



Universidad **Mariana**

Evaluación de la seguridad hídrica en el Municipio de Belén Nariño, 2023

Jessica Paola Ortega Burbano

Ingrid Dayana Tombe Caicedo

Universidad Mariana

Facultad de Ciencias de la Salud

Programa de Nutrición y Dietética

San Juan de Pasto

2024

Evaluación de la seguridad hídrica en el Municipio de Belén Nariño, 2023

Jessica Paola Ortega Burbano
Ingrid Dayana Tombe Caicedo

Informe de investigación para optar al título de: Nutricionistas Dietistas

Mg. Yomaira Yépez Caicedo
Asesor

Universidad Mariana
Facultad de Ciencias de la Salud
Programa de Nutrición y Dietética
San Juan de Pasto
2024

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007
Universidad Mariana

Contenido

Introducción	8
1. Planteamiento del problema	9
1.1. Descripción del problema.....	9
1.1.1. Formulación del problema	13
1.2. Justificación.....	13
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos	16
1.4.1. Antecedentes	16
1.4.1.1. Internacionales.	16
1.4.1.2. Nacionales.	18
1.4.1.3. Regionales.	20
1.4.2. Marco teórico	21
1.4.3. Marco conceptual	33
1.4.4. Marco contextual.....	35
1.4.5. Marco legal.....	36
1.4.6. Marco ético.....	40
1.5. Metodología	41
1.5.1. Enfoque de investigación	41
1.5.2. Tipo de investigación	41
1.5.3. Población y muestra / Unidad de trabajo y unidad de análisis.....	41
1.5.3.1. Criterios de inclusión	42
1.5.3.2. Criterios de exclusión.....	42
1.5.4. Variables de estudio	42
1.5.5. Técnica e instrumentos de recolección de información	46
1.5.5.1. Instrumentos de investigación.....	46
1.5.5.2. Plan de análisis.....	47
2. Presentación de Resultados	48

2.1. Objetivo específico 1. Caracterización de la población participante	48
2.1.1. Objetivo específico 2. Medir la seguridad hídrica en el municipio de Belén	51
2.1.1.1. Dimensión de disponibilidad.....	52
2.1.1.2. Dimensión de acceso	53
2.1.1.3. Dimensión de utilización.....	54
2.1.1.4. Dimensión estabilidad.	54
2.1.2. Objetivo específico 3. Evaluación fisicoquímica del agua del municipio de Belén Nariño	56
2.1.3. Objetivo específico 4. Determinar las características microbiológicas del agua de los hogares participantes del municipio de Belén	61
2.2. Discusión.....	64
3. Conclusiones	70
4. Recomendaciones.....	71
Referencias bibliográficas	73

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación del nivel de riesgo según IRCA	11
Tabla 2. Resultados de la vigilancia de la calidad del agua	12
Tabla 3. Clasificación fisicoquímicos del agua.....	31
Tabla 4. Clasificación microbiológicos del agua	32
Tabla 5. Caracterización de variables	43
Tabla 6. Pruebas de laboratorios físicas, químicas y microbiológicos.....	46
Tabla 7. Pruebas físicas de las muestras de agua del municipio de Belén- Nariño	57
Tabla 8. Pruebas químicas de las muestras de agua del municipio de Belén- Nariño	59
Tabla 9. Pruebas microbiológicas de las muestras de agua del municipio de Belén- Nariño	62
Tabla 10. Puntaje de riesgo IRCA en el municipio de Belén-Nariño	64

Índice de figuras

Figura 1. Árbol del problema de investigación	13
Figura 2. Municipio de Belén- Nariño	36
Figura 3. Distribución porcentual de los hogares según zona urbana o rural	48
Figura 4. Distribución porcentual de la población según la variable sexo.....	49
Figura 5. Distribución porcentual de la población según rangos de edad.....	50
Figura 6. Distribución porcentual de los hogares según estrato.....	51
Figura 7. Preocupación de las personas por no tener suficiente agua para todas las necesidades del hogar.....	52
Figura 8. Preocupación por cambio de actividades dentro del hogar por falta de acceso al agua .	53
Figura 9. Utilización del agua para actividades antigénicas en el hogar.....	54
Figura 10. Dificultad para beber agua en el hogar	55
Figura 11. Medición de la seguridad hídrica en los hogares	55
Figura 12. Índice IRCA.....	63

Introducción

A nivel global, se han llevado a cabo varios estudios con el fin de asegurar que el agua esté disponible y accesible, mediante estrategias y normativas que puedan cubrir diversas necesidades sociales, económicas y ambientales. Esto es necesario debido al uso inadecuado del preciado líquido, ya sea por excesivo consumo o contaminación, que afecta a las fuentes de agua dulce en distintas partes del mundo (Monsalve, 2018).

Además de estas dificultades, el cambio climático está creando una gran incertidumbre sobre la sostenibilidad del recurso hídrico, debido a que las reservas de agua disponibles están disminuyendo y hay regiones que enfrentan la posibilidad de no contar con renovaciones hídricas en los años venideros.

Bajo este contexto, la presente investigación busca evaluar la seguridad hídrica en la población de Belén Municipio de Nariño apoyado en las estrategias y políticas de desarrollo sostenible, como lo menciona el sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible de la Organización de Naciones Unidas [ONU, 2015) llamado “Agua y Saneamiento” garantizar que el agua esté disponible, gestionarla de manera sostenible y proporcionar saneamiento para todos. Se reconoce que la escasez de agua es uno de los principales desafíos para alcanzar la seguridad hídrica en las distintas áreas, ya que conlleva bajos niveles de progreso social y crecimiento económico, además de una falta de capacidad para proteger el medio ambiente.

Desde esta perspectiva y para cumplir los objetivos planteados en esta investigación se identifica por medio de una encuesta basada en la Escala de Inseguridad hídrica en el Hogar (HWISE), las experiencias de hogares en relación con la inseguridad, la disponibilidad, acceso y calidad del agua en el municipio de Belén, con el fin de analizar las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas del agua y así poder obtener información precisa sobre la seguridad del municipio como insumo para a tomar medidas estratégicas ante la problemática encontrada.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema

El agua es considerada uno de los recursos más importantes a nivel mundial y más que un recurso renovable, es la base de la vida en la Tierra, de aquí la importancia en la disponibilidad para el ser humano, por lo tanto, es importante centrarse en el estado actual y futuro del agua, un recurso vital para el planeta (El Economista, 2021). Los principales desafíos que se deben superar para lograr la seguridad hídrica incluyen la escasez del líquido, la contaminación de los cuerpos hídricos, los impactos adversos de los fenómenos hidro meteorológicos extremos como inundaciones y sequías, los conflictos cada vez más frecuentes por el agua y el deterioro ambiental de cuencas y acuíferos (Martínez, 2013).

Por consiguiente, Peña (2016) evalúa la seguridad hídrica, debido que en países como Colombia la poca adecuada recolección, la forma de tratar y disponer de las aguas, ha tenido graves consecuencias que amenazan la salud humana y dificultan la recuperación de ríos y quebradas. Esto ha resultado en una disminución de la productividad y un aumento en los costos de tratamiento del líquido. La gestión de este recurso recae completamente en el gobierno local, y el acceso al agua está en manos de los factores locales como el consumo y las fuentes de suministro en el área geográfica. El comercio mundial tiene un papel indirecto en esta dinámica.

De ahí la importancia de realizar un estudio de la seguridad hídrica en el Municipio de Belén en Nariño, el cual según índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) del Gobierno de Colombia (2020) mide el incumplimiento de las características físicas, química y microbiológicas del agua y establece 5 escalas de medición para la definición del riesgo, como se observa en la Tabla 1. De acuerdo con la información registrada en Sistema de información para la vigilancia de la calidad del agua potable SIVICAP sobre la inspección sanitaria, se observa que se realizaron 3.378 visitas en 29 departamentos; en Nariño fueron 167 inspecciones, confirmando un índice de riesgo del agua del 87% con nivel de riesgo alto, el cual mantiene a la zona urbana en nivel de riesgo medio, y en las zonas rurales con nivel de riesgo alto por presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, debido a que en las microcuencas de las quebradas de los suelos que se

utilizan por la ganadería y la deposición de los residuos líquidos y sólidos derivados del proceso de curtición del cuero, están en deterioro total.

El problema principal es que la inseguridad hídrica, es una situación que demanda mucho más interés del que tiene, debido a que la escasez y contaminación de los recursos hídricos, la falta de infraestructura e inversión en gestión hídrica que amenaza el abastecimiento humano, ha generado un aumento en la conservación de los ecosistemas y la producción, poniendo en peligro la sostenibilidad social, ambiental, económica, e institucional.

A nivel nacional se han estructurado políticas para el desarrollo de instrumentos de inspección, vigilancia y control del recurso hídrico, sin embargo, Peña (2016) menciona que ningún país puede cumplir sus objetivos de desarrollo si no mejora la manera en que sus recursos hídricos son gestionados. La Seguridad Hídrica debe tener una estrecha relación con las políticas económicas y otras políticas sectoriales, los niveles de riesgo debieran corresponder a un balance entre diversos objetivos de política y un adecuado manejo económico del recurso hídrico, con el propósito de que una mayor seguridad en una de ellas no implique una reducción inaceptable en otras.

Ahora bien, la seguridad hídrica, tiene que ver con la disponibilidad de agua de calidad, para el abastecimiento humano, el acceso a agua potable garantiza inmunidad frente a las enfermedades, según Fundación Aequae (2021) las cualidades del agua potable son las que la hacen segura para el consumo humano, ya que está libre de microorganismos y sustancias tóxicas. Para considerarla potable, se deben evaluar una serie de características específicas que garanticen su limpieza y seguridad, no debe tener color alguno, debe ser insípida y no poseer de elementos en suspensión, además de estar libre de contaminantes y patógenos.

Ante esto, a nivel nacional por medio del Decreto 1575 (2007) se constituye el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, que tiene como objetivo realizar el monitoreo, prevención y control de riesgos para la salud de las personas derivado del consumo de agua.. También por medio del Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) se mide la calidad del agua para consumo humano, este indicador evalúa el índice de riesgo y la calidad del agua suministrada al consumo humano, asimismo las autoridades sanitarias de los departamentos

y municipios realizan una localización de los puntos de recolección de muestras del agua para el control y vigilancia de la calidad del agua desde los sistemas de suministro, tratamiento y distribución y abastecimiento de los hogares. También por medio del Plan Nacional Hídrico (PNH) se indica como premisa nacional contribuir lograr la seguridad y sostenibilidad hídrica, por medio de índices de Seguridad Hídrica, facilita la evaluación del estado de seguridad y dedica del país a nivel municipal mediante una serie de indicadores.

Sin embargo, este control en muchas ocasiones no es suficiente el ser humano desempeña un papel importante en el ciclo del agua. Se han determinado insuficiencias en el nivel de calidad y cantidad del recurso para satisfacer las necesidades elementales debido a la contaminación de los vertederos de aguas residuales provenientes de diversas fuentes dispersas que no pueden identificarse con exactitud. Estas fuentes incluyen la escorrentía de trabajo agrícola o minero, la filtración de pozos sépticos o áreas de desagüe de aguas residuales, así como la contaminación puntual como una tubería de descarga de una fábrica o de un alcantarillado.

Tabla 1

Clasificación del nivel de riesgo según IRCA

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo
80.1- 100	Inviabile sanitariamente
35.1- 80	Alto
14.1- 35	Medio
5.1- 14	Bajo
0- 5	Sin riego

Fuente: IRCA (2020)

Según la Alcaldía Municipal de Belén (2020) por medio del Plan de Desarrollo Municipal de Belén esta mi vida económica e industrial de las curtiembres tiene consecuencias negativas en el medio ambiente y en la salud de las personas, entre los principales efectos incluyen la polución del aire, el suelo y las fuentes de agua, como la quebrada Mocondino, que sufre contaminación causada por los productos de origen químico utilizados en el proceso de conversión del cuero. Entre los

contaminantes de alta peligrosidad se encuentran los cromatos, formaldehídos, tintes de azo, plaguicidas y dimetilnitrosaminas, los cuales se asocian con enfermedades como el cáncer de pulmones, así como derivaciones no cancerígenas como bronquitis y problemas de hígado y riñones, además, los trabajadores muestran una alta incidencia de problemas de la piel, especialmente, dermatosis.

Ante este problema de inseguridad hídrica en el Municipio de Belén, Nariño, es necesario para esta investigación realizar una evaluación a la escasez y contaminación de los recursos hídricos, la falta de infraestructura e inversión en gestión hídrica que amenaza el abastecimiento humano, la conservación de los ecosistemas y la baja calidad del agua, que están generando riesgos a la sostenibilidad social, ambiental y económica a la región.

Finalmente, bajo el siguiente esquema se sintetiza el planteamiento del problema de la inseguridad hídrica en el municipio de Belén, a través de los componentes de riesgo, utilización, acceso, disponibilidad y calidad del agua.

Tabla 2

Resultados de la vigilancia de la calidad del agua

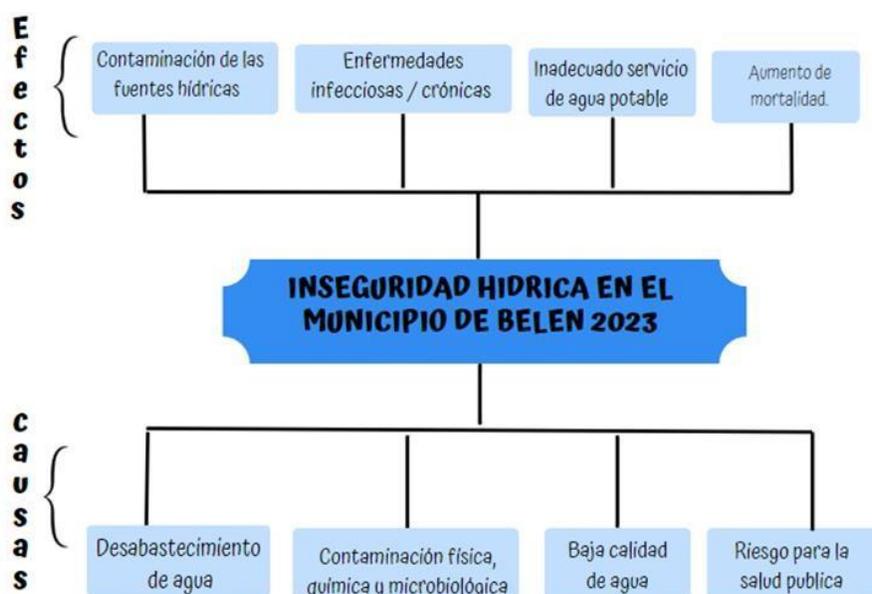
Municipic	N° de muestras	IRC	Nivel de riesg	N° de muestras urbano	IRCA	N° de muestras urbano	N° de muestras rural	IRC	Nivel de riesg rural	Agua tratada	Porcentaje agua tratada	Agua sin tratamiento ^a	Porcentaje agua sin tratar
Belén	38	52,59	alto	17	36,13	alto	21	65,91	alto	24	63,2	14	36,8

Fuente: IRCA (2020)

Como se observa en la Tabla 2, en el Municipio de Belén, zona rural se encuentra en un nivel alto, con un 36,8% de agua sin tratar.

Figura 1

Árbol del problema de investigación



1.1.1. Formulación del problema

¿Existe seguridad hídrica en el Municipio de Belén?

1.2. Justificación

A nivel mundial se enfrentan importantes desafíos en cuanto a la cobertura, calidad y gestión del agua, entre otros aspectos, estas situaciones se han abordado según las necesidades específicas de cada comunidad, actuando principalmente a nivel local para encontrar soluciones adaptadas a cada, en particular en el Municipio de Belén se identifica la necesidad de contar con estrategias que integren una reevaluación en el nivel de eficiencia, garantía de servicios y gestión de riesgos

Por tal razón, el propósito del desarrollo de una evaluación frente al saneamiento del agua es primordial en la vida de las personas y más si se habla de una población donde se encuentra en riesgo por falta de abastecimiento e inocuidad del agua, este tipo de evaluación permite definir áreas con problemas a evaluar.

El impacto de las medidas de mejoramiento que garanticen el desarrollo sostenible de este recurso, tal como lo menciona la ONU (2015) con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6 de (ODS) mediante el cual se realiza el reconocimiento de la gestión sostenible del agua, indicando que va más allá del simple acceso a la portabilidad y servicios de saneamiento apropiados, implica abordarla con mayor profundidad. Esto incluye aspectos como la calidad del agua y el manejo de sus residuales, la escasez, gestión y uso eficiente del recurso, así como la protección y restauración de los ecosistemas asociados.

