

INFORME TÉCNICO DEL CONCEPTO:
CONCEPTO TÉCNICO DE LA IDENTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A
PARTIR DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO
DEL MUNICIPIO DE CARURÚ, DEPARTAMENTO DEL VAUPÉS



CRISTIAN FELIPE MARTINEZ CORREDOR



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERIA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

INFORME TÉCNICO DEL CONCEPTO:
CONCEPTO TÉCNICO DE LA IDENTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA A
PARTIR DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO
DEL MUNICIPIO DE CARURÚ, DEPARTAMENTO DEL VAUPÉS

CRISTIAN FELIPE MARTINEZ CORREDOR

Informe técnico presentado como requisito para optar al título de ingeniería ambiental

Asesor

Mg. JORGE ELIECER PARDO MAYORGA
Magister en Ordenamiento Ambiental del Territorio

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERIA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

Mg. WILLIAM PEÑARANDA ZARATE

Decano de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a las personas que han sido una fuente de inspiración, apoyo y motivación a lo largo de este viaje académico.

A mi querida hermana, Luz Angela Martinez Corredor, por su constante ánimo y amor incondicional. Tus palabras de aliento y tu ejemplo de resiliencia me han impulsado a superar los desafíos y a dar lo mejor de mí en cada momento.

A mi madre, Emelina Corredor Baquero, por su sacrificio, dedicación y amor infinito. Gracias por inculcarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y por ser siempre mi mayor apoyo. Sin tu constante respaldo y comprensión, este logro no habría sido posible.

A mi padre, Sinforoso Martinez García, que en paz descansa, por su sabiduría, consejos y apoyo inquebrantable. Gracias por creer en mí, por enseñarme la importancia de la dedicación y el trabajo duro, este logro es un homenaje a tu memoria y al legado de esfuerzo y dedicación que me inculcaste. Siempre vivirás en mi corazón y en cada uno de mis logros.

.

Agradecimientos

Al culminar este trabajo de grado, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en la realización de esta investigación.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi director de tesis, Jorge Eliecer Pardo Mayorga, por su invaluable guía, apoyo constante y sus sabias recomendaciones a lo largo de este proceso. Su paciencia y dedicación han sido esenciales para el desarrollo de este trabajo.

Agradezco también a los miembros del comité de grado, Alberto Cortes, William Peñaranda Zarate, Jorge Eliecer Pardo Mayorga y Christian José Rojas Reina, por sus valiosos comentarios y sugerencias que enriquecieron significativamente este proyecto.

A la Universidad Santo Tomas de Aquino, por brindarme los recursos necesarios y un ambiente propicio para el aprendizaje y la investigación. Gracias a los profesores y al personal administrativo por su apoyo durante mi formación académica.

Un especial agradecimiento a la Alcaldía de Carurú por facilitarme el acceso a los datos y la información necesarios para llevar a cabo esta investigación. Sin su colaboración, este estudio no habría sido posible.

A mis compañeros de estudio y amigos, gracias por su compañía, por los debates enriquecedores y por los momentos de apoyo mutuo durante estos años.

A mi querida hermana, Angela Martinez Corredor, por su constante ánimo y por ser una fuente inagotable de apoyo y motivación. Tu presencia y palabras de aliento han sido un pilar fundamental en este camino.

A mi madre, Emelina Corredor Baquero, por su amor incondicional, comprensión y sacrificio. Gracias por inculcarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo en cada paso de mi vida.

A mi padre, Sinforoso Martínez García, quien en paz descanse, por su sabiduría, sus consejos y su amor incondicional. Aunque ya no estés físicamente con nosotros, tu espíritu y tus enseñanzas han sido una guía constante en mi vida. Este logro es un homenaje a tu memoria y al legado de esfuerzo y dedicación que me inculcaste.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que, de una u otra forma, han contribuido a mi formación y crecimiento personal y profesional. A todos ustedes, ¡muchas gracias!

Contenido

	Pág.
Metodología.....	11
Compilación De Información.....	12
Recolección De Datos Secundarios.....	12
Análisis De Información	13
Análisis Cualitativo De Riesgo	13
Recomendaciones	22
Bibliografía.....	22
Anexos	25

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cantidades de válvulas, hidrantes y ventosa en el sistema de distribución.	10
Tabla 2. Longitudes de tubería en el sistema de distribución.	10
Tabla 3. Longitudes de tubería en el sistema de distribución en deficiente estado.	11
Tabla 4. Ubicaciones de los puntos de muestreos en el sistema de distribución.	11
Tabla 5. Clasificación de nivel de riesgo y actividades según valores del IRCA.....	13
Tabla 6. Cantidad de municipios de sexta categoría.....	14
Tabla 7. Distribución por año de instalación de la red de acueducto del municipio de Carurú...	18
Tabla 8. Resultados de nivel de riesgo 2020-2021 del municipio de Carurú.	20

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa de red de distribución del sistema de acueducto	15
Figura 2. Estado de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Carurú.....	16
Figura 3. Mapa de distribución del sistema de acueducto por el diámetro de la tubería	17

Figura 4. Mapa de longevidad de la red del sistema de distribución de acueducto del municipio de Carurú.....	18
Figura 5. Mapa de afectación de calidad de agua por punto de muestreo	19
Figura 6. Porcentajes de viviendas afectadas por los puntos de muestreo	20

Lista de Anexos

Pág.

