1.	Análisis de los beneficios más relevantes contemplados por el Laboratorio para el proceso de acreditación:.....	36
7.4.2.	Análisis de los desafíos más relevantes presentados por los laboratorios durante el proceso de acreditación:.....	38
7.4.3.	Análisis de Frecuencias Grupales	47
8.	Conclusiones	51
9.	Recomendaciones	53
9.1.	Planificación Financiera Eficiente	53
9.2.	Optimización de Recursos	53
9.3.	Gestión Estratégica de la Capacidad Operativa	53
9.4.	Mejora de la Comunicación y Relaciones con Clientes.....	53
10.	Referencias.....	54

Lista de tablas

Tabla 1 Enfoque de la Acreditación de Cada Uno de los Laboratorios Encuestados.....	30
Tabla 2 Cantidad de Variables Acreditadas por Cada Uno de los Laboratorios Encuestados.....	32
Tabla 3 Año de Otorgamiento de la Acreditación Inicial a los Laboratorios Encuestados.	35

Lista de gráficos

Figura 1 Razones Más Influyentes en la Decisión de Buscar la Acreditación.	36
Figura 2 Impacto de la Acreditación en la Imagen del Laboratorio.	37
Figura 3 Desafíos más Significativos en el Proceso de Acreditación.....	38
Figura 4 Inversiones Económicas más Significativas para el Proceso de Acreditación.....	40
Figura 5 Afectación Negativa de la Acreditación sobre la Operación del Laboratorio.....	41
Figura 6 Beneficios más Relevantes Posteriores a la Obtención de la Acreditación.	42
Figura 7 Percepción de las Mejoras en la Calidad de los Servicios	43
Figura 8 Acreditación y Competitividad en el Mercado.....	44
Figura 9 Acreditación y Demanda en los Servicios de Análisis.....	45
Figura 10 Disposición del Personal ante el Proceso de Acreditación.....	46
Figura 11 Necesidades de Capacitación para el Proceso de Acreditación.	47
Figura 12 Experiencia General de Laboratorio Frente al Proceso de Acreditación.	48
Figura 13 Recomendación de la Acreditación a otros Laboratorios de Ensayo Ambiental.	49

Resumen

Esta monografía analiza los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia. A pesar de los obstáculos técnicos y económicos, la acreditación proporciona ventajas significativas, como la mejora en la precisión y fiabilidad de los resultados, el acceso a mercados más amplios, y un aumento en la confianza y credibilidad por parte de los clientes y autoridades regulatorias.

Este estudio destaca cómo la acreditación impacta los sistemas de gestión de calidad de los laboratorios, mejorando desde la infraestructura hasta las capacidades técnicas del personal. Este proceso fomenta una cultura de mejora continua y cumplimiento normativo, asegurando operaciones bajo los más altos estándares internacionales mediante la implementación de la norma ISO/IEC 17025, que garantiza la competencia técnica y la imparcialidad en los resultados.

También mejora la satisfacción del cliente al ofrecer resultados confiables y validados, fortaleciendo las relaciones comerciales y promoviendo una percepción positiva en la comunidad científica y el mercado.

Aunque los costos iniciales y las inversiones en tecnología y formación del personal son altos, los beneficios a largo plazo son sustanciales. Estos incluyen una mejora en la calidad de los servicios, un aumento en la competitividad y la sostenibilidad operativa de los laboratorios. La acreditación se posiciona, así como un elemento clave para el desarrollo y la excelencia de los laboratorios de ensayo ambiental en Medellín-Antioquia.

Palabras clave: Acreditación, Laboratorios de Ensayo Ambientales, Sistemas de Gestión de Calidad, Normas, Satisfacción del Cliente.

Abstract

This work analyzes the challenges and benefits of accreditation for environmental testing laboratories in Medellín-Antioquia. Despite technical and economic obstacles, accreditation provides significant advantages, such as improved precision and reliability of results, access to broader markets, and increased trust and credibility from clients and regulatory authorities.

This study highlights how accreditation impacts the quality management systems of laboratories, enhancing everything from infrastructure to the technical capabilities of personnel. This process fosters a culture of continuous improvement and regulatory compliance, ensuring operations adhere to the highest international standards through the implementation of ISO/IEC 17025, which guarantees technical competence and impartiality of results.

It also enhances customer satisfaction by delivering reliable and validated results, strengthening commercial relationships and promoting a positive perception within the scientific community and the market.

Although initial costs and investments in technology and personnel training are high, the long-term benefits are substantial. These include improvements in service quality, increased competitiveness, and operational sustainability of the laboratories. Thus, accreditation positions itself as a key element for the development and excellence of environmental testing laboratories in Medellín-Antioquia.

Keywords: Accreditation, Environmental Testing Laboratories, Quality Management Systems, Standards, Customer Satisfaction.

Introducción

Los laboratorios de ensayo ambientales son esenciales para la misión de preservar y proteger nuestro entorno natural. Estos centros desempeñan un papel crucial en la evaluación de la calidad de los recursos naturales, la identificación de contaminantes, y el aseguramiento del cumplimiento con rigurosas regulaciones ambientales, tanto en ámbitos de investigación como de extensión. En la vibrante región de Medellín-Antioquia, conocida por su impresionante biodiversidad y la abundancia de recursos naturales, la función de estos laboratorios es aún más significativa. Esta área, esencial para la conservación de la biodiversidad colombiana, enfrenta desafíos únicos debido a su desarrollo urbano y las presiones industriales que amenazan sus ecosistemas.

La acreditación de los laboratorios de ensayo ambientales es un proceso complejo y esencial que busca garantizar la calidad y la fiabilidad de los resultados de las pruebas que estos realizan. Este proceso incluye desde la inversión en tecnología de punta hasta la capacitación continua de personal altamente especializado y la adaptación a las regulaciones ambientales que continuamente evolucionan. A pesar de estos desafíos iniciales, los beneficios de la acreditación son profundos y extensos, ofreciendo desde la mejora en la precisión de las mediciones y análisis ambientales hasta el fortalecimiento del cumplimiento de las normativas ambientales y la confianza en las operaciones del laboratorio.

Esta monografía se propone realizar un análisis exhaustivo de los desafíos y beneficios asociados con el proceso de acreditación de los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia. Mediante un enfoque riguroso, se explorará cómo la acreditación influye en estos laboratorios en su esfuerzo constante por ofrecer resultados de alta calidad y su papel clave en la conservación del medio ambiente local.

Durante esta investigación, se analizarán detalladamente tanto los retos iniciales como los beneficios a largo plazo derivados del proceso de acreditación. Profundizaremos en las inversiones necesarias en infraestructura, la formación continua del personal, y cómo la acreditación mejora la confiabilidad de los resultados de las pruebas y el cumplimiento de las regulaciones ambientales en la región.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

La relevancia de este estudio radica en su capacidad para proporcionar una comprensión profunda de cómo los laboratorios de ensayo ambientales operan y contribuyen a la mejora y conservación del entorno natural en Medellín-Antioquia. A medida que la conciencia ambiental global se intensifica y la demanda de soluciones sostenibles se hace más urgente, la función de estos laboratorios se vuelve crucial. Entender los desafíos y beneficios de la acreditación es vital para su mejora continua y, en última instancia, para garantizar la excelencia y la calidad de los servicios que ofrecen estos laboratorios en una de las regiones más biodiversas del mundo.

1 Planteamiento del problema

El problema de investigación plantea comprender profundamente: ¿Cuáles son los desafíos y beneficios más significativos que enfrentan los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia durante el proceso de acreditación y de qué manera estos factores afectan la calidad y la satisfacción de los servicios prestados a sus clientes? Este análisis busca evaluar cómo la implementación de estándares de acreditación influye en la operatividad de los laboratorios, examinando los costos y las ventajas desde una perspectiva multidimensional que incluye el impacto técnico, operacional, y percibido por los usuarios. Además, se indagará en cómo estos factores contribuyen a la sostenibilidad de las prácticas ambientales y al cumplimiento normativo dentro de un marco de creciente conciencia ecológica y regulaciones ambientales más estrictas.

1.1. Antecedentes

En Colombia, el Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL) es una red de instituciones gubernamentales que sostiene la infraestructura de calidad del país. Este sistema coordina iniciativas y políticas desde los sectores público y privado en áreas como la normalización, reglamentación técnica, acreditación, evaluación de la conformidad, y vigilancia y control. SICAL opera bajo las directrices del Decreto 1595 de 2015, que define el marco regulatorio y los procedimientos necesarios para asegurar la calidad en diversos sectores, incluyendo los laboratorios de ensayo ambientales (Ministerio de Comercio, 2015)

La creciente preocupación por el medio ambiente y la presión para adoptar prácticas sostenibles han resaltado la importancia de tener laboratorios de ensayo ambiental acreditados. Estos laboratorios desempeñan un papel crucial en la monitorización de la calidad del aire, agua y suelo, proporcionando datos vitales para la toma de decisiones y el cumplimiento de normativas ambientales. En Medellín-Antioquia, una región conocida por su alta biodiversidad y rápida industrialización, la acreditación de estos laboratorios es esencial para garantizar la precisión y confiabilidad de los análisis, contribuyendo así a la protección del entorno natural y la salud pública.

El proceso de acreditación, regido por normas internacionales como la norma ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración”,

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

asegura que los laboratorios mantengan altos estándares de competencia técnica e imparcialidad. Este proceso implica una evaluación exhaustiva de todos los aspectos operativos del laboratorio, desde la infraestructura física hasta las capacidades técnicas del personal. La implementación de estos estándares no solo mejora la calidad de los resultados, sino que también fortalece la credibilidad de los laboratorios ante las autoridades reguladoras, los clientes y la comunidad científica.

2. Justificación

La investigación sobre la acreditación de laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia es crucial, dado el papel estratégico que estos desempeñan en la monitorización y protección del patrimonio natural de la región. Medellín y su área circundante, caracterizadas por una rica biodiversidad y un dinámico crecimiento industrial, enfrentan retos ambientales complejos que requieren respuestas técnicas precisas y confiables. Los laboratorios de ensayo ambientales están en la primera línea de defensa contra la degradación ambiental, haciendo esenciales sus esfuerzos en la evaluación de la calidad del aire, del agua y del suelo, así como en la detección de contaminantes perjudiciales.

La acreditación no solo mejora la capacidad de estos laboratorios para producir datos fiables y precisos, sino que también eleva su credibilidad ante las autoridades reguladoras, las industrias y la comunidad en general. Este proceso asegura que los métodos utilizados estén al día con los estándares internacionales, lo que es fundamental para enfrentar desafíos ambientales transfronterizos y para participar en discusiones globales sobre sostenibilidad.

Esta monografía se propone explorar cómo la acreditación influye en la calidad de los servicios prestados por los laboratorios y, por ende, cómo afecta la satisfacción de los clientes y usuarios finales. Al hacerlo, se espera identificar barreras específicas que impiden la eficacia de la acreditación, como pueden ser las deficiencias en infraestructura, las necesidades de formación del personal técnico, y los desafíos administrativos y financieros. Del mismo modo, se analizarán los beneficios tangibles de la acreditación, que incluyen no solo la mejora en la confiabilidad de los resultados, sino también el fortalecimiento del cumplimiento regulatorio y el impacto en la percepción pública sobre la gestión ambiental.