El más reciente informe de la ONU (2020), indica que aproximadamente 4000 millones de personas experimentan condiciones de escasez física de agua severa, durante al menos un mes anualmente, mientras que aproximadamente 1.6 mil millones de personas, cerca de una cuarta parte de la población alrededor del mundo, afrontan la escasez económica de agua, lo que representa que carecen de la infraestructura necesaria para acceder al servicio. Se proyecta que para el año 2050, aproximadamente 685 millones de personas que residen en más de 570 ciudades, enfrentarán una baja adicional al menos de 10% en la disponibilidad de agua dulce.

Por consiguiente se considera de gran importancia este tipo de investigación, porque con base al análisis de las características organolépticas, químicas y microbiológicas del agua se pretende obtener información sobre la seguridad hídrica en el municipio de Belén con el fin de aportar datos importante que ayuden al gobierno municipal a proponer opciones que posibiliten una gestión efectiva del agua en la localidad, reducir el agotamiento del recurso hídrico presente en la región, y promover la participación activa de la comunidad como uno de los actores fundamentales. Esto no sólo beneficiará a los habitantes, sino que también preservará las principales actividades económicas locales, como la agricultura y la ganadería, las cual es son vitales para el desarrollo del municipio.

Igualmente, este tipo de estudio es de gran interés social, ya que al identificar factores que desencadenan esta problemática, se podrán tomar medidas para mejorar el desabastecimiento de agua en el municipio, situación que ha afectado el estilo de vida de las personas, por la contaminación microbiana y baja calidad del agua, problemática que aumenta por los derrumbes en las microcuencas que cuenta el municipio para el abastecimiento del agua en el pueblo, debido

a esto la salubridad de esta se mira afectada desde la herramienta con que se mantiene el agua y las diferentes fuentes de contaminación externas, como heces de animales (en este caso de aves) o también se tiene en cuenta, las veces de manipulación con el agua.

Se considera que este tipo de investigación, también es un aporte importante para los entes municipales, porque se pretende entregar la información recolectada para su posterior seguimiento, teniendo en cuenta que permitirá conocer la prevalencia de esta problemática, así como posibles factores sociodemográficos asociados, brindando herramientas necesarias que permita diseñar tratamientos para la contaminación microbiana y fortalecimiento de las capacidades en situaciones de emergencias de salud pública y desastres.

Por último, resulta beneficioso para las investigadoras de esta monografía, debido a que se llevó a cabo una contribución al fortalecimiento del desarrollo profesional y científica propia en el campo de la Nutrición y Dietética; además, permitió ampliar los conocimientos obtenidos durante el proceso educativo, evidenciando sus habilidades y experiencia obtenidas a lo largo de su aprendizaje bajo la tutela del personal docente de la Universidad Mariana de Pasto.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la seguridad hídrica en el Municipio de Belén –Nariño 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la población participante del municipio de Belén.
- Identificar la percepción de la seguridad hídrica en el municipio de Belén- Nariño.
- Aplicar las técnicas estandarizadas según la normativa vigente para la evaluación fisicoquímica del agua.
- Determinar las características microbiológicas del agua del municipio de Belén.

1.4. Marco referencial o fundamentos teóricos

1.4.1. Antecedentes

En este capítulo se realiza un análisis a las investigaciones, documentos científicos y lineamientos técnicos con respecto a este tema propuesto, que ayude a dar un referente y aporte a este trabajo, tanto a nivel Internacional, Nacional como Regional.

1.4.1.1. Internacionales. A nivel internacional se relaciona la investigación sobre *seguridad hídrica en México: diagnóstico general y desafíos principales*, donde se realiza un análisis de la seguridad hídrica como objetivo estratégico de la política del agua en México, se realizó un diagnóstico de la situación presente de los recursos hídricos, tanto en términos de calidad como de cantidad, así como de la implementación de las prácticas de gestión del agua. Además, se examinaron la disponibilidad y la escasez de este líquido con un enfoque de territorio incluyendo el estado de los acuíferos, la calidad del agua en superficie y suelo, así como los diferentes usos que se le da. Se abordan los principales desafíos para la seguridad hídrica y las tendencias en las fuerzas modeladoras más relevantes. Entre los resultados se proponen acciones específicas y, como conclusión general, la necesidad de una reforma del agua en México (Martínez et al., 2019).

Como aporte se destaca la propuesta de la seguridad hídrica como objetivo estratégico de la política hídrica en México y el planteamiento de una reforma del agua en México.

Así mismo, se encuentra un artículo sobre *Seguridad hídrica: Gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica* en la Revista de Ciencias Ambientales, realizado por Suárez et al. (2019) donde se eligió un conjunto de nueve Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales (ASADAS), situadas en la región del pacífico norte de Costa Rica, en el fin de evaluar su administración y comprender las tácticas aplicadas durante el periodo de sequía. Se examinaron cinco aspectos básicos de la gestión: administrativo-financiero, las áreas comerciales, comunitarias de recursos hídricos y manejo de los sistemas de agua, para establecer si son adecuados para suministrar agua segura a la comunidad.

Conjuntamente, se evaluó la calidad y potabilidad del agua de cada ASADA, siguiendo el nivel uno del reglamento relacionado con la calidad del agua potabilizada. Entre las conclusiones se menciona que las ASADAS evaluadas son altamente vulnerables ante eventos hidrometeorológicos, debido a la antigüedad de sus sistemas, el escaso mantenimiento y el limitado espacio de sus tanques, lo que aumenta el riesgo en situaciones extremas como es el caso de escasez o desbordamiento de agua (Suárez et al., 2019).

Entre los aportes se analiza las evaluaciones a las ASADAS exploradas donde se hace notable una gestión con carencias o falencias, lo que lleva a una distribución del recurso hídrico que compromete la seguridad en el abastecimiento de las comunidades, debido a que aquel suministro no se encuentra disponible de manera permanente, y no cumple con ciertos factores básicos de calidad potable.

Se relaciona la Guía para la calidad del Agua de la OMS (2011), la cual tiene como principal objetivo proporcionar recomendaciones para manejar peligros que puedan afectar la seguridad del agua potable, y deben ser consideradas dentro del marco de gestión del riesgo de otros orígenes de exposición a dichas dificultades como es el caso de residuos, aire, comestibles y otros bienes para consumir.

El aporte de esta guía para la investigación actual se enfoca en las estrategias de gestión de riesgos que aseguran la seguridad del suministro de agua, al controlar los elementos peligrosos que en ella se encuentran. Estas estrategias comprenden normativas nacionales o regionales con base en la información de índole científica provista por las guías. Dichas normas delinean los requisitos mínimos para prácticas seguras que protejan a los consumidores y establecen valores de eficacia.

Finalmente, el documento de Estrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe, del Banco Interamericano de Desarrollo, realizado por Bretas et al. (2020) este informe ofrece un amplio análisis de la seguridad hídrica en el área de Latinoamérica y el Caribe, desde 5 puntos de vista complementarios: una de diagnóstico situacional actual, otra histórica desde la perspectiva del banco interamericano de desarrollo, una prospectiva que examina oportunidades para innovar

en el sector, una estratégica que fundamenta objetivos que ostentan prioridad en esta materia, y formula una prospectiva que delinea un plan de trabajo para avanzar en cada aspecto propuesto.

Este documento presenta un análisis de la Seguridad Hídrica en la región de América Latina y el Caribe, dentro de cinco perspectivas complementarias: una de diagnóstico de la situación actual; una histórica desde el punto de vista de la actividad del Banco Interamericano de Desarrollo, una prospectiva que analiza oportunidades de innovación en el sector; una estratégica que establece objetivos prioritarios para la región en materia de seguridad hídrica y una propositiva que esboza un plan de trabajo para avanzar en SH en la región.

Este documento sirve como guía para propósitos de planificación y sirve de apoyo examinar los retos y oportunidades en materia de seguridad hídrica en la región de América Latina y el Caribe.

1.4.1.2. Nacionales. A nivel nación se encuentra la investigación sobre *evaluación de la calidad hídrica e impactos socio ambientales de los embalses de Cundinamarca, Colombia*, realizada por Barriga (2020) quien realiza una indagación histórica de los antecedentes de los embalses ubicados en Cundinamarca, detallando sus particularidades generales, el nivel de calidad y cantidad de agua. Igualmente, se llevó a cabo un muestreo del líquido de los embalses considerados como críticos, para validar su calidad y evaluar sus posibles impactos socio ambientales. Como resultado, se identificaron que los embalses en el departamento son Tominé, Central hidroeléctrica del Guavio, El Hato, Sisga, Neusa, Chisacá La Regadera, Chuza Represa de Chingaza, El Muña y San Rafael; se presentan como antecedentes generales que estas edificaciones están relacionadas con efectos positivos, como el incremento del turismo, así como aspectos negativos, como la contaminación del agua. También a través del índice ICA y la elaboración de una matriz de impacto ambiental, se determinó que los embalses críticos fueron El Muña, Guavio, Sisga y San Rafael. Se confirmó que la calidad del agua de estos embalses, coincidía con la descrita en la literatura.

Como aporte se identifica, los impactos que presentan estos embalses sobre la comunidad, los problemas principalmente asociados son los relacionados con la salud, debido a la baja calidad del agua, así como las cuestiones vinculadas a cambios y, en ciertos casos, la degradación del paisaje, lo que puede resultar en cambios en la economía local de la zona. Por tal motivo se analiza la

importancia de realizar estudios de impacto ambiental como mecanismo que ayuden a cuantificar las problemáticas ambientales, sociales y económicas; e identificar de forma más clara los factores críticos a nivel social.

También se encuentra la investigación sobre la Evaluación de la gestión del recurso hídrico urbano a partir de la metodología City Blueprints: en el municipio de Cajicá Cundinamarca, realizada por Ruiz y Puentes (2019) este proyecto examinó los indicadores del manejo del ciclo urbano del agua en Cajicá, Cundinamarca. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica en diversas bases de datos de entidades relacionadas con esta temática a nivel urbano en el municipio. La información recopilada fue empleada en la evaluación y calificación de indicadores como la huella hídrica (azul), la escasez de agua, autosuficiencia hídrica, calidad del agua superficial, eficiencia en el uso del agua, entre otros. A través de estos indicadores, se identificaron posibles causas de problemáticas como la baja calidad de las fuentes hídricas, la limitada cobertura del acueducto y alcantarillado, y la escasa participación del público en la gestión urbana del agua. Como resultado, se analizaron y propusieron alternativas para mejorar los indicadores con puntuaciones más bajas. En conclusión, la metodología utilizada se revela como una herramienta de gran utilidad para tomar decisiones, por parte de las autoridades encargadas, ya que proporciona un enfoque amplio y transparente del desempeño al momento de gestionar el agua, gracias a la disponibilidad, calidad y actualidad de la información recopilada.

En los aportes se destaca los métodos utilizados para la valoración de todos los embalses, porque se pudo generar una estructura más consolidada en la verificación de los datos, también la propuesta de realizar una investigación con líderes comunitarios en las áreas cercanas a cada embalse, con el fin de confirmar la información histórica y comprender de manera más exhaustiva, los desafíos que enfrenta cada población.

Un estudio sobre *Reconstrucción orográfica en la zona alta de la sub cuenca del río Tona como aporte a la seguridad hídrica y la planeación del territorio*, realizado por Carvajal y Espitia (2023) quienes llevaron a cabo un estudio sobre el crecimiento de la vivienda en zonas rurales y sus impactos en la seguridad hídrica en el entorno territorial del corregimiento de Santa Elena en Medellín. Se tomó como caso de estudio a la vereda el plan, la cual es abastecida por el acueducto

de San Pedro. A través de este análisis de datos secundarios y primarios, se evaluó el cumplimiento de las densidades habitacionales para el suelo rural de la ciudad, así como el funcionamiento del acueducto san Pedro y los sucesos de racionamiento de agua. Además, se examinaron los efectos de seguridad hídrica en el corregimiento todo de Santa Elena.

Como aporte se destaca de esta investigación, el logro de la seguridad hídrica como meta de la región logrado con una perspectiva de gestión integral del recurso hídrico, que asegura el logro de los ODS a los cual es Medellín se ha comprometido. Este proceso ha sido exitoso gracias a las acciones realizadas en el territorio, las cuales buscan equilibrar el uso y la concesión del recurso, así como controlar las actividades que este demanda, lo que ha permitido alcanzar la meta establecida.

1.4.1.3. Regionales. A nivel regional se encuentra la investigación sobre *Evaluación de la calidad del agua por vertimientos de aguas residuales en la zona media y baja de la quebrada Miraflores de Pasto-Nariño*, realizada por Santacruz (2019) quien llevó a cabo un estudio en la Quebrada Miraflores debido a la seria problemática de contaminación ambiental causada por vertidos de aguas residuales domésticas e industriales sin tratar a lo largo de su curso. En respuesta a esto, se llevó a cabo una evaluación de la calidad del agua en la zona media y baja de la quebrada mediante análisis con fisicoquímica y microbiología. Para ello, se efectuaron dos jornadas de muestreo, con 8 muestras simples tomadas en la parte superficial de la quebrada y 8 muestras compuestas durante 12 horas en los puntos de vertido de aguas residuales. El análisis fisicoquímico reveló un deterioro progresivo de la Quebrada Miraflores a medida que recibía aportes de materia orgánica e inorgánica de los centros poblados de Catambuco y sus alrededores, así como de las actividades socioeconómicas a lo largo de su cauce. Los valores de calidad del agua en la zona media y baja oscilaron entre 21,3 y 47,2, catalogándola como "mala" y "muy mala" según el Índice de Calidad del Agua (ICA). Las variables más influyentes en el valor final del ICA fueron las relacionadas con la presencia de patógenos y la existencia de componentes particulados.

Basado en lo mencionado, se sugiere la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en las áreas rurales de la ciudad como medida para mejorar la calidad del agua en la quebrada. Se destaca la importancia del estudio y análisis de la contaminación del agua,

ya que los microorganismos, patógenos y el material particulado tienen un impacto significativo en el Índice de Calidad del Agua (ICA). Esto subraya la urgencia de aplicar estrategias efectivas para gestionar los vertidos directos con esencia doméstica, industrial y agrícola, así como para controlar la erosión en la quebrada. Sin un sistema de tratamiento de aguas residuales tanto en las áreas rurales como urbanas, existe el riesgo de que un gran porcentaje de aguas residuales no tratadas regresen a los cuerpos de agua, lo que afectaría tanto a las comunidades como a los ecosistemas locales (Santacruz, 2019).

Se referencia el Boletín de Vigilancia de Calidad del Agua, según los datos proporcionados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño en el IRCA del año 2019, de los 63 municipios del departamento, excluyendo a San Juan de Pasto, se observa que hay un total de 1329 prestadores de servicio de acueducto. Sin embargo, de estos, 25 no tienen datos disponibles. De los prestadores restantes, se encuentran clasificados de la siguiente manera: 142 son considerados inviables desde el punto de vista sanitario, 816 están en un nivel de riesgo alto, 170 en un nivel medio, 61 en un nivel bajo y 115 acueductos no representan riesgo para la salud humana. Es importante destacar que solamente un municipio tuvo la totalidad de sus prestadores clasificados en el nivel óptimo del IRCA, lo que significa que no presentan riesgo (Gobernación de Nariño, 2020).

1.4.2. Marco teórico

Ya y bueno si tú nos llevas el agua posee propiedades singulares y es un componente de vital importancia para la existencia, siendo el más prevalente en la naturaleza y fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos que regulan el entorno natural (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2020). Según García, et al. (2001) la composición química básica del agua se representa mediante la fórmula H_2O , lo cual parece simplificar su complejidad. Esta fórmula refleja una característica general de las extensas masas de agua que abarcan el 71% de la superficie terrestre, comprendiendo océanos, casquetes polares, glaciares, cuerpos de agua superficiales y subterráneos, que en conjunto conforman lo que se conoce como la hidrosfera.

Para autores como Losiev (1989) esta vasta cantidad de agua se encuentra distribuida de manera relativamente uniforme en la superficie terrestre, formando una capa de aproximadamente 4 kilómetros de espesor. El agua desempeña un papel crucial como medio de transporte de nutrientes, lo que la convierte en un recurso vital para la vida, ya que en algunos ecosistemas actúa como portadora de sustancias esenciales para su existencia. Además, el agua posee numerosas propiedades, como su capacidad para disolver una amplia variedad de sustancias, lo que rara vez la hace pura. También muestra una marcada tendencia a empapar las paredes de los tubos capilares y ascender por ellos, así como a incorporarse en la estructura de diversas rocas en forma de hidratos, como ocurre en el ópalo, que a veces presenta colores iridiscentes (García, et al., 2001).

