



Área: Ambiental

Fecha de recibido: 18/05/2023

Fecha de aceptado: 29/08/2023

DOI: 10.22490/26653176.6757



# EVALUACIÓN DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO UTILIZANDO EL ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE PUERTO NARIÑO (AMAZONAS)

## EVALUATION OF WATER FOR CONSUMPTION USING WATER QUALITY RISK INDEX IN THE MUNICIPALITY OF PUERTO NARIÑO (AMAZON)

**Fanny Matilde Pinzón Candelario**

Lcda. en Biología, Esp. Ed. Ambiental, Esp. Gerencia de la SST, Magíster en Ingeniería Ambiental, doctorando en Proyectos de la UNADE

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2082-2971>

Correo: [fanny.pinzon@unad.edu.co](mailto:fanny.pinzon@unad.edu.co)

**Cindy Lorena García**

Ing. Ambiental y sanitario, Esp. Análisis y Gestión Ambiental, Magíster en Ingeniería Mecánica énfasis energías

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3454-8934>

Correo: [cindy.garcia@unad.edu.co](mailto:cindy.garcia@unad.edu.co)

**Citación:** Pinzón, F.M. y García, C.L. (2023). Evaluación del agua para consumo humano utilizando el índice de riesgo de la calidad del agua en el municipio de puerto Nariño (Amazonas). *Agricolae & Habitat*, 6 (2), 27 - X. <https://doi.org/10.22490/26653176.6757>

# RESUMEN

**Contextualización:** El diagnóstico y evaluación de la calidad del agua para el diseño de plantas de tratamiento de agua potable (PTAP), es un reto especialmente en zonas rurales apartadas en el País, ya que los costos altos, los tiempos y la falta de laboratorios certificados, hacen que esta labor sea bastante dispendiosa.

**Vacío de conocimiento:** Dadas las condiciones de las zonas rurales apartadas de Colombia, donde se tiene limitaciones en infraestructura, laboratorios y recursos económicos se requiere implementar herramientas que permitan conocer las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente hídrica que servirá como fuente abastecedora a la comunidad de interés.

**Propósito:** El objetivo de este estudio es evaluar la calidad del agua que se está suministrando a la población del Municipio de Puerto Nariño-Amazonas, mediante la utilización del Índice de riesgo de calidad del agua (IRCA), con el fin de establecer la calidad del agua y los posibles tratamientos que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar e implementar una planta de agua potable o su optimización.

**Metodología:** El trabajo inició con la revisión del estado del arte del sistema

de abastecimiento existente y posteriormente se realizó un muestreo puntual del agua que es suministrada a la comunidad en el Municipio del Puerto Nariño - Amazonas, en donde se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua mediante el Índice del Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) de acuerdo al Decreto 1575 del 2007 y a la Resolución 2115 del 2007, con el fin de establecer su calidad.

**Resultados y conclusiones:** Para la evaluación de la calidad del agua suministrada por el acueducto del Municipio de Puerto Nariño se analizaron los datos obtenidos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, encontrando que algunos parámetros no se encuentran dentro de los rangos establecidos en el Decreto 1575 del 2007, a pesar de que se realiza un pretratamiento al agua, haciendo necesario implementar acciones a corto, mediano y largo plazo que permitan mejorar la calidad del agua para minimizar los riesgos a las que está expuesta esta comunidad y cumplir con la normatividad vigente.

**Palabras clave:** *fisicoquímicas; conducción; abastecimiento del agua; pH; microbiológico, IRCA.*

# ABSTRACT

**Contextualization:** Diagnosis and evaluation of water quality for the design of drinking water treatment plants (PTAP) is a challenge, especially in remote rural areas of the country, since high costs, time and lack of laboratories certificates, make this work quite costly.

**Knowledge gap:** Given the conditions of remote rural areas of Colombia, where there are limitations in infrastructure, laboratories and economic resources, it is necessary to implement tools that allow knowing the physicochemical and microbiological characteristics of the water source that they supply as a supply source to the community of interest.

**Purpose:** The objective of this study is to evaluate the quality of the water that is being supplied to the population of the Municipality of Puerto Nariño-Amazonas, through the use of the Water Quality Risk Index (IRCA), in order to establish the quality of the water and the possible treatments that must be taken into account when designing and implementing a drinking water plant.