Este estudio también tiene la intención de servir como un recurso para los formuladores de políticas, los administradores de laboratorios y los stakeholders ambientales, proporcionando evidencia empírica sobre la relación entre la acreditación y la eficacia operativa de los laboratorios. Además, busca destacar cómo una gestión ambiental eficaz y bien informada puede promover un desarrollo regional más sostenible y equitativo.

Finalmente, esta investigación contribuye potencialmente al mejoramiento continuo y a la innovación en los procesos de acreditación.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evaluar la experiencia de los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín, Antioquia, en el contexto del proceso de acreditación, incluyendo un análisis detallado de los requerimientos necesarios, los desafíos enfrentados durante el proceso y los beneficios obtenidos en términos de calidad y servicio.

3.2. Objetivos específicos

- Analizar el proceso de acreditación (pasos, requisitos y recursos necesarios).
- Identificar y categorizar los desafíos/riesgos en la obtención de la acreditación en laboratorios de ensayo ambientales.
- Evaluar los beneficios de la acreditación en términos de calidad.
- Evaluar y comparar los resultados encontrados en términos de Riesgo/beneficio.

4. Hipótesis

Se plantea que la acreditación de los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia, a pesar de los significativos desafíos relacionados con la inversión en infraestructura tecnológica, la capacitación avanzada del personal y la adaptación a regulaciones ambientales dinámicas ofrece beneficios sustanciales. Estos beneficios incluyen una mejora notable en la confiabilidad y precisión de los resultados de las pruebas, un aumento en el cumplimiento de las normativas ambientales y una mayor satisfacción de los clientes respecto a la calidad del servicio. Además, se anticipa que la acreditación puede fomentar una mayor confianza entre los stakeholders, incluyendo entidades gubernamentales, clientes industriales y la comunidad en general, fortaleciendo así la posición de los laboratorios como entidades cruciales en la protección del medio ambiente y la salud pública.

5. Marco teórico

La gestión de la calidad en laboratorios de ensayo es fundamental para asegurar la operación eficiente y la credibilidad de los laboratorios ambientales. La implementación de sistemas de gestión de calidad, conforme a normas como la ISO/IEC 17025, juega un papel crucial en este aspecto (Gomez Solano, 2020). Además, el análisis de la legislación ambiental vigente en Colombia revela cómo la acreditación ayuda a los laboratorios a cumplir con las regulaciones pertinentes, mitigando riesgos legales y mejorando la interacción con las entidades gubernamentales. Por último, es esencial evaluar cómo la confiabilidad y precisión de los resultados de los ensayos impactan la satisfacción del cliente y contribuyen a la percepción de una gestión ambiental efectiva. Estos factores, en conjunto, demuestran la importancia de un enfoque riguroso en la gestión de calidad para los laboratorios de ensayo ambientales (Instituto de Hidrología, 2022).

La calidad se define como el grado en que un conjunto de características inherentes satisface unas expectativas planteadas. De acuerdo con esto, un sistema de gestión de calidad se crea con el fin de alcanzar los objetivos de calidad fijados por los laboratorios para satisfacer dichas necesidades. Ahora, estos sistemas de gestión de calidad se deben componer de una serie de elementos interrelacionados tales como, procedimientos, procesos y recursos que contribuyan a garantizar una gestión eficaz de la calidad. Por estas razones, los sistemas de gestión de calidad ayudan a mejorar o facilitar aspectos como la planificación, la formación y la gestión de recursos, entre otros (Ruiz-Hidalgo et al., 2018).

Para los laboratorios, un sistema de gestión de calidad puede implantarse en función de diferentes normativas. Por ejemplo, la norma ISO 9001:2015 “Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos” establece requisitos generales para la implantación del sistema de gestión, sin embargo, se centra principalmente en la satisfacción del cliente, los requisitos de la alta dirección, el enfoque por procesos y la mejora continua (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2015).

Si bien, los laboratorios pueden verse beneficiados de la implantación de su sistema de gestión bajo la norma ISO 9001:2015, ésta no considera ni aborda ningún aspecto de la competencia técnica, por lo tanto para los laboratorios de ensayo, es más coherente diseñar e

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

implementar su sistema de gestión bajo la norma ISO/IEC 17025 , ya que ésta norma se enfoca en el concepto de garantizar la competencia técnica a través de una serie de requisitos relativos al personal, infraestructura, equipamiento, manipulación de los ítem de ensayo, precisión de los resultados obtenido y estimación de la incertidumbre asociada (International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), 2010).

Ahora, para garantizar esa competencia técnica se debe llevar a cabo con el proceso de acreditación de los laboratorios, el cual evalúa las competencias en cuanto a la realización de ensayos y calibraciones, ésta se considera un proceso formal mediante el cual un organismo autorizado reconoce que un laboratorio cumple con unos requisitos técnicos y de gestión que han sido definidos por organizaciones de carácter internacional (Molfese et al., 2014).

Es así como los laboratorios de ensayo medio ambiental que aspiren a acreditar sus servicios requieren autoevaluar la gestión de procesos con el fin de identificar la situación actual de su organización con respecto a los requisitos definidos por la norma ISO/IEC 17025:2017, establecidos como de obligatorio cumplimiento por el organismo internacional y adoptados por el organismo nacional en materia de calidad y acreditación. Inicialmente los laboratorios pueden enfocar sus esfuerzos y recursos en la acreditación de los ensayos que tengan más oferta y demanda por parte de los clientes y posteriormente podrá ir incorporando progresivamente aquellos que considere necesarios para optimizar su gestión de calidad y su competitividad (Gómez Ortega, 2015)

Por su parte, la norma ISO/IEC 17025 es considerada como la propuesta de la calidad de la Organización Internacional de Normalización, ISO, para los laboratorios de ensayos y calibración, la cual propone un enfoque orientado hacia la revisión, análisis y prevención de los riesgos, con una marcada inclinación hacia la mejora continua de los procesos, lo que la vincula con la norma ISO 9001:2015 para sistemas de gestión de la calidad (Ruiz-Hidalgo et al., 2018)

De esta manera es que la implementación de los sistemas de gestión de calidad bajo la norma ISO/IEC 17025:2017 tiene una influencia significativa en la operación y credibilidad de los laboratorios ambientales y se basa principalmente en los siguientes aspectos (International Organization for Standardization (ISO), 2017):

- **Competencia técnica:** La norma ISO/IEC 17025:2017 establece requisitos para asegurar la competencia técnica del personal, los métodos de ensayo, los equipos y las instalaciones del

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

laboratorio. Esto garantiza que los laboratorios puedan generar resultados técnicamente válidos y confiables.

- **Imparcialidad y objetividad:** La norma exige que los laboratorios operen de manera imparcial y objetiva, sin influencias indebidas que puedan afectar la validez de los resultados. Esto otorga credibilidad a los informes y análisis del laboratorio.
- **Mejora continua:** La norma requiere que los laboratorios implementen un sistema de gestión de calidad con procesos de revisión y mejora continua. Esto asegura que se identifiquen y aborden oportunidades de mejora, fortaleciendo su desempeño a lo largo del tiempo.
- **Reconocimiento internacional:** La acreditación ISO/IEC 17025:2017 es reconocida a nivel mundial a través de acuerdos de reconocimiento mutuo. Esto facilita la aceptación de los resultados de los laboratorios acreditados en diferentes países y mercados.
- **Ventaja competitiva:** La acreditación ISO/IEC 17025:2017 es a menudo un requisito para que los laboratorios ambientales puedan participar en licitaciones y contratos, otorgándoles una ventaja competitiva en el mercado.

En Colombia, en la actualidad, hay dos instituciones autorizadas para otorgar acreditaciones a los laboratorios de análisis ambiental. La primera es el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC, el cual cuenta con reconocimiento internacional a través de acuerdos internacionales de cooperación con otros organismos de acreditación tales como el Foro Internacional de Acreditación (International Accreditation Forum – IAF), Cooperación Interamericana de Acreditación (InterAmerican Accreditation Cooperation – IAAC) y el Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (International Laboratory Accreditation Cooperation – ILAC). El proceso de acreditación con ONAC presenta una ventaja para los laboratorios de análisis ambiental, ya que, al obtener la acreditación con este organismo, los productos y servicios tienen validez y pueden entrar a competir a nivel internacional (Organismo Nacional de Acreditación – ONAC., 2020)

Por otra parte, está el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, encargado de otorgar acreditaciones únicamente a laboratorios que prestan servicios de análisis de interés ambiental cuya actividad esté relacionada directamente con la producción de datos físicos, químicos y bióticos asociados con la calidad del medio ambiente y los recursos

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

naturales del país. A pesar de ser éstas dos instituciones las encargadas de la función sustancial de acreditar, no sólo un sistema de gestión de calidad, sino también las variables y buenas prácticas directamente asociadas a la prestación de un servicios de análisis medio ambiental, distaban metódicamente en el proceso, es por esto que en el año 2022 alinearon sus directrices para llevar a cabo los procesos de acreditación en el país, fundamentados en la realización de evaluaciones rigurosas y periódicas con el fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017 de los organismos evaluadores de la conformidad – OEC, basados en una etapa preliminar de revisión documental, seguida de una segunda etapa donde se evalúe el estado de madurez del SGC y se lleve a cabo el atestiguamiento de las variables con todos los controles y criterios establecidos por los métodos de referencia; todo esto con el único propósito de generar las herramientas que garanticen la competencia de los laboratorios (Instituto de Hidrología, 2022)

Por otro lado, Colombia al ser un país diverso en términos ambientales, cuenta con una legislación ambiental los suficientemente amplia que abarca diferentes aspectos relacionados con la protección del medio ambiente. Algunas de las leyes y decretos más importantes son:

- **Decreto 1594 de 1984:** este decreto establece los principios y normas generales para el uso y destinación del recurso hídrico del país, así como los residuos líquidos en Colombia, con el fin de proteger el medio ambiente y la salud pública (Presidencia de la República de Colombia, 1984)
- **Ley 99 de 1993:** esta ley establece claramente las disposiciones para la planificación, gestión y control del medio ambiente y los recursos naturales renovables (Presidencia de la República de Colombia, 1993).
- **Ley 1333 de 2009:** esta ley estableció el régimen sancionatorio ambiental y estableció las normas y procedimientos para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales (Presidencia de la República de Colombia, 2009).
- **Decreto 1076 de 2015:** este decreto compila las normas sobre el licenciamiento ambiental en Colombia y establece los requisitos y procedimientos para la obtención de licencias, permisos y autorizaciones ambientales (Presidencia de la República de Colombia, 2015)
- **Resolución 631 de 2015:** esta resolución establece los parámetros y valores máximos permisibles que deben cumplir quienes realizan vertimientos puntuales a cuerpos de agua

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

superficiales y a los sistemas de alcantarillado del país (Presidencia de la República de Colombia, 2015).

En este contexto regulatorio, los laboratorios ambientales deben cumplir con las normativas establecidas por las autoridades ambientales y sanitarias. Estos laboratorios son fundamentales para la realización de análisis de calidad de aire, agua, suelos y otros elementos, con el fin de monitorear y evaluar el estado ambiental y garantizar el cumplimiento las normativas legales vigentes (Cañon, 2017).