Anexo 1. Resultados de análisis de agua 2020-2021 del municipio de Carurú.....	25
---	----

Resumen

El informe técnico se enfoca en la identificación de la calidad del agua en Carurú a través de la recopilación de información y el análisis de riesgos. Se encontraron altos niveles de IRCA y problemas en la planta de tratamiento, lo que sugiere la necesidad de intervenciones a corto, mediano y largo plazo. Se recomiendan acciones como el mantenimiento de la planta, cambios en la red de distribución, sensibilización y la implementación de planes maestros para mejorar la situación del agua en la región

Palabras Clave: IRCA, ArcGIS, PTAP, puntos de muestreo, sistema de acueducto y tipo de tubería.

Abstract

The technical report focuses on the identification of water quality in Carurú through information collection and risk analysis. High levels of CARI and problems were found at the treatment plant, suggesting the need for short-, medium- and long-term interventions. Actions such as plant maintenance, changes in the distribution network, awareness-raising, and the implementation of master plans to improve the water situation in the region are recommended.

Key Word- IRCA, ArcGIS, PTAP, sampling points, aqueduct system and pipe type.

Introducción

En los procesos de identificación de la calidad de agua a partir del estado actual de los sistemas de distribución de los acueductos municipales, las tuberías desempeñan un papel crucial en la infraestructura de suministro de agua potable, y deben ser duraderas, resistentes a la corrosión y tener una vida útil prolongada para cumplir con los estándares de calidad y seguridad requeridos. La elección de materiales adecuados para las tuberías es fundamental para garantizar su longevidad y la calidad del agua distribuida (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017). Cabe mencionar que para cualquier componente del sistema de acueducto su periodo de diseño es de 25 años (Garcia, 2022), desde su instalación hasta el fin de su operación, en donde es necesario llevar una frecuencia de lavados internos del sistema de distribución para que su vida útil sea mayor y no se vea afectado su estructura interna por la acumulación de sedimentos, que puedan generar fisuras, rupturas y cambios en la calidad de agua.

Por lo cual se han presentado resultados de altos niveles de IRCA en las plataformas de seguimiento de calidad de agua a nivel nacional como lo son: secretaria de salud departamental, corporación autónoma ambientales, ministerio de vivienda (viceministerio de agua potable y saneamiento básico), superintendencia de servicios públicos domiciliarios, como lo son los resultados IRCA del 2007 al 2017 por parte del ministerio de vivienda se evidencia un 57% (inviabile sanitariamente 3%, alto 15%, medio 19% y bajo 20%) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020), de los 991 municipios de sexta categoría del país, donde se evidencia que la calidad de agua tienen algún incumplimiento de los parámetros establecidos por la norma nacional (Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial Y Ministerio De Proteccion Social, 2007).

Y solo un 35% de no presentar riesgos para el consumo humano, y un 8% que no se tiene información en las plataformas de seguimiento como lo es el SUI (Super Intendencia De Servicios Públicos), demostrando las dificultades que tienen los municipios de esta categoría para prestar el servicio de agua potable a sus usuarios, en donde a partir de estos resultados se tiene en cuenta los recursos a recibir por parte del viceministerio APSB a cada uno de esos municipios.

El municipio de Carurú del departamento del Vaupés en la cabecera municipal está localizado 1°00'48" Norte y 71°18'00" Oeste, en una altura 185 m.s.n.m., a una distancia de 121 Km de la capital del departamento de Vaupés (Mitú) vía aérea (Bareño, 2012). El área municipal es de 6982 Km² La topografía del terreno es plana con pequeñas ondulaciones, su efluente principal es el Rio Vaupés, con una precipitación anual media de 3500 mm (Visión Amazonia, 2021).

El sistema de tratamiento agua potable se realiza a partir de un sistema convencional de potabilización, el cual fue construido en el 2011 (Corporacion para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazonico, 2019), distribuido así, punto de captación (Rio Vaupés), canaleta Parshall, cribas, caída libre, filtros, cloración, tanque de almacenamiento y se cuenta con el siguiente inventario de accesorios en la red de conducción y distribución:

Tabla 1. Cantidades de válvulas, hidrantes y ventosa en el sistema de distribución.