**Methodology:** The work began with the review of the state of the art of the exist-

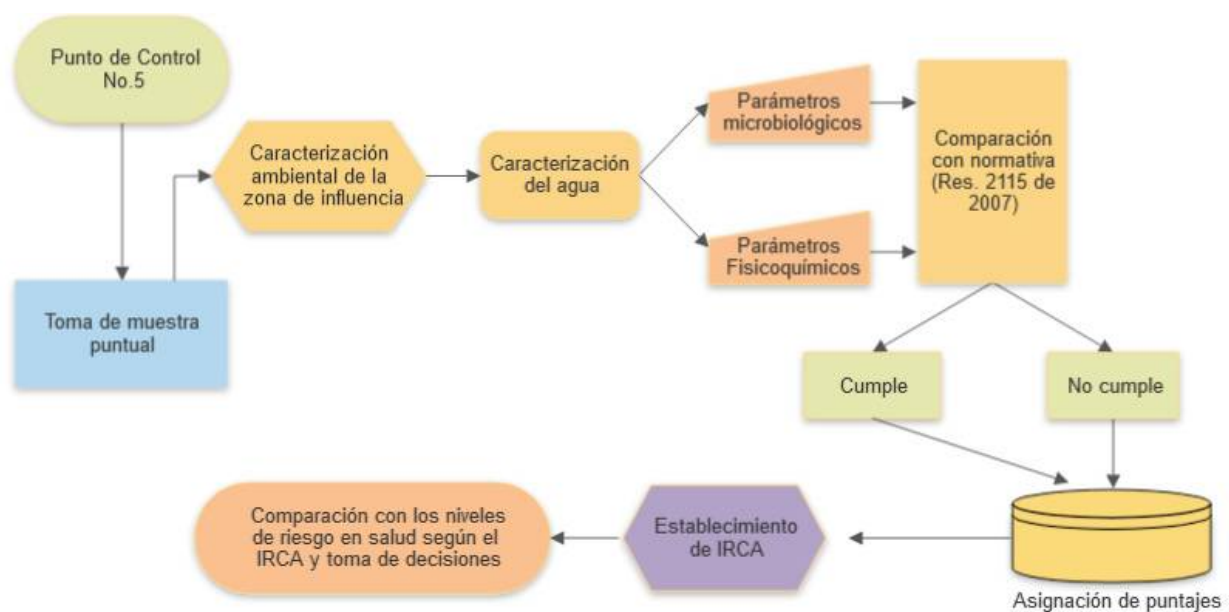
ing supply system and later a punctual test of the water that is supplied to the community in the Municipality of Puerto Nariño - Amazonas was carried out, where the physicochemical and microbiological parameters were analyzed. of water through the Water Quality Risk Index (IRCA) in accordance with Decree 1575 of Resolución 2007 and 2115 of 2007, in order to establish its quality.

**Results and conclusions:** For the evaluation of the quality of the water supplied by the aqueduct of the Municipality of Puerto Nariño, the data obtained from physicochemical and microbiological parameters were analyzed, finding that some parameters are not within the ranges established in 1575 of 2007, despite the fact that a pretreatment of the water is carried out, making it necessary to implement actions in the short, medium and long term that improve the quality of the water to minimize the risks to which this community is exposed and comply with current regulations.

**Keywords:** physicochemical; water supply; pH; microbiological, IRCA.

# RESUMEN GRÁFICO

■ **Figura No.1** Determinación de Índices de Riesgos de Calidad del Agua



Fuente: Autores

# 1. INTRODUCCIÓN

Para abordar el tema del agua en Colombia, debemos entender que en nuestro país, el agua tiene una implicación de tipo jurídico como un derecho fundamental de todos y por otro lado como un servicio público, por lo que todas las personas tienen derecho a acceder a este recurso con criterios de accesibilidad o cobertura, calidad y continuidad. Esta connotación ha permitido que en esta última década con la implementación de los Planes Departamentales de Aguas - PDA, se hayan tenido avances en el tema con apoyo del Gobierno Nacional especialmente en la zona urbana, sin embargo la brecha existente frente a la zona rural sigue siendo bastante amplia como se evidencia en el último informe del calidad del agua del año 2020 presentada por el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (2020). Para el cumplimiento de uno de estos criterios como es el de calidad, los acueductos que se diseñen e implementen deben velar porque el agua que ofrezcan a los usuarios cumpla con lo establecido en el Decreto 1575 del 2007 y la Resolución 2115 del 2007.