De esta manera, los análisis de muestras ambientales constituyen un paso fundamental para los procesos de identificación, cuantificación y caracterización ambiental, soportando la necesidad de determinar la calidad y el estado de los recursos naturales. Para cumplir con estos requisitos normativos y regulatorios los laboratorios deben contar con la infraestructura, equipamiento y personal calificado que les permita llevar a cabo las pruebas necesarias, cumpliendo con los estándares internacionales de calidad, buenas prácticas de laboratorio y acreditación por parte de las autoridades competentes con el fin de garantizar la validez y fiabilidad de los resultados de análisis de calidad ambiental (Guizao García, 2022).

En la literatura se puede encontrar diferentes definiciones de calidad en el contexto de las organizaciones, sin embargo, todas ellas estarán enfocadas a la satisfacción del cliente con los productos o servicios ofrecidos por las empresas. Es así que las organizaciones se comprometen cada vez más a atender y suplir las solicitudes de los clientes con el objetivo particular de promover altos niveles de satisfacción. Además, evaluar la satisfacción del cliente es fundamental para las empresas que desean obtener una ventaja competitiva en el mercado, por ello, la satisfacción de los clientes está ligada a la normatividad que se aplica a las diferentes actividades comerciales, entre las que se encuentran los laboratorios de aguas (Fernandez et al., 2021)

Es importante resaltar que los laboratorios de análisis ambiental para la prestación de servicios que produzcan información cuantitativa física, química y biológica requerida por las entidades ambientales competentes deberán demostrar su competencia técnica y poseer el certificado de acreditación correspondiente (Presidencia de la República de Colombia, 2015), esto debido a la creciente importancia en la evaluación de los parámetros medio ambientales promoviendo que la acreditación de éstos mejore el desempeño de los métodos, produciendo datos

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

más precisos, confiables y a un costo admisible para los clientes (International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), 2010).

En el que hacer de la prestación de servicios de los laboratorios acreditados, uno de los aspectos más importantes que debe ser monitoreado por el sistema de gestión de calidad mediante el análisis de indicadores es la satisfacción e interacción con los clientes. En esta interacción se deben contemplar los siguientes aspectos (Hernández et al., 2001):

- Establecer un buen canal de comunicación entre el cliente y el laboratorio, con el fin de dar soporte a aspectos técnicos, opiniones e interpretaciones basadas en los resultados.
- Brindar soporte técnico y logístico al cliente para que éste pueda definir claramente el tipo de servicio que requiere.
- Informar al cliente acerca de cualquier desviación que se pueda presentar durante la prestación del servicio
- Realizar la retroalimentación del servicio, sin importar si es positiva o negativa, con el fin de mejorar y fortalecer el sistema de gestión de calidad.

6. Metodología

La acreditación de los laboratorios de ensayo ambientales es un proceso crucial que asegura la calidad y la confiabilidad de los resultados analíticos. En el contexto de Medellín-Antioquia, una región conocida por su biodiversidad y creciente presión industrial, los laboratorios acreditados desempeñan un papel fundamental en la protección y conservación del medio ambiente. Esta investigación tiene como objetivo analizar los desafíos y beneficios asociados con la acreditación de estos laboratorios, utilizando una encuesta como principal herramienta de recolección de datos. Los resultados permitirán un análisis detallado de frecuencias individuales y grupales, proporcionando una comprensión exhaustiva del impacto de la acreditación en la calidad de los servicios ofrecidos por estos laboratorios.

6.1. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es de naturaleza cuantitativa y exploratoria, orientado a describir y analizar los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín. Este enfoque permite la recolección de datos precisos y relevantes mediante una encuesta estructurada y de preguntas cerradas, que será analizada estadísticamente para identificar patrones y tendencias.

6.2. Población y Muestra

- **Población:** La población objetivo comprende todos los laboratorios de ensayo ambientales acreditados con IDEAM en la región de Medellín-Antioquia, debido a la disponibilidad de los laboratorios se procederá a trabajar con las respuestas obtenidas de la población. Esta población es crítica debido a su papel no sólo en la evaluación y monitoreo de la calidad ambiental, sino también, en los procesos de acreditación de la calidad en entidades públicas y privadas.
- **Muestra:** Se empleó un método de muestreo no probabilístico para seleccionar laboratorios representativos dentro de la población objetivo. Este método se elige por su practicidad y capacidad para acceder a los laboratorios disponibles y sobre todo dispuestos a participar. La muestra incluirá una diversidad de laboratorios en términos de tamaño, tipo de pruebas realizadas y años de operación, asegurando así la representatividad de los resultados.

6.3. Instrumento de Recolección de Datos

Se diseñó un cuestionario estructurado, compuesto por preguntas cerradas, para capturar información detallada sobre los siguientes aspectos:

6.3.1. Datos Demográficos del Laboratorio

- Tipos de pruebas realizadas.
- Antigüedad del laboratorio y tiempo desde la acreditación.

6.3.2. Desafíos de la Acreditación

- Inversión en infraestructura tecnológica.
- Capacitación y desarrollo del personal (programas de formación y certificación continua).
- Adaptación y cumplimiento de regulaciones.
- Barreras administrativas y financieras (costos y procesos de gestión).

6.3.3. Beneficios de la Acreditación

- Precisión y confiabilidad de los resultados (indicadores de calidad y validación de métodos).
- Cumplimiento de normativas ambientales (impacto en la conformidad regulatoria).
- Satisfacción del cliente (percepción y feedback de los usuarios).
- Reconocimiento y confianza de los stakeholders (credibilidad y reputación del laboratorio).

6.4. Proceso de Recolección de Datos

6.4.1. Diseño del Cuestionario

El cuestionario fue avalado por un experto en gestión de calidad y acreditación de laboratorios ambientales. Se realizaron pruebas piloto para asegurar la claridad y pertinencia de las preguntas, esta prueba contempla múltiples envíos entre colaboradores para verificar su debido funcionamiento.

6.4.2. Aplicación del Cuestionario

Se envió el cuestionario a los laboratorios seleccionados a través de correo electrónico, acompañado de un escrito de presentación explicando el propósito de la investigación y solicitando su participación (consentimiento informado). Se implementaron recordatorios y seguimientos para maximizar la tasa de respuesta.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Cada una de las respuestas del cuestionario se evaluó mediante la asignación de un nivel de relevancia seleccionado por los participantes. Este nivel de relevancia se trabajó en una escala de 1 a 5, siendo 1 el nivel menos relevante y 5 el más relevante.

6.4.3. Monitoreo y Supervisión

Durante la fase de recolección de datos, se mantuvo un control riguroso para asegurar la integridad y autenticidad de las respuestas, garantizando que los datos sean representativos y libres de sesgos.

6.5. Análisis de Datos

Los datos recolectados fueron analizados con la herramienta Excel. El análisis se realizó en varias etapas:

6.5.1. Análisis de Frecuencias Individuales

Se examinaron la distribución de frecuencias de cada respuesta específica para identificar tendencias y patrones significativos.

6.5.2. Análisis de Frecuencias Grupales

Se agruparon las respuestas para realizar comparaciones entre diferentes categorías de laboratorios.

6.6. Consideraciones Éticas

6.6.1. Consentimiento Informado

Se envió un texto de consentimiento informado a todos los participantes, asegurando que su participación fuera voluntaria y que pueden retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

6.6.2. Confidencialidad

Se garantizó la confidencialidad de la información proporcionada por los laboratorios. Los datos fueron anonimizados y utilizados exclusivamente para fines de investigación.

6.6.3. Transparencia y Reporte de Resultados

Los resultados de la investigación fueron reportados de manera honesta y transparente. Los hallazgos serán accesibles a los participantes y se publicarán en un formato accesible para todas las partes interesadas (canal de divulgación - repositorio institucional)

7. Resultados y Discusión

7.1. Análisis del Proceso de Acreditación del IDEAM para Laboratorios de Ensayo Ambientales

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) desempeña un papel crucial en la gestión de calidad ambiental en Colombia al acreditar laboratorios que realizan análisis ambientales. Este proceso asegura que los laboratorios cumplen con altos estándares de calidad y confiabilidad en sus resultados. A continuación, se ofrece una exploración técnica y detallada del proceso de acreditación del IDEAM, abarcando los pasos requeridos, los requisitos exigidos y los recursos necesarios para lograr y mantener la acreditación.

7.2. Pasos del Proceso de Acreditación (IDEAM - Resolución 104 del 28 de enero de 2022).

Solicitud de Acreditación: Los organismos evaluadores de la conformidad - OEC interesados deberán radicar ante el IDEAM, mediante su representante legal y/o autorizado la información necesaria para dar inicio al trámite de acreditación, bien sea inicial, seguimiento o renovación. Se debe radicar ante el IDEAM el formulario de solicitud de acreditación de los OEC, debidamente diligenciado, legible y firmado en su versión vigente. Se debe anexar una copia legible del certificado de existencia y representación legal, copia legible del documento de identificación del representante legal y un poder cuando se actúe por medio de un apoderado.

Evaluación documental preliminar y formalización de inicio del trámite: Una vez radicados los documentos en el sistema de gestión documental el Instituto realizará la evaluación documental preliminar del cumplimiento de los requisitos aplicables, como la implementación de la norma ISO/IEC 17025 en su versión vigente, y formalizará a través de un oficio el inicio del trámite; este contendrá la información respecto al alcance que será objeto de evaluación y otras consideraciones a que haya lugar.

Cotización y pago del trámite: Una vez terminado el trámite de evaluación documental preliminar y formalización de inicio del trámite, el Instituto realizará la emisión de la respectiva cotización de la visita de evaluación. Junto con la cotización se expedirá una orden de consignación o pago, para la cual el OEC deberá allegar el soporte de pago en el plazo establecido.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Evaluación de la acreditación: El IDEAM revisará la documentación que haya a lugar para asegurar que el laboratorio cumple con los requisitos técnicos y de gestión según las normas aplicables, como la ISO/IEC 17025 y métodos de referencia definidos en el alcance para la visita.

- **Revisión de información documentada y registro (etapa 1):** Una vez el OEC sea notificado con las fechas para desarrollo de la Etapa 1, deberá enviar al IDEAM por única vez, ya sea de manera física o digital la totalidad de los documentos previamente requeridos para esta etapa, junto con las evidencias que soporten el cumplimiento de los requisitos asociados a imparcialidad, confidencialidad, estructura, sistema de gestión, control de registros, riesgos, oportunidades, acciones de mejora, acciones correctivas, auditorías internas, revisión por la dirección y plan de participación de ensayos de aptitud.
- **Evaluación in situ (etapa 2):** al validar el cumplimiento de los requisitos en la etapa 1, evaluadores técnicos del IDEAM realizarán la visita presencial a las instalaciones del laboratorio con el fin de verificar la conformidad con los estándares requeridos por la norma ISO/IEC 17025, el método de referencia y las políticas del ente acreditador mediante inspecciones, atestiguamiento, verificación de equipos, procedimientos y entrevistas con el personal.
- **Informe de evaluación:** al finalizar la evaluación in situ, el IDEAM comunicará al OEC los hallazgos mediante un informe en el que se plasmen los resultados de la auditoría para el alcance evaluado.
- **Tratamiento de hallazgos:** el OEC deberá enviar al IDEAM el plan de acciones correctivas diligenciado con la información requerida en el plazo establecido, el cual posteriormente, será revisado por el instituto y devuelto con las observaciones pertinentes.