Descripción	Cantidad
Válvula 6"	8
Válvula 4"	3
Válvula 3"	7
Hidrante	6
Ventosa 6"	2

Se cuenta con la siguiente tubería de PVC en la red de conducción y distribución:

Tabla 2. Longitudes de tubería en el sistema de distribución.

Descripción	Long. (m)
Tubería de 6" PVC	1574
Tubería de 4" PVC	822
Tubería de 3" PVC	3470
Tubería de 2" PVC	1225
Total, Tubería red de acueducto	7091

Parte de esta red se encuentra instalada desde el año 1999 donde 946 ml de ésta se encuentra en deficiente estado, ubicándose a lo largo de la calle 2 del casco urbano.

Tabla 3. Longitudes de tubería en el sistema de distribución en deficiente estado.

Descripción	Long. (m)
Tubería de 4" PVC	424,9
Tubería de 3" PVC	528,1
Total Tubería en deficiente estado	953

En la actualidad se encuentran instalados 199 micromedidores los cuales cuentan con certificado de calibración. El cobro se realiza mensualmente a través de una tarifa básica, distribuida en cinco barrios (Centro, 5 de Julio, Las Palmas, Villa Andrés y Villa Humberto), siendo el consumo básico de 16 m³/mes, el servicio no es continuo, prestándose entre doce a quince horas diarias.

En cuanto a los cuatro puntos de muestreos autorizados por la secretaria De Salud Departamental, estos se encuentran ubicados en las coordenadas indicadas en la tabla 4:

Tabla 4. Ubicaciones de los puntos de muestreos en el sistema de distribución.

Punto de muestreo	Dirección	Grados	Minutos	Segundos	Altura
PTAP	Norte	01	01	1	197
	Oeste	71	18	25	
Entrada zona urbana	Norte	01	01	37	197
	Oeste	71	18	30	
Puesto de salud	Norte	01	00	39.8	197
	Oeste	71	17	28.9	
Villa Andrés	Norte	01	00	48.4	197
	Oeste	71	17	30.1	

Metodología

Para la identificación de la calidad de agua a partir del estado actual del sistema de distribución del acueducto se determinó que la metodología a utilizar es la exploratoria en campo para el desarrollo de este concepto técnico, dividida en las siguientes etapas: en una primera etapa, se llevaría a cabo una compilación de información mediante búsquedas íntegras en Internet, investigación bibliográfica y visitas a la alcaldía municipal de Carurú y sus instalaciones del sistema de acueducto (Gallego, 2003). Una vez culminada esta etapa se realizó

el análisis de la información recopilada para extraer los detalles más relevantes con el fin de cumplir los objetivos del presente concepto técnico. La fase final consistió en la evaluación de los módulos de calidad del agua en base de la normatividad nacional colombiana (Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial Y Ministerio De Protección Social, 2007). Para análisis de redes de distribución mediante el análisis de campo y resultados de análisis de laboratorio obtenidos en el año 2020-2021 por parte de la alcaldía municipal y por resultados de informes nacionales del nivel de riesgo IRCA, en donde se tiene en cuenta la información entregada por parte de la alcaldía tales como resultados de análisis de calidad de agua, planos de distribución de la red de acueducto, información empírica por parte de los operarios de la unidad de servicios públicos del municipio y visitas a campo de las zonas más críticas del sistema “captación, PTAP, puntos de muestreo, válvulas y posible focos de afectación al sistema de distribución”, de ahí se desarrolla la Geodatabase para la elaboración de las ilustraciones mediante la herramienta ARCGIS y tablas con sus respectivas graficas para su debido análisis. A continuación, se presentan en detalle cada una de las etapas involucradas en la investigación.

Compilación De Información

Recolección De Datos Secundarios

Realiza una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre los temas de interés. Se consultaron bases de datos académicas, libros y otros recursos relevantes para recopilar información sobre los sistemas de distribución de agua potable, análisis de calidad del agua provenientes del municipio de Carurú de los años 2020 y 2021, legislación relacionada con el nivel de riesgo IRCA, y cualquier otro tema pertinente.

Además de la literatura académica, identifica fuentes de información adicionales, como informes gubernamentales, documentos técnicos, estadísticas oficiales y sitios web de organizaciones relevantes. Estos recursos pueden proporcionar datos y perspectivas adicionales sobre tus temas de investigación.

Cabe recordar que durante la recolección de información se encuentran datos de suma importancia para el desarrollo del presente concepto técnico, en donde se evidencia la preocupación de los entes gubernamentales a nivel nacional de diferentes áreas tales como; salud (Departamental), ambiental (CDA), seguimiento de prestación de servicios públicos (SSPD) y ministerio de vivienda (Viceministerio APSB). Así como su comportamiento en los sistemas de distribución de agua potable.