El Índice del Riesgo de la Calidad del agua se calcula a partir de una serie de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se evalúan en el agua. Estos parámetros incluyen la presencia de contaminantes, la cantidad de sólidos disueltos, la presencia de microorganismos patógenos y otros indicadores de la cali-

dad del agua. Si alguno de estos parámetros supera los límites establecidos por la normativa sanitaria, el IRCA aumenta y se considera que el agua es de mala calidad (García. et al,2018).

De acuerdo a lo anterior, en este estudio se busca evaluar el agua que viene entregando el acueducto del Pto. Nariño a sus pobladores, con el fin de establecer el Índice del Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA); para ello se realizaron tomas y análisis de muestras del agua y los resultados se contrastaron con lo establecido en el decreto 1575 del 2007 y la Resolución 2115 del 2007. Esta evaluación no solo permite establecer los parámetros que no cumplen los niveles óptimos, sino que además por medio de 5 rangos, establece el grado de riesgo de que ocurran enfermedades relacionadas, al no cumplir con las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua para consumo humano, por lo que lo hace un índice importante para la salud pública en cuanto a la exposición de la población a agentes químicos presentes en el agua o a enfermedades transmisibles por agua contaminada. Por otro lado, el IRCA brinda pautas para establecer los tratamientos que requiere el agua con el fin de optimizar los sistemas de abastecimiento existentes o qué se debe tener en cuenta al momento de diseñar e implementar nuevas plantas de tratamiento de agua potable en un municipio determinado.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de estudio

El presente estudio es de carácter cuantitativo y cualitativo, por cuanto se basó en la recolección inicial de información secundaria y en la toma de muestras para ser analizadas, obteniendo datos numéricos comparables con normativa vigente y con el índice de riesgo de calidad de agua.

### Localización

Puerto Nariño constituye el segundo municipio del departamento del Amazonas, luego de Leticia su capital. Tiene una extensión de 1.704 km<sup>2</sup>, de los cuales el

83% (1406 km<sup>2</sup>) corresponden al resguardo indígena Ticuna, Cocama y Yagua de Puerto Nariño (Ticoya) y el 17% restante (298 km<sup>2</sup>) corresponde a reserva forestal. (Alcaldía del Pto. Nariño, 2020).

Su casco urbano, ubicado en los 3°46' S y 70 °.23' W, está a poco menos de un kilómetro de la desembocadura del río Loretoyaco sobre el Amazonas.

Para este estudio específico se hizo la toma de muestras en el punto del control del sistema del abastecimiento zona 5 del Municipio de Puerto Nariño- Amazonas de acuerdo a lo establecido en la metodología establecida para toma de muestras del IDEAM del acuerdo a la tabla 1.

**Tabla 1.** Coordenadas Punto de control Zona 5.

Coordenadas Geográficas Punto de control Zona 5		
Altitud	Latitud	Longitud
85 msnm	3°46'54"S	70°21'54"W

Fuente: Autores

### Metodología

Dentro del diagnóstico de la fuente se realizó una caracterización ambiental general de la zona influencia del proyecto, que incluye aspectos: climáticos, fisiográficos, hidrogeográficos, demográficos y

socioeconómicos de la comunidad, entre otros, como lo establece el Reglamento de Aguas y saneamiento básico (RAS-2017). Para la evaluación de la calidad del agua suministrada para la comunidad del Municipio de Puerto Nariño se analizaron los datos obtenidos de las muestras

recolectadas. A nivel fisicoquímico se evaluó: temperatura °C, pH UND, olor, color UPC, conductividad  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , turbidez NTU, dureza total mg/l, alcalinidad mg/l, Cloro residual mg/l, Cloruros mg/l, Fosfatos mg/l, Hierro mg/l, Nitrógeno Amoniacal mg/l, Nitritos mg/l y para el caso de los análisis microbiológicos se evaluó presencia de coliformes y

E. coli, del acuerdo a los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007. Los datos obtenidos de cada parámetro fueron dispuestos en una tabla en donde fueron contrastados con los establecidos para agua potable en la Resolución 2115 de 2007, calificandolos Cumple o No cumple, como se puede observar en la tabla 2