Luego del plazo para la ejecución del plan, con o sin ampliación, el OEC deberá enviar al IDEAM por única vez la totalidad de las evidencias de la implementación de las acciones correctivas requeridas para el cierre de cada no conformidad.

Una vez radicadas las evidencias, el equipo evaluador realizará la debida revisión y radicará un oficio en el cual se podrá informar o requerir una de las siguientes acciones: Conformidad total frente a los hallazgos, requerimiento de información adicional, visita de verificación de acciones correctivas, si aplica.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Otorgamiento de la acreditación: una vez se cumpla a conformidad con el cierre de los hallazgos durante la evaluación final, el IDEAM otorgará la acreditación, que es válida por un período de tiempo determinado y requiere evaluaciones periódicas con el fin de verificar que las condiciones con las cuales se otorgó la acreditación se mantengan.

Los alcances de la acreditación deben estar definidos de forma clara, precisa y sin ambigüedades de forma que proporcionen una información concreta y delimitada sobre la competencia técnica demostrada.

Los lineamientos y requisitos que deben ser considerados por los OEC, tanto para el cumplimiento de los documentos normativos del ente acreditador como la norma ISO/IEC 17025 en su versión vigente, serán los criterios de evaluación de conformidad durante el proceso de acreditación, y son los siguientes:

- Requisitos Técnicos: definidos por los métodos de referencia
- Personal técnico competente y capacitado
- Equipamiento calibrado y adecuado.
- Métodos analíticos validados para los parámetros a analizar.
- Requisitos de Gestión: Implementación de un sistema de gestión de calidad conforme a ISO/IEC 17025.
- Documentación detallada y accesible de todos los procesos y procedimientos.
- Mantenimiento riguroso de registros de análisis y actividades relacionadas.
- Requisitos Legales y Regulatorios: requisitos generales para la acreditación de laboratorios, política de equipamiento, política de participación y presentación de ensayos de aptitud, manual de uso de logo, entre otros.
- Cumplimiento con la normativa ambiental aplicable.
- Obtención y renovación de todos los permisos y licencias requeridos.

7.3. Análisis Descriptivo

El análisis descriptivo se centró en proporcionar un panorama general de las características demográficas y operativas de los laboratorios de ensayo ambientales acreditados en Medellín-Antioquia.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Tabla 1.

Enfoque de la Acreditación de Cada Uno de los Laboratorios Encuestados.

Nombre del laboratorio	Tipo de Laboratorio	Organismo responsable de la acreditación
Conhydra S.A	Toma de muestras y análisis de parámetros in situ	IDEAM
Laboratorio de Estudios Ambientales - UdeA	Análisis de matrices ambientales	IDEAM
Hidroasesores SAS	Análisis de matrices ambientales (físicoquímicos, biológicos)	IDEAM
Laboratorio de análisis físicoquímico y biológico del Centro de Laboratorios - UdeMedellín	Toma de muestras, análisis de parámetros in situ, Análisis de matrices ambientales (físicoquímicos, microbiológicos)	IDEAM
Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA	Toma de muestras de matrices ambientales	IDEAM
Sistema Ambiental S.A.S	Monitoreos ambientales	IDEAM
Analtec Laboratorios	Análisis de matrices ambientales (físicoquímicos, biológicos)	IDEAM
Laboratorio Salud Pública - UdeA	Análisis de matrices ambientales, microbiología ambiental y de alimentos e Higiene Ambiental	IDEAM
Laboratorio CIDEMAT - UdeA	Análisis físicoquímicos	IDEAM
Laboratorio Ambiental - UPB	Toma de muestras, análisis de parámetros insitu, Análisis de	IDEAM

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Nombre del laboratorio	Tipo de Laboratorio	Organismo responsable de la acreditación
	matrice ambientales (físicoquímicos, biológicos)	
Análisis de Aguas y Gestión Ambiental - AAGA	Toma de muestras, análisis de parámetros insitu, Análisis de matrices ambientales (físicoquímicos)	IDEAM
Laboratorio del grupo de investigación en gestión y modelación ambiental – GAIA	Análisis de matrices ambientales (físicoquímicos, biológicos, microbiológicos)	IDEAM

Nota: Información tomada del listado de laboratorios acreditados por el IDEAM con fecha de corte 30 de abril de 2024

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Tabla 2.

Cantidad de Variables Acreditadas por Cada Uno de los Laboratorios Encuestados.

Nombre del laboratorio	Alcance de la acreditación (parámetros acreditados)	Cantidad
Conhydra S.A	Muestreo (puntual, compuesto, integrado), parámetros in situ	11
Laboratorio de Estudios Ambientales - UdeA	Análisis Agua (Fisicoquímicos - Microbiológicos)	76
	Análisis Biota	3
	Análisis sedimento (Fisicoquímicos)	13
	Análisis calidad de aire (Fisicoquímicos)	9
Hidroasesores SAS	Muestreo (puntual, compuesto, integrado, agua subterránea), parámetros in situ	38
	Muestreo y Análisis Biota	21
	Análisis Agua (Fisicoquímicos)	25
Laboratorio de análisis fisicoquímico y biológico del Centro de Laboratorios - UdeMedellin	Muestreo (puntual, compuesto, integrado), parámetros in situ	35
	Análisis Agua (Fisicoquímicos - Microbiológicos)	55
Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA	Muestreo (puntual, compuesto, integrado), parámetros in situ	34
	Muestreo y análisis calidad - Aire	15
	Análisis Agua (Fisicoquímicos)	3

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Nombre del laboratorio	Alcance de la acreditación (parámetros acreditados)	Cantidad
Sistema Ambiental S.A.S	Muestreo (puntual, compuesto, integrado), parámetros in situ	35
	Muestreo y análisis calidad - Aire	34
	Muestreo - sedimento	3
Analtec Laboratorios	Muestreo (puntual, compuesto, integrado), parámetros in situ	34
	Muestreo y Análisis Biota	12
	Muestreo sedimento	2
	Análisis Agua (Físicoquímicos - Microbiológicos)	61
Laboratorio Salud Pública - UdeA	Muestreo y análisis calidad - Aire	12
Laboratorio CIDEMAT - UdeA	Análisis calidad de aire (Físicoquímicos)	6
Laboratorio Ambiental - UPB	Muestreo (puntual, compuesto, integrado), parámetros in situ	23
	Análisis Agua (Físicoquímicos - Microbiológicos)	142
	Muestreo suelo	1
	Análisis Suelo (Físicoquímicos - Microbiológicos)	43
	Muestreo lodo	1
	Análisis Lodo (Físicoquímicos - Microbiológicos)	40
	Análisis biosólido	3
	Muestreo RESPEL	8

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Nombre del laboratorio	Alcance de la acreditación (parámetros acreditados)	Cantidad
	Análisis RESPEL (Fisicoquímicos)	39
	Muestreo y análisis calidad - Aire	40
	Muestreo (puntual, compuesto, integrado), parámetros in situ	21
Análisis de Aguas y Gestión Ambiental - AAGA	Análisis Agua (Fisicoquímicos)	4
	Análisis Agua (Fisicoquímicos - Microbiológicos)	9
Laboratorio del grupo de investigación en gestión y	Análisis Biota	2
modelación ambiental – GAIA	Análisis sedimento (Fisicoquímicos)	10
	Análisis calidad de aire (Fisicoquímicos)	20

Nota: Información tomada del listado de laboratorios acreditados por el IDEAM con fecha de corte 30 de abril de 2024.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Tabla 3.

Año de Otorgamiento de la Acreditación Inicial a los Laboratorios Encuestados.

Nombre del laboratorio	Antigüedad (año de obtención de la acreditación)
Conhydra S.A	2021
Laboratorio de Estudios Ambientales - UdeA	2021
Hidroasesores SAS	2023
Laboratorio de análisis fisicoquímico y biológico del Centro de Laboratorios - UdeMedellin	2009
Grupo de Investigación y Laboratorio de Monitoreo Ambiental G-LIMA	2012
Sistema Ambiental S.A.S	2022
Analtec Laboratorios	2010
Laboratorio Salud Pública - UdeA	2012
Laboratorio CIDEMAT - UdeA	2023
Laboratorio Ambiental - UPB	2005
Análisis de Aguas y Gestión Ambiental - AAGA	2019
Laboratorio del grupo de investigación en gestión y modelación ambiental - GAIA	2017

Nota: Información brindada por los laboratorios en la encuesta

7.4. Análisis de Frecuencias Individuales

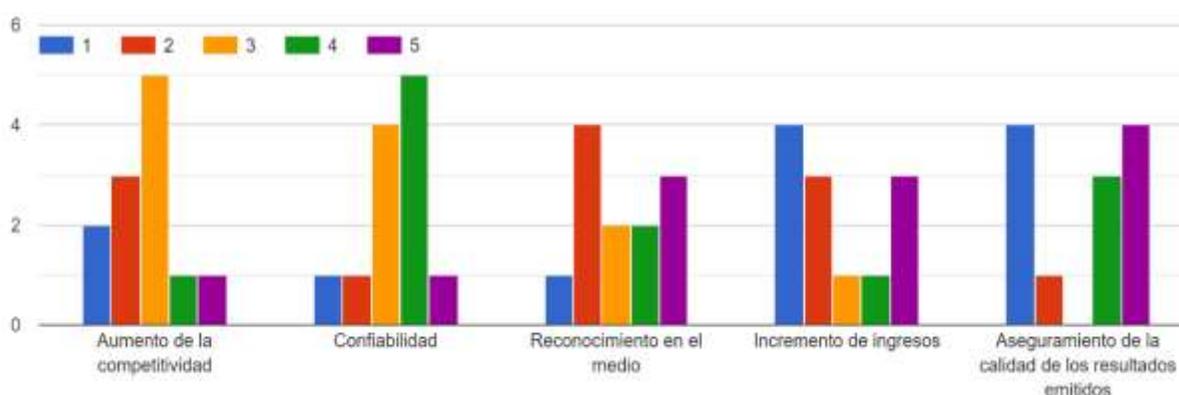
El análisis de frecuencias individuales examinó la distribución de respuestas específicas para cada ítem del cuestionario. Esto permitió identificar tendencias y patrones significativos en las percepciones y experiencias de los laboratorios en relación con los desafíos y beneficios de la acreditación.

7.4.1. Análisis de los beneficios más relevantes contemplados por el Laboratorio para el proceso de acreditación:

Figura 1

Razones Más Influyentes en la Decisión de Buscar la Acreditación.

¿Cuánto influyeron las siguientes razones en su decisión de buscar la acreditación?



De acuerdo con el gráfico 1, para los laboratorios que respondieron la encuesta, las razones más influyentes para buscar la acreditación fueron, en primer lugar, la confiabilidad con una frecuencia del 41.6% para un nivel de prioridad de 4 el cual significa relevante. Esto indica que la mayoría de los laboratorios considera la confiabilidad como una razón principal para buscar la acreditación, asegurando sus resultados y la reputación del laboratorio como componentes críticos para el éxito y la sostenibilidad a largo plazo.