Por tanto, el uso del agua para la vida humana es de importancia es destinada al consumo humano. Según Almirón (2010) se calcula que el caudal de agua verdaderamente disponible para el uso humano es de aproximadamente 9.00 km³. Además, se suman 500 km³ de escorrentía controlada por los embalses existentes, lo que resulta en una escorrentía anual total de 12.500 km³.

Según Huerta (2011) la calidad del agua desempeña un papel fundamental en la producción de alimentos, energía y en la productividad en general. El manejo adecuado de este recurso es esencial para una estrategia de desarrollo sostenible, que se entiende como una gestión integral que busca equilibrar el crecimiento económico, la equidad y la sostenibilidad ambiental. Esto se logra a través de un mecanismo regulador que implica una contribución social efectiva.

En los últimos 50 años, el agua ha sido un factor crucial en el aumento de la producción de alimentos, lo que ha contribuido a sostener a una población mundial en crecimiento y a reducir la incidencia de hambrunas. Sin embargo, se proyecta que para el año 2030, debido al incremento demográfico, la población mundial alcanzará alrededor de 8,300 millones de personas, lo que exigirá una adaptación en los patrones agrícolas para satisfacer la creciente demanda de alimentos. Se estima que la producción de alimentos diarios para una persona puede requerir aproximadamente 5,000 litros de agua. Por consiguiente, la producción de alimentos y fibras vegetales representa la mayor parte del uso de agua dulce disponible para consumo humano, utilizando cerca del 70% del agua extraída (Alaniz et al., 2023).

Para uso doméstico, los requerimientos básicos de agua para los menesteres humanos, como beber, aseo, baño y elaboración de alimentos, se sitúan en alrededor de 50 litros por persona al día (equivalente a 1,825 metros cúbicos al año). En países desarrollados, un recién nacido consume entre 30 y 50 veces más agua que uno nacido en países en desarrollo. En 1990, más de 1000 millones de personas contaban con acceso a menos de 50 litros de agua diariamente. En promedio, una persona que reside en una ciudad de un país desarrollado utiliza entre 526 y 633 litros de agua diariamente (Alaniz et al., 2023).

Asimismo, Alaniz et al. (2023) mencionan que en diversas industrias como la del aluminio, automotriz, química, procesamiento de alimentos, explotación minera, pulpa y papel, petróleo, acero, textil, entre otras, el agua es utilizada, representando aproximadamente el 22% del uso total en el mundo. Se estima que para el año 2025, los requerimientos de agua para la industria aumenten en 1.6 veces.

Por tanto, la calidad del agua tiene que ver con las características químicas, físicas y biológicas del agua dependiendo del uso que se le va a dar. Según Aquae Fundación (2023) para determinar la calidad del agua, se lleva a cabo la medición y análisis de varios elementos, tales como la temperatura, la concentración de minerales disueltos en ella y la cantidad de bacterias presentes. Primero su origen en embalses, ríos y pozos; posteriormente, durante su tratamiento en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP); y, por último, al llegar al consumidor mediante las redes de distribución respectivas.

En cada etapa, es necesario realizar el análisis de muestras en el laboratorio para determinar si el agua es apta para el consumo humano. Los parámetros principales considerados para esto incluyen características como el olor, sabor, coloración, temperatura, pH y turbidez, Hierro y las características biológicas: Algas, Bacterias, Hongos, Mohos, Levaduras (Aquae Fundación, 2023).

La calidad del agua, de acuerdo a la OMS (2020) se refiere a las circunstancias del agua en términos de sus características físicoquímicas y biológicas, ya sea en su estado natural o posterior ser modificada por actividades humanas. Tradicionalmente, se ha asociado el concepto de calidad

del agua con su idoneidad para el consumo humano, lo que implica que el agua es considerada de buena calidad cuando puede ser utilizada sin producir daño.

Para que el agua sea considerada potable, debe cumplir con una serie de requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos establecidos en el Decreto 1575 y la Resolución 2115 de 2007. Esto garantiza que pueda ser consumida por humanos sin ocasionar efectos negativos para la salud (OMS, 2020).

El sistema para la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano, define el agua potable como aquella que puede reunir adecuadamente los siguientes requisitos:

- **Requisitos organolépticos**

Color aparente: Es la tonalidad o apariencia visual que presenta el agua debido a que puede variar por presencia de materia orgánica o natural como algunos compuestos y elementos relacionados con el hierro, el magnesio y el cobre, todo eso puede inferir en el agua que no ha pasado por un filtro de purificación, lo que con lleva que en la normativa sea clasificado como parámetro de alto riesgo, haciendo que esta no sea apta para consumo, teniendo en cuenta que su puntaje máximo aceptable es de 15 (UPC) (platino y cobalto) (Aquaefundación, 2023).

Olor y sabor: El agua potable debe ser inodora e insípida, sin embargo, puede presentar olores insólitos dependiendo de su origen y de los compuestos en ella. al mismo tiempo el sabor del agua debe ser insabora, pero se puede presentar diversos sabores desagradables, como un sabor metálico, amargo, terroso, a cloro, a sulfuro. Estos olores y sabores pueden indicar la presencia de contaminantes o problemas en el suministro de agua (San Francisco Water Power Sewer, 2022)

Turbiedad: Es la medida de la cantidad de partículas suspendidas en ella. Estas partículas pueden incluir sedimentos, arcilla, materia orgánica u otros contaminantes. La turbiedad afecta la claridad visual del agua y puede ser indicativa de la presencia de impurezas. Se mide generalmente en unidades nefelométricas de turbidez (UNT) mediante instrumentos especiales, La medición y

control de la turbiedad es importante en el tratamiento del agua potable y en la evaluación de la salud ambiental de los cuerpos de agua (OMS, 2020).

- **Requisitos químicos**

Conductividad: Mide la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es una medida de la cantidad de iones disueltos en el agua, como sales minerales y otros compuestos, según la resolución el valor máximo aceptable es de 1000 y se expresa generalmente en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Ya que niveles altos de conductividad pueden indicar la presencia de contaminantes o la salinidad del agua (IDEAM, 2020)

Potencial de hidrógeno (pH): Es la actividad de hidrógeno por lo que puede reflejar la acidez o la alcalinidad de esta, usualmente el método más usado para medirlo es por medio de un electrodo, teniendo como referencia que sus valores aceptables son entre 6,5 y 9,0 para que el agua esté dentro del rango consumible, si estos valores disminuyen o aumentan podría indicar que existen residuos de minería, industriales y agrícolas cerca de la fuente principal (Valdivieso, 2018).

Alcalinidad total: La capacidad del agua para neutralizar ácidos y mantener un pH estable debido a que es importante en sistemas acuáticos, ya que actúa como un amortiguador químico, evitando cambios drásticos en el pH y protegiendo a los organismos acuáticos de los efectos nocivos de la acidez. Además, la alcalinidad también puede influir en la calidad del agua potable según la resolución 2115 el valor máximo aceptable es de 200 mg/L (Aquaefundación, 2023)

Dureza total: La concentración de minerales disueltos, principalmente calcio y magnesio, presentes en el agua. Estos minerales provienen de la disolución de rocas y suelos a medida que el agua se mueve a través de ello, La dureza total se expresa típicamente en miligramos por litro y su valor máximo aceptable es de 300 mg/L (OMS, 2020).

Cloruros: La presencia de cloruros en el agua puede afectar su sabor, corrosividad y capacidad para ser utilizada en diferentes aplicaciones, como consumo humano, riego agrícola o procesos industriales, su valor máximo aceptable es de 250 mg/L (Valdivieso, 2018).

Sulfatos: Esta presentes en el agua de forma natural debido a la disolución de minerales o como resultado de actividades humanas, como la minería o la descarga de aguas residuales, los altos niveles de sulfatos en el agua también pueden tener efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente, la resolución nos indica que su valor aceptable es de 250 mg/L (Aquaefundación, 2023).

Hierro total: La presencia de hierro en el agua puede causar en el sabor del agua. Además, altos niveles de hierro pueden tener efectos adversos para la salud y pueden causar problemas en sistemas de tratamiento de agua (Valdivieso, 2018).

Nitritos y Nitratos: La presencia de estos en el agua puede ser resultado de la contaminación agrícola, curtiembres, la descarga de aguas residuales y el uso excesivo de fertilizantes. Los altos niveles de estos parámetros en el agua pueden ser perjudiciales para la salud humana (San Francisco Water Power Sewer, 2022)

Cloro residual: la cantidad de cloro libre que queda después de que se ha utilizado para desinfectar el agua. Esta se mide en miligramos por litro (mg/L). El cloro residual ayuda a prevenir el crecimiento de microorganismos y mantener la calidad del agua durante su distribución hasta el punto de consumo (Aquaefundación, 2023).

Cromo: Se presenta en las fuentes naturales o de contaminación industrial, puede tener efectos nocivos para la salud humana y animal, por lo que es importante controlar sus niveles de este metal, es perjudicial en el tracto respiratorio, reacciones alérgicas dérmicas, problemas gastrointestinales, deterioro renal e incluso cáncer de pulmón (OMS, 2020)

• **Requisitos microbiológicos**

Coliformes totales: Son bacterias utilizadas como indicadores de contaminación fecal en el agua. Su detección sugiere la posible presencia de microorganismos patógenos y es importante realizar pruebas de calidad del agua para asegurar su potabilidad, se debe de tener un valor máximo aceptable de 0 UFC/100 cm por método filtración por membrana

Escherichia coli: La presencia de contaminación fecal en el agua para consumo humano La exposición de E. coli puede causar enfermedades gastrointestinales, como diarrea, vómitos y fiebre.

Mesófilos: Son microorganismos que tienen la capacidad de crecer y reproducirse en condiciones de temperatura moderada, generalmente entre 20°C y 45°C, Su presencia en el agua puede ser un indicador de contaminación microbiológica y puede afectar la potabilidad del agua.

Los principales riesgos relacionados con la baja calidad del agua son los microbianos, los cuales continúan siendo una preocupación primordial tanto en países desarrollados como en desarrollo, dada su significativa consecuencia en la salud humana.

Según la OMS (2006) La exposición a ciertas sustancias químicas a través del agua potable, como el fluoruro, el arsénico y el nitrato, puede tener impactos significativos en la salud humana. Otras sustancias, como el plomo, el selenio y el uranio, también pueden provocar efectos adversos bajo ciertas condiciones. Por ejemplo, el fluoruro puede causar manchas en los dientes y, en casos graves, fluorosis ósea incapacitante cuando se consume en concentraciones elevadas. Similarmente, el arsénico puede aumentar el riesgo de cáncer y causar lesiones cutáneas si se ingiere en exceso. Además, el uranio y el selenio pueden generar problemas de salud cuando sus niveles en el agua son demasiado altos.

La seguridad hídrica se refiere a la habilidad de un área para asegurar un acceso justo a servicios hídricos que sean tanto de calidad como de cantidad adecuadas, y que sean resistentes, lo que posibilita el desarrollo sostenible tanto en términos humanos como económicos para la población. Según Urquiza y Billi (2020) la seguridad hídrica se enfoca en la capacidad de una región para cumplir con diversos usos y requerimientos de agua, especialmente centrándose en las necesidades humanas, principalmente en el ámbito doméstico. Este enfoque complementa otras perspectivas que se centran en la capacidad de los hogares para cubrir sus necesidades, tanto de agua como de energía, entre otras.

Entonces se dan las condiciones de inseguridad hídrica cuando existe un riesgo hídrico, es decir, cuando un territorio no es capaz de garantizar la sostenibilidad de los servicios que ofrece y

resiliencia frente a las amenazas de carácter natural y antrópico que lo puedan afectar: exposición y vulnerabilidad.

Para otros autores como Wood et al. (2019) la seguridad hídrica abarca todos los elementos necesarios para mantener las funciones de los ecosistemas. Dentro de este contexto, implica garantizar tanto la disponibilidad como el acceso a servicios fundamentales, como agua y electricidad, en relación a la calidad y cantidad, y asegurar una distribución equitativa de este acceso.

La seguridad hídrica, adapta a su vez las dimensiones de la seguridad alimentaria, de modo que para su garantía plena se requiere de disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2014), la disponibilidad física del agua corresponde básicamente a la oferta, para el caso de la seguridad hídrica, de los recursos hídricos necesarios para la satisfacción de las necesidades, al igual el acceso físico como económico al agua, dado que la disponibilidad no es solo necesaria, sino que el acceso al recurso hídrico es vital para el logro del objetivo planteado en el concepto de seguridad hídrica. Por tanto, la utilización de la seguridad hídrica es el aprovechamiento por parte del cuerpo del agua, en relación con la salud y el bienestar general es necesario que el recurso hídrico, a su vez, esté disponible, sea accesible y se pueda utilizar en todo momento, sin que ningún factor ponga en riesgo la seguridad hídrica. Así las cosas, la estabilidad es una dimensión transversal.

Según en la escala de experiencia de inseguridad hídrica individual (IWISE) de 12 ítems que puede medir cómo la inseguridad hídrica impacta a las personas en todo el mundo. Según BMJ Global Health (MJ Global Health, 2021), hacen de esta la primera herramienta que permite comparar las experiencias de las personas con el acceso, el uso y la confiabilidad del agua en diversos climas, geografías y culturas. Según el artículo la escala es válida y refleja con precisión cómo las experiencias de inseguridad hídrica de las personas difieren entre países y entre individuos dentro de los países.

La Escala de Experiencias de Inseguridad del Agua en el Hogar ha sido fundamental para abordar esta falta de conocimiento al proporcionar un medio para monitorear la extensión de la

inseguridad del agua en períodos específicos y comprender sus causas y efectos en la salud, la alimentación y el bienestar de diversos grupos poblacionales. Conjuntamente, esta escala puede emplearse para evaluar cómo las políticas y programas afines con el agua impactan en la población (Jepson et al., 2017).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible se definen como aquellos que buscan cubrir las necesidades del presente sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades. Por lo tanto, el desarrollo sostenible implica la colaboración de todos para edificar un futuro que sea sostenible tanto para la sociedad como para el mundo (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan el marco global de desarrollo para los próximos años, proponiendo objetivos que ahonden en el trabajo participativo de los gobiernos, instituciones, civiles y particulares, para responder a las problemáticas actuales a nivel social, económico y medioambiental.

El ODS 6, que corresponde a agua limpia y saneamiento, propone garantizar la disponibilidad de agua y su relación sostenible y el saneamiento para todos. De esta manera, el objetivo se compone por una serie de metas a alcanzar para 2030: alcanzar la universalidad y equidad en el acceso al agua potable a un costo accesible para todos, garantizar el acceso a servicios de saneamiento e higiene apropiados y equitativos para todos, y mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, son algunos de los objetivos clave en materia de agua y saneamiento. La importancia del ODS 6, responde a la realidad de que hoy en día todavía existen miles de personas y familias que aún carecen de servicios básicos de agua y saneamiento. Según la ONU (2015), en el 1 de cada 3 personas carece de acceso a agua potable, y 2 de cada 5 personas no cuentan con una instalación elemental para lavarse las manos con agua y jabón. Así, la disponibilidad y el acceso a los servicios de agua, saneamiento e higiene son fundamentales para el aseguramiento de condiciones que fortalezcan la seguridad hídrica de los hogares e individuos.

Para lograr el acceso universal al agua potable, el objetivo establecido es que 47 millones de habitantes en el país cuenten con acceso a soluciones apropiadas de agua potable, lo que representa un aumento de 3 millones con respecto a la cifra registrada en el año 2018. Por lo anterior, los avances que ha tenido Colombia alrededor del ODS 6 corresponden a: con relación al acceso a

agua potable, a nivel nacional se ha logrado un avance del 90.3% hasta el año 2002 y del año 2020 un 93.2%, y discriminando los datos según zona de residencia, para el área urbano pasó de 96.6% a 98.1% en el mismo periodo de tiempo, y en zona rural de 72.4% a 76.2% para el año 2020.

Además, la contaminación del agua se altera en sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales. El término contaminación se refiere típicamente a la presencia de sustancias químicas u otras sustancias en concentraciones que superan las condiciones naturales. Entre los contaminantes más significativos se incluyen microbios, nutrientes, metales pesados, productos químicos orgánicos, aceites y sedimentos. Además, el calor también puede actuar como un agente contaminante al aumentar la temperatura del agua (Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación [UNESCO], 2009).