Análisis De Información

Para el análisis de la información recolectada mediante la investigación y una lectura intensiva de los documentos que se contaron para el desarrollo del presente informe técnico se plantea la necesidad de hacer la identificación de los puntos críticos de la calidad de agua en el sistema de distribución del acueducto, teniendo en cuenta las empresas encargadas sobre la prestación del servicio a los usuarios a nivel nacional.

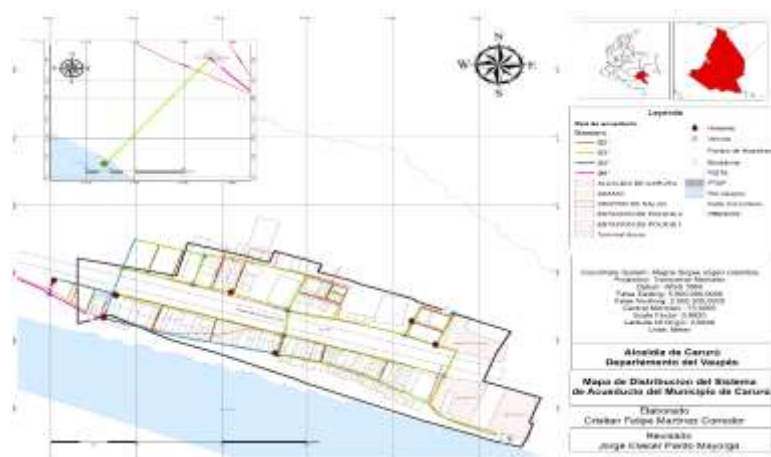
Análisis Cualitativo De Riesgo

Utilizando las metodologías consultadas en la bibliografía referente al análisis de niveles riesgos IRCA, se realiza un análisis cualitativo para los parámetros establecidos en el decreto 2115 del 2007 de interés para esta investigación. Para ello se utilizan los resultados obtenidos mediante la búsqueda de información pública en algunas entidades públicas en las redes de distribución. El estudio realizado servirá como una base general de la forma como debe llevarse a cabo el análisis de riesgo para una red de distribución de agua potable en cualquier ciudad de Colombia, utilizando como principal herramienta muestras de agua y su correcto análisis con la conexión de los estados actuales de los sistemas de distribución (tubería, accesorios, válvulas, conexiones, puntos de muestreos e hidrantes).

Tabla 5. Clasificación de nivel de riesgo y actividades según valores del IRCA.

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
-------------------------------	------------------------	--	--------------------------------

Figura 1. Mapa de red de distribución del sistema de acueducto



Mediante la información recolectada durante la investigación en el municipio de Carurú, en la secretaria de planeación y obra municipal, en donde la información encontrada en el IGAC de los predios de la zona urbana del municipio de Carurú del departamento del Vaupés, estudios realizados años anteriores por el municipio se recopiló y unió dichos planos en el ArcGIS (Instituto Geografico Agustin Codazzi, 2016), se encuentra el área de estudio y la identificación de los barrios del municipio, la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), su red de distribución del servicio de acueducto, válvulas y punto de muestreo.

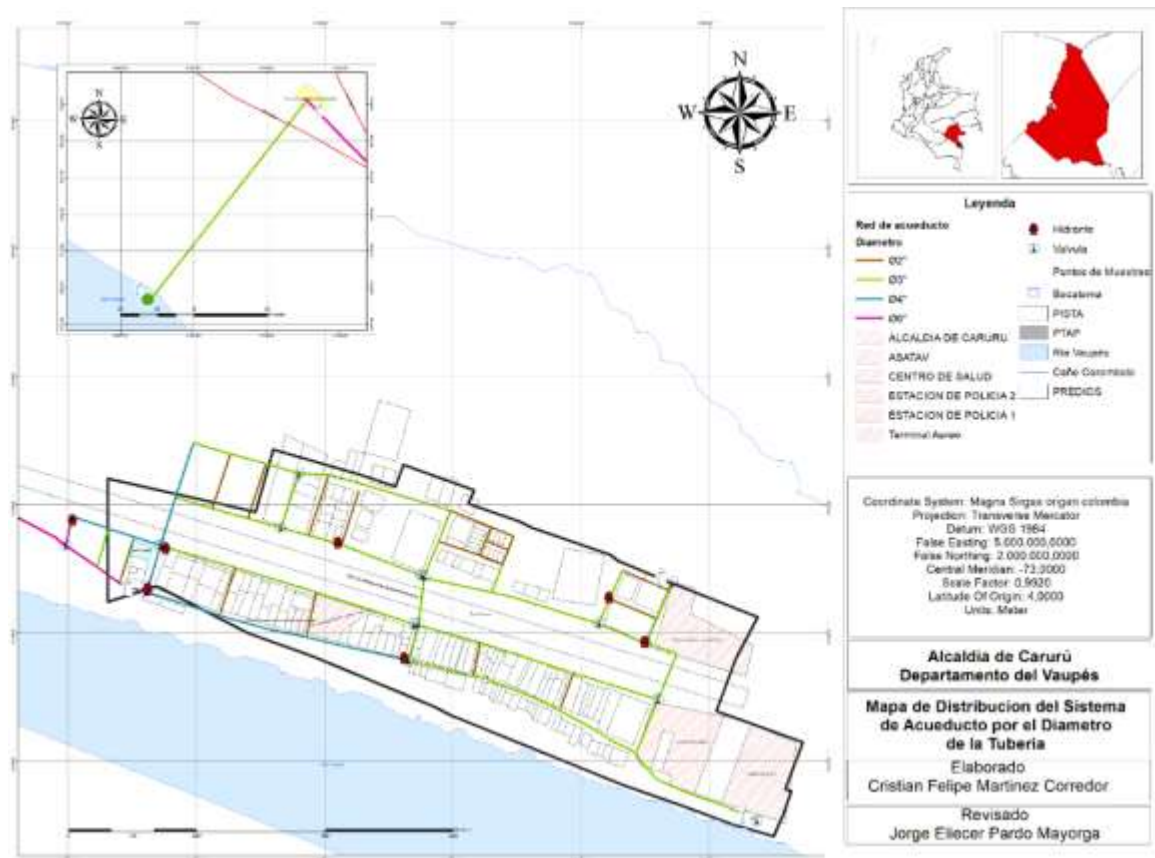
Figura 2. Estado de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Carurú.