El aseguramiento de la calidad de los resultados emitidos es la segunda razón seleccionada con una frecuencia del 33.33% para un nivel de prioridad de 5 el cual significa muy relevante. Esta razón está directamente ligada con la confiabilidad, toda vez que la calidad de los resultados emitidos proporciona la confianza necesaria que el servicio cumple con los requisitos especificados y requeridos por el cliente.

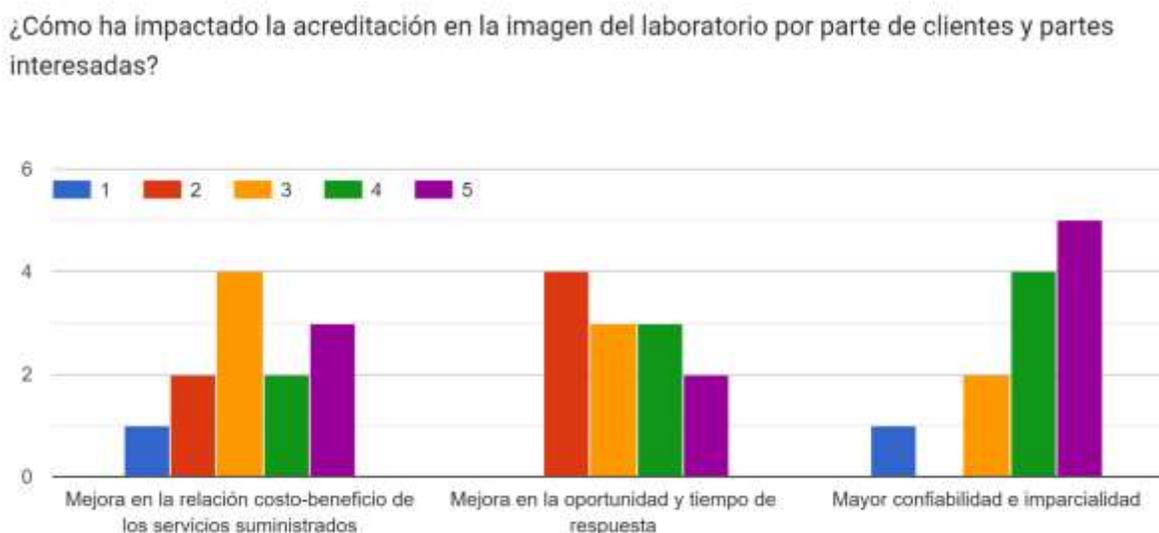
El incremento de ingresos fue catalogado como la razón menos relevante con una frecuencia de del 33.33% para un nivel de prioridad de 1. Si bien el incremento en los ingresos es un beneficio indirecto de la acreditación, no es la motivación principal para los laboratorios

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

encuestados. Los laboratorios deben cumplir con los factores cruciales para su misión, la cual debe ser priorizada por encima de los ingresos inmediatos.

Figura 2

Impacto de la Acreditación en la Imagen del Laboratorio.



En el gráfico 2 se evaluó la percepción de la imagen del laboratorio por parte de los clientes y las partes interesadas. Podemos evidenciar que el atributo “mayor confiabilidad e imparcialidad” predomina con una frecuencia del 41.66%, lo que nos da a entender que los clientes y partes interesadas pueden confiar en que el laboratorio proporciona resultados precisos y objetivos, sin influencias externas de gobernanza u otra índole, y que se siguen los más altos estándares de calidad y ética profesional.

Ahora, la mejora en la relación costo – beneficio de los servicios suministrados obtuvo una frecuencia del 41.66% para un nivel de prioridad de 3 y de 8.33% para un nivel de prioridad 1, siendo así solo un laboratorio del total de encuestados quienes consideran que la relación costo – beneficio no se ve influenciada por la acreditación; la mejora en la oportunidad y tiempo de respuesta obtuvo una frecuencia del 41.66% para un nivel de prioridad de 2. Sí bien estos dos indicadores no fueron los más relevantes para los encuestados, es importante resaltar que para los clientes y las partes interesadas pueden ser criterios altamente significativos, puesto que la relación

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

costo – beneficio de los servicios ofrecidos, así como la rapidez y puntualidad del servicio están directamente relacionados con el nivel de satisfacción del cliente.

En el caso puntual de la relación costo – beneficio, como observamos en la encuesta, la relevancia de este criterio es variable y dicha tendencia puede estar asociada a diferentes factores. La reputación y la confianza es un factor que está directamente ligada a la acreditación del laboratorio, la competencia del mercado es un factor crítico toda vez que los clientes presupuestan y comparan precios, esto ligado a otro factor que es el presupuesto del cliente el cual influye significativamente la decisión final para la prestación del servicio. Los clientes buscarán servicios que ofrezcan un equilibrio entre calidad y costo.

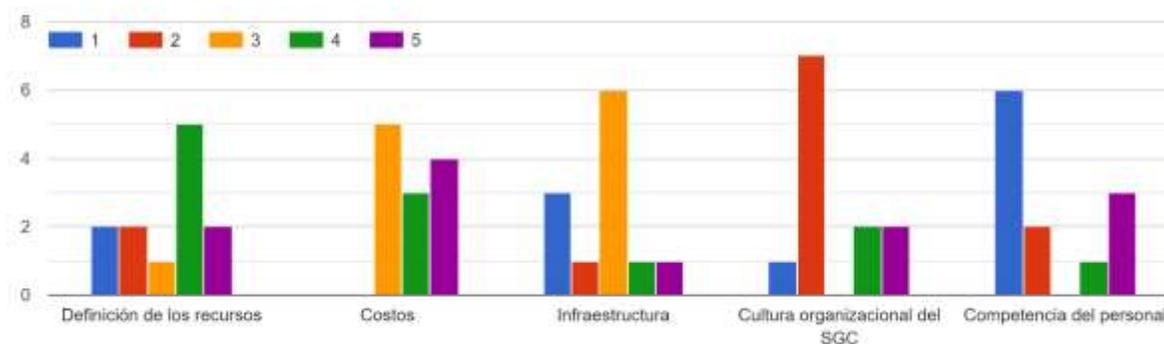
En conclusión, la relación costo – beneficio puede ser muy relevante como poco relevante dependiendo del contexto del cliente y sus necesidades específicas. Para algunos, la acreditación y la calidad del servicio pueden ser los factores predominantes en su percepción del laboratorio, mientras que, para otros, el costo puede jugar un papel más importante en su decisión. El laboratorio evalúa y abarca todas estas percepciones del cliente mediante el análisis de las encuestas de satisfacción.

7.4.2. Análisis de los desafíos más relevantes presentados por los laboratorios durante el proceso de acreditación:

Figura 3

Desafíos más Significativos en el Proceso de Acreditación.

¿Cuáles fueron los desafíos más significativos durante el proceso de acreditación?



Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Evaluando la respuesta de los encuestados podemos evidenciar que los costos es uno de los desafíos más relevante en el proceso de acreditación. Con una frecuencia del 33.33% para un nivel de relevancia de 5, que significa “muy relevante” los costos son considerados como un desafío permanente de los laboratorios, puesto que todas las actividades relacionadas con mantenimiento y calibraciones, gastos operativos, cumplimiento normativo, costos de auditorías y evaluaciones, competitividad y sostenibilidad son desafíos críticos. El incumplimiento con estas actividades, que son de alto costo, afecta directamente la capacidad del laboratorio para operar de manera eficiente.

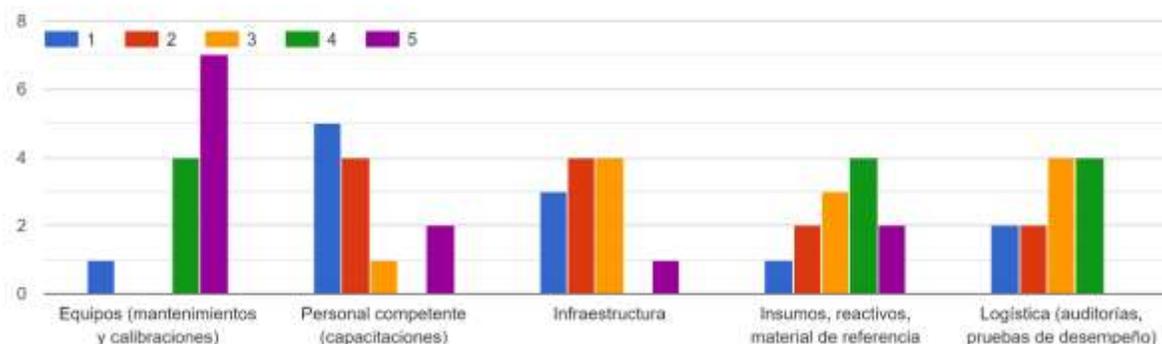
Los desafíos “definición de los recursos” e “infraestructura”, con una frecuencia de 41.66% y 50% respectivamente, son considerados como aspectos medianamente relevantes para el proceso de acreditación. La definición y planificación de los recursos son esenciales para asegurar la continuidad y calidad de los servicios, lo cual implica la inversión eficiente de los recursos; en cuanto a la infraestructura es importante resaltar que la adecuación de las instalaciones para cumplir con los requisitos de acreditación puede ser costosa y compleja de implementar. Con un correcto acompañamiento estos desafíos se pueden solventar siempre y cuando se cuente con el presupuesto necesario para ello.

Finalmente, la “cultura organizacional” aportando un x% del total y “procesos de selección” aportando un x%, son considerados como los aspectos menos desafiantes para el proceso de acreditación, debido a que muchos laboratorios tienen una base sólida en estos aspectos desde sus objetivos misionales, además, los desafíos en estos ámbitos suelen ser más manejables desde la formación continua y el compromiso del personal con el sistema de gestión.

Figura 4

Inversiones Económicas más Significativas para el Proceso de Acreditación

¿Qué tanto tuvo que invertir en los siguientes aspectos para lograr la acreditación?



Indiscutiblemente, la metrología en un laboratorio es uno de los aspectos que genera más gastos por el elevado costo de los mantenimientos y calibraciones, actividades que son de obligatorio cumplimiento de acuerdo con el numeral 6.5 Trazabilidad metrológica de la norma ISO/IEC 17025:2017, lo que asegura la precisión y confiabilidad de los datos. Ahora bien, los costos se pueden incrementar considerablemente cuando se debe realizar la adquisición de equipos especializados de última tecnología, que faciliten el análisis de diversos parámetros para contaminantes ambientales, lo cual es fundamental para la acreditación y credibilidad del laboratorio. Para este aspecto se obtuvo una frecuencia del 58.33% para un nivel de relevancia de 5, que significa “muy relevante”.

El aspecto de logística, que incluye auditorías y participación en pruebas de aptitud, y el aspecto de adquisición de insumos, reactivos y material de referencia son considerados como aspectos medianamente relevantes con una frecuencia promedio de 33.33% para un nivel de relevancia entre 3 y 4. A pesar de ser inversiones representativas para el presupuesto del laboratorio, éstos aspectos pueden ser no tan constantes, toda vez que, las visitas de auditoría pueden tener una periodicidad bienal y los insumos y reactivos generalmente se adquieren con fecha de vencimiento lo suficientemente amplias para evitar éstos gastos año a año, lo que justifica una inversión moderada en estos aspectos.