Según García (2020) la contaminación del agua conlleva la indisponibilidad de muchas fuentes de agua para el consumo humano, y actualmente, existen contaminantes en el agua que aún no podemos eliminar por completo. Hace siglos, y en algunos lugares en la actualidad, la falta de purificación del agua y el vertido de desechos humanos eran las principales causas de mortalidad debido a infecciones, diarreas y otros padecimientos provocadas por microorganismos patógenos.

A escala global, este recurso natural requiere de una especial atención por su desigual distribución hombre - espacio, Según datos de la OMS (2019) cerca de 844 millones de individuos carecen de acceso a un servicio básico de agua potable, mientras que alrededor de 2000 millones de personas consumen agua proveniente de fuentes contaminadas por desechos fecales. El agua contaminada puede propiciar la propagación de enfermedades infecciosas como el cólera, la diarrea, la polio y la disentería o gastroenteritis. Como resultado, se estima que la contaminación del agua potable ocasiona más de 502.000 defunciones cada año.

En cuanto a las características del agua, se toma en cuenta la Resolución 2115 (2007) donde se indican las particularidades, elementos esenciales y los momentos de tiempo del sistema de control y supervisión para garantizar la calidad del agua destinada al consumo humano. Se identifica en el capítulo IV los instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Según lo estipulado en la resolución, el agua destinada al consumo humano no debe exceder los límites máximos permitidos para cada una de las propiedades físicas especificadas

Artículo 13. Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano IRCA. Para el cálculo del IRCA, a cada característica física, química y microbiológica se le asignará un puntaje de riesgo según lo indicado la tabla 3, en caso de no cumplir con los valores aceptables establecidos (Resolución 2115, 2007):

Tabla 3

Clasificación fisicoquímicos del agua

Parámetro aceptable	Valor máximo	Puntaje de riesgo
pH	6,5-9,0	1,5
Temperatura (°C)	-	-
Conductividad (µS/cm)	1000 µS/cm	-
Turbiedad (NTU)	2	15
eno disuelto (mg/L)	-	-
Color (Pt/Co)	15	6
Olor	Aceptable ó no aceptable	-
Sabor	Aceptable ó no aceptable	-
Alcalinidad Total(mg/L)	200	1
Dureza total (mg/L)	300	1
Cloruros (mg/L)	250	1
oloro residual libre(mg/L)	2,0	15
Sulfatos (mg/L)	250	1
Nitritos (mg/L)	0,1	3
Nitratos (mg/L)	10	1
Fosfatos (mg/L)	0,5	1
Hierro (mg/L)	0,3	1,5

Fuente: Resolución 2115 (2007)

Tabla 4*Clasificación microbiológicos del agua*

Parámetro	Valor máximo aceptable	Puntaje de riesgo
Coliformes Totales	0 UFC/100 cm	15
Escherichia Coli	0 UFC/100 cm	25
Mesófilos	0 UFC/100 cm	0

Fuente: Resolución 2115 (2007)

En la tabla se observan las particularidades químicas que pueden afectar la salud humana si superan el valor máximo aceptable establecido por la resolución 2115 de 2007.

Según Valdés et al. (2011) para evaluar y valorar la calidad del agua, se han utilizado varias metodologías, que incluyen: comparación de las variables con los estándares establecidos por la normativa actual; el uso de indicadores como el Índice de Calidad del Agua (ICA), que genera un valor basado en múltiples variables medidas para calificar y evaluar la fuente; y metodologías más complejas como la modelización.

Para Guillén, et. al (2012) el ICA indica el grado de contaminación determinado en la fecha del muestreo, se expresa como un porcentaje del agua pura; por lo tanto, el agua contaminada sustancialmente ostentará un valor aproximado o igual al 0%, mientras que el agua en condiciones excelentes mostrará un valor cercano al 100% en este índice.

Según García (2020) El 3% del suministro total de agua en el planeta es de agua dulce, pero no toda está accesible directamente. El 2.5% de esta agua se encuentra en formas como glaciares, la atmósfera, el suelo o aguas subterráneas. Por lo tanto, solo se dispone de alrededor del 0.5% de agua dulce para el consumo humano. Si consideramos además que esta agua debe ser potable, el porcentaje se reduce aún más. En vista de esta situación, es crucial que los seres humanos cuidemos el agua.

Existen fuentes de cuidar el agua tales como la conservación de los bosques cercanos a ríos y arroyos. La deforestación en estas áreas puede aumentar la erosión del suelo y la acumulación de sedimentos en el agua, reduciendo así su calidad. Es crucial proteger las fuentes de agua potable para prevenir la contaminación. También es importante evitar la tala de árboles y la ocupación humana en estas zonas, así como mantener alejados a los animales. Además, es recomendable no construir instalaciones como letrinas a menos de 50 metros de una fuente de agua para evitar la contaminación (Alaniz et al, 2023).

Por último, es fundamental evitar verter los desechos de zonas urbanas, industriales, establos y otros desechos en ríos, lagos y mares. En nuestro país, persiste la idea equivocada de que el medio ambiente es un vertedero natural y que el agua puede llevarse todo a un costo muy bajo. También es importante no depositar los desechos mineros en ríos, lagos o el mar, ya que estos residuos son altamente tóxicos para la vida acuática y la salud humana. Además, es necesario abstenerse de arrojar basura al agua de los ríos, mares y lagos. En este sentido, las comunidades tienen una gran responsabilidad en gestionar adecuadamente sus desechos y disponer de ellos en lugares designados para ello (Alaniz et al, 2023).

1.4.3. Marco conceptual

Agua. Es una sustancia compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O), existe en la naturaleza en tres estados: sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido. Las propiedades físicas y químicas del agua son vitales para la estabilidad de los ecosistemas (Valdivieso, 2018).

Agua Potable. El agua de consumo humano ha sido definida por la OMS (2020) como adecuada para consumo humano y para usos domésticos habituales, incluida el aseo personal, debe ser apta, transparente, sin olor, fresca y agradable al paladar. Estas cualidades son fundamentales para su consumo seguro y deben ser tratadas adecuadamente para prevenir la transmisión de enfermedades tanto a personas como a animales.

Calidad del Agua. La calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas y biológicas del agua, que varían según su uso previsto. Para evaluarla, se realizan mediciones y

análisis de elementos como la temperatura, el contenido de minerales disueltos y la presencia de bacterias (Aqua Fundación, 2023).

Acceso al agua potable. Unos 2.000 millones de individuos a nivel mundial aún no tienen acceso a servicios esenciales de higiene, como inodoros o letrinas. Esta carencia tiene repercusiones significativas en la salud, la dignidad y la seguridad, y también contribuye a la difusión de malestares transmitidos por el agua (Valdivieso, 2018).

Seguridad hídrica. La seguridad hídrica se refiere a la habilidad de las personas para asegurar un acceso sostenible al agua que sustente los medios de vida, promueva el bienestar y favorezca el progreso social y económico.

Contaminación agua. aquella que experimenta cambios en su estructura, se vuelve inutilizable. Se convierte en agua tóxica que no es apta ni para el consumo humano ni para actividades agrícolas. Además, representa una fuente de insalubridad que ocasiona más de 500,000 muertes anuales a nivel mundial debido a enfermedades como la diarrea y transmite afecciones como el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (OMS, 2020).

Causas de la contaminación agua. lo habitual del deterioro del agua procede de las actividades del ser humano y sus derivaciones, que se detallan a continuación:

Calentamiento global. El incremento en la temperatura del planeta, causado por las emisiones de dióxido de carbono, eleva la temperatura del agua, lo que resulta en una reducción en sus niveles de oxígeno (Sifuentes, 2024).

Deforestación. La deforestación puede acabar los recursos hídricos y origina desechos orgánicos que proporcionan un ambiente propicio para el crecimiento de bacterias que contaminan (Sifuentes, 2024).

Actividades industriales, agrícolas y ganaderas. Las descargas de sustancias químicas provenientes de estas áreas son una de las principales razones detrás del proceso de eutrofización del agua (Sifuentes, 2024).

Percepción. la supervivencia de entender la situación de recordar y memorizar o detectar peligros de cambiar la función de las necesidades que vayan surgiendo ya sean cotidianas o urgentes (Sifuentes, 2024).

1.4.4. Marco contextual

El desarrollo del presente trabajo se ejecuta en el Municipio de Belén, el cual está situado en la región Andina al noreste de Nariño, a unos 92 kilómetros de distancia de San Juan de Pasto (Alcaldía Municipal de Belén, 2020).

El municipio de Belén fue fundado el 20 de enero de 1986, presenta alrededor de 4 925 habitantes, cuenta con 3 corregimientos y 12 veredas, con una temperatura promedio en su cabecera de 15°C. La principal actividad económica se centra en el procesamiento de cuero, producción agrícola, marroquinera y pecuaria. El principal cultivo es el café, las vías de acceso son en tierra y angostas lo que dificulta el tránsito de vehículos, vale la pena destacar que Belén es paso obligatorio para llegar a los municipios nariñenses.

Belén, actualmente es considerado un territorio de paz, prosperidad, fraternidad y esperanza, se encuentra inmerso dentro del complejo volcánico Doña Juana y el Belenita. Además, en Belén existen 16 micro cuencas, por lo tanto, las micro cuencas Mocondino, Sebastianillo, Potrerito, La Palma, Los Robles, Tres Puentes, El Prado y el Remolino cobra una gran relevancia debido a su notable menoscabo ambiental, el cual constituye una seria amenaza y riesgo a nivel municipal (Alcaldía Municipal de Belén, 2020).

La cuenca Mocondino se vuelve de gran relevancia para los sistemas de abastecimiento de agua tanto en los sectores urbano como rural, debido a que surte de agua al acueducto de la cabecera municipal de Belén (Alcaldía Municipal de Belén, 2021).

Figura 2

Municipio de Belén- Nariño



1.4.5. Marco legal

En este marco es importante tener en cuenta las normas y leyes que respaldan el tema en torno al recurso y seguridad hídrica en Colombia.

Ley 9 (1979). Esta normativa, conocida como el Código Sanitario Nacional, establece medidas sanitarias para regular y controlar los vertimientos, proporcionando los procedimientos y medidas necesarios para garantizar la salud pública y el cuidado del medio ambiente.

Ley 2324 (1984). Define funciones y competencias de la Dirección General Marítima – DIMAR.

Ley 79 (1986). Esta disposición tiene como objetivo principal la conservación del agua mediante la declaración de áreas de reserva forestal protectora. Estas áreas están destinadas a preservar y proteger los recursos hídricos, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y al manejo adecuado de los ecosistemas.

Ley 46 (1988). Esta ley establece la creación y organización del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Además, concede facultades extraordinarias al presidente de la República para abordar situaciones de emergencia y desastres. También contempla otras disposiciones relacionadas con la gestión y respuesta ante eventos catastróficos.

Constitución Política de Colombia (1991). Se reconoce el derecho al ambiente como un derecho colectivo y su protección es deber de todos.

Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. (Constitución Política de Colombia, 1991, art. 79)

Ley 112 (1992). Se ratifica el Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas y Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste. En el Artículo 1 se establece el Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en situaciones de Emergencia. (art. 1)

Ley 99 (1993). Sistema Nacional Ambiental y define el ordenamiento ambiental territorial como “la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación. Los fundamentos de la política ambiental, son:

- La Declaración de Río sobre Ambiente y Desarrollo (Naciones Unidas, 1992)
- Las zonas de páramo, sub páramo, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial (numeral 4, art. 1 del Título I)
- La utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso (numeral 5, art. 1, del Título I)

- El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables (numeral 7, art. 1, Título I).

- Acción para la protección y recuperación ambiental del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá dialogar en ellos algunas de sus funciones.

- La gestión ambiental del país, de acuerdo con la Constitución Colombiana, seguirá un enfoque con descentralización, democracia y participación (numeral 12, art. 1, Título I).

- Definir de manera técnica las metodologías para evaluar los costos económicos asociados al deterioro y la conservación del medio ambiente y los recursos naturales que se pueden renovar (numeral 42, art. 5, Título I).

Ley 1603 (1994). “Se organizan y establecen los Institutos de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”, el Instituto Amazónico de Investigaciones “SINCHI” y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico “John von Neuman” (p. 1).

Según su Artículo 2 Los Institutos tendrán como finalidad promover la investigación científica y tecnológica orientada al beneficio de la población, la preservación de la calidad del entorno y el uso sostenible de los recursos naturales. Asimismo, proporcionarán respaldo científico y técnico al Ministerio del Medio Ambiente.

Decreto 1381 (1940). Habla sobre la forma en la que se aprovecha, conserva y distribuye las aguas nacionales de uso público para fines domésticos, abrevaderos, riego y cualquier otro propósito lícito por parte de los particulares en ríos y cuerpos de agua de usanza pública, estarán sujetos al control y supervisión del Gobierno Nacional

Decreto 2811 (1974). “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente” (p. 1).

El artículo 2, basado en el principio de que el medio ambiente es un patrimonio compartido de la humanidad y esencial para sobrevivir y el progreso socioeconómico de las comunidades, este Código tiene como fin lograr la conservación y reconstrucción del medio ambiente, así como la conservación, mejora y uso racional de los recursos naturales renovables.

Decreto 1449 (1977). “Se establece obligaciones a los propietarios de predios sobre conservación, protección y aprovechamiento de aguas, los propietarios de predios están obligados a: Ver Ley 79 de 1986 Ley 373 de 1997” (p. 1).

Decreto 1337 (1978). Se aumenta la integración en el plan de estudios para los niveles preescolar, primaria, secundaria, media vocacional, educación intermedia profesional, educación no formal y educación de adultos, de los aspectos relacionados con la ecología, la preservación del medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

Decreto 1541 (1978). “Se reglamenta la parte III del Libro II de la Ley 2811/74 “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23/73” (p. 1).

Este Decreto tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso de aguas en todos sus estados, y comprende los siguientes aspectos: la reglamentación de las aguas, ocupación de los cauces y la declaración de reservas de agotamiento, en orden a asegurar su preservación cuantitativa para garantizar la disponibilidad permanente del recurso. (Decreto 1541, 1978, art. 1)

Decreto 1875 (1979). Establece medidas para prevenir la polución del medio marino.

Para los efectos del presente Decreto, se entiende por contaminación marina, la introducción por el hombre, directa o indirecta de sustancias o energía en el medio marino cuando produzca o pueda producir efectos nocivos, tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina,

peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluso la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar y menoscabo de los lugares de esparcimiento. (Decreto 1875, 1975, art. 1)

Decreto 285 (1981). “Reglamentación de las cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones” (p. 1).

Condiciones del aprovechamiento. Toda actividad que por sus características pueda producir un deterioro grave a los recursos naturales renovables de la cuenca, disponga o no ésta de un plan de ordenación, deberá autorizarse por la Entidad Administradora de los Recursos Naturales Renovables. (Decreto 285, 1981, art. 3)

Decreto 1594 (1984). Se establecen los límites aceptables para la liberación o eliminación de desechos líquidos en un cuerpo de agua o sistema de alcantarillado sanitario; además, se introducen conceptos como cargas combinadas, sustancias relevantes para la salud pública, planes de cumplimiento para usuarios contaminantes, tarifas por el uso del agua y procedimientos para imponer sanciones, entre otros aspectos. Esta regulación dictamina los estándares de calidad según los diferentes usos del agua y supervisa los efluentes en su punto de descarga.

Decreto 347 (2000). La creación de la Comisión Colombiana del Océano (CCO) fue acompañada por la expedición de políticas y directrices ambientales por parte del Ministerio del Medio Ambiente de manera casi simultánea. Estas políticas definieron las orientaciones y líneas de gestión en materia ambiental. Este marco se fortaleció a través del desarrollo normativo, que abordó temas como el ordenamiento territorial, la gestión adecuada de residuos y sustancias peligrosas, el manejo de cuencas hidrográficas, y la prevención, mitigación y corrección de impactos ambientales, entre otros aspectos.

1.4.6. Marco ético

De Acuerdo con la Resolución 8430 (1993), la presente investigación se clasifica en “investigación sin riesgo”, teniendo en cuenta que en el presente estudio no se lleva a cabo intervención o

modificación deliberada alguna de las variables de tipo biológico, fisiológico, psicológico o social de los individuos que forman parte del estudio. El procedimiento básico será la aplicación de la escala de inseguridad hídrica en el hogar (HWIES) y la evaluación en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

1.5. Metodología

1.5.1. Enfoque de investigación

El presente estudio se basa en un enfoque cuantitativo, ya que el estudio se basará en hechos observables y con alternativas numéricas en instrumentos de recolección de datos sobre la seguridad hídrica en el Municipio de Belén en Nariño, tal como lo expresa el autor Hernández et al. (2014) mencionan que por medio de dicho enfoque, se emplea la recopilación y el análisis de datos para responder preguntas de investigación y validar hipótesis previamente establecidas. Se basa en la medición numérica, el conteo y a menudo en el uso de estadísticas para identificar con precisión patrones de comportamiento en una determinada situación o población de estudio.