**Tabla 2.** Matriz de datos.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESOLUCIÓN 2115/07 (mg/L)	DATOS OBTENIDOS MUESTRA Pto 5	CUMPLIMIENTO
Olor Cualitativo	Aceptable/ No aceptable	Aceptable	Aceptable	CUMPLE
Alcalinidad	mg/l	<200	92,98	CUMPLE
Cloro residual	mg/l	0.3-2.0	0,23	NO CUMPLE
Cloruros	mg/l	<250	10	CUMPLE
Color	UPC	<15	30	NO CUMPLE
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	<1000	161,5	CUMPLE
Dureza Total	mg/l	300	2	CUMPLE
Fosfatos	mg/l	<0.5	0,36	CUMPLE
Hierro	mg/l	<0.3	1,32	NO CUMPLE
N. Amoniacal	mg/l	0.1	0	CUMPLE
Nitritos mg/l	Nitritos mg/l	0.1	0	CUMPLE
pH	UND	6,5-9.0	6,5	CUMPLE
Sulfatos	mg/l	<250	0	CUMPLE
Turbiedad	NTU	<2	8	NO CUMPLE
Coliformes totales	UFC/100ml	0	6	NO CUMPLE

Fuente: Autores

Posteriormente los datos se organizaron en una tabla con el fin de asignar los puntajes de riesgo para los parámetros que no cumplen, estableciendo así el Índice del Riesgo de la Calidad del agua como

resultado de la sumatoria de los puntajes asignados a los parámetros que no cumplen como se puede observar en la Tabla 3 de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 de la resolución 2115 de 2007

**Tabla 3.** Puntaje del riesgo asignado a cada parámetro que no cumple.

CARACTERÍSTICA	PUNTAJE DE RIESGO
Color Aparente	6
Turbiedad	15
Ph	1.5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1.5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al3+)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
<b>SUMATORIA DE PUNTAJES ASIGNADOS</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores

A partir de esta tabla se establece el porcentaje de riesgo del agua de acuerdo a la siguiente fórmula:

Donde:

= Características que no cumplen  
Total de la sumatoria de puntajes  
Puntajes riesgo

Estos datos obtenidos se contrastaron con los niveles de riesgo en salud según el IRCA por muestra del agua y se establecen las acciones que debe realizar la autoridad en salud competente y los ajustes que debe realizar el prestador del servicio.