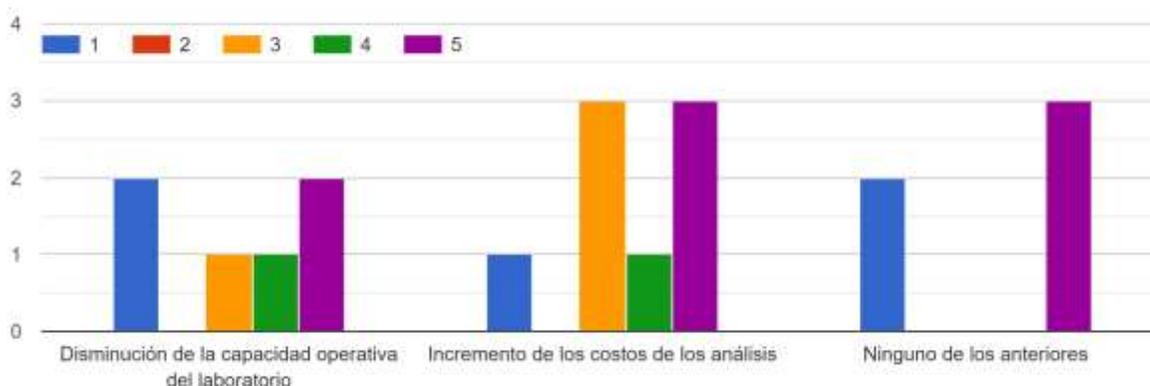
Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Para finalizar, la infraestructura y la capacitación del personal pueden ser aspectos de menor inversión económica, con una frecuencia de 33.33 % y 41.66% para un nivel de relevancia entre 1 y 3. Esto no significa que estos aspectos nos sean importantes, sino que, en términos de inversión económica suelen ser más manejables a largo plazo. Considerando que, para la infraestructura el mantenimiento es mucho menos frecuente, y las capacitaciones se pueden gestionar internamente y con recursos de bajo costo.

Figura 5

Afectación Negativa de la Acreditación sobre la Operación del Laboratorio.

¿Cómo ha afectado negativamente la acreditación a la operación diaria del laboratorio?



Para este caso en particular se presentan opiniones divididas entre los encuestados. La afectación por el incremento de los costos de los análisis en la operación rutinaria del laboratorio tiende a ser el impacto negativo más relevante, debido a que se puede evidenciar en el aumento de precios para los clientes, lo que se traduce a una reducción en la demanda de los servicios y un impacto en la competitividad del laboratorio, sin embargo, con una gestión adecuada y estrategias comerciales proactivas es posible mitigar estos efectos negativos. Este aspecto contó con una frecuencia del 58.33% distribuida en unos niveles de relevancia entre 3 y 5, mediano a muy relevante.

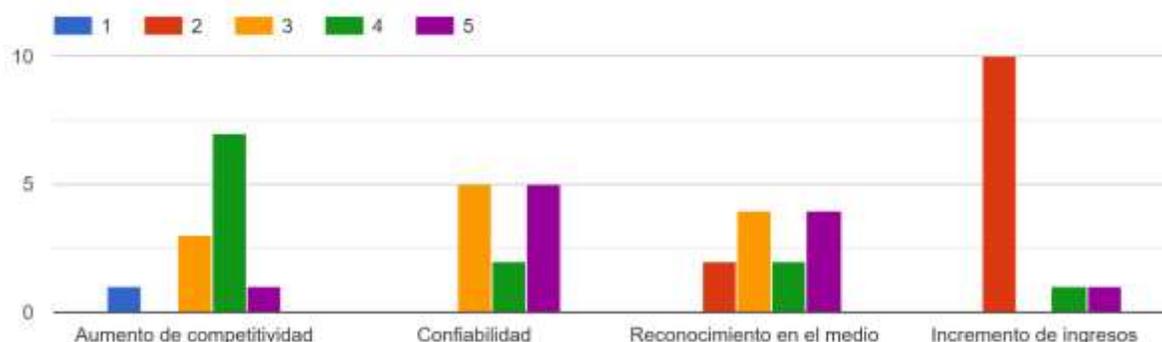
Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

La disminución de la capacidad operativa tuvo una frecuencia de 16.66% tanto para el nivel 1, “poco relevante” como para el nivel 5, “muy relevante”. Esto nos da a entender que hay una cantidad de laboratorios para los que la acreditación implica destinar gran cantidad de tiempo del personal en el cumplimiento de requisitos y estándares rigurosos con el fin de mantener altos niveles de calidad. De igual manera, la misma cantidad de laboratorios considera que la capacidad no se ve afectada, probablemente porque sean laboratorios con un sistema de gestión más maduro que les permita implementar estrategias que reduzcan los impactos negativos de la acreditación en términos de programación de actividades y cumplimiento de metas en cuanto a ejecución de los análisis.

Figura 6

Beneficios más Relevantes Posteriores a la Obtención de la Acreditación.

¿Cuáles son los beneficios más destacados que ha experimentado el laboratorio después de obtener la acreditación?



Evidentemente la confiabilidad de los clientes en los resultados generados por los laboratorios acreditados es el beneficio más destacado entre los encuestados, toda vez que el 100% de la frecuencia obtenida se encuentra distribuida en unos niveles de relevancia entre 3 y 5, mediano a muy relevante. Hay un impacto altamente positivo que puede deberse a que la acreditación le implica a los laboratorios ambientales el cumplimiento de altos estándares de

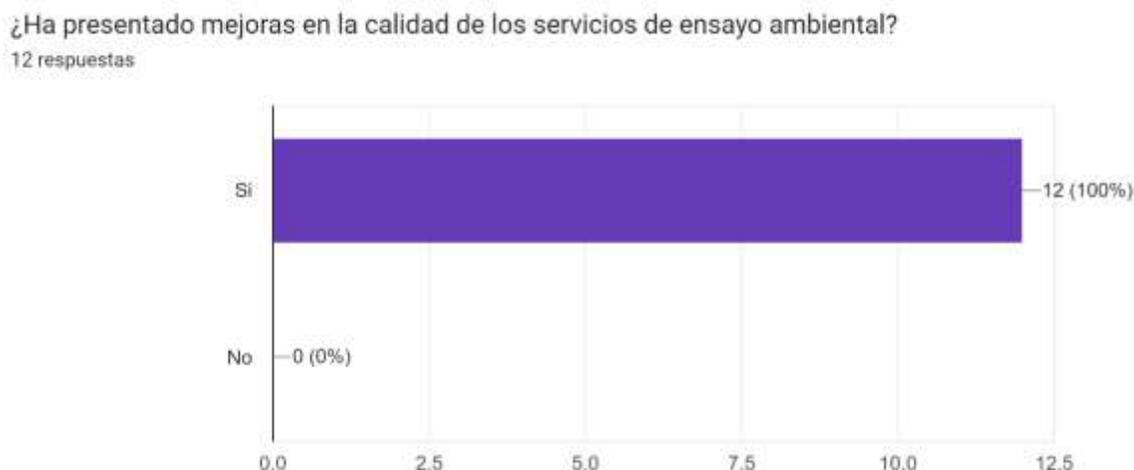
Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

calidad. Esta percepción refuerza la importancia de la acreditación como un factor clave en la mejora de la calidad de los servicios de los laboratorios.

El aumento de la competitividad también tuvo un resultado interesante, toda vez que se obtuvo la mayor frecuencia del 58.33% para un nivel de relevancia de 4, el cual es bastante bueno. Esta respuesta refuerza la idea que muchos laboratorios experimentan un aumento en su competitividad, sugiriendo que la acreditación es vista como un factor de mejora significativa en la prestación de los servicios atribuido a la mejora en los estándares de calidad y la confianza que genera dicho reconocimiento. Esto destaca la importancia de la acreditación en el fortalecimiento de la posición de los laboratorios en el mercado.

Figura 7

Percepción de las Mejoras en la Calidad de los Servicios

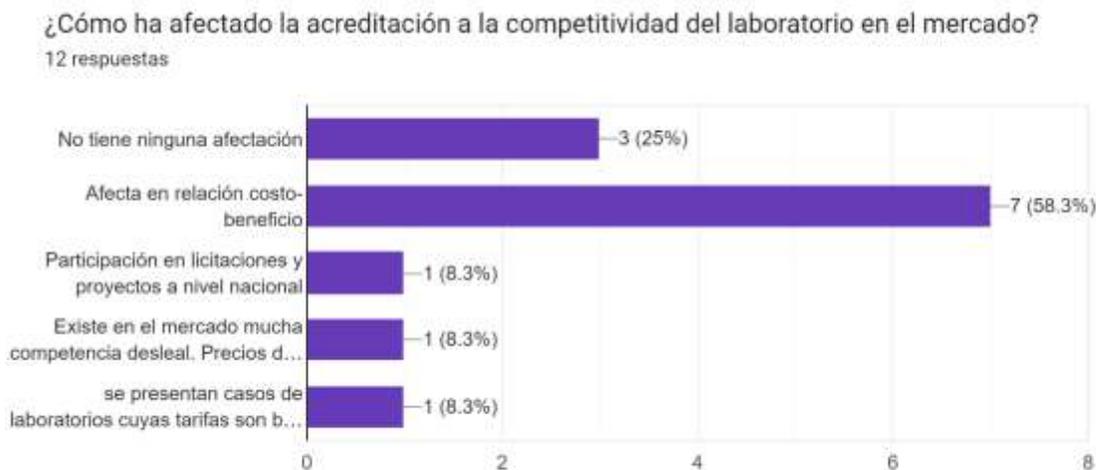


El gráfico 7 es lo suficientemente dicente por sí solo. Con una frecuencia unánime para todos los encuestados en que sí se han presentado mejoras en la calidad de los servicios de ensayo ambiental, se puede concluir que la acreditación de los laboratorios favorece de manera directa y significativa la prestación del servicio. Es así como el cumplimiento de los estándares internacionales definidos en la norma ISO/IEC 17025 y los requisitos normativos del ente acreditador fortalece la capacidad de los laboratorios para proporcionar resultados precisos, confiables y con reconocimiento a nivel nacional.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

Figura 8

Acreditación y Competitividad en el Mercado.



Con este gráfico podemos ver la apreciación de los laboratorios encuestados respecto a la afectación negativa que puede tener la acreditación sobre la competitividad del laboratorio. Un 25% de los encuestados indican que la acreditación no ha tenido ninguna afectación sobre la prestación de los servicios, contrastando con un 58.33% que indicó que la acreditación ha generado una afectación en la relación costo – beneficio, hablando en términos de competitividad en el mercado frente a otros laboratorios. Una conclusión que se refuerza con las respuestas adicionales de algunos participantes que indicaron las siguientes afectaciones: “Participación en licitaciones y proyectos a nivel nacional”, “Existe en el mercado mucha competencia desleal. Precios de análisis muy baratos con los que no es viable competir.” y “se presentan casos de laboratorios cuyas tarifas son bajas en relación con los costos inherentes para lograr acreditar un ensayo y mantener la acreditación.”