1.5.2. Tipo de investigación

La presente investigación es un estudio observacional de tipo descriptivo, transversal, la cual busca observar y medir la seguridad hídrica en el Municipio de Belén en Nariño, según Paredes y Velasco (2015) el objeto de la investigación descriptiva es representar las características observables y generales con el objetivo de ser clasificadas y establecidas las relaciones entre variables. Su propósito es describir las características de los fenómenos de manera precisa y detallada. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

1.5.3. Población y muestra / Unidad de trabajo y unidad de análisis

La población objeto de estudio son los hogares del municipio de Belén, representados por una persona que desee participar voluntariamente en el estudio para recolectar la información de

interés. Para el cálculo de la muestra se tendrá en cuenta el número de hogares reportados en la alcaldía del Municipio de Belén. Estimado en apropiadamente 1.127 viviendas, a partir de los cuales se aplica el cálculo de muestra finita (descrita abajo) con un nivel de confianza del 95% y un 5% de margen de error. El resultado corresponde a 287 hogares calculados con la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n= muestra

N= Tamaño de la población o universo - 1.127 viviendas.

Z= Parámetro estadístico que depende el Nivel de confianza

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q= 1 – p probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

e= Error máximo permisible (5%)

El tamaño muestral obtenido corresponde a 287 viviendas.

1.5.3.1. Criterios de inclusión. Hombres y mujeres entre 20 y 60 años de edad, residentes del Municipio de Belén, que representen un hogar de dicho municipio y cuenten con el consentimiento informado firmado.

1.5.3.2. Criterios de exclusión. Personas que no deseen participar o que no firmen el consentimiento informado.

1.5.4. Variables de estudio

A continuación, se muestran las variables requeridas para cumplir con los objetivos planteados en la propuesta de investigación.

Tabla 5*Caracterización de variables*

Nombre de la variable	Definición	Dimensión/Unidad de medida	Naturaleza	Objetivo
Edad	Años cumplidos de la persona encuestada	Edad cumplidos	Cuantitativa	1
Sexo	Identificación biológica de la persona encuestada que representa el hogar	Mujeres Hombres	Cualitativa	1
Estrato socioeconómico	Posición socioeconómica del hogar encuestado	1 -2	Cuantitativa	1
Seguridad hídrica	En los hogares obtiene seguridad o inseguridad hídrica	Nunca, raramente, a veces, frecuente, siempre	Cualitativa	2
Color aparente	Apariencia que presenta el agua en el momento de su recolección.	Aceptable No Aceptable	Cualitativa	3
Olor – sabor	Es el olor y sabor que presenta en el momento recolectarla.	Aceptable No aceptable	Cualitativa	3
Turbiedad	Presencia de partículas en el momento de la recolección del agua	Unidades Nefelométricas de turbiedad.	Cualitativa	3
Conductividad	Alteración del agua en lo solidos disueltos en el momento de la recolección.	Microsiemens/cm	Cualitativa	3

Potencial hidrógeno (pH)	Medida de acidez de alcalinidad de disolución.	pH-metro	Cualitativa	3
Alcalinidad total	Capacidad presente en el agua para neutralizar ácidos.	mg/L	Cualitativa	3
Dureza total	Concentración de compuestos minerales en el momento de la recolección de la muestra	mg/L	Cualitativa	3
Cloruros	Iones inorgánicos presente en el agua causa de residuales y no residuales tratadas	mg/L	Cualitativa	3
Sulfatos	Son compuestos que posee sal de ácido sulfúrico contenida en el agua de forma natural	mg/L	Cualitativa	3
Hierro total	Cantidad de hierro contenido en el agua.	mg/L	Cualitativa	3
Nitritos	Indicador importante para la calidad de agua, que en cantidad	mg/L	Cualitativa	3
Nitratos	excesiva trae problemas al organismo.		Cualitativa	
Cloro residual libre	Cantidad de cloro contenido en el agua posterior a la cloración del agua.	mg/L	Cualitativa	3

Oxígeno disuelto	Cantidad de oxígeno disuelto en el agua	Aceptable No aceptable	Cualitativa	3
Temperatura	La medida de las moléculas de agua.	(°C)	Cualitativa	3
Fosfatos	Permite la proliferación de biomasa, en general de algas.	mg/L	Cualitativa	3
Cromo	Altos niveles de este metal pueden generar daños en el ser humano.	mg/L	Cualitativa	3
Coliformes totales	Indica la presencia de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.	Unidad Formadora de Colonia/ 100 cm ³	Cualitativa	4
Escherichia coli	Microorganismo que indica contaminación fecal en el agua.	Unidad Formadora de Colonia/ 100 cm ³	Cualitativa	4
Mesófilos	Microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno	Unidad Formadora de oxígeno Colonia/100cm ³ temperatura de 30 - 40 °C.		4

1.5.5. Técnica e instrumentos de recolección de información

La técnica para la recolección de la información, será a través de una encuesta para evaluar las dimensiones de disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad para garantizar la seguridad hídrica.

Para realizar los análisis de la calidad del agua se hará uso de las siguientes técnicas de laboratorio:

Tabla 6

Pruebas de laboratorios físicas, químicas y microbiológicos

Análisis físicos y químicos	Cloro residual libre
	Determinación de parámetros fisicoquímicos
	Determinación de alcalinidad
	Determinación de dureza total
	Determinación de cloruros
	Determinación de sulfatos
	Determinación de hierro
	Determinación de nitritos
Análisis microbiológico	Coliformes totales
	Escherichia coli
	Determinación de nitratos olor y sabor
	Mesófilos

1.5.5.1. Instrumentos de investigación. El instrumento utilizado para la recolección de la información será la escala de inseguridad hídrica en los hogares (HWIES); este es un instrumento validado que permite determinar si el hogar participante tiene o no seguridad hídrica. La información obtenida tanto en la escala como en los resultados en el laboratorio, serán consignados y organizados en una matriz Excel.

1.5.5.2. Plan de análisis. Los datos recolectados se almacenarán en una matriz Microsoft Excel para su consolidación organización y análisis. Para las variables de naturaleza cuantitativa se tendrá en cuenta medidas de tendencia central, y se representaron mediante histograma o polígono de frecuencia; las variables de naturaleza cualitativa, se resumirán en tablas de distribución de frecuencia y se complementarán con la utilización de gráficos de barra.

2. Presentación de Resultados

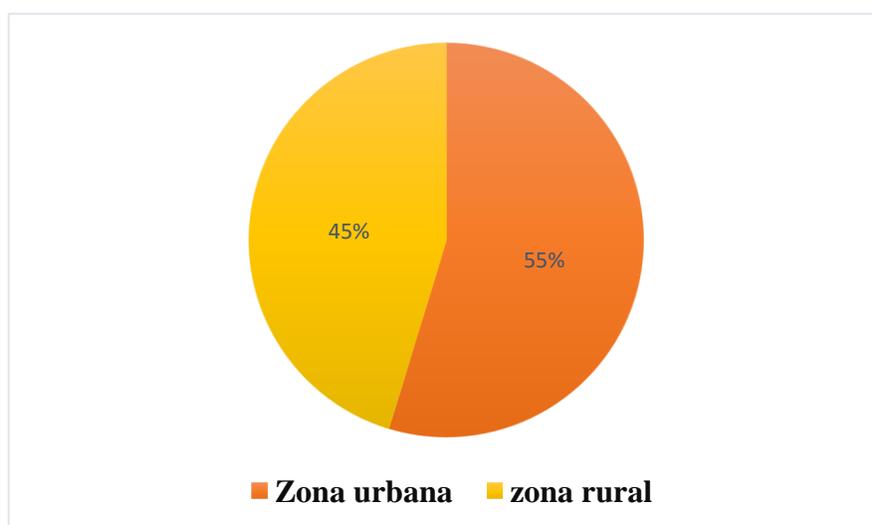
Para evaluar la seguridad hídrica del municipio de Belén, Nariño, se desarrollaron los siguientes objetivos específicos:

2.1. Objetivo específico 1. Caracterización de la población participante

El presente trabajo se desarrolló en el municipio de Belén, contando con 287 personas que representaron los hogares de este municipio. Sus características se describen a continuación:

Figura 3

Distribución porcentual de los hogares según zona urbana o rural



De acuerdo con la gráfica 3, el estudio contó con la participación de voluntarios de la zona urbana con un 55% y de la zona rural con el 45%. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018), define estas zonas de la siguiente manera:

El área urbana se define por la presencia de conjuntos de edificaciones y organizaciones lindantes agrupadas en manzanas, determinadas por calles, carreras o avenidas. Suele contar con una provisión de servicios básicos como acueducto, alcantarillado, electricidad, clínicas y

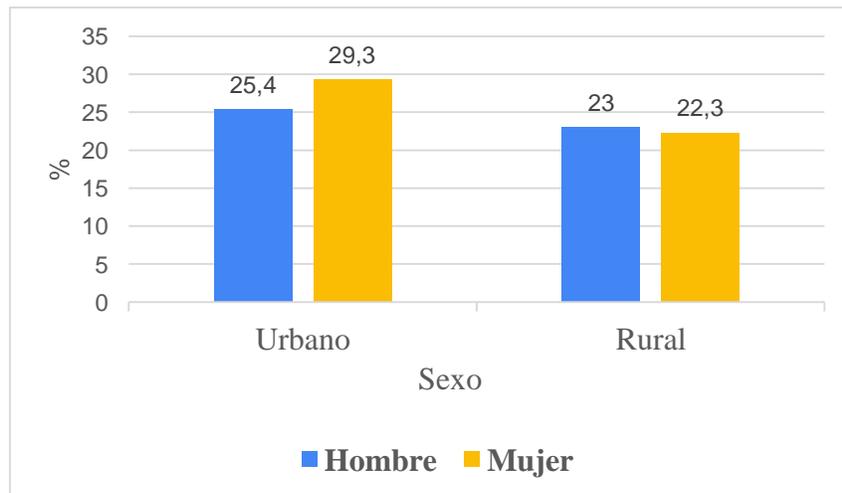
instituciones educativas, entre otros. Este término abarca las capitales y otras cabeceras de los municipios (DANE, 2018).

El área rural, también conocida como resto de municipios, se distingue por la disposición alejada de viviendas y explotaciones de tipo agropecuario. No posee un trazado definido de calles, carreteras o avenidas, y carece generalmente de servicios públicos y otras disposiciones disponibles en las zonas urbanas (DANE, 2018).

La anterior definición permite contextualizar las características de las personas participantes del estudio desde la ubicación de sus viviendas según sea urbana o rural.

Figura 4

Distribución porcentual de la población según la variable sexo

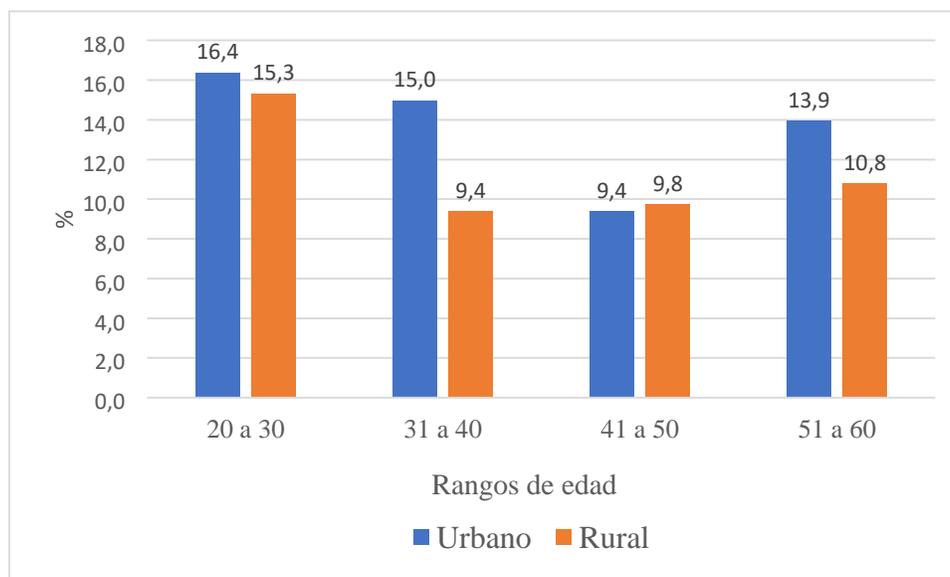


Como se puede observar en la figura 4, en cuanto a la participación de la población en el estudio según sexo, se aprecia una distribución relativamente uniforme, con un porcentaje levemente mayor de las mujeres (51,6%) en relación con los hombres; la mayor parte de ellas, procedentes del área urbana. Este comportamiento posiblemente podría deberse a que la encuesta se realizó puerta a puerta en los hogares, donde generalmente la mujer se encuentra presente a cargo de los hogares.

Teniendo en cuenta la variable edad, la distribución de la población participante con respecto a ella, se muestra a continuación en la gráfica 5.

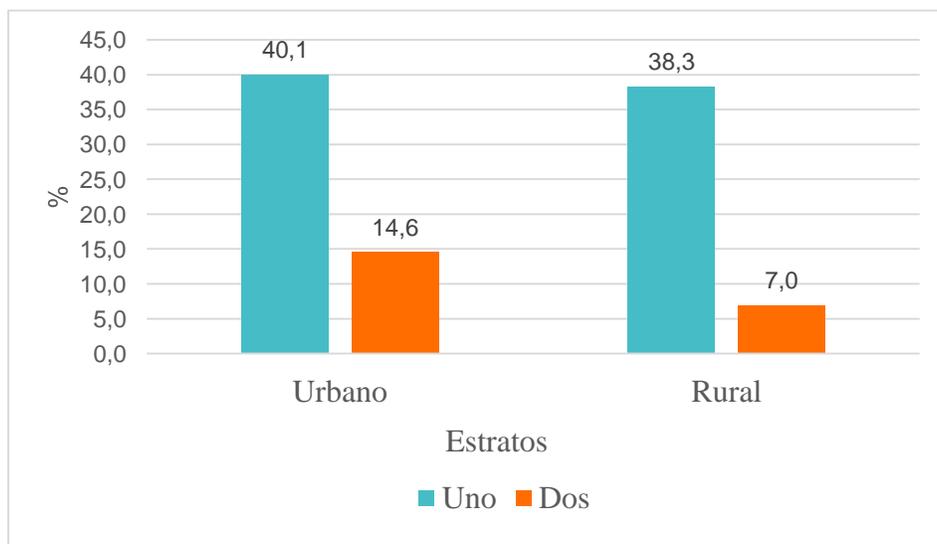
Figura 5

Distribución porcentual de la población según rangos de edad



De acuerdo con la gráfica anterior, la mayor participación de voluntarios fue de las personas con entre los 20 a 30 años de edad (adultos jóvenes), tanto de la zona urbana, como de la rural, con un 31.7%. Se resalta que el hecho de contar con participantes de todos los rangos de edad y de las dos zonas de procedencia es una fortaleza, por cuanto la percepción en relación a la existencia o no de inseguridad hídrica, da cuenta del sentir o la percepción desde diferentes generaciones y áreas del municipio de Belén.

Con respecto al estrato socioeconómico, el DANE (2018), define seis estratos para Colombia, a partir de las características físicas de las viviendas y su entorno, así: 1, Bajo-bajo; 2, Bajo; 3, Medio-bajo; 4, Medio; 5, Medio-alto y 6. Alto. Para el caso de los participantes, el 100% de ellos pertenecen a los estratos 1 y 2, es decir, personas con condiciones inestables de vivienda, evidenciados en la estructura de sus residencias y ubicación de las mismas. La distribución de los participantes de acuerdo con esta variable se muestra en la figura 6:

Figura 6*Distribución porcentual de los hogares según estrato*

La figura 6, permite diferenciar los participantes según estrato, observando que el 78,4% de ellos pertenecen al estrato 1, incluyendo zona urbana y rural. Se recalca que los estratos 1 y 2 corresponden a hogares subsidiados del estado.