En la inspección a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), se evidencia un sistema de tratamiento sin mantenimiento correctivos a todos los procesos internos, los cuales causaron daños a la infraestructura interna “filtraciones entre los procesos de la canaleta Parshall y filtros, evidenciándose el desgaste de las paredes y desprendimiento de las cribas de la estructura por los químicos en uso y su tiempo de uso” y externa “muestras de filtraciones y humedades en las paredes” de la edificación y sus componentes “corrosión de válvulas de control de paso de caudal y cristalización de las colmenas” evidenciado en la ilustración 2. Cabe resaltar

que no tiene equipos para el monitoreo del agua cruda que entra al sistema y consiguiente determinar una correcta dosificación insumos químicos para su tratamiento.

Figura 3. Mapa de distribución del sistema de acueducto por el diámetro de la tubería



Durante la visita a campo se concuerda la información entregada por la entidad publica, en donde se evidencia un punto critico de posible combinación de agua residuales, pluviales y potables en la ilustración 2, ubicado en la calle dos con carrera 6, donde es el punto mas bajo del municipio y en temporada de invierno es el punto mas sensible a inundación por fuertes torrenciales de lluvia espontaneos, realizando un desbordamiento en el sistema de alcantarillado, pudiendo realizar una posible filtracion al sistema de distribucion del acueducto arrojando resultados negativos en los parametros de Coliformes Totales y Escherichia coli, en los punto 3 y 4 evidenciados en los resultados de los años 2020 y 2021-3.

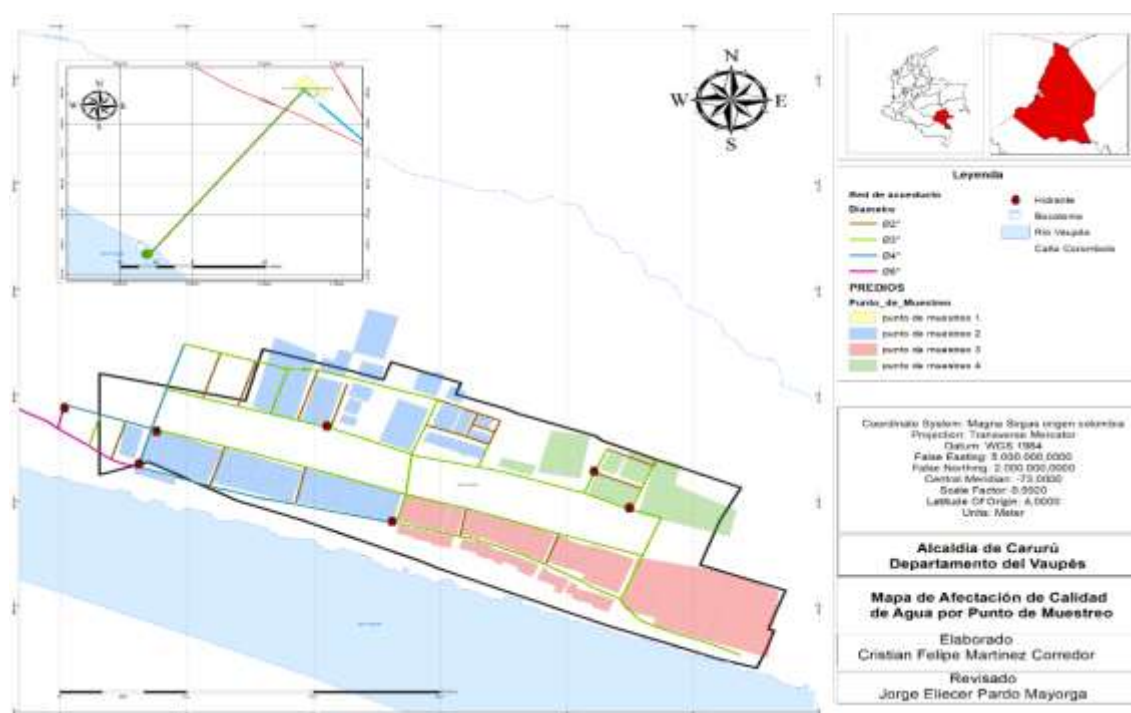
Figura 4. Mapa de longevidad de la red del sistema de distribución de acueducto del municipio de Carurú