Todas estas apreciaciones están directamente vinculadas con la relación costo - beneficio cuando se cuenta con la acreditación, puesto que esta relación es un factor crucial que afecta significativamente la competitividad de los laboratorios en el mercado. Si regresamos al gráfico 3 y gráfico 5 en los que los costos fueron identificados como uno de los desafíos más relevantes, también se soporta dicha conclusión a la que llegaron los encuestados.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

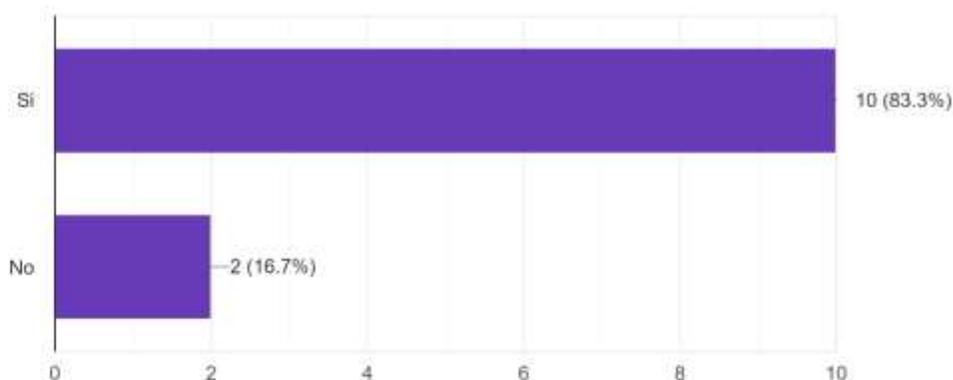
Evaluando el proceso de acreditación y sus costos asociados en lo que respecta a los requisitos de metrología, personal, pruebas de aptitud, insumos, reactivos, material de referencia, infraestructura, auditorías, entre otros, es claro que dichos costos son bastante elevados y se deben contemplar en la estructura financiera de los análisis para poder ser soportados, lo que genera un incremento en los precios de portafolio, disminuyendo la competitividad del laboratorio.

Cuando se menciona la competencia desleal y laboratorios con tarifas muy bajas, podemos estar identificando laboratorios acreditados que manejan volúmenes de muestras muy altas y precisamente por ello bajan sus precios para captar mayor cantidad de clientes y poder soportar los costos de acreditación conservando un margen de rentabilidad, aunque corriendo el riesgo de verse afectada la calidad de los resultados.

Figura 9

Acreditación y Demanda en los Servicios de Análisis.

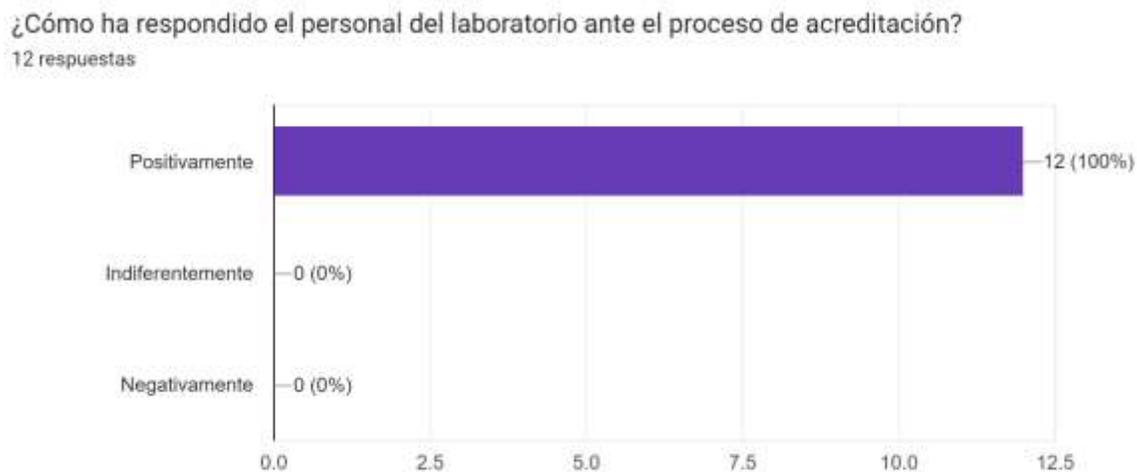
¿El laboratorio ha presentado un aumento en la demanda de servicios después de la acreditación?
12 respuestas



De acuerdo con la encuesta, la mayoría de los laboratorios experimentaron un aumento en la demanda de los servicios luego de recibir su certificado de acreditación, sugiriendo que la acreditación tuvo un impacto positivo en términos generales a pesar de que la relación costo beneficio no sea la esperada. Dicho aumento en la demanda está directamente relacionado con el reconocimiento que le otorga la acreditación al laboratorio y la percepción positiva del mercado sobre la calidad y competencia técnica del laboratorio, lo que a su vez puede traducirse en mayores oportunidades de negocio y crecimiento.

Figura 10

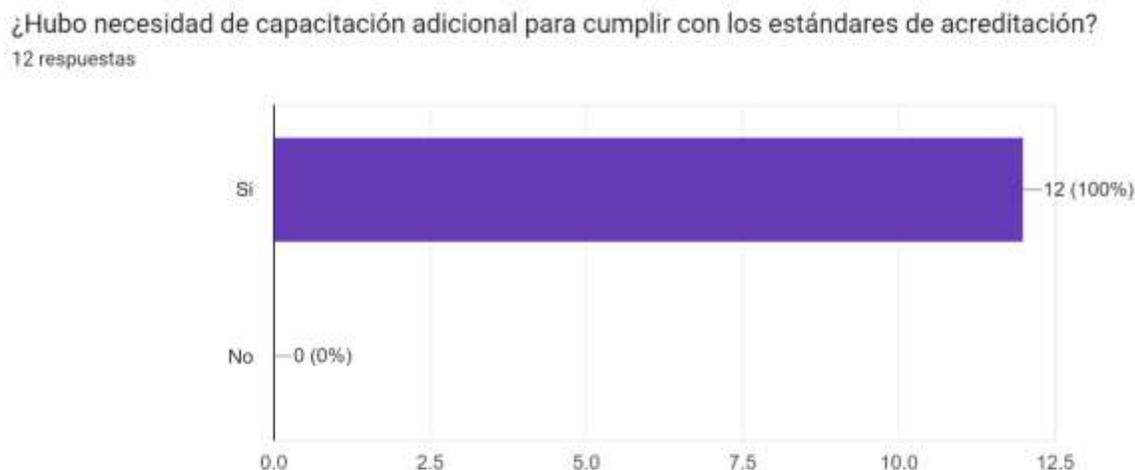
Disposición del Personal ante el Proceso de Acreditación.



Con una respuesta unánime del 100% para positivamente, los encuestados reconocen que el personal de sus laboratorios ha respondido de manera muy favorable al proceso de acreditación, mostrando un apoyo y actitud positiva. Esto sugiere que el proceso ha sido bien recibido y posiblemente considerado beneficioso o satisfactorio por todos los miembros del equipo de trabajo.

Figura 11

Necesidades de Capacitación para el Proceso de Acreditación.



Conforme al gráfico anterior, todos los encuestados coincidieron en que fue necesario recibir capacitación adicional para cumplir con los estándares de acreditación, esto sugiere que, sin dicha capacitación los estándares de acreditación, requisitos normativos y políticas de los entes acreditadores no se habrían podido cumplir adecuadamente.

7.4.3. Análisis de Frecuencias Grupales

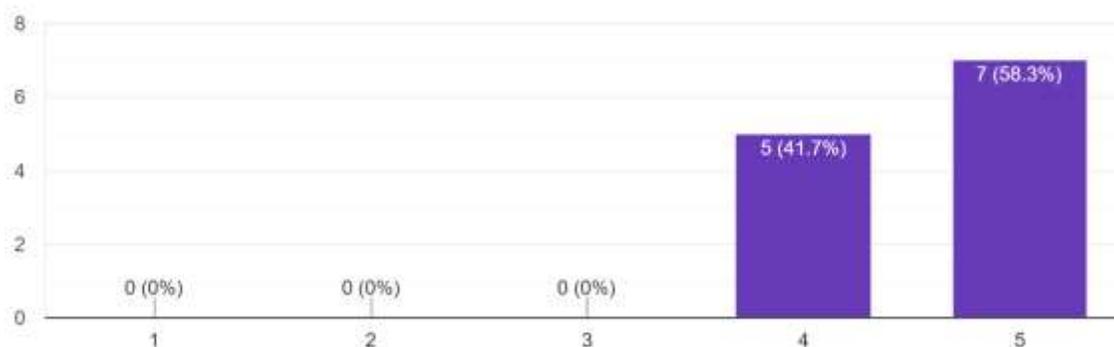
En el análisis de frecuencias grupales, las respuestas se agruparán para realizar comparaciones entre diferentes categorías de laboratorios, como el tamaño del laboratorio, el tipo de pruebas realizadas y el tiempo de operación. Este enfoque permitirá identificar diferencias y similitudes en cómo los laboratorios de distintas características perciben los desafíos y beneficios de la acreditación.

Figura 12

Experiencia General de Laboratorio Frente al Proceso de Acreditación.

En una escala del 1 al 5, siendo 1 "poco relevante" y 5 "muy relevante" , ¿Cómo calificaría la experiencia general del laboratorio con respecto a la acreditación?

12 respuestas

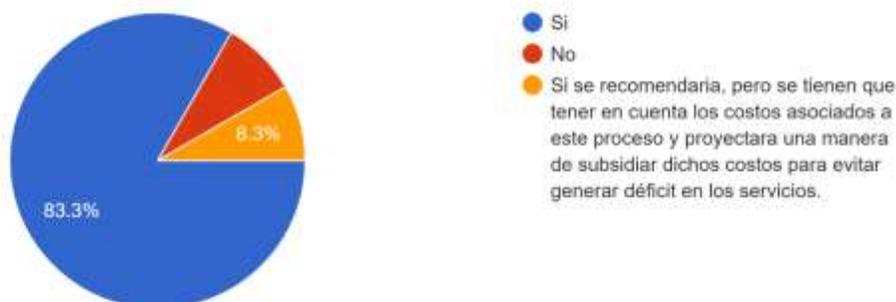


Cuando la experiencia del laboratorio frente al proceso de acreditación es relevante o muy relevante se puede concluir que hay conformidad respecto a diferentes puntos clave tales como: el cumplimiento de los estándares de calidad exigidos por la norma y el ente acreditador, la comprobación de la competencia técnica del personal, la confianza de los clientes y las partes interesadas, la reputación y la competitividad. En resumen, una buena experiencia con respecto a la acreditación está directamente ligada al compromiso del personal, correcta gestión de los recursos y satisfacción de los clientes.

Figura 13

Recomendación de la Acreditación a otros Laboratorios de Ensayo Ambiental.

En términos generales, ¿Recomendaría la acreditación a otros laboratorios de ensayo ambientales?
12 respuestas



Finalmente, con la última pregunta de la encuesta buscamos llegar a una conclusión sobre el proceso de acreditación, y la respuesta fue clara. A pesar de las dificultades y retos, tanto técnicos como económicos, los beneficios de la acreditación son evidentes: aseguramiento y precisión de los resultados, mejora continua, acceso a mercados, confianza, credibilidad y satisfacción del cliente. Estas razones subrayan la importancia de la acreditación para los laboratorios de análisis ambiental.