Según lo descrito anteriormente, el estudio incluyó 287 personas de la zona urbana (55%) y rural (45%), del municipio de Belén, en su mayoría mujeres del área urbana, con una participación importante de los adultos jóvenes, la mayor parte de los participantes, pertenecientes a estratos socioeconómicos calificados por el DANE (2018) como estrato bajo-bajo.

2.1.1. Objetivo específico 2. Medir la seguridad hídrica en el municipio de Belén

Dando cumplimiento a lo establecido en la metodología del trabajo de investigación, la medición de la seguridad hídrica fue realizada mediante el uso de la Escala de inseguridad Hídrica, se refiere a cuatro preguntas de la Escala de Experiencias de Inseguridad del Agua en el Hogar (HWIES), que evalúa la inseguridad hídrica en los hogares. Esta inseguridad se define como una condición en la que el agua es asequible, confiable, adecuada o segura, se ven significativamente reducidas o son inalcanzables, poniendo en riesgo el bienestar físico y mental, así como la capacidad para llevar

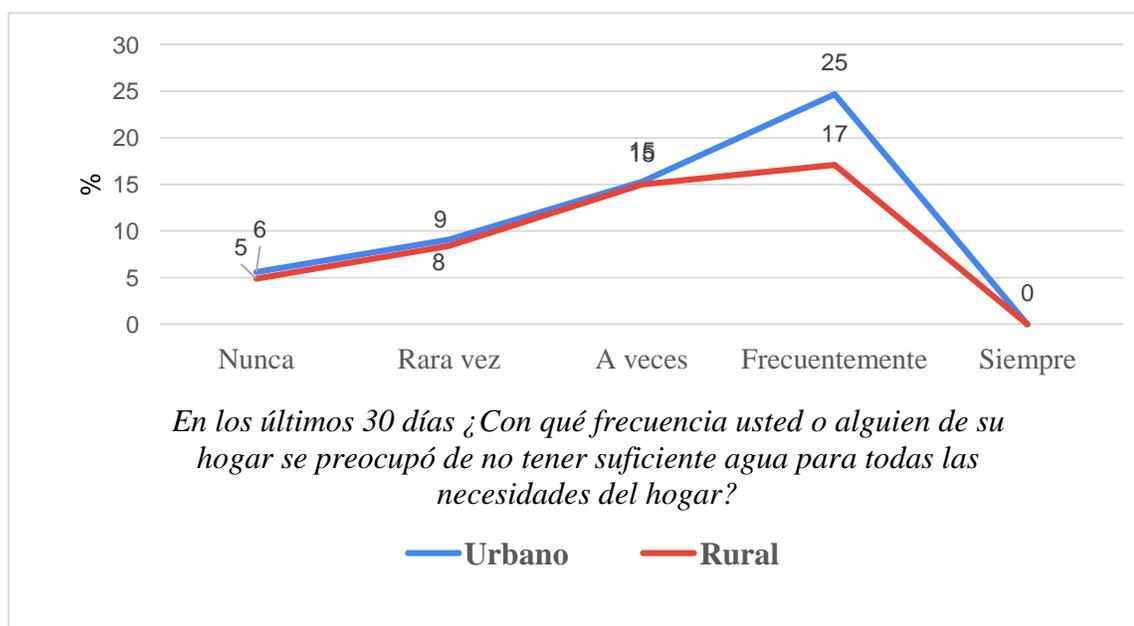
a cabo actividades productivas, sociales y culturales necesarias. La versión corta de cuatro preguntas de esta escala ha sido validada y puede ser utilizada en países de bajos y medianos recursos para informar decisiones sobre cómo dirigir los recursos de manera más efectiva y evaluar las intervenciones de salud pública. Aplicada a doscientos ochenta y siete (287) personas que representaron un hogar del área urbana y/o rural del municipio de Belén (Nariño), y que incluye la evaluación de cuatro dimensiones: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad hídrica.

El resultado de la apreciación de los participantes, se describe a continuación diferenciada por la zona de ubicación del hogar (urbana o rural):

2.1.1.1. Dimensión de disponibilidad. Esta dimensión indaga sobre la preocupación de las personas por no tener suficiente agua para todas las necesidades del hogar. La grafica 7 muestra la apreciación de los participantes:

Figura 7

Preocupación de las personas por no tener suficiente agua para todas las necesidades del hogar

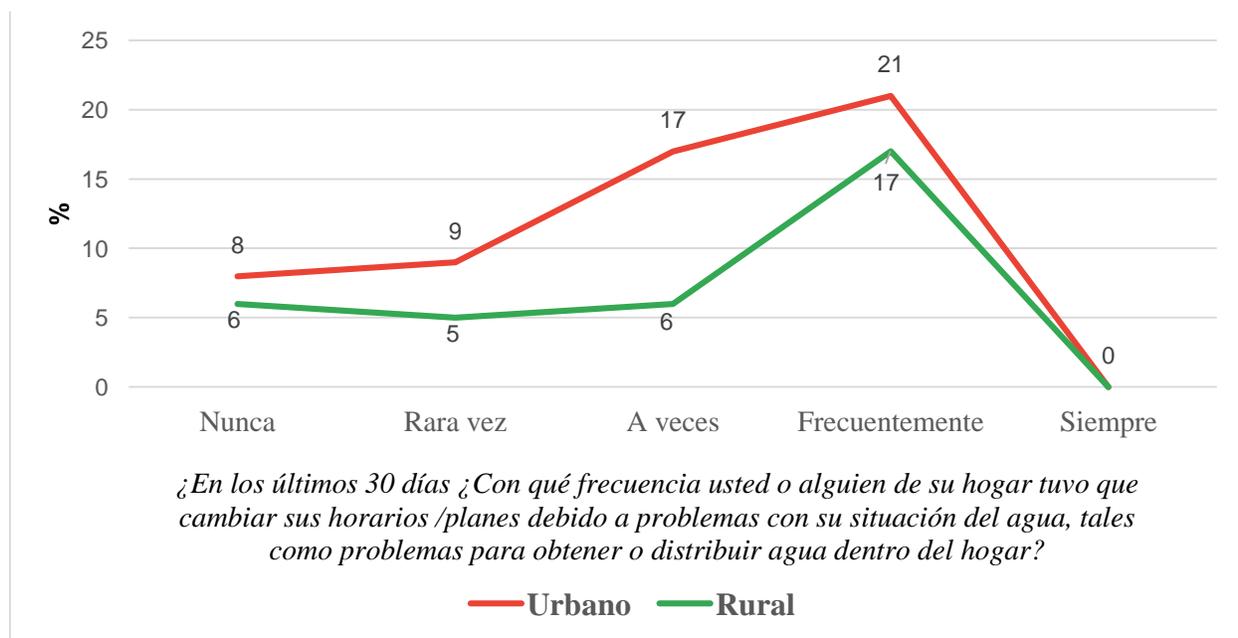


De acuerdo a la figura 7, permite evidenciar que un mínimo porcentaje de los participantes de la parte urbana y rural reporto no tener preocupación en la disponibilidad de agua para realizar las necesidades del hogar, con un 6 y 5% respectivamente; La mayor parte de los participantes (42%) reportó haberse preocupado frecuentemente por no tener suficiente agua para todas las necesidades del hogar, siendo mayor en el área urbana que en la rural.

2.1.1.2. Dimensión de acceso. En los últimos 30 días ¿Con qué frecuencia usted o alguien de su hogar tuvo que cambiar sus horarios /planes debido a problemas con su situación del agua, tales como problemas para obtener o distribuir agua dentro del hogar? (Las actividades que pueden haber sido interrumpidas: cuidar a otros hacer tareas domésticas)

Figura 8

Preocupación por cambio de actividades dentro del hogar por falta de acceso al agua

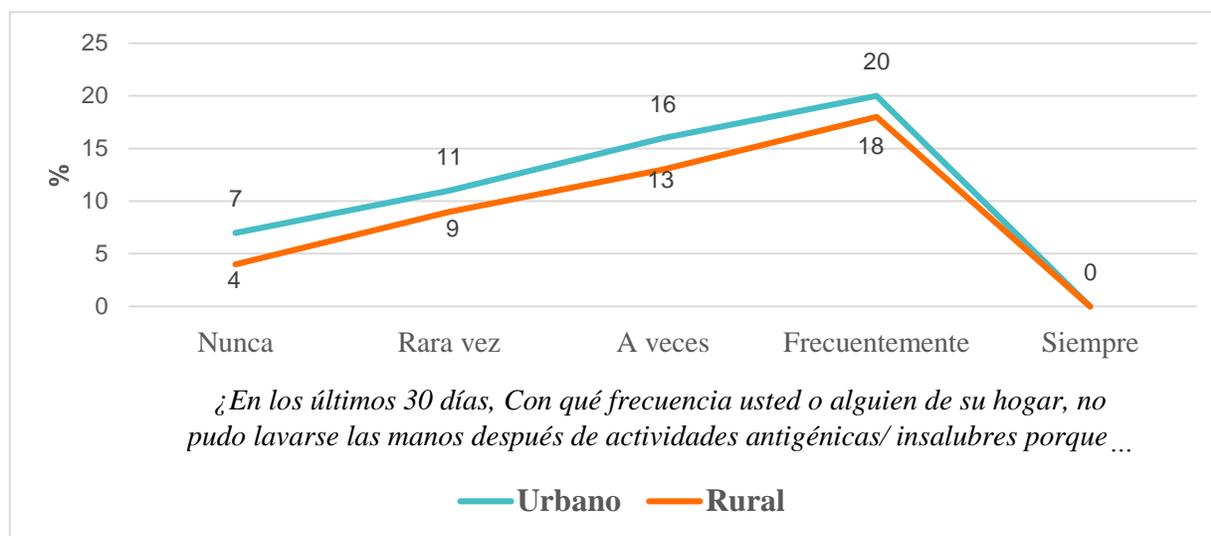


En cuanto al acceso, el 38% de los participantes manifestó preocupación por el cambio de horarios o planes debido a problemas con su situación de agua dentro del hogar, y este evento se presentó con mayor frecuencia en el área urbana que en la rural, con un 21 y 17% respectivamente.

2.1.1.3. Dimensión de utilización. ¿En los últimos 30 días, Con qué frecuencia usted o alguien de su hogar, no pudo lavarse las manos después de actividades antigénicas/ insalubres porque no tenían suficiente agua? (Ir al baño cambiar pañales, limpiar desechos de animales).

Figura 9

Utilización del agua para actividades antigénicas en el hogar

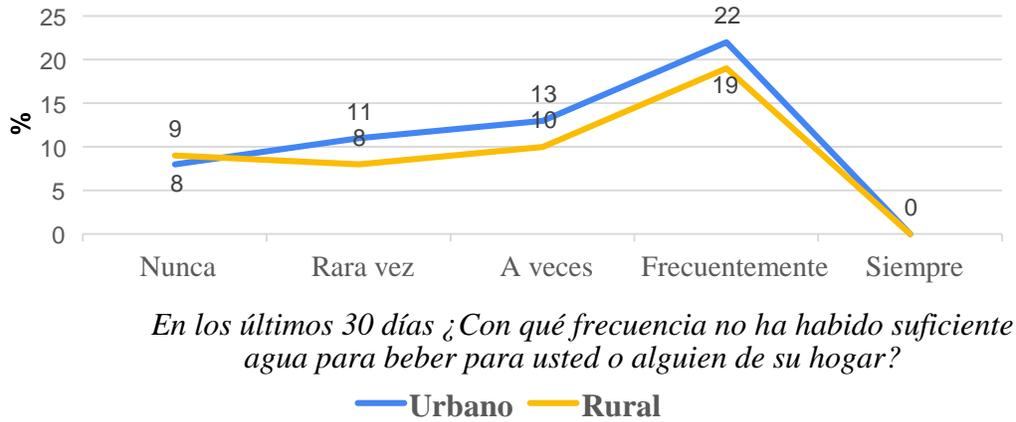


Como se puede evidenciar en la gráfica 9, un mínimo porcentaje de los participantes de las dos zonas reporto no tener preocupación por el uso del agua para realizar actividades antihigiénicas y, siendo el 38% de los participantes quienes manifestaron el no haber podido lavarse las manos frecuentemente después de actividades como ir al baño, cambiar pañales o limpiar desechos de animales.

2.1.1.4. Dimensión estabilidad. ¿En los últimos 30 días ¿Con qué frecuencia no ha habido suficiente agua para beber para usted o alguien de su hogar?

Figura 10

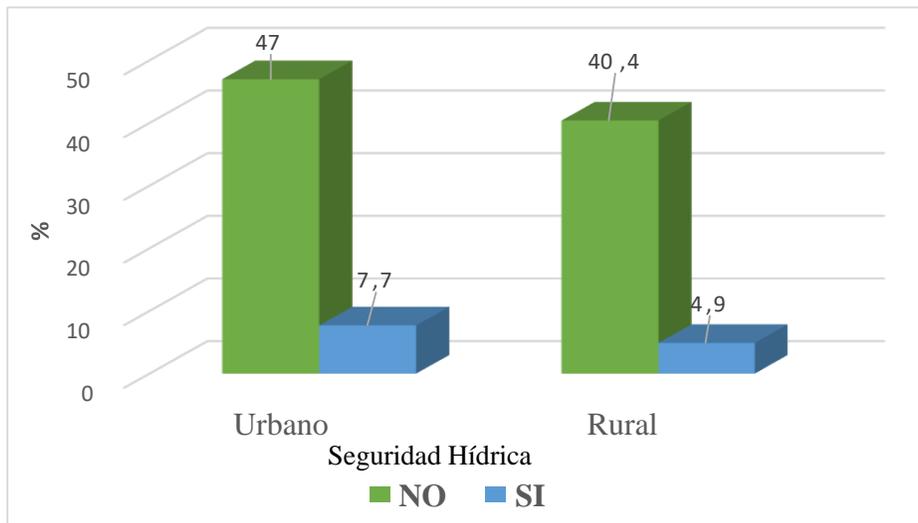
Dificultad para beber agua en el hogar



La figura 10 muestra como en el 41% de los participantes no contó con suficiente agua para beber en el hogar, tanto en la zona urbana como en la zona rural, siendo más frecuente en la zona urbana. Se refleja que existe inestabilidad del desabastecimiento del agua para el consumo humano en este municipio.

Figura 11

Medición de la seguridad hídrica en los hogares



Finalmente, a partir de la puntuación obtenida en las respuestas para cada dimensión donde nunca = 0; rara vez = 1; a veces = 2; frecuentemente = 3 y siempre =5, en la figura 11, se evidencia que en el 87,4% de los hogares encuestados del municipio de Belén existe inseguridad hídrica, siendo mayor en la zona urbana.

Es importante resaltar que la información descrita anteriormente da cuenta de la percepción de las personas frente al hecho de contar o no con agua para sus actividades diarias, sin embargo, la dimensión de Seguridad Alimentaria y Nutricional incluye un eje adicional relacionado con la calidad e inocuidad, que en este caso, para este elemento especial como lo es el agua, esta condición da cuenta del riesgo que puede presentar su consumo cuando estas condiciones no se garantizan para que el agua sea potable. El objetivo 3, muestra el comportamiento del Índice del Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) en los hogares participantes del estudio.

2.1.2. Objetivo específico 3. Evaluación fisicoquímica del agua del municipio de Belén Nariño

El agua se considera segura para el consumo humano cuando cumple los estándares de calidad establecidos por las autoridades sanitarias y ambientales a través de la Resolución 2115 (2007), a partir de la cual se realizó el análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de la fuente de abastecimiento del Municipio y de los hogares participantes del municipio de Belén, como se muestra a continuación:

Tabla 7*Pruebas físicas de las muestras de agua del municipio de Belén- Nariño*

Características físicas	Valor máximo aceptable	Fuente de abastecimiento	PR	Muestra 1	PR	Muestra 2	PR	Muestra 3	PR	Muestra 4	PR	Muestra 5	PR
Color aparente Platino Cobalto UPC	15	17,6 Inaceptable	6	12,0 Aceptable	-	21,3 Inaceptable	6	7,67 Aceptable	6	21,6 Inaceptable	6	19,3 Inaceptable	6
Olor y Sabor													
Aceptable/ Inaceptable	Aceptable	Aceptable	-	Aceptable	-	Aceptable	-	Aceptable	-	Aceptable	-	Aceptable	-
Turbiedad Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	1,80 Aceptable	-	1,90 Aceptable	-	1,74 Aceptable	-	1,40 Aceptable	-	1,58 Aceptable	-	1,69 Aceptable	-
Conductividad microsiemens/cm	Hasta 1000 microsiemens/cm.	0,00 Aceptable	-	0,00 Aceptable	-	0,07 Aceptable	-	0,00 Aceptable	-	0,00 Aceptable	-	0,03 Aceptable	-
Potencial de Hidrogeno PH	Entre 6,5 y 9,0	7,49 Aceptable	-	7,2 Aceptable	-	7,54 Aceptable	-	7,86 Aceptable	-	7,98 Aceptable	-	7,55 Aceptable	-

La tabla 7. Muestra los resultados de las características físicas y químicas obtenidas para las muestras de agua del municipio de Belén a través de las técnicas descritas en la resolución 2115 del 2007, para cada una de las muestras obtenidas (fuente de abastecimiento y hogares) en el municipio de Belén. Cada uno de estos valores fue analizado para la asignación del puntaje de riesgo (PR) establecido en la resolución mencionada para cada característica, ya sea física o química que no cumpla con los valores aceptables de la resolución. La sumatoria de estos puntajes permiten establecer el índice de riesgo de calidad del agua (IRCA) obtenida para las muestras.