En la ilustración 4, se evidencian las fechas de instalación de los tramos del sistema de distribución del acueducto, demostrando un tramo crítico se encuentra en la calle 2 entre la carrera 11 a la carrera 4 de la zona urbana del municipio, el cual mide 953 metros lineales (Tabla 7.), y su año de instalación fue 1997 superando los tiempo de diseño de este sistema y posiblemente presentando acumulación de sedimentos y posibles filtración, de tal manera generando alteraciones en los resultados de laboratorio y nivel de riesgo IRCA en los puntos de muestreo 2 y 3.

Tabla 8. Distribución por año de instalación de la red de acueducto del municipio de Carurú.

Año de instalación	Años de uso	Tipo de tubería	MI de tubería	%
1997	27	PVC Gerfol (no es de alta presión)	953	13%
2010	14	PVC alta presión	136	2%
2012	12	PVC alta presión	6054	84%
2019	5	PVC alta presión	84	1%
Total			7227	100%

Figura 5. Mapa de afectación de calidad de agua por punto de muestreo

Durante la visita al municipio de Carurú, se realiza un levantamiento local de información con la entidad prestadora del servicio, en este caso la alcaldía municipal bajo la supervisión de la secretaria de planeación y obras municipal y su jefe de la unidad de servicios públicos, en donde se evidencia la mayor fuente de información sobre el estado actual del sistema de distribución del servicio de acueducto, en donde encontramos los puntos claves para la toma de muestras de agua y sus puntos de distribución mediante válvulas de paso, cabe recalcar que al momento de la visita se solicita copia de los últimos resultados de los análisis de calidad de agua tomados en el municipio en donde se realizar en el 2020 al 2021, en un total de 4 muestras en cinco puntos clave, uno en la bocatoma y los otros en los puntos de muestreos avalados por la secretaria de salud departamental. En la ilustración 5, se evidencia el área de afectación por punto de muestreo.

Figura 6. Porcentajes de viviendas afectadas por los puntos de muestreo



En donde en la ilustración 6. Se evidencia que las áreas más grandes correspondientes al punto 2 y 3 abarca alrededor del 88% de las viviendas de los municipios correspondientes a 199 usuarios del servicio de acueducto aproximadamente, siendo los dos focos principales y la susceptibilidad más grande sobre los resultados de los parámetros que se evidencia en la siguiente tabla.

A partir de estos resultados entregados por la secretaria de planeación y obra, se calcula el nivel de riesgo IRCA por muestra, en donde en el 2020 se realiza una muestra en el último trimestre y en el 2021 se realizó tres muestreos en cada uno de los puntos mencionados anteriormente en el informe técnico, el cual el primero fue en segundo trimestre, la segunda muestra en el tercer trimestre y la última en el cuarto trimestre de ese año (Tabla 8). Cabe aclarar que dichas muestras se realizaron en laboratorios avalados por el IDEAM “TECNOAMBIENTAL” (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024).

Tabla 9. Resultados de nivel de riesgo 2020-2021 del municipio de Carurú.

Año	Punto de muestreo	nivel de riesgo IRCA x muestra	nivel de riesgo IRCA x mes	Año	Punto de muestreo	nivel de riesgo IRCA x muestra	nivel de riesgo IRCA x mes
2020	Bocatoma	82,0%	73%	2021-2	Bocatoma	79,0%	31%
	punto 1	76,0%			punto 1	19,5%	
	punto 2	74,5%			punto 2	19,5%	

Tabla 10. Continuación.

	punto 3	59,5%			punto 3	21,0%	
	punto 4	74,5%			punto 4	16,5%	
2021-1	Bocatoma	80,5%	48%	2021-3	Bocatoma	82,0%	81%
	punto 1	40,5%			punto 1	82,0%	
	punto 2	40,5%			punto 2	77,5%	
	punto 3	36,0%			punto 3	80,0%	