Ampliando esta perspectiva, podemos afirmar que el proceso de acreditación, aunque inicialmente desafiante, establece una base sólida para la operación de los laboratorios de ensayo ambiental. La rigurosidad del proceso implica mejoras significativas en los sistemas de gestión de calidad, que abarcan desde la infraestructura física hasta las capacidades técnicas del personal. Este proceso no solo garantiza la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos, sino que también fomenta una cultura de mejora continua y cumplimiento normativo.

La mejora continua se manifiesta en la implementación de sistemas de gestión de calidad que son revisados y actualizados constantemente para cumplir con los estándares internacionales. Esto asegura que los laboratorios estén siempre a la vanguardia de las mejores prácticas y tecnologías, traduciéndose en una mayor eficiencia operativa y reducción de errores y desperdicios.

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

El acceso a mercados se amplía considerablemente con la acreditación, ya que los laboratorios acreditados son percibidos como más confiables y competentes. Esto les permite participar en licitaciones y proyectos de mayor envergadura, tanto a nivel nacional como internacional, lo cual es crucial en un contexto de creciente competencia global. La acreditación actúa como un diferenciador clave en el mercado, otorgando a los laboratorios una ventaja competitiva significativa.

La confianza y credibilidad obtenidas a través de la acreditación no solo fortalecen la relación con los clientes actuales, sino que también atraen a nuevos clientes que buscan resultados precisos y confiables. La transparencia en los procesos y la adherencia a estándares internacionales generan una percepción positiva de los laboratorios, reforzando su reputación en el mercado y en la comunidad científica.

La satisfacción del cliente se ve directamente impactada por la acreditación, ya que los clientes valoran la seguridad de que los resultados que reciben son precisos y obtenidos mediante métodos validados y reconocidos. Esta satisfacción es crucial para la sostenibilidad a largo plazo de los laboratorios, ya que los clientes satisfechos no solo son más propensos a repetir negocios, sino que también pueden actuar como embajadores de la calidad del laboratorio, recomendándolo a otros potenciales clientes.

8. Conclusiones

La acreditación de los laboratorios de ensayo ambientales en Medellín-Antioquia se presenta como un proceso complejo y exigente que, a pesar de los numerosos desafíos iniciales, proporciona beneficios significativos y duraderos superando ampliamente las dificultades enfrentadas. Este estudio ha permitido identificar y evaluar en detalle las ventajas asociadas con la acreditación, destacando cómo esta mejora la calidad y fiabilidad de los resultados analíticos. La implementación de la familia de normas ISO asegura que los laboratorios operen bajo estrictos estándares de precisión y exactitud, exigiendo la trazabilidad metrológica y la validación de métodos, lo que garantiza que los datos generados sean consistentes y reproducibles. La competencia técnica del personal y el uso de equipos calibrados y bien mantenidos refuerzan la confianza en los resultados proporcionados por los laboratorios acreditados.

El fortalecimiento del cumplimiento normativo es un beneficio crítico de la acreditación, asegurando la conformidad con las regulaciones ambientales locales e internacionales. En una región caracterizada por su alta biodiversidad y las crecientes presiones industriales, la capacidad de los laboratorios para cumplir con estas normativas es vital. Este cumplimiento no solo mitiga riesgos legales, sino que también facilita una colaboración más efectiva con las entidades reguladoras, aumentando la credibilidad y aceptación de los datos en múltiples jurisdicciones.

Por otro lado, la acreditación también proporciona una ventaja competitiva notable a los laboratorios, implicando una garantía de calidad que es altamente valorada en licitaciones y contratos tanto a nivel nacional como internacional. Permite a los laboratorios participar en proyectos de mayor envergadura y en mercados más exigentes, ampliando significativamente sus oportunidades de negocio. Además, el reconocimiento internacional de la acreditación facilita la aceptación de los resultados de los laboratorios acreditados en diferentes países, fortaleciendo su posición en el mercado y reforzando la confianza de los clientes y las partes interesadas en la calidad y competencia técnica del laboratorio.

En este punto, la satisfacción del cliente se ve considerablemente mejorada gracias a la acreditación. Los clientes valoran la calidad de los resultados y la puntualidad en los tiempos de respuesta, lo cual mejora significativamente su percepción y confianza en los laboratorios. La transparencia y el cumplimiento de los estándares internacionales generan una confianza sólida en los resultados emitidos, fortaleciendo así las relaciones con los clientes y promoviendo una

Análisis exploratorio de los desafíos y beneficios de la acreditación en los laboratorios.

percepción positiva en la comunidad. Esta satisfacción del cliente es crucial para mantener relaciones duraderas y positivas, esenciales para la sostenibilidad del laboratorio a largo plazo.

Sin embargo, alcanzar estos beneficios requiere enfrentar desafíos significativos, entre ellos los costos asociados con la inversión en infraestructura, tecnología avanzada y formación continua del personal. Estos costos pueden ser sustanciales, pero son esenciales para mantener los altos estándares de calidad requeridos por la acreditación. Los laboratorios deben planificar cuidadosamente sus inversiones para asegurarse que puedan cumplir con los requisitos de acreditación sin comprometer su viabilidad financiera. Implementar una infraestructura adecuada y adquirir equipos modernos son necesarios para garantizar que los laboratorios puedan llevar a cabo análisis precisos y fiables.

Es así como la formación continua y especializada del personal es un aspecto crucial del proceso de acreditación. Los laboratorios han demostrado que, con la capacitación adecuada, pueden cumplir con los estándares exigidos, lo cual también contribuye a la motivación y compromiso del personal. Esta formación asegura que el personal esté actualizado con los últimos avances tecnológicos y metodológicos, vitales para la mejora continua del laboratorio. La competencia técnica del personal es un factor clave para asegurar la calidad y precisión de los resultados analíticos, lo cual fortalece la credibilidad del laboratorio.

Finalmente, aunque la acreditación puede inicialmente disminuir la capacidad operativa debido a la destinación de recursos para cumplir con los requisitos, a largo plazo optimiza los procesos internos y mejora la eficiencia operativa. La implementación de sistemas de gestión de calidad fomenta una cultura de mejora continua que beneficia la operatividad del laboratorio, permitiendo identificar y corregir ineficiencias y mejorando así el rendimiento general. Sin mencionar que, La acreditación también facilita la estandarización de procedimientos y métodos, contribuyendo a una mayor consistencia y calidad en los resultados.

9. Recomendaciones

Para optimizar la relación riesgo/beneficio del proceso de acreditación, se proponen las siguientes recomendaciones:

9.1. Planificación Financiera Eficiente

- Establecer un plan financiero detallado que contemple todos los costos asociados con la acreditación, incluyendo inversiones iniciales y costos recurrentes.
- Buscar fuentes de financiamiento externas, como subvenciones gubernamentales o asociaciones público-privadas, que puedan aliviar la carga financiera.

9.2. Optimización de Recursos

- Implementar tecnologías y sistemas de gestión de calidad que mejoren la eficiencia operativa y reduzcan el tiempo dedicado a tareas administrativas.
- Fomentar la formación continua del personal a través de programas de capacitación internos y externos que no solo cumplan con los requisitos de acreditación, sino que también mejoren las competencias técnicas del personal.

9.3. Gestión Estratégica de la Capacidad Operativa

- Desarrollar estrategias que permitan mantener la capacidad operativa durante el proceso de acreditación, como la planificación de auditorías y evaluaciones en períodos de baja demanda.
- Implementar mejoras continuas en los procesos operativos para asegurar que la acreditación no interfiera significativamente con las actividades diarias del laboratorio.

9.4. Mejora de la Comunicación y Relaciones con Clientes

- Establecer canales de comunicación eficaces con los clientes para informarles sobre los beneficios de la acreditación y cómo estos se traducen en resultados más fiables y precisos.
- Utilizar la acreditación como una herramienta de marketing para atraer nuevos clientes y fortalecer la lealtad de los clientes existentes.

10. Referencias

- Cañon, J. F. (2017). *Formulación del sistema de gestión para la acreditación inicial del laboratorio ambiental UMWELT COLOMBIA SAS acorde a la Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17025:2005*.
- Fernandez, A., Figueiredo, M., Neves, J., & Henrique, V. (2021). Customers' satisfaction assessment in water laboratories. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 70(6), 845–855.
- Gómez Ortega, Y. N. (2015). *Articulation of ESHQ and ISO/IEC 17025:2005 management systems applicable to accredited calibration laboratories with chemical magnitudes in Bogotá*.
- Gomez Solano, L. M. (2020). *Guía metodológica para cumplimiento de los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración NTC - ISO/IEC 17025:2017 articulada con la NTC - ISO 9001:2015 en la dirección de laboratorios del Servicio Geológico Colombiano*. <https://bit.ly/3VOVx6D>
- 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*. <https://bit.ly/3Rx5cMt>
- Hernández, A., Manuel De Jesús, G., Gallegos, F., & Madrid, M. M. (2001). *Sistemas de calidad y acreditación aplicados a laboratorios de prueba*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001 Sistemas de gestión de calidad - Requisitos*.
- Instituto de Hidrología, M. y E. A. (IDEAM). (2022). *Resolución N.º 0104 “Por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la Acreditación de Laboratorios Ambientales en Colombia y se toman otras determinaciones.”*
- International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). (2010). *Ventajas en el uso de un Laboratorio Acreditado. Global trust Testing – Calibration – Inspection*.
- International Organization for Standardization (ISO). (2017). *ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- Ministerio de Comercio, I. y T. (2015). *¿Qué es el SICAL?* <https://bit.ly/3Vyqs5J>

- Molfese, E. R., Seghezzo, M. L., & Astiz, V. (2014). Norma ISO 17025. Implementación VS Acreditación. *Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAA-INTA) Argentina* . <https://bit.ly/3VtMRRE>
- Organismo Nacional de Acreditación – ONAC. (2020). *Acreditarte con ONAC. Lo que debes saber para acreditarte*. <https://onac.org.co/acreditate-con-onac/>
- Presidencia de la República de Colombia. (1984). Decreto 1594 de 1984. *Diario Oficial 36.700, 23 de Julio de 1984.*, Art. Diario Oficial 36.700, 23 de julio de 1984. <https://bit.ly/3Ruz7VG>
- Presidencia de la República de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993. *Diario Oficial No. 41146 de Diciembre 22 de 1993*. <https://bit.ly/3KOakYD>
- Presidencia de la República de Colombia. (2009). Ley 1333 de 2009. *Diario Oficial 47.417 de Julio 21 de 2009*. <https://bit.ly/3KO3na3>
- Presidencia de la República de Colombia. (2015a). Decreto 1076 de 2015. *Diario Oficial No. 49523 Del 26 de Mayo de 2015*. <https://bit.ly/3VO0ooA>
- Presidencia de la República de Colombia. (2015b). Resolución 0631 de 2015. *Diario Oficial No. 49486 Del 18 de Abril de 2015*. <https://bit.ly/3LabtKB>
- Ruiz-Hidalgo, K., Muñoz-Rivera, A., Chinchilla-Soto, C., & Chin-Pampillo, J. (2018). Quality control measures in the analytical laboratory. In *Integrated Analytical Approaches for Pesticide Management* (pp. 149–163). Elsevier. <https://doi.org/m4cb>