Dentro de los análisis físicos se observa que los parámetros de turbiedad, conductividad, pH, alcalinidad total, dureza total, están dentro de los rangos de aceptabilidad, definidos en la resolución 2115 del 2007. Sin embargo, la característica “color” fue calificada como “no aceptable” teniendo en cuenta que los valores obtenidos de 3 de las 5 muestras y en la fuente de abastecimiento, se encontraron por encima de lo permitido según lo establecido en la resolución 2125 del 2007; esto podría deberse posiblemente a factores como la contaminación, la presencia de minerales, sedimentos, productos químicos o materia orgánica (Paredes y Velasco, 2015).

Tabla 8*Pruebas químicas de las muestras de agua del municipio de Belén- Nariño*

Características químicas	Valor máximo aceptable	Fuente de abastecimiento	PR	Muestra 1	PR	Muestra 2	PR	Muestra 3	PR	Muestra 4	PR	Muestra 5	PR
Alcalinidad total	200	16,13 Aceptable	-	9,53 Aceptable	-	16,87 Aceptable	-	10,27 Aceptable	-	17,60 Aceptable	-	19,07 Aceptable	-
Dureza Total	300	16,10 Aceptable	-	16,1 Aceptable	-	13,34 Aceptable	-	9,66 Aceptable	-	12,88 Aceptable	-	13,80 Aceptable	-
Cloruros	250	7,23 Aceptable	-	4,87 Aceptable	-	6,60 Aceptable	-	6,29 Aceptable	-	5,97 Aceptable	-	8,96 Aceptable	-
Sulfatos	250	10,5 Aceptable	-	92,2 Aceptable	-	136,38 Aceptable	-	128,42 Aceptable	-	150,83 Aceptable	-	78,39 Aceptable	-
Hierro Total	0,3	0,1 Aceptable	-	0,3 Aceptable	-	0,1 Aceptable	-	0,1 Aceptable	-	0,1 Aceptable	-	0,1 Aceptable	-
Nitritos	10	0,93 Aceptable	-	0,31 Aceptable	-	0,62 Aceptable	-	0,31 Aceptable	-	0,36 Aceptable	-	1,97 Aceptable	-
Nitratos	0,1	0,3 Inaceptable	3	0,27 Inaceptable	3	0,29 Inaceptable	3	0,23 Inaceptable	3	0,37 Inaceptable	3	0,28 Inaceptable	3

Cloro Residual	0,3 - 2,0	0,2 Inaceptable	15	0,1 Inaceptable	15	0,2 Inaceptable	15						
Fosfatos	0,5	2 Inaceptable	1	0,1 Aceptable	-	1,3 Inaceptable	1	0,1 Aceptable	-	0,1 Aceptable	-	0,1 Aceptable	1

La tabla 8. Muestra los análisis químicos que se observa que los parámetros de alcalinidad total, dureza total, cloruros, sulfatos, hierro total y cloro residual están dentro de los rangos de aceptabilidad, definidos en la normativa de referencia. Las cinco muestras analizadas, incluyendo la fuente de abastecimiento indican la presencia de nitratos con valores sobre los rangos permitidos. En cuanto a fosfatos se evidencia que 1 de 5 muestras analizadas (20%) y la fuente de abastecimiento presentan este elemento por encima de lo permitido. Según el autor Guillén et al. (2012) refieren que podría deberse a la contaminación agrícola, industrial o curtiembres, proliferación de algas generando toxicidad al agua lo que puede generar daños en la salud humana.

2.1.3. Objetivo específico 4. Determinar las características microbiológicas del agua de los hogares participantes del municipio de Belén

Los parámetros microbiológicos determinan la calidad del agua asociada a la presencia o ausencia de microorganismos patógenos como coliformes totales, escherichia coli y mesófilos; con base en lo anterior se describe los resultados de la evolución de los mismos en las muestras de los hogares participantes en el estudio del municipio de Belén:

Tabla 9*Pruebas microbiológicas de las muestras de agua del municipio de Belén- Nariño*

Características microbiológicas												
Características Microbiológicas	VMA	Fuente de abastecimiento	PR	Muestra 1 PR	PR	Muestra 2 PR	PR	Muestra 3 PR	PR	Muestra 4 PR	PR	Muestra 5 PR
Escherichia Coli Filtración por membrana	0	20 Inaceptable		10		8		28		20		4
	UFC/100 cm3	1 Inaceptable	25	Inaceptable	25	Inaceptable	25	Inaceptable	25	Inaceptable	25	Inaceptable
				0		1		13		2		1
				Inaceptable								
Coliformes totales Filtración por membrana:	0	1 Inaceptable		10		4		24		6		4
	UFC/100 cm3	0 Inaceptable	15	Inaceptable	15	Inaceptable	15	Inaceptable	15	Inaceptable	15	Inaceptable
				0		1		10		2		1
				Inaceptable								
Microorganismos mesofílicos	100 UFC en 100 cm3.	28 Inaceptable	-	6	-	8	-	> 80	-	> 80	-	> 80
		10 Inaceptable	-	Inaceptable	-	Inaceptable	-	Inaceptable	-	Inaceptable	-	Inaceptable
				6		11		> 80		9		30
				Inaceptable								

La tabla 9. Muestra los resultados de las características microbiológicas obtenidas mediante las pruebas de laboratorio descritas en la Resolución 2115 (2007), para cada una de las muestras (fuente de abastecimiento y hogares) del municipio de Belén. De igual manera los resultados fueron analizados para la asignación del puntaje de riesgo (PR) establecido en la resolución mencionada para cada característica microbiológica que no cumpla con los valores aceptables. La sumatoria de estos puntajes junto con el puntaje obtenido en las características fisicoquímicas, indica el índice de riesgo de calidad del agua (IRCA) obtenida para las muestras.

Los análisis microbiológicos permitieron evidenciar que el 100% de las muestras analizadas, presentaron *Escherichia coli*, indicador de contaminación fecal en el agua, coliformes totales, posiblemente por contaminación con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición y mesófilos que son microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura óptima entre 30°C y 40°. La presencia de estos microorganismos generalmente está asociada como la causa más frecuente de enfermedades gastrointestinales en la población que la consume.

Con base en los resultados obtenidos y los puntajes asignados a cada característica evaluada, se obtuvo los puntajes de riesgos (PR) a partir de la siguiente fórmula:

Figura 12
Índice IRCA

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

Fuente: Resolución 2115 del (2007)

El índice de riesgo de calidad del agua obtenido para la fuente de abastecimiento y los hogares se muestra a continuación, definiendo según los puntajes obtenidos, que el Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) de los hogares evaluados es “Alto”. Lo anterior, a partir de la clasificación IRCA, que se presenta en la tabla 9.

Tabla 10*Puntaje de riesgo IRCA en el municipio de Belén-Nariño*

Valor máximo aceptable	PR		PR		PR		PR		PR		PR	
Sumatoria de las características no aceptables	FA	65	M 1	58	M 2	65	M 3	64	M 4	58	M 5	65
IRCA		74		66		74		73		66		74
Nivel de riesgo		Alto		Alto		Alto		Alto		Alto		alto

La resolución 2115 (2007) establece la clasificación del riesgo según el IRCA. De acuerdo con la tabla 9 se observa que el agua de las muestras analizadas del municipio de Belén es de riesgo alto.

2.2. Discusión

La percepción sobre la seguridad hídrica en hogares del municipio de Belén fue evaluada por personas de diferentes grupos de edad y desde el contexto urbano y rural, considerándose como un aspecto positivo y enriquecedor, al contar con diferentes formas de percibir la realidad alrededor del agua como un elemento esencial para la vida. Se resalta que todos los participantes se situaron en los estratos 1 y 2, es decir, personas con ingresos económicos limitados, que, de manera adicional, presentan dificultades frente a la disponibilidad y acceso permanente de agua de adecuada calidad, para satisfacer sus necesidades y actividades diarias.

Las características de la población, se ha encontrado una participación entre hombres y mujeres, de zona urbana y rural. Según Benaventer y Valdés (2014) las mujeres participan más en las encuestas debido a un mayor interés en expresar su opinión y contribuir a la toma de decisiones. Además, se ha promovido la participación femenina en diferentes ámbitos para lograr una representación equitativa. La participación importante de adultos jóvenes es un aspecto positivo, pues representan a la población económicamente activa que dinamiza el municipio. A los jóvenes les gusta participar en encuestas del cuidado del medio ambiente porque están cada vez más

conscientes de la importancia de proteger nuestro planeta, en participar en estas encuestas les brinda la oportunidad de tomar medidas concretas para reducir su impacto ambiental, como ahorrar energía, reducir el consumo de agua, reciclar y adoptar prácticas sostenibles. Además, les permite ser parte activa en la lucha contra el cambio climático y promover un estilo de vida más responsable y respetuoso con el medio ambiente (Vega, 2018).

De esta manera la estratificación socioeconómica se clasifica por estrato: 1 Bajo-bajo, 2 Bajo, 3 Medio-bajo, 4 Medio, 5 Medio-alto y 6 Alto, se realiza principalmente para cobrar de manera diferencial por estratos los servicios públicos domiciliarios permitiendo asignar subsidios a los estratos más bajos, de esta manera los estratos están conformados por personas de menores ingresos, que reciben subsidios en los servicios públicos domiciliarios. En contraste, los estratos 5 y 6 están compuestos por individuos de estratos altos, que deben afrontar sobrecostos. El estrato 4 no recibe subsidios (DANE, 2018). Es por ello que el municipio de Belén existe estrato 1 y 2 que pertenecen a hogares con escasos recursos económicos evidenciado en la estructura de sus viviendas y ubicación geográfica. Según Pardo (2021) los estratos son mucho más que una jerarquización socioeconómica; son una manera de identificar y garantizar el acceso a todos los servicios básicos como: agua, electricidad y gas.

La percepción de inseguridad hídrica es un llamado de atención sobre la vulneración al derecho humano al agua. La Asamblea General de las Naciones Unidas (2010) adoptó una resolución histórica que reconoce el acceso al agua potable y al saneamiento se reconoce como un derecho humano fundamental que es necesario para garantizar el disfrute completo de la vida y de todos los demás derechos humanos. Los resultados relacionados con la dimensión de disponibilidad evidencian una situación preocupante en cuanto a la percepción de suficiencia de agua para satisfacer las necesidades domésticas en los hogares del municipio de Belén, llama la atención que incluso en la zona urbana, teóricamente con mayor cobertura de infraestructura y redes de distribución, el 42% de participantes manifestó haber tenido frecuente preocupación por no contar con agua suficiente en el hogar. Si bien un bajo porcentaje (5-6%) reportó no tener inquietudes al respecto, esto no implica necesariamente una adecuada disponibilidad, sino quizás bajas expectativas de la población frente a la posibilidad de acceder a cantidades suficientes de agua, tal como lo menciona Peña (2016) la disponibilidad del agua, incluye cantidad y calidad a largo plazo,

con un estado aceptable y de buenas prácticas de tratamiento que sea adecuada para el consumo humano, facilidades de acceso para lo cual se debe garantizar la adecuada gestión institucional para mantener, conservar y proveer el recurso hídrico.

Evidentemente la población tiene preocupación por el aumento de escasez de este recurso, además de presentar inconvenientes en su vida diaria al no contar en ocasiones con este recurso vital para sus actividades físicas y antihigiénicas, ante este problema, es notable que la comunidad está sujeto a eventos externos, tanto a procesos sociales, económicos y geográficos que el municipio debe gestionar para que no se convierta en un riesgo. Según Iza y Rovere (2006) una gestión inadecuada de los recursos hídricos puede tener consecuencias negativas en los ecosistemas que proporcionan agua. Si no se comprenden y valoran adecuadamente los servicios que ofrecen estos ecosistemas, existe el riesgo de que el comportamiento colectivo de una sociedad contribuya al deterioro de los recursos hídricos.

Cabe resaltar que la inseguridad hídrica aqueja a la mayoría de familias del municipio, trascendiendo la escasez física y materializándose en alteraciones en la vida cotidiana de las personas. Esto coincide con lo planteado por autores como Jepson et al. (2017) quienes afirman que la escala utilizada permite comparar experiencias entre distintos contextos geográficos y culturales, evidenciando comunes denominadores de insatisfacción en los hogares frente a la imposibilidad de acceder de forma adecuada, suficiente y oportuna al agua.

El análisis de las características fisicoquímicas del agua, se realizó en primera instancia el análisis físico de todas las muestras del municipio de Belén, de esta manera nos proporciona una información útil para determinar ciertos aspectos de peligrosidad de las muestras de agua. El parámetro alterado que es el color obtuvo valores fuera de la norma establecida de la resolución 2115 de 2007, este rango excede lo estipulado en dicha resolución. Según Fernández (2023) el color del agua puede parecer afectado debido a varios factores, como las impurezas presentes, partículas, microorganismos y las altas concentraciones de minerales como el hierro pueden darle un tono amarillento o marrón al agua. El sabor y el olor del agua son aspectos físicos cruciales que indican su calidad, ya que pueden señalar la presencia de contaminantes. Si el agua presenta un olor o sabor desagradable, puede volverse inapropiada para el consumo humano o para su uso en

la cocina. Por lo tanto, el seguimiento del olor y sabor se utiliza como un indicador para evaluar la eficacia de los procesos de tratamiento del agua (Aconsa, 2023).

De esta manera las características químicas del agua, se obtuvieron algunos parámetros fuera de los rangos de normalidad como lo establece la norma mencionada anteriormente, dentro de estos análisis están alterados nitrato y fosfatos que pueden provenir de fertilizantes, aguas residuales o actividades pecuarias, generando riesgos para la salud. Los nitratos proceden principalmente de los fertilizantes nitrogenados y de la descomposición de la materia orgánica. Su exceso puede provocar metahemoglobinemia o síndrome del bebé azul en infantes menores de 6 meses. Los fosfatos utilizados en fertilizantes y detergentes posibilitan la eutrofización con las floraciones de algas (Bolaños et al., 2017). Este incumplimiento demuestra la urgencia de fortalecer el tratamiento del agua previa a la distribución, al igual que la implementación de tecnologías de descontaminación adecuadas. El establecimiento de controles ambientales estrictos en las curtidurías y otras actividades contaminantes.

Uno de los hallazgos presente en el estudio fue la presencia de metales pesados como el cromo en las muestras de agua analizadas. El cromo es un contaminante ambiental proveniente de fuentes antropogénicas como la minería, curtiembres, producción de acero inoxidable, entre otras. Diversos estudios han demostrado los efectos adversos del cromo sobre la salud humana. La OMS (2020) clasifica al cromo hexavalente como cancerígeno. La exposición a altos niveles de este metal puede generar daños en el tracto respiratorio, reacciones alérgicas dérmicas, problemas gastrointestinales, deterioro renal e incluso cáncer de pulmón. Asimismo, está asociado a mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. En consecuencia, la presencia de cromo en el agua destinada para consumo humano representa un grave riesgo a la salud pública en el municipio de Belén. Urge implementar medidas para reducir y controlar los vertimientos de cromo, así como mejorar los sistemas de potabilización para eliminar este contaminante del agua de consumo.

De este modo se deben tomar acciones, podrían presentarse serios brotes de enfermedades crónicas y agudas relacionadas con la toxicidad de este metal pesado. Estas situaciones, son un reflejo del uso actual que se da al agua a nivel mundial que produce escasez hídrica en diversas regiones, y se convierten en una alerta que se destaca la importancia de emprender acciones que

promuevan la sostenibilidad ambiental, incluyendo el uso eficiente de la cantidad de agua aprovechable (Monsalve, 2018). El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2016) han elaborado directrices para la elaboración de estrategias y políticas de desarrollo sostenible, entre estas, se encuentra el sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible (2016) llamado “Agua y Saneamiento”; asegurar el acceso universal al agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos es crucial. La escasez de agua se reconoce como uno de los principales desafíos para alcanzar la seguridad hídrica en las regiones, ya que conlleva bajos niveles de desarrollo social y económico, además de la incapacidad para resguardar al medio ambiente.