Como se evidencia anteriormente los resultados obtenidos en la visita al municipio son de un nivel de alto riesgo que hay en el Rio Vaupés con promedio de 80.9% el cual es inviablemente sanitariamente (agua cruda), por las características que tiene este rio, en donde se encuentra durante la visita, la cercanía de viviendas y/o asentamientos a la orilla del rio aguas arriba, los cuales pueden estar haciendo vertimientos indirectos sobre el cuerpo de agua dando como resultado la presencia de Escherichia coli y Coliformes Totales, cabe resaltar que la colaboración del Rio es marrón, lo cual representa una turbiedad y color aparente muy superior a lo establecido en la normatividad colombiana sobre la calidad de agua con un pH ácido, correspondiente al tipo de suelo que tiene una alta saturación de aluminio y de muy baja fertilidad natural. (Visión Amazonia, 2021)

Evidenciando en el último resultado un negativo resultado con llevando niveles de riesgo de medio , alto e inviablemente sanitariamente, en donde significa Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional, lo cual con lleva a la poca falta de mantenimiento preventivos al sistema de tratamiento y su red de distribución, afectando de tal forma a la salud, de sus usuarios, presentando diferente enfermedades digestivas (diarrea, colera, fiebre tifoidea, etc.) (Ministerio de Salud y Proteccion Social, 2021), generando quejas y afectaciones al servicio prestado a la comunidad en general.

En cuestión a esos resultados se encontraron evidencia de llamados de atención desde la secretaria de salud departamental, CDA (corporación para el desarrollo sostenible del norte y orienta amazónico), ministerio de vivienda (viceministerio de agua potable y saneamiento básico) (Muñoz , 2023) y superintendencia de servicios públicos, en donde solicitaban un plan de contingencia a corto, mediano y largo plazo (Ministerio de Salud y Proteccion Social, 2021).

Recomendaciones

Se logra identificar la gran problemática que se encuentra el municipio de Carurú, en su sistema de distribución de acueducto, ya que los resultados obtenidos por los resultados de nivel de riesgo IRCA, son muy altos (Tabla 6 y 7), por lo que deben de realizarse intervenciones en los puntos principales del sistema a corto, mediano y largo plazo (ilustración 3).

Al corto plazo la planta de tratamiento de agua potable debe ser intervenida para realizar un mantenimiento correctivo desde la parte de infraestructura (impermeabilización), cambio de cribas, colmenas, filtros y válvula de control y paso. Y una dotación de equipos para que realicen un correcto suministro de insumos químicos al sistema de tratamiento. Y ejecutar periódicamente mantenimientos preventivos al sistema de acueducto mediante retro lavado a la PTAP y al sistema de distribución. Y efectuar capacitaciones al personal encargado en la operación y supervisión de la PTAP y del servicio de acueducto en general

A mediano plazo realizar cambios al sistema de distribución de acueducto, atendiendo primordialmente las zonas más afectadas ubicadas en la calle 2 desde la carrera 11 hasta la carrera 4. Y realizar jornadas de sensibilización para el ahorro de agua.

Y a largo plazo ejecutar los planes maestros de acueducto y alcantarillado en la zona urbana de tal manera elevaría las zonas más bajas del sistema de distribución de los dos servicios y de tal forma no ser afectados por la temporada de invierno o eventos de lluvias momentáneas que se presenta en esta área.

Bibliografía

Bareño, Y. G. (2012). *Programa de Gobierno*.
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/14744/16275-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Corporacion para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazonico. (2019). *Resolucion DSV 127 del 17 de diciembre de 2019*. por la cual se otorga una concesión de aguas superficiales a favor de la alcaldia de Carurú. <https://cda.gov.co/apc-aa-files/36326632356436663031616534363564/resolucion-dsv-127-19-ok.pdf>
- Gallego, A. (2003). *Utilización De Modelos De Calidad En Redes De Distribución De Agua Potable Para Evaluar El Riesgo Por Introducción De Sustancias Tóxicas*. [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/e640f8fc-cb2b-4fde-b1ac-8df079441a07>
- Garcia, N. V. (2022). *Diseño Del Sistema De Distribución De Agua Potable En El Municipio De Vista Hermosa Departamento Del Meta Para Los Corregimientos De Jericó Y Puerto Esperanza*. [Trabajo de Grado, Universidad Catolica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5b4c640f-fb00-4c74-a410-e75466bf23c4/content>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (20 de 04 de 2024). *Listado de laboratorios ambientales acreditados - IDEAM*. https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Listado-de-laboratorios-ambientales-acreditados-ID/2waz-aaaa/data_preview
- Instituto Geografico Agustin Codazzi. (2016). *Catálogo De Representación Cartografía Básica Digital IGAC Escala 1:2.000*. https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/catalogo_representacion_2k_v1.0.pdf
- Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial Y Ministerio De Proteccion Social. (2007). *Resolucion 2115 del 22 de julio de 2007*. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Res_2115_de_2007.pdf
- Ministerio de Salud y Proteccion Social. (2021). *Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano*. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informe-nacional-de-calidad-del-agua-para-consumo-humano-inca-2021.pdf>