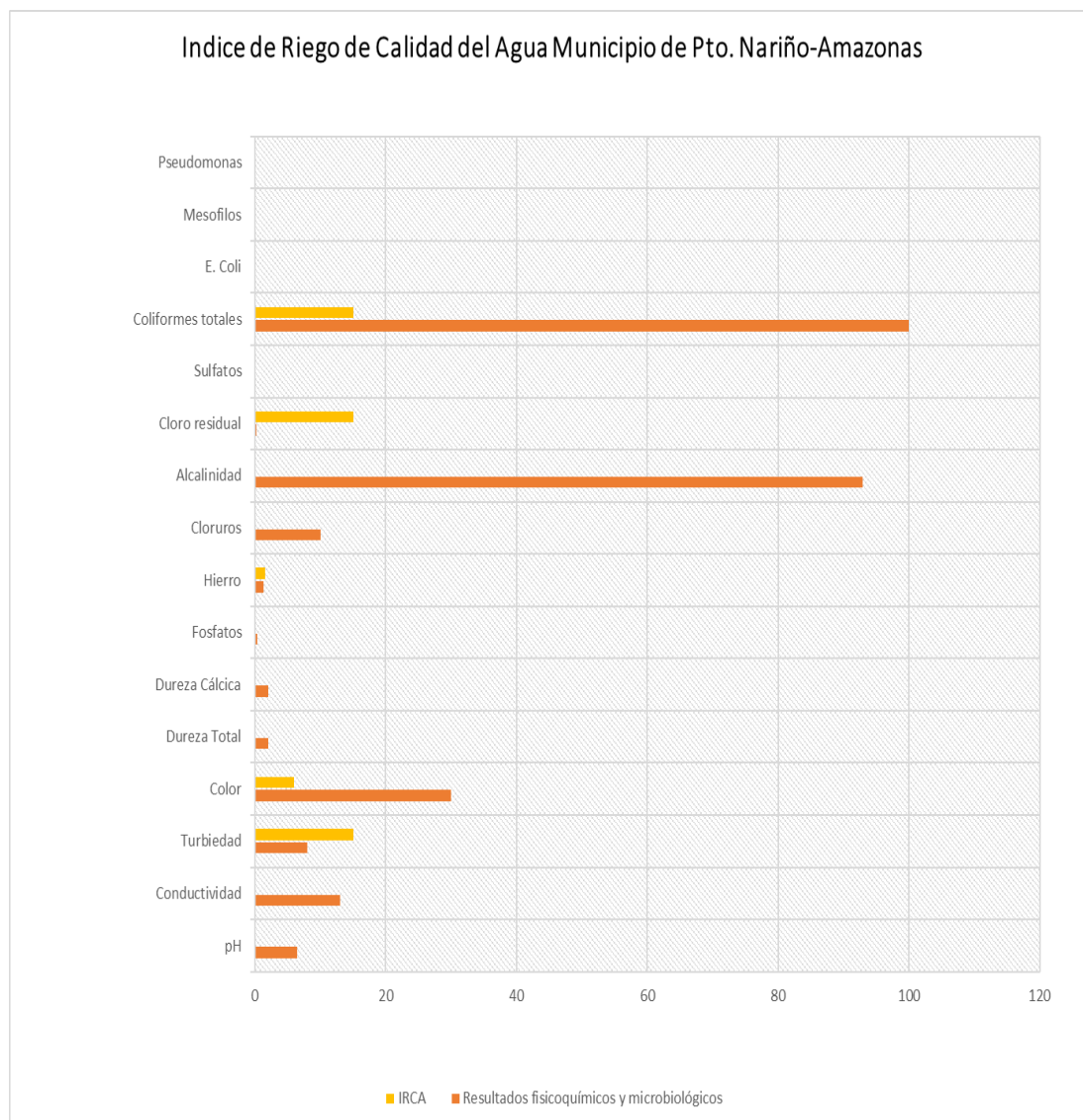


### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la figura 2, los resultados obtenidos de los análisis de los fisicoquímicos y microbiológicos del agua muestra que el agua cumplió con 17 de los 22

parámetros evaluados y 5 que no cumplieron que son el color, la turbidez UNF, el hierro (mg/l), cloro residual (mg/l) y Coliformes totales UFC.

■ **Figura No.2** Índice de riesgo de Calidad del Agua (IRCA)



Fuente: Autores

$$IRCA\% = \frac{\sum x Pr}{\sum y Pr} * 100$$

$$IRCA\% = \frac{52.5}{100} * 100$$

$$IRCA=52.5\%$$

Los parámetros que no cumplieron con el Decreto 1575 del 2007, se les asignó el Índice del Riesgo (IR) con el fin de obtener a partir de la aplicación de la fórmula

la el Índice del Riesgo de la calidad del agua de toda la fuente abastecedora del agua, como lo muestra la tabla 4.

**Tabla 4.** Asignación de IRCA a parámetros que no cumplen con la norma

PARÁMETROS QUE NO CUMPLEN CON LA NORMA					
Tipo de análisis	Fisicoquímico	X	Microbiológico	X	
PARÁMETROS			Límites Aceptables		
	Un	Técnica DEC. 1575/07	Agua potable	RESULTADOS	IRCA
			Análisis de aguas		
Turbiedad	NTU	Nefelométrica	<2	8	15
Color	UPC	Espectrofotometría	<15	30	6
Hierro	mg/l	Volumétrica	<0.3	1,32	1.5
Cloro residual	mg/l	Colorimétrica	0.3-2.0	0,23	15
Coliformes totales	UF-C/100ml	Filtración por membrana	6	>5.000	15
TOTAL $\Sigma$ IRCA	52.5				

Fuente: Autores

$$IRCA\% = \frac{\sum x Pr}{\sum y Pr} * 100$$

$$IRCA\% = \frac{52.5}{100} * 100$$

$$IRCA=52.5\%$$

A pesar que solo 5 parámetros no cumplieron, tienen asignados índices de riesgo sanitario altos para la salud humana, lo que nos dio una sumatoria total de 52,5 de IRCA.

Posteriormente para dar la calificación final del riesgo del agua, el porcentaje obtenido se comparó con los rangos establecidos, como lo muestra la tabla 5

**Tabla 5.** Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y acciones a adelantar

<b>Clasificación IRCA (%)</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)</b>	<b>IRCA mensual (Acciones)</b>
40.1- 70	ALTO	Requiere la formulación e implementación de un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, bajo la verificación de la SSPD.	El alcalde con el apoyo del Gobernador propondrá un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, para disminuir el índice de riesgo por distribución, bajo la verificación de las entidades de control y la SSPD.