Por lo tanto, las características microbiológicas del agua se encuentran en riesgo por la presencia de *Escherichia coli*, mesófilos y coliformes totales. Este hallazgo de microorganismos advierte contaminación en el agua por la presencia de materia fecal y otros organismos patógenos causantes para la salud, la OMS refiere que la presencia de *Escherichia coli* es la más frecuente en contaminación fecal, por lo cual, no debería estar presente en el agua para el consumo humano, mientras que los coliformes totales nos indica una presencia de que existe una vía de contaminación entre una fuente de bacterias, agua superficial o un sistema séptico para el suministro de agua.

Según el autor Castillo (2021) estos microorganismos pueden estar presentes en el agua por la falta de tratamiento adecuado. Si el agua no se trata correctamente para eliminar los microorganismos, ya sea mediante procesos de filtración, desinfección o tratamiento químico, estos pueden permanecer en el agua y representar un riesgo para la salud humana provocando diarrea, infecciones urinarias, infecciones del torrente sanguíneo y enfermedades respiratorias, en donde las poblaciones que se ven más afectadas son los niños mujeres embarazadas y adultos mayores, al igual que las personas que cuentan con un sistema inmunitario.

El agua destinada para consumo humano básicamente es subterránea, esto ocurre debido al uso de agua residual o superficial contaminada que no ha sido tratada adecuadamente previamente, así como a la falta de protección de los pozos de extracción de agua subterránea. Según estimaciones de la OMS (2020), las enfermedades infecciosas causaron la muerte de 16.3 millones de habitantes, principalmente por enfermedades diarreicas relacionadas con el agua. Además, es importante tener

en cuenta los casos de infección, que aunque no sean mortales, también afectan la calidad de vida de la población.

Finalmente, el puntaje IRCA es una metodología utilizada para evaluar los resultados obtenidos de los análisis de muestras de agua destinada al consumo humano, se reportó el último informe del municipio de Belén- Nariño que se encuentra indicando en zona urbana 41,24 y rural 56,69 en riesgo Alto. Sin embargo, la presente investigación del municipio se encuentra en riesgo “Alto”. Por lo cual tiene implicaciones para la seguridad alimentaria y nutricional, dado que el acceso al agua limpia y segura es un pilar importante de sanidad, producción de alimentos y el bienestar humano. En este sentido, las experiencias con inseguridad hídrica registradas en los hogares del municipio alertan posibles riesgos nutricionales e infecciosos. De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se necesitan políticas integrales para garantizar el derecho al agua y la alimentación.

3. Conclusiones

La escala de inseguridad hídrica aplicada a hogares de la zona urbana y rural del municipio de Belén, percibida en la evaluación de cuatro dimensiones disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad hídrica; situación que debe ser atendida por los entes competentes, por una parte, pero también desde el cuidado de este recurso por parte de la población.

A partir de los análisis realizados por medio de técnicas estandarizadas según la normativa vigente 2115 del 2007 los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la fuente de abastecimiento y hogares del municipio se evidencian que estos parámetros no se cumplen para garantizar la inocuidad del agua convirtiéndose en un factor de riesgo para la salud de la población.

Los informes IRCA se generan anualmente desde el orden nacional; sin embargo, esta información no se hace en cuenta para mejorar las condiciones del agua ni tampoco se ha dimensionado que este recurso no es renovable y que requiere la atención de diferentes actores en garantizar el derecho humano a la alimentación y al agua.

4. Recomendaciones

En primer lugar, se resalta la importancia de realizar esta investigación centrada en la problemática de seguridad hídrica de los hogares del municipio de Belén. Se da conocer recomendaciones para tener una calidad de agua.

Población en general

Toda la comunidad mantenga un agua limpia en sus hogares para el consumo humano y de sus necesidades básicas logrando combatir microorganismos patógenos para su salud.

Utilizar métodos domésticos como hervir el agua durante 10 minutos, tratar con dos gotas de cloro en un litro de agua o filtros de agua para garantizar una mejor calidad.

Entidades gubernamentales

Fortalecer la vigilancia e intervención de actividades agropecuarias e industriales que puedan estar impactando la calidad del agua en la fuente hídrica.

Implementar protocolos estrictos para el proceso de desinfección al agua tanto en la planta de tratamiento como en los puntos de distribución.

Aumentar el monitoreo microbiológico en la planta de tratamiento y las redes de distribución para detectar rápidamente el aumento de microorganismos patógenos.

Capacitar al personal manipulador de la planta de tratamiento en buenas prácticas sanitarias y prevención de contaminación microbiana.

Promover campañas educativas de la administración municipal para concientizar a la comunidad sobre medidas higiénicas para el manejo y consumo del agua.

A futuros investigadores del programa de Nutrición y Dietética de la Universidad Mariana

Motivar a los estudiantes del programa de Nutrición y Dietética a continuar con estudios de seguridad hídrica en los diferentes municipio o departamentos que se encuentren en un riesgo de calidad de agua. Para así lograr a futuro a las comunidades de tener una mejor calidad de vida y reducir niveles de enfermedades causante por el agua.

Referencias bibliográficas

Aconsa. (2023). *Parámetros físicos de calidad del agua: ¿Cuáles son los más importantes en el consumo humano?* <https://aconsa-lab.com/parametros-fisicos-de-calidad-del-agua/>

Alaniz, J., García, G., Granados, D., Morín, A., y Rico, C. (2023). *Diseño de instrumentos de investigación, uso, análisis e interpretación de datos*. <https://www.coursesidekick.com/arts-humanities/3484830>

Alcaldía Municipal de Belén. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal. Un Motivo de Progreso 2020 - 2023*. <https://alcaldia-municipal-de-belen-en-narino.micolombiadigital.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-un-motivo-de-progreso-2020-77574>

Almirón, E. (2010). Impacto de las políticas ambientales en el desarrollo económico y condiciones de vida dignas para los habitantes: El agua como elemento de vitalidad en el desarrollo del ser humano. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 6(1), 181-201. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4005098>

Aquae Fundación. (2023). *¿Cuál es la calidad perfecta del agua?* <https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/>

Asamblea General de las Naciones Unidas. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. https://www.ecominga.uqam.ca/pdf/bibliographie/guide_lecture_1/cmmad-informe-comision-brundtland-sobre-medio-ambiente-desarrollo.pdf

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2010). *Acerca del agua y el saneamiento*. <https://www.ohchr.org/es/water-and-sanitation/about-water-and-sanitation>

- Barriga, J. (2020). *Evaluación de la calidad hídrica e impactos socio ambientales de los embalses de Cundinamarca, Colombia*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana] Repositorio Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/46757>
- Benavente, M., y Valdés, A. (2014). *Políticas públicas para la igualdad de género. Un aporte a la autonomía de las mujeres*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/101147e6-b9d7-4c18-b579-2a5ac0ca3793/content>
- Bolaños, J., Cordero, G., y Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Bretas, F., Casanova, G., Crisman, T., Embid, A., Martin, L., Miralles, F., y Muñoz, R. (2020). *Agua para el futuro. EStrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Agua-para-el-futuro-Estrategia-de-seguridad-hidrica-para-America-Latina-y-el-Caribe-Anexos.pdf>
- Carvajal, D., y Espitia, L. (2023). *Reconstrucción orográfica en la zona alta de la sub cuenca del río Tona como aporte a la seguridad hídrica y la planeación del territorio*. [Monografía de Grado, Unidades Tecnológicas de Santander] Repositorio UTS: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/12037>
- Castillo, N. (2021). *Microorganismos en el agua ¿Debemos preocuparnos?* <https://ciencia.unam.mx/leer/1098/microorganismos-en-el-agua-debemos-preocuparnos->
- Constitución Política de Colombia [Const]. (1991, 4 de julio). *Artículo 79*. Legis.
- Decreto 1337 de 1978. (1978, 10 de julio). Presidencia de Colombia. Diario Oficial No. 35064: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8263>

Decreto 1381 de 1940. (1940, 25 de julio). Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 24.422:
<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1276576>

Decreto 1449 de 1977. (1977, 27 de junio). Presidencia de Colombia. Diario Oficial No. 34827:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1503>

Decreto 1541 de 1978. (1978, 28 de julio). Presidencia de Colombia:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1250>

Decreto 1575 de 2007. (2007, 9 de mayo). Presidencia de Colombia. Diario Oficial No. 46.623:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30007>

Decreto 1594 de 1984. (1984, 26 de junio). Presidencia de Colombia. Diario Oficial No. 36.700:
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>

Decreto 1875 de 1979. (1979, 2 de agosto). Presidencia de Colombia:
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/decreto-1875-de-1979.pdf>

Decreto 2811 de 1974. (1974, 18 de diciembre). Presidencia de la República. Diario Oficial No. 34243: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>

Decreto 285 de 1981. (1981, 29 de enero). Presidencia de Colombia. Diario Oficial No. 35.951:
<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1066183>

Decreto 347 de 2000. (2000, 1 de marzo). Presidencia de Colombia. Diario Oficial No. 43.932:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=161407>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2018). *Censo nacional de población y vivienda*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>

- El Economista. (2021). *Agua, garantía de futuro para las personas y el planeta*. <https://www.eleconomista.es/dia-del-agua/noticias/11101621/03/21/Agua-garantia-de-futuro-para-las-personas-y-el-planeta.html>
- Fernández, A. (2023). *¿Qué es el agua destilada? Usos y cómo se transporta*. <https://fernandeaedo.com/que-es-el-agua-destilada-usos-y-como-se-transporta/>
- García, A. (2020). *Por qué es importante cuidar el agua*. <https://www.ecologiaverde.com/por-que-es-importante-cuidar-el-agua-2116.html>
- García, M., Sánchez, F., Marín, R., Guzmán, H., Verdugo, N., Domínguez, E., y Cortés, G. (2001). *El agua*. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/12/cap4.pdf>
- Gobernación de Nariño. (2020). *Plan decenal DHANA. 2020-2029*. Nuestro Nariño al derecho por una alimentación y nutrición adecuada: <https://sitio.narino.gov.co/wp-content/uploads/2020/12/Plan-decenal-DHANA-2020-2029.pdf>
- Gobierno de Colombia. (2020). *Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inca-consumo-calidad-agua-2020.pdf>
- Guillén, V., Teck, H., Kohlmann, B., y Yeomans, J. (2012). Microorganismos como bioindicadores de la Calidad del Agua. *Tierra tropical: sostenibilidad, ambiente y sociedad*, 8(4), 65-93.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGrawHill Education.
- Huerta, G. (2011). *Agua: normatividad y las competencias sectoriales*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/agua-normatividad-las-competencias-sectoriales>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2020). *El ciclo hidrológico*. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/aguaques>

Iza, A., y Rovere, M. (2006). *Gobernanza del agua en América del Sur: dimensión ambiental*.
<https://www.iucn.org/es/content/gobernanza-del-agua-en-america-del-sur-dimension-ambiental>

Jepson, W., Wutich, A., Collins, S., Boateng, G., y Young, S. (2017). Progress in household water insecurity metrics: a cross-disciplinary approach. *WIREs Water*, 4(3), 1-20.
<https://doi.org/10.1002/wat2.1214>

Ley 112 de 1992. (1992, 22 de enero). Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 40.299:
<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1025193>

Ley 2324 de 1984. (1984, 18 de septiembre). Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 36.780:
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/decreto-2324-de-1984.pdf>

Ley 46 de 1988. (1988, 2 de noviembre). Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 38.559:
<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1788525>

Ley 79 de 1986. (1986, 30 de diciembre). Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 37.746:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=305>

Ley 9 de 1979. (1979, 16 de julio). Congreso de la República. Diario Oficial No. 35308:
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf

Ley 99 de 1993. (1993, 22 de diciembre). Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 41.146:
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Losiev, K. (1989). *El agua*. Guidrometeoizdat.

Martínez, P. (2013). Los retos de la seguridad hídrica. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(5), 165-180. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v4n5/v4n5a11.pdf>

Martínez, P., Díaz, C., y Moeller, G. (2019). Seguridad hídrica en México: diagnóstico general y desafíos principales. *ingeniería del Agua*, 25(2), 107–121. <https://doi.org/10.4995/ia.2019.10502>

MJ Global Health. (2021). *Supplemental material*. <https://gh.bmj.com/content/bmjgh/6/10/e006772/DC2/embed/inline-supplementary-material-2.pdf?download=true>

Monsalve, T. (2018). *(In)seguridad hídrica a nivel doméstico : análisis multidimensional en el caso de la ciudad de Antofagasta*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile] Repositorio Uchile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152593>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2020). *Disponibilidad de agua, infraestructura y ecosistemas*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373062_spa

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2014). *Agua y seguridad alimentaria*. <https://www.fao.org/fsnforum/es/consultation/water-and-food-security-e-consultation-set-track-study>

Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación [UNESCO]. (2009). *3er Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo «El agua en un mundo en constante cambio*. WWAP.

Organización de Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2006). *Guías para la calidad del agua potable: incluye el primer apéndice*. <http://bcn.cl/1yg7c>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). *1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso al agua potable, según UNICEF y la OMS*. <https://www.who.int/es/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water-%E2%80%93-unicef-who>

- Organización Mundial para la Salud [OMS]. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- Pardo, D. (2021). *Qué son los estratos, el sistema "solidario" que terminó profundizando el clasismo y la desigualdad en Colombia*. BBC: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-57264176>
- Paredes, E., y Velasco, M. (2015). *Metodología de la investigación*. https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_109/recursos/octubre2014/administraciondeempresas/semestre2/11092015/metodoinvestigacion.pdf
- Peña, H. (2016). *Desafíos a la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*. <https://n9.cl/9orum>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2016). *Informe sobre desarrollo humano*. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr2016spoverviewweb.pdf>
- Puentes, C., y Ruiz, L. (2019). *Evaluación de la gestión del recurso hídrico urbano a partir de la metodología City Blueprints: 24 Indicators to assess the sustainability of the urban water cycle en el municipio de Cajicá Cundinamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás] Repositorio USTA: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16700?show=full>
- Resolución 2115 de 2007. (2007, 22 de junio). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-2115-2007>
- Resolución 8430 de 1993. (1993, 4 de octubre). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. D. O. 49.427: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>

- San Francisco Water Power Sewer. (2022). *Drenaje*. <https://sfpuc.org/es/about-us/our-systems/sewer-system>
- Santacruz, D. (2019). *Evaluación de la calidad del agua por vertimientos de aguas residuales en la zona media y baja de la quebrada Miraflores de Pasto-Nariño*. [Tesis de maestría, Universidad de Manizales] Repositorio Umanizales: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3650>
- Sifuentes, V. (2024). *La comunicación*. https://www.linkedin.com/posts/viviana-sifuentes-951104301_comunicaci%C3%B3n-estrategias-expresiones-activity-7190724431227342849-Ft3x/?trk=posts_directoryyoriginalSubdomain=es
- Suárez, A., Baldioceda, Á., Durán, G., Rojas, J., Rojas, D., y Guillén, A. (2019). Seguridad hídrica: Gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 25-46. <https://doi.org/10.15359/rca.53-2.2>
- Urquiza, A., y Billi, M. (2020). *Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe. Definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/05363ead-c81f-4c55-a8c9-4170d4502666/content>
- Valdés, J., Samboni, N., y Carvajal, Y. (2011). Desarrollo de un Indicador de la Calidad del Agua usando Estadística Aplicada, Caso de Estudio: Subcuenca Zanjón Oscuro. *TecnoLógicas*(26), 165-180. <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/n26/n26a10.pdf>
- Valdivieso, E. (2018). *Determinación de la concentración de metales pesados mediante la caracterización de material particulado sedimentable en la Reserva Biológica Limoncocha, Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Internacional SEK] Repositorio UISEK: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2786/2/Valdivieso%20Kastner%2C%20Esteban%20Javier>

Vega, E. (2018). *Investigación Social y Cambio Climático*.
<https://investsocperu.medium.com/investigaci%C3%B3n-social-y-cambio-clim%C3%A1tico-61839d82b3b9>

Wood, E., Douglas, H., Fiore, A., Nappy, M., Bernier, R., y Chapman, K. (2019). Perceived water insecurity among adults from urban and peri-urban Haiti: A qualitative study. *PLoS ONE*, 14(4), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214790>