- Ministerio de Vivienda. (2003). Utilización De Modelos De Calidad En Redes De Distribución De Agua Potable Para Evaluar El Riesgo Por Introducción De Sustancias Tóxicas. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/e640f8fc-cb2b-4fde-b1ac-8df079441a07>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (19 de 09 de 2020). *Información IRCA 2007-2017 urbano*. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/informacion-irca-2007-2017-urbano.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). *Resolucion 501 del 4 del agosto de 2017*. Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/resolucion-501-de-2017.pdf>
- Muñoz , P. (27 de 07 de 2023). *Cumplido e informe de comisión o autorización de desplazamiento*. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: https://sinas.minvivienda.gov.co/SINAS/AsistenciaTecnica/Archivos/20240501130523_INFORME%20DE%20COMISION%2018-19-20%20marzo-2.pdf
- Visión Amazonia. (2021). *Instrumento De Ordenamiento Territorial Documento Técnico De Soporte*. https://visionamazonia.minambiente.gov.co/content/uploads/2021/04/1-DTS_DIAGNOSTICO_Mapirip%C3%A1n.pdf

Anexos

Anexo 1. Resultados de análisis de agua 2020-2021 del municipio de Carurú

Ítem	Descripción	Res. 2115 de 2007	2020					2021-1					2021-2					2021-3		
			Punto de muestreo					Punto de muestreo					Punto de muestreo					Punto de muestreo		
			Boca toma	1	2	3	4	Boca toma	1	2	3	4	Boca toma	1	2	3	4	Boca toma	1	2
1	Alcalinidad Total	200	0	2	2	2	2	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0,09	0,2	0,02
2	Aluminio Total	0,2	0,3	0,6	1,3	1,6	1,8	0,24	2	2	0,1	0,3	0,098	0,5	0,4	0,9	0,2	0,27	0,3	0,17
3	Calcio total	60	2	2	2	2	2													
4	Cl Residual Libre	0,3-2	0,1	2,2	2,2	0,1	0,1	0,2	83	46	46	0,2	0,03	0	0,1	0	0,1	0	0	0
5	Cloruros	250	3	3	3	3	3	3,94	3,9	3,9	3,9	3,9	3,94	3,9	4	7,4	3,9	3,94	3,9	3,94
6	Coliformes Totales	0	10	1	1	25	6	630	0	0	0	0	60	0	0	0	0	310	730	1470
7	Color Aparente	15	20	5	5	5	5	143	39	42	54	59	39	11	11	10	7	130	118	120
8	COT	5	5	5	5	5	5	3,23	2,5	3,2	2,9	2,3	1,81	1,1	1,8	1,3	1,1	1,45	1,1	1,18
9	Dureza Total	300	3	9	7	7	10	4,23	16	5,5	16	12	1,161	4,4	5,3	2,4	2,7	6,31	3,3	3,8
10	Escherichia Coli	0	644	1	1	1	1	150	0	0	0	0	8	0	0	0	0	250	25	50
11	Fluoruros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Fósforo	0,5	0,06	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,4	0,4	0,4	0,3	0,163	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15	0,5	0,46
13	Hierro Total	0,3	0,6	0,4	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,443	0,1	0,1	1	0	0,47	1,1	0,29
14	Magnesio	36	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6	0,203	0,2	0,2	0,4	20	0,159	0,2	0,1	0,2	0,2	0,11	0,2	0,15
15	Manganeso Total	0,1	0,01	0	0	0	0	0,029	0	0	0	0,05	0,018	0	0	0	0	0,01	0	0,02
17	Nitratos	10	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	1,99	9	8	8	7,5	1,99	8,8	8,8	8,8	8,8	0,61	2,7	2,7
18	Nitritos	0,1	0,07	0,1	0,1	0,1	0,1	0,006	0	0	0	0	0,006	0	0	0	0	0,01	0	0,02
19	pH	6,5-9	5,53	4,9	4,9	4,7	4,8	5,84	4,7	4,8	6,7	6,5	5,33	4,6	4,7	4,6	4,7	5,99	5,6	5,88
20	Sulfatos	250	3	11	10	10	13	3,23	19	8,9	4,3	4,9	3,23	9,5	6,6	6	5,5	3,23	3,2	3,23
21	Turbiedad	2	8,5	6,2	4,3	1,7	5,6	10,5	3,7	3	5,6	5,9	5,9	1,5	2	1,8	0,3	9,96	10	10,3
22	Zinc Total	3	0,04	0	0	0	0	0,002	0	0	0	1,6	0,007	0	0,1	0,2	0	0,01	0	0,01