Fuente: Autores

Cuando el IRCA de un acueducto es alto, significa que el agua puede contener sustancias nocivas para la salud humana. Esto puede incluir bacterias, virus, metales pesados, pesticidas y otros contaminantes que pueden tener efectos negativos en la salud de las personas que la consumen.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2007), beber agua de un acueducto con un IRCA alto puede aumentar el riesgo de enfermedades gastrointestinales, infecciones, problemas respiratorios y otras afecciones de salud. Por lo tanto, es importante que las autoridades competentes tomen medidas para reducir el nivel de riesgo y garantizar que el agua potable sea segura para el consumo humano.

De acuerdo con la calificación de la fuente de agua, para poder volverla apta para

consumo y minimizar los riesgos, se debe incluir dentro del diseño de la alternativa, tratamientos que incluyen procesos físicos y mecánicos, como pueden ser la adición de químicos coagulantes para la eliminación de minerales, mediante procesos de clarificación y sedimentación, así como el paso por lechos filtrantes que permitan retener sólidos disueltos, con el fin de mejorar las condiciones físicas de turbidez y de presencia de hierro, para ello se aconseja incluir dentro del diseño filtros con lechos de grava, gravilla y antracita, así como filtros de lechos de zeolita y carbón activo (RAS, 2017). Por otro lado, se requiere de un sistema de desinfección para el mejoramiento de las características bacteriológicas del agua de acuerdo a la Resolución 2115 de 2007, para ello se pueden incluir clorificadores.

## 4. CONCLUSIONES

La metodología de aplicación del Índice del riesgo para la calidad del agua (IRCA) nos permite identificar si el recurso que se está utilizando o el agua que se está suministrando a la comunidad, es apta para el consumo humano (Ministerio del Medio Ambiente ciudad y territorio, Resolución 2115 del 2007), por lo que se vuelve una herramienta importante a la hora de diseñar sistemas de abastecimiento de agua para las comunidades y por otro lado sirve del control y seguimiento de la operación de los diferentes sistemas del acueducto, ya que con análisis fisicoquímicos y microbiológicos periódicos se puede llevar dicho control para la toma de decisiones.

Si el agua de un acueducto se encuentra en un nivel de riesgo en salud según el IRCA alto, es importante tomar medidas para evitar su consumo, ya que puede ser perjudicial para la salud humana. Se deben implementar medidas para reducir el nivel de riesgo y garantizar que el agua potable sea segura y de alta calidad.

Para el caso del Municipio de Pto Nariño, el índice presenta un Índice de Riesgo alto, por lo que se podría presumir que no se tuvo en cuenta para el diseño de la PTAP esta información o la operación no se está realizando de una manera adecuada.



# ***CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA***

**Primer autor:** metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, borrador original. **Segundo autor:** investigación, conceptualización, análisis de datos, escritura y revisión .

## ***AGRADECIMIENTOS***

Los Autores expresan su agradecimiento a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, a la Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente de la Zona Caribe. Por otro lado agradecemos a la empresa Amazonas Bioconsultores SAS quienes nos brindaron apoyo logístico y préstamo de equipos para toma de datos.

# LITERATURA CITADA

- Alcaldía del Pto. Nariño, (2020), Plan del Desarrollo Municipio del Pto. Nariño (Amazonas).
- García, C., García, J., Rodríguez, J., Pacheco, Robinson y García, M. (2018). Limitaciones del IRCA como estimador de calidad del agua para consumo humano. Revista de Salud Pública. 20(2): 204-207. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n2.65952>
- Ministerio del Medio Ambiente ciudad y territorio (2007), Resolución 2115 del 2007.
- Ministerio del Medio Ambiente ciudad y territorio (2017), Resolución O330 del 2017, Reglamento del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS 2017
- Ministerio de Salud y Protección Social - Minsalud. (2019). Informe nacional de la calidad de agua para consumo humano INCA 2017. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/calidad-del-agua-inca-2017.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (2007) “Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares”. OMS. <https://www.who.int/es/publications/i/item/combating-waterborne-disease-at-the-household-level>



## Licencia de Creative Commons

Revista Agricolae & Habitat